

FELIPE VANHONI JORGE

**FACHADA ATLÂNTICA SUL DO BRASIL: DINÂMICA E TENDÊNCIAS
CLIMÁTICAS REGIONAIS NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS GLOBAIS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia, Curso de Pós-Graduação em Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Mendonça

**CURITIBA
2009**



PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Geografia reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato **FELIPE VANHONI JORGE**, intitulada: “**FACHADA ATLÂNTICA SUL DO BRASIL: DINÂMICA E TENDÊNCIAS CLIMÁTICAS REGIONAIS NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**”, para obtenção do grau de **Mestre** em Geografia, do Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná Área de Concentração **Espaço, Sociedade e Ambiente**, Linha de Pesquisa **Paisagem e Análise Ambiental**.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato, são de parecer pela **APROVAÇÃO** da Dissertação, com Menção Distinção.

Curitiba, 13 de abril de 2009.

Nome e assinatura da Banca Examinadora:

Prof. Dr. Francisco Mendonça (orientador)

Prof. Dra. Inês Moresco Danni-Oliveira

Prof. Dr. Mauricio Noemberg (CEM - UFPR)

Dedico este trabalho a
Francisco Mendonça

Quero neste espaço agradecer a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização do presente trabalho.

Em especial, agradeço ao professor e amigo Francisco Mendonça, pela orientação, confiança e presente motivação durante a pesquisa.

Aos professores e funcionários do programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPR

Aos professores Inês Moresco Danni-Oliveira e Maurício Noernberg pelas orientações e materiais cedidos

Ao secretário Luiz Carlos Zem pela sempre presente ajuda e amizade

Aos amigos Márcia Maria Fernandes de Oliveira, Manuele Lago, Wiviany Mattozo e Leandro Rafael Pinto.

À Eduardo Vedor de Paula, pela grande ajuda e orientação no tratamento dos dados da pesquisa.

À CAPES, ao LABOCLIMA, ao Departamento de Geografia da UFPR e à UFPR por possibilitar o desenvolvimento da pesquisa.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	V
LISTA DE TABELAS.....	VI
LISTA DE ABREVIATURAS.....	VII
RESUMO.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
INTRODUÇÃO.....	1
Problemática de estudo.....	4
A Fachada Atlântica Sul do Brasil: Recorte espacial e temporal da pesquisa.....	5
Objetivos.....	8
Metodologia, métodos e técnicas da pesquisa.....	9
I. O ESTUDO DO CLIMA E A CONFIGURAÇÃO DO CLIMA LITORÂNEO: ASPECTOS TEÓRICOS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS – UMA INTRODUÇÃO.....	19
I.1 - O estudo do clima: Aportes teóricos gerais.....	19
I.1.1 – Escala de Estudo.....	20
I.2 - Os climas litorâneos: Classificação e dinâmica.....	22
I.2.1 – Sistemas Frontais e Frontogênese.....	31
I.2.2 – Elementos da dinâmica atmosférica: ciclone, anticiclone e ZCAS.....	33
I.2.3 – Oceanos.....	36
I.3 - Mudanças climáticas globais e suas repercussões regionais e locais.....	41
I.4 - Eventos climáticos extremos: Uma abordagem do El Nino e do La Nina.....	46
II. A FACHADA ATLÂNTICA SUL DO BRASIL: GEOGRAFIA E CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA GERAL.....	49
II.1 - A Fachada Atlântica Sul do Brasil: Características geográficas gerais.....	49
II.1.1 Características Sócioeconômicas.....	54
II.2 - Dinâmica atmosférica: Aspectos da Fachada Atlântica.....	57
II.3 - Os climas da Fachada Atlântica Sul do Brasil.....	60
II.4 - A participação do El Nino e do La Nina no clima da Fachada Atlântica Sul.....	63
III. A TEMPERATURA DO AR NA FACHADA ATLÂNTICA SUL DO BRASIL.....	65
III.1 - Caracterização geral do campo térmico da Fachada Atlântica Sul.....	65
III.2 - Tendências da temperatura do ar na Fachada Atlântica Sul.....	79
IV. A PLUVIOSIDADE NA FACHADA ATLÂNTICA SUL DO BRASIL.....	99
IV.1 - Caracterização geral da pluviosidade da Fachada Atlântica Sul.....	99
IV.1.1 Variabilidade espacial da pluviosidade.....	103
IV.2 - Tendências da pluviosidade do ar na Fachada Atlântica Sul.....	111
IV.3 - Variabilidade da pluviosidade associada ao El Nino e ao La Nina.....	118
IV.4 – Intensidade pluviométrica diária.....	131
Conclusões e considerações finais.....	139
Referencias Bibliográficas.....	143
Anexo.....	148

LISTA DE FIGURAS

Figura 01:	Representação da Zona de contato entre os fatores continentais e oceânicos.....	4
Figura 02:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - delimitação da área de estudo.....	6
Figura 03:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Roteiro Metodológico.....	11
Figura 04:	Fachada Atlântica Sul do Brasil: localização das estações meteorológicas (temperatura).....	15
Figura 05:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - localização das Estações Pluviométricas.....	16
Figura 06:	Organização das escalas espaciais e temporal do clima.....	21
Figura 07:	Classificação Climática do IBGE.....	23
Figura 08:	Classificação Climática – Koppen.....	24
Figura 09:	Domínios Climáticos do Brasil.....	25
Figura 10:	Principais centros de ação da América do Sul.....	27
Figura 11:	Massas de ar atuantes na América do Sul.....	28
Figura 12:	Total Mensal de Sistemas Frontais Atuantes no Brasil (1996-2006).....	33
Figura 13:	Número médio de ciclones por ano.....	34
Figura 14:	Ciclone Extra-Tropical.....	34
Figura 15:	Quedas do Iguaçu/PR e Guaraqueçaba/PR - análise da amplitude térmica.....	37
Figura 16:	Correntes Marítimas e tipos de clima.....	39
Figura 17:	Ocorrência de El Niño e La Niña.....	48
Figura 18:	Região Sul do Brasil – hipsometria.....	51
Figura 19:	Aspectos do relevo da Serra do Mar (Paraná).....	53
Figura 20:	Fachada Atlântica Sul do Brasil: passagem de sistemas frontais - média mensal por estação... 58	58
Figura 21:	Sistemas Frontais - total anual por local.....	59
Figura 22:	Fachada Atlântica Sul do Brasil: Pluviosidade Média Mensal.....	62
Figura 23:	Dinâmica da Atuação do El Niño.....	64
Figura 24:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Temperatura Mínima, Média e Máxima Mensal.....	69
Figura 25:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Temperatura Mínima, Média e Máxima Sazonal.....	70
Figura 26:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Temperatura Média.....	73
Figura 27:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Temperatura Mínima.....	74
Figura 28:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Temperatura Máxima.....	75
Figura 29:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Temperatura Média Sazonal.....	76
Figura 30:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Temperatura Mínima Sazonal.....	77
Figura 31:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Temperatura Máxima Sazonal.....	78
Figura 32:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Tendência Térmica (1977-2006) Média Anual.....	80
Figura 33:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Tendência Térmica (1977-2006) Média Sazonal.....	81
Figura 34:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Tendência Térmica (1977-2006) Média Anual (mínima).....	82
Figura 35:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Tendência Térmica (1977-2006) Média Sazonal (Mínima).....	84
Figura 36:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Tendência Térmica (1977-2006) Média Anual (Máxima).....	86
Figura 37:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Tendência Térmica (1977-2006) Média Sazonal (Máxima)....	87
Figura 38:	Temperatura Média Anual (mínima, média e máxima).....	88
Figura 39:	Fachada Atlântica Sul do Brasil: Temperatura - Anos mais quentes.....	92
Figura 40:	Fachada Atlântica Sul do Brasil: Temperatura - Anos mais frios.....	93
Figura 41:	Fachada Atlântica Sul do Brasil: Temperatura Mínima - média decadal (1977-2006).....	94
Figura 42:	Fachada Atlântica Sul do Brasil: Temperatura Média - Média decadal.....	95
Figura 43:	Fachada Atlântica Sul do Brasil: Temperatura Máxima - Média Decadal.....	96
Figura 44:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Dinâmica Pluviométrica mensal.....	102
Figura 45:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Pluviosidade Média Anual (1977-2006).....	106
Figura 46:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Pluviosidade Média Sazonal (1977-2006).....	107
Figura 47:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Média Anual de dias com chuva (1977-2006).....	109
Figura 48:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Média Sazonal de dias com chuva (1977-2006).....	110
Figura 49:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Pluviosidade Total Anual: Tendência Mann-Kendall.....	113

Figura 50:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Pluviosidade Total Sazonal - Tendência Mann-Kendall.....	114
Figura 51:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Pluviosidade Total Anual: Tendência Regressão.....	116
Figura 52:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Pluviosidade Total Sazonal: Tendência Regressão.....	117
Figura 53:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Pluviosidade Média Anual	120
Figura 54:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Anos menos chuvosos X mais chuvosos.....	122
Figura 55:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Variação da pluviosidade em relação à média histórica para o ano de 1983 (El Niño).....	125
Figura 56:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Variação da pluviosidade em relação à média histórica para o ano de 1998 (El Niño).....	126
Figura 57:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Variação da pluviosidade em relação à média histórica para o ano de 1988 (La Niña).....	129
Figura 58:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - variação da pluviosidade em relação à média histórica para o ano de 1989 (La Niña).....	130
Figura 59:	Fachada Atlântica Sul do Brasil: Pluviosidade em 24 horas acima de 50 mm e chuva máxima mensal em 24 horas - Morretes/PR.....	133
Figura 60:	Enchente no Município de Morretes/PR - janeiro/2004.....	132
Figura 61:	Fachada Atlântica Sul do Brasil: Pluviosidade em 24 horas acima de 50 mm e chuva máxima mensal em 24 horas - Antonina/PR.....	134
Figura 62:	Fachada Atlântica Sul do Brasil: Pluviosidade em 24 horas acima de 50 mm e chuva máxima mensal em 24 horas - Paranaguá/PR.....	135
Figura 63:	Fachada Atlântica Sul do Brasil: Pluviosidade em 24 horas acima de 50 mm e chuva máxima mensal em 24 horas - Garuva/SC.....	136
Figura 64:	Fachada Atlântica Sul do Brasil: Pluviosidade em 24 horas acima de 50 mm e chuva máxima mensal em 24 horas - Blumenau/SC.....	137
Figura 65:	Fachada Atlântica Sul do Brasil: Pluviosidade em 24 horas acima de 50 mm e chuva máxima mensal em 24 horas - Pelotas/RS.....	137
Figura 66:	Fachada Atlântica Sul do Brasil: Pluviosidade em 24 horas acima de 50 mm e chuva máxima mensal em 24 horas - Sta. Vitória do Palmar/RS.....	138
Figura 67:	Fachada Atlântica Sul do Brasil - Pluviosidade Média Mensal.....	148
Figura 68:	Intensidade pluviométrica diária e mensal.....	157

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	equação de interpolação dos dados de temperatura.....	13
Tabela 2:	Imagens SRTM para grade de Relevo.....	167
Tabela 3:	Estações meteorológicas (dados de temperatura): distância do oceano.....	168
Tabela 4:	Municípios da área de estudo.....	169

LISTA DE ABREVIATURAS

ANA – Agência Nacional de Águas

CPTEC – Centro de previsão de tempo e estudos climáticos

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina S/A

ENOS - El Niño-Oscilação Sul

FEPAGRO - Fundação Estadual de Pesquisas Agropecuária

FPa: Frente Polar

GEE – Gases do Efeito Estufa

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

IOS - Índice de Oscilação Sul

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MPa – Massa Polar Atlântica

MTa – Massa Tropical Atlântica

OMM – Organização meteorológica mundial

ONU – Organização das Nações Unidas

PNGC – Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro

PR – Paraná

RS – Rio Grande do Sul

SC – Santa Catarina

SIMEPAR – Instituto Tecnológico do Paraná

T_MIN – Temperatura Mínima

T_MED – Temperatura Média

T_MAX – Temperatura Máxima

TSM – Temperatura da superfície do mar

ZCAS - Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

RESUMO

Nos últimos anos, as discussões sobre os problemas ambientais vêm se intensificando assim como a necessidade de estudar a influência humana nos processos naturais, enfraquecendo a perspectiva do estudo dos fatores ambientais isoladamente. Este trabalho tem como objetivos analisar a dinâmica climática e a variabilidade da pluviosidade e da temperatura na Fachada Atlântica Sul do Brasil no período de 1977-2006. Foram calculadas as médias mensais, sazonais e anuais para as variáveis, sendo 97 (noventa e sete) estações com dados de pluviosidade e 13 (treze) com dados de temperatura. A área de estudo abrange a Fachada Atlântica Sul do Brasil compreendendo parte dos Estados do Paraná (6.721 km²), Santa Catarina (26.598 km²) e Rio Grande do Sul (41.912 km²), num total de aproximadamente 75 mil km². Entre os resultados, nota-se que as temperaturas apresentam maiores médias nas planícies diminuindo com o aumento da altitude e da latitude. A pluviosidade média anual da Fachada Atlântica Sul para o período temporal selecionado ficou em 1812,4 mm, sendo que não se verificam meses ou estação seca, e sim períodos de menor precipitação. Em relação às massas de ar, predomina a atuação da Mpa (principalmente no inverno) e da MTa (predominando no verão), sendo que destaca-se também a atuação dos sistemas frontais. A atuação do El Niño e La Niña ocasionam eventos extremos em diferentes partes da Fachada Atlântica Sul, sendo que as adversidades associadas aos eventos extremos estão principalmente relacionadas ao aumento do total pluviométrico. Nas análises de tendência, as médias térmicas tenderam ao aumento na maioria das análises, sendo que com intensidades variando com a sazonalidade. Em relação a pluviosidade, os resultados variaram dentro da área de estudo sendo que prevaleceu o aumento do total pluviométrico.

ABSTRACT

In recent years, discussions about environmental problems have been intensified and the need to study the human influence on natural processes, weakening the study of environmental factors viewed alone. This paper aims at analyzing the dynamics and climate variability in rainfall and temperature on the Atlantic seaboard south of Brazil from 1977-2006. We calculated the mean monthly, seasonal and annual for the variables, and 97 (ninety-seven) with data from rainfall stations and thirteen (13) with data on temperature. The study area covers the southern Atlantic coast of Brazil including the states of Paraná (6.721 km²), Santa Catarina (26.598 km²) and Rio Grande do Sul (41.912 km²), totaling approximately 75.000 km². Among the results, note that the highest average temperatures in the plains have decreased with increasing altitude and latitude. The average annual rainfall along the Atlantic seaboard south to selected time period was 1812.4 mm, which do not occur months or dry season, but periods of lower rainfall. For the masses of air, the predominant role of Mpa (especially in winter) and the MTA (mainly in summer), and there is also the role of frontal systems. The role of El Niño and La Niña cause extreme events in different parts of the South Atlantic seaboard, and the adversity associated with extreme events are mainly related to the increase in total rainfall. In trend analysis, the average temperature tended to increase in most tests, with intensities varying with the season. For rainfall, the results varied within the study area which prevailed the increase in total rainfall.

INTRODUÇÃO

Há muito tempo, o homem vem observando e estudando o tempo e o clima. A compreensão era essencial para as atividades humanas, sendo o foco principal os efeitos do clima sobre as pessoas. Na modernidade a preocupação com as alterações climáticas provocadas pelos homens tornou-se cada vez mais importante.

“Desde Hipócrates, século V a.C., na sua célebre obra Ares, Águas e Lugares, a preocupação de estudiosos com a influência do clima sobre o organismo dos homens vem sendo observada e registrada” (MENDONÇA, 2002, p. 23).

Neste sentido entende-se que:

Desvendar a dinâmica dos fenômenos naturais, dentre eles o comportamento da atmosfera, foi necessário para que os grupos sociais superassem a condição de meros sujeitos às intempéries naturais e atingissem não somente a compreensão do funcionamento de alguns fenômenos, mas também a condição de utilizá-los e de manipulá-los dos mesmos em diferentes escalas. (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 11).

Nas últimas décadas tornou-se evidente uma crescente preocupação em relação ao meio-ambiente, em especial sobre o clima do planeta, observada principalmente em artigos e pesquisas científicas, nas mudanças de atitudes das pessoas e em políticas públicas gerais. Nesse contexto, ressalta-se a necessidade de estudos com uma abordagem sócio-ambiental, inserindo o homem e suas ações na dinâmica ambiental.

Atualmente, o foco principal parte do entendimento sobre as influências causadas pelo homem no clima e, conseqüentemente aos efeitos deste sobre a sociedade, que mesmo não ocasionando respostas em curto espaço de tempo, é essencial a manutenção da vida.

As mudanças climáticas tornaram-se assunto de pauta em reuniões científicas e governamentais em âmbito nacional e internacional; notícia principal em jornais, revistas e telejornais, evidenciando-se o fato da influência humana estar provocando uma possível alteração, em especial na temperatura média do planeta.

Nesta perspectiva, Bessat (2003, p. 12) ressalta que:

Hoje em dia, o lugar do meio ambiente entre as preocupações das sociedades ocidentais transformou-se, passando de estatuto de vaga inquietação ao de desafio crucial para a sobrevivência da humanidade. Os decisores, as mídias, os cidadãos interrogam os cientistas a respeito das hipotéticas evoluções ou mudanças climáticas que poderiam ser induzidas, em distintas escalas, pelas atividades humanas.

Com o clamor em relação às mudanças climáticas, atribuídas pela maioria da comunidade científica às ações humanas e em menor número à dinâmica natural da Terra, muitas questões acerca do assunto continuam sem resposta. Todavia, existem dúvidas se as atividades humanas interferem diretamente e decisivamente na dinâmica climática. O conhecimento detalhado da dinâmica atmosférica e de seus atributos é de grande importância para responder estas e outras perguntas.

O clima é resultado da ação de diferentes variáveis meteorológicas que, atuando juntas, caracterizam padrões para as diferentes regiões. É um sistema complexo, determinado por diferentes interações (atmosfera, hidrosfera, litosfera, biosfera), sendo que um grande espectro de escalas temporais (de 1 dia a centenas de milhões de anos) e espaciais (escala local, regional e global) nele intervém (BESSAT, 2003).

Após a divulgação dos primeiros resultados do IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas) em relação à situação climática global, vários trabalhos passaram a ser elaborados dentro da temática das mudanças climáticas globais.

O presente estudo desenvolvido no âmbito da Climatologia Geográfica tem como tema a *“Fachada Atlântica Sul do Brasil: Dinâmica e Tendências Climáticas Regionais no Contexto das Mudanças Globais”*. Além do levantamento de dados meteorológicos e análise climática para a área de estudo, a temática “tendências climáticas” será desenvolvida na escala regional.

A Fachada Atlântica Sul do Brasil fora estudada principalmente por MONTEIRO¹ (1969), sendo que posteriormente trabalhos nesta área foram elaborados, porém não englobando toda a região, e sim partes ou cidades da mesma.

As regiões litorâneas, pelos seus fatores determinantes climáticos característicos, sempre foram objeto de estudo dentro do campo da meteorologia e climatologia. Estas regiões apresentam aspectos importantes na análise ambiental (biodiversidade, geomorfologia) e sócio-econômica (populacional, turismo, lazer).

¹ Carlos Augusto Monteiro representou com seus estudos um marco na Climatologia. Contrário as técnicas tradicionais, que imprimiam de forma separatista uma análise estática ao Clima, Monteiro influenciado por outros pesquisadores, entre eles Sorre, passou a conceber os estudos do clima de forma dinâmica com seus fatores determinantes entendidos dentro de uma lógica de influências.

Grande parte da população mundial vive nestas regiões, sendo que há uma tendência permanente ao aumento da concentração demográfica.

Este estudo reveste-se de importância, porque poucos trabalhos trazem uma contribuição do clima da Fachada Atlântica Sul do Brasil, sendo esta uma região de grande relevância em diferentes aspectos. Levando em consideração os relatórios do IPCC (2007) em relação às possíveis mudanças climáticas, as regiões litorâneas estariam entre as mais atingidas. Por isso, é essencial um estudo detalhado acerca do clima destas, primeiro para uma melhor caracterização da sua dinâmica climática, bem como esclarecer se os resultados observados e de certa forma alarmantes e pouco confiáveis (à medida que se estabelecem projeções futuras), podem ser atribuídos a estas regiões.

Isso significa observar principalmente se as projeções em escala mundial estão de acordo com os resultados obtidos regionalmente. Para a sociedade que vive e depende das regiões litorâneas este estudo torna-se importante como forma de esclarecer, em partes, um assunto que no momento está pouco esclarecido, as mudanças climáticas.

No capítulo I será apresentado o estudo do clima e a configuração do clima litorâneo: aspectos teóricos e mudanças climáticas. No capítulo II a Geografia e caracterização climática geral da Fachada Atlântica Sul e nos capítulos III e IV, as análises da temperatura e pluviosidade respectivamente.

PROBLEMÁTICA DE ESTUDO

A Fachada Atlântica Sul do Brasil representa uma zona de contato (Figura 01) entre os fatores determinantes dos climas continentais e oceânicos, sendo que nesta ocorrem uma série de parâmetros de controle tendo como resultado uma complexa dinâmica e característica climática.

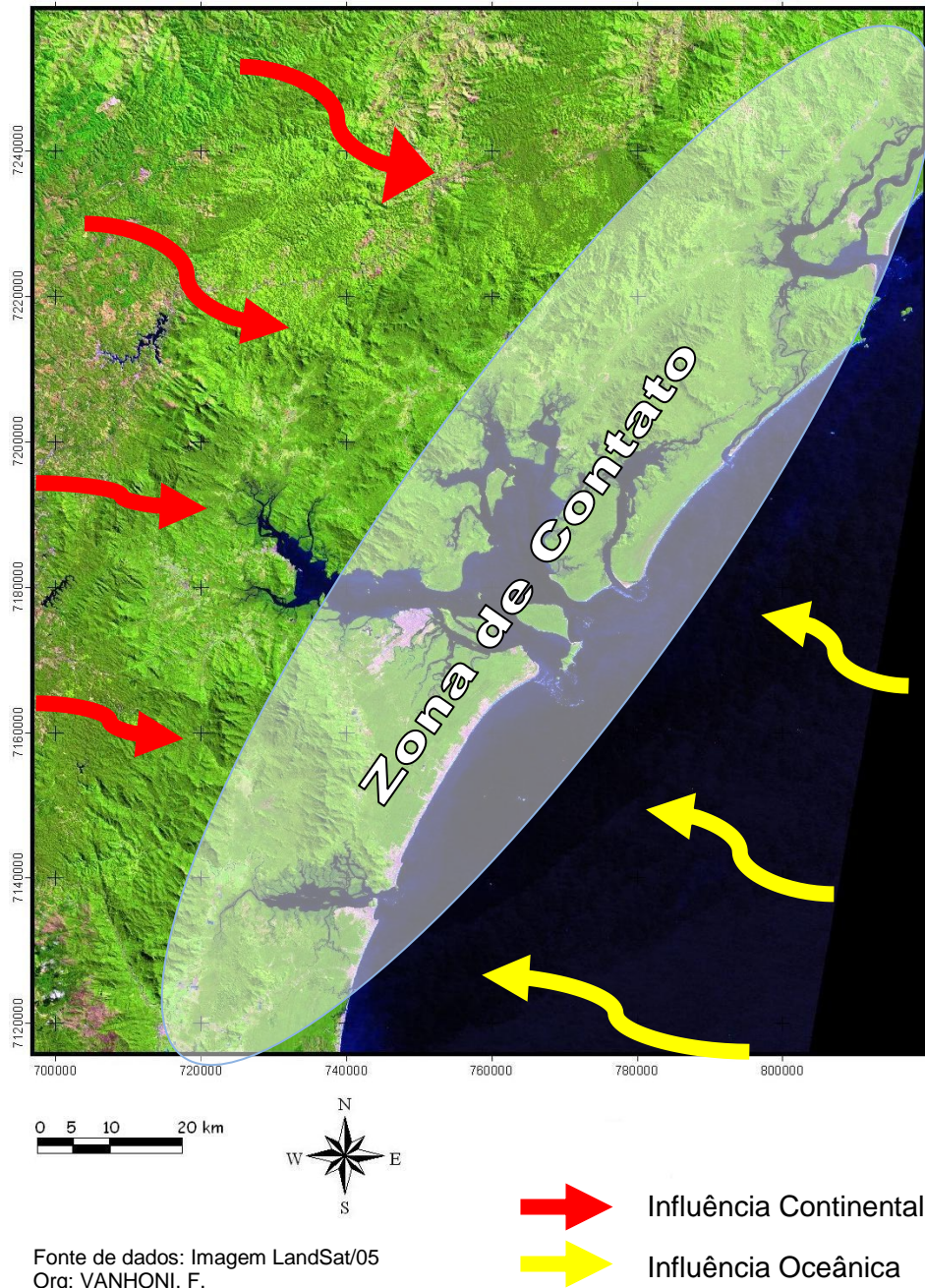


Figura 01: Representação da Zona de Contato entre os fatores continentais e oceânicos (não inclui toda a área de estudo).

Atualmente, o clima e seus elementos apresentam boa análise e descrição, porém algumas lacunas estão carentes de respostas, principalmente em relação às possíveis conseqüências e efeitos das mudanças climáticas.

Considerando-se a posição e caracterização física da Fachada Atlântica Sul do Brasil, questiona-se:

→ como se estabelece a distribuição espaço-temporal da temperatura e da pluviosidade na região?;

→ quais os fatores estáticos e dinâmicos que influenciam o clima?;

→ quais relações podem ser feitas com as mudanças climáticas no âmbito regional?;

→ a área de estudo estaria apresentando tendências ao aquecimento em acordo com o IPCC (Painel Intergovernamental de mudanças climáticas?).

A FACHADA ATLÂNTICA SUL DO BRASIL: RECORTE ESPACIAL E TEMPORAL DA PESQUISA

Quando anunciamos que o clima de um lugar (espaço) é resultante do comportamento dinâmico mais habitual ou recorrente da atmosfera, cronologicamente desenvolvido (tempo) sobre aquele dado lugar, teremos o problema de definir que lugar é este. Ele pode variar desde o globo terrestre, passando pelos continentes, regiões, países até atingir um dado lugar (ponto) que pode ser uma pequena ilha, uma grande, média ou pequena cidade que, por sua vez, poderá ser subdividida em bairros, setores, ruas, etc (MONTEIRO, 1999).

O Ministério do Meio Ambiente (1996, p.9) ressalta que:

O Brasil possui 7.367 km de linha costeira, sem levar em conta os recortes (baías, reentrâncias, etc) que ampliam significativamente essa extensão, elevando-a para mais de 8.500 km voltados para o Oceano Atlântico. Em termos de latitudes, o litoral brasileiro estende-se desde os 4° 30' Norte até os 33° 44' Sul, estando, assim, localizado nas zonas intertropicais e subtropicais.

A área de estudo abrange a Fachada Atlântica Sul do Brasil (Figura 02) compreendendo parte dos Estados do Paraná (6.721 km²), Santa Catarina (26.598 km²) e Rio Grande do Sul (41.912 km²), num total de aproximadamente 75 mil km².

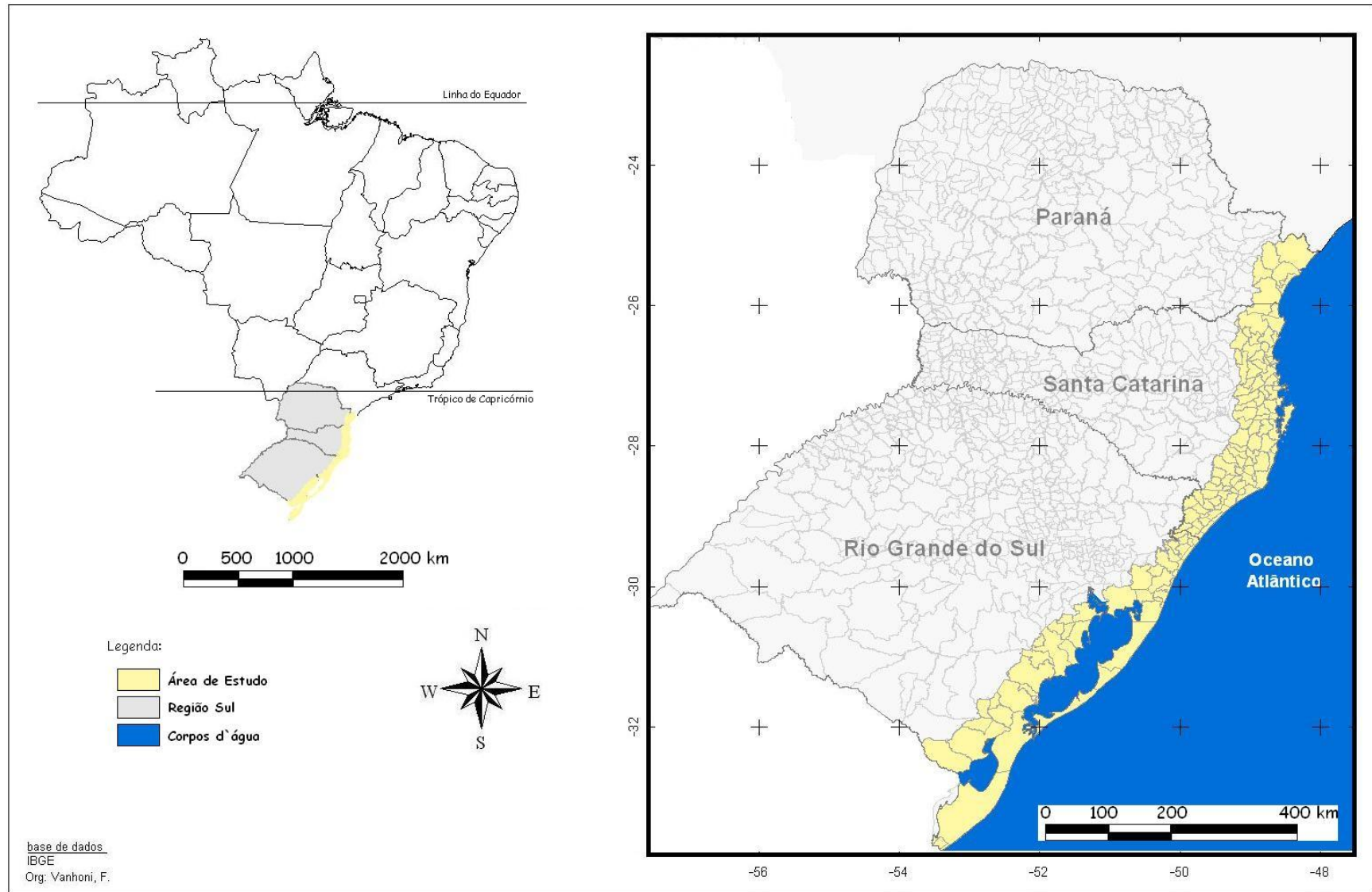


Figura 02: Fachada Atlântica Sul do Brasil – Delimitação da área de estudo.

Neste trabalho, o recorte espacial não se limita apenas à “zona costeira”², abrangendo áreas adjacentes que influenciam na determinação dos climas litorâneos.

A precisa delimitação do que seria a “zona costeira” de um país é tema que suscita polêmica em termos internacionais. A questão não permite uma só resposta, pois tal tema remete a várias situações que deveriam ser contempladas. A especificação clara da finalidade desta divisão emerge como um elemento importante, pois a seleção dos critérios a serem utilizados deriva muito dos fins buscados (MMA, 1996).

A delimitação da área de estudo foi estabelecida levando-se em consideração diferentes critérios. Como o clima não é estabelecido pelos limites territoriais, e sim a partir da influência dos fatores dinâmicos e estáticos, a área de estudo foi estabelecida integrando os municípios costeiros e não costeiros escolhidos a partir da análise de trabalhos e documentos oficiais que discutem o assunto. Para isso, estudos relacionados ao litoral brasileiro foram utilizados para a interpretação e determinação da área. Entre as principais referências, estão:

- Macro-diagnóstico da Zona Costeira do Brasil na Escala da União/MMA, 1996;
- Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC), 1998;
- Base cartográfica do IBGE e dos Estados.

Segundo o PNGC II (1998), considera-se como Zona Costeira: o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos ambientais, abrangendo as seguintes faixas:

- Faixa Marítima - é a faixa que se estende mar afora distando 12 *milhas marítimas* das *Linhas de Base* estabelecidas de acordo com a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, compreendendo a totalidade do Mar Territorial.
- Faixa Terrestre - é a faixa do continente formada pelos municípios que sofrem influência direta dos fenômenos ocorrentes na Zona Costeira, a saber:
 - a) os municípios defrontantes com o mar, assim considerados em listagem desta classe, estabelecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);

² A Fachada Atlântica Sul compreende o litoral dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, bem como uma área adjacente delimitada a partir dos pressupostos do subitem delimitação.

- b) os municípios não defrontantes com o mar que se localizem nas regiões metropolitanas litorâneas;
- c) os municípios contíguos às grandes cidades e às capitais estaduais litorâneas, que apresentem processo de *conurbação*;
- d) os municípios próximos ao litoral, até 50 km da linha de costa, que aloquem, em seu território, atividades ou infra-estruturas de grande impacto ambiental sobre a Zona Costeira, ou ecossistemas costeiros de alta relevância;
- e) os municípios estuarinos-lagunares, mesmo que não diretamente defrontantes com o mar, dada a relevância destes ambientes para a dinâmica marítimo-litorânea;
- e
- f) os municípios que, mesmo não defrontantes com o mar, tenham todos seus limites estabelecidos com os municípios referidos nas alíneas anteriores.

Para a análise climática da área de estudo selecionada, o recorte temporal compreende 30 (trinta) anos de dados dentro do período de 1977 a 2006.

OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo analisar a distribuição espaço-temporal da pluviosidade e da temperatura do ar (mínima, média e máxima), nas escalas: diária, mensal, sazonal e anual, buscando evidenciar os padrões de distribuição destes elementos a partir de sua gênese e dinâmica, bem como a análise de tendência climática das variáveis selecionadas. Tem-se como área de estudo a Fachada Atlântica Sul do Brasil, que apresenta características meteorológicas e climáticas importantes e diversificada devido a sua vasta extensão latitudinal de aproximadamente 1300 quilômetros entre os paralelos 25° e 33°S.

De maneira específica, objetiva-se:

- análise da dinâmica atmosférica no âmbito regional;
- mapeamento, com uso de geotecnologias, da distribuição e variação espacial e temporal dos elementos e fatores do clima regional (temperatura do ar e pluviosidade);
- identificação e análise da evolução climática;
- análise dos principais eventos climáticos regionais e suas repercussões sobre a sociedade;

→ entender como os elementos climáticos associados aos sistemas atmosféricos, se apresentam no tempo em escala diária, mensal e sazonal e no espaço.

Ressalta-se que o mesmo não tem como ponto de partida a ideia de mudança climática já estabelecida, como mostram inúmeros trabalhos científicos e a mídia em geral. Por esta razão os resultados serão apresentados como possíveis “tendências” (e não mudanças climáticas) dentro do período de análise e dos métodos estatísticos utilizados.

METODOLOGIA, MÉTODOS E TÉCNICAS DA PESQUISA

O clima representa um sistema complexo, sendo que sua abordagem dentro de suas características e tendências necessita de diferentes métodos para o seu entendimento.

Neste trabalho a abordagem climática terá como base a concepção Sistêmica, sendo que os elementos que compõem os climas e os processos que os explicam têm certa conformidade com a lógica da análise sistêmica.

Os fatores astronômico-meteorológicos (energia solar, dinâmica atmosférica, movimentos de rotação e translação...), os geográficos (relevo, latitude, longitude...), biogeográficos (distribuição dos biomas) e em alguns casos os socioeconômicos em suas inter-relações, geram e determinam o sistema atmosférico, caracterizando os diversos climas. Ou seja, os estudos climáticos estão inseridos numa análise sistêmica, onde os elementos devem ser tratados levando-se em consideração demais fatores determinantes, tornando os estudos no campo da climatologia de grande complexidade. Neste sentido, Mendonça (2002, p. 29) ressalta que:

De um ponto de vista geral a abordagem da atmosfera pela climatologia tem sido desenvolvida, após a superação de um período no qual predominou a visão estático-estatística, através da Teoria dos Sistemas. A interação entre os elementos atmosféricos e a superfícies (fatores geográficos do clima) permite a identificação e análise de unidades climáticas diferenciadas.

Ayoade (1996, p. 205) coloca que o clima depende de dois fatores principais:

- a natureza dos componentes que formam o sistema climático e as interações entre vários componentes;
- a natureza das condições geofísicas exteriores ao sistema climático e as influências que exercem sobre o sistema climático.

E considera que o estado climático em qualquer período depende de três fatores cruciais:

- a quantidade de energia proveniente do sol percebida pelo sistema climático;
- a maneira pela qual esta energia é distribuída e absorvida sobre a superfície da Terra;
- a natureza da interação dos processos entre os vários componentes do sistema climático. Desta maneira, Christofolletti (1979, p. 3) ressalta que:

Os sistemas geralmente não atuam de modo isolado estando inseridos dentro do ambiente em um conjunto maior que pode ser denominado de universo e compreende a totalidade dos fenômenos e eventos que, através da sua dinâmica, apresentam influências no sistema focalizado e também todos os fenômenos e eventos do ambiente que sofrem alterações devido ao comportamento do sistema particular.

Neste sentido, o sistema climático da área de estudo tem como subsistemas complementares aqueles relativos aos fatores geomorfológicos, hidrográficos e da vegetação.

Entre as metodologias aplicadas, tendo a dinâmica atmosférica como um dos principais fatores na determinação climática da região, fez-se uso também da abordagem da climatologia Dinâmica³. Assim, o estudo do clima de um determinado lugar passa a ser definido por seu caráter dinâmico através da sucessão habitual de seus vários tipos de tempo. Assim, os estudos acerca do clima deixam de ser puramente uma abordagem estática e passam a uma perspectiva dinâmica.

Segundo Monteiro, (1971, p. 04), *“o conceito de ritmo, expressão da sucessão dos estados atmosféricos, conduz, implicitamente, ao conceito de “habitual” pois que há variações e desvios que geram diferentes graus de distorções até atingir padrões extremos”*.

Levou-se também em consideração na opção metodológica, o exemplo de Perard (1997) apud Mendonça (2002, p. 30), que ao evidenciar particularidades dos riscos climáticos no mundo tropical, afirmou que todo programa de pesquisa elaborado sobre esta área geográfica *“deve utilizar uma abordagem científica rigorosa, fundada sobre a análise estatística e sobre ferramentas matemáticas em geral”, pois ela permite elaborar “um modelo físico” do clima, colocar em evidência interações e conexões entre os sistemas de circulação, de natureza, de escala e de*

³ Está destacado nos trabalhos do geógrafo Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, que abordou e salientou a importância do ritmo climático e da dinâmica atmosférica nos estudos de climatologia.

sazonalidade diferentes e, em último caso, de identificar sinais anunciadores de anomalias.

Entre os métodos utilizados, há uma fragmentação dos dados de modo que o tratamento estatístico e gráfico de cada estação vai possibilitar a análise climática da região como um todo, e a análise geral da dinâmica atmosférica possibilitará o entendimento dos climas locais que compõem a região de estudo.

Buscando uma explicitação das fases deste trabalho, elaborou-se o seguinte Roteiro Metodológico (Figura 03).

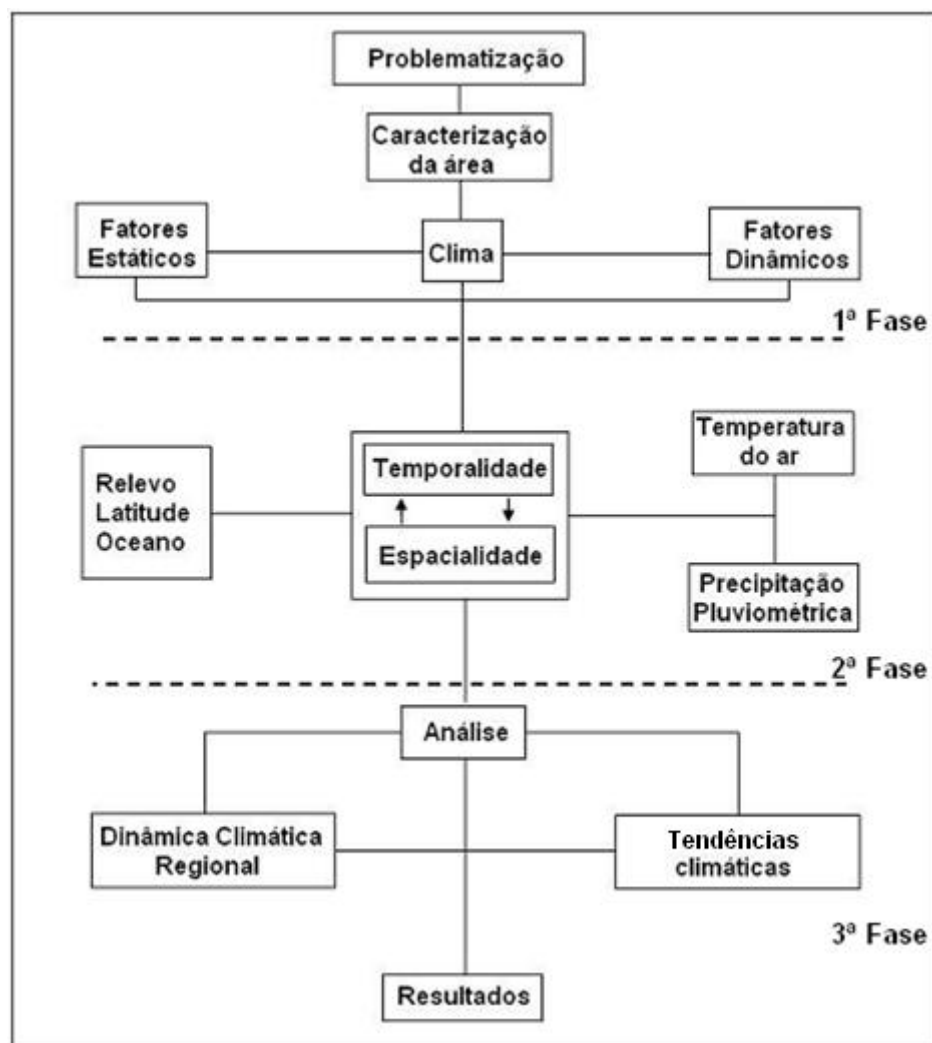


Figura 03: Fachada Atlântica Sul do Brasil: Roteiro Metodológico

Para a obtenção de resultados quanto aos objetivos propostos, tomou-se por base uma estruturação na qual o método de pesquisa apresentou as fases/etapas a seguir listadas:

A primeira etapa da pesquisa caracterizou-se pela fundamentação teórica do objeto do estudo, visando o aprofundamento e formação de uma base teórico-metodológica que possibilitou a análise detalhada das características climáticas;

A segunda etapa caracterizou-se pela coleta dos dados. Para o tratamento dos dados, devido às diversas fontes, foi importante uma análise em relação à qualidade bem como uma adequação de formatos para estruturação do banco de dados. Os dados meteorológicos usados foram a temperatura do ar (mínima, média e máxima) e pluviosidade. Foram tratados estatisticamente e depois organizados em um banco de dados, sendo que os mesmos correspondem em sua maioria a um período de 30 (trinta) anos numa escala temporal estabelecida entre 1977-2006.

Diante desse fato, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) estabelece que, para estudos comparativos de clima, sejam calculadas médias climatológicas para períodos de 30 anos de observação, e, além disso, para homogeneidade na comparação, é necessário utilizar-se de um período determinado. No entanto, períodos mais curtos de observação, desde que feitas para anos sucessivos, prestam-se para avaliar o comportamento do clima.

Apesar de compreender um período de 30 anos, o mesmo não representa uma normal climatológica, mas sim uma série histórica.

Foram coletados dados mensais e diários junto ao INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná), SIMEPAR (Instituto Tecnológico), EPAGRI/CIRAM (Centro de informações de recursos ambientais e de hidrometeorologia de Santa Catarina), FEPAGRO (Fundação Estadual de pesquisa agropecuária do Rio Grande do Sul) e ANA (Agência Nacional de Águas).

A espacialização dos mesmos abrange a terceira etapa da pesquisa. Os dados foram organizados e tratados estatisticamente no software *Excel*, sendo também analisados espacialmente com o auxílio do software *ArcGis 9.1* e sua extensão *Spatial Analyst*.

Para Carvalho (2000, p. 18):

A utilização de técnicas de Geoprocessamento torna-se cada vez mais importante, uma vez que “a possibilidade de sobrepor informações e do uso desagregado de dados contorna as dificuldades de trabalhar com diferentes unidades administrativas. A visualização é extremamente útil para gerar hipóteses, indagações sobre associações entre os eventos estudados e possibilidades de análises ecológicas”.

Para a espacialização dos dados de temperatura do ar utilizou-se o método de regressão múltipla, baseado em Paula (2005), sendo que os mesmos foram extrapolados a partir de uma grade de relevo, uma de latitude e outra com a distância do oceano. A grade de relevo foi elaborada a partir dos dados disponibilizados pelo SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), apresentando 90 metros de resolução espacial num total de 26 quadrantes. A grade de latitude, apresentando também resolução de 90 metros, foi confeccionada com o auxílio do software *ArcView GIS 3.3*. Quanto à grade de distância ao oceano, em quilômetros, por sua vez, foi confeccionada com a geração de 7.225 *buffers* de 90 metros a partir da linha de costa do litoral brasileiro.

Através da interpolação dos resultados por métodos estatísticos foi possível encontrar valores das variáveis (R^2 e $R_{\text{múltiplo}}$ – tabela 01) que representam a relação entre a temperatura, latitude, distância do oceano e relevo, sendo os valores mais próximos de (1), os de maior relação.

Foram utilizadas 13 (treze) estações principais e 6 (seis) auxiliares, sendo 5 (cinco) localizadas no estado do Paraná, 4 (quatro) em Santa Catarina e 10 (dez) no Rio Grande do Sul (Figura 04).

	EQUAÇÃO	R MÚLTIPLO	R ²	R ² AJUSTADO
TEMPERATURA MÉDIA				
ANO	$((\text{Latitude}) * 0.427490819) + ((\text{Relevo}) * -0.004983585) + ((\text{Dist_oceano}) * 0.004283456) + 32.13493078) * [\text{Mascara}]$	0.952524565	0.907303046	0.888763655
VERÃO	$((\text{Latitude}) * 0.248564174) + ((\text{Relevo}) * -0.005641603) + ((\text{Dist_oceano}) * 0.009560574) + 31.11833144) * [\text{Mascara}]$	0.916069136	0.839182662	0.807019194
OUTONO	$((\text{Latitude}) * 0.410841818) + ((\text{Relevo}) * -0.004851295) + ((\text{Dist_oceano}) * -0.002130218) + 32.56544668) * [\text{Mascara}]$	0.961793761	0.925047238	0.910056686
INVERNO	$((\text{Latitude}) * 0.603470481) + ((\text{Relevo}) * -0.00413111) + ((\text{Dist_oceano}) * -0.00117117) + 32.73685626) * [\text{Mascara}]$	0.974309575	0.949279149	0.939134978
PRIMAVERA	$((\text{Latitude}) * 0.430926275) + ((\text{Relevo}) * -0.00512346) + ((\text{Dist_oceano}) * 0.008907469) + 31.63054544) * [\text{Mascara}]$	0.935728577	0.87558797	0.850705564
TEMPERATURA MÍNIMA				
ANO	$((\text{Latitude}) * 0.501861087) + ((\text{Relevo}) * -0.003601666) + ((\text{Dist_oceano}) * -0.013401714) + 30.43354044) * [\text{Mascara}]$	0.945931402	0.894786218	0.873743462
VERÃO	$((\text{Latitude}) * 0.317530337) + ((\text{Relevo}) * -0.003744371) + ((\text{Dist_oceano}) * -0.01268647) + 29.23086685) * [\text{Mascara}]$	0.937595521	0.879085362	0.854902434
OUTONO	$((\text{Latitude}) * 0.499380834) + ((\text{Relevo}) * -0.003651268) + ((\text{Dist_oceano}) * -0.014972122) + 31.20922384) * [\text{Mascara}]$	0.940756667	0.885023107	0.862027728
INVERNO	$((\text{Latitude}) * 0.642508285) + ((\text{Relevo}) * -0.003352085) + ((\text{Dist_oceano}) * -0.012742924) + 29.98669351) * [\text{Mascara}]$	0.941419542	0.886270754	0.863524905
PRIMAVERA	$((\text{Latitude}) * 0.53284119) + ((\text{Relevo}) * -0.00364408) + ((\text{Dist_oceano}) * -0.012879034) + 30.86151333) * [\text{Mascara}]$	0.944015463	0.891165194	0.869398233
TEMPERATURA MÁXIMA				
ANO	$((\text{Latitude}) * 0.564244653) + ((\text{Relevo}) * -0.005753521) + ((\text{Dist_oceano}) * 0.020552715) + 40.8807891) * [\text{Mascara}]$	0.908556494	0.825474902	0.790569883
VERÃO	$((\text{Latitude}) * 0.400610958) + ((\text{Relevo}) * -0.006923362) + ((\text{Dist_oceano}) * 0.031215016) + 40.19726265) * [\text{Mascara}]$	0.847047143	0.717488862	0.660986635
OUTONO	$((\text{Latitude}) * 0.547398331) + ((\text{Relevo}) * -0.00604446) + ((\text{Dist_oceano}) * 0.014769757) + 41.38988668) * [\text{Mascara}]$	0.9419415	0.887253789	0.864704547
INVERNO	$((\text{Latitude}) * 0.783951223) + ((\text{Relevo}) * -0.004301182) + ((\text{Dist_oceano}) * 0.007283671) + 43.11869825) * [\text{Mascara}]$	0.945259425	0.89351538	0.872218456
PRIMAVERA	$((\text{Latitude}) * 0.516432474) + ((\text{Relevo}) * -0.005535815) + ((\text{Dist_oceano}) * 0.026718669) + 38.56847295) * [\text{Mascara}]$	0.849911792	0.722350054	0.666820065

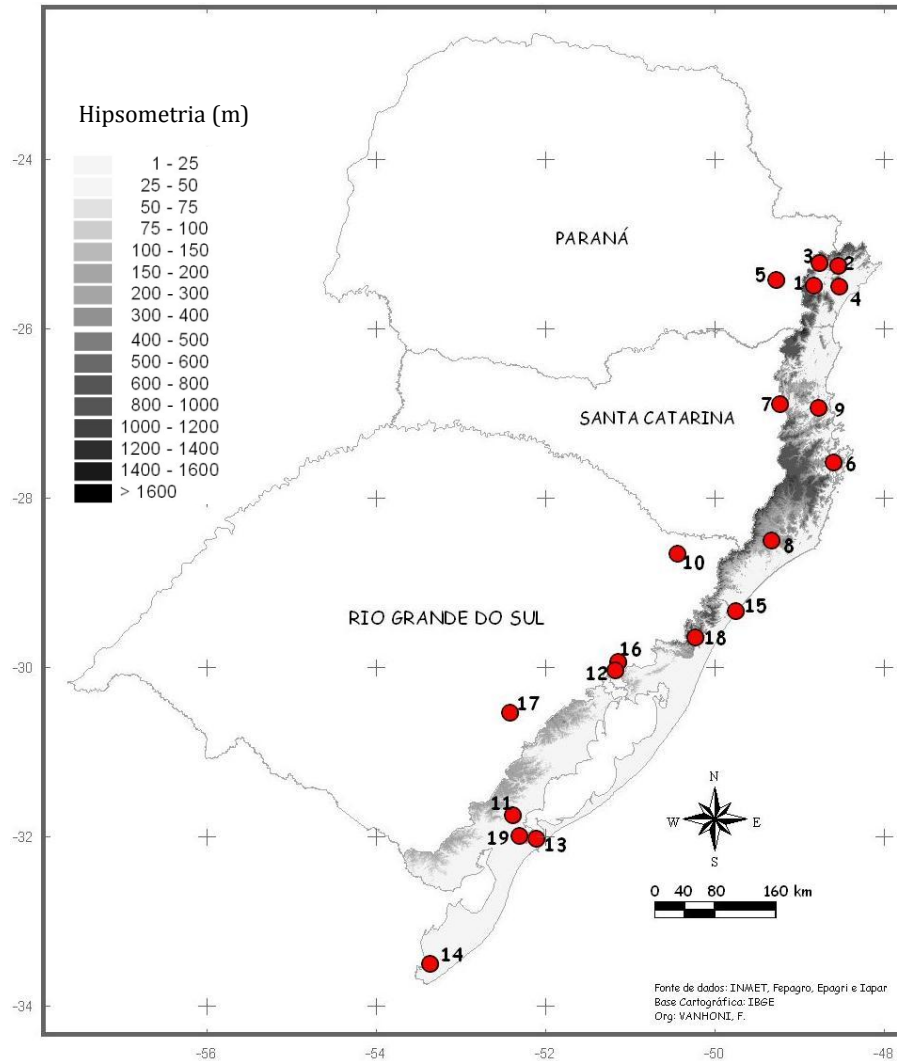
Tabela 01: equação de interpolação dos dados de temperatura

Com relação à espacialização dos dados de chuva, utilizou-se uma extensão do *ArcView* denominada *Spacial Analyst* com método “spline”. Este, facilita o processo e torna os resultados mais confiáveis a partir do momento que os resultados são cruzados de modo que os valores das estações mais próximas, dependendo da localização preenchem as áreas sem estações. Foram utilizados os

dados de 87 (oitenta e sete) estações principais e 10 (dez) auxiliares⁴, sendo 02 (duas) localizadas em São Paulo, 25 (vinte e cinco) no Paraná, 47 (quarenta e sete) em Santa Catarina e 23 (vinte e três) no Rio Grande do Sul (Figura 05).

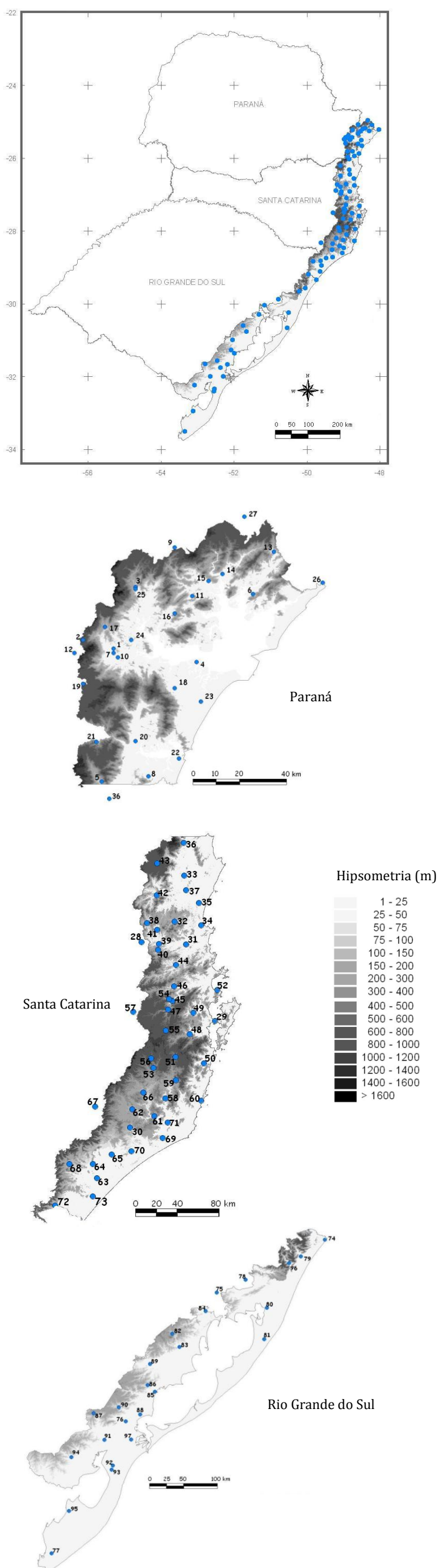
A quarta e quinta etapas compreenderam respectivamente a análise dos fatores estáticos e dinâmicos determinantes na característica climática da área de estudo, análise da variação dos elementos climáticos sazonalmente e anualmente, a tendência climática e a abordagem dos fenômenos climáticos e eventos extremos.

⁴ Como o clima não é estabelecido pelas delimitações territoriais, para um melhor resultado foram utilizadas estações auxiliares localizadas fora da área delimitada de estudo, porém contribuem para um melhor resultado.



Nº	CÓDIGO	ESTAÇÃO	MUNICÍPIO	ESTADO	LAT	LONG	ÓRGÃO	ALTITUDE (m)
1	2548038	MORRETES	MORRETES	PR	-25.5000	-48.8170	IAPAR	59
2	2548039	GUARAQUEÇABA	GUARAQUEÇABA	PR	-25.2667	-48.5333	IAPAR	40
3	2548070	ANTONINA	ANTONINA	PR	-25.2400	-48.7500	IAPAR	60
4	83844	PARANAGUA	PARANAGUA	PR	-25.5167	-48.5167	INMET	4.5
5	83842	CURITIBA	CURITIBA	PR	-25.4333	-49.2666	INMET	923.5
6	83897	FLORIANÓPOLIS	FLORIANÓPOLIS	SC	-27.5900	-48.5800	INMET	1.85
7	83872	INDAIAL	INDAIAL	SC	-26.9000	-49.2166	INMET	86
8	83923	URUSSANGA	URUSSANGA	SC	-28.5167	-49.3167	INMET	48
9		ITAJAÍ	ITAJAÍ	SC	-26.9500	-48.7614	FEPAGRO	5
10	83919	BOM JESUS	BOM JESUS	RS	-28.6666	-50.4333	INMET	1047.5
11	83985	PELOTAS	PELOTAS	RS	-31.7600	-52.3700	INMET	13
12	83967	PORTO ALEGRE	PORTO ALEGRE	RS	-30.0500	-51.1666	INMET	46.97
13	83995	RIO GRANDE	RIO GRANDE	RS	-32.0333	-52.1000	INMET	2.46
14	83997	SANTA VITÓRIA DO PALMAR	SANTA VITÓRIA DO PALMAR	RS	-33.5166	-53.3500	INMET	24.01
15	83948	TORRES	TORRES	RS	-29.3500	-49.7400	INMET	4.66
16		CACHOEIRINHA	CACHOEIRINHA	RS	-29.9509	-51.1236	FEPAGRO	5
17		ENCRUZILHADA	ENCRUZILHADA DO SUL	RS	-30.5527	-52.4068	FEPAGRO	427.75
18		MAQUINE	MAQUINE	RS	-29.6601	-50.2125	FEPAGRO	25
19		RIO GRANDE	RIO GRANDE	RS	-32.0017	-52.2991	FEPAGRO	5

Figura 04: Fachada Atlântica Sul do Brasil: Localização das estações meteorológicas (dados de temperatura)



Nº	CÓDIGO	ESTAÇÃO	MUNICÍPIO	ESTADO	LAT.	LONG.	ÓRGÃO	ALTITUDE (m)
1	2548000	MORRETES	MORRETES	PR	-25.4667	-48.8333	ANA/SUDERHSA	8
2	2548002	VÉU DE NOIVA	MORRETES	PR	-25.4333	-48.9500	ANA/SUDERHSA	680
3	2548003	COLÔNIA CACHOEIRA	ANTONINA	PR	-25.2333	-48.7500	ANA/SUDERHSA	80
4	2548010	PARANAGUÁ	PARANAGUÁ	PR	-25.5167	-48.5167	INMET	5
5	2548020	PEDRA BRANCA	GUARATUBA	PR	-25.9700	-48.8800	ANA/SUDERHSA	150
6	2548023	GUARAQUEÇABA (COSTÃO)	GUARAQUEÇABA	PR	-25.2600	-48.3000	ANA/SUDERHSA	10
7	2548027	MARUMBI	MORRETES	PR	-25.4833	-48.8333	ANA/SUDERHSA	60
8	2548035	MORRO GRANDE	GUARATUBA	PR	-25.9500	-48.7000	ANA/SUDERHSA	15
9	2548036	POSTO FISCAL	CAMPINA GRANDE DO SUL	PR	-25.0833	-48.6000	ANA/SUDERHSA	702
10	2548038	MORRETES	MORRETES	PR	-25.5000	-48.8170	IAPAR	59
11	2548039	GUARAQUEÇABA	GUARAQUEÇABA	PR	-25.2667	-48.5333	IAPAR	40
12	2548041	MANANCIAIS DA SERRA	PIRAQUARA	PR	-25.4833	-48.9833	ANA/SUDERHSA	979
13	2548042	RIO GUARAQUEÇABA	GUARAQUEÇABA	PR	-25.1000	-48.2200	ANA/SUDERHSA	40
14	2548043	BANANAL	GUARAQUEÇABA	PR	-25.1833	-48.4167	ANA/SUDERHSA	16
15	2548044	TAGAÇABA	GUARAQUEÇABA	PR	-25.2100	-48.4700	ANA/SUDERHSA	73
16	2548046	FAZENDA BOM JESUS	ANTONINA	PR	-25.3330	-48.6000	ANA/SUDERHSA	216
17	2548047	SÃO JOÃO DA GRACIOSA	MORRETES	PR	-25.3833	-48.8667	ANA/SUDERHSA	159
18	2548049	COLÔNIA SANTA CRUZ	PARANAGUÁ	PR	-25.6167	-48.6000	ANA/SUDERHSA	32
19	2548050	PILÃO DE PEDRA	MORRETES	PR	-25.6000	-48.9500	ANA/SUDERHSA	893
20	2548051	CUBATÃO	GUARATUBA	PR	-25.8167	-48.7500	ANA/SUDERHSA	12
21	2548052	ILHA DO RIO CLARO	SÃO JOSÉ DOS PINHAIS	PR	-25.8200	-48.9000	ANA/SUDERHSA	310
22	2548053	GUARATUBA	GUARATUBA	PR	-25.8833	-48.5833	ANA/SUDERHSA	20
23	2548065	GUARAGUAÇU	PONTAL DO PARANÁ	PR	-25.6667	-48.5000	ANA/SUDERHSA	7
24	2548068	ANTONINA	ANTONINA	PR	-25.4333	-48.7667	ANA/SUDERHSA	74
25	2548070	ANTONINA	ANTONINA	PR	-25.2400	-48.7500	IAPAR	60
26	2548011	ARIRI	CANANÉIA/SP	SP	-25.2167	-48.0333	DAEE/SP	5
27	2448030	TURVO	BARRA DO TURVO	SC	-24.9667	-48.3333	DAEE/SP	660
28	83872	INDAIAL	INDAIAL	SC	-26.9000	-49.2166	INMET	86
29	83897	FLORIANÓPOLIS	FLORIANÓPOLIS	SC	-27.5900	-48.5800	INMET	1.85
30	83923	URUSSANGA	URUSSANGA	SC	-28.5167	-49.3167	INMET	48
31	2648001	ILHOTA	ILHOTA	SC	-26.9200	-48.8300	ANA/EPAGRI	10
32	2648002	LUIZ ALVES	LUIZ ALVES	SC	-26.7242	-48.9317	ANA/EPAGRI	90
33	2648014	JOINVILLE	JOINVILLE	SC	-26.3217	-48.8464	ANA/EPAGRI	6
34	2648019	PIÇARRAS	PIÇARRAS	SC	-26.7550	-48.6994	ANA/EPAGRI	10
35	2648020	ITAPOÇU	ARAQUARI	SC	-26.5617	-48.7192	ANA/EPAGRI	3
36	2648027	GARUVA	GARUVA	SC	-26.0356	-48.8500	ANA/EPAGRI	80
37	2648028	PONTE SC-301	ARAQUARI	SC	-26.4500	-48.8300	ANA/EPAGRI	8
38	2649002	POMERODE	POMERODE	SC	-26.7356	-49.1703	ANA/EPAGRI	46
39	2649007	BLUMENAU	BLUMENAU	SC	-26.9181	-49.0653	ANA/EPAGRI	12
40	2649009	GARCIA DE BLUMENAU	BLUMENAU	SC	-26.9683	-49.0742	ANA/EPAGRI	40
41	2649010	ITOUVAVA	BLUMENAU	SC	-26.7931	-49.0833	ANA/EPAGRI	65
42	2649012	RIO JARAGUÁ	JARAGUÁ DO SUL	SC	-26.4944	-49.0875	ANA/EPAGRI	30
43	2649060	SALTO DO CUBATÃO	JOINVILLE	SC	-26.2158	-49.0806	ANA/EPAGRI	790
44	2748000	BRUSQUE	BRUSQUE	SC	-27.1006	-48.9178	ANA/EPAGRI	40
45	2748001	MAJOR GERCINO	MAJOR GERCINO	SC	-27.4142	-48.9528	ANA/EPAGRI	40
46	2748002	NOVA TRENTO	NOVA TRENTO	SC	-27.2856	-48.9333	ANA/EPAGRI	45
47	2748003	GARCIA DE ANGELINA	ANGELINA	SC	-27.4892	-48.9881	ANA/EPAGRI	215
48	2748005	POÇO FUNDO	STO AMARO DA IMPERATRIZ	SC	-27.7028	-48.8019	ANA/EPAGRI	55
49	2748016	ANTÔNIO CARLOS	ANTÔNIO CARLOS	SC	-27.5169	-48.7694	ANA/EPAGRI	34
50	2748017	PAULO LOPES	PAULO LOPES	SC	-27.9561	-48.6764	ANA/EPAGRI	2
51	2748018	SÃO BONIFÁCIO	SÃO BONIFÁCIO	SC	-27.9011	-48.9244	ANA/EPAGRI	410
52	2748019	GOVERNADOR CELSO RAMOS	GOVERNADOR CELSO RAMOS	SC	-27.3186	-48.5631	ANA/EPAGRI	20
53	2749012	DIVISA DE ANITÁPOLIS	ANITÁPOLIS	SC	-27.9964	-49.1147	ANA/EPAGRI	340
54	2749015	FAZENDA BOA ESPERANÇA	MAJOR GERCINO	SC	-27.3972	-48.9800	ANA/EPAGRI	145
55	2749020	RANCHO QUEIMADO	RANCHO QUEIMADO	SC	-27.6725	-49.0061	ANA/EPAGRI	820
56	2749027	ANITÁPOLIS	ANITÁPOLIS	SC	-27.9119	-49.1319	ANA/EPAGRI	500
57	2749034	LEOBERTO LEAL	LEOBERTO LEAL	SC	-27.5075	-49.2875	ANA/EPAGRI	700
58	2848000	ARMAZEM CAPIVARI	ARMAZÉM	SC	-28.2611	-49.0122	ANA/EPAGRI	21
59	2848006	VARGEM DO CEDRO	SÃO MARTINHO	SC	-28.1047	-48.9186	ANA/EPAGRI	190
60	2848007	IMBITUBA	IMBITUBA	SC	-28.2811	-48.7022	ANA/EPAGRI	5
61	2849000	RIO DO POUSO	TUBARÃO	SC	-28.4194	-49.1067	ANA/EPAGRI	20
62	2849001	ORLEANS	ORLEANS	SC	-28.3589	-49.2950	ANA/EPAGRI	90
63	2849004	TAQUARUÇU	ARARANGUÁ	SC	-28.9583	-49.6014	ANA/EPAGRI	10
64	2849005	MELEIRO	MELEIRO	SC	-28.8322	-49.6367	ANA/EPAGRI	80
65	2849006	FORQUILHINHA	FORQUILHINHA	SC	-28.7506	-49.4731	ANA/EPAGRI	40
66	2849008	RIO PEQUENO	GRÃO PARÁ	SC	-28.2100	-49.2000	ANA/EPAGRI	40
67	2849009	BOM JARDIM DA SERRA	BOM JARDIM DA SERRA	SC	-28.3333	-49.6167	ANA/CPRM	1200
68	2849019	TIMBÉ DO SUL	TIMBÉ DO SUL	SC	-28.8350	-49.8378	ANA/EPAGRI	115
69	2849020	JAGUARUNA	JAGUARUNA	SC	-28.6067	-49.0331	ANA/EPAGRI	10
70	2849022	IÇARA	IÇARA	SC	-28.7217	-49.3033	ANA/EPAGRI	50
71	2849027	TUBARÃO	TUBARÃO	SC	-28.4722	-48.9911	ANA/EPAGRI	10
72	2949001	PRAIA GRANDE	PRAIA GRANDE	RS	-29.1958	-49.9633	ANA/EPAGRI	60
73	2949003	SOMBRIO	SOMBRIO	RS	-29.1172	-49.6389	ANA/EPAGRI	16
74	83948	TORRES	TORRES	RS	-29.3500	-49.7400	INMET	4.66
75	83967	PORTO ALEGRE	PORTO ALEGRE	RS	-30.0500	-51.1666	INMET	46.97
76	83985	PELOTAS	PELOTAS	RS	-31.7600	-52.3700	INMET	13
77	83997	SANTA VITÓRIA DO PALMAR	SANTA VITÓRIA DO PALMAR	RS	-33.5166	-53.3500	INMET	24.01
78	2950016	GLORINHA	GRAVATAÍ	RS	-29.8825	-50.7883	ANA/CPRM	77
79	2950038	TERRA DE AREIA	TERRA DE AREIA	RS	-29.5722	-50.0564	ANA/CPRM	40
80	3050002	PALMARES DO SUL	PALMARES DO SUL	RS	-30.2531	-50.5064	ANA/CPRM	3
81	3050007	SOLIDÃO	MOSTARDAS	RS	-30.6683	-50.5408	ANA/CPRM	2
82	3051004	CERRO GRANDE	CERRO GRANDE DO SUL	RS	-30.5981	-51.7544	ANA/CPRM	120
83	3051017	FAZENDA DA BOA VISTA	CAMAQUÃ	RS	-30.7717	-51.6597	ANA/CPRM	25
84	3051023	BARRA DO RIBEIRO	BARRA DO RIBEIRO	RS	-30.2975	-51.3142	ANA/CPRM	5
85	3151003	SÃO LOURENÇO DO SUL	SÃO LOURENÇO DO SUL	RS	-31.3694	-51.9867	ANA/CPRM	2
86	3152002	BOQUEIRÃO	SÃO LOURENÇO DO SUL	RS	-31.2811	-52.0792	ANA/CPRM	120
87	3152005	VILA FREIRE	CERRITO	RS	-31.6542	-52.7967	ANA/CPRM	250
88	3152008	GRANJA SÃO PEDRO	PELOTAS	RS	-31.6686	-52.1803	ANA/CPRM	3
89	3152011	PASSO DO MENDONÇA	CRISTAL	RS	-31.0003	-52.0497	ANA/CPRM	40
90	3152016	PONTE CORDEIRO	PELOTAS	RS	-31.5731	-52.4619	ANA/CPRM	40
91	3252005	GRANJA OSÓRIO	ARROIO GRANDE	RS	-32.0056	-52.6528	ANA/CPRM	20
92	3252006	GRANJA CERRITO	RIO GRANDE	RS	-32.3494	-52.5403	ANA/CPRM	4
93	3252008	GRANJA SANTA MARIA	RIO GRANDE	RS	-32.4044	-52.5558	ANA/CPRM	12
94	3253001	ARROIO GRANDE	ARROIO GRANDE	RS	-32.2364	-53.0878	ANA/CPRM	20
95	3253003	GRANJA OSÓRIO	SANTA VITÓRIA DO PALMAR	RS	-32.9525	-53.1189	ANA/CPRM	3
96	-	MAQUINE	MAQUINE	RS	-29.6601	-50.2125	FEPAGRO	25
97	-	RIO GRANDE	RIO GRANDE	RS	-32.0016	-52.2991	FEPAGRO	5

Figura 05: Fachada Atlântica Sul do Brasil – Localização das Estações Pluviométricas

Para a análise de tendência, foram selecionadas duas técnicas estatísticas: Mann-Kendall e Regressão Linear. Optou-se pela utilização de mais de uma para existir uma comparação entre os resultados, o que torna em parte, mais confiáveis as informações.

Quando trabalhamos com métodos estatísticos, precisamos manipular grande quantidade de dados, sendo que estes devem ser organizados de tal forma a facilitar o trabalho de análise dos fenômenos.

“A aplicação de técnicas estatísticas a dados meteorológicos tem a vantagem de compactar o enorme volume de dados, medidos, por exemplo, em uma estação, em uma simples tabela ou uma equação, capaz de resumir todas as informações de modo a facilitar as inferências sobre os dados” (ASSIS et al, 1996).

Num conjunto de dados, os mesmos devem estar organizados de forma que consigamos extrair de maneira fácil as informações, e para isso é elaborado uma distribuição de freqüências.

A distribuição de freqüências é uma tabela que relaciona categorias ou classes de valores, juntamente com contagens ou freqüências do número de valores que se enquadram em cada categoria (TRIOLA, 1998).

Neste sentido, Reboita (2005, p. 4) ressalta que:

Quando o estudo trata de dados meteorológicos, temos em mãos uma amostra, pois não conhecemos a população, devido não haver o registro contínuo dos dados desde a origem do planeta. É importante determinar se um conjunto de dados se trata de uma amostra ou de uma população, pois a metodologia de análise muitas vezes é diferente e, também, as conclusões a que devemos chegar. Quando trabalhamos com amostras, os resultados obtidos nos cálculos estatísticos são utilizados para fazer inferências (generalizações) sobre a população. Vejamos um exemplo: selecionamos os dados horários de temperatura do ar do verão de 2004 medidos numa cidade X, com isto teremos uma amostra. Calculamos a média aritmética deste conjunto e a partir do resultado obtido podemos inferir que a média da temperatura daquela cidade no verão (no caso todos os verões - população) corresponde àquele determinado valor.

O teste estatístico de Mann-Kendall fornece a tendência positiva ou negativa dos totais pluviométricos e de temperatura, porém não indica a ordem de grandeza da tendência encontrada, quando a variabilidade dos dados, num determinado mês do ano, aumenta ou diminui com o tempo.

Para análise de tendência utilizando o teste de Mann-Kendall, os dados foram organizados inicialmente no software Excel e posteriormente no software Systat

onde foram feitas as análises estatísticas sendo que os resultados onde o p-valor ficou abaixo de 0,05 (intervalo de confiança de 95%) foram considerados como tendência significativa.

As características deste teste são importantes quando aplicado às séries climatológicas, como na precipitação, para séries totais ou de um determinado mês considerado como independentes (OBREGÓN, 2007).

Goossens & Berger (1986) apud Back (2001, p. 719) afirmam que “o teste de Mann- Kendall é o método mais apropriado para analisar mudanças climáticas em séries climatológicas e permite também a detecção e localização aproximada do ponto inicial de determinada tendência”.

Uma regressão linear (1) simples é um modelo adequado de representar matematicamente o comportamento de uma variável dependente (y) em função de uma variável independente (x), se a relação entre essas duas variáveis é aproximadamente linear (Spiegel, 1985 apud BEU & AMBRIZZI, 2006).

$$y = ax + b \quad (1)$$

onde:

a é o coeficiente angular da reta

b é o coeficiente linear da reta

O coeficiente angular mostra a tendência da série histórica: crescente ou decrescente.

I. O ESTUDO DO CLIMA E A CONFIGURAÇÃO DO CLIMA LITORÂNEO: ASPECTOS TEÓRICOS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS – UMA INTRODUÇÃO.

I.1 O estudo do clima: aportes teóricos gerais

Desde a Grécia Antiga as características da atmosfera eram observadas, descritas e analisadas, tanto de forma específica quanto geral, em sua dimensão espacial e temporal por um mesmo estudioso – o naturalista. Com o surgimento da ciência moderna nos séculos XVIII e XIX, impôs-se uma fragmentação ao conhecimento, resultando nos conhecidos ramos da ciência e nas suas subdivisões disciplinares (MENDONÇA, 2002).

Neste sentido, Vianello & Alves (2000, p. 379) destacam que:

A climatologia originou-se após a sistematização da meteorologia e utiliza-se dos mesmos dados básicos da meteorologia, no entanto, interessa-se particularmente pelas interações superfície-atmosfera. O intuito da climatologia é descobrir, explicar e explorar o comportamento normal dos fenômenos atmosféricos, visando o benefício do homem, tendo em mente que as irregularidades dos fenômenos são as regras gerais e não as exceções.

Constata-se que até meados da década de 1960, as pesquisas climatológicas brasileiras não tinham como objeto principal o enfoque dinâmico do clima. Assim, sempre enfatizando as descrições (método separativo), as pesquisas referentes à gênese climática, à ação do clima e sua repercussão na sociedade, não eram tidas como preocupações primordiais. Os ideais de ruptura com pesquisas deterministas e separatistas ocorreram, principalmente, pelas contribuições de Sorre (1951). Ele rompe com a idéia determinista que havia anteriormente, partindo para uma nova concepção de climatologia, definindo o clima como a série de estados atmosféricos sobre um lugar na sua sucessão habitual e compreendendo a climatologia como geográfica. A partir de Sorre dois grandes pesquisadores, Pedelaborde (França) e Monteiro (Brasil) passam a ser o referencial das pesquisas no ramo da Climatologia (ANDRIUCCI & SANT'ANNA NETO, 2006).

A evolução dos pressupostos da climatologia, que trata do estudo geográfico dos climas⁵, assim como com diversas correntes de pensamento geográfico, sofreu mudanças e influências ao longo do tempo. As concepções metodológicas dos fenômenos climáticos eram determinadas pelos ideais propostos pelos seus principais representantes. A Climatologia Tradicional teve como principal característica a análise isolada dos elementos meteorológicos, destacando os aspectos quantitativos e descritivos dos fenômenos resultando em abstrações. Com o objetivo de incorporar aos estudos climáticos uma abordagem qualitativa e dinâmica dos fenômenos, surge a Climatologia Dinâmica, que introduz o conceito de “ritmo” e “sucessão”.

“A evolução dos estudos em Climatologia registrou notáveis avanços quando engendrou a análise da dinâmica do ar e evidenciou a necessidade do tratamento dos fenômenos atmosféricos, que ocorrem de forma eventual ou episódica, pois observou-se que são estes os que causam maior impacto às atividades humanas em geral” (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 15).

A Climatologia brasileira tem ainda muitos desafios a serem enfrentados, tanto no que concerne ao detalhamento da dinâmica atmosférica quanto à diversidade climática do país. As influências das atividades humanas no clima e deste naqueles constituem-se em um dos mais importantes campos abertos às pesquisas em Climatologia no território brasileiro (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

I.1.1 Escala de estudo

A escala de estudo de todo e qualquer objeto que se quer investigar conduz à delimitação da sua dimensão. O ponto de vista geográfico relaciona a escala à dimensão espaço-temporal dos componentes terrestres, sendo o clima um deles. A definição da escala do clima impõe-se a todo estudo ligado a esse ramo do

⁵ A Organização Meteorológica Mundial (OMM, 1960) coloca que o clima “*representa o estado médio da atmosfera caracterizado pela temperatura, umidade, vento, chuva, pressão, radiação solar, em um período de no mínimo 30 (trinta) anos de observação*”.

Para Ayoade (1996, p. 2), “*clima é a síntese do tempo num dado lugar durante um período de aproximadamente 30-35 anos sendo o mesmo um dos componentes mais importantes do meio ambiente, afetando diretamente os processos geomorfológicos, pedológicos e o crescimento e desenvolvimento vegetal*”.

conhecimento, uma vez que ele se manifesta em todos os locais do Planeta. (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Para Monteiro (1969, p. 12), “o tratamento dinâmico na análise regional é válido em qualquer das escalas geográficas do clima em que se lhe coloque”.

As escalas espaciais dividem-se em: macroclimática, mesoclimática e microclimática e as temporais mais utilizadas são: geológica, histórica e contemporânea (Figura 06).

ORDEM DE GRANDEZA	SUBDIVISÕES	ESCALA HORIZONTAL	ESCALA VERTICAL	TEMPORALIDADE DAS VARIAÇÕES MAIS REPRESENTATIVAS	EXEMPLIFICAÇÃO ESPACIAL
MACROCLIMA	CLIMA ZONAL	>2.000 Km	3 a 12 Km	Algumas semanas a vários decênios	O globo, um hemisfério, oceano continente, mares, etc.
	CLIMA REGIONAL				
MESOCLIMA	CLIMA REGIONAL	2.000 Km a 10 Km	12 Km a 100 m	Várias horas a alguns dias	Região natural, montanha, região metropolitana, cidade, etc.
	CLIMA LOCAL				
	TOPOCLIMA				
MICROCLIMA		10 Km a Alguns Metros	Abaixo de 100 m	De minutos ao dia.	Bosque, uma rua, uma edificação/casa, etc.

Figura 06: Organização das escalas espaciais e temporal do clima
Fonte: Mendonça & Danni-Oliveira (2007, p. 23)

Em relação às escalas espaciais e temporais, neste estudo foram selecionadas a mesoclimática e contemporânea.

É dentro desta escala temporal que trabalha a maioria dos climatólogos atualmente. Para a elaboração de estudos dentro dela, é preciso que haja uma série de dados meteorológicos produzidos por uma ou mais estações meteorológicas, de preferência superiores há 30 anos. A análise dos tipos de tempos, a variabilidade climática de curta duração, as tendências climáticas e o estabelecimento de médias são abordagens da Climatologia em escala contemporânea (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

I.2 Os climas litorâneos: Classificação e dinâmica

Para analisar as características climáticas da Fachada Atlântico Sul, é preciso informações acerca das classificações existentes sendo que o conhecimento da tipologia climática de uma região fornece indicativos de grande escala acerca das condições médias de pluviosidade e temperatura.

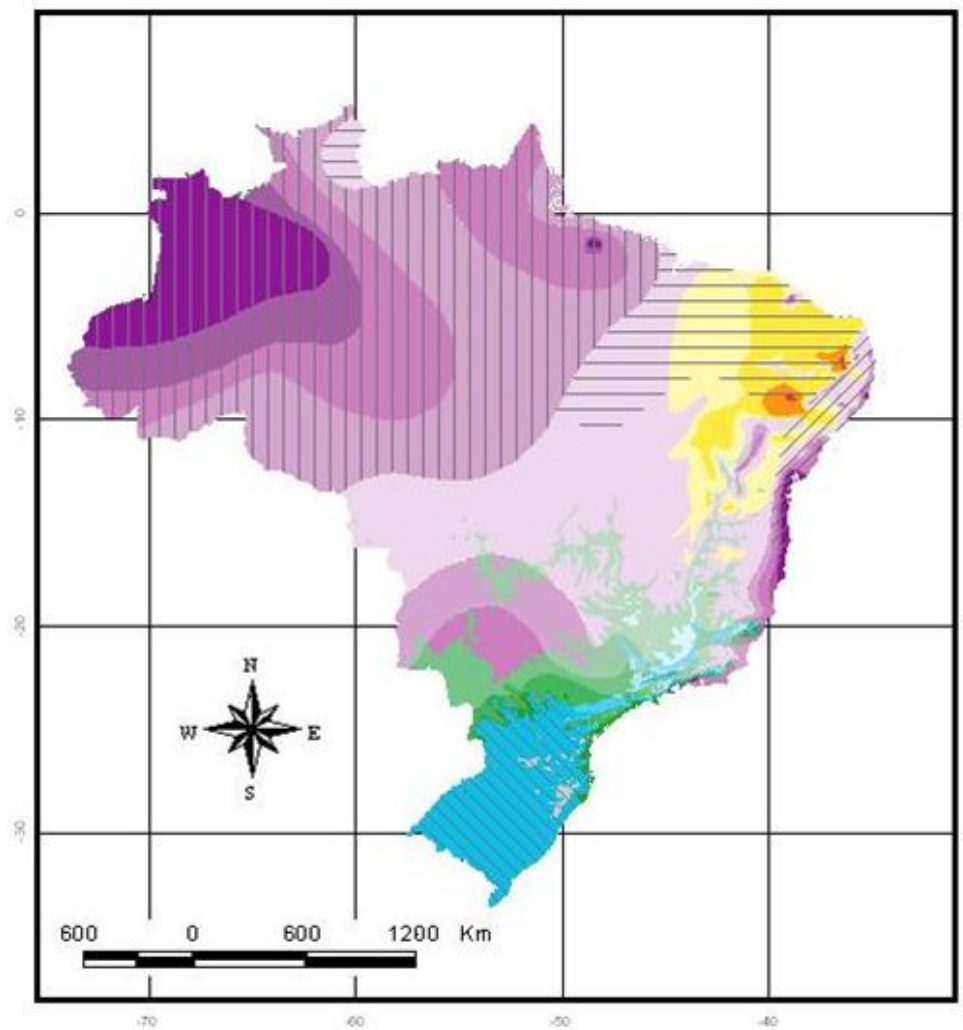
As classificações climáticas são importantes, pois a partir da análise de diferentes elementos definidores do clima, estabelece a partir das situações predominantes as características climáticas para diferentes regiões. Os vários elementos combinados muitas vezes dependem dos propósitos a que uma classificação se destina.

“Uma classificação conduz necessariamente a uma dada compartimentação do espaço, o que consiste em classificar para regionalizar e regionalizar para facilitar a representação do conhecimento” (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 114).

Devido à grande extensão territorial do Brasil, encontramos diferentes tipos climáticos, influenciados pelas características físicas do território, pela dinâmica atmosférica atuante e pela variação latitudinal.

Para entender as tipologias climáticas pertinentes a área de estudo, foram selecionadas as classificações: IBGE (1998 – Figura 07), Koppen (1928 – Figura 08) e a classificação de MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA (2007 – figura 09).

A classificação climática definida pelo IBGE (Figura 07) considera três fatores genéticos ou zonais como os principais tipos climáticos dominantes no Brasil (Equatorial, Tropical e Temperado), delimitados pelas principais características de temperatura e umidade de cada região. Subdivide-se em quente super-úmido sem seca ou sub-seca, quente e úmido com 1 a 2 meses secos ou 3 meses secos, quente semi-úmido com 4 a 5 meses secos, quente semi-árido com 6 meses secos, 7 a 8 meses secos, 9 a 10 meses secos e 11 meses secos, sub-quente super úmido com sub-seca, subquente úmido com 1 a 2 meses secos ou 3 meses secos, subquente semi-úmido com 4 a 5 meses secos, mesotérmico brando super-úmido sem seca, mesotérmico brando úmido com 1 a 3 meses secos, mesotérmico brando semi-úmido com 4 a 5 meses secos e mesotérmico mediano super-úmido com subseca.



UNIDADES CLIMÁTICAS

Legenda:

quente - super-úmido - sem seca
 quente - super-úmido - sub-seca
 quente - úmido - 1 a 2 meses secos
 quente - úmido - 3 meses secos
 quente - semi-úmido - 4 a 5 meses secos
 quente - semi-árido - 6 meses secos
 quente - semi-árido - 7 a 8 meses secos
 quente - semi-árido - 9 a 10 meses secos
 quente - semi-árido - 11 meses secos
 subquente - super-úmido - sem seca
 subquente - super-úmido - sub-seca
 subquente - úmido - 1 a 2 meses secos
 subquente - úmido - 3 meses secos
 subquente - semi-úmido - 4 a 5 meses secos
 subquente - semi-árido - 6 meses secos

mesotérmico brando - super-úmido - sem seca
 mesotérmico brando - super-úmido - sub-seca
 mesotérmico brando - úmido - 1 a 2 meses secos
 mesotérmico brando - úmido - 3 meses secos
 mesotérmico brando - semi-úmido - 4 a 5 meses secos
 mesotérmico mediano - super-úmido - sem seca
 mesotérmico mediano - super-úmido - sub-seca
 mesotérmico mediano - úmido - 1 a 2 meses secos

Equatorial
 Temperado
 Tropical (Nordeste Oriental)
 Tropical (Zona Equatorial)
 Tropical Brasil Central

Fonte: IBGE org: VANHONI, F.

Figura 07: Classificação Climática – IBGE (1998)

A classificação de Köppen (figura 08) baseia-se em valores médios mensais e anuais de temperatura e precipitação, utilizando-se também dos dados de vegetação para determinar os limites climatológicos. É representada por cinco grandes climas (A a E), sendo detalhado por duas ou três letras minúsculas do alfabeto que inserem características mais detalhadas.

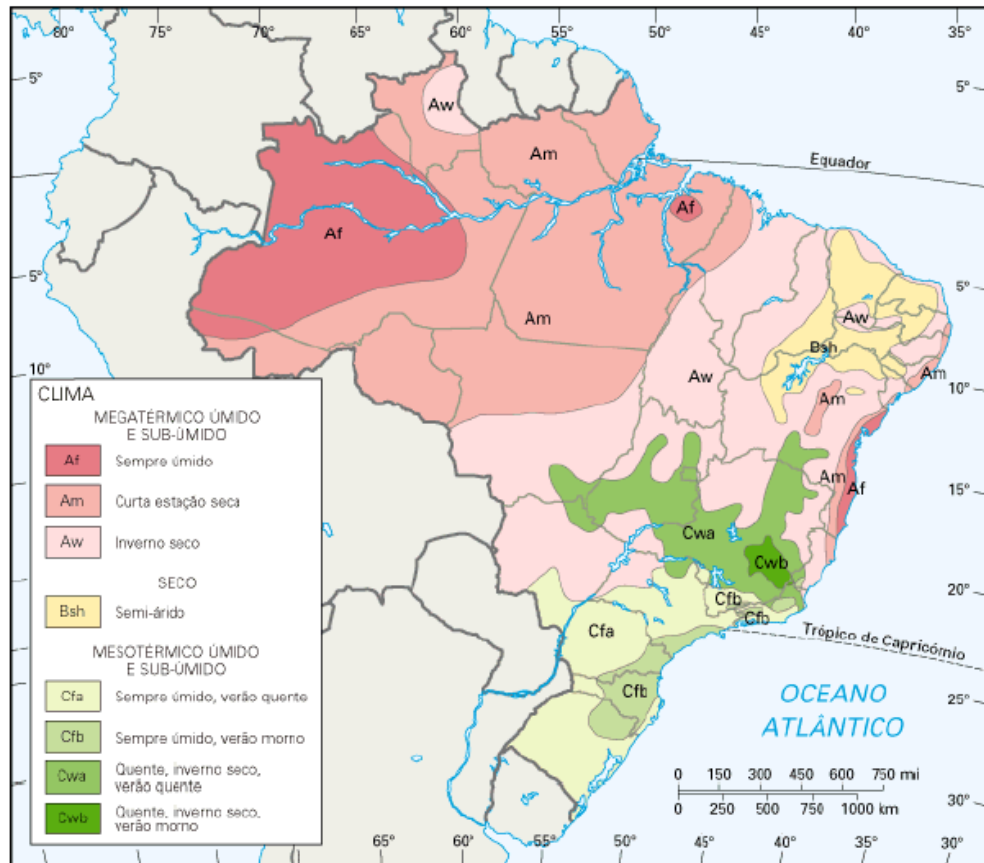


Figura 08: Classificação Climática – Köppen

A classificação climática de Köppen abrange uma escala macroclimática, baseando-se em dados mensais de temperatura e chuva. A escala de análise utilizada pode deixar de considerar elementos importantes na classificação climática quando esta é micro ou mesoclimática.

Para as regiões costeiras, a partir da classificação de Köppen, nota-se que do extremo sul do Brasil até o litoral do Rio de Janeiro/RJ predominam os tipos climáticos Cfa e Cfb. Em partes do litoral do Sudeste e em todo o litoral Nordeste predominam os tipos Af, Am e Aw.

Pode-se dizer que a mesma apresenta uma abordagem quantitativa do modelo climático, sendo interessante didaticamente e fornecendo uma visualização inicial do clima regional. Mas, esta classificação apresenta algumas falhas que merecem destaque, como o pequeno número de detalhes e limites definidos, sem áreas de transição entre os tipos climáticos passando a impressão de quebra de característica climática, destoando da idéia do dinamismo climático.

Segundo a classificação climática de Mendonça & Danni-Oliveira (2007 – figura 09), existem cinco domínios climáticos principais no Brasil divididos em respectivos subtipos. Segundo a classificação, o Sul do Brasil é caracterizado pelo clima subtropical úmido apresentando como subtipos: a) com inverno fresco e frio e, b) com inverno frio. Acima do Trópico de Capricórnio, as regiões litorâneas passam a apresentar outras tipologias sendo: no sudeste predomina o Clima Tropical Úmido-seco ou Tropical do Brasil (central) sem seca; no litoral do Nordeste o Clima Tropical Litorâneo do Nordeste Oriental com áreas que apresentam de 01 a 03 meses secos e outras de 03 a 05 meses secos; e parte do litoral nordestino e norte, predomina o Clima Tropical Equatorial.

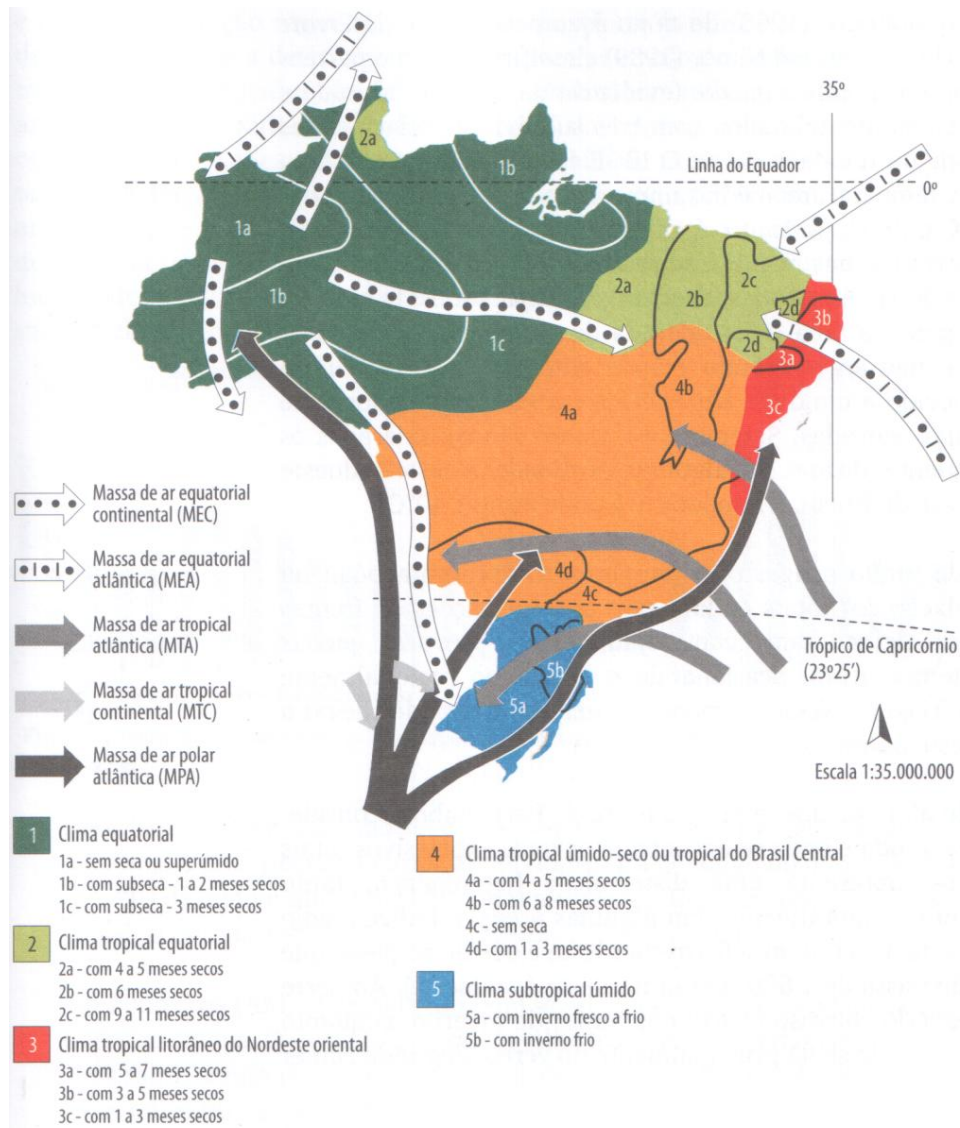


Figura 09: Domínios Climáticos do Brasil – (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007)

Assim como entender as diferentes classificações climáticas, é essencial também analisar os aspectos que definem os climas: entre estes está a dinâmica atmosférica.

Como acentua Nimer (1989, p. 200) “*O conhecimento das influências dos fatores estáticos ou geográficos que atuam sobre o clima de determinada região, por mais completo que seja não é suficiente para a compreensão de seu clima*”.

A caracterização da dinâmica atmosférica é importante, pois os estudos climáticos ficam deficientes levando-se em consideração apenas os elementos climáticos mensuráveis. Entre as grandes dificuldades dos estudos nesta temática está justamente em entender que a atmosfera apresenta um dinamismo que ao se transformar em resultados estáticos, compromete as análises dependendo dos métodos utilizados. Nimer (1989, p. 152) ressalta que:

Quanto aos fatores dinâmicos, cumpre salientar que o estudo do clima não pode ser compreendido e analisado sem o concurso do mecanismo atmosférico, seu fator genético por excelência. Até mesmo os demais fatores, tais como o relevo, a latitude, a continentalidade ou maritimidade, nesta incluindo as correntes marítimas, etc., atuam nos processos climáticos em interação com os sistemas regionais de circulação atmosférica.

A heterogeneidade da superfície terrestre atua como fator diferenciador das características dos centros de pressão, que se configuram no globo seguindo os processos que geram e distribuem os campos barométricos em superfície e, portanto, a circulação geral da atmosfera.

Estas grandes diferenças pela heterogeneidade da superfície terrestre geram assim um conjunto de condições variadas que passam a influir sobre a atmosfera envolvente, que diverge em suas propriedades segundo a caracterização destes atributos. Surgem assim os chamados “centros de ação atmosférica” (Figura 10) que, num primeiro grau de caracterização, associam-se às variações superficiais da pressão atmosférica: áreas ciclônicas, anticiclônicas, grandes extensões de caracteres térmicos sobre os oceanos ou sobre as extensões continentais planas (planícies, desertos, etc) em contrastes com áreas acidentadas pelo relevo (montanhas e planaltos). Todas estas diferenças de superfície, repercutindo no comportamento da atmosfera, vão implicar noutra componente importante na geração do desempenho da atmosfera e conseqüente geração dos climas da Terra (MONTEIRO, 1999).

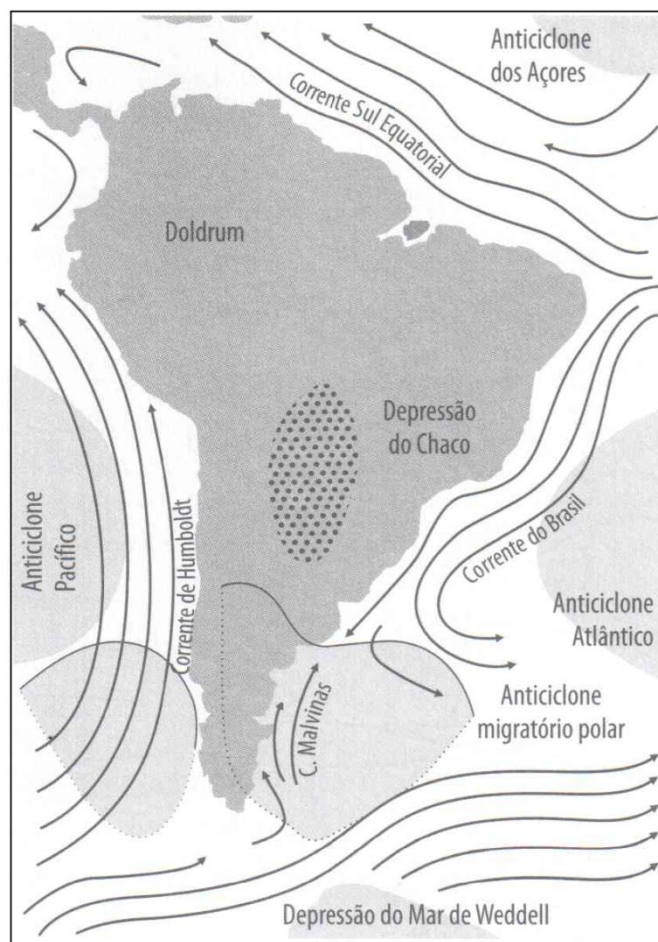


Figura 10: Principais centros de ação da América do Sul
 Fonte: Danni-Oliveira (2000) adaptado de Monteiro (1973) apud Mendonça & Danni-Oliveira (2007).

A dinâmica da atmosfera (Figura 11) pode ser compreendida a partir da movimentação dos sistemas atmosféricos (as massas de ar e as frentes a elas associadas), originados em células anticiclônicas e de deslocamento em direção às células ciclônicas; a participação dos mesmos na formação dos diferentes tipos climáticos é resultante dos movimentos do ar em relação à superfície da Terra (horizontais e verticais) e em conjunto com a Terra (AYOADE, 1986; MONTEIRO, 1991 apud MENDONÇA, 2000).

Uma massa de ar pode ser definida, segundo HARE *apud* AYOADE (1996, p. 99), “*como um grande corpo de ar horizontal e homogêneo deslocando-se como uma entidade reconhecível e tendo tanto origem tropical quanto polar*”.

As massas de ar deslocam-se de suas áreas de origem devido a diferenças de pressão e levam suas características (temperatura e umidade) para os locais por

onde passam, alterando as condições térmicas, higrométricas e barométricas (MENDONÇA, 1997).

As características de forma e relevo da América do Sul fomentam a existência de um número reduzido de massas de ar continentais. As massas de ar marítimas sobrepõem-se assim, em número muito mais elevado e com uma influência bastante pronunciada sobre o continente, em particular na vertente atlântica já que, na do Pacífico, a cordilheira andina barra, em grande parte, sua interferência (MONTEIRO, 1963).

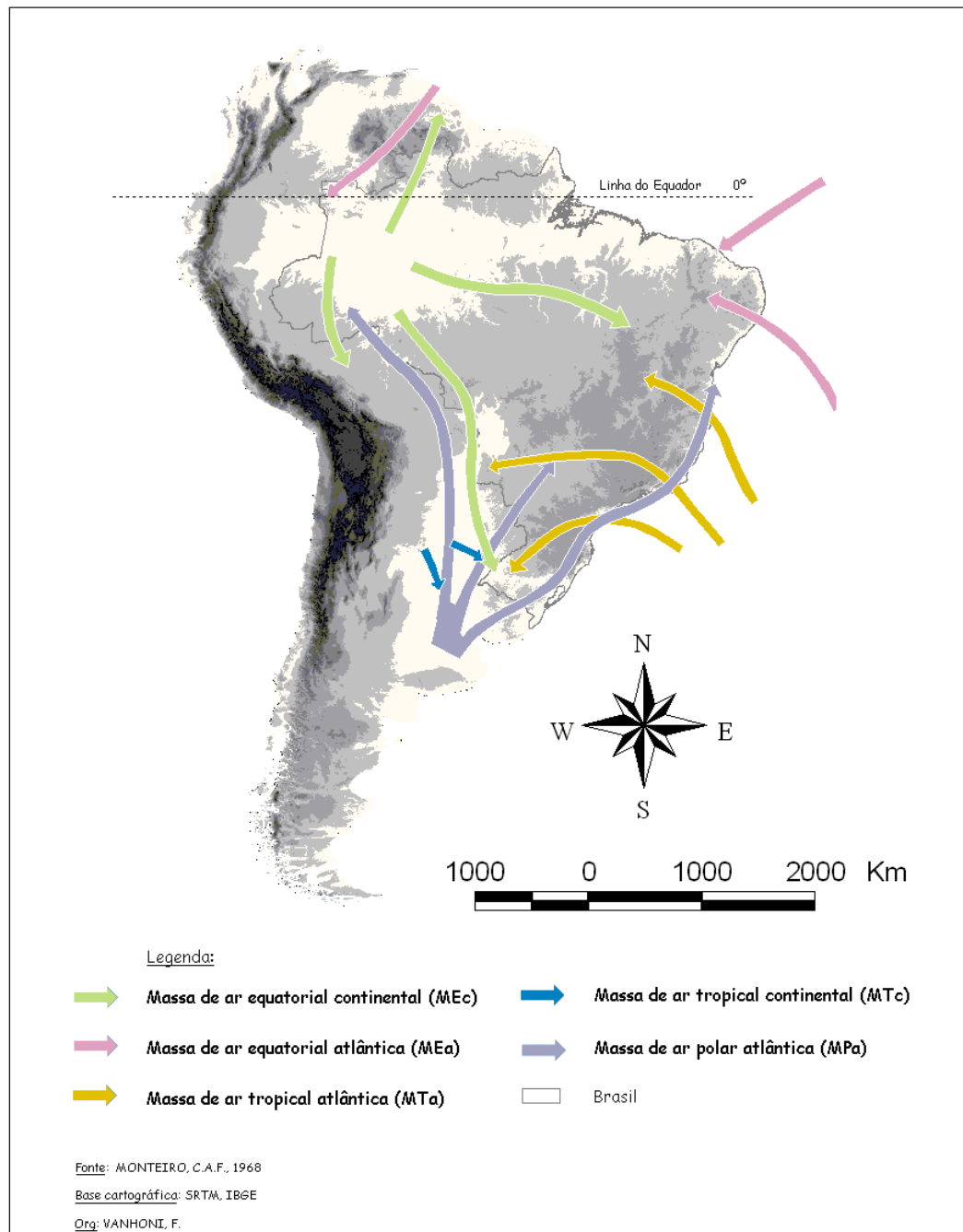


Figura 11: Massas de ar atuantes na América do Sul

Segundo Monteiro (1963, p. 123-126) as principais massas de ar que atuam na América do Sul e no Brasil apresentam as seguintes características:

A **Massa Tropical Atlântica (MTa)** individualiza-se no anticiclone semi-fixo do Atlântico Sul. Por suas propriedades na fonte é uma massa quente, úmida e com tendência à estabilidade pela subsidência superior daquela célula oceânica de altas pressões dinâmicas. As regiões Leste, Sul e Centro-Oeste são freqüentemente dominadas por esta massa, cujas trajetórias, em que pese a flutuação latitudinal e proximidade ou afastamento de sua fonte, variam do leste para nordeste, sendo a sua atividade constante o ano inteiro. No verão, a massa torna-se inferiormente instável pelo aquecimento basal que sofre ao contato com o continente e que é agravado, de início, pelo efeito orográfico do sistema atlântico;

A **Massa Polar Atlântica (MPa)** se bem que de atividade mais no inverno, graças aos efeitos que produz, apresenta participação de realce. Esta massa fria tem sua fonte sobre o Atlântico, não longe do continente, na latitude da Patagônia. Resulta do acúmulo do ar polar que, em turbilhões, para aí se dirige. A orientação meridiana da cordilheira andina cria duas massas: a MPa, a que se fez referência e a Polar Pacífica (MPp), as quais, tendo a mesma gênese, estão intimamente relacionadas. Quando em avanço na vertente ocidental dos Andes, a MPp encontra oposição da Massa Tropical Pacífica (o que gera frontogênese na Frente Polar Pacífica), estabelece um fluxo dirigido do SW para NE que, conseguindo transpor a cordilheira, nestas latitudes já bem menos elevada, vem reforçar a Massa Polar Atlântica. Graças a este reforço e às facilidades do relevo na vertente oriental dos Andes, a Massa Polar Atlântica é mais potente nos seus avanços do sul para o norte. Mantém no Brasil Meridional uma interferência muito importante durante todo o ano, enquanto sobre outras regiões brasileiras é mais expressiva no inverno. É uma massa fria e úmida, mercê de sua origem marítima;

A **Massa Equatorial Continental (MEc)** tem sua fonte na planície amazônica. É uma célula de divergência dos alísios – *doldrum* – que tende a manter-se durante todo o ano naquela zona. Trata-se de uma massa quente, de elevada umidade específica. No verão austral, atraída pelos sistemas depressionários (térmicos e dinâmicos) do interior do continente, tende a avançar do NW ora para SE ora para ESSE, de acordo com a posição da Frente Polar Atlântica.

A **Massa Tropical Continental (MTc)**, de ocorrência bem menos conspícua, tem uma participação complementar. Sua individualização é mais restrita ao verão quando a depressão do Chaco, dinamizada pela Frente Polar Atlântica, se superpõe uma bolsa de ar frio (na circulação superior). Assim o ar quente e seco da planície central do continente, dotado de subsidência superior pela importação de ar frio, torna-se dotado de movimento divergente, uma das condições básicas para individualização de massas de ar. Apesar disto, muito frequentemente, durante as outras estações do ano, notam-se, nas cartas sinóticas brasileiras, referências à MTc. Em relação a Massa Tropical Continental, Maurici Monteiro (2007, p. 48) acrescenta que:

A maior freqüência da mTc na Região Sul, principalmente em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul ocorre nos meses de janeiro e fevereiro. O forte calor com valores acima de 30°C, mesmo nas regiões topograficamente mais altas como a “Serra Gaúcha” e o Planalto Sul Catarinense, é característico dessa massa. Quanto mais tempo a mTc permanecer influenciando as condições de tempo, mais altas tornam-se as temperaturas, sendo que as máximas, geralmente, ocorrem no dia anterior à passagem de uma frente fria, empurrando a massa quente para menores latitudes.

De acordo com Mendonça (2000, p. 27) quatro são os sistemas atmosféricos que definem o clima no âmbito regional (sul do Brasil): “*MPa (Massa Polar Atlântica, originária do Anticiclone Migratório Polar), MTa (Massa Tropical Atlântica, originária no Anticiclone Semifixo do Atlântico), MEc (Massa Equatorial Continental, originária no Anticiclone da Amazônia) e MTc (Massa Tropical Continental, originária da Depressão do Chaco)*”.

Segundo Maurici Monteiro (2007) os sistemas atmosféricos estáveis são os anticiclones polares e o Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul, respectivamente centros dinâmicos das massas de ar polares e tropicais. Os sistemas instáveis que ocorrem na região são as frentes frias, os vórtices ciclônicos em médios e altos níveis, os cavados em baixos, médios e altos níveis atmosféricos, as baixas de superfície, os complexos convectivos de meso-escala, a convecção tropical, a zona de convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e os jatos em médios e altos níveis.

I.2.1 Sistemas Frontais e Frontogênese

O encontro que ocorrem entre as massas frias e quentes dá origem às frentes, que atuam com maior evidência nos subtrópicos e trópicos.

As variações climáticas observadas principalmente na região Sul do Brasil estão geralmente associadas com a passagem, formação e intensificação das frentes frias.

A passagem de sistemas frontais é importante na determinação das condições do tempo local associado, pois provocam mudanças significativas no tempo principalmente na região subtropical e de latitudes médias e altas. Na América do Sul, estes sistemas ocasionam principalmente acumulados significativos de chuva e incursões de ar frio.

As mudanças nas condições meteorológicas observadas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil estão geralmente associadas à passagem, formação ou intensificação de frentes frias, sistemas meteorológicos típicos de latitudes médias e atuantes no litoral brasileiro em todas as épocas do ano (Kousky, 1979 e Satyamurty et al., 1998 apud Rodrigues *et. al.* 2004).

No Brasil, as frentes atuam durante todo o ano deslocando-se sob o continente ou pelo oceano Atlântico atingindo principalmente a região Sul e Sudeste.

Mesmo sendo comuns as entradas das frentes no sul do Brasil durante o ano, observa-se uma variação sazonal, principalmente em relação à intensidade e na progressão em direção as latitudes mais baixas.

A amplitude do fenômeno alcança o seu máximo no inverno, onde os avanços da FPa atingem latitudes bem baixas. Na primavera, bem como no outono, o caráter é nitidamente transicional entre o máximo registrado no inverno e o mínimo que se verifica no verão (MONTEIRO, 1963, p. 132). Com isso, no inverno verificam-se constantes períodos de nebulosidade principalmente no litoral devido à impossibilidade do ar quente e úmido ser renovado durante um curto intervalo de tempo entre os sistemas frontais, onde a nova frente irá encontrar o ar relativamente frio deixado pela precedente (LEMOS e CALBETE, 1998 apud BRITTO et al, 2006).

Estudando a dinâmica atmosférica do Sul do Brasil, Maurici Monteiro (2007, p. 60) destaca que:

No inverno, os dias são mais curtos e, portanto possuem menos horas de brilho solar em relação ao verão e ao outono. Com o continente mais frio, as massas de ar provenientes das grandes latitudes tornam-se mais intensas e continentais. Nesta estação do ano a frente fria é um dos sistemas atmosféricos mais importantes na distribuição da precipitação na Região Sul. Embora o número médio de incursões mensais seja igual, no inverno as frentes frias possuem atuação mais continental, devido à existência de maior contraste térmico entre as massas de ar frio que cruzam os Andes um pouco mais ao norte nesta estação do ano e as massas mais aquecidas pré-frontais.

Estudando as passagens de frentes frias no litoral de Santa Catarina no período de 1990 a 1999, Rodrigues et. al. (2004) coloca que na média de 3 a 4 frentes atingem a costa do Estado mensalmente, com um intervalo de 8 dias e, em termos das médias sazonais, durante o inverno, um dia antes da passagem em Santa Catarina (dia -1), a frente fria é observada no Rio Grande do Sul, e depois de passar por Santa Catarina (dia 0), continua avançando para latitudes mais baixas. Padrão climatológico de evolução semelhante é observado no verão, embora nessa época as frentes frias tenham menor intensidade e dissipação ligeiramente mais rápida.

Segundo Britto et. al. (2006, p.44), o que caracteriza o Rio Grande do Sul quanto à circulação atmosférica é que o mesmo representa uma região frontogenética, ou seja, os sistemas frontais podem se formar ou podem se intensificar. De acordo com Nimer (1989), esta circunstância torna o Estado sujeito às sucessivas entradas frontais que alcançam a extraordinária regularidade de uma invasão por semana.

Segundo os relatórios do Climanálise (INPE/CPTEC), a média climatológica de passagem de sistemas frontais no Brasil é de 6 (seis) mensais entre as latitudes 35°S e 25°S. Analisando os dados referente ao período de janeiro de 1996 a dezembro de 2006 (figura 12), totalizando 132 (cento e trinta e dois meses), tem-se que 44 (quarenta e quatro) meses ficaram dentro da média histórica, 52 (cinquenta e dois) acima com valores em sua maioria com média de 7 (sete) passagens e, 36 (trinta e seis) meses apresentaram valores abaixo da média. O maior registro de passagem de frentes dentro do período ocorreu no mês de outubro de 2002, totalizando 10 (dez) passagens, e o menor ocorreu no mês de janeiro de 2004 e fevereiro de 2006 com 3 (três) passagens.

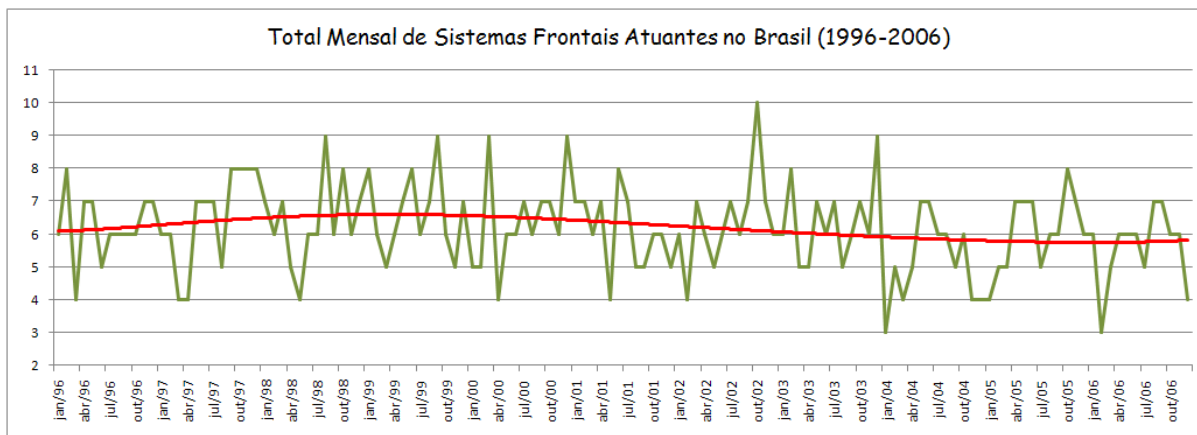


Figura 12: Total Mensal de Sistemas Frontais Atuantes no Brasil (1996-2006)
Org.: VANHONI, F.

Através da análise de tendência polinomial⁶ de 3ª ordem (linha vermelha), nota-se uma variação dentro do período, com uma maior elevação de janeiro de 1998 a janeiro de 2001, ocorrendo uma leve diminuição nos meses seguintes tendendo a manter-se sem variação.

I.2.2 Elementos da dinâmica atmosférica: ciclone, anticiclone e ZCAS.

O ciclone é uma das principais características atmosféricas que afetam o tempo, sendo responsável pela formação de nuvens, precipitação e ventos fortes. Sobre os oceanos, os ciclones intensos são ainda causadores de ondas gigantes, que ocasionalmente atingem a costa brasileira causando grandes prejuízos (SUGAHARA, 2000).

Ciclones formados nas regiões de latitudes médias e altas (entre 30° e 60°) são denominados de extratropicais (Figura 14). A formação e desenvolvimento de ciclones extratropicais na costa sul do Brasil representa uma importante influência na dinâmica atmosférica regional.

Ao estudar a climatologia dos ciclones que se formaram e/ou se desenvolveram na região compreendida entre 20-35°S e 53 – 35°W (abrange toda a Fachada Atlântica Sul do Brasil) entre 2000 e 2004 (Figura 13), Ribeiro & Saraiva (2006, p. 1) verificaram que a maioria dos eventos ocorre nas estações de primavera e verão, com maior frequência nos meses de dezembro e janeiro.

⁶ Uma linha de tendência polinomial é uma linha curva usada quando os dados flutuam. É útil, por exemplo, para analisar ganhos e perdas em um conjunto de dados grande. A ordem da polinomial pode ser determinada pelo número de flutuações nos dados ou por quantas dobras (picos e vales) aparecem na curva.

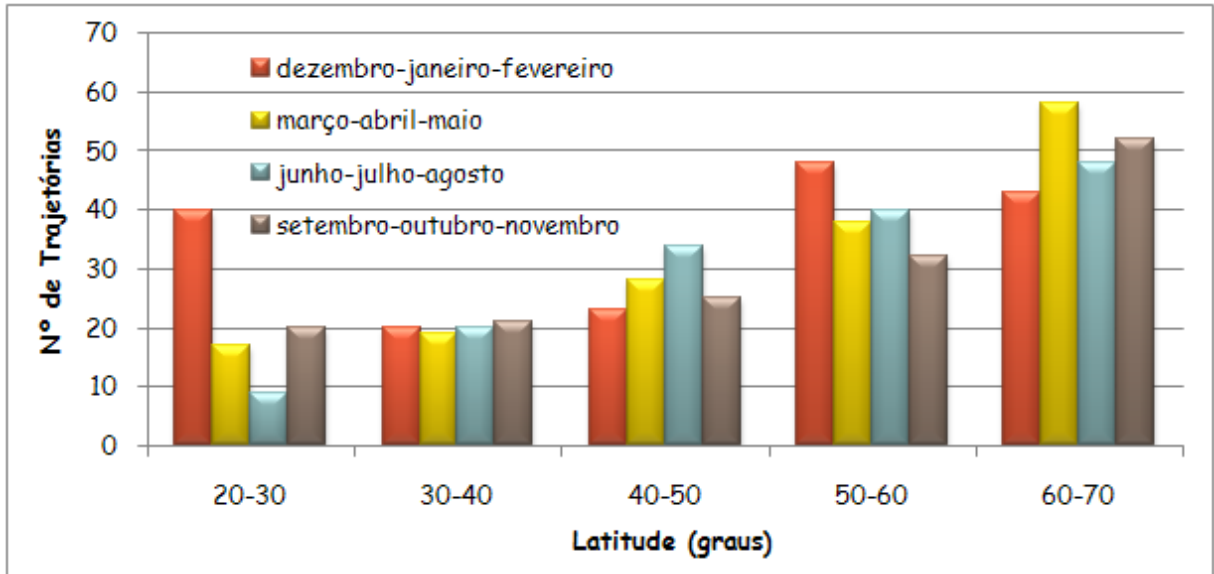


Figura 13: Número médio de ciclones por ano com duração igual ou superior a 24h e intensidade igual ou inferior a 1010 hPa por faixa de latitude no Hemisfério Sul (BEU & AMBRIZZI, 2006, p. 48). Dados reanálise do NCEP (dezembro de 1969 a novembro de 1999).Org: Vanhoni, F.

Simmonds e Keay (2000) apud Beu & Ambrizzi (2006) apresentaram aspectos interessantes da climatologia de ciclones no Hemisfério Sul. A variabilidade sazonal é mais destacada entre as latitudes de 20° e 30° com maior ocorrência nos meses de verão. Entre as latitudes 30° e 40°, a os números de trajetórias não apresentam grandes diferenças sazonais, com média de aproximadamente 20 para os períodos.

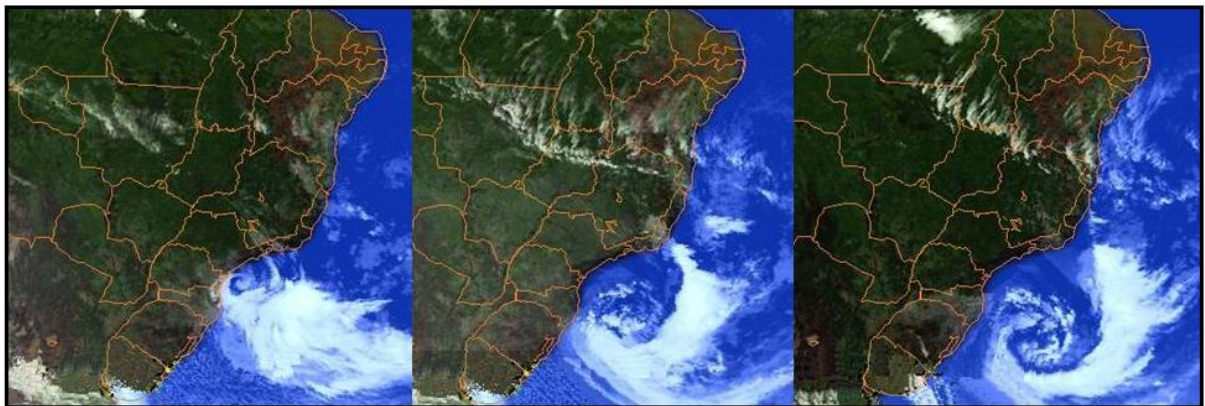


Figura 14: Ciclone Extra-Tropical (10/11 de Agosto de 2005 – Fonte: SIMEPAR)

Um dos principais efeitos dos ciclones na Fachada Atlântica Sul do Brasil, refere-se à ocorrência de ressacas, sendo:

O fenômeno ressaca é o aumento do nível do mar provocado pela elevação da maré astronômica e/ou maré meteorológica, acompanhado de ondas com amplitude maior que o normal. Geralmente o aumento do nível do mar se dá pelo “empilhamento” de água na costa, causado pela força do vento

na superfície do mar (maré meteorológica), somado a força gravitacional exercida pelos astros (maré astronômica), principalmente o sol e a lua. O aumento na altura das ondas, na maioria das vezes, ocorre devido a atuação de sistemas meteorológicos de baixa pressão (ciclones extratropicais), os quais muitas vezes se formam em regiões afastadas da costa, mas mesmo assim favorecem a agitação marítima e a propagação de ondas que atingem a região costeira, onde são modificadas ao ingressarem em águas mais rasas (Pond e Pickard, 1986 apud. BITENCOURT et al, 2002, p.1) .

A ressaca ocorre com maior frequência nos meses de outono e inverno, no entanto em outras estações do ano, ciclones extratropicais também podem se desenvolver sobre o Oceano Atlântico, provocando ventos fortes e gerando agitação marítima na costa da Região Sul (BITENCOURT et. al., 2002).

O ciclone Catarina do final de março de 2004, que fora reconhecido como furacão pelos órgãos meteorológicos oficiais (INPE/CPTEC/INMET), foi um evento singular ocorrido no Atlântico Sul. Em sua trajetória incomum de leste para oeste, atingiu principalmente o litoral de Santa Catarina e parte do Rio Grande do Sul no dia 27 de março.

Os anticiclones representam os centros de ação de massas de ar, sendo que em relação a sua dinâmica, Maurici Monteiro (2007, p. 51) ressalta que:

Quando a trajetória do anticiclone polar é marítima, ou seja, quando se desloca sobre o Atlântico a leste do Uruguai e do Rio Grande do Sul provoca aumento de nuvens e favorece quase sempre a ocorrência de chuva isolada em toda a zona costeira da Região Sul devido à circulação marítima. Com ventos de sudeste a leste, o tempo fica mais instável com presença de muitas nuvens e chuvas mais frequentes no leste do Rio Grande do Sul e zona costeira do sul catarinense, especialmente entre Porto Alegre e Laguna. Já, quando o anticiclone está próximo ao litoral de Santa Catarina ou do Paraná, e os ventos passam a soprar de nordeste, a maior nebulosidade e condições de chuva ocorrem com mais persistência entre Florianópolis e a zona costeira do norte paranaense.

Outro aspecto importante da dinâmica atmosférica refere-se à ação das Zonas de Convergência, em especial a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

Ela resulta da intensificação do calor e da umidade provenientes do encontro de massas de ar quentes e úmidas da Amazônia e do Atlântico Sul na porção central do Brasil. Em geral, uma ZCAS estende-se desde o sul da região Amazônica até a porção central do Atlântico Sul (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A ZCAS exerce um papel preponderante no regime de chuvas na região onde atua, acarretando altos índices pluviométricos. A ZCAS é um fenômeno que ocorre

durante os meses de primavera/verão, sendo, portanto monitorada apenas nessas estações do ano (CPTEC/CLIMANÁLISE).

Ela relaciona-se, muitas vezes, com uma situação de bloqueio; dependendo da sua localização e intensidade, ela pode ser associada a anomalias de precipitação, que provocam enchentes em regiões sob sua influência direta e ausência de chuvas no sul do Brasil (CAVALHEIROS E SILVA DIAS, 1988).

A ZCAS não atua diretamente na Fachada Atlântica Sul do Brasil, porém influencia na dinâmica atmosférica modificando as características da dinâmica atmosférica atuante na área de estudo através dos bloqueios ou avanços da mesma.

I.2.3 Oceanos

Nas regiões litorâneas, muitas das condições climáticas são influenciadas pela interação entre o oceano e a atmosfera. Os oceanos cobrem 71% da superfície da Terra desempenhando um papel importante no balanço de energia. Dependendo da circulação do ar e da água, os oceanos também influenciam diretamente nas características climáticas, principalmente no litoral.

“Os mares e oceanos (maritimidade) são fundamentais na ação reguladora da temperatura e da umidade dos climas. Além de servirem como os principais fornecedores de água para a troposfera, controlam a distribuição de energia entre oceanos e continentes” (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 48).

O mar atua como um regulador da temperatura do ar, tendendo a suavizar as flutuações e, portanto, reduzindo a sua amplitude anual. As localidades afastadas da costa, embora situadas praticamente a mesma latitude, ostentam curvas de temperatura com amplitudes muito maiores que as litorâneas. Essa influência é chamada efeito de continentalidade. A continentalidade traduz a influência causada pelo oceano e é normalmente expressa pela distância ao mar, tomada na direção do vento dominante (aquele que sopra com maior frequência durante o ano), ou grosseiramente, em linha reta (VAREJÃO-SILVA, 2001).

Analisando os gráficos (Figura 15) da estação de Quedas do Iguaçu/PR localizada a cerca de 470 km do Oceano Atlântico nas coordenadas lat: 25°51'70``S long. 53°01'70``W, e da estação de Guaraqueçaba/PR localizada a poucos metros do oceano (lat: 25°30'00``S e long: 48°33'30``W), nota-se uma maior amplitude da

temperatura do ar na primeira estação (Quedas do Iguaçu), sendo que na estação de Guaraqueçaba a amplitude térmica é menor, favorecida pela proximidade com o oceano.

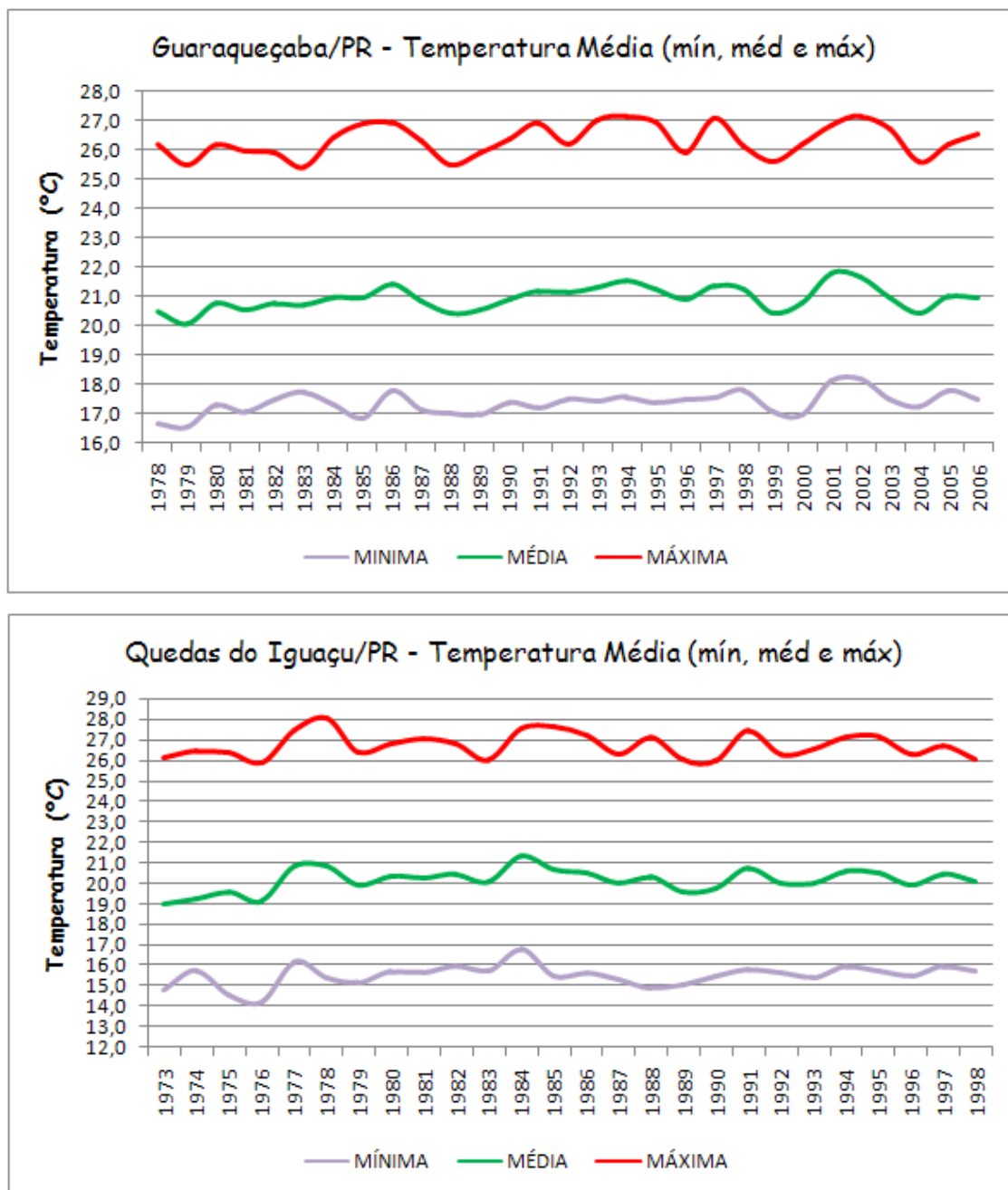


Figura 15: Quedas do Iguaçu/PR e Guaraqueçaba/PR - análise da amplitude térmica. Fonte de dados: Suderhsa – Org.: VANHONI, F.

O oceano influencia diretamente nas características climáticas das regiões litorâneas, sendo que a umidade constante trazida do mar confere a esta região amplitudes térmicas menores.

Para compreender a dinâmica climática das regiões litorâneas é preciso considerar a influência dos oceanos, determinante nos fluxos de calor sensível e umidade para a atmosfera. Os oceanos e a atmosfera apresentam intensa relação, pois estabelecem contínua troca de massa e energia, por meio de gases, água e calor, formando um sistema estreitamente integrado. Nessas trocas, os oceanos têm papel fundamental na determinação, manutenção e equilíbrio climático da Terra. Além disso, Chaves (2005, p. 232) acrescenta que:

O calor irradiado pelo Sol e absorvido pelos oceanos é armazenado e, posteriormente, transferido às distintas regiões do planeta pelas correntes de ar (massas de ar) e, também, pelas massas de água (correntes), seja por meio de movimentos verticais (afundamentos de massas de água superficial ou ressurgência de águas profundas) e horizontais, pelas correntes marítimas ou marinhas. Essas últimas constituem-se em fluxos de água de grande extensão que cruzam os oceanos da Terra, carregando grandes porções de água denominadas de massas de água. Além das correntes marinhas superficiais, existem também as correntes marinhas de profundidade, chamadas de termohalinas devido à influência da temperatura na massa de água e, então, na sua densidade. As correntes marinhas de profundidade, que carregam massas de água mais frias, circulam em maiores profundidades que as correntes marinhas que carregam massas de água mais aquecidas, pois apresentam maiores densidades.

Devido à inclinação do eixo terrestre, a faixa intertropical – entre os Trópicos de Câncer e de Capricórnio – recebe consideravelmente mais radiação solar do que as áreas mais próximas aos pólos. Porém, ao longo dos anos, podemos verificar que as regiões equatoriais não sofrem um aquecimento contínuo, por período indefinido, tampouco as regiões próximas aos pólos se tornam progressivamente mais frias. Isso acontece devido às correntes marítimas (Figura 16), responsáveis pela condução de calor do Equador para os pólos, regulando as temperaturas do planeta. Em sua maioria, essas correntes são geradas pelos ventos, que transferem energia para a superfície dos oceanos, colocando a água em movimento e transportando energia e calor de um lugar para outro do oceano (CHAVES, 2005).

Ao analisar os aspectos das correntes oceânicas, Mendonça & Danni-Oliveira (2007, p. 49) ressaltam que:

Ao contribuírem para a troca de energia entre pontos distantes da Terra, as correntes oceânicas interagem com a dinâmica das massas de ar, definindo áreas secas e áreas chuvosas. Isso porque as águas frias superficiais induzem o ar a se resfriar, inibindo a formação de nuvens e, conseqüentemente, a ocorrência de chuvas. Assim, os locais costeiros banhados por correntes frias apresentam uma tendência a possuírem climas secos. Já as águas quentes superficiais, ao aquecerem o ar, possibilitam a ocorrência de correntes ascendentes de ar, permitindo a formação de nuvens e chuvas, o que leva as áreas banhadas por correntes marinhas quentes a apresentarem climas úmidos.

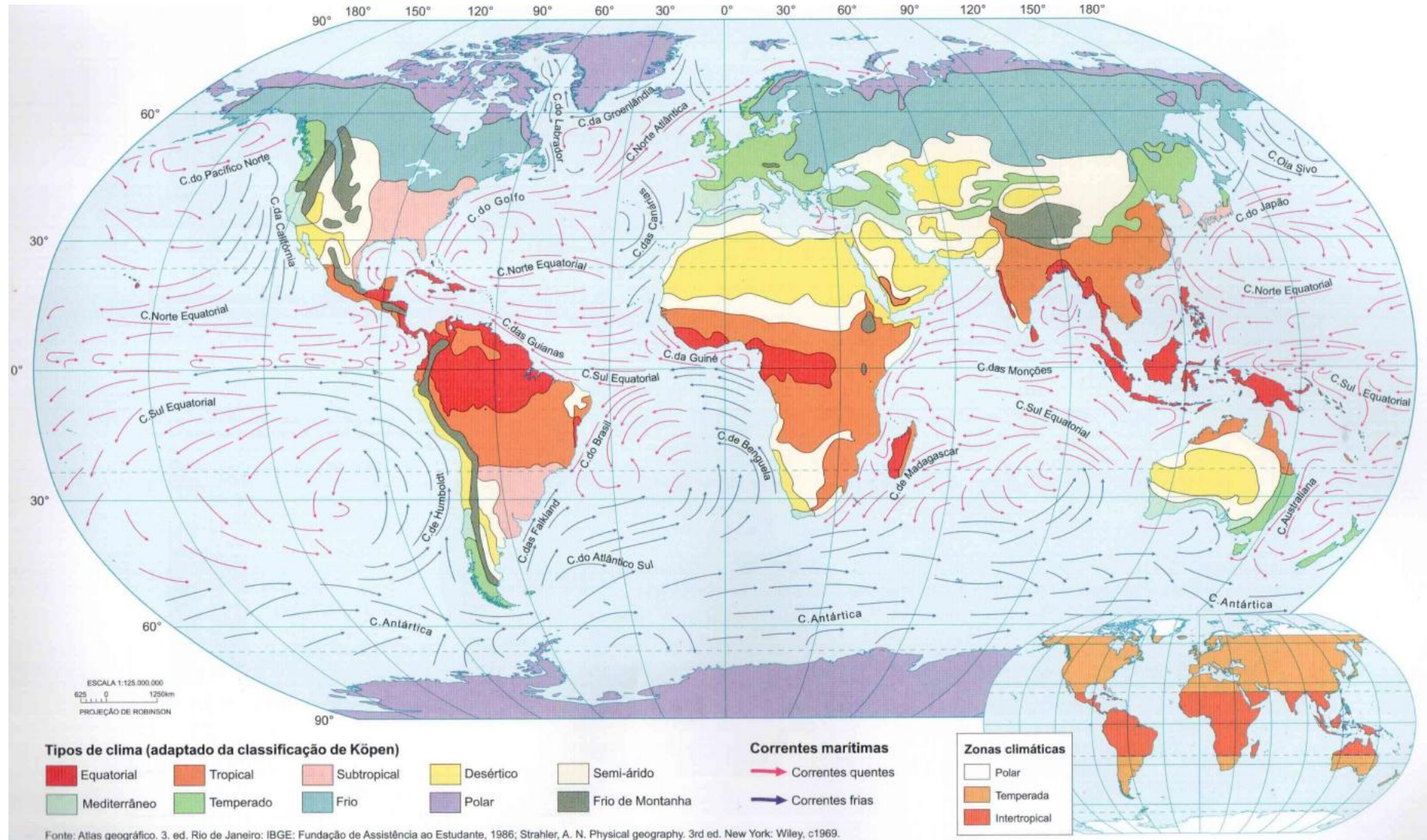


Figura 16: Correntes Marítimas e tipos de clima - Fonte: Atlas Geográfico IBGE (2002)

As correntes que atuam de maneira mais direta nas variações climáticas brasileiras são a Equatorial Norte e a corrente do Brasil (correntes quentes) e ainda a Corrente das Falklands/Malvinas (correntes frias).

As correntes quentes de origem das áreas equatoriais e tropicais, devido à maior temperatura ocasiona maior evaporação das águas oceânicas e conseqüentemente distribui maior umidade nas áreas litorâneas por ela atingidas. As correntes frias (provenientes das regiões polares) ao contrário, mantém a umidade da atmosfera baixa.

Este fato é interessante quando tratamos da Fachada Atlântica Sul do Brasil, sendo que atuam diretamente nesta área correntes quentes (do Brasil) e frias (Falkland/Malvinas) que influenciam diretamente na dinâmica climática regional.

“Possuindo a Região Sul um litoral em toda sua extensão oriental, fica evidente que ela possui uma superfície oceânica à disposição de um muito ativo processo de evaporação e este, por sua vez à condensação ou formação de nuvens, que se convertem em chuvas” (NIMER, 1989, p. 152).

Os oceanos influenciam nos fluxos de calor sensível e umidade para a atmosfera afetando diretamente o regime de precipitação. Alguns estudos (ANDREOLI *et. al.*, 2005) colocam que a precipitação na Região sul do Brasil apresenta relações com anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) nos oceanos Atlântico e Pacífico.

Segundo Silva (2001, p. 09), *“temperaturas abaixo da normal no Atlântico Sudoeste estão significativamente associadas a precipitações abaixo da normal na Primavera e Verão na região litorânea do Sul do Brasil. Temperaturas acima da normal estão associadas às precipitações acima da normal no ano todo”*.

A parte Sudoeste da bacia do Atlântico é importante na formação do clima na região Sul do Brasil, principalmente por dois aspectos: por ser uma área ciclogênica (Gan e Rao, 1991) logo sensível às anomalias de temperatura da superfície do mar (Diaz *et al.*, 1998) e por ser a circulação oceânica na faixa entre 38° e 42° S dominada pela confluência das correntes do Brasil e das Malvinas (SANSIGOLO, 2004). Como a Fachada Atlântica Sul do Brasil está localizada próxima da confluência de duas correntes oceânicas de características diferentes, a flutuação das mesmas durante o ano contribui diretamente na dinâmica climática da área de estudo.

I.3 Mudanças climáticas globais e suas repercussões regionais e locais

A preocupação com o meio ambiente e as relações entre sociedade e natureza constituem, hoje, tema de indiscutível relevância (CONTI, 2005). Para Mendonça (2000, p. 86):

A história do último um quarto do século XX encontra-se fortemente marcada pelo debate acerca da questão ambiental. O século, como um todo, assistiu à lenta transformação da conotação do termo ambiente, pois até meados do mesmo, as discussões ambientais ainda tinham uma concepção majoritariamente naturalista. A realização da Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento e Meio Ambiente, ou também denominada Rio-ECO/92, engendrou novos elementos que resultaram numa nova concepção dos problemas ambientais; concepção esta que inclui abordagens de cunho social, daí a terminologia socioambiental.

Criado em 1988 por proposta da Organização Mundial de Meteorologia (OMM) e do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma), o IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas) divulgou relatórios contendo estudos em relação às prováveis mudanças climáticas globais e aos possíveis efeitos causados caso as projeções futuras dos modelos venham a ser confirmadas.

Inúmeros eventos colocaram em pauta os assuntos referentes às mudanças climáticas. A partir da década de 70, entre os principais eventos ocorridos, estão a I Conferência sobre Meio Ambiente promovida pela ONU (organização das nações unidas) em Estocolmo na Suécia (1972). No Brasil, destaca-se a Conferência Mundial Eco-92 realizada no Rio de Janeiro, tendo como uma das principais discussões, a redução das emissões de gases estufa e a elaboração da Agenda 21. Outro marco nas discussões acerca das mudanças climáticas foi o protocolo de Kyoto em conferência realizada no Japão em 1997.

Quando se fala sobre mudanças climáticas, é importante colocar que as mesmas podem ser resultado de influência antrópica, natural ou associação entre ambas, embora muitos cientistas e pesquisadores apresentem versões variadas sobre o assunto.

A comunidade científica tem assinalado fortemente que importantes mudanças climáticas já estariam em curso no planeta. Todavia, deve-se ter em mente que alterações constantes são uma característica primária do planeta, registradas ao longo de toda a sua história. Assim, o ponto central da discussão atual sobre mudanças climáticas é a forma com que as atividades humanas têm

modificado o equilíbrio planetário, incluindo alterações nos processos e em suas velocidades (NUNES, 2003).

A profunda transformação ambiental que se processa atualmente no mundo, alargando as áreas de desmatamento e de superexploração do solo agrícola, intervindo no mecanismo de reciclagem do vapor d'água, bem como desequilibrando o balanço da energia ao nível da superfície, produzem alterações climáticas, notadamente em meso e micro-escalas (CONTI, 2002). Ressalta-se que:

Cenários de catástrofes, freqüentemente apresentados na mídia de forma simplista, sem o necessário questionamento, devem ser descartados, pois, seguramente, o planeta não está caminhando para o colapso, em curto prazo, e ainda não dispomos de informações seguras para previsões muito distantes. Por outro lado, há uma propensão nítida de mudança na matriz energética mundial, tendendo os combustíveis fósseis, acusados de responsáveis pelo efeito estufa, a ocupar lugar mais modesto, em favor de energias limpas e renováveis. Importantes investimentos vêm sendo feitos, nesse sentido, por iniciativa empresarial e na esfera das políticas públicas. Não obstante esses aspectos positivos, medidas cautelares tomadas no plano internacional, visando restringir a liberação de gases, como as preconizadas pelo Protocolo de Kyoto, são bem-vindas, pois é chegado o momento de se traçar uma estratégia comum em favor da natureza. Trata-se de diretriz que, acima de tudo, encerra um forte conteúdo educativo (CONTI, 2005, p. 74).

Muitos pesquisadores apresentam diferentes versões em relação às mudanças climáticas.

Um aspecto muito importante em relação a este assunto é que as séries de 150 anos são curtas para captar a variabilidade de prazo mais longo do clima. Existem problemas de representatividade, tanto espacial como temporal, das séries de temperatura observadas na superfície da Terra, o que torna extremamente difícil seu tratamento e globalização.

O resfriamento do clima global durante o período de 1947-1976 coincide com a fase fria da ODP⁷, fase em que o Pacífico Tropical apresentou anomalias negativas de TSM. O aquecimento entre 1977-1998, além do efeito da urbanização, pode estar relacionado com a fase quente da ODP – período em que o Pacífico tropical apresentou temperaturas acima da média (MOLION, 2005).

O clima da Terra tem variado ao longo das eras, forçado por fenômenos de escalas de tempo decadal até milenar. No final da década dos anos 1970, após um

⁷ A Oscilação Decadal do Pacífico é um padrão de longo prazo associado à variabilidade climática do Pacífico

período de 30 anos de resfriamento, surgiu a hipótese que a temperatura média global da superfície estaria aumentando devido à influência humana. Essa hipótese está fundamentada em três argumentos: a série de temperatura média global do ar na superfície “observada” nos últimos 150 anos, o aumento observado na concentração de gás carbônico a partir de 1958 e os resultados obtidos com modelos numéricos de simulação de clima (MOLION *et. al.*, 2007).

Dias (2007, p. 13) ressalta que:

As simulações numéricas usadas no 4º relatório do IPCC (2007) para definir os cenários do clima futuro da Terra tem resolução típica de 100 Km. O primeiro impacto da baixa resolução é na definição da condição de contorno na superfície em termos de topografia, da definição das regiões cobertas por água e da cobertura vegetal. Regiões costeiras perto de montanhas como, por exemplo, a Serra do Mar, têm grandes problemas de representação da intensidade das circulações locais nas simulações numéricas de baixa resolução espacial, pois dependem dos gradientes horizontais de temperatura.

Em termos políticos as discussões em torno das mudanças globais refletem um complexo jogo de interesses que via de regra se insere numa geopolítica dos usos dos recursos terrestres tendo-se em vista a manutenção das taxas de crescimento econômico de países desenvolvidos, muitas vezes em detrimento do crescimento de países em desenvolvimento (ANDRADE, 2006).

Adalberto Serra (1987, p. 101) coloca que:

Não existe, porém, uma "teoria de climas" capaz de explicar perfeitamente as causas de tais mudanças, ou de prevê-las com exatidão, pois os sistemas climáticos são muito complexos, eles envolvem interações dentro de um sistema Planetário que incluem a criosfera, a atmosfera, a superfície da terra e todos os oceanos do mundo, e, além disso, as mudanças climáticas ocorrem acima dos limites de tempo e escalas espaciais.

O Plano Nacional de Mudanças Climáticas do Governo Federal expressa as seguintes opiniões em relação ao assunto (2008, p. 98 e 99):

→ Quando se considera a questão de mudança no clima no Brasil, depara-se com o problema da falta de cenários confiáveis do futuro possível do clima no País, que tem grandes proporções, com regiões muito diferentes entre si, como a Amazônia, o semi-árido do Nordeste, o Centro-Oeste, as pradarias no Sul e o Pantanal. Cada região especificamente poderá ter diferentes características climáticas no futuro. O conhecimento atual das dimensões regionais da mudança global do clima, entretanto, é ainda muito fragmentado. Na realidade, a maioria das incertezas nas projeções do modelo para os cenários de mudança do clima pode

estar relacionada com o problema da escala espacial e a representação de eventos climáticos extremos em escalas espaciais mais elevadas, do que as produzidas pela maior parte dos modelos globais do clima. As projeções dos cenários da mudança do clima para o século XXI foram derivadas dos vários modelos do clima global utilizados pelo IPCC;

→ O fato de modelos globais do clima utilizarem diferentes representações físicas de processos, em uma grade de resolução relativamente baixa, introduz um certo grau de incerteza nesses cenários futuros da mudança do clima. Essa incerteza é extremamente significativa na avaliação da vulnerabilidade e dos impactos da mudança do clima, bem como na implementação de medidas de adaptação e de mitigação. Por exemplo, para a Bacia Amazônica, alguns modelos produziram climas mais chuvosos e outros climas relativamente mais secos. Para o Nordeste do Brasil, a maioria dos modelos globais do IPCC AR4 mostra reduções de chuva no período de março até maio no norte de Nordeste e no inverno no leste de Nordeste, que são as estações chuvosas nesta região. Alguns modelos globais do IPCC AR4 mostram mais chuva no período de dezembro até fevereiro no norte do Nordeste, que é a pré-estação chuvosa, ou seja, pode chover antes da estação chuvosa, ficando o pico da atual estação chuvosa mais fraca. Alguns modelos apresentam mais chuva no Nordeste no futuro, mas correspondem à minoria;

→ Os impactos futuros são analisados tendo como base diferentes cenários de emissão de gases de efeito estufa até 2100, principalmente aqueles desenvolvidos pelo IPCC. Esses cenários não pressupõem medidas adicionais de combate à mudança do clima ou maior capacidade adaptativa dos sistemas, setores e regiões analisados. Os impactos mais severos projetados (pior cenário) ocorreriam apenas em um cenário futuro (2100) onde as emissões de GEE não tenham sido mitigadas, em especial no caso de um aumento significativo de população e do crescimento econômico mundial com o uso intensivo de combustíveis fósseis. Assim, os cenários mais pessimistas e seus impactos projetados podem não ocorrer, caso sejam alcançadas pela comunidade internacional medidas efetivas de combate à mudança do clima pela redução de emissões de GEE.

Uma primeira questão que se coloca aos cientistas segundo Bessat (2003) é a de precisar como a mudança climática global se traduzirá nas escalas regionais e locais para os diferentes países. Esta questão é difícil: quais serão os novos regimes

das precipitações, a nova repartição anual das temperaturas, o agravamento dos riscos de eventos meteorológicos excepcionais? As respostas apresentadas pelos cientistas, fundadas sobre os dados disponíveis hoje, ainda são, apesar de tudo, parciais e mostram tanto o real avanço dos conhecimentos sobre o tema quanto à extensão do trabalho de pesquisa que há para completar.

O problema da escala temporal também é crucial, uma vez que os eventos extremos (ondas de baixa umidade, frio ou de calor e tempestades) podem ser identificados apenas com dados diários, e não com os dados mensais ou sazonais produzidos pela maioria dos modelos globais do IPCC.

O questionamento em relação ao assunto refere-se:

- qual o grau de certezas e incertezas dos resultados até então apresentados?;
- quais os fatores que devem ser considerados? O que é realidade e o que não passa de puro sensacionalismo?;
- as mudanças climáticas verificadas no âmbito global apresentam a mesma dinâmica na escala regional?;
- O ser humano teria a capacidade de influenciar e modificar o clima planetário em curto tempo? A ocupação de áreas de risco, o aumento da população bem como os avanços científicos para o conhecimento climático poderia estar inserido neste cenário?.

Embora ocorra uma variação natural do clima ao longo do tempo, o que se discute é a possibilidade de as atividades humanas estarem influenciando esta variação. Por outro lado, os resultados até então estabelecidos podem estar vinculados, a princípio, a esta variação, destacando-se a influência humana de maneira pouco significativa. Dados meteorológicos reduzidos comprometem os estudos em relação às mudanças climáticas, sendo que poucas regiões apresentam séries de temporalidade mínima para se estabelecer resultados mais precisos e que possibilitem analisar as variações climáticas. Regiões como a Amazônia, bem como nos países menos desenvolvidos como os Africanos, possuem uma rede de estações que não abrangem o espaço por completo. Além disso, a maioria das estações estão localizadas nos continentes, sendo limitados os dados nos oceanos, o que é essencial para uma análise mais aprofundada.

Entre os principais impactos previstos na zona costeira caso venham a se confirmar as tendências climáticas, está relacionado ao aumento do nível do mar, o

que implicaria numa saída em massa das populações que vivem no litoral, sobretudo nas áreas mais baixas. As mudanças tenderiam a modificar a dinâmica estabelecida entre o oceano e a atmosfera, comprometendo a dinamismo habitual dos elementos climáticos. Além destes, as regiões litorâneas seriam seriamente afetadas por ressacas, inundações, erosão e perda de biodiversidade.

Pela característica dinâmica da atmosfera e de sua relação com a Terra, agregando a influência externa exercida pelo sol, não há respostas únicas para resumir a questão do clima e de sua variação futura.

Nos capítulos III e IV serão apresentados os resultados para a Fachada Atlântica Sul do Brasil referente às tendências térmica e pluviométrica.

I.4 Eventos climáticos extremos: uma abordagem do El Niño e La Niña

Os eventos naturais extremos representam manifestações próprias da dinâmica planetária sendo de natureza geológica ou atmosférica. Estes eventos ocorrem de diferentes formas e intensidade, sendo que deixam de ser apenas um evento e tornam-se desastres a partir do momento que causam danos sócio-econômicos.

Entre os estados atmosféricos que se sucedem, há os que se distanciam consideravelmente dos estados tipos, que se repetem em intervalos muito distanciados, não havendo nenhuma regra que permita-lhes prever a ocorrência. Não se pode, racionalmente, fazê-los entrar na noção de clima; os valores correspondentes ao que se chama em meteorologia extremos absolutos devem ser manejados com muita discrição e prudência (SORRE, 1984).

Os eventos extremos bem como os desastres naturais associados podem ser divididos em escalas. Por exemplo, em relação a desastres naturais relacionados a episódios pluviais intensos têm-se como principais agentes na escala regional: Sistemas frontais, complexos convectivos de mesoescala, convecções locais e ZCAS e, na escala global: ENSO.

As anomalias climáticas causam grandes impactos à sociedade, ao meio ambiente e à economia, variando desde secas até enchentes. Os fenômenos extremos são de grande importância sendo que ficam completamente desaparecidos nos valores 'médios' dos dados locais das normais.

“O estudo do caótico e o desafio de se analisar o que não segue uma seqüência ordenada como os fenômenos atmosféricos extremos é o que torna o estudo da variabilidade climática tão complexa e dos modelos atmosféricos tão polêmicos e debatidos” (LENOIR, 1995 apud BEREZUK et al, 2006, p. 10).

Monteiro (2001) apud Baldo (2006, p. 39) coloca que:

O tempo meteorológico, gerador dos climas dos lugares, não pode restringir-se às medidas dos elementos e ao estabelecimento de parâmetros “amaciados” nos valores médios. Há que considerar-se que o homem, como executor de trabalhos, sobretudo no cultivo da terra, está sujeito a ritmos e ciclos bióticos que não podem ignorar o que as oscilações climáticas oferecem em situações extremas, acidentais e catastróficas, que por não serem tão habituais causam impactos e significam riscos que não podem ser ignorados.

Entender a variabilidade climática é de fundamental importância sendo que existem conjuntos de diferentes atividades que dependem e estão estreitamente associados ao regime pluviométrico e da temperatura do ar. Eventos extremos, como secas, enxurradas, inundações, ondas de calor, de frio intensos, furacões, trazem conseqüências desastrosas à humanidade. É evidente que os efeitos dos eventos extremos ocorrem de maneira natural, dentro de um processo dinâmico do meio ambiente, mas devido à crescente ocupação de áreas consideradas de risco aos eventos, tem-se um crescente problema para a população. Por isso o estudo do clima e dos eventos extremos é de suma importância, principalmente para as áreas consideradas de maior risco. Entender o clima e sua dinâmica é essencial para a sociedade.

Entre os principais fenômenos climáticos causadores de eventos extremos estão o El Niño e La Niña, que influenciam significativamente na variabilidade pluviométrica.

O El Niño é um fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no Oceano Pacífico Tropical e que pode afetar o clima regional e global. O El Niño ocorre em intervalos de 2 a 7 anos com duração de 1 a 2 anos, e é responsável, principalmente pela variação do regime pluviométrico sobre várias regiões do globo. No Brasil a região sul é bastante afetada pelo excesso de chuvas durante a ocorrência do fenômeno El Niño (GRIMM,1996).

La Niña representa um fenômeno oceânico-atmosférico com características opostas ao El Niño, e que caracteriza-se por um esfriamento anormal nas águas

superficiais do Oceano Pacífico Tropical. Alguns dos impactos de La Niña tendem a ser opostos aos de El Niño, mas nem sempre uma região afetada pelo El Niño apresenta impactos significativos no tempo e clima devido à La Niña. Em geral, episódios La Niñas também têm frequência de 2 a 7 anos, todavia tem ocorrido em menor quantidade que o El Niño durante as últimas décadas. Além do mais, os episódios La Niña têm períodos de aproximadamente 9 a 12 meses, e somente alguns episódios persistem por mais que 2 anos. Outro ponto interessante é que os valores das anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) em anos de La Niña têm desvios menores que em anos de El Niño, ou seja, enquanto observam-se anomalias de até 4,5°C acima da média em alguns anos de El Niño, em anos de La Niña as maiores anomalias observadas não chegam a 4°C abaixo da média (CPTEC, 2009).

Segundo os dados do CPTEC (Figura 17), vários eventos de El Niño e La Niña já ocorreram em diferentes intensidades. Levando em consideração os eventos ocorridos dentro da escala temporal deste trabalho, em relação as ocorrências do El Niño, destacam-se os períodos de 1982/1983 – 1990/1993 e 1997/1998. Entre as de La Niña, destacam-se os períodos de 1973/1976 e 1988/1989.

Ocorrência de El Niño		Ocorrência do La Niña	
1877 - 1878	1888 - 1889	1886	1903 - 1904
1896 - 1897	1899	1906 - 1908	1909 - 1910
1902 - 1903	1905 - 1906	1916 - 1918	1924 - 1925
1911 - 1912	1913 - 1914	1928 - 1929	1938 - 1939
1918 - 1919	1923	1949 - 1951	1954 - 1956
1925 - 1926	1932	1964 - 1965	1970 - 1971
1939 - 1941	1946 - 1947	1973 - 1976	1983 - 1984
1951	1953	1984 - 1985	1988 - 1989
1957 - 1959	1963	1995 - 1996	1998 - 2001
1965 - 1966	1968 - 1970		
1972 - 1973	1976 - 1977		
1977 - 1978	1979 - 1980		
1982 - 1983	1986 - 1988		
1990 - 1993	1994 - 1995		
1997 - 1998	2002 - 2003		
2004 - 2005	2006 - 2007		

Legenda: Forte Moderada Fraco

Legenda: Forte Moderada Fraco

Fonte: Cptec, 2007

Figura 17: Ocorrência de El Niño e La Niña

O trimestre junho-julho-agosto (JJA) corresponde à fase inicial do ENOS e o trimestre dezembro-janeiro-fevereiro (DJF) a fase madura do evento. Considerando o El Niño de 1982/1983, tem-se o trimestre JJA pertencente ao ano de 1982 e DJF sendo dezembro do mesmo ano e janeiro e fevereiro de 1983; o trimestre de março-abril-maio do ano seguinte corresponde ao enfraquecimento do sistema.

A FACHADA ATLÂNTICA SUL DO BRASIL: GEOGRAFIA E CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA GERAL

II.1 A FACHADA ATLÂNTICA SUL DO BRASIL: CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS GERAIS

As extensões continentais associadas às extensões oceânicas criam uma variedade de fatores climáticos que vão influenciar o ar atmosférico. Assim, aparecem como fatores a altitude, a proximidade ou afastamento dos oceanos (maritimidade, continentalidade) e a presença das formações vegetais que, já tendo sido possibilitadas pelas condições climáticas, passam a exercer – em retorno – influência sobre o clima (MONTEIRO, 1999).

A configuração climática de um local é definida por fatores que caracterizam a tipologia climática das regiões. Estes fatores dividem-se em:

→ fatores estáticos: latitude, distribuição das terras e das águas, altitude e relevo.

→ fatores dinâmicos: frentes, massas de ar, correntes oceânicas, etc

É importante compreender segundo Mendonça & Danni-Oliveira (2007, p. 15) que:

Para uma melhor compreensão dos diferentes climas do Planeta, os estudos em Climatologia são estruturados a fim de evidenciar os elementos climáticos e os fatores geográficos do clima. Os elementos constitutivos do clima são três: a temperatura, a umidade e a pressão atmosférica, que interagem na formação dos diferentes climas Terra. Todavia, esses elementos, em suas diferentes manifestações, variam espacial e temporalmente em decorrência da influência dos fatores geográficos do clima.

Neste trabalho, as informações referentes aos fatores geográficos do clima foram utilizadas principalmente para a espacialização dos dados de temperatura, destacando-se a análise da posição latitudinal e distância do oceano das estações e, principalmente a influência do relevo na caracterização climática da área de estudo.

O relevo através da sua posição e forma influencia na caracterização climática, uma vez que atua tanto como uma barreira natural ao deslocamento de calor e umidade, como também favorecendo este deslocamento.

A influência do relevo nos sistemas atmosféricos é assim descrita por Armani e Tarifa (2000) apud Maurici Monteiro (2007, p. 10):

Um sistema atmosférico, ao passar por áreas cujo relevo possua significativa amplitude altimétrica com uma declividade média à alta, de modo a promover e/ou intensificar a compressão ou a descompressão adiabática, produzirá diferentes totais pluviométricos de acordo com a exposição (maior ou menor) do relevo (serras, vales) a este sistema. Por exemplo, as áreas a barlavento de uma determinada serra farão com que os ventos de um sistema atmosférico ascendam por sobre as vertentes, provocando a descompressão adiabática, que instabiliza a parcela de ar ascendente e induz a formação de nebulosidade e conseqüente aumento na pluviosidade neste lado da serra (barlavento). A sotavento o processo é inverso, sendo que os ventos descerão as vertentes e através da compressão adiabática, estabiliza a parcela de ar descendente e reduz os totais pluviométricos.

O relevo, com suas variações altimétricas, embora não chegue a impedir ou dificultar o deslocamento dos sistemas atmosféricos, os modificam, pelo menos localmente, tornando-os mais ativos ou mais fracos. Como o deslocamento da maioria dos sistemas meteorológicos no Hemisfério Sul ocorre de sudoeste para nordeste, principalmente as frentes frias, parte desses sistemas passa sobre as escarpas da Serra Geral tornando-se mais estável (MAURICI MONTEIRO, 2007).

Neste sentido Monteiro (1962, p. 38) afirma que: *“a distribuição das chuvas se ressentem muito mais dos fatores locais, mormente a orientação que as linhas do relevo assumem em face da propagação das correntes atmosféricas regionais”*

Na Fachada Atlântica Sul, a influência do relevo (Figura 18) na determinação da temperatura e pluviosidade é importante, devido às características de altitude e posição que apresenta. Uma das principais influências refere-se ao bloqueio da umidade, provocando as chuvas orográficas sobre toda a extensão da área de estudo.

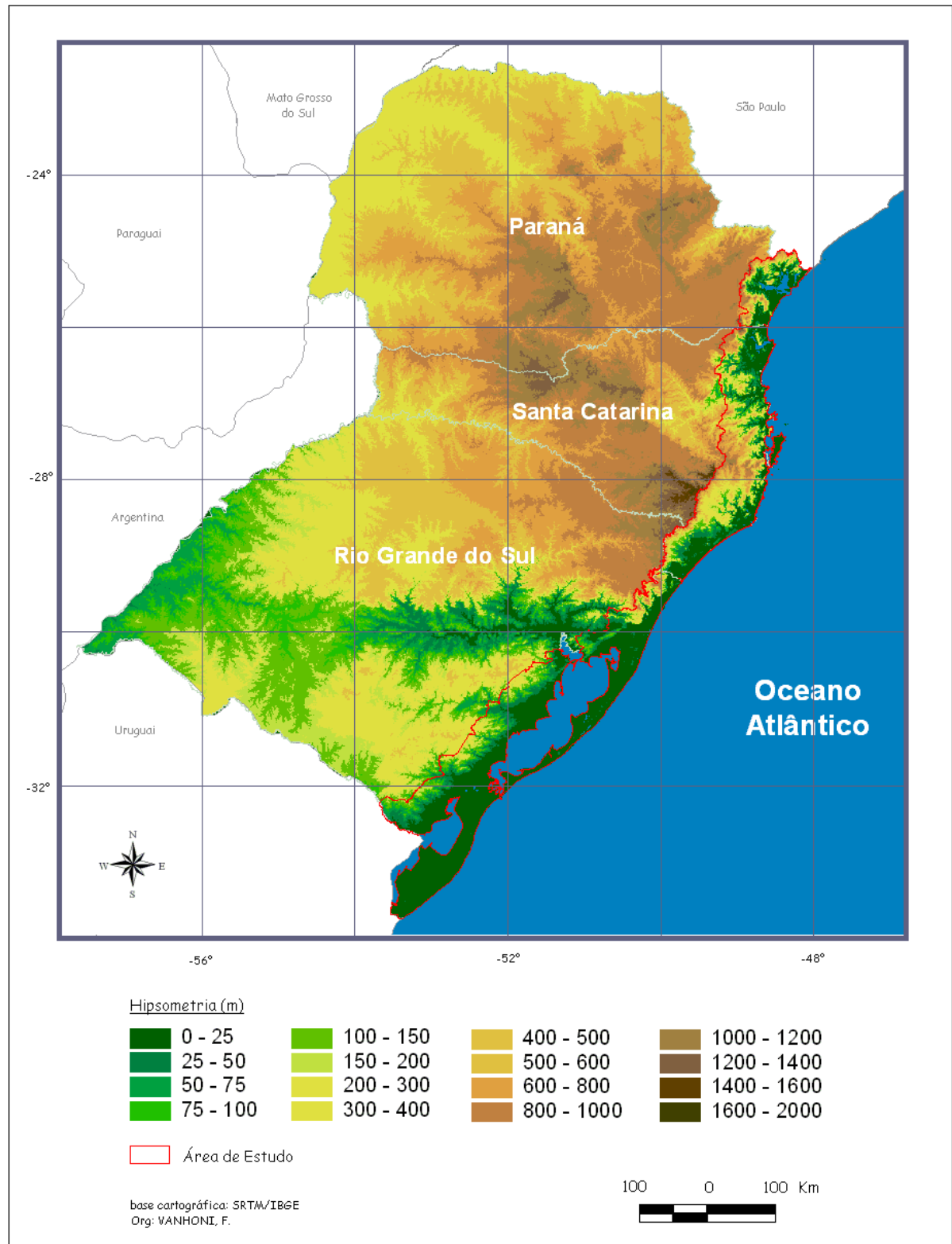


Figura 18: Região Sul do Brasil – Hipsometria

No que tange aos aspectos físicos, a Fachada Atlântico Sul apresenta distintas características. Do norte do Paraná até aproximadamente a cidade de Laguna em Santa Catarina, a zona costeira é estreita e marcada por baías e

enseadas, destacando-se as baías de Paranaguá/PR, Antonina/PR, Guaratuba/PR e São Francisco do Sul/SC. De Laguna em direção ao Rio Grande do Sul, há uma expansão da largura da planície costeira, apresentando-se de forma mais retilínea com extensas restingas associadas em grande parte a lagoas.

A zona costeira paranaense apresenta duas formações fisiográficas marcantes: a planície litorânea e as formações da Serra do Mar. Essas formações estão diretamente ou indiretamente influenciadas pelo oceano.

A planície litorânea do Paraná apresenta cerca de 10 a 20 km de largura, e atinge o máximo de 50 km na baía de Paranaguá. É constituída de formações arenosas, paludais terrestres, manguezais (paludais marinhos) e nas proximidades do complexo cristalino por terrenos de aluviões terrestres. A altitude em sua maior extensão varia de zero a 10 m sobre o nível do mar. Nos pontos mais interiores atinge 20 m de altitude. É bordada a leste pelo oceano e ao oeste pelo limite montanhoso do complexo cristalino, constituído pela Serra do Mar e suas ramificações (BIGARELLA, 2001).

As planícies litorâneas em Santa Catarina apresentam-se de forma estreita em alguns pontos e larga em outros, apresentando um litoral bastante entrecortado por reentrâncias e saliências, principalmente ao sul da foz do Itajaí-Açu.

O litoral do Rio Grande do Sul é constituído por planícies, caracterizando-se pela ausência de manguezais e por extenso cordão de lagunas/lagoas e áreas de banhados.

A Planície Costeira do Rio Grande do Sul desenvolve-se de forma contínua ao longo de toda a costa, desde a localidade de Torres, no extremo norte, até o Chuí, no extremo sul do Rio Grande do Sul. Compreende as amplas e extensas planícies, numa vasta superfície plana e alongada, com cerca de 622 Km, na direção geral nordeste-sudoeste, com variação norte-sul, alargando-se para sul, com grande ocorrência de lagunas e lagoas, entre as quais destacam-se a dos Patos e a Mirim (BRITTO, 2004).

Praticamente todo o litoral do Rio Grande do Sul apresenta altitudes de relevo modestas, com cotas inferiores a 500 metros. Por outro lado os estados de Santa Catarina e Paraná (Figura 19) apresentam relevo com cotas que ultrapassam os 1000 metros e com formas variadas.



Figura 19: Aspectos do relevo da Serra do Mar (Paraná)

A costa atlântica do planalto catarinense (setor norte) perde o caráter escarpado da Serra do Mar, desfazendo-se em blocos falhados na linha de costa, responsáveis por paleoilhas e ilhas engastadas e florestadas, como a de São Francisco do Sul. Trata-se do segundo trecho mais recortado de todo o litoral brasileiro, marcado pela alternância de enseadas e paleoilhas desvinculadas dos bordos planálticos (AB`SABER, 2005).

Outro fator geográfico relevante que influencia na determinação dos climas é a vegetação, levando em consideração a sua distribuição e característica.

A zona costeira brasileira abriga um mosaico de ecossistemas de alta relevância ambiental. Ao longo do litoral alternam-se mangues, restingas, campos de dunas e falésias, baías e estuários, recifes e corais, praias e costões, planícies intermarés e outros ambientes importantes do ponto de vista ecológico. Enfim, os espaços litorâneos possuem significativa riqueza em termos de recursos naturais e ambientais (CHAVES, 2005).

Para Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 47):

A vegetação também desempenha um papel regulador de umidade e de temperatura extremamente importante. Tomando-se as áreas florestadas como exemplo, observa-se que suas temperaturas serão inferiores às das áreas vizinhas com outro tipo de cobertura – como campo, por exemplo, uma vez que as copas, os troncos e os galhos das árvores atuam como barreiras à radiação solar direta, diminuindo a disponibilidade de energia para aquecer o ar.

As atuais zonas de paisagem a leste da testa da escarpa, ou da crista da serra marginal respectivamente, evidenciam a influência climática do oceano Atlântico, com a corrente brasileira quente, ostentando formas superficiais particulares e uma vegetação tropical-subtropical peculiar à zona litorânea. Entretanto, as zonas naturais que se estendem para oeste, afastadas do oceano, estão sob a influência de um clima mais moderado de altitudes, revelando vegetação e formas superficiais completamente diferentes (MAACK, 1981).

Na Fachada Atlântica Sul predomina as formações de Mata Atlântica, cuja distribuição apresenta-se de maneira diferenciada na região, principalmente devido à descaracterização promovida a partir da intensificação da ocupação urbana. Porém, destacam-se algumas áreas com expressiva cobertura vegetal: como é o caso de boa parte da Serra do Mar e da região de Guaraqueçaba, Morretes e Antonina no Paraná.

II.1.1 CARACTERÍSTICAS SÓCIOECONÔMICAS

O Sistema Climático é formado pela inter-relação dos fatores astronômicos (rotação, energia solar...), geográficos (latitude, distribuição das terras e das águas, relevo...) biogeográficos (distribuição e dinâmica dos biomas) e, dependendo da escala, socioeconômicos.

Segundo SANTOS (1999, p.51), *“compreende-se espaço como o resultado de relações históricas que não dissociam o meio natural e o artificial (produto das ações do social) ou o meio natural e o político (o território e suas normas)”*.

Sendo o Brasil um país de formação colonial, a ocupação de seu território ocorreu no sentido dos núcleos costeiros para o interior. Dessa maneira, suas primeiras áreas de adensamento populacional e suas primeiras cidades se localizaram na zona litorânea, exatamente nos pólos de difusão do povoamento. Tal estrutura condicionou uma concentração populacional na zona costeira, a qual perdura até a atualidade. Essa concentração ocorreu, todavia, de modo pontual e segmentado, ocasionando a existência de regiões de adensamento entremeadas de vastas áreas de ocupação rarefeita por toda a costa. (MMA, 2006).

“Podem-se acompanhar as relações e os comportamentos entre o homem e o litoral desde a Pré-História até a chegada dos colonizadores. Na zona costeira, sucederam-se personagens e comunidades (AB`SABER, 2005, p. 26)”.

Em relação à ocupação das regiões costeiras, Chaves (2005, p. 103) acrescenta que:

O Brasil possui aproximadamente 8,5 mil km de costa, onde se concentram cerca de 75% dos principais centros urbanos, dispostos ao longo do litoral, e cerca de 80% de sua população vivem a não mais de 200 km do mar. Tal concentração exerce forte pressão antrópica (relativa ao homem) na zona costeira caracterizada pelas atividades de lazer, pesca comercial e recreativa, maricultura, transporte marítimo, esportes aquáticos, uso dos terminais portuários, indústrias de pesca e turismo, entre muitas outras. Por tudo isso, a zona costeira se caracteriza pela complexidade de atividades que abriga e pela sensibilidade de seus ecossistemas, constituindo-se numa interface física e de transição funcional entre os ambientes terrestre e marinho.

Por um lado, são encontradas nessa região áreas onde coincidem intensa urbanização, atividades portuárias e industriais relevantes e exploração turística em larga escala (casos de metrópoles e centros regionais litorâneos, em grande parte localizadas em áreas estuarinas e baías, centros difusores dos primeiros movimentos de ocupação do Brasil, por constituírem, naturalmente, áreas abrigadas). Por outro lado, esses espaços são permeados por áreas de baixa densidade de ocupação e ocorrência de ecossistemas de grande significado ambiental, que, no entanto, vêm sendo objeto de acelerado processo de ocupação, demandando ações preventivas, de direcionamento das tendências associadas à dinâmica econômica emergente (a exemplo do turismo e da segunda residência) e o reflexo desse processo na utilização dos espaços e no aproveitamento dos respectivos recursos (CHAVES, 2005).

A Fachada Atlântica Sul do Brasil apresenta aspectos importantes em relação aos elementos socioeconômicos. Corresponde a uma região com pontos densamente ocupados, com grande importância econômica pela exploração pesqueira e movimentação de mercadorias pelos seus portos.

A região abrange 163 municípios, sendo 7 (sete) no estado do Paraná, 105 (cento e cinco) em Santa Catarina e 51 (cinquenta e um) no Rio Grande do Sul. Segundo os dados do IBGE (2007), cerca de 5,2 milhões de pessoas vivem dentro da área de estudo, com destaque para os municípios de Paranaguá/PR com aproximadamente 135 mil habitantes, Joinville/SC com 490 mil, Florianópolis/SC próximo a 400 mil e Pelotas com 340 mil habitantes. Devido à maior área em (km²), a maioria da população concentra-se em Santa Catarina, com aproximadamente 3,5

milhões de habitantes, seguida pelo Rio Grande do Sul com pouco mais de 1,4 milhões e do Paraná com aproximadamente 250 mil.

Além disso, a Fachada Atlântica Sul do Brasil é uma região economicamente importante dentro do contexto nacional. Destacam-se os portos de Paranaguá/PR, Itajaí/SC, São Francisco do Sul/SC e Rio Grande/RS, importantes na movimentação de cargas, principalmente no escoamento das safras agrícolas e mercadorias em geral dos Estados do Sul e outros.

Por se tratar de uma região litorânea, o turismo é bem representativo dentro do contexto econômico. Principal pólo turístico da região, estima-se que em 2008 o Estado de Santa Catarina recebeu mais de 4 milhões de turistas, sendo que o destino da maioria foi as cidades litorâneas.

No litoral, as áreas de baixa densidade demográfica foram alvos de um velocíssimo processo de ocupação, ao longo das três últimas décadas, que teve como vetores básicos: a urbanização, o turismo, e a industrialização. Todos os entornos imediatos das grandes cidades e das áreas de adensamento conheceram, desde os anos sessenta, o avanço de frentes de ocupação de uma magnitude e rapidez consideráveis (MMA, 1996).

II.2 DINÂMICA ATMOSFÉRICA: ASPECTOS DA FACHADA ATLÂNTICA

Na Fachada Atlântica Sul do Brasil, predomina a atuação da MPa (principalmente no inverno) e da MTa (predominando no verão). Ressalta-se segundo Monteiro (1962, p. 31) que:

A participação dos sistemas atmosféricos na formação dos tipos climáticos do Brasil Meridional foi investigada por vários estudiosos e, a maioria deles concluiu ser o MTa o de maior participação em tal formação. Entretanto, o MPa exerce também forte influência na determinação climática da área pois, “o mecanismo de circulação bem como o encadeamento da sucessão dos estados atmosféricos é regulada pelo dinamismo da Frente Polar Atlântica, resultante do choque entre os sistemas inter e extra-tropicais”.

Além da atuação das massas de ar, que apresentam diferentes intensidades de atuação ao longo do ano sobre a área de estudo, um dos principais aspectos da dinâmica atmosférica da Fachada Atlântica Sul refere-se aos sistemas frontais.

As frentes frias que percorrem o litoral da América do Sul são, tipicamente, configuradas na direção noroeste-sudeste e apresentam uma trajetória de sudoeste para nordeste (RODRIGUES et. al., 2004).

“No avanço da FPa, o contraste térmico (continente-oceano) do litoral, bem como o sistema orográfico, tem decidida influência. Como a canalização do ar frio é mais facilitada no corredor de planícies interiores do que na borda litorânea do Planalto Brasileiro, a disposição do eixo da FPa é geralmente orientada WNW-ESSE”. (MONTEIRO, 1963, p. 129).

Como forma de analisar a dinâmica dos Sistemas Frontais na área de estudo, foram analisados os dados mensais no período entre 1996 a 2006 da Revista Climanálise - Boletim de Monitoramento e Análise Climática da seção - Aspectos Climáticos e Sinótico no Brasil - INPE/CPTEC, subitem 2.6.2 - Sistemas Frontais e Frontogênese.

Entre as estações meteorológicas localizadas na Fachada Atlântica Sul do Brasil, observa-se uma significativa variação da média mensal de passagens de sistemas frontais (figura 20).

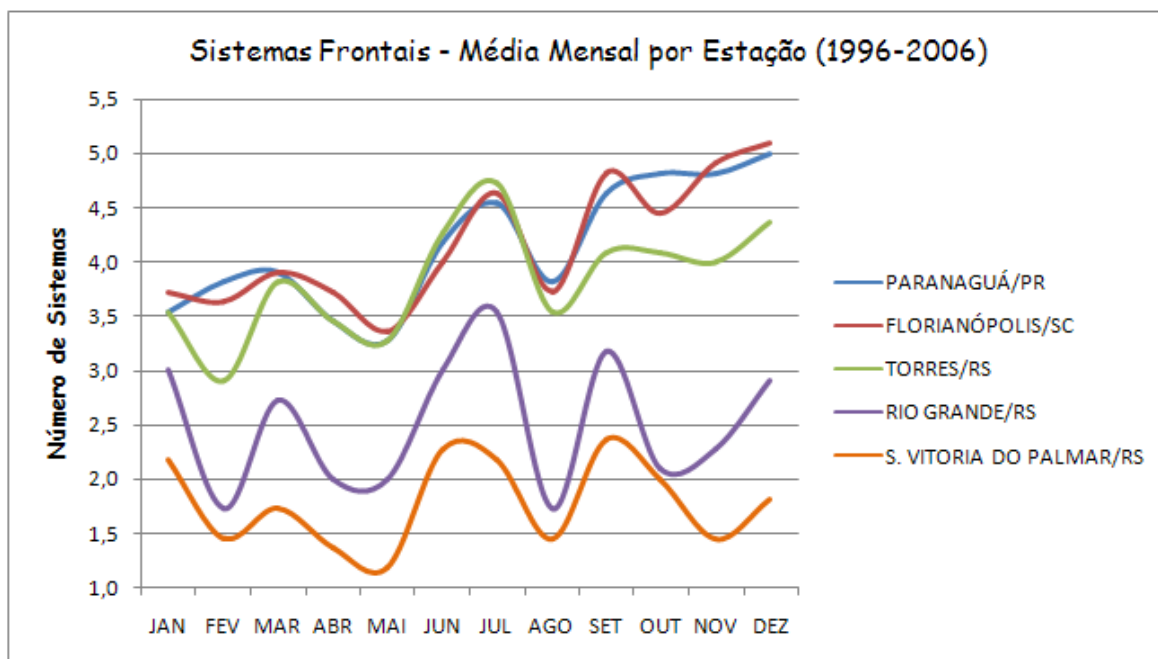


Figura 20: Fachada Atlântica Sul do Brasil: Passagem de Sistemas Frontais – Média Mensal por Estação (1996-2006) – Org. VANHONI, F.

Analisando a (Figura 20) num contexto geral, tem-se: Santa Vitória do Palmar/RS, localizada na porção mais ao sul da área de estudo, apresenta a menor média de passagens frontais, sendo que o mês mais significativo é Setembro com 2,4 e a menor é representada pelo mês de maio com 1,2 passagens na média. Com aspectos parecidos, porém com maiores médias, em Rio Grande/RS o mês que se destaca é julho com média de 3,5 passagens de sistemas frontais, sendo que os meses de fevereiro e agosto é que apresentam menores médias. Em Torres/RS destacam-se os meses de dezembro e julho com 4,4 e 4,7 na média respectivamente. Em Florianópolis/SC e Paranaguá/PR, a maior média é registrada no mês de dezembro com 5,1 e 5,0 passagens respectivamente, sendo que o menor índice ocorre no mês de maio com 3,4 e 3,3. Nas estações de Santa Vitória do Palmar/RS, Rio Grande/RS e Torres/RS, a maior média acontece nos meses de junho, julho e setembro. Em Florianópolis/SC e Paranaguá/PR, as maiores médias acontecem nos meses de novembro e dezembro.

Nota-se que existe uma significativa flutuação na média entre os meses. Este fato pode estar relacionado com a sazonalidade sendo que, por exemplo, a diminuição do mês de agosto e aumento em setembro, podem refletir a mudança da estação do ano (inverno/primavera). Observa-se que a cada mudança de estação do ano tem-se uma maior frequência das frentes.

As diferenças na média entre as estações estão relacionadas com a localização das cidades em relação às regiões de formação das frentes. Por exemplo, o baixo índice de Santa Vitória do Palmar/RS e Rio Grande/RS está relacionado ao fato de que existe uma área de formação de frentes (frontogênicas) localizada entre o Rio Grande do Sul e Argentina onde diversas vezes, formam-se frentes ao norte de Santa Vitória do Palmar/RS e de Rio Grande/RS.

O aumento significativo na média das passagens frontais a partir de agosto em Torres/RS, Florianópolis/SC e Paranaguá/PR ocorre, entre outros fatores, devido ao aumento da temperatura a partir deste mês nas regiões Sul e Sudeste até a primavera, ocasionando contrastes térmicos favorecendo o aumento de sistemas frontais na região do Chaco (Argentina, Paraguai e Sul do Brasil).

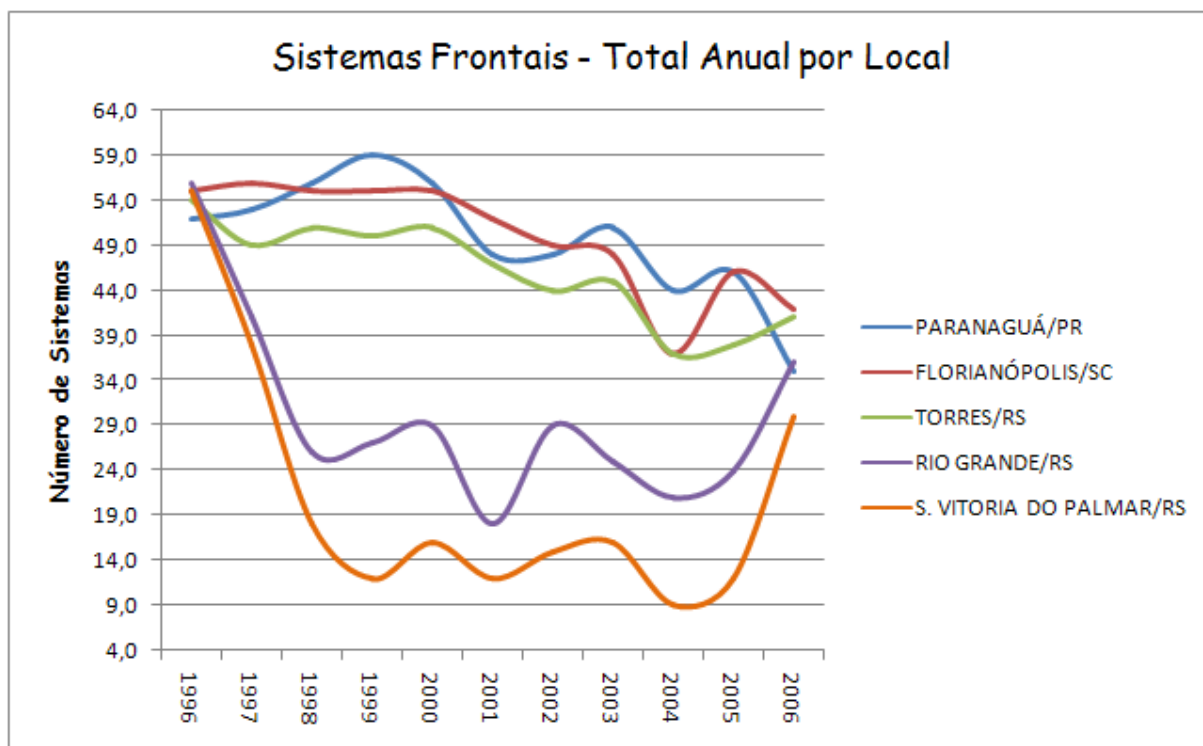


Figura 21: Sistemas Frontais – total anual por local – Org.:VANHONI, F.

Em relação ao total anual (Figura 21), as estações de Santa Vitória do Palmar e Rio Grande, ambas localizadas no Estado do Rio Grande do Sul, apresentam totais que variaram significativamente dentro do período (1996-2006), sendo que nos anos de 1996 e 1997 apresentaram valores significativos seguidos por uma diminuição que permaneceu com pouca variação entre 1998 a 2004 exceto no ano de 2001, seguido por um aumento do total nos últimos anos. As estações de

Torres/RS, Florianópolis e Paranaguá/PR apresentam dinâmica semelhante com visível diminuição do total nos últimos anos, contrapondo aos resultados das estações de Santa Vitória do Palmar/RS e Rio Grande/RS que apresentam aumento do total no mesmo período.

II.3 OS CLIMAS DA FACHADA ATLÂNTICA SUL DO BRASIL

No Globo, presencia-se uma grande diversidade climática determinada por diferentes elementos. No Brasil, consideram-se como fatores mais influentes na diversificação climática segundo o IBGE (1997) apud MENDONÇA (2001, p. 85):

- a extensão territorial (em latitude e longitude);
- a configuração geográfica, manifestada na disposição triangular do território e cuja maior extensão dispõe-se nas proximidades da Linha do Equador afunilando-se em direção sul;
- a maritimidade/continentalidade, cujo litoral tem uma extensão de cerca de 8.000 km enquanto o território brasileiro apresenta uma área de cerca de 8.511 milhões de Km²;
- a altitude, expressa em cotas relativamente baixas e cujos pontos extremos atingem somente os cerca de 3.000 m;
- o relevo, notadamente a distribuição dos grandes compartimentos de serras, planaltos e planícies que formam verdadeiros corredores naturais para o desenvolvimento dos sistemas atmosféricos em grandes extensões; e
- a dinâmica das massas de ar, sendo que as que interferem mais diretamente no Brasil são a equatorial (Continental e Atlântica), a Tropical (Atlântica e Continental) e a Polar Atlântica.

Devido a sua grande área territorial, o clima brasileiro e seus elementos apresentam importante e marcante diversidade. Exemplo disso é o extenso litoral brasileiro, localizado ao longo das zonas intertropical e subtropical, que segundo Ab`Saber (2005, p. 17):

A faixa costeira do Brasil atlântico exibe um vasto painel de tropicalidade marcada pela ocorrência exclusiva de praias arenosas, sendo a maior parte integrada aos ambientes quentes e úmidos que dominam o território. Fogem apenas dessa regra a semi-aridez que chega ao mar no Rio Grande do Norte e Ceará e, ao sul, o litoral gaúcho e pró-parte catarinense, onde a média das temperaturas anuais determina climas subtropicais de transição

para ambientes temperados quentes, açoiados no inverno pela incursão da Massa Polar Atlântica, por meio do tradicional vento minuano. No vasto cinturão intertropical do planeta, o Brasil é, portanto, o país que possui a mais longa e típica costa tropicalizada do mundo.

No planeta, existem muitas e variadas regiões litorâneas, que a partir da localização geográfica e dos fatores condicionantes da atmosfera, apresentam diferentes características climáticas que estabelecem padrões e possibilitam classificar os tipos de clima.

Para a Fachada Atlântica Sul do Brasil, a classificação do IBGE (1998) ressalta distintas características, a saber: no litoral do Rio Grande do Sul e nas regiões mais elevadas do litoral de Santa Catarina e Paraná, predomina o tipo climático mesotérmico brando, super-úmido sem seca. Na planície costeira catarinense e paranaense destaca-se o clima subquente, superúmido sem seca com temperatura média entre 15 e 18° em pelo menos 1 mês.

Segundo a classificação de Koppen, a Fachada Atlântica sul encontra-se sob o domínio dos climas Cfa e Cfb, sendo que nas planícies e regiões mais baixas é atribuído o tipo Cfa, e nas mais altas o Cfb.

→ **Cfb**: Clima temperado, com verão ameno. Chuvas uniformemente distribuídas, sem estação seca e a temperatura média do mês mais quente não chega a 22°C. Precipitação de 1.100 a 2.000 mm. Geadas severas e freqüentes, num período médio de ocorrência de dez a 25 dias anualmente;

→ **Cfa**: Clima Subtropical Úmido (Mesotérmico), com média do mês mais quente superior a 22°C e no mês mais frio inferior a 18°C, sem estação seca definida, verão quente e geadas menos freqüentes;

Segundo a classificação de Mendonça e Danni-Oliveira, a Fachada Atlântica Sul do Brasil apresenta clima subtropical úmido.

Em todas as localidades dentro dos subtipos do clima subtropical úmido, observa-se uma considerável sazonalidade da temperatura, sendo o verão marcadamente de quente a fresco, e o inverno de fresco a frio. A pluviosidade, todavia, apresenta-se bem distribuída durante o ano todo, mesmo que algumas diferenças possam ser observadas intradomínio climático (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A Fachada Atlântica Sul do Brasil devido a sua localização abaixo do trópico de Capricórnio, está representada nas classificações climáticas como uma área de

clima subtropical. Porém nota-se que nas latitudes mais baixas, principalmente na porção da área de estudo localizada no Estado do Paraná, existem características típicas das regiões tropicais como pode ser observado na (Figura 22) da distribuição média da pluviosidade. Isso significa que esta área compreende uma faixa de transição entre as características climáticas tropicais e subtropicais.



Figura 22: Fachada Atlântica Sul do Brasil: Pluviosidade Média Mensal

Na (figura 22), a partir dos dados pluviométricos mensais nota-se que a área de estudo apresenta características que se diferenciam à medida que varia a latitude sendo que na porção localizada no Estado do Paraná, a dinâmica pluviométrica apresenta uma variação característica das regiões tropicais (sudeste do Brasil) com marcante distribuição ao longo do ano ficando evidente a sazonalidade. Por outro lado, na medida em que aumenta a latitude, a área de estudo apresenta características pluviométricas típicas das regiões subtropicais, com pouca variação das chuvas ao longo do ano, porém sem apresentar um período seco.

II.4 A PARTICIPAÇÃO DO EL NIÑO E DO LA NIÑA NO CLIMA DA FACHADA ATLÂNTICA SUL DO BRASIL

A dinâmica atmosférica associada aos diversos sistemas que ocorrem no Sul do Brasil pode ser modificada quando há interferências de fenômenos como o El Niño, a La Niña e os bloqueios atmosféricos.

Tanto o El Niño como o La Niña podem ocasionar eventos extremos em diferentes partes do globo. Em relação ao Sul do Brasil e mais especificamente a Fachada Atlântica Sul, os inúmeros trabalhos científicos que estudam o tema apontam uma maior influência e impacto na dinâmica climática regional quando da atuação do El Niño.

Em anos de El Niño, o jato subtropical (Figura 23) torna-se mais intenso que o normal devido ao aumento do gradiente térmico entre o Equador e os Pólos. O fortalecimento desses jatos gera bloqueios nos sistemas frontais, tornando-os estacionários principalmente sobre a Região Sul do Brasil.

Tais bloqueios causam intensa cobertura de nuvens, valores elevados de umidade no ar e temperaturas altas. Além de alterar o comportamento desses parâmetros meteorológicos, os bloqueios favorecem o aumento da precipitação na primavera do ano de início e no inverno do ano seguinte do El Niño (GRIMM et al., 1998).

Em anos de La Niña normalmente chove abaixo da média climatológica na Região Sul do Brasil. A tendência na redução da precipitação pode estar associada à rápida passagem das frentes frias e a bloqueios atmosféricos em que as frentes ficam estacionárias sobre o Uruguai e sul do Rio Grande do Sul (MAURICI MONTEIRO, 2007).

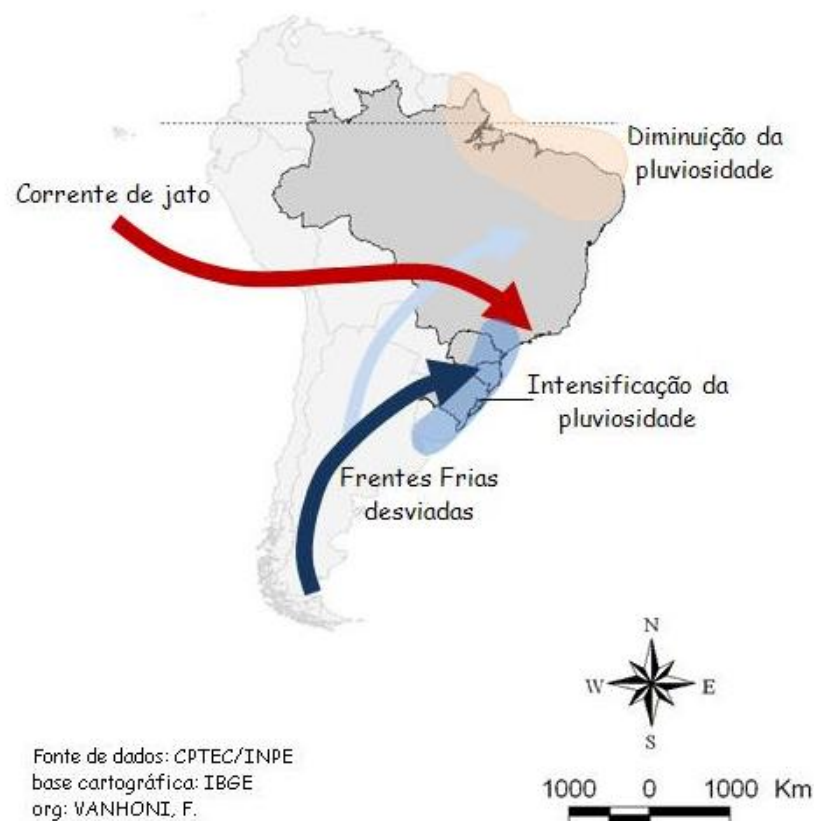


Figura 23: Dinâmica da atuação do El Niño

Na Fachada Atlântica Sul do Brasil, as adversidades associadas aos eventos extremos estão principalmente relacionadas ao aumento do total pluviométrico que acarretam episódios constantes de enchentes, enxurradas e deslizamentos.

Grimm et al. (1998) mostraram que existe uma relação consistente entre anomalias de precipitação na Região Sul do Brasil e eventos El Niño e La Niña, sendo que, no ano seguinte a eventos quentes do ENOS as anomalias de precipitação podem ser influenciadas pela TSM no sudeste do Oceano Atlântico.

A participação do El Niño na dinâmica atmosférica da América do Sul é bastante representativa. A análise da circulação atmosférica de superfície em condições normais, revela o avanço das massas polares (MPp – Massa Polar Pacífica e MPa – Massa Polar Atlântica) em direção norte. A ação do El Niño, no nível sul-americano, inibe este avanço e provoca o recuo das massas frias, ao mesmo tempo em que contribui para o deslocamento de massas quentes em direção sul (MENDONÇA, 1997).

3. A TEMPERATURA DO AR NA FACHADA ATLÂNTICA SUL DO BRASIL

III.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO CAMPO TÉRMICO DA FACHADA ATLÂNTICA SUL

Sendo o clima muito dinâmico, torna-se necessária a observação de seus principais elementos, como a temperatura e a pluviosidade, por um longo período de tempo, para se verificar se as variações de seu comportamento são realmente permanentes, ou são fatores de mudança climática (SANT'ANNA NETO & ZAVATINI, 2000 apud BALDO, 2006, p. 1).

Neste capítulo, será analisada a variabilidade temporal e espacial da temperatura dentro de uma abordagem anual, mensal e sazonal, sendo esta última dividida em:

- **primavera** – SON (setembro-outubro-novembro)
- **verão** – DJF (dezembro-janeiro-fevereiro)
- **outono** – MAM (março-abril-maio)
- **inverno** – JJA (junho-julho-agosto).

Existem vários fatores que de um modo geral influenciam na distribuição da temperatura na superfície da Terra, como a quantidade de insolação recebida, as características da superfície, a distância a partir dos corpos hídricos, o relevo, a origem dos ventos e correntes oceânicas, as massas de ar.

Valores de temperatura, obtidos em diferentes locais segundo Varejão-Silva (2001, p. 81)

Podem ser plotados sobre uma carta geográfica da região em que se localizam. Caso exista um número suficiente de locais com dados, é possível interpolar linhas que unam pontos com igual valor da temperatura, chamadas isotermas. O mesmo pode ser feito quando se dispõe de muitos dados coletados em diferentes perfis (na atmosfera, no solo, no oceano, etc.) e se deseja conhecer como se distribui a temperatura em uma determinada secção vertical.

A variação temporal da temperatura do ar de determinado lugar é decorrente de dois aspectos principais segundo Mendonça & Danni-Oliveira (2007, p. 50):

- acompanha as trajetórias diárias e anual aparentes do Sol, que definem a quantidade de energia disponível no Sistema Superfície-Atmosfera para ser utilizada em seu aquecimento, de acordo com as interações das feições geográficas locais e com a dinâmica de atuação dos sistemas atmosféricos (variações diárias e anuais da temperatura, respectivamente);

- resulta das variações interanuais de temperatura, expressas pelos parâmetros de tendência e de oscilações térmicas.

Na análise da temperatura da Fachada Atlântica Sul do Brasil foram plotados mapas e gráficos (Figuras 24 e 25) com os valores de temperatura Média do ar anual, sazonal e mensal registrado dentro do período estabelecido no estudo. Para melhor compreensão os dados serão analisados através das médias para Fachada Atlântica Sul e para a divisão desta pelos Estados (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul).

Observando-se os gráficos das (Figuras 24 e 25), nota-se que as temperaturas médias mais elevadas da Fachada Atlântica Sul do Brasil ocorrem nos meses de verão, com destaque para o mês de fevereiro. O período de menores temperaturas é representado pelos meses de junho, julho e agosto, sendo que o mês de julho é o que apresenta a menor média. No inverno é que se identificam as menores médias, devido aos fatores climáticos dinâmicos que atuam sobre a região neste período como a Frente Polar Atlântica (FPa) e a Massa Polar Atlântica (MPa).

As menores médias mensais foram registradas em Santa Vitória do Palmar/RS, sendo 12,9°C de temperatura mínima, 16,8°C de temperatura média e 21,9°C de temperatura máxima; as maiores médias de temperatura mínima e média foram registradas em Paranaguá/PR, respectivamente de 18,2°C e 21,3°C. Em relação à temperatura máxima, a maior média foi registrada em Antonina/PR com 26,6°C.

No verão, outono, inverno e primavera as maiores médias de temperatura mínima e média acontecem também em Paranaguá/PR. Em relação à média da temperatura máxima, os maiores valores são encontrados na estação de Antonina/PR. As menores médias são registradas em Santa Vitória do Palmar/RS,

exceto em relação à média da temperatura máxima onde a estação de Torres/RS é a que registra a menor média.

Para o mês mais quente (fevereiro), a média da temperatura mínima para toda a área é de 20,4 °C, sendo que no Paraná é de 21,3°C, em Santa Catarina 20,7°C e 19,8°C no Rio Grande do Sul. A média da temperatura média do mês de fevereiro é de 24,2°C, sendo que no Paraná é de 24,9°C, em Santa Catarina 24,6°C e 23,7°C no Rio Grande do Sul. A média da temperatura máxima para este mês é de 29,2°C para a Fachada Atlântica Sul, sendo 30,4°C no Paraná, 29,7°C em Santa Catarina e 28,2°C no Rio Grande do Sul.

No mês mais frio (julho), a média da temperatura mínima é de 10,7°C, sendo 13,1°C no Paraná, em Santa Catarina 11,0°C e 9,2°C no Rio Grande do Sul. A média da temperatura média do mês de julho é de 14,7°C, sendo que no Paraná é de 16,7°C, em Santa Catarina 15,3°C e 13,2°C no Rio Grande do Sul. A média da temperatura máxima para este mês é de 20,0°C para a Fachada Atlântica Sul, sendo 22,5°C no Paraná, 21,3°C em Santa Catarina e 18,0°C no Rio Grande do Sul.

A média da temperatura mínima anual é de 15,7°C, sendo que analisando separadamente cada Estado temos no Paraná uma média de 17,4°C, em Santa Catarina 16,1°C e 14,6°C no Rio Grande do Sul. A média da temperatura média anual é de 19,7°C na Fachada Atlântica Sul, sendo 21,0°C no Paraná, 20,2°C em Santa Catarina e 18,7°C no Rio Grande do Sul. A média da temperatura máxima é de 24,7°C, sendo que a maior média levando-se em consideração os Estados é no Paraná com 26,3°C e a menor no Rio Grande do Sul com 23,3°C, sendo que em Santa Catarina a média é de 25,5°C.

A média da temperatura mínima no verão para a Fachada Atlântica Sul é de 19,8°C, 16,5°C no outono, 11,2°C no inverno e 15,2°C na primavera. A média da temperatura média no verão, outono, inverno e primavera respectivamente são de 23,8°C, 20,5°C, 15,2°C e 19,1°C. A média da temperatura máxima é de 28,7°C no verão, 25,6°C no outono, 20,5°C no inverno e na primavera 23,8°C.

Levando em consideração apenas os dados do Paraná, esta região apresenta temperatura média (mínima, média e máxima) acima da média da Fachada Atlântica Sul, que apresenta média próxima as registradas em Santa Catarina e maiores do que as observadas no Rio Grande do Sul.

A maior umidade no verão diminui a amplitude dos valores médios de temperatura, sendo que no inverno, ocorre uma maior amplitude apesar da diminuição significativa das temperaturas. Isso é verificado pela proximidade e afastamento das linhas dos gráficos.

A variação térmica na área de estudo reflete, em geral, o efeito da latitude. Em todos os casos há uma queda térmica com o aumento da latitude, independente dos demais fatores, sendo que efeitos locais podem alterar esta característica.

Para entender melhor a variabilidade da temperatura na Fachada Atlântica Sul do Brasil, foram feitos mapas a partir do cruzamento dos principais elementos determinantes da temperatura (distância do oceano, relevo, latitude e dados mensuráveis).

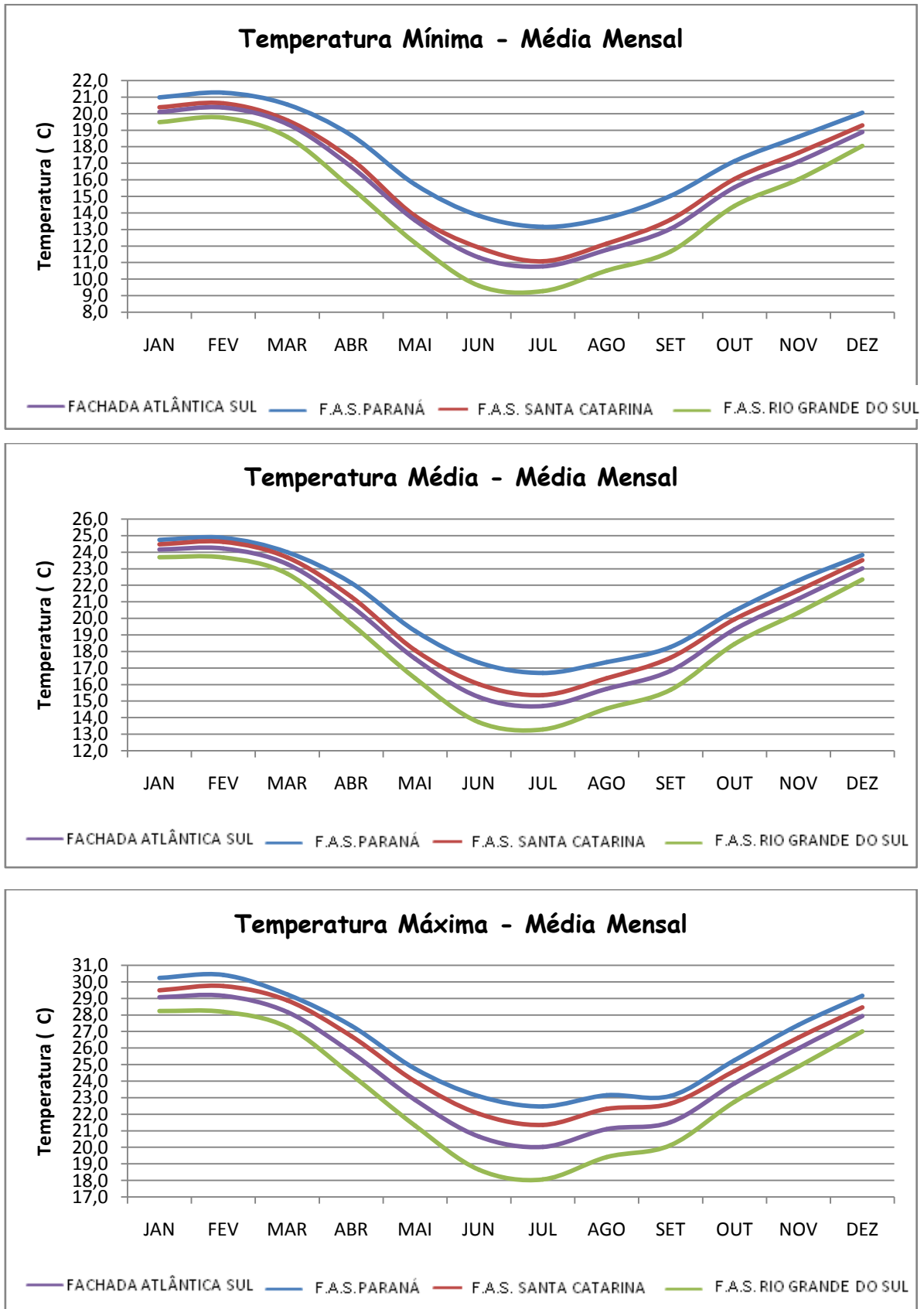


Figura 24: Fachada Atlântica Sul do Brasil - Temperatura Mínima, Média e Máxima Mensal (1977-2006) - org.: VANHONI, F.

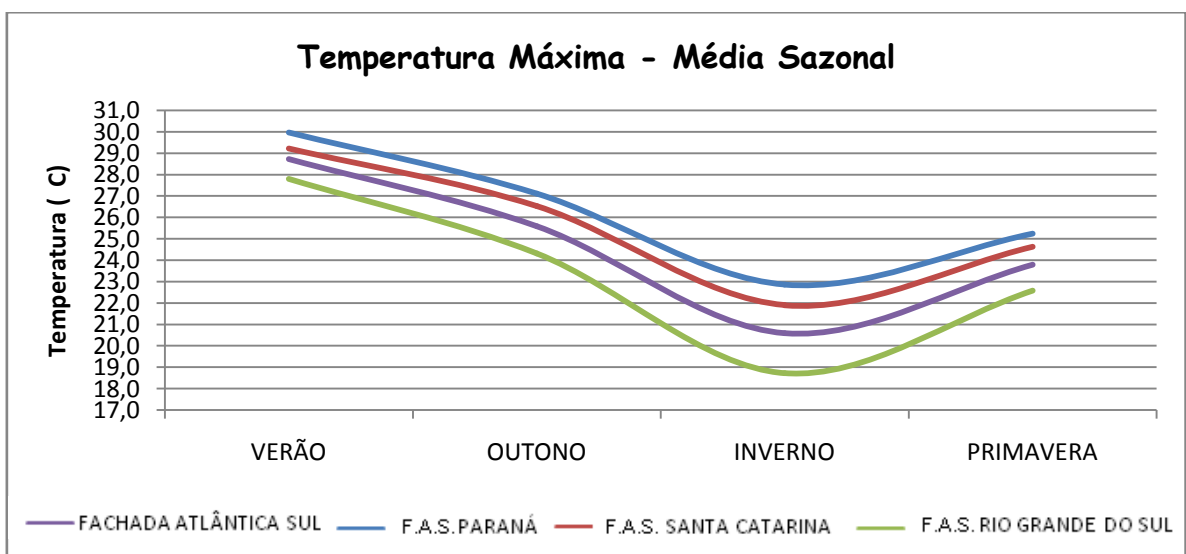
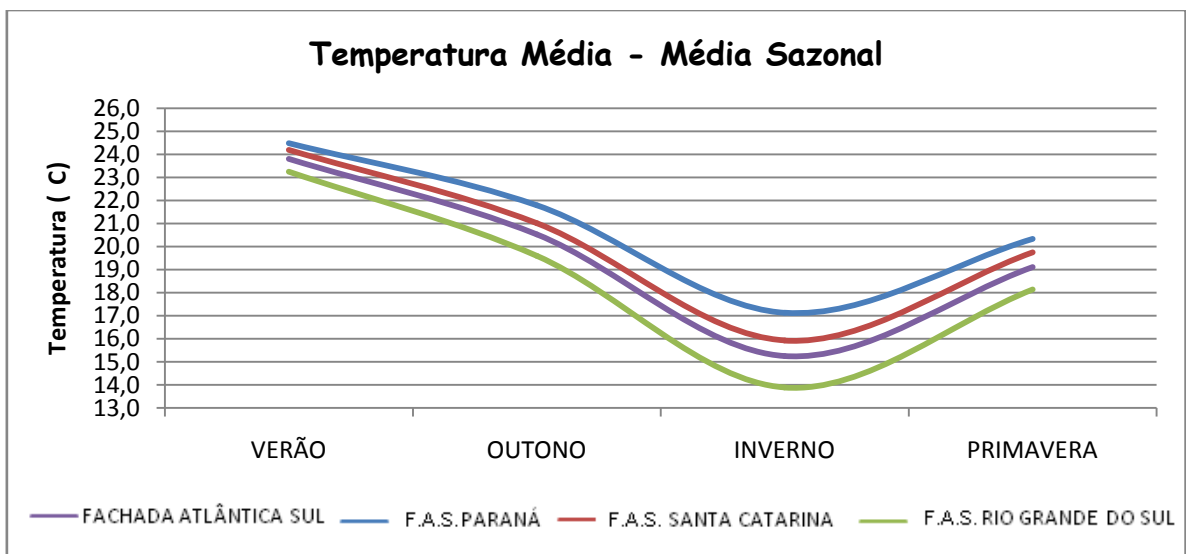
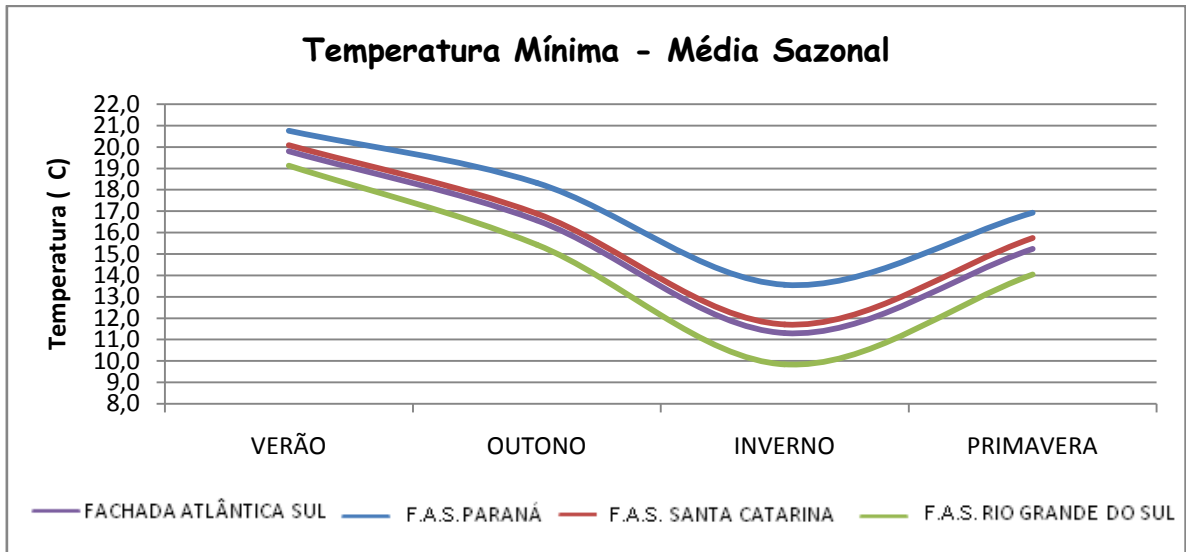


Figura 25: Fachada Atlântica Sul do Brasil - Temperatura Mínima, Média e Máxima Sazonal (1977-2006) - org: VANHONI, F.

Em relação à Temperatura Média (Figuras 26 e 29), a maioria dos valores médios varia entre 13° e 22°C, sendo as menores médias encontradas nas áreas montanhosas do Paraná e Santa Catarina, bem como no extremo Sul. As maiores médias foram estabelecidas nas planícies, com destaque para a porção da área de estudo localizada no Estado do Paraná. A temperatura Mínima (Figuras 27 e 30) não apresentou grandes variações no espaço ficando os seus valores principalmente entre 11° e 18°C. Os menores valores foram encontrados nas maiores altitudes e em grande parte da planície costeira do Estado do Rio Grande do Sul.

A média das temperaturas máximas (Figura 28 e 31) apresentou significativa variação, sendo que os valores encontrados ficaram entre 18° e 29°C. Destacam-se as menores médias principalmente nas Serras do Paraná e Santa Catarina, sendo que os maiores valores ficaram restritos às planícies, com destaque para a região próxima à Serra do Mar do Estado do Paraná.

Nota-se a grande influência do relevo na determinação das médias das temperaturas. Devido às altas altitudes que chegam a ultrapassar os 1.800 m na Serra do Mar paranaense, as regiões mais elevadas apresentam diferenças significativas nos valores médios comparados com as regiões mais baixas.

À medida que aumenta a altitude, os valores de temperatura diminuem, atingindo extremos da ordem de 8°C no inverno.

Embora exista uma redução da atuação e intensidade da massa polar no verão, notam-se ainda temperaturas baixas influenciadas pelas passagens frontais neste período.

Nas estações outono e primavera, existe atuação das massas de ar polares e tropicais, sendo as primeiras mais atuantes no outono e as tropicais na primavera. Essa dinâmica do outono e primavera faz com que ocorram mudanças graduais na temperatura, ou seja, não há uma queda acentuada entre valores de temperatura, mas uma mudança gradativa como pode ser constatado nas temperaturas médias mensais.

No domínio das massas tropicais, as temperaturas são mais elevadas, refletindo nos altos valores médios para dezembro, janeiro, fevereiro e março. Isso significa que as massas tropicais dominam as condições de tempo em um período que extrapola o verão (22 de dezembro a 23 de março), embora sejam mais intensas em janeiro e fevereiro. Entre abril e junho, as temperaturas diminuem

significativamente. Esse declínio é resultante da invasão das massas de ar frio, que se tornam gradativamente mais intensas à medida que se aproxima o inverno. Entre junho e julho a variação de temperatura é pequena, mesmo assim, julho é o mês mais frio em decorrência de massas polares mais vigorosas sobre o Sul do Brasil. Em agosto, as temperaturas médias mensais se elevam gradativamente, sendo que (observando a (Figura 24) dos gráficos de temperatura média mensal) a linha da elevação ocorre de maneira mais “suave” em relação à linha de queda de temperatura no outono (março, abril e maio).

A justificativa para este fato pode estar na maior quantidade de nuvens na primavera em relação ao outono já que as massas de ar frio diminuem de intensidade à medida que a primavera avança (MAURICI MONTEIRO, 2007).

Mesmo assim, existe uma gradação nítida entre as quatro estações do ano, conforme já assinalava Monteiro (1968). Pois a variável latitude relaciona-se diretamente com a distribuição de energia na Terra, devido à diferença de aporte térmico do equador aos pólos, observa-se sua influência direta sobre a temperatura do ar.

Os maiores aquecimentos (média das máximas) encontram-se relacionados às superfícies mais baixas. Nota-se, entretanto, a variação de valores, que se produz em função da posição dessas em face das grandes correntes de aquecimento.

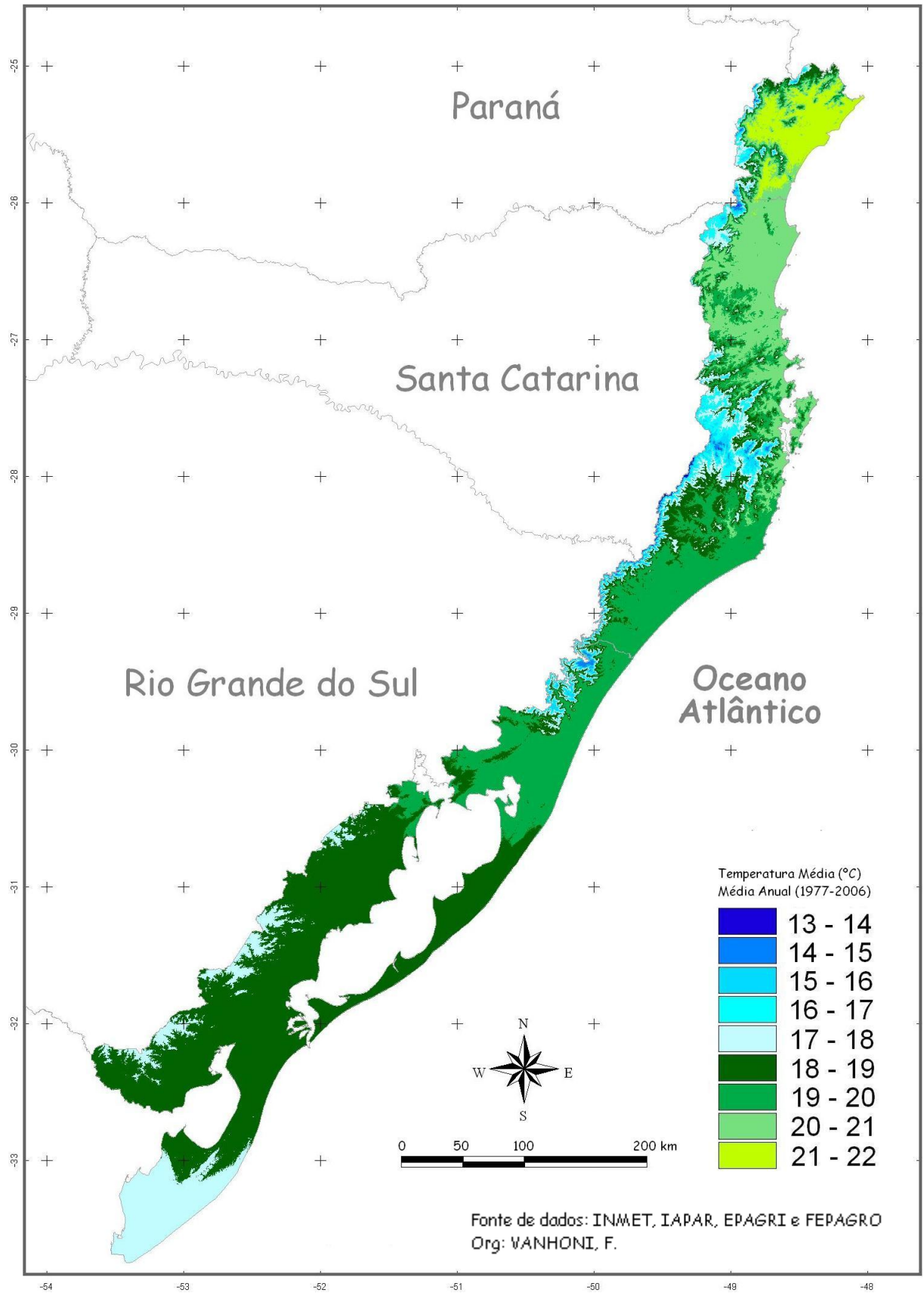


Figura 26: Fachada Atlântica Sul do Brasil - Temperatura Média (Média anual -1977/2006)

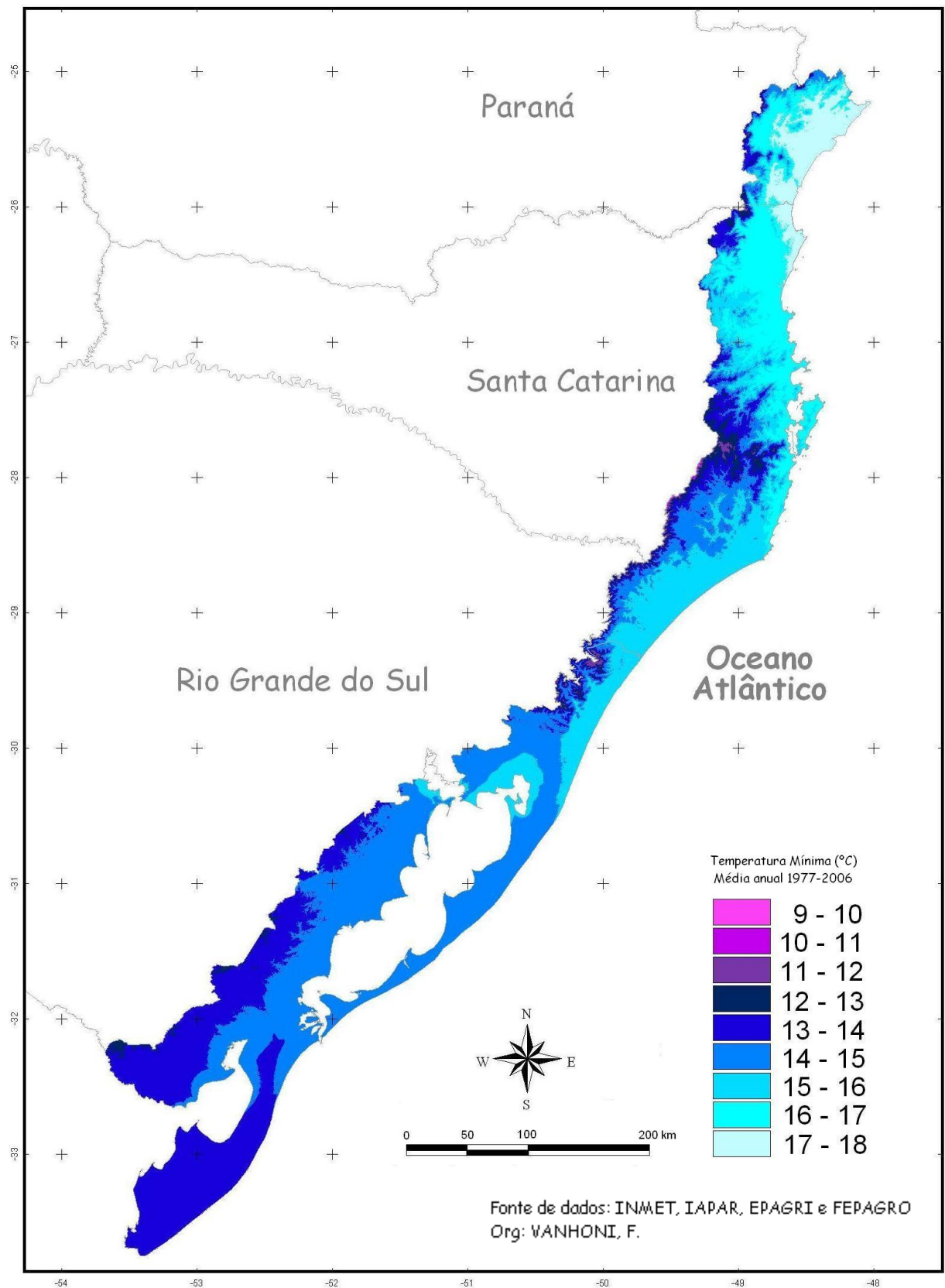


Figura 27: Fachada Atlântica Sul do Brasil – Temperatura Mínima (Média anual –1977/2006)

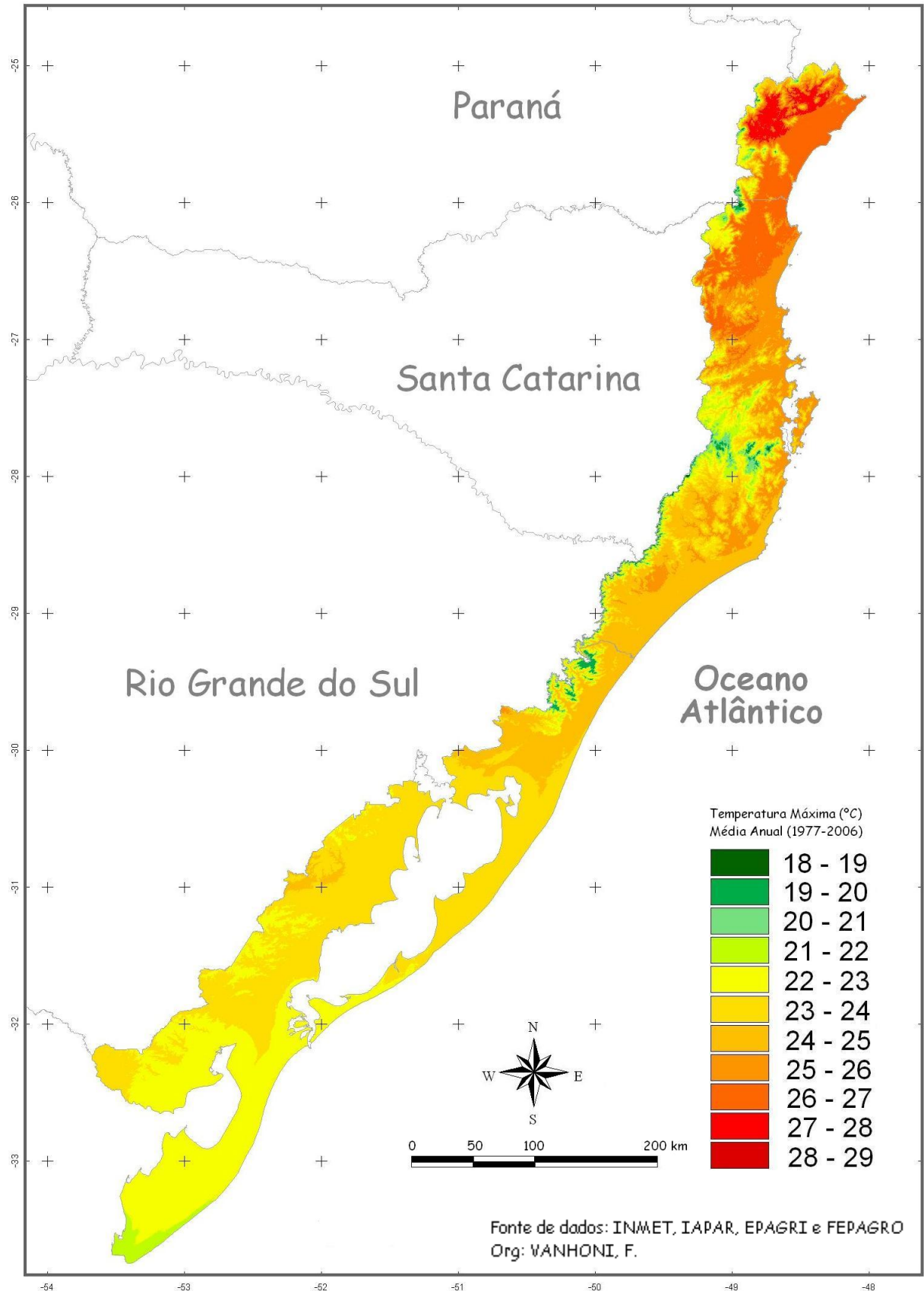


Figura 28: Fachada Atlântica Sul do Brasil– Temperatura Máxima- Média anual (1977-2006)

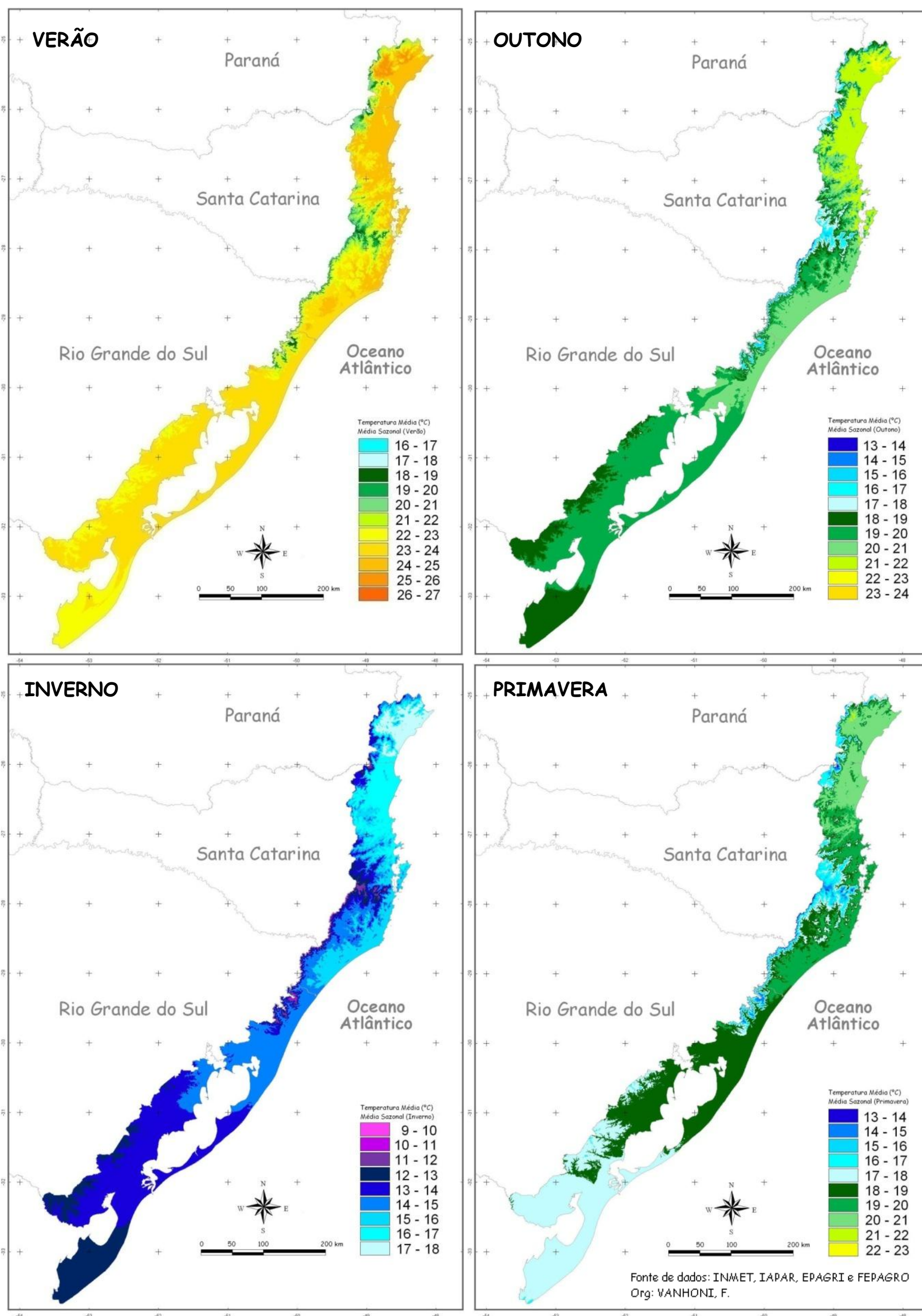


Figura 29: Fachada Atlântica Sul do Brasil – Temperatura Média (Média Sazonal - 1977-2006)

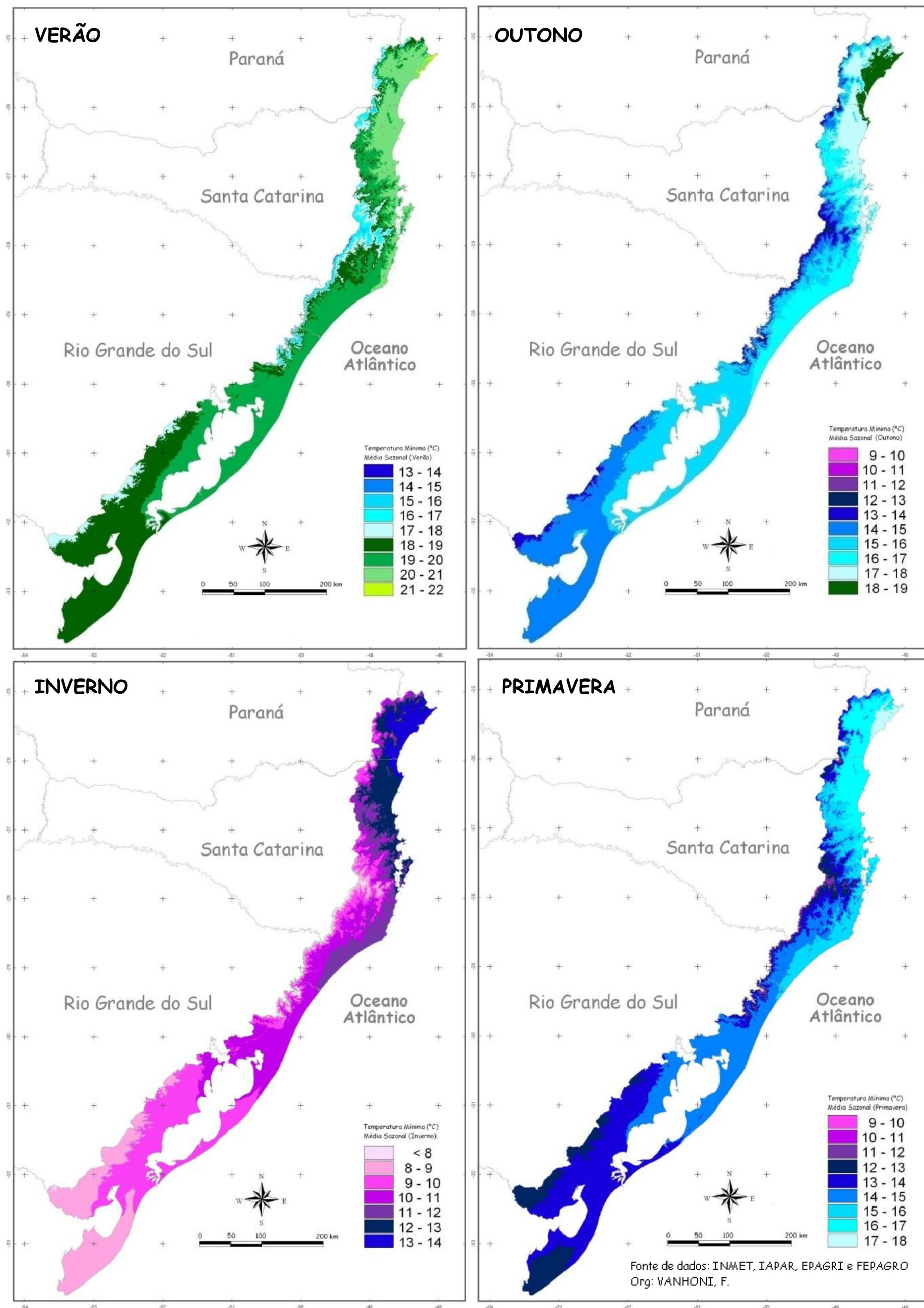


Figura 30: Fachada Atlântica Sul do Brasil – Temperatura Mínima (Média Sazonal - 1977-2006)

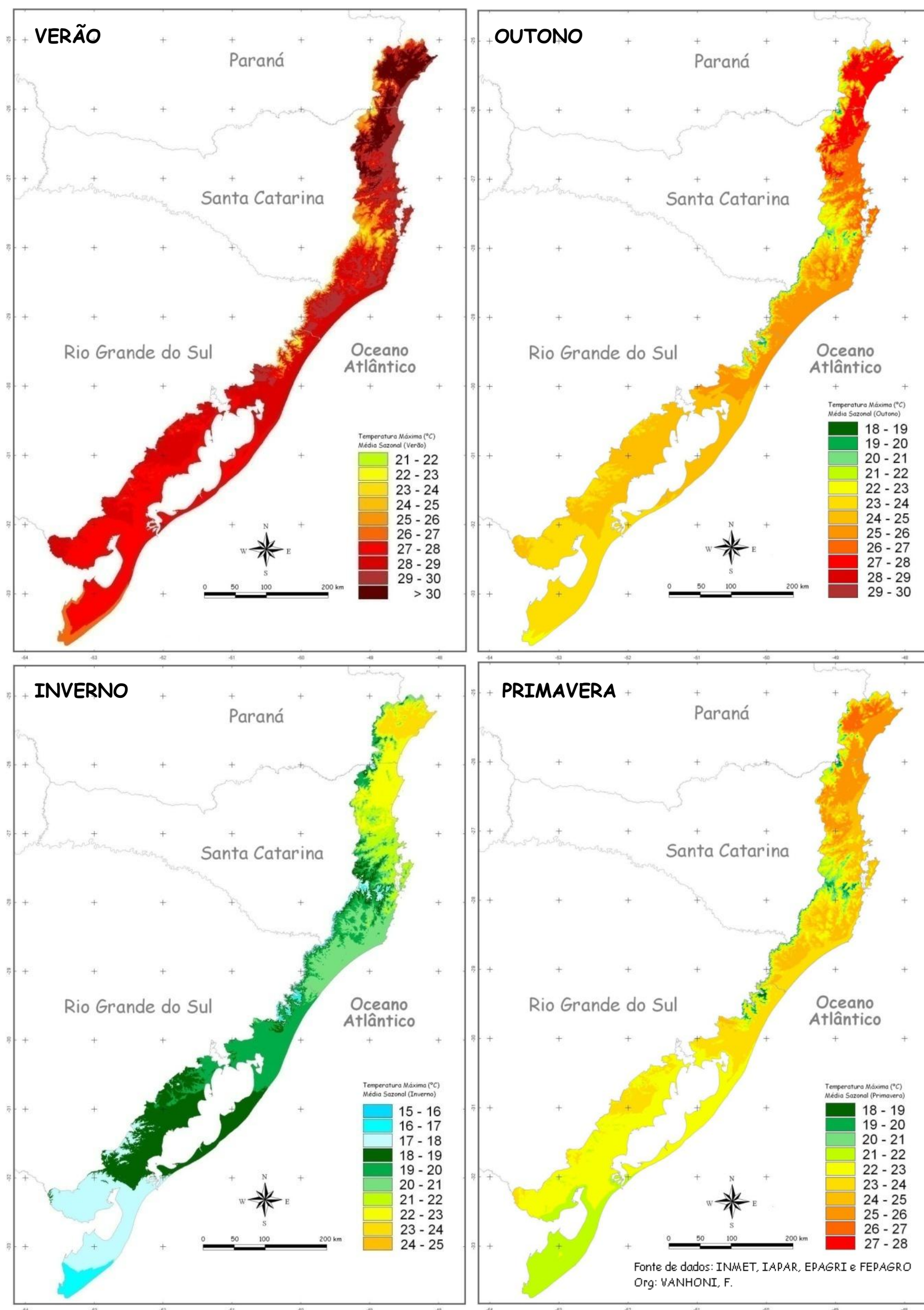


Figura 31: Fachada Atlântica Sul do Brasil – Temperatura Máxima (Média Sazonal - 1977-2006)

III.2 TENDÊNCIAS DA TEMPERATURA DO AR NA FACHADA ATLÂNTICA SUL

Como forma de analisar as tendências térmicas para a área de estudo, foram utilizados dois métodos estatísticos⁸: MANN-KENDALL e REGRESSÃO LINEAR.

Devido ao reduzido número de estações meteorológicas com dados de temperatura do ar⁹, os resultados obtidos serão apresentados em gráficos (figuras, 32, 33, 34, 35, 36 e 37).

Em relação aos resultados da (Figura 32), observa-se uma tendência à elevação da Temperatura média anual para toda a Fachada Atlântica Sul do Brasil. Na estação de Florianópolis/SC é que se verifica a maior tendência, sendo de cerca de 0,9°C (análise Mann-Kendall) e 0,78°C (análise de Regressão). As menores tendências ocorrem nas estações meteorológicas de Morretes/PR (0,45°C e 0,39°C) e Santa Vitória do Palmar/RS (0,39°C e 0,45°C). Entre as estações meteorológicas, a de Santa Vitória do Palmar/RS é a que apresenta a menor média de temperatura (mínima, média e máxima) condicionada pela sua localização no extremo sul do país. Ressalta-se o expressivo aumento da temperatura em Florianópolis/SC, que pode também estar relacionado ao crescimento da cidade nos últimos anos.

Apesar de estarem localizadas próximas a Serra do Mar, com grande quantidade de vegetação e pouca área urbanizada, os municípios de Morretes/PR, Guaraqueçaba/PR e Antonina/PR apresentam médias significativas nos dois métodos utilizados.

⁸ Apresentados no item Metodologia, métodos e técnicas da pesquisa

⁹ Foram utilizados os dados de temperatura do ar (mínima, média e máxima) somente das estações meteorológicas que não apresentavam falha nos dados dentro do período (1977-2006).

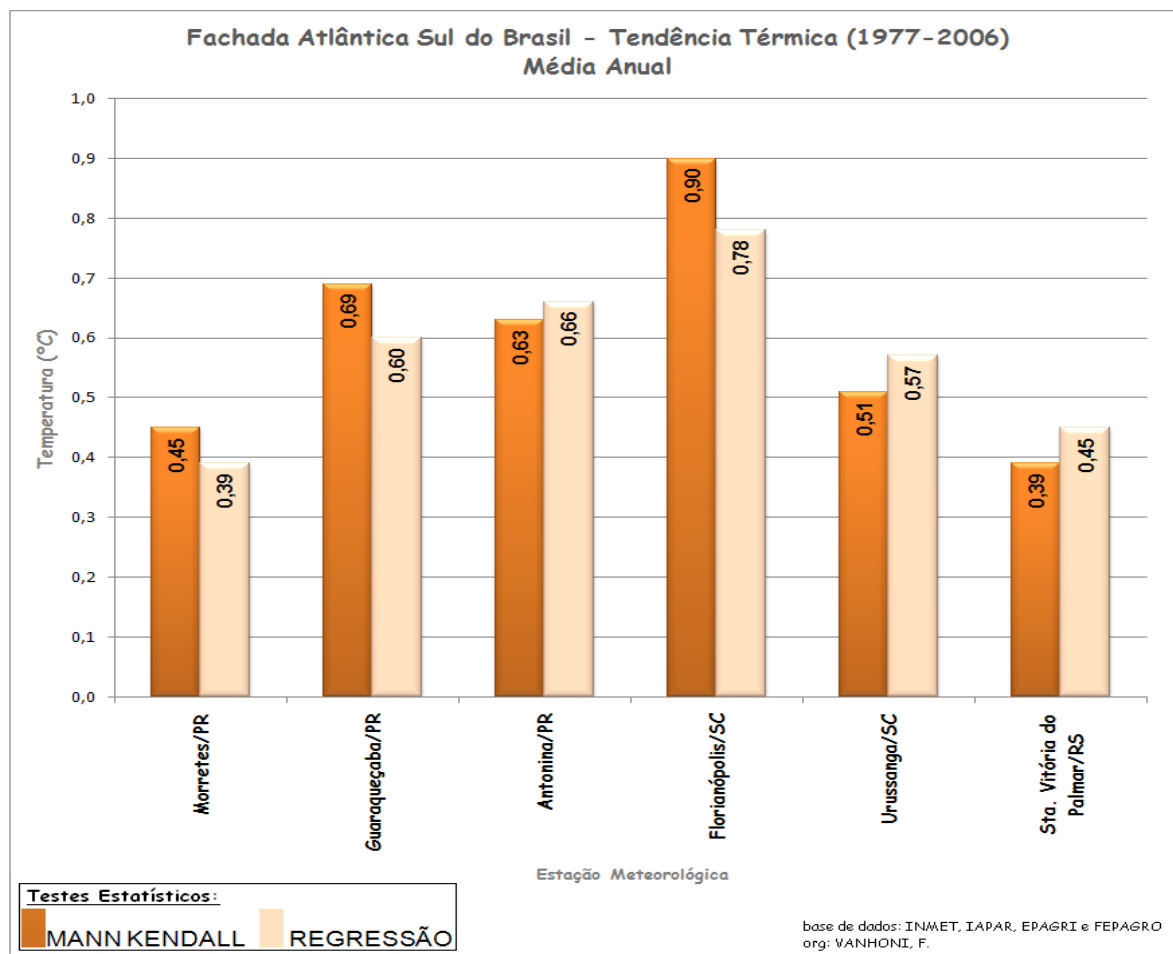


Figura 32: Fachada Atlântica Sul do Brasil – Tendência Térmica (1977-2006) Média Anual

Sazonalmente (Figura 33) verifica-se principalmente uma tendência ao aumento das médias, com destaque para o inverno e outono, justamente os meses que apresentam as menores médias no ano. No inverno, destaca-se a estação meteorológica de Antonina/PR com média de aumento de 1,47°C para o teste de Mann-Kendall e 1,44°C para o teste de Regressão. Somente em Morretes/PR é que a média para o inverno ficou abaixo de 1° de elevação dentro do período (1977-2006). No verão, destaca-se a estação meteorológica de Florianópolis/SC com médias superiores a 0,7°C. Em Antonina/PR e Santa Vitória do Palmar/RS não ocorreram mudanças. Em Morretes/PR e Guaraqueçaba/PR as médias ficaram iguais com valores próximos de 0,3°C; no outono, todas as estações meteorológicas apresentaram tendência ao aumento da média de temperatura acima de 0,3°C. Destaca-se Florianópolis/SC e Urussanga/SC com médias acima de 0,9°C. Na primavera, as médias foram baixas se comparadas ao outono e inverno, porém todas as estações apresentam tendência ao aumento.

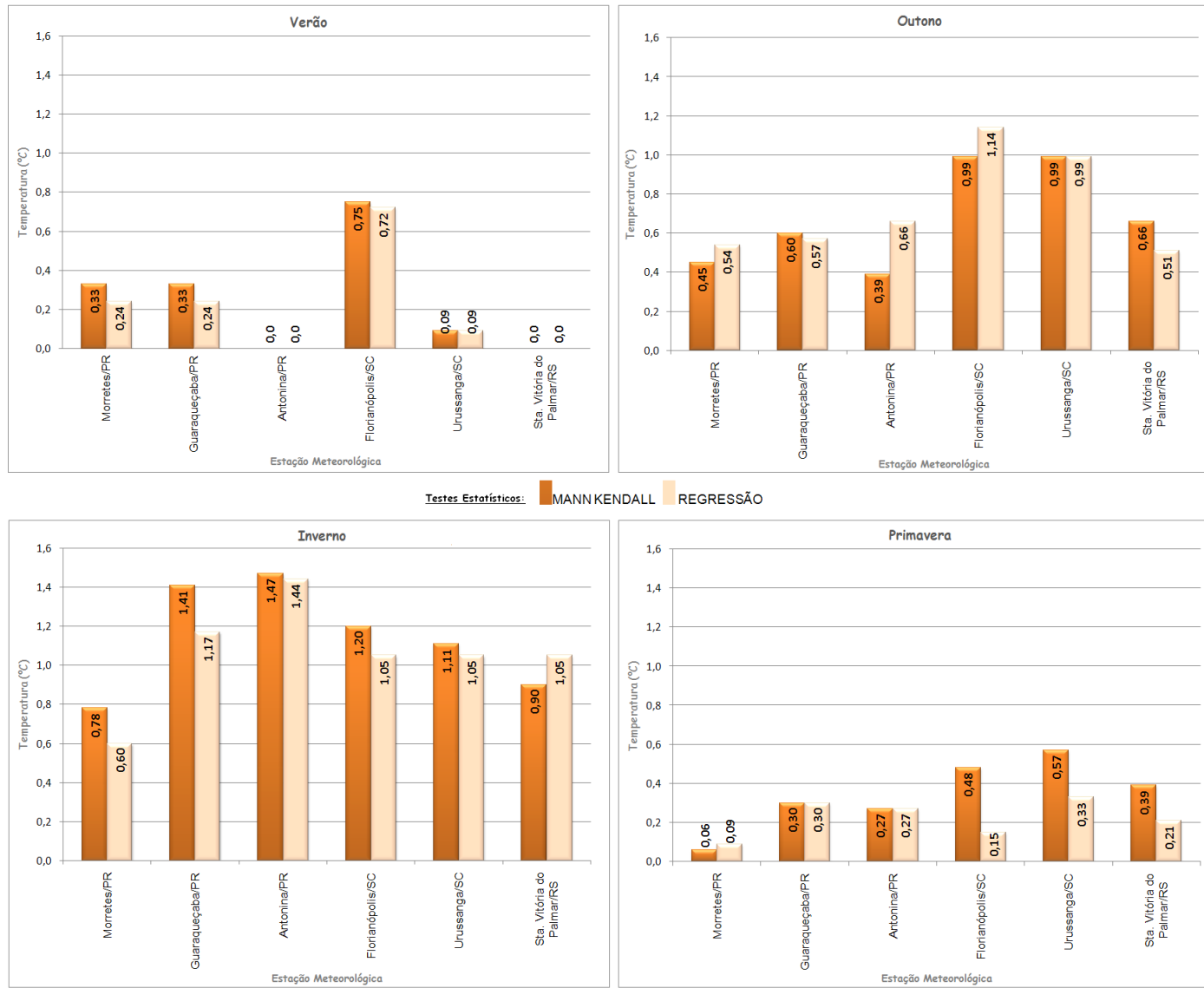


Figura 33: Fachada Atlântica Sul do Brasil – Tendência Térmica (1977-2006) Média Sazonal

As médias anuais da temperatura mínima (Figura 34) apresentam resultados interessantes. Mesmo que em sua maioria apresentem resultados com tendência ao aumento das médias, na estação de Santa Vitória do Palmar/RS, os resultados apontam para uma redução da média da temperatura mínima. Nas estações de Paranaguá/PR e Urussanga/SC, a tendência ficou acima de 1°C para o período. Em Morretes/PR e Guaraqueçaba/PR a média ficou acima de 0,6°C. em Antonina/PR e Florianópolis as médias ficaram próximas de 0,2°C.

Em relação a média da temperatura mínima, Florianópolis/SC apresentou pouca variação de tendência, diferente dos resultados em relação a temperatura média onde ultrapassou a média de 1°C. Por outro lado, em Urussanga/SC os valores ficaram muito acima da média da análise anterior.

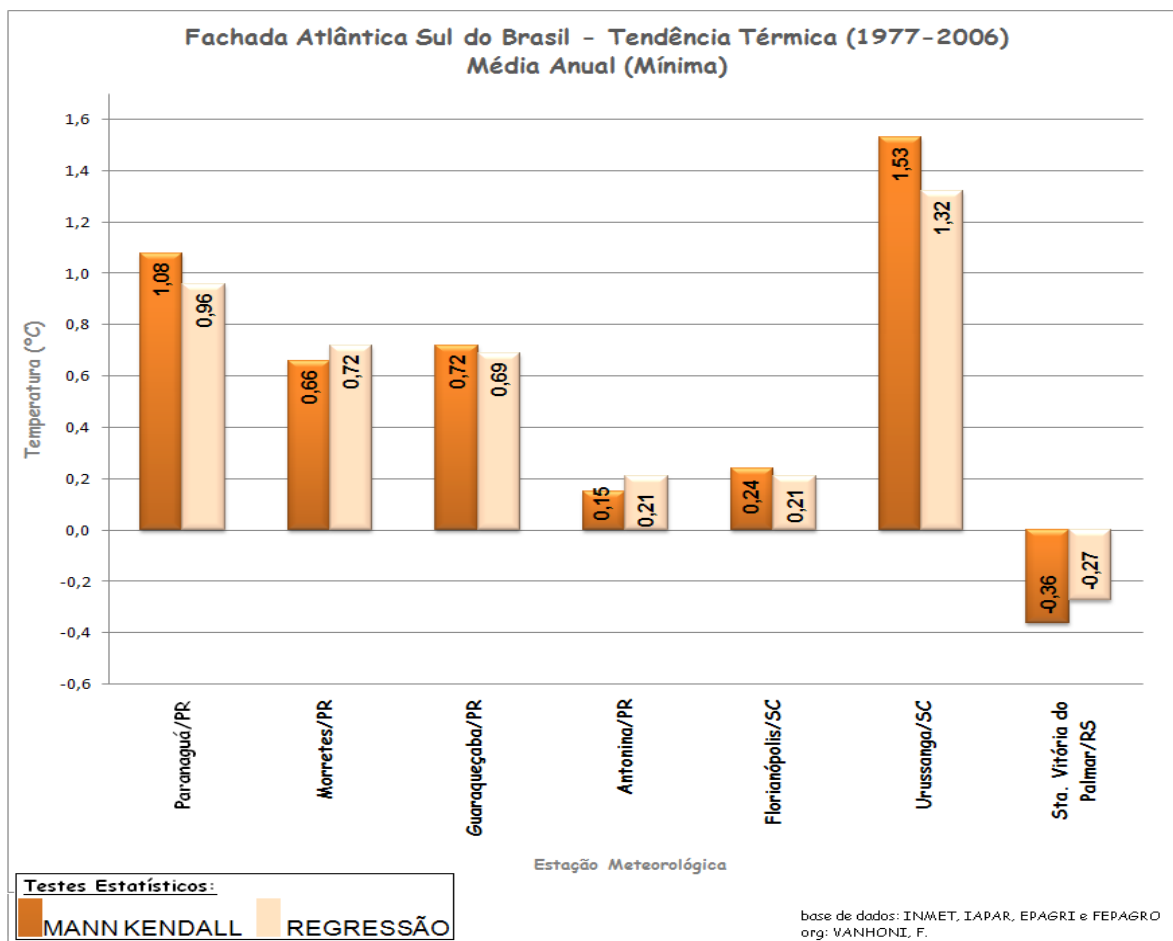


Figura 34: Fachada Atlântica Sul do Brasil – Tendência Térmica (1977-2006) Média Anual (Mínima).

Sazonalmente (Figura 35) ocorreram diferentes resultados com destaque para os meses de Inverno onde prevaleceram valores acima de 1°C e nas demais estações que apresentaram resultados com tendência à diminuição da média. Apesar de os resultados anuais apresentarem em sua maioria valores com tendências positivas, na abordagem sazonal torna-se possível verificar uma maior variação. No verão, a maior média é registrada em Urussanga/SC. Em Antonina/PR, Florianópolis/SC e Santa Vitória do Palmar/RS os resultados indicam tendência negativa, sendo que em Santa Vitória do Palmar/RS chega a -0,9°C.

No outono, as estações de Antonina/PR e Florianópolis/SC, assim como no verão, também apresentaram tendência negativa. Em Paranaguá/PR e Urussanga/SC a tendência ao aumento da temperatura mínima ficou acima de 1°C. No inverno, exceto em Santa Vitória do Palmar/RS, todas as demais estações meteorológicas apresentaram tendência ao aumento, sendo que na maioria a média fica acima de 1°C.

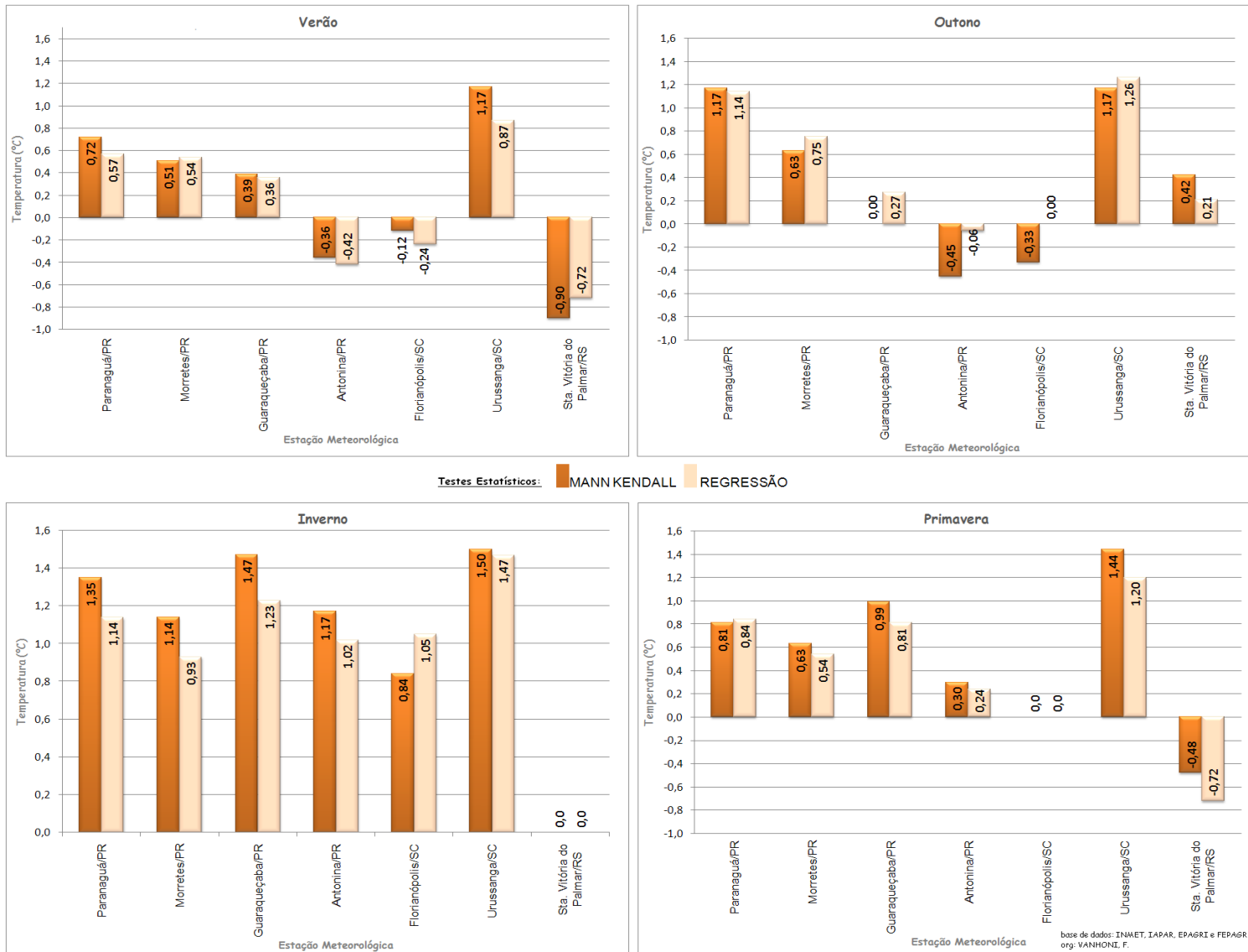


Figura 35: Fachada Atlântica Sul do Brasil – Tendência Térmica (1977-2006) Média Sazonal (Mínima).

Em relação à temperatura máxima (Figuras 36 e 37), a maioria das estações meteorológicas apresentaram tendências positivas, exceto a estação de Urussanga/SC com tendência negativa com média de $0,6^{\circ}\text{C}$ (Mann-Kendall) e $0,5^{\circ}\text{C}$ (regressão). A mesma estação apresentou valores negativos no verão e primavera, sem variação no outono e inverno. A estação de Florianópolis/SC, assim como em outros resultados, tem tendências significativas que ultrapassam 1°C . Sazonalmente destacam-se, como nas demais ocasiões, o período de inverno, com expressivos valores com tendências positivas. No verão e na primavera ocorreram tendências negativas em algumas estações passando de $0,5^{\circ}\text{C}$ no período.

No geral, observam-se maiores tendências principalmente no inverno que é o período de menores temperaturas durante o ano. Tanto na temperatura média, como na mínima e máxima, a tendência no inverno ficou acima de 1°C de aquecimento.

Ressalta-se, porém, que os resultados são interessantes e preocupantes à medida que na maioria, a tendência ficou positiva e com valores de médias em muitos casos, acima do estipulado pelos relatórios do IPCC para o período (1977-2006).

As estações climatológicas de superfície registram variações de uma pequena área, sendo o raio de abrangência limitado para representar as condições atmosféricas. Além disso, muitas estações sofreram com as mudanças do ambiente ao seu redor, principalmente relacionado ao aumento da urbanização próximo às estações o que implica numa mudança dos resultados. Isso leva a pensar que o aumento das temperaturas médias principalmente a partir de 1977, aconteça, em parte, resultante da urbanização ao redor das estações, ocasionando um aquecimento local e não global.

Para Marengo (2007), baseando-se no 4º relatório do IPCC, no Brasil, a temperatura média aumentou aproximadamente $0,75^{\circ}\text{C}$ até o final do século XX (considerando a média anual de 1961-1990 de $24,9^{\circ}\text{C}$), e sendo 1998 o ano mais quente no Brasil (aumento de até $0,95^{\circ}\text{C}$ em relação à normal climatológica de $24,9^{\circ}\text{C}$). Ao nível regional, pode-se observar que para o período de 1951-2002, as temperaturas mínimas têm aumentado em todo o país, mostrando um aumento expressivo de até $1,4^{\circ}\text{C}$ por década, enquanto as temperaturas máximas e médias têm aumentado em até $0,6^{\circ}\text{C}$ por década, respectivamente em quase todo o país.

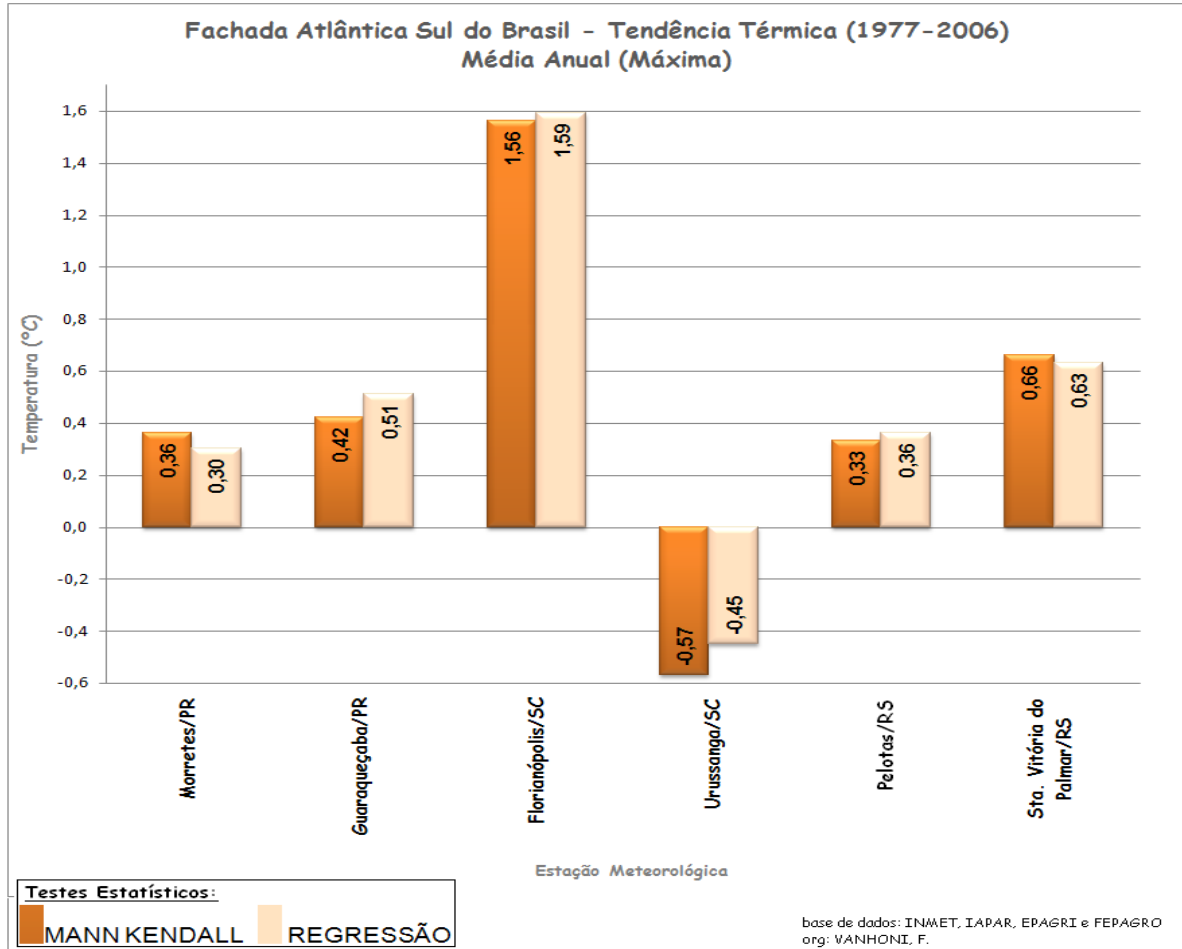


Figura 36: Fachada Atlântica Sul do Brasil – Tendência Térmica (1977-2006) Média Anual (Máxima)

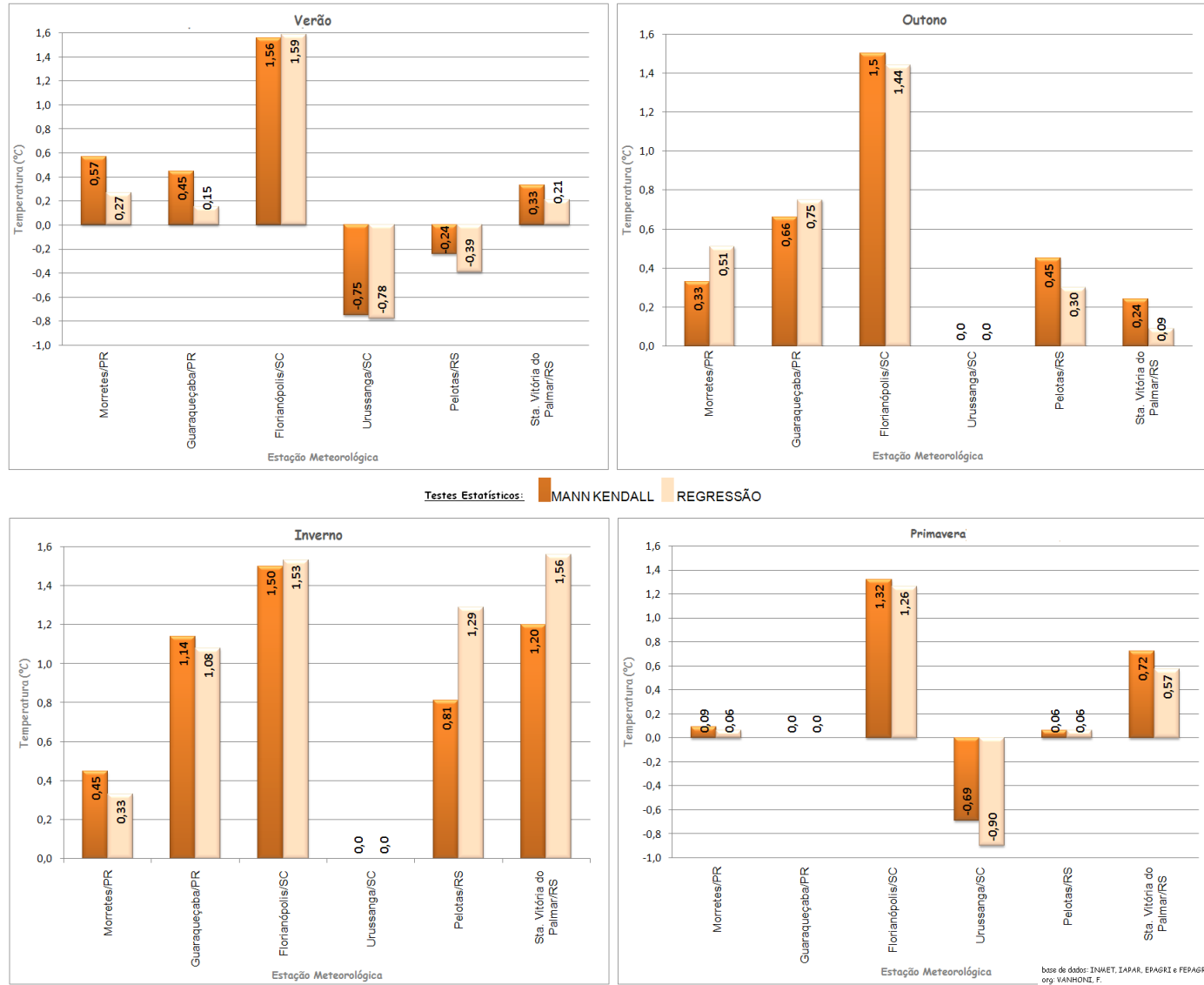
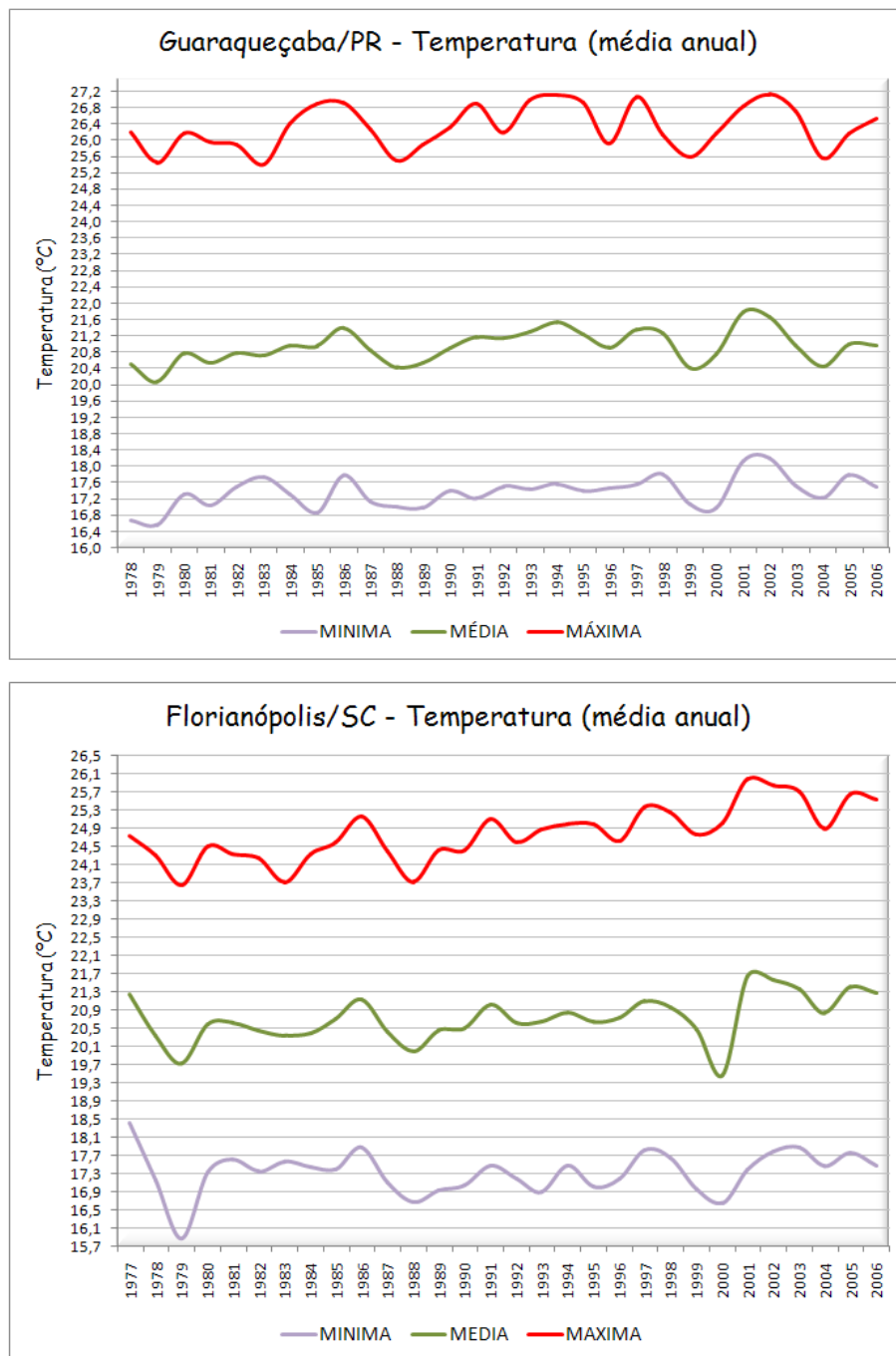


Figura 37: Fachada Atlântica Sul do Brasil – Tendência Térmica (1977-2006) Média Sazonal (Máxima)

A normalidade de temperatura, em determinados anos, pode ser alterada por influência de sistemas atmosféricos que atuam regionalmente como bloqueios atmosféricos ou por fenômenos de ação global como o El-Niño e a La Niña. Em casos de bloqueios atmosféricos e de El-Niño há um aumento na temperatura, e decréscimo sob atuação de La Niña (MAURICI MONTEIRO, 2007). Este fato pode ser observado na (figura 38):



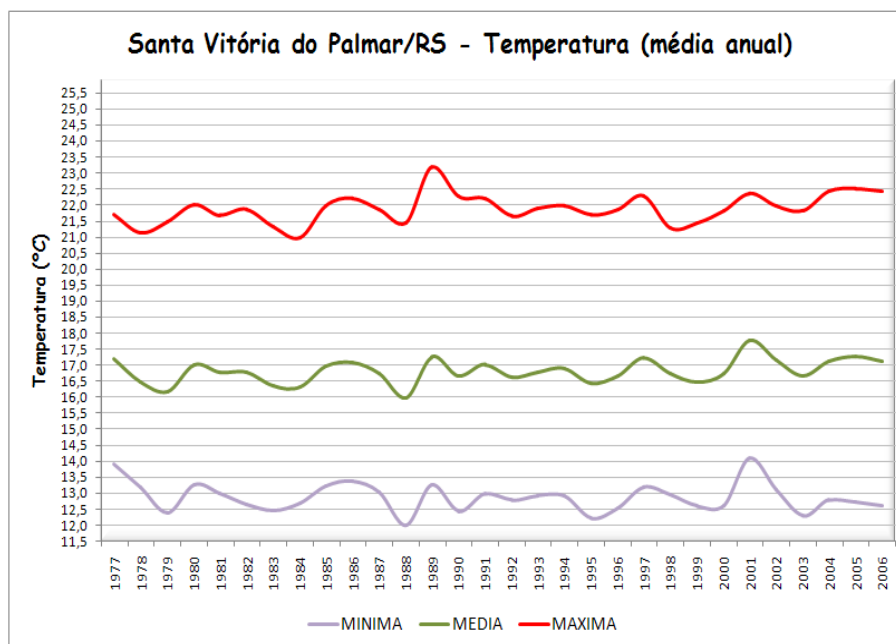


Figura 38: Temperatura Média Anual (mínima, média e máxima)

Em anos de El Niño, onde a tendência para a área de estudo refere-se ao aumento pluviométrico, possivelmente possa estar relacionado também ao aumento da temperatura e; em anos de atuação da La Niña os efeitos são o inverso, ou seja tende a diminuição da média térmica. Para afirmar esta ideia: analisando a (figura 38), observa-se a partir dos gráficos de temperatura média anual (mínima, média e máxima) para algumas estações meteorológicas localizadas na Fachada Atlântica Sul que: em Guaraqueçaba/PR, no ano de ocorrência no mais intenso El Niño (1983) as temperaturas variaram, sendo que houve um aumento principalmente em relação à temperatura mínima, sendo que a temperatura média praticamente não se modificou e, a temperatura máxima diminuiu neste ano sendo que aumentou significativamente no ano seguinte (1984), ao contrário do que ocorreu com a temperatura mínima, onde a média baixou em 1984. No El Niño de 1998, em Guaraqueçaba/PR a dinâmica foi parecida com o ano de 1983. Na ocorrência do La Niña em 1988/1989, nota-se uma diminuição da média térmica principalmente no primeiro ano, tendendo à elevação no ano seguinte.

Em Florianópolis/SC, no El Niño de 1983, ocorreu uma pequena elevação apenas na média da temperatura mínima, sendo que na temperatura média e máxima verificou-se uma queda na média, contrapondo a ideia de aumento da temperatura quando da atuação do fenômeno. No El Niño de 1998, a situação foi semelhante, sendo que a temperatura apresentou significativo aumento no ano

anterior, diminuindo gradativamente em 1998. Em relação ao La Niña, observa-se uma diminuição da temperatura (mínima, média e máxima) em 1988, elevando-se no ano seguinte.

Em Santa Vitória do Palmar/RS, no extremo sul da área de estudo, tanto no El Niño de 1983 como no de 1998, as médias tenderam a diminuir sendo que: nos eventos de La Niña, no ano de 1988 houve uma queda significativa das médias térmicas, aumentando no ano seguinte (1989).

Mesmo sendo uma pequena representação da área de estudo, os dados dos gráficos ressaltam que os maiores efeitos são observados principalmente quando da atuação do La Niña, principalmente em 1988, onde todas as variáveis sofreram um decréscimo na média. Os efeitos do El Niño também são representativos nos dados térmicos, porém a tendência ao aumento não prevaleceu em todas as variáveis, principalmente em relação às temperaturas máximas.

A partir dos dados de temperatura para a área de estudo, foram plotados (figura 39) para melhor informação, os anos mais quentes e mais frios encontrados dentro da série temporal da pesquisa (1977-2006).

Em relação aos anos mais quentes e frios registrados (Figuras 39 e 40) na Fachada Atlântica Sul, foram utilizados os dados de cada estação com o objetivo de analisar quais foram os anos que apresentaram os valores mais elevados e que aparecem com maior frequência.

Segundo o relatório anual (GISS/NASA), o ano de 2005 foi o mais quente já registrado juntamente com o ano de 1998 desde o início das observações em 1850.

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) coloca que o ano de 2005 foi o segundo mais quente, registrando 0,05 °C abaixo da média de 1998.

Nobre (2007), baseado nos relatórios do IPCC coloca que onze dos últimos doze anos, no período de 1995 a 2006, foram os mais quentes do registro instrumental de temperaturas globais desde 1850. Os mesmos relatórios indicam aumento do total pluviométrico na Região Sul do Brasil.

Em relação aos anos mais quentes na Fachada Atlântica Sul do Brasil (Figura 39), na média anual da temperatura mínima destaca-se o ano de 2001 aparecendo como o ano mais quente na maioria das estações selecionadas.

Ainda em relação à temperatura mínima, no verão predominou o ano de 1984, no outono o ano de 2002, e no inverno e primavera os anos de 2001 e 1977

respectivamente. Nota-se que houve uma variação em relação aos anos mais quentes, variando por anos distantes.

Na análise da temperatura média, nos dados médios anuais prevaleceu o ano de 2001 destacando-se em 9 (nove) estações meteorológicas analisadas. No verão o ano mais quente foi 1984; no outono e primavera o ano de 2002 e no inverno o ano de 2005.

Na temperatura máxima, em relação à média anual, vários anos se destacaram tendo com maior frequência o ano de 1977. No verão o ano mais quente foi 1984; no outono e primavera, assim como na temperatura média, prevaleceu o ano de 2002 e; no inverno o ano de 2005.

Em relação aos anos mais frios (Figura 40), na média anual da temperatura mínima destaca-se o ano de 1979; no verão o ano de 1985; no outono o ano de 1978 e no inverno e primavera os anos de 1996 e 1999 respectivamente. Nos dados de temperatura média, na média anual e no outono o ano mais frio foi 1979; no verão destaca-se o ano de 1985, no inverno o ano de 1996 e os anos de 1980 e 1999 na primavera. Na média da temperatura máxima anual o ano mais frio foi 1977; no verão prevaleceu o ano de 1984, no outono e primavera destaca-se o ano de 2002 e no inverno o ano de 2005.

Estas informações tornam relativos os dados que apontam como os anos mais quentes o de 1998 e 2005. Porém cabe ressaltar que estes anos foram estipulados na média para todo o Brasil. Nota-se que no aspecto regional (Fachada Atlântica Sul do Brasil) ocorre uma variação e alternância de anos mais quentes.

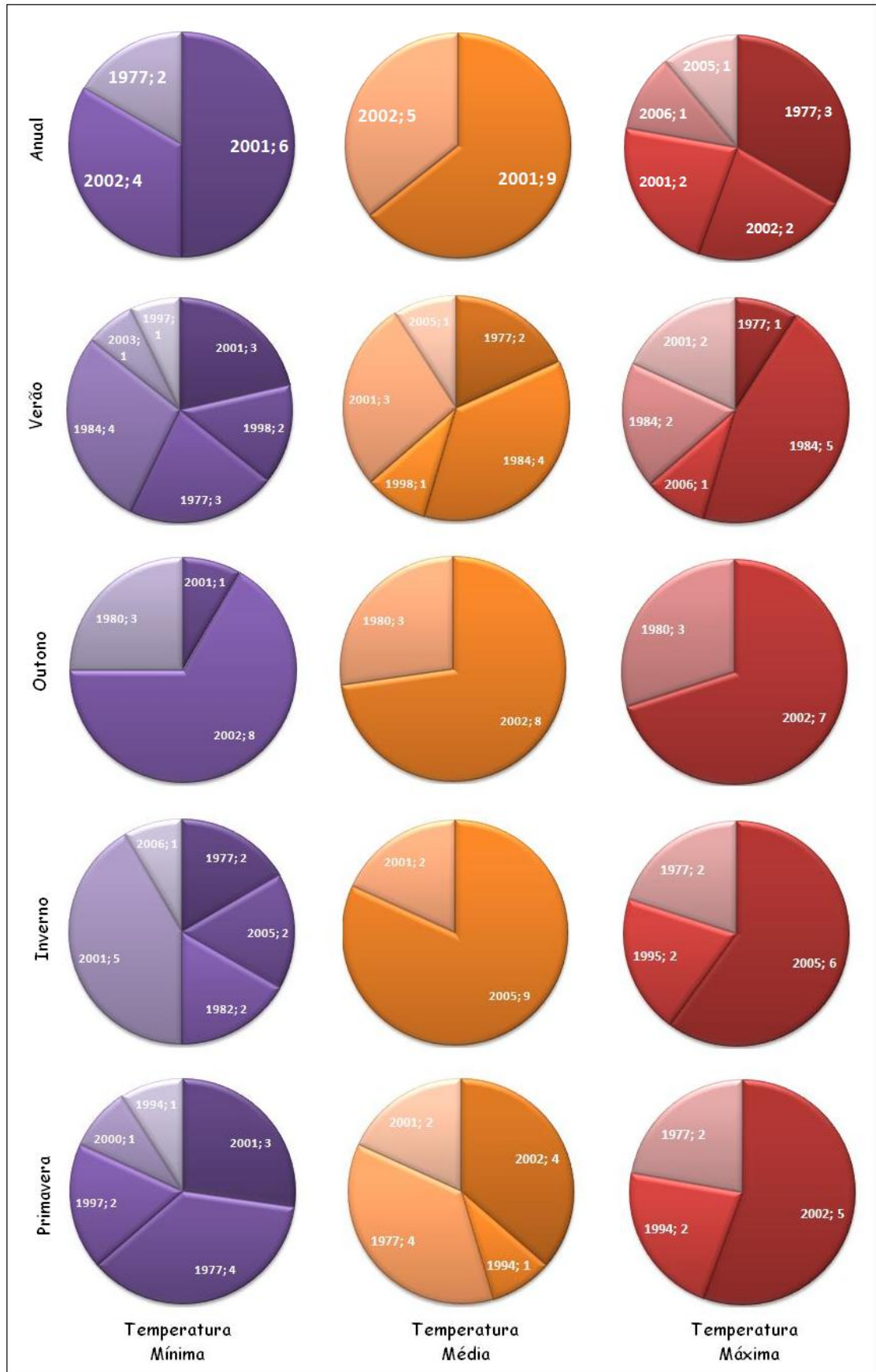


Figura 39: Fachada Atlântica Sul do Brasil Temperatura – Anos mais quentes (ANO; NUMERO DE ESTAÇÕES). Org: VANHONI, F.

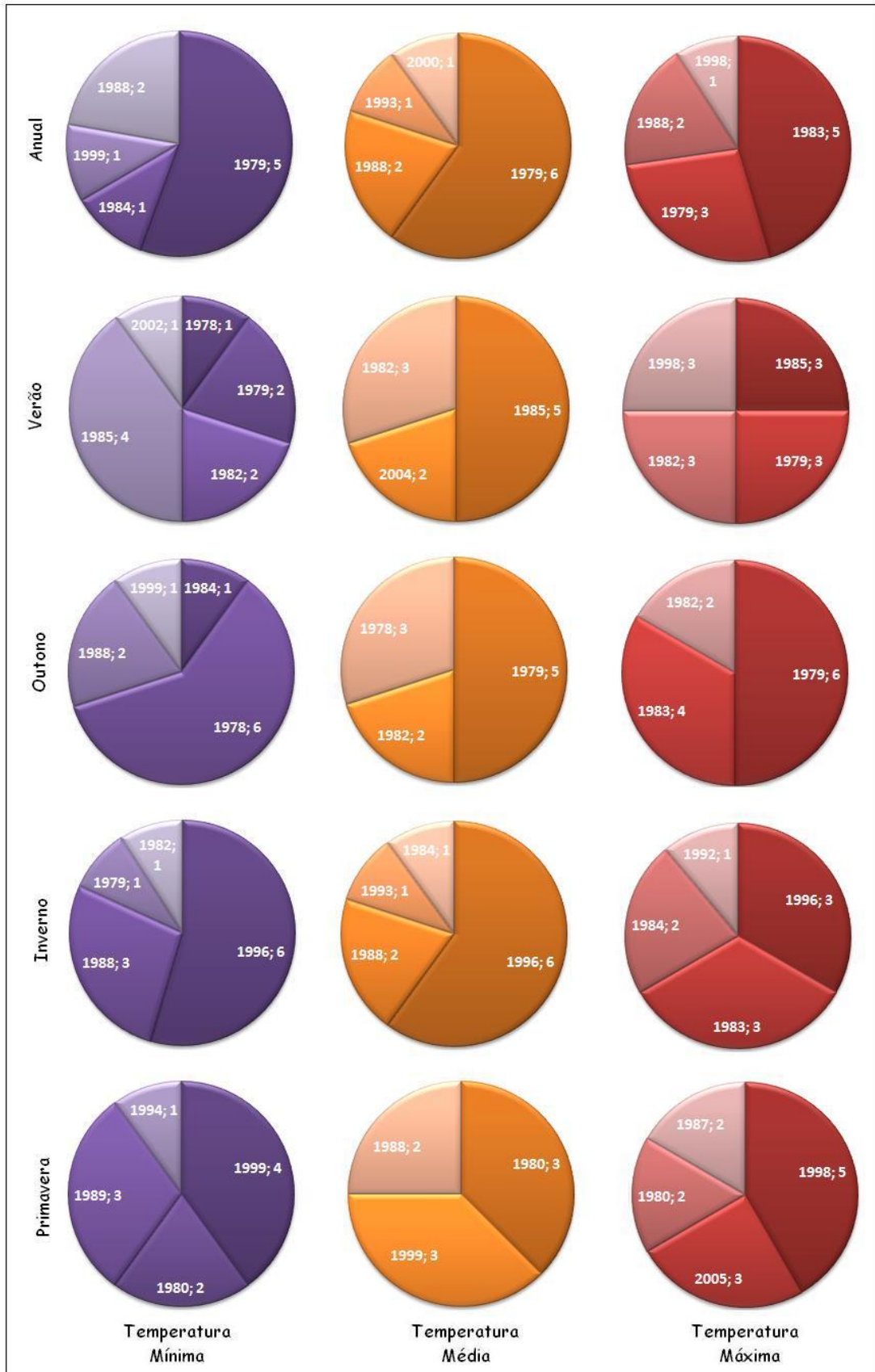


Figura 40: Fachada Atlântica Sul do Brasil: Temperatura – Anos mais frios (ANO; NÚMERO DE ESTAÇÕES). Org: VANHONI, F.

Com o objetivo de analisar a evolução da temperatura média na área de estudo, os dados foram representados em forma gráfica divididos pela média dos períodos (1977-1986) – (1987-1996) – (1997-2006) (Figuras 41, 42 e 43).

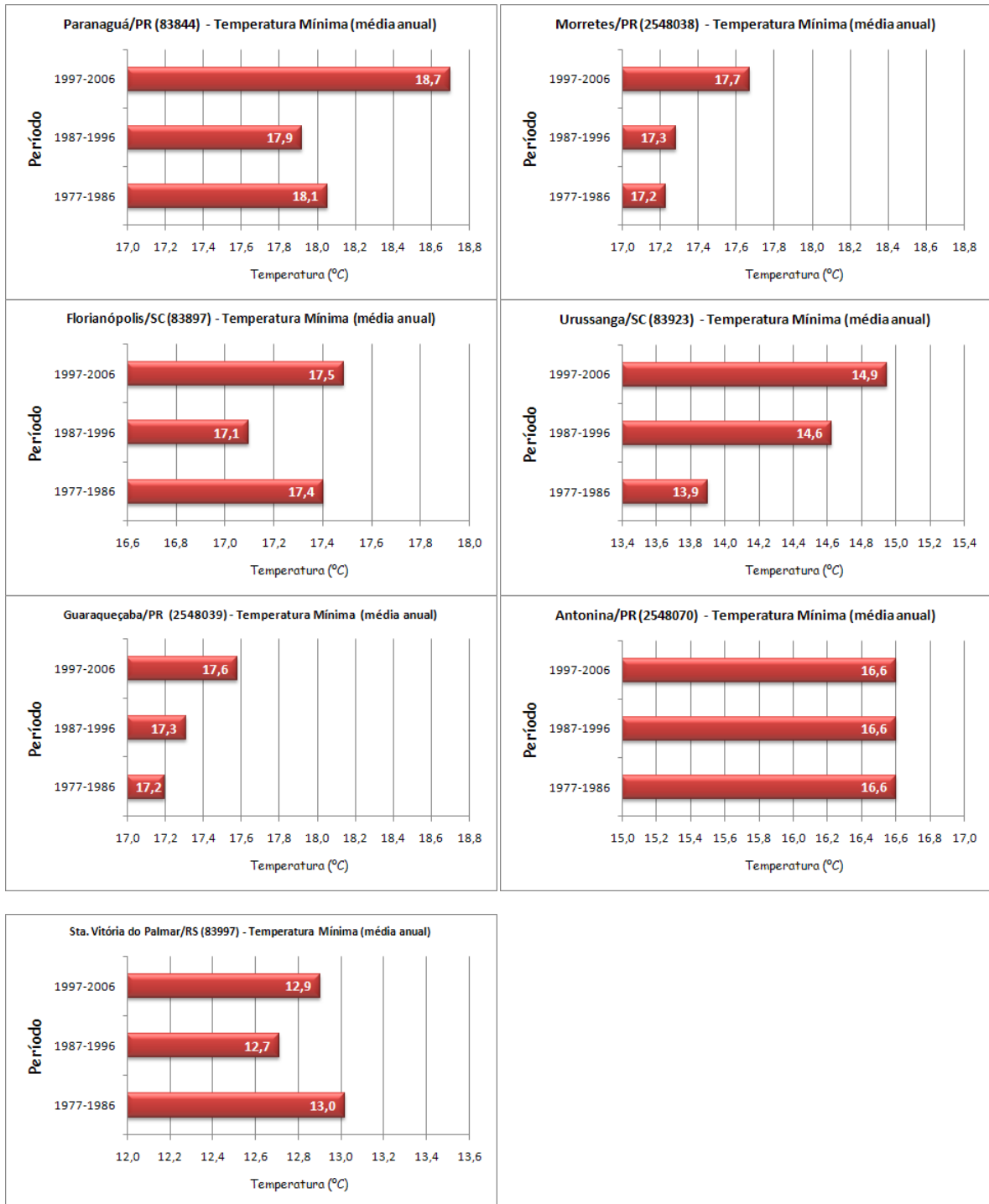
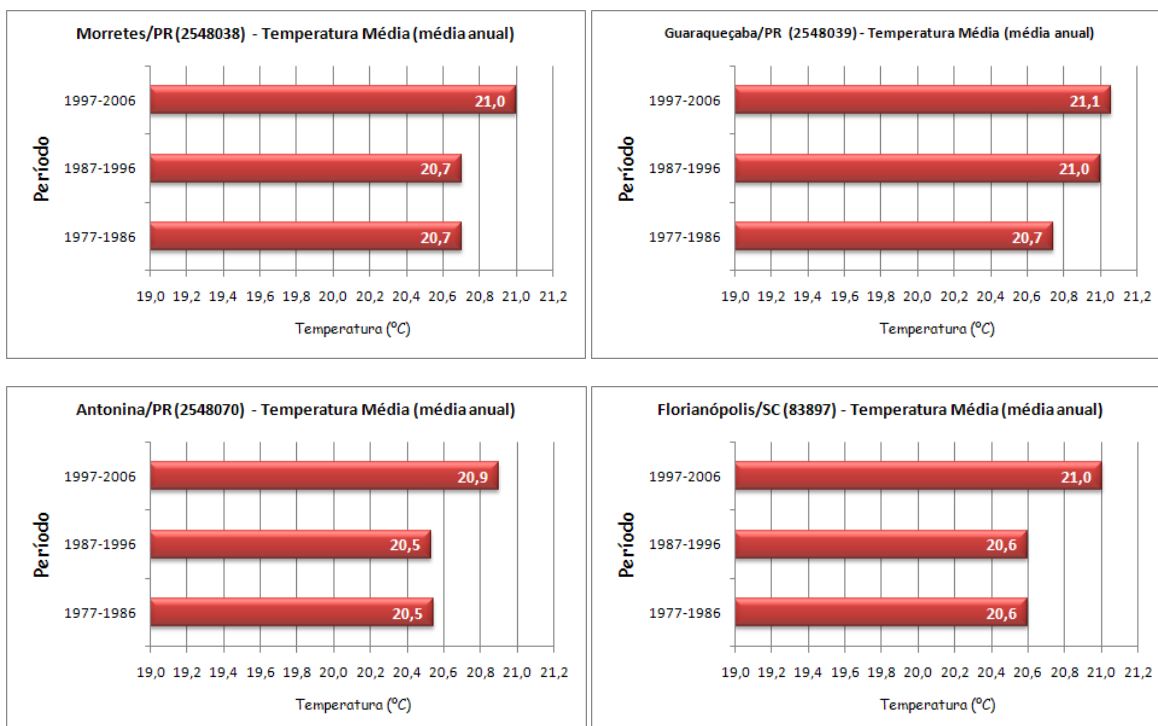


Figura 41 – Fachada Atlântica Sul do Brasil: Temperatura Mínima – média decadal (1977-2006) – Org.: VANHONI, F.

Em Paranaguá/PR, a média dos últimos dez anos da temperatura mínima ficou em 18,7°C, com 0,8°C a mais do que o período anterior (1987-1996) com média de 17,9°C. Em Morretes/PR a média decadal da temperatura mínima não apresentou significativas variações, sendo a média de 1977 a 1986 igual a 17,2°C passando para 17,7°C no período de 1997-2006.

Na estação meteorológica de Guaraqueçaba/PR, a média para a temperatura mínima evoluiu 0,4°C entre 1977 e 2006, sendo a média do último período (1997-2006) igual a 17,6°C. Em Antonina/PR, não foram verificadas mudanças, sendo que a média manteve-se em 16,6°C. Em Florianópolis/SC, a média do período (1977-1986) ficou em 17,4°C, diminuindo para 17,1°C no período seguinte, aumentando para 17,5°C na média para (1997-2006). Em Urussanga/SC é que foram verificadas as maiores diferenças de temperatura mínima entre os períodos, sendo que a média de (1977-1986) ficou em 13,9°C aumentando 1°C no período de (1997-2006).

Em Santa Vitória do Palmar/RS no extremo sul da área de estudo, a tendência ocorreu de forma diferente em comparação com as demais localidades. Nesta, a média do período de (1977-1986) era de 13°C diminuindo para 12,9°C no último (1997-2006).



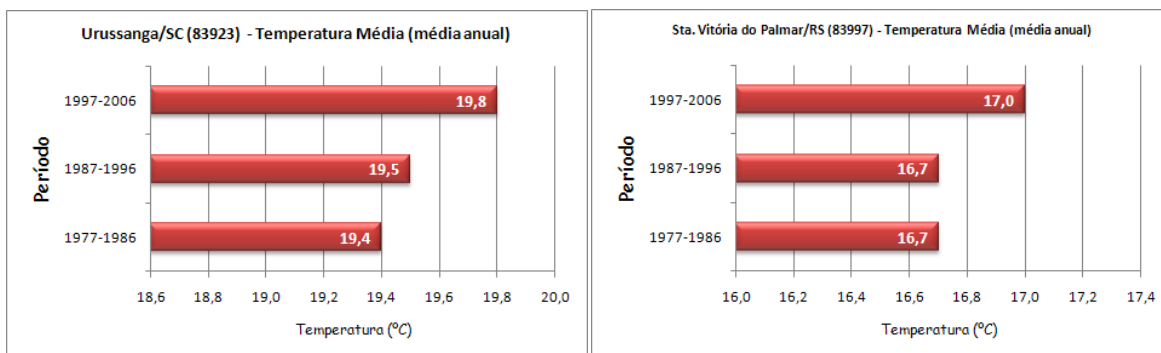
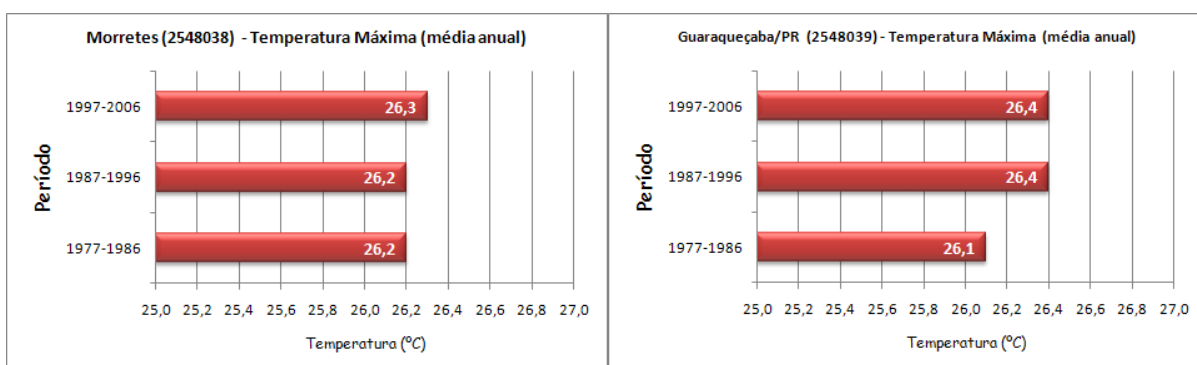


Figura 42 – Fachada Atlântica Sul do Brasil: Temperatura Média – Média decadal

Em relação à média decadal das temperaturas médias, as seguintes características foram analisadas: todas as estações meteorológicas selecionadas apresentaram tendência ao aumento da temperatura média. Em Morretes/PR, nos dois primeiros períodos a média foi de 20,7°C, evoluindo para 21,0°C no último período. Em Guaraqueçaba/PR, a temperatura média aumentou 0,4°C entre o primeiro período e o último. Em Antonina/PR e Florianópolis/SC, as médias dos dois primeiros períodos permaneceram inalteradas, sendo que houve um aumento de 0,4°C no período de (1977-2006). Em Urussanga/SC, no primeiro período a média foi de 19,4°C, evoluindo para 19,5°C no segundo chegando a 19,8°C no último (1997-2006). Em Santa Vitória do Palmar/RS, diferentemente da média de temperatura mínima, na temperatura média ocorreu aumento da temperatura, sendo este registrado no último período de análise.



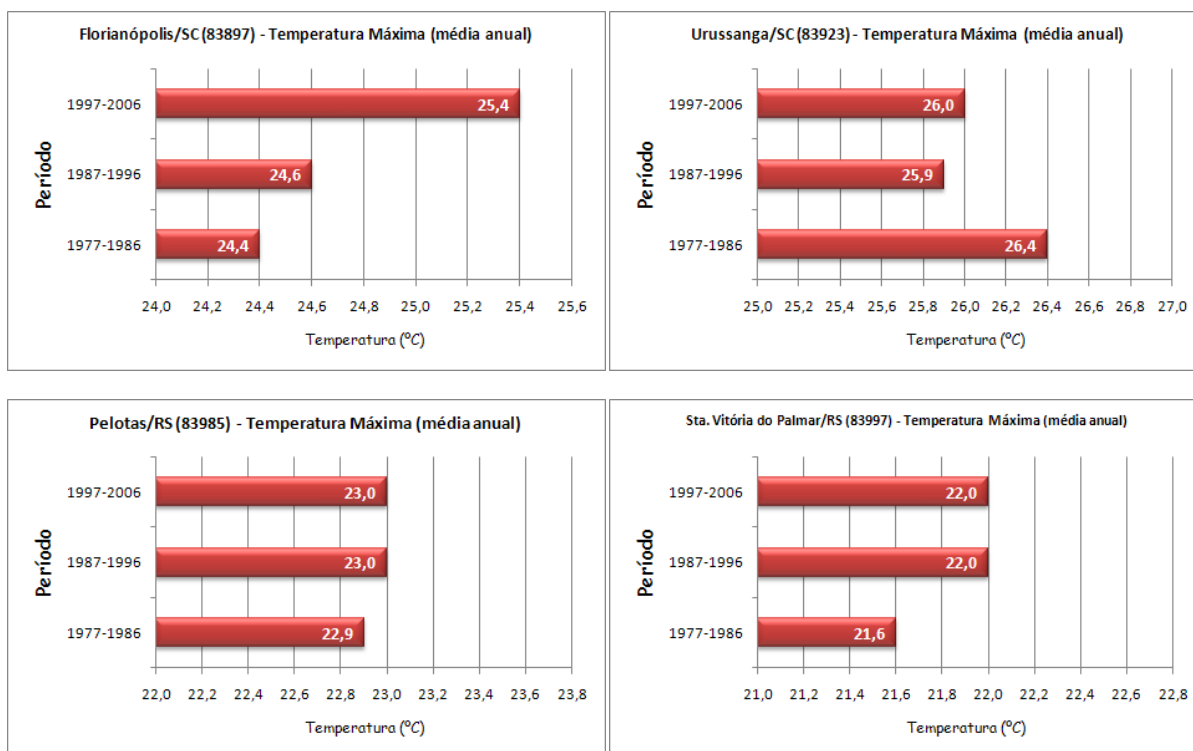


Figura 43 – Fachada Atlântica Sul do Brasil: Temperatura Máxima – Média Decadal

Em relação à média decadal da temperatura máxima, em algumas estações a variação foi significativa. Em Morretes/PR o aumento foi de apenas 0,1°C, em Guaraqueçaba/PR o aumento foi um pouco mais significativo com diferença de 0,3°C entre o primeiro e último período. Em Florianópolis é que foi registrada o maior aumento, sendo que a média era de 24,4°C (1977-1986) e chegou a 25,4°C na média entre (1997-2006). Em Pelotas/RS o aumento foi de 0,1°C e em Santa Vitória do Palmar/RS foi de 0,4°C. O diferencial ocorreu na estação meteorológica de Urussanga/SC onde a média do primeiro período foi de 26,4°C, diminuindo para 25,9°C no seguinte e chegando a 26,0°C no de (1997-2006).

Nos relatórios do IPCC bem como em outros trabalhos relacionados com as mudanças climáticas, as últimas décadas aparecem como as mais quentes em relação às médias térmicas. Este fato torna-se evidente na área de estudo ao observar os gráficos das Figuras (41, 42 e 43), que demonstram em sua maioria uma média maior nos últimos 10 (dez) anos (1997-2006). Foge disso somente a média da temperatura máxima da estação de Urussanga/SC e a temperatura mínima da estação de Santa Vitória do Palmar/RS, onde o período mais quente foi 1977-1986.

Camargo e Marengo (2004) constataram um aquecimento bastante significativo da temperatura do ar na Região Sul do Brasil. Os autores verificaram as temperaturas extremas, máxima e mínima, nas últimas quatro décadas e detectaram uma tendência mais intensa de aquecimento a partir da década de 90, tanto para a temperatura mínima quanto para máxima, e uma diminuição bastante acentuada da amplitude térmica nesta região, ou seja, um aumento de temperatura mínima mais significativa que da temperatura máxima (Maurici Monteiro, 2007).

IV. A PLUVIOSIDADE NA FACHADA ATLÂNTICA SUL DO BRASIL

IV.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA PLUVIOSIDADE DA FACHADA ATLÂNTICA SUL

A pluviosidade é uma das mais importantes variáveis meteorológicas para os estudos climáticos. Essa importância deve-se a sua função dentro da dinâmica climática e de sua variação no espaço e no tempo. O Brasil, devido à sua grande extensão territorial, possui diferentes regimes de precipitação. A sua distribuição espacial e temporal (diária, mensal e anual) deriva efeitos diretos e indiretos na natureza e conseqüentemente nas atividades humanas.

A água da atmosfera que cai na superfície na forma de chuva, granizo ou neve é denominada precipitação, sendo que os principais tipos de chuva são: frontal, convectiva e orográfica.

Nas estações meteorológicas, a chuva é medida com a ajuda do pluviômetro ou pluviógrafo (instrumento padrão internacional) dentro de um período determinado. As variáveis que caracterizam a chuva dividem-se em total precipitado, a intensidade, a freqüência e a duração.

Uma das principais características que distinguem os climas da porção Sul do restante do País é a sua regularidade na distribuição anual da pluviometria (entre 1250 e 2000 mm). Essas características são resultantes da associação entre a posição geográfica da área, seu relevo e a atuação dos sistemas atmosféricos intertropicais e polares (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Dessa maneira, Monteiro (1999, p. 27) acrescenta que:

Do trópico de Capricórnio para o Sul, nota-se a vigência de um clima regional cujos contrastes térmicos entre verão e inverno, acentuados mesmo para uma faixa litorânea ocidental, associa-se à pluviosidade farta, o ano inteiro, sem definição de período seco. Além do que a circulação regional é afetada pela passagem altamente recorrente, durante todo o ano, de Frente Polar Atlântica, em seus deslocamentos do Sul para o Norte – coadjuvados pelos efeitos orográficos das serras litorâneas -, agrava (convectivamente) as correntes perturbadas (advectivas). Assim, o Brasil Meridional e sua transição no Brasil de Sudeste, estão sujeitos, no decorrer do ano, a fortes pancadas pluviais (especialmente no verão).

Desvendar a sucessão habitual dos sistemas atmosféricos sob determinada região e entender suas repercussões em cada atributo meteorológico específico, segundo Monteiro (1971), constitui fatores fundamentais para verificar o seu impacto sobre o espaço geográfico. Sendo assim, com base na gênese e na dinâmica,

podem ser desvendadas diversas relações de causa e efeito no conjunto formado pela atmosfera e a superfície. Esse entendimento é muito importante para a compreensão da dinâmica espaço-temporal dos elementos climáticos, principalmente da precipitação pluviométrica, que merece uma ênfase especial, uma vez que a sua distribuição no espaço e sua irregularidade no tempo tornam-se relevantes, não apenas do ponto de vista climático, mas principalmente pelas repercussões no espaço geográfico (BALDO, 2006).

Neste estudo, foram analisados os dados diários, mensais e sazonais das estações pluviométricas da região sendo representados a seguir de forma gráfica (Figura 44) e cartográfica.

Foram analisadas 97 (noventa e sete) estações pluviométricas distribuídas na região de estudo. A pluviosidade média anual (Figura 44) na Fachada Atlântica Sul para o período temporal selecionado ficou em 1812,4 mm, sendo que levando em consideração a divisão política estadual, tem-se no Paraná uma média de 2362,0 mm, 1728,8 mm em Santa Catarina e 1449,5 mm no Rio Grande do Sul. Nota-se um aumento do total pluviométrico nas áreas montanhosas, devido principalmente ao efeito orográfico.

A maior média anual de chuva encontrada é de 3452,7 da estação Véu de Noiva em Morretes/PR, localizada a 680 metros de altitude. Este alto valor é explicado pela localização da estação, próxima a vales que convergem a umidade da Serra do Mar. A menor média é registrada na estação de Mostardas/RS, com 1185,6 mm/ano.

Na análise sazonal, não se verificam meses ou estação seca, e sim períodos de menor precipitação que variam desde o litoral do Paraná até o Rio Grande do Sul. No Paraná e em Santa Catarina, o período de aumento do total pluviométrico concentra-se nos meses de verão, com maior intensidade no primeiro estado.

Na Fachada Atlântica do Rio Grande do Sul, a média mensal não apresenta grandes diferenças ao longo do ano, sendo que o período de maior intensidade concentra-se nos meses de inverno. Uma das características da pluviosidade na Fachada Atlântica do Rio Grande do Sul refere-se à sua baixa variabilidade anual. Os meses de inverno são os mais chuvosos, devido principalmente à frequência de passagens dos sistemas frontais. As chuvas atingem os totais mais baixos nos meses de julho e agosto, quando as massas polares trazem quedas de temperatura.

O mês de Julho é climatologicamente caracterizado pelas baixas temperaturas e pela redução significativa dos episódios de chuva. Os principais sistemas meteorológicos que provocam precipitação neste período são as frentes frias que geralmente não provocam acumulados significativos.

Analisando os gráficos (figura 44), observa-se que no mês de Julho a pluviosidade média é maior em relação aos meses de junho e agosto, sendo uma característica do litoral, e estão relacionados à passagem de frentes frias e formação de ciclones extratropicais próximos (totalmente sobre o mar). Estas características de inverno chuvoso atingem algumas localidades apenas no mês de julho, por esta razão, em alguns gráficos de média mensal observa-se um aumento neste mês.

Como se sabe, a pluviosidade, em que pesem as correntes gerais da atmosfera, desencadeadoras dos tipos de tempo, estão sujeitas a importantes variações segundo os fatores locais. Na faixa litorânea se verifica um máximo acentuado de pluviosidade no verão, recebendo nesta época do ano a atuação predominante da Massa Tropical Atlântica, o aquecimento basal e acentuação de instabilidade da massa de ar fomentados pelo efeito orográfico do sistema atlântico, responde pela acentuação da pluviosidade (MONTEIRO, 1963).

As precipitações frontais produzidas, no avanço da massa polar, são mais abundantes nas proximidades do litoral, no contato mais direto com a massa tropical atlântica (MONTEIRO, 1968).

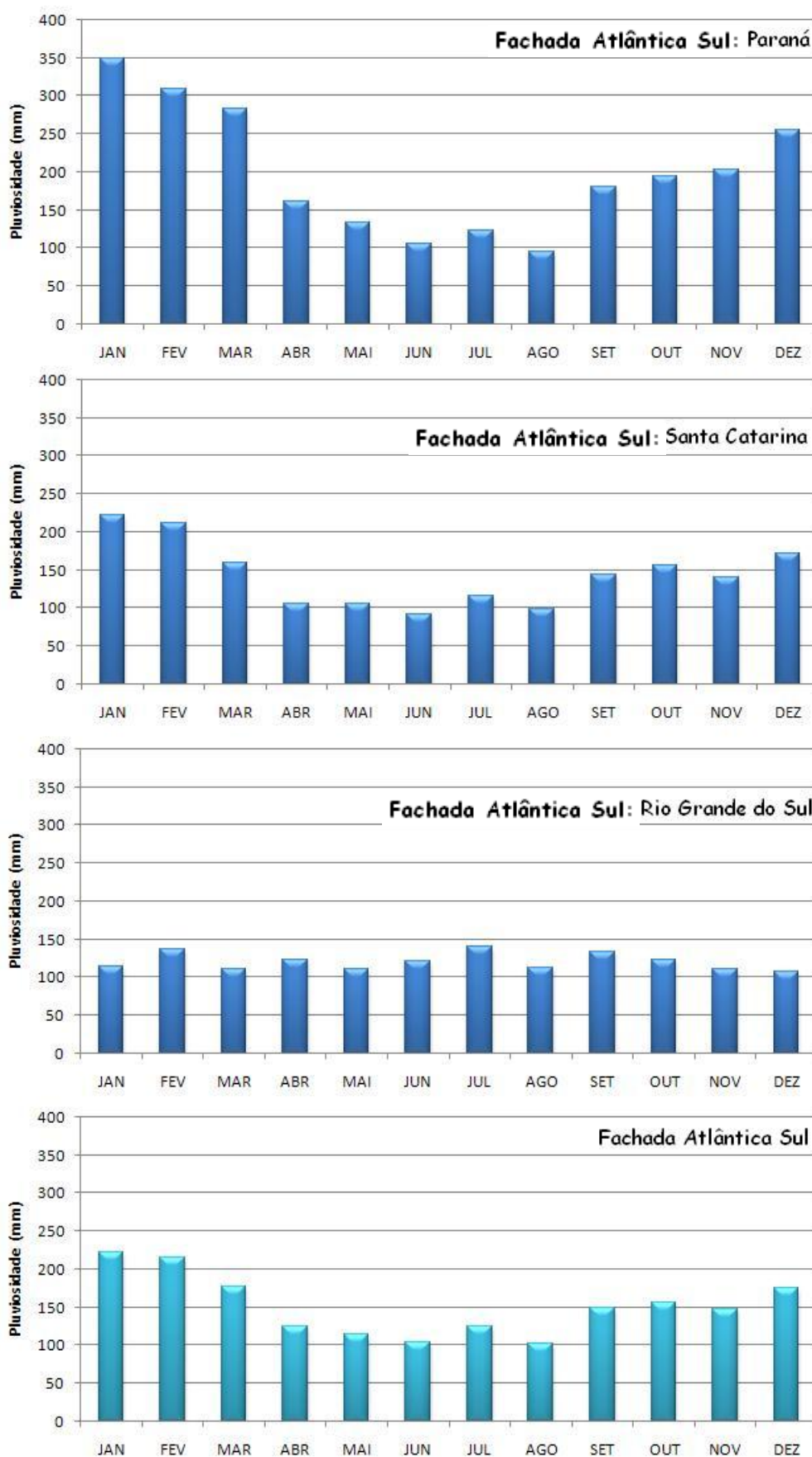


Figura 44: Fachada Atlântica Sul do Brasil – Dinâmica Pluviométrica mensal (1977-2006)

IV.1.1 Variabilidade espacial da pluviosidade

Os dados obtidos pelos instrumentos nas estações meteorológicas representam a realidade das chuvas numa área restrita, sendo que existe uma grande variabilidade espacial. Esta é visível quando se compara algumas estações próximas que apresentam valores distintos, pois a chuva apresenta uma grande variabilidade, principalmente quando ocorrem através do processo convectivo e orográfico.

A maneira de representar a variabilidade espacial da chuva (para um ano específico ou a média durante um período de 30 anos) é através das linhas de isoietas (linhas de valores iguais) desenhadas sobre o mapa. Onde as isoietas apresentam uma proximidade maior entre si, caracteriza uma grande variabilidade das chuvas.

Além dos gráficos para representar os valores pluviométricos, também fez-se uso da análise espacial através da confecção de mapas (Figuras 45 e 46), como se verá a seguir.

O período de ocorrência das chuvas é importante para a caracterização climática de certa região, sendo que existem muitas que apresentam grande variabilidade sazonal, com estações do ano muito úmidas, muito secas ou com distribuição uniforme.

Existe uma grande variação da pluviosidade anual na Fachada Atlântica Sul do Brasil (Figura 45), sendo que os valores variaram de 1100 mm até mais de 3100 mm. Isso devido à posição geográfica da região e principalmente à sua extensão e proximidade com os centros de ação de massas de ar. Observa-se um aumento no total anual e sazonal nas regiões mais altas e próximas às serras e morros, principalmente no Paraná e em Santa Catarina.

As encostas da Serra do Mar têm sua importância na gênese da chuva orográfica, ou seja, aquela que ocorre em regiões com relevo acidentado e próximo a áreas sujeito a evaporação, as quais funcionam como fontes de umidade para a atmosfera adjacente. Esse tipo de chuva ocorre em forma de pancadas, geralmente moderada a fortes, provenientes de nuvens do tipo Cumulus e Cumulonimbus que se desenvolvem no lado barlavento, onde o ar úmido condensa com mais facilidade. (MAURICI MONTEIRO, 2007).

Verifica-se que o regime pluviométrico na Fachada Atlântica Sul bem como na Região Sul do Brasil não é homogêneo, apresentando variabilidade temporal e espacial condicionadas à interação de diferentes mecanismos.

Nas estações pluviométricas da área de estudo localizadas na porção compreendida no Estado do Paraná, nota-se uma variação pluvial significativa entre verão e inverno, assumindo uma característica de clima tropical, sendo que no inverno as precipitações não apresentam valores muito reduzidos, sendo uma característica da Região Sul.

Porém, na Fachada Atlântica Sul do Brasil, a distribuição não acontece de forma tão uniforme, sendo que existe uma diversificação propiciada pela localização da região. Enquanto em alguns períodos se verifica grandes acumulados de chuva na região localizada no Paraná, ao mesmo tempo valores baixos são registrados no extremo sul do Rio Grande do Sul.

A não caracterização de uma estação seca na Fachada Atlântica Sul está relacionada à atuação e superposição dos regimes pluviométricos tropical, com predomínio no verão; e o da Frente Polar no seu percurso oceânico e continental.

As maiores médias estão representadas na porção da área de estudo localizada no Estado do Paraná. Nesta, destaca-se as regiões montanhosas e parte da planície. Elas acompanham as formações da Serra do Mar até a parte norte de Santa Catarina, sendo que em direção ao sul a média reduz, salvo algumas áreas de altitude, chegando a valores próximos de 1200 mm no extremo sul.

“No litoral paranaense é registrada a maior umidade, justificada por sua localização, sujeita à ação da Massa Tropical Atlântica que é quente e úmida, a rede hidrográfica, a presença da Serra do Mar que bloqueia em parte o avanço da umidade para o Primeiro Planalto e a Mata Atlântica ainda em parte preservada”.(NOGAROLLI, 2006, p. 69).

No verão (Figura 46), predomina na Fachada Atlântica Sul a Massa Tropical Atlântica, com rápidas invasões da Massa Polar Atlântica. Nesta época é comum uma maior instabilidade da MTa pelo aquecimento continental dando origem a precipitações em forma de pancadas (chuva de verão¹⁰) com grande volume

¹⁰ Com maior intensidade nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, e responsáveis pelo maior total pluviométrico, as chuvas de verão caracterizam-se por intensa e rápida precipitação ao final do dia, devido ao forte aquecimento do solo e que através do processo de convecção lança para atmosfera grande quantidade de calor que, ao se resfriar, ocasiona a precipitação. Este tipo de chuva é um dos responsáveis pelas maiores médias pluviométricas nos meses de verão na área de estudo.

pluviométrico em curto período de tempo. No inverno, as Frentes Polares ocasionam grande nebulosidade com chuvas leves e contínuas (mais longo), mas com volume menor comparado ao verão.

A Fachada Atlântica Sul, principalmente no Paraná e parte de Santa Catarina, possui um regime pluviométrico marcado pela concentração de chuvas nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março decorrente da atuação predominante da Massa Tropical Atlântica.

De maneira geral os totais pluviométricos da Fachada Atlântica Sul do Brasil decrescem com a latitude. Ao contrário, aumentam com a altitude.

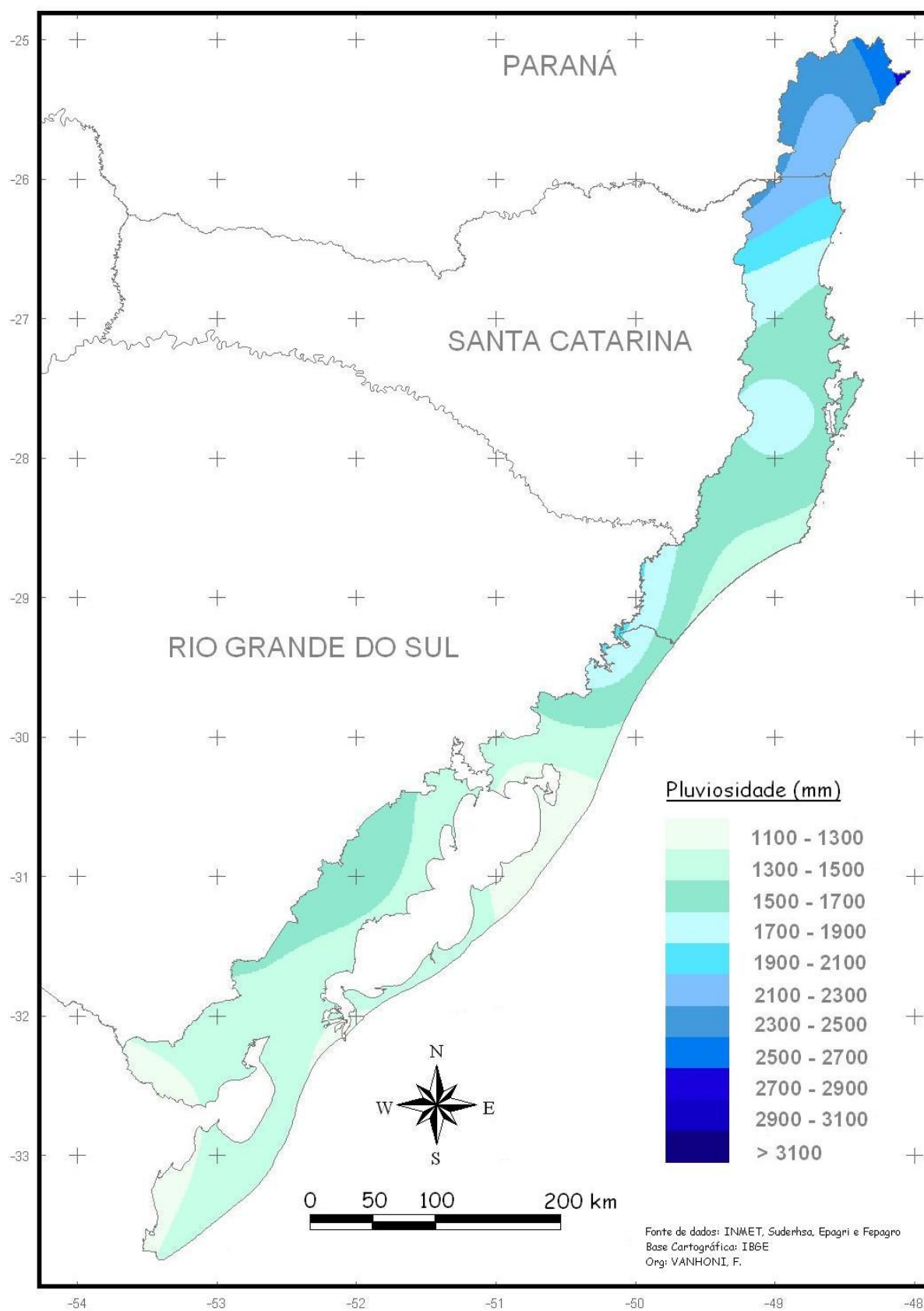


Figura 45: Fachada Atlântica Sul do Brasil – Pluviosidade Média Anual (1977-2006)

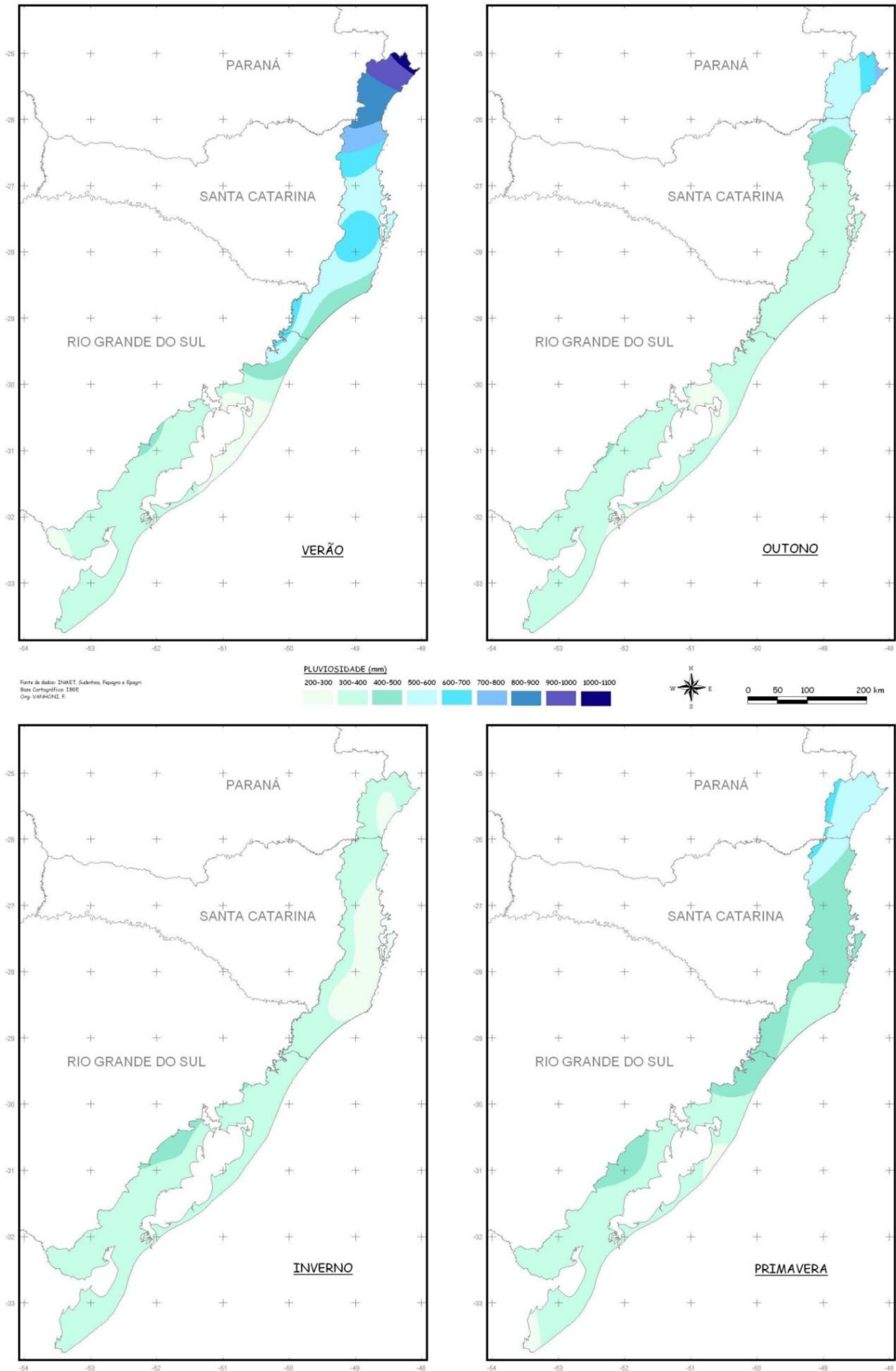


Figura 46: Fachada Atlântica Sul do Brasil – Pluviosidade Média Sazonal (1977-2006)

Além das médias anual e sazonal de pluviosidade, torna-se importante também para compreender a dinâmica pluviométrica na área de estudo, a análise de média anual de dias com chuva (Figuras 47 e 48).

Outro fator que explica a presença de maior instabilidade na Fachada Atlântica Sul do Brasil é a frequência de dias de chuva.

Assim como entender a dinâmica pluviométrica da região, torna-se importante compreender a frequência pluviométrica. A partir dos dados diários de chuva, pode-se estabelecer o número médio de dias com chuva, o que é essencial dentro da dinâmica climática, influenciando diretamente nos aspectos físicos (relevo, hidrografia...), bem como nas atividades humanas.

Observando-se a (figura 47), nota-se que os maiores índices são encontrados nas altas altitudes principalmente no Paraná e parte de Santa Catarina, sendo que na média ocorre precipitação em mais de 180 (cento e oitenta dias) do ano, ou seja, chove durante mais da metade do ano. Nas partes mais altas das serras, devido ao efeito orográfico, os dias com chuva passam de 200 (duzentos) ao ano.

A porção da área de estudo localizada no Estado do Rio Grande do Sul apresenta reduzida média de dias com chuva variando entre 40 e 90 dias/ano principalmente na planície. Foge disso somente as partes mais altas com aproximadamente 90 a 120 dias/ano.

Os dias com chuva aumentam na medida em que diminui a latitude, sendo que isso não representa o único fator determinante desta distribuição.

Sazonalmente (Figura 48), observa-se maior quantidade de dias com chuva no verão e na primavera, com aproximadamente mais de 50 (cinquenta) dias com chuva nas regiões mais altas, de 30 a 50 dias nas planícies do Paraná e Santa Catarina, diminuindo para cerca de 20 a 30 dias no Rio Grande do Sul. No inverno é que diminui consideravelmente o número médio de dias com chuva, sendo que em boa parte da região, exceto as mais altas, chove cerca de 20 a 30 dias.

Um ponto importante a se destacar, refere-se ao pequeno número registrado no extremo sul, apresentando praticamente uma média de 10 a 20 dias com chuva em todas as estações. Mesmo estando sujeito a ação das massas polares, estas não ocasionam chuvas da mesma maneira que nas menores latitudes. Isso pode acontecer pela passagem rápida das frentes ou pelo desvio das mesmas.

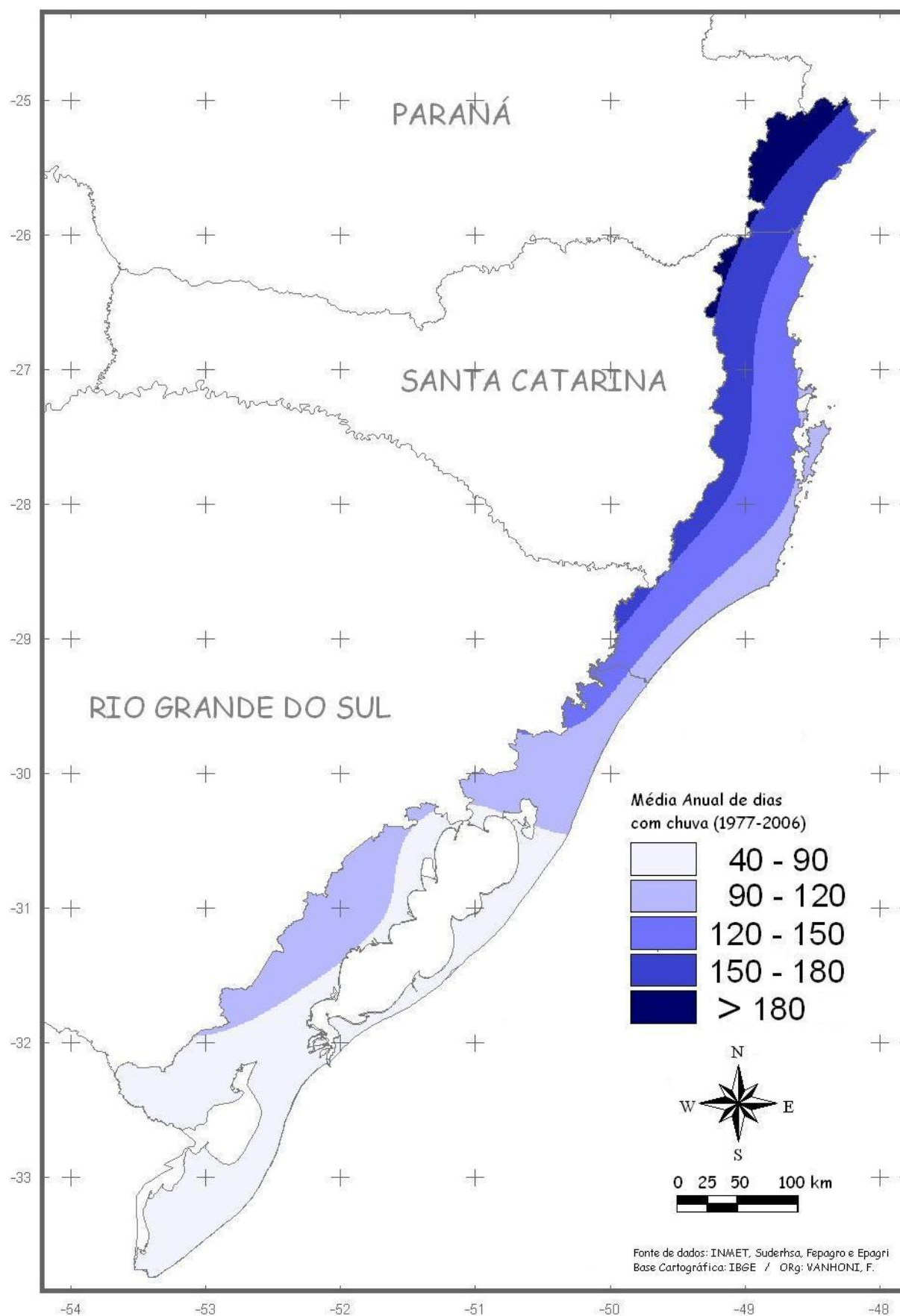


Figura 47: Fachada Atlântica Sul do Brasil – Média Anual de dias com chuva (1977-2006)

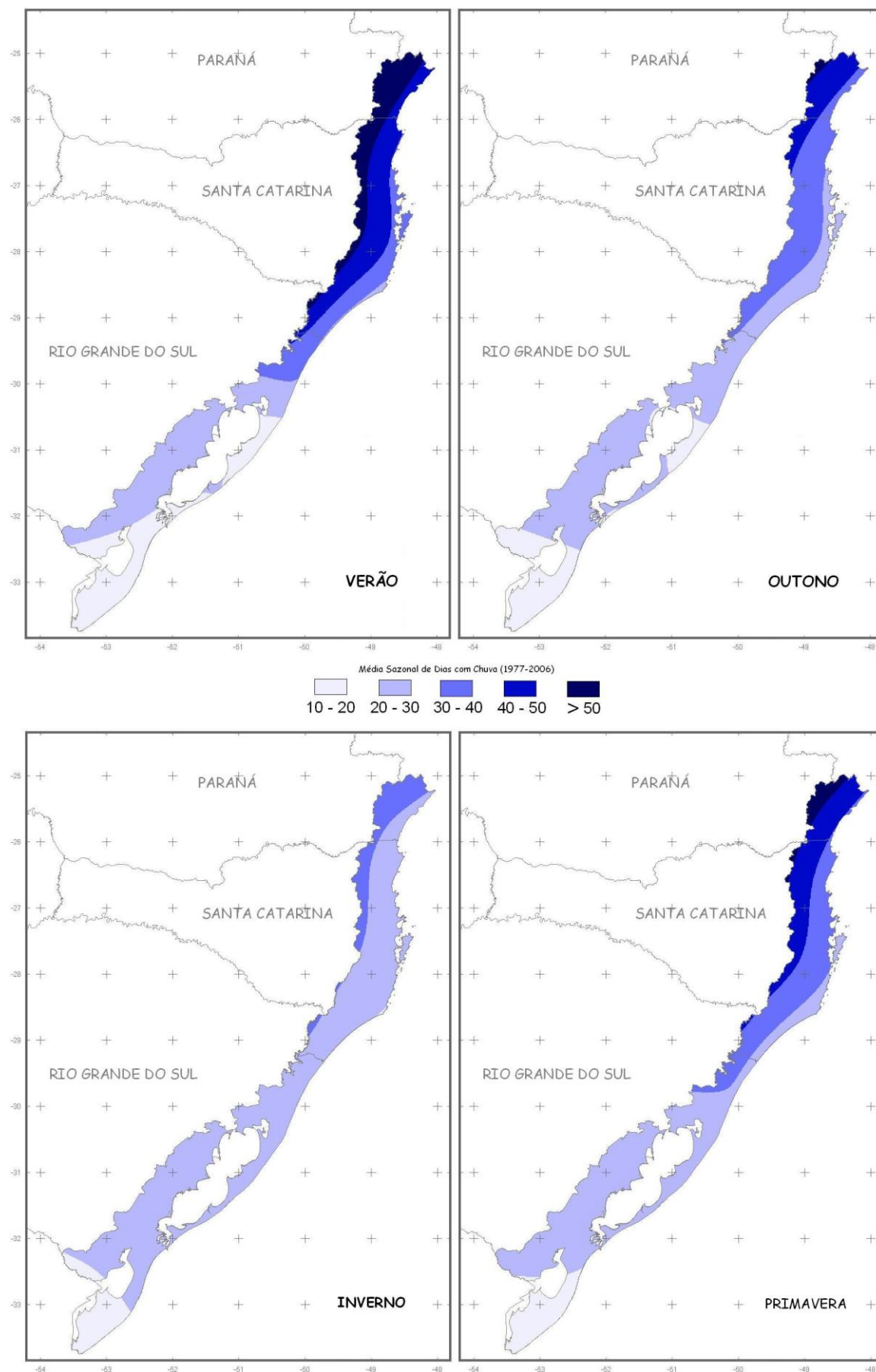


Figura 48: Fachada Atlântica Sul do Brasil – Média Sazonal de dias com chuva (1977-2006)

IV.2 TENDÊNCIAS DA PLUVIOSIDADE DO AR NA FACHADA ATLÂNTICA SUL

Os cenários futuros do clima apontam para a intensificação das chuvas em algumas áreas e redução em outras.

A análise dos efeitos regionais nos cenários futuros, especificamente no caso dos padrões de chuva, tem uma incerteza básica que é a própria representação da chuva: os modelos atuais de previsão de tempo e de previsão climática sazonal ainda têm problemas nesse sentido, o que aumenta sensivelmente a incerteza dos cenários futuros nas escalas de décadas e centenas de anos. Os principais problemas na simulação de chuva ainda são: resolução espacial das simulações numéricas; interação aerossóis – radiação – microfísica de nuvens (DIAS, 2007).

Assim como na análise dos dados de temperatura, foram utilizados também para a análise pluviométrica os dois métodos estatísticos (Mann-Kendall e regressão para verificar as tendências dentro do período (Figuras 49, 50, 51 e 52).

Na análise estatística de Mann-Kendall para o total anual (Figura 49) de pluviosidade da Fachada Atlântica Sul do Brasil, as maiores tendências ao aumento do total anual estão representadas na porção mais ao sul da área de estudo, mais especificamente no litoral norte gaúcho, com tendência de aumento de mais de 200 mm no período de análise (1977/2006).

No Paraná e na planície costeira de Santa Catarina a tendência ao aumento ficou na média de 100 mm. Na área central localizada no Estado de Santa Catarina, foram observados valores indicando uma diminuição do total anual principalmente nas partes mais altas, variando entre 100 e 200 mm de redução do total anual.

Na análise sazonal (Figura 50), no verão verifica-se um predomínio da elevação do total sazonal ficando na maioria dentro da estimativa de até 100mm. Em parte da área dentro de Santa Catarina e no extremo sul a tendência apresenta valores negativos com estimativa de diminuição para o período, de aproximadamente 100 mm.

No outono, praticamente toda a área dentro da delimitação do Estado do Rio Grande do Sul apresenta tendência ao aumento do total sazonal, com destaque para o sul onde a tendência passa dos 200 mm. Em Santa Catarina e no Paraná a tendência é negativa com média de 100 mm.

No inverno, destaca-se a tendência à diminuição dos totais sazonais com estimativa de diminuição de aproximadamente 100 mm, sendo que apenas uma

pequena parte localizada na Serra do Mar no Paraná é que apresenta tendência positiva. A primavera apresenta dinâmica parecida com o verão, porém com uma ampliação das áreas com tendência à diminuição.

Considerando que as menores médias pluviométricas ocorrem principalmente no inverno, com os resultados mostrando uma possível tendência à diminuição do total sazonal, esta estação tende a ficar cada vez menos chuvosa o que influenciaria diretamente na dinâmica climática da região.

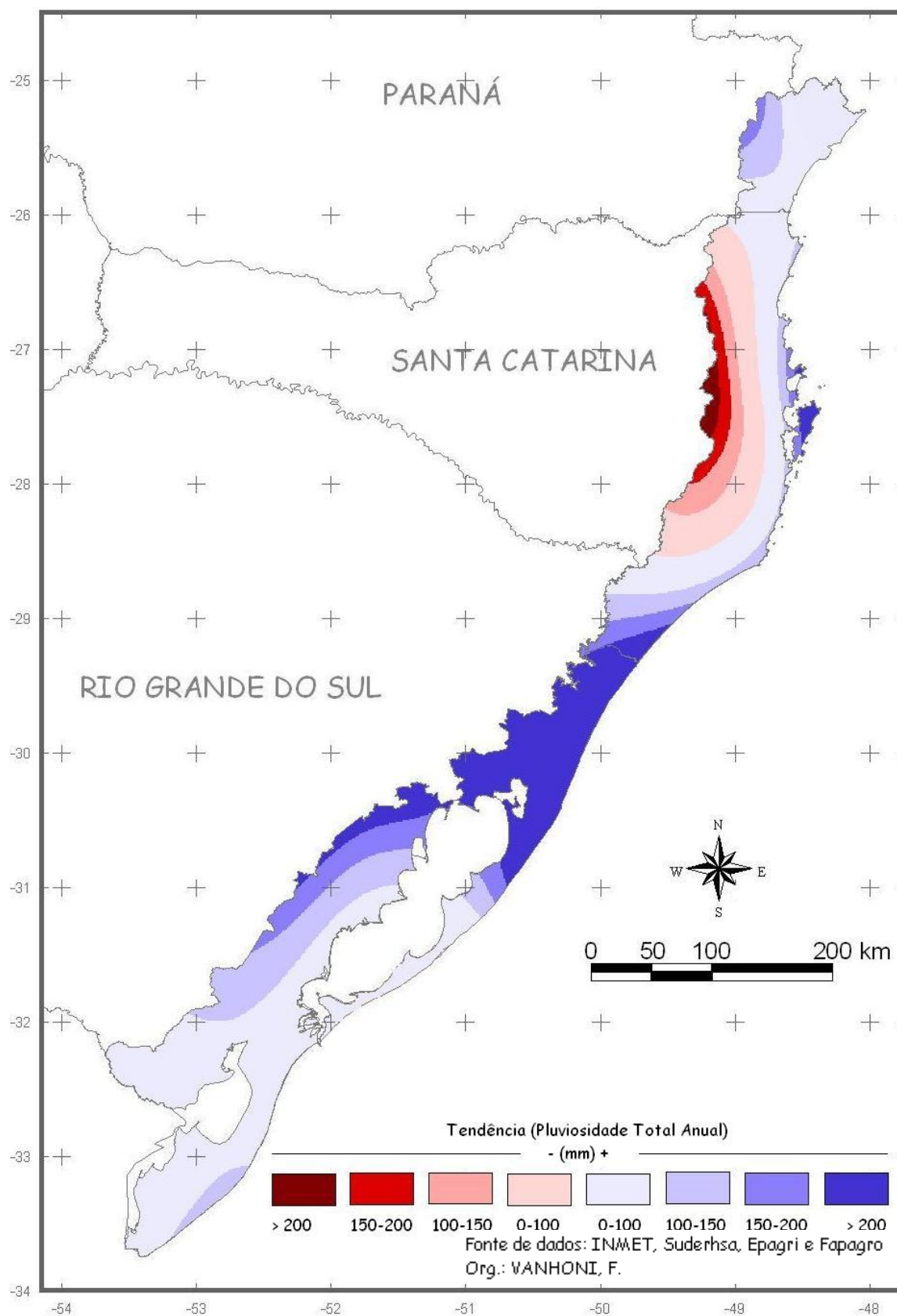


Figura 49: Fachada Atlântica Sul do Brasil - Pluviosidade Total Anual: Tendência Mann-Kendall

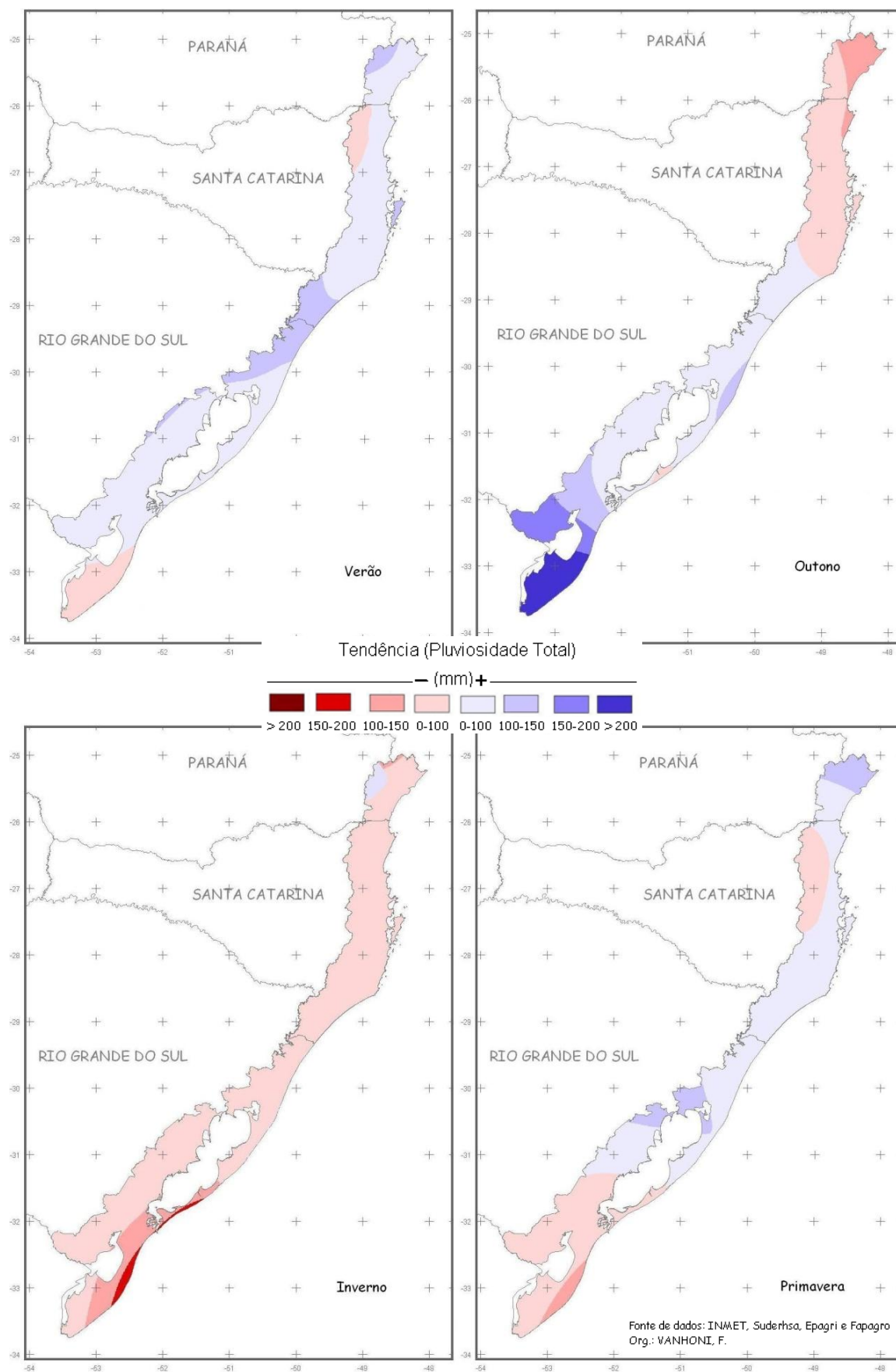


Figura 50: Fachada Atlântica Sul do Brasil - Pluviosidade Total Sazonal – Tendência Mann-Kendall

Na análise de regressão (Figura 51), os resultados ficaram semelhantes aos da análise de Mann-Kendall. Na área compreendida no Estado do Rio Grande do Sul destaca-se tendência crescente dos totais pluviométricos passando dos 200 mm em alguns locais.

Na Serra do Mar no Paraná, a tendência ao aumento também foi representativa. Na planície litorânea a média de aumento ficou em aproximadamente 100 mm. Assim como no teste de Mann-Kendall, destaca-se tendência negativa na maior parte da área localizada no Estado de Santa Catarina, chegando a valores negativos que passam dos 200 mm.

A análise sazonal (Figura 52) é importante, pois apresenta informações que não estão presentes na anual, ou seja, em relação às tendências é possível verificar em qual estação as mudanças estão surtindo maior efeito.

No verão e primavera é que se verificam as maiores mudanças em relação ao aumento do total pluviométrico, sendo estas as que apresentam normalmente os maiores índices de chuva para a região do Paraná e Santa Catarina. No verão, a maioria das estações apresentou tendência ao aumento, assemelhando-se aos resultados da análise do total anual. No outono, destacam-se os resultados no Paraná e Rio Grande do Sul, sendo que no primeiro os resultados são preocupantes, devido ao fato que todas as estações apresentarem tendência a diminuição das chuvas, sendo que esta época já apresenta normalmente um total reduzido para a região.

No inverno predomina a tendência a diminuição do total, principalmente em Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Esta época do ano apresenta baixos índices de chuva se comparado com as demais. As mudanças apresentadas podem ocasionar distintos efeitos na dinâmica normal da região bem como nas constituições físicas e sociais. Destaca-se o aumento do total pluviométrico no verão e primavera (o que significa que as chuvas tenderiam a se intensificar nestas épocas) e, a tendência negativa para o inverno.

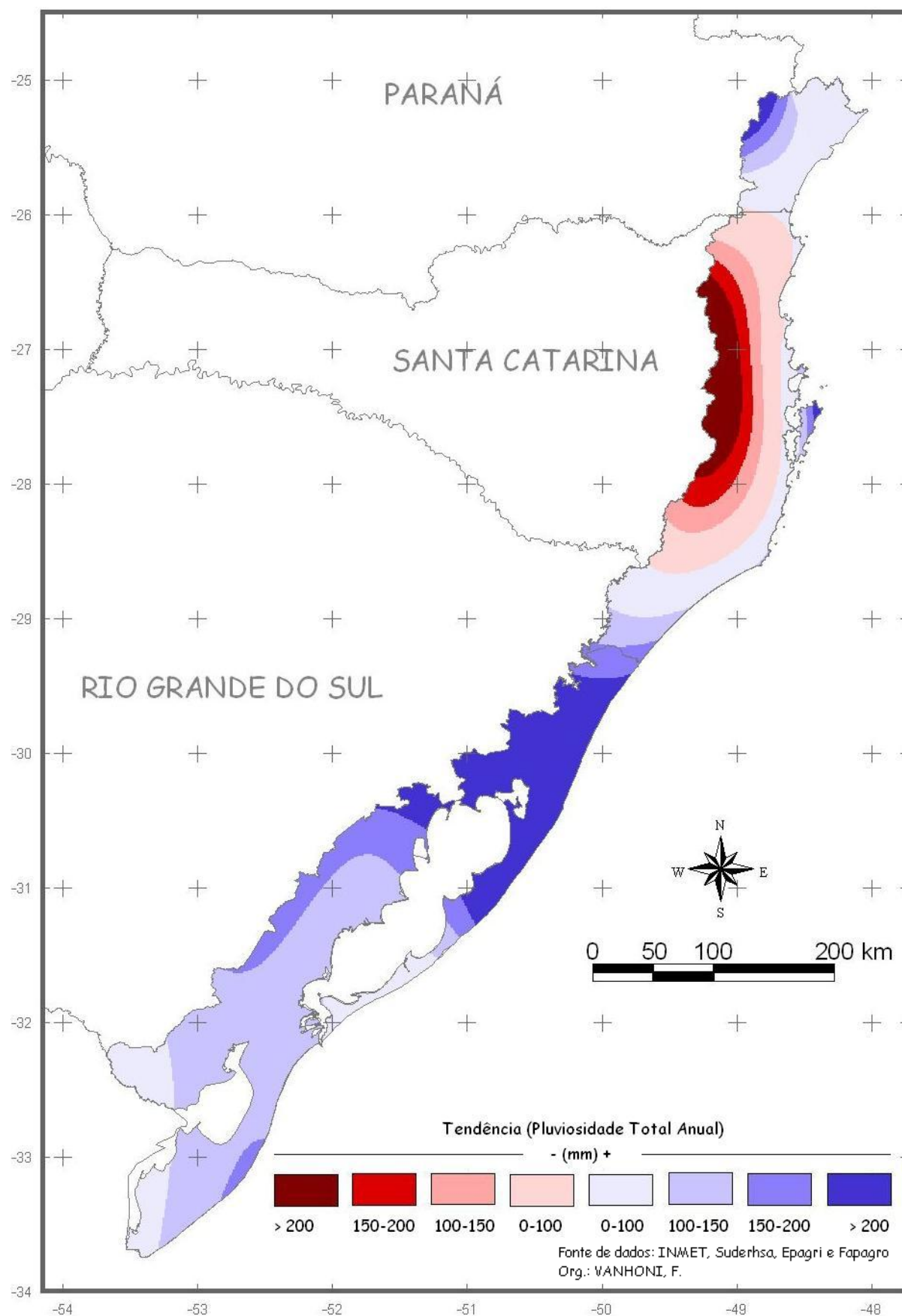


Figura 51: Fachada Atlântica Sul do Brasil - Pluviosidade Total Anual: Tendência Regressão

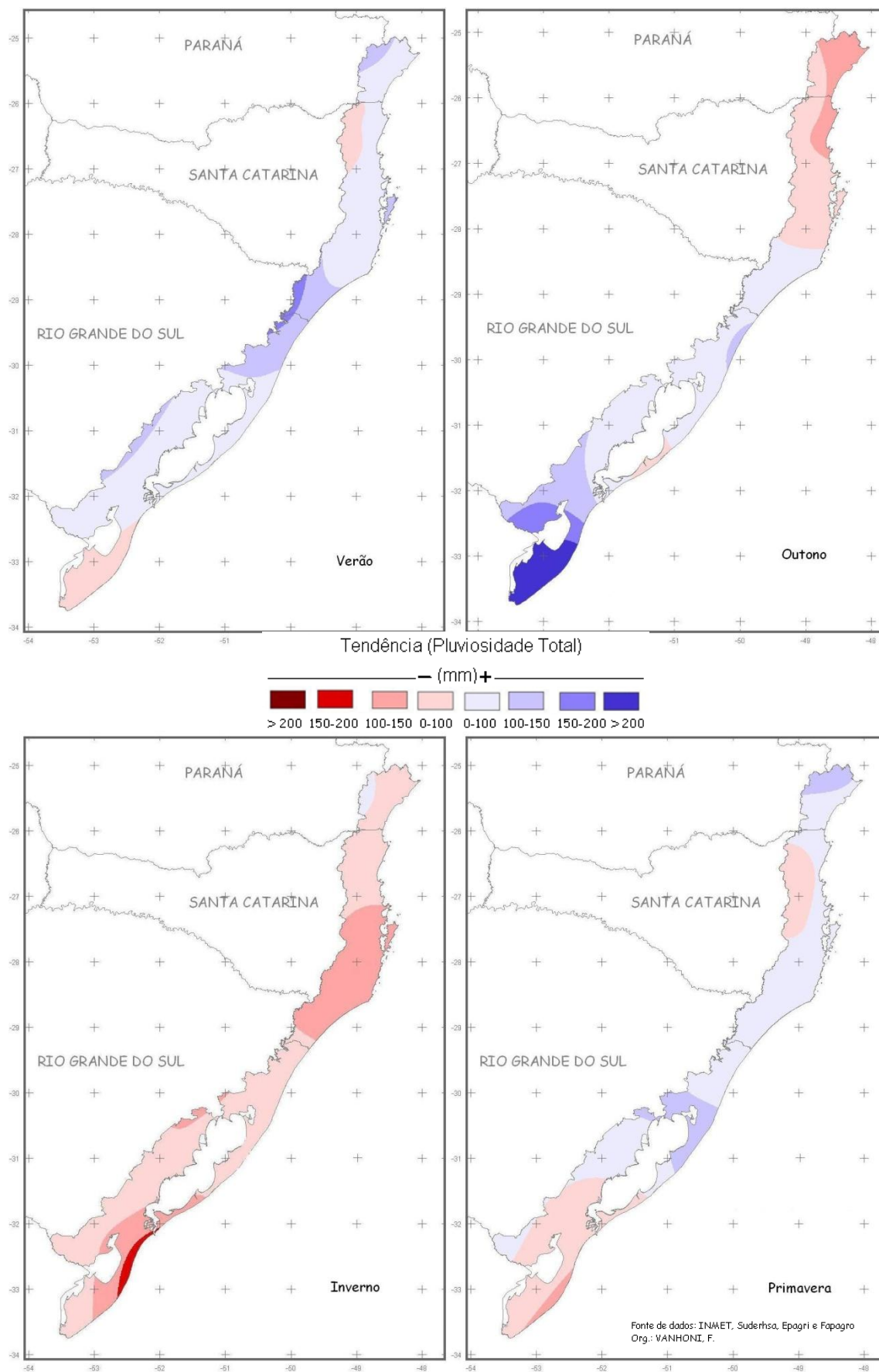


Figura 52: Fachada Atlântica Sul do Brasil - Pluviosidade Total Sazonal: Tendência Regressão

IV.3 VARIABILIDADE DA PLUVIOSIDADE ASSOCIADA AO EL NIÑO E LA NIÑA

Em relação à abordagem da influência dos fenômenos El Niño e La Niña na dinâmica climática da Fachada Atlântica Sul do Brasil, as análises serão feitas a partir dos totais e médias pluviométricas relacionados ao ano de ocorrência da anomalia.

De maneira geral sabe-se que estes fenômenos atingem de certa forma e intensidade a área de estudo. Em relação ao El Niño, quando da sua atuação, é verificado um aumento no total pluviométrico na Fachada Atlântica Sul do Brasil. Ao contrário, na atuação da La Niña, a área tenderia a períodos secos. Observando a figura 52 da pluviosidade média anual para a Fachada Atlântica Sul do Brasil, nota-se que em anos de ocorrência do El Niño, os índices ficam acima da média histórica e em contrapartida, em anos de La Niña as médias pluviométricas tendem a se manter abaixo da média histórica (Figura 53).

Comparando as informações da (figura 53) com os períodos de atuação do El Niño e La Niña, observam-se possíveis influências destes fenômenos na dinâmica pluviométrica da Fachada Atlântica Sul do Brasil. No gráfico de pluviosidade média anual, no ano de 1983 nota-se que os valores médios de chuva ficaram bem acima da média histórica, principalmente na porção da área de estudo compreendida nos Estados do Paraná e Santa Catarina.

Na porção do Estado do Rio Grande do Sul ocorreu a menor variação, sendo que esta região apesar da atuação do El Niño não apresenta grandes aumentos no total pluviométrico. Em contrapartida, nos anos de 1988 e 1989, de ocorrência de La Niña, na porção do Rio Grande do Sul é que se verificam as maiores flutuações em relação à média, sendo que em Santa Catarina e no Paraná predominou média acima da histórica. Em termos de proporção, na Fachada Atlântica Sul do Brasil, a porção localizada no Estado do Rio Grande do Sul é a que sofre maiores influências em anos de La Niña, sendo que nas demais áreas, as flutuações significativas ocorrem principalmente em anos de El Niño.

Considerando toda a Fachada Atlântica Sul do Brasil, ao analisar os gráficos, fica evidente a influência do El Niño e La Niña, principalmente nos de 1983 e 1998 (El Niño) e 1988 (La Niña). Em 1983, a média pluviométrica anual da área de estudo ficou cerca de 700 mm acima da média histórica, aumentando em mais de 40% o acumulado de chuva. Este aumento se distribui de forma diferenciada na área de

estudo, sendo que como já fora mencionado; as porções localizadas nos Estados do Paraná e Santa Catarina é que apresentam as maiores variações.

Em relação à sazonalidade, observa-se uma maior variação em relação à média, no outono e inverno nos anos de El Niño e no inverno quando da atuação da La Niña.

No verão, no El Niño de 1983 a variação em relação a média para a Fachada Atlântica sul ficou perto de 80 mm de aumento, sendo que em 1998 não houve variação em relação à média. Porém, no outono a média ficou quase 200 mm maior do que a histórica na atuação do El Niño de 1983, sendo que esta variação é significativa, pois no outono as chuvas são mais amenas. É no inverno que aparentemente o El Niño exerce maior influência, sendo que somente em 1983 a média ficou cerca de 300 mm acima da normal.

Flutuações de pluviosidade acima da média acontecem a partir da influência de diferentes fatores, porém a atuação do El Niño e La Niña contribuem para uma variação significativa no período de atuação dos eventos. Nota-se que a maioria dos valores acima da média histórica ocorrem em anos de moderado a forte ocorrência destes fenômenos.

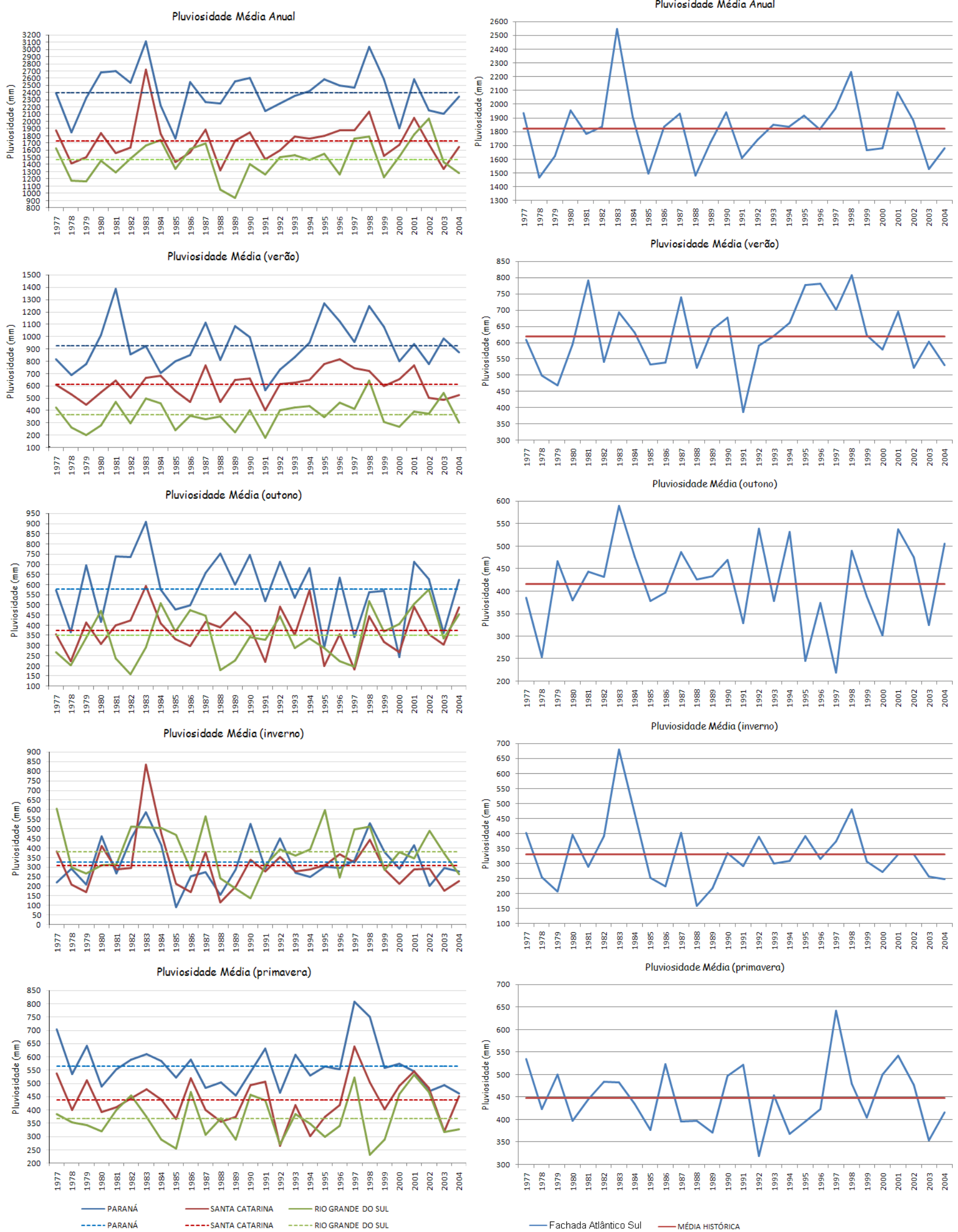


Figura 53: Fachada Atlântica Sul do Brasil - Pluviosidade Média Anual
Org: VANHONI, F.

Em relação à (Figura 54) referente aos anos mais e menos chuvosos observa-se que: nos anos menos chuvosos, ressalta-se o predomínio dos anos de 1988 e 1989 que representa um período de forte atuação do fenômeno La Niña. Na Fachada Atlântica Sul do Brasil, em 30% das estações pluviométricas o menor índice pluviométrico ocorreu em 1988. Dentro da delimitação Estadual da área de estudo, na porção paranaense 53% das estações pluviométricas apresentaram o menor índice pluviométrico no ano de 1985. Em Santa Catarina predominou o ano de 1988 com 35% do total e no Rio Grande do Sul destaca-se o ano de 1989 com 62%. Em relação aos anos mais chuvosos, em Santa Catarina, 90% das estações apresentaram maior total pluviométrico no ano de 1983.

No Paraná, predominou o ano de 1998 com 42% e no Rio Grande do Sul o ano de 2002 com 72%. Em relação a área de estudo como um todo, predomina como mais chuvoso o ano de 1983 com 57%. Estas informações são interessantes pois, ressaltam a influência dos fenômenos climáticos na dinâmica climática. Nota-se que os períodos destacados representam o momento de atuação do El Niño (principalmente em 1983) e do La Niña (principalmente em 1988 e 1989). Nos anos mais chuvosos, na porção paranaense e catarinense predomina a influência direta do El Niño. Em contrapartida, em relação aos anos menos chuvosos, ressalta-se a influência da La Niña principalmente em Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

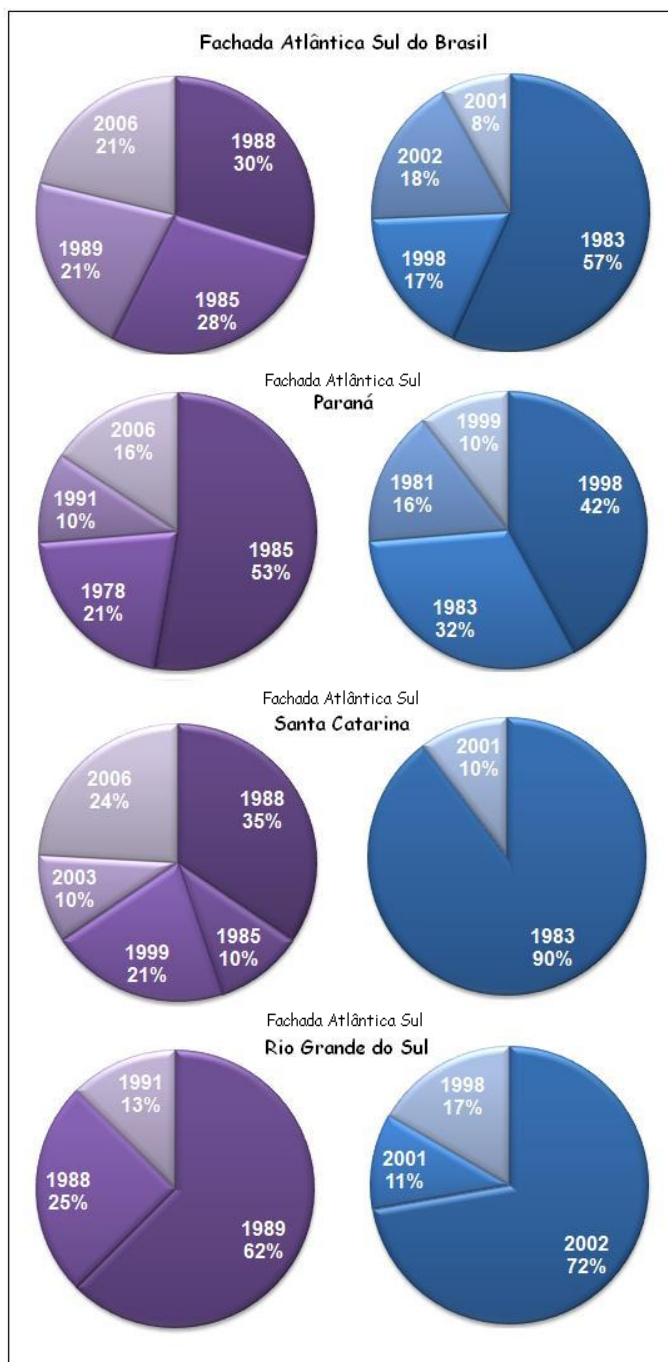


Figura 54: Fachada Atlântica Sul do Brasil – comparação entre os anos menos chuvosos (esquerda) e mais chuvosos (direita). Org.: VANHONI, F.

Para uma melhor compreensão dos efeitos destes fenômenos na área de estudo, foram plotados especialmente os totais pluviométricos dos anos de maior intensidade de El Niño e La Niña, sendo possível analisar em porcentagem (%), o quanto este total variou em relação a média histórica de cada estação pluviométrica.

Segundo os dados do CPTEC, as ocorrências de El Niño e La Niña podem ser divididas pela intensidade dos fenômenos. Foram selecionados períodos

considerados de forte atuação, sendo: 1983 e 1998 para El Niño (Figuras 55 e 56) e 1988 e 1989 para La Niña (Figuras 57 e 58).

Em 1983 (figura 55), os efeitos do fenômeno El Niño foram intensos. Analisando o mapa da (Figura 54) com a distribuição da quantidade de chuva em porcentagem acima da média histórica, verifica-se que para este ano ocorreram significativas variações na dinâmica pluviométrica. É preciso esclarecer que valores acima da média acontecem sempre, porém na ocorrência do fenômeno acredita-se que ocorra um aumento significativo de chuva.

Como o El Niño exerce um bloqueio no avanço das massas polares, estas perduram por mais tempo na região ocasionando maiores precipitações. Acredita-se que esse bloqueio acontece de maneira a favorecer o estacionamento das mesmas, sobretudo sobre o Estado de Santa Catarina. Em 1983, os jatos subtropicais mais fortes favoreceram os bloqueios atmosféricos em latitudes médias e altas mantendo os sistemas frontais estacionados na região Sul ocasionando aumento na precipitação.

Observando a figura 55 (El Niño 1983), nota-se que a maior variação encontra-se na parte central da Fachada Atlântica Sul, mais especificamente em toda delimitação dentro do Estado de Santa Catarina, com variação de 40 a 60 % de chuva acima da média neste ano, sendo que em parte da planície litorânea chega a 60 e 80% com áreas que ultrapassam este valor. A maior variação abrange boa parte do Vale do Rio Itajaí e Santa Catarina, sendo esta uma região densamente ocupada. Por este motivo, muitas cidades localizadas dentro desse limite sofreram com adversidades climáticas neste ano, principalmente relacionadas a enchentes e deslizamentos de terra.

Somente no ano de 1983 segundo a Defesa Civil de Santa Catarina, houve 197.790 desabrigados e 49 mortos, com destaque para Blumenau, com 50.000 desabrigados e 9 mortos, o que representou 29,3% da população total deste município. Esse grande desastre foi desencadeado por precipitações anômalas ocorridas na Região Sul do Brasil devido à atuação do fenômeno El Niño, considerado de forte intensidade.

Na porção localizada no Paraná e parte do Rio Grande do Sul, a variação predominante foi de aproximadamente 20% acima da média histórica.

O que chama atenção é a diminuição do total pluviométrico neste ano no extremo sul da Fachada Atlântica, sendo que apresenta uma diminuição de cerca de 10 a 20% em relação à média das estações ali localizadas. Este fator é interessante, pois a idéia geral é que na atuação do El Niño, a região como um todo tenderia a aumentar a sua quantidade de chuva, o que de fato acontece, porém não em toda a área. Este fato pode estar relacionado com o bloqueio do jato subtropical, impedindo a entrada de umidade para áreas mais ao sul, sendo que nestas prevalece massas de ar frio e com pouca umidade. Outro fator pode estar relacionado as correntes oceânicas, pois muitos trabalhos colocam que nos anos de ocorrência do El Niño, entre os efeitos na Região Sul do Brasil, acredita-se que ocorra um avanço da corrente das Malvinas e conseqüentemente um recuo da corrente do Brasil, o que manteria uma maior umidade entre Santa Catarina e Paraná.

Em outro episódio ocorrido em 1998 (Figura 56), considerado de grande intensidade pelo CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e estudos climáticos), as variações foram um pouco menores, porém significativas. As maiores alterações ocorreram na parte norte de Santa Catarina, com total pluviométrico 40 a 60% acima da média histórica. Parte da região de estudo localizada no Rio Grande do Sul e Paraná apresentou variações de 20 a 40%. Assim como em 1983, no extremo sul ocorreram valores negativos, evidenciando que mesmo sendo período de El Niño, nestas o total ficou abaixo da média histórica.

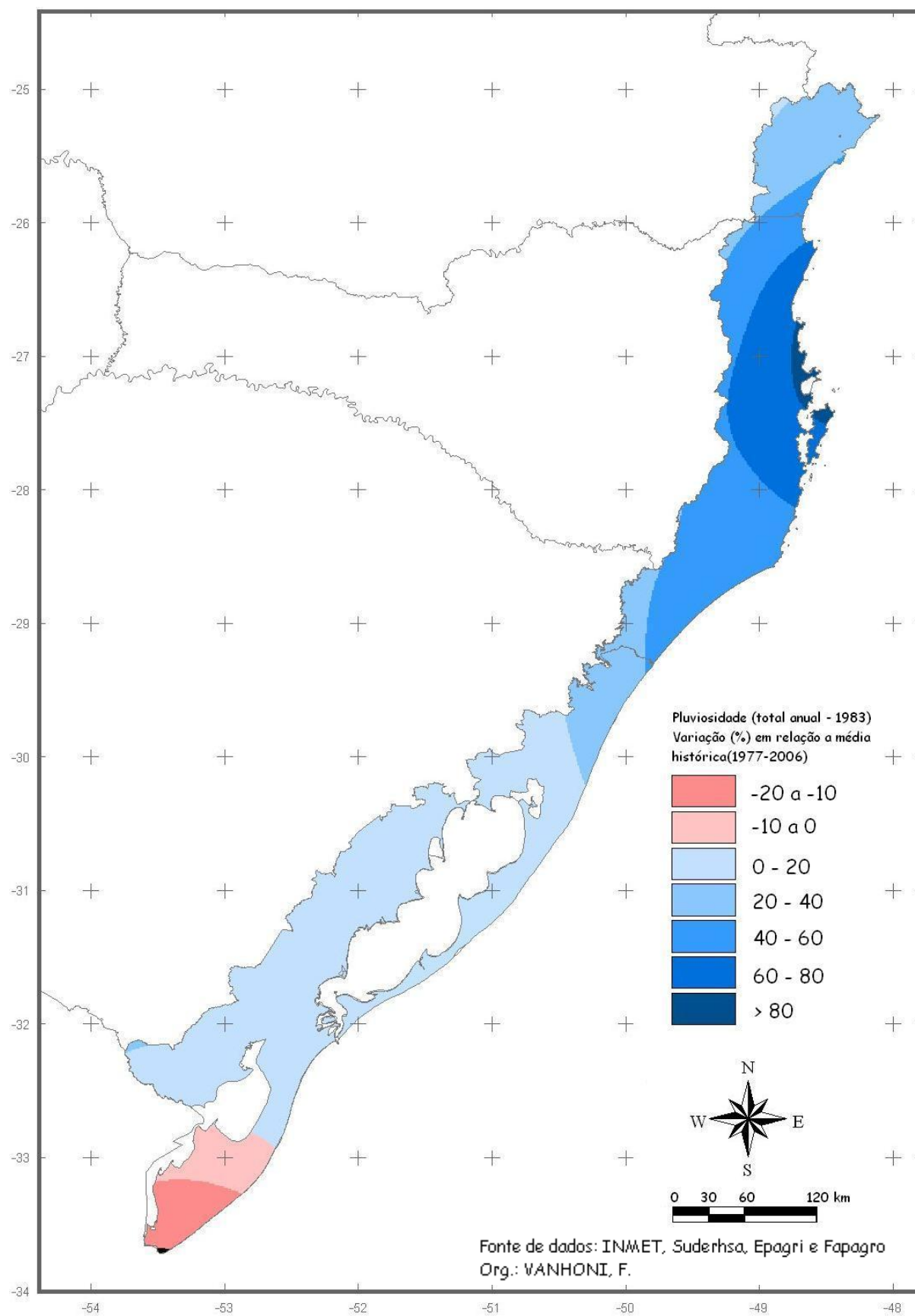


Figura 55: Fachada Atlântica Sul do Brasil - Variação da pluviosidade em relação à média histórica para o ano de 1983 (El Niño).

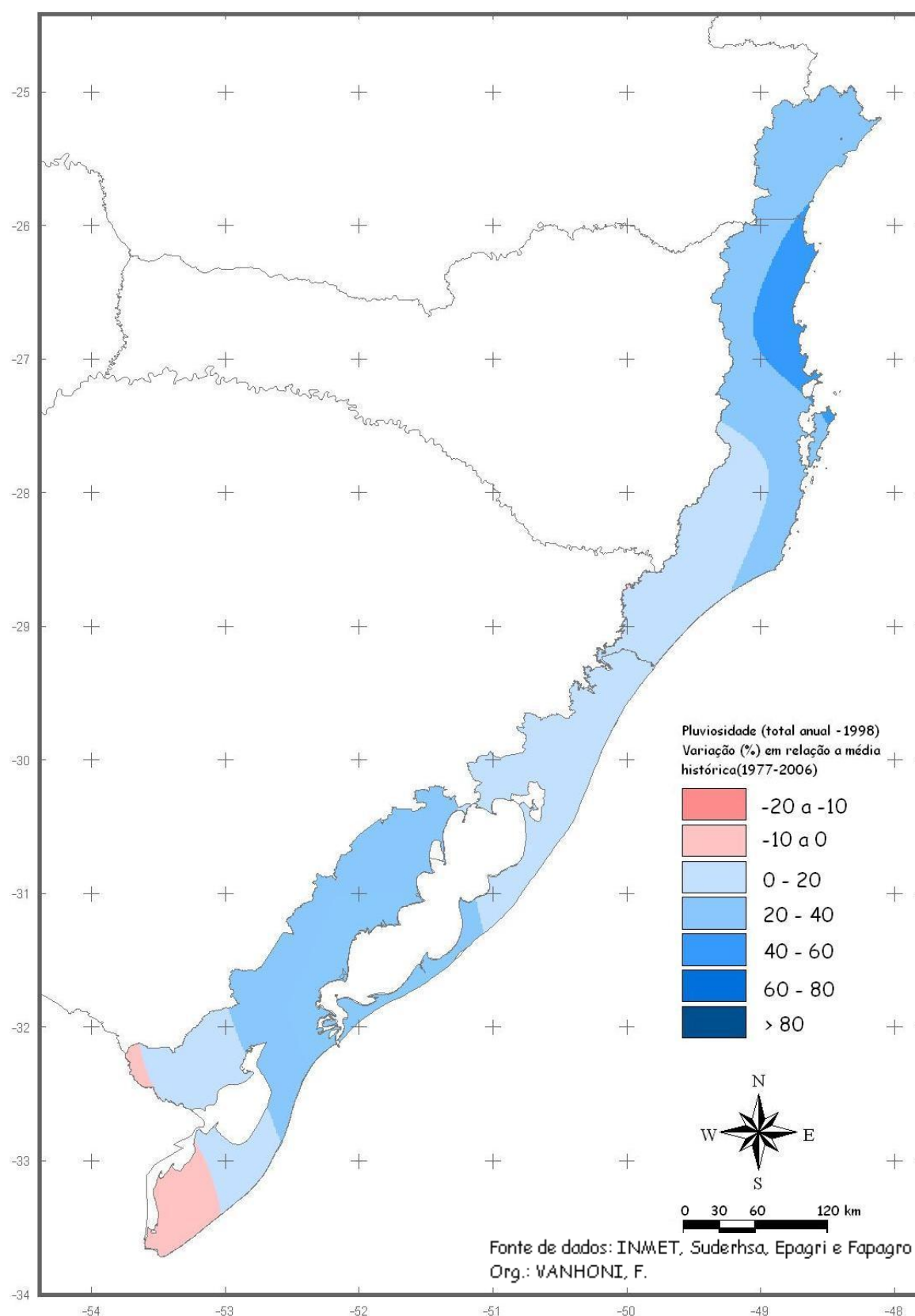


Figura 56: Fachada Atlântica Sul do Brasil - Variação da pluviosidade em relação à média histórica para o ano de 1998 (El Niño).

Assim como no caso do El Niño, foram analisados dois casos de La Niña considerados de grande relevância. Um dos principais episódios de La Niña ocorreu entre maio de 1988 e junho de 1989, perdurando por 14 meses. Entre os efeitos da atuação da La Niña na região, predomina uma diminuição do total pluviométrico.

Os principais impactos da atuação do fenômeno La Niña no Sul do Brasil referem-se às passagens rápidas de frentes frias sobre a região Sul do país, com tendência de diminuição da precipitação nos meses de junho a fevereiro, principalmente no Rio Grande do Sul, além do centro-nordeste da Argentina e Uruguai (OLIVEIRA, 2005).

Dessa maneira, Maurici Monteiro (2007, p. 92) acrescenta que *“A tendência na redução da precipitação pode estar associada à rápida passagem das frentes frias e a bloqueios atmosféricos quando as frentes ficam estacionárias sobre o Uruguai e sul do Rio Grande do Sul”*.

Observando a (Figura 57), nota-se que no ano de 1988 ocorreram significativas variações, sendo que principalmente na parte central dentro do Estado de Santa Catarina e no sul localizado no Rio Grande do Sul, as chuvas ficaram 40% abaixo da média do período de análise (1977-2006). Ressalta-se porém, que no extremo norte localizado no Paraná, a variação ficou positiva para o período com pequeno aumento de aproximadamente 10% acima da média.

Em 1989 (Figura 58), apesar de ser o ano seguinte, as variações foram diferenciadas, sendo que se destaca um aumento da chuva em relação à média histórica praticamente em toda a região localizada no Estado do Paraná e parte em Santa Catarina. Principalmente nas serras é que a variação foi significativa com cerca de 20% acima da média, seguido pelas planícies com variações chegando perto dos 10%.

O aumento da pluviosidade nas porções da área de estudo localizadas no Paraná e em Santa Catarina podem estar atribuídas a manutenção da umidade nestas áreas possibilitada pelas correntes oceânicas e massas de ar úmidas que não sofrem ali o bloqueio exercido pela atuação do fenômeno La Niña.

Existe uma variação negativa que ocorre gradativamente no sentido sul, sendo que se destaca a maior parte localizada no Rio Grande do Sul diminuindo de 30 a 70% no sul o total pluviométrico deste ano.

Dentro da dinâmica climática da Fachada Atlântica Sul do Brasil, considera-se que os efeitos dos eventos El Niño e La Niña são significativos, alterando de maneira significativa principalmente os totais pluviométricos.

Verifica-se que todos os eventos ENOS provocaram mudança no comportamento das precipitações, mas nem todos os anos chuvosos se explicam por sua ocorrência.

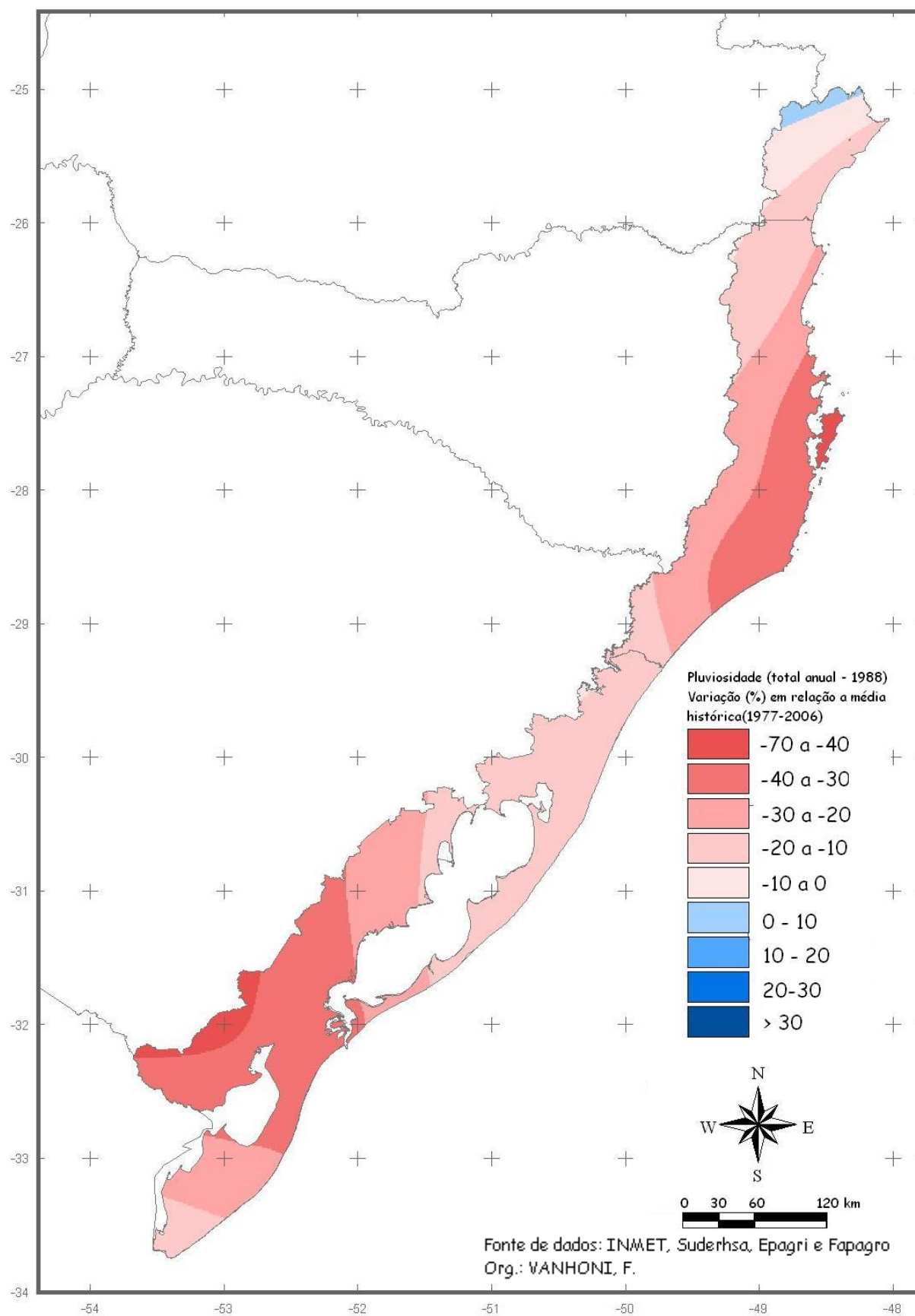


Figura 57: Fachada Atlântica Sul do Brasil - Variação da pluviosidade em relação à média histórica para o ano de 1988 (La Nina).

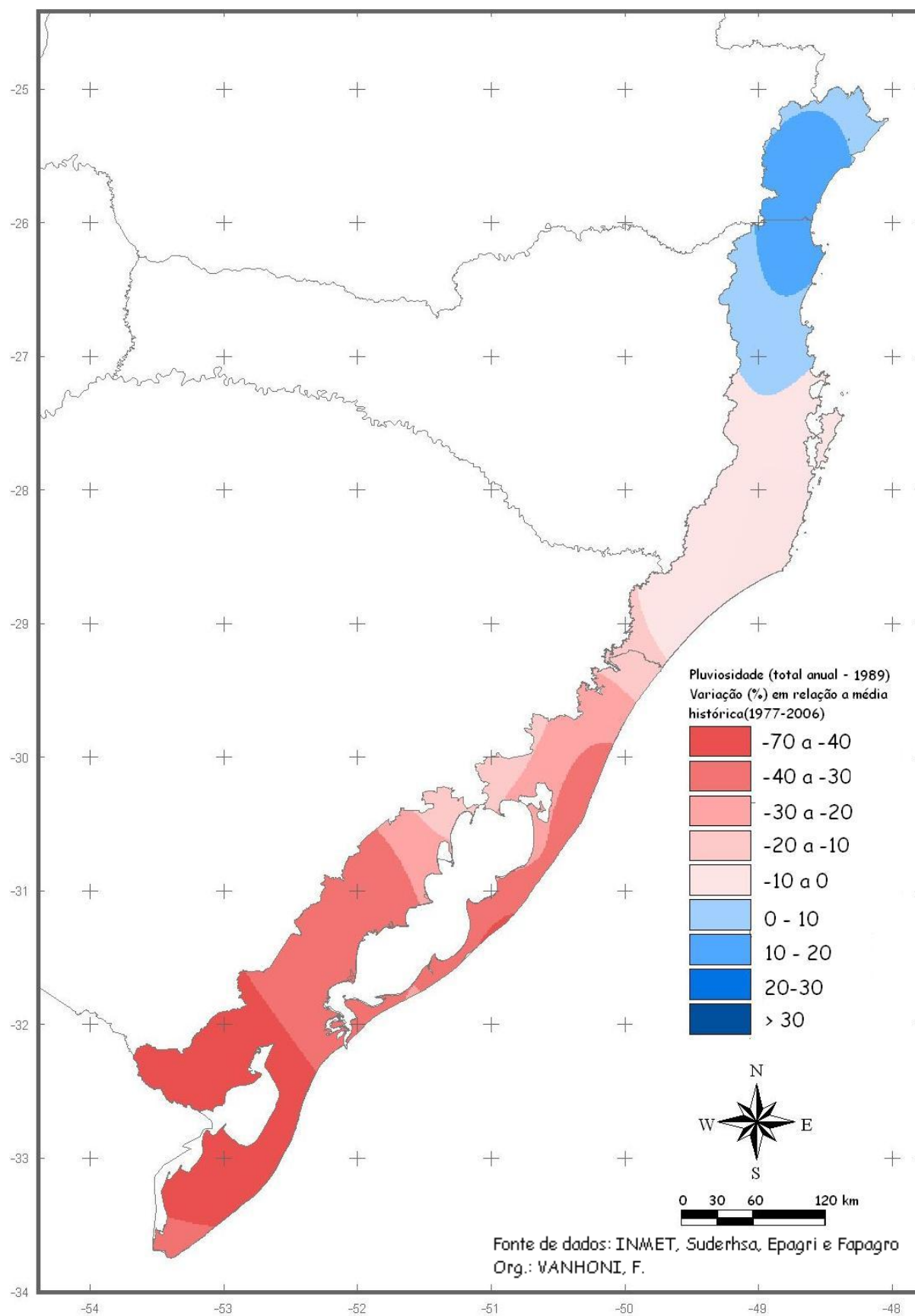


Figura 58: Fachada Atlântica Sul do Brasil - Variação da pluviosidade em relação à média histórica para o ano de 1989 (La Nina).

IV. 4 Intensidade pluviométrica diária

A intensidade das chuvas pode provocar, dependendo da área e dos elementos que a constituem, grandes impactos. Na Fachada Atlântica Sul do Brasil, algumas áreas, dependendo da sua localização, são esporadicamente afetadas por chuvas intensas. Exemplo disso são os municípios localizados no Vale do Itajaí em Santa Catarina e os próximos a Serra do Mar, como Morretes e Antonina no Paraná. Chuvas intensas podem provocar grandes enchentes, inundações, deslizamentos, o que impacta diretamente a população que vive nestas áreas.

Extremos de precipitação pluviométrica numa determinada região podem ocasionar intensos danos para a agricultura e a sociedade. As enchentes colocam em risco as pessoas que moram em lugares mais vulneráveis (encostas de morros e na beira de córregos e rios), pois causam deslizamentos de terra e transbordamentos.

Segundo Calbeti (1997, p.1):

Chuva intensa define-se como sendo aquela que registra um grande volume de água precipitado num curto espaço de tempo. Por exemplo, uma chuva de 20 mm, ocorrida em 24 horas, é considerada fraca, no entanto, este mesmo valor, ocorrido em poucos minutos, que caracteriza a chuva de verão, é geralmente forte e a ocorrência é conhecida popularmente como pancadas de chuva.

Como forma de analisar a intensidade pluviométrica na Fachada Atlântica Sul do Brasil, foram confeccionados gráficos de pluviosidade em 24 horas acima de 50 mm¹¹ (distribuído por classes) e chuva máxima mensal em 24 horas. Segundo o relatório II sobre Mudanças Climáticas do CPTEC/INPE (2007), consideram-se como extremos pluviométricos valores acima de 25 mm/dia.

Como exemplos, foram selecionadas algumas estações pluviométricas localizadas dentro da área de estudo, sendo que as demais representações encontram-se em anexo.

Em relação à pluviosidade acima de 50 mm e a chuva máxima mensal em 24 horas tem-se (figura 59): na estação pluviométrica de Morretes/PR (2548000) o maior índice de chuva acima de 50 mm no período (1977-2006) ocorre no mês de

¹¹ Foram selecionados os totais em 24 horas a partir de 50 mm, por ser considerado este um total limite para chuvas intensas, além do que, a seleção de índices menores (que também estão relacionados a chuvas intensas) diminui as proporções de intensidade do gráfico.

Janeiro com um total de 13 (treze) eventos entre 50 e 75 mm, 15 (quinze) entre 75 e 100 mm, e 03 (três) acima de 100 mm, sendo que no dia 25/1/2004 choveu o equivalente a 213.2 mm em 24 horas. Em agosto, além do menor índice pluviométrico, a intensidade também não é significativa sendo que no período de análise para este mês apenas em 02 (dois) dias choveu mais que 50 mm em 24 horas. Na estação pluviométrica (2548027) também em Morretes/PR, o mês de janeiro também apresenta o maior índice de dias com chuva acima de 50 mm em 24 horas. Foram 20 (vinte) dias com pluviosidade entre 50 e 75 mm, 04 (quatro) entre 75 e 100 mm e 04 (quatro) acima de 100 mm, com destaque também para o dia 25/01/2004 com total de 188.6 mm. Na estação pluviométrica (2548038) destacam-se os meses de janeiro e fevereiro, principalmente este último com 28 (vinte e oito) dias com chuva entre 50 e 75 mm. O mês de janeiro apresenta um maior índice em relação às chuvas entre 75 e 100 mm com 13 (treze) casos, além de ser o mês com o maior total pluviométrico em 24 horas ocorrido em 25/01/2004 com 220 mm.

Segundo o relatório de desastres naturais da Defesa Civil do Paraná, nos dias 24 e 25/01/2004 ocorreram enxurradas e inundações bruscas com 5.200 pessoas afetadas e 500 casas danificadas somente no Município de Morretes/PR (figura 60).

Na estação pluviométrica (2548047), destacam-se os meses de janeiro, fevereiro e março com maiores índices de chuva acima de 50 mm em 24 horas. Nestes cerca de 74 (setenta e quatro dias) choveu entre 50 e 75 mm. No mês de agosto, somente 01 (um) dia choveu mais que 50 mm. Nesta estação o mês que registrou o maior índice pluviométrico foi dezembro no dia 07/12/1991 com 231,3 mm.



Figura 60: Enchente no município de Morretes/PR – janeiro/2004

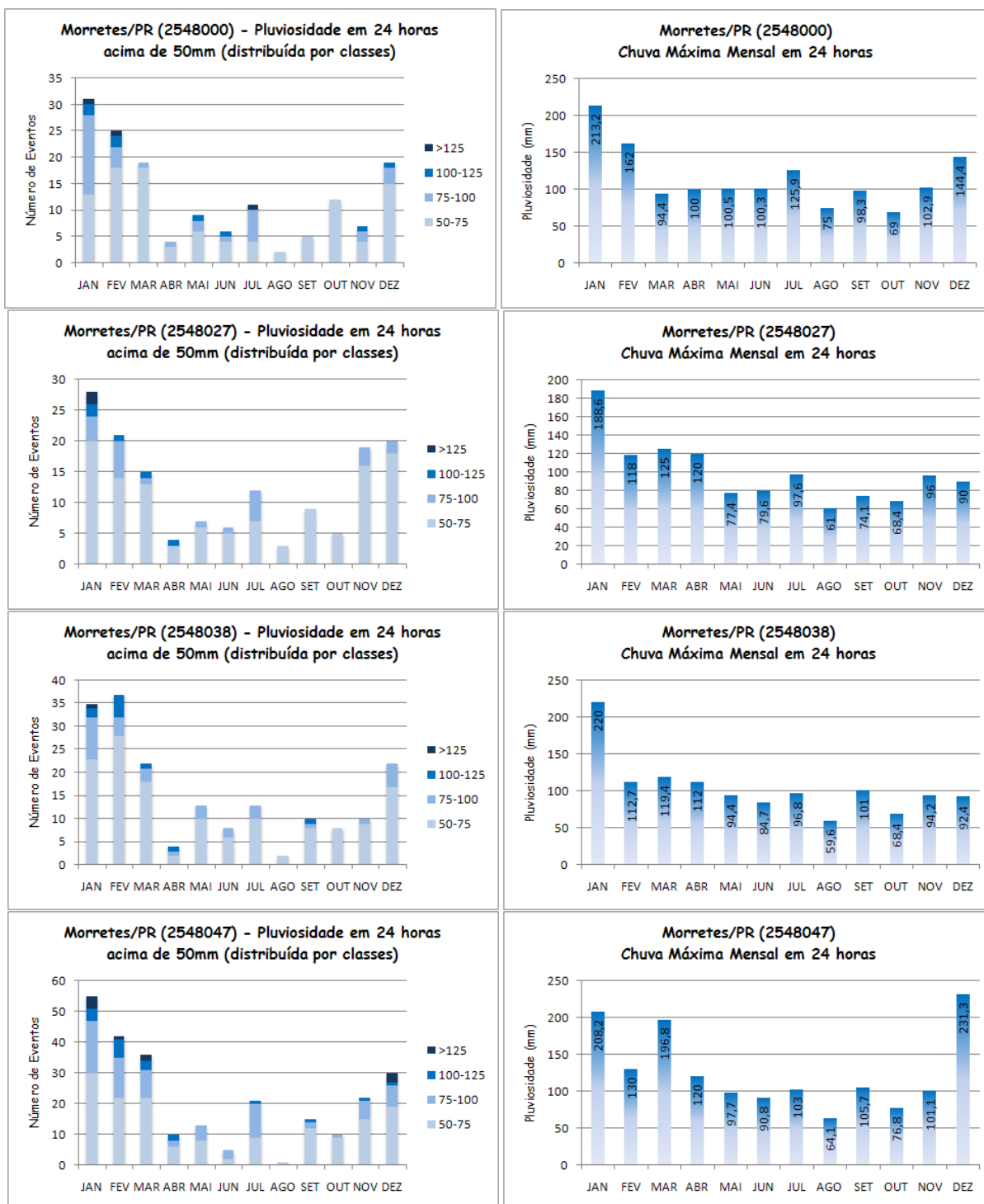


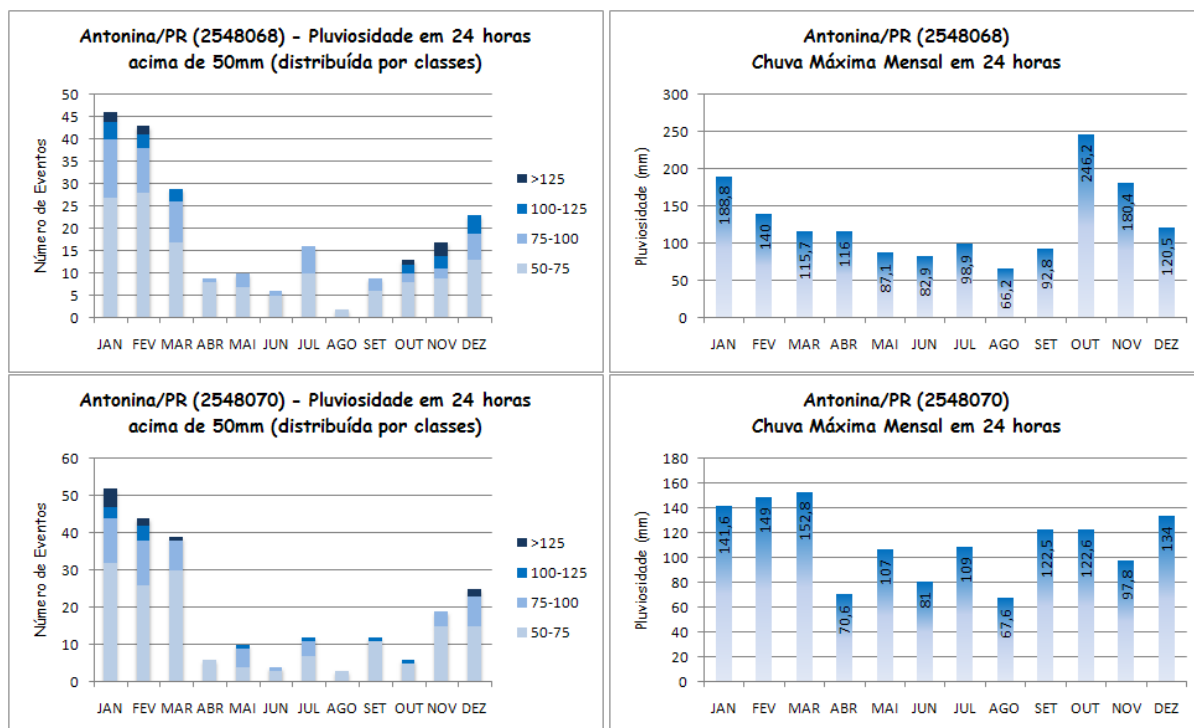
Figura 59: Pluviosidade em 24 horas acima de 50 mm e chuva máxima mensal em 24 horas - Morretes/PR (código da estação).

Em Antonina (figura 61), na estação pluviométrica (2548068), destacam-se os meses de janeiro e fevereiro com índices aproximados de pluviosidade em 24 horas acima de 50 mm. Em janeiro 27 (vinte e sete) dias apresentaram chuva entre 50 e 75 mm, 13 (treze) dias entre 75 e 100 mm, 04 (quatro) dias entre 100 e 125 mm e 02

(dois) dias acima de 125 mm. Em fevereiro, em 28 (vinte e oito) dias choveu entre 50 e 75 mm, 10 (dez) entre 75 e 100 mm e 5 (cinco) acima de 100 mm. Destacam-se o mês de agosto com apenas 02 (dois) dias com chuva entre 50 e 75 mm e o mês de outubro que apesar de não ser o mês mais chuvoso para esta estação, apresentou o maior índice pluviométrico com 246,2 no dia 29/10/1981.

Na estação pluviométrica (2548070), em janeiro 32 (trinta e dois) dias apresentaram chuvas entre 50 e 75 mm, 12 (doze) entre 75 e 100 mm e 6 (seis) acima de 100 mm. Em fevereiro e março predominaram os índices entre 50 e 75 mm com 26 (vinte e seis) e 30 (trinta) dias e 75 e 100 mm com 12 (doze) e 8 (oito) dias respectivamente. Em relação a chuva máxima mensal em 24 horas, os valores ficaram próximos em alguns meses, com destaque para março onde no dia 17/03/1996 choveu 152.8 mm.

Na estação pluviométrica (2548003), destaca-se o mês de fevereiro com 34 (trinta e quatro) dias com chuva entre 50 e 75 mm, 8 (oito) dias entre 75 e 100 mm, 04 (quatro) entre 100 e 125 mm e 03 (três) acima de 125 mm. Foi neste mês que se registrou o dia mais chuvoso com 166.8 mm em 7/2/1996.



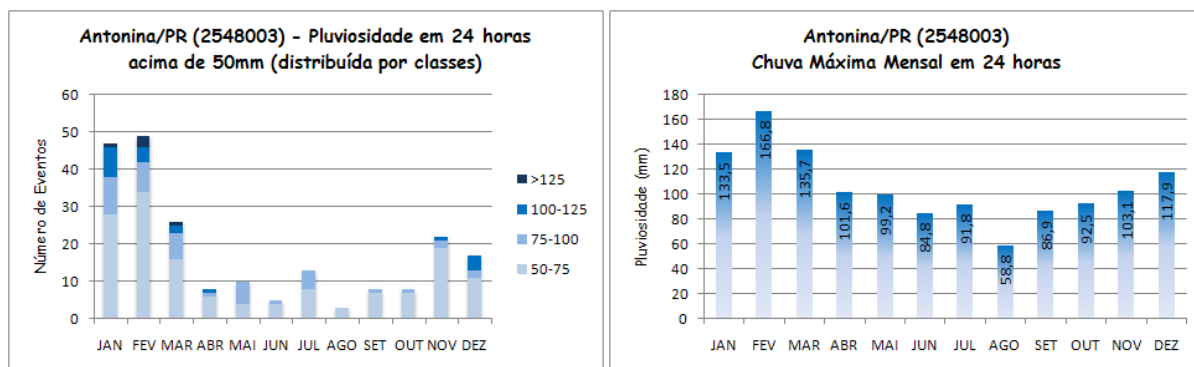


Figura 61: Pluviosidade em 24 horas acima de 50 mm e chuva máxima mensal em 24 horas - Antonina/PR (código da estação).

Em Paranaguá/PR (figura 62), na estação pluviométrica (2548010) destacam-se os meses de janeiro, fevereiro e março. Em janeiro em 21 (vinte e um) dias choveu entre 50 e 75 mm, em 05 (cinco) de 75 a 100 mm, em 9 (nove) de 100 a 125 mm e em 07 (sete) dias choveu acima de 125 mm. Em fevereiro ocorreram 24 (vinte e quatro) dias de pluviosidade entre 50 e 75 mm, 10 (dez) entre 75 e 100 mm, 07 (sete) de 100 a 125 mm e em 06 (seis) dias choveu mais de 125 mm. Mesmo com maior destaque para o mês de fevereiro, foi em janeiro que se registrou o maior índice pluviométrico, 295.8 mm em 25/01/2004.

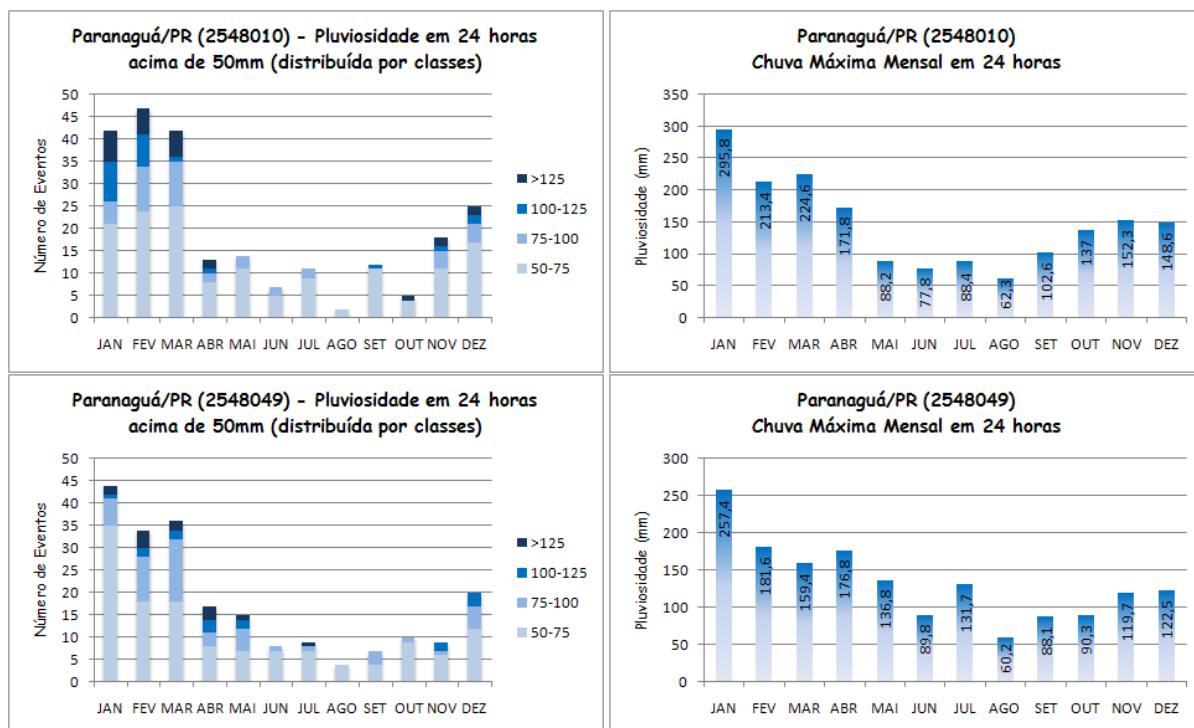


Figura 62: Pluviosidade em 24 horas acima de 50 mm e chuva máxima mensal em 24 horas - Paranaguá/PR (código da estação).

Em Garuva/SC (figura 63), os meses que apresentam maior intensidade pluviométrica são: janeiro, fevereiro e março. Em janeiro, mais de 45 (quarenta e cinco) dias apresentaram índices pluviométricos entre 50-75 mm, sendo que em aproximadamente 18 (dezoito) dias choveu entre 75 e 100 mm durante um período de 24 horas. Somente no mês de janeiro, em 9 (nove) ocasiões o índice pluviométrico ficou acima de 125 mm/dia. Em 27/01/2003 choveu o equivalente a 225,3 mm em 24 horas em Garuva/SC. No rio Cubatão, que fica próximo a cidade, a vazão média é de 10,9 m³/s sendo que na referida data a vazão alcançou a marca de 664,7m³/s (CCJ, 2009). Os menores índices de chuva para Garuva/SC ocorre no mês de Agosto onde foram registrados apenas 01 dia com chuva entre 75 e 100 mm e acima de 125 mm. A região de Garuva/SC está localizada próximo da Serra do Mar, que auxilia no aumento da intensidade pluviométrica principalmente no verão.

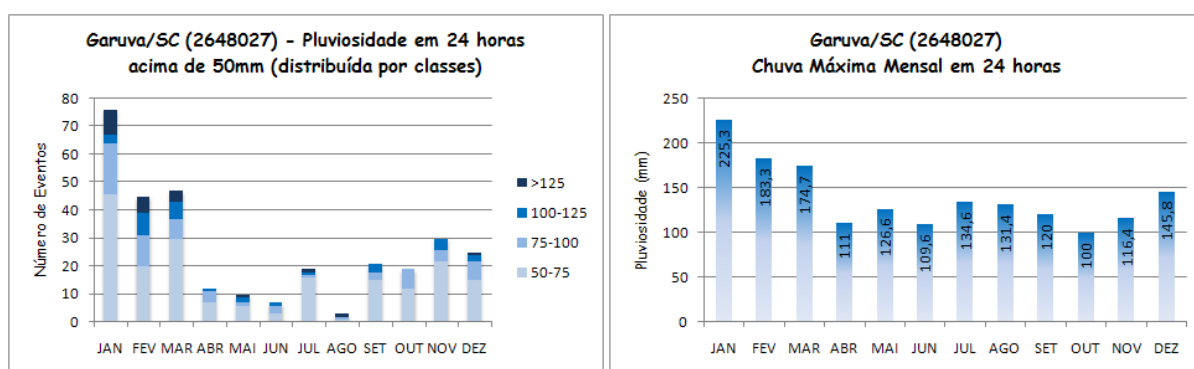


Figura 63: Pluviosidade em 24 horas acima de 50 mm e chuva máxima mensal em 24 horas - Garuva/SC (código da estação).

A região de Blumenau/SC (Figura 64) apresenta características interessantes quando a distribuição das chuvas intensas. A localização desta cidade atribui à mesma efeitos significativos quando da ocorrência de chuvas acima de 50 mm em 24 horas. Em 1983 quando ocorreu o El Niño, Blumenau/SC bem como outras localidades dentro do Vale do Rio Itajaí foram seriamente afetados pelos altos índices pluviométricos e consequentemente através dos efeitos locais como as enchentes e deslizamentos. Em relação à estação meteorológica (2649009) localizada na referida cidade, nota-se que predominam eventos entre 50 e 75 mm/dia principalmente nos meses de verão, diminuindo principalmente nos meses de abril e junho. O maior índice pluviométrico registrado nesta estação pluviométrica dentro do período de análise foi em 15/11/1991 com total de 139,6 mm/dia.

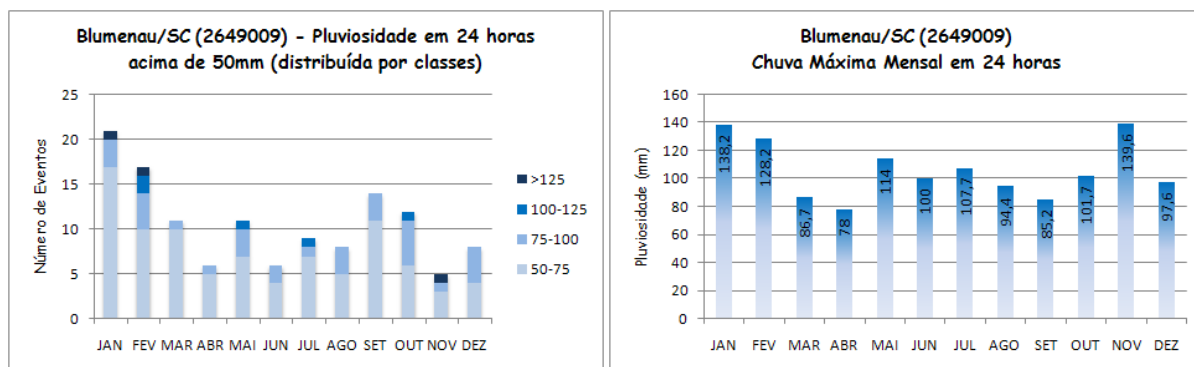


Figura 64: Pluviosidade em 24 horas acima de 50 mm e chuva máxima mensal em 24 horas - Blumenau/SC (código da estação).

Em Pelotas (figura 65) no Rio Grande do Sul, a dinâmica da pluviosidade em 24 horas acima de 50 mm apresenta-se de maneira distinta das áreas localizadas nas porções da Fachada Atlântica Sul do Brasil nos estados do Paraná e Santa Catarina.

Os maiores índices ocorrem nos meses de julho e abril, porém não abrange um número significativo de dias. Em julho cerca de 13 (treze) dias choveu entre 50 e 75 mm, sendo que esta característica decorre da dinâmica atmosférica predominante nesta área. As massas de ar frio e as frentes não provocam acumulados significativos de chuva devido à baixa umidade que transportam. O maior acumulado de chuva ocorreu em 15/2/1983 com total de 195,2 mm/dia. A partir desta data, como foi um ano de atuação de El Niño, supõe-se que o mesmo contribuiu para este total, mesmo não sendo esta área a que reflete maiores influências.

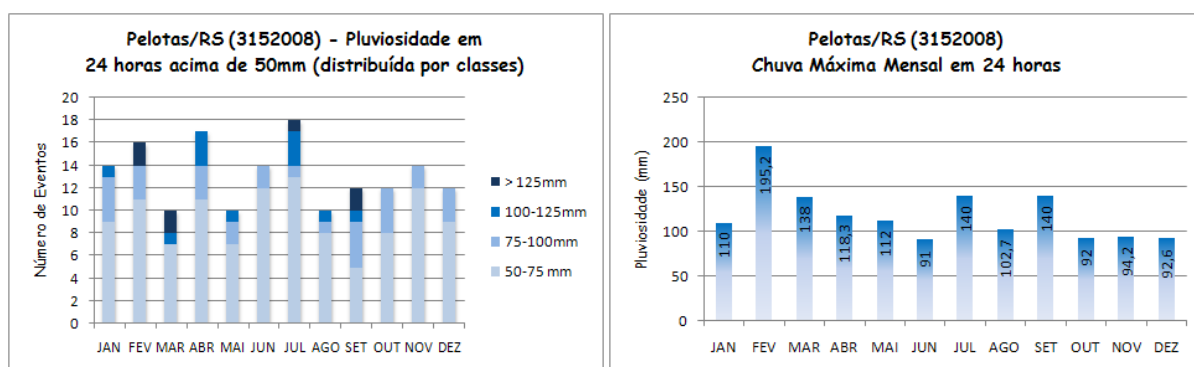


Figura 65: Fachada Atlântica Sul do Brasil: Pluviosidade em 24 horas acima de 50 mm e chuva máxima mensal em 24 horas - Pelotas/RS (código da estação).

A região de Santa Vitória do Palmar/RS (Figura 66) está localizada no extremo sul da Fachada Atlântica. Não existe uma variação significativa na quantidade e intensidade dos dias com chuva acima de 50 mm. O mês que se destaca é fevereiro, com pouco mais de 10 (dez) dias com chuva entre 50 e 75 mm e com registro de aproximadamente 02 (dois) dias com chuva acima de 125 mm. O maior índice pluviométrico registrado em 24 horas aconteceu em 13/8/2006 com total de 184,2 mm/dia.

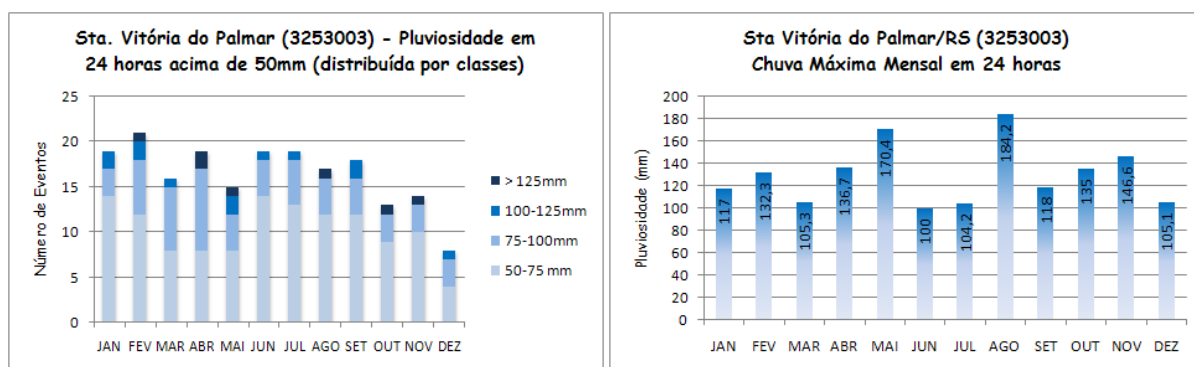


Figura 66: Pluviosidade em 24 horas acima de 50 mm e chuva máxima mensal em 24 horas - Santa Vitória do Palmar/RS (código da estação).

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo analisar as características climáticas da Fachada Atlântica Sul do Brasil a partir de dois elementos (temperatura e pluviosidade). Sabe-se que o clima é dinâmico e a sua constituição depende de inúmeros fatores atuantes, por esta razão fica evidente que a análise a partir de apenas dois elementos não explica o clima no seu todo. Todavia, os resultados neste apresentados, mesmo não abrangendo uma análise total, contribui para o conhecimento introdutório da variabilidade climática da Fachada Atlântica Sul do Brasil.

Através da variabilidade mensal, sazonal, anual e diária dos dados, verificou-se uma diferenciação de distribuição das características climáticas na área de estudo, sendo influenciadas pela dinâmica atmosférica e fatores estáticos, principalmente o relevo e latitude.

Em relação à temperatura, a variação térmica na Fachada Atlântica Sul do Brasil reflete, em geral, principalmente o efeito da latitude sendo que em todas as análises verifica-se uma queda térmica com o aumento da latitude, independentemente dos demais fatores. Porém, os efeitos locais alteram estas características, como por exemplo, a influência do relevo e a maritimidade.

As temperaturas médias mais elevadas da Fachada Atlântica Sul do Brasil ocorrem nos meses de verão, com destaque para o mês de fevereiro. O período de menores temperaturas é representado pelos meses de junho, julho e agosto, sendo que o mês de julho é o que apresenta a menor média.

Os maiores aquecimentos (média) encontram-se relacionados às superfícies mais baixas. Nota-se, entretanto, a variação de valores, que se produz em função da posição dessas em face das grandes correntes de aquecimento.

A partir das médias anuais de temperatura (mínima, média e máxima) foi possível identificar os anos que ocorreram as maiores e menores médias. Com isso, observa-se a partir das informações da área de estudo, se os dados no âmbito regional seguem a tendência e estimativa de anos extremos divulgados principalmente pelo IPCC.

Em relação à análise de tendência térmica, os resultados apresentaram informações interessantes e ao mesmo tempo preocupantes. Na maioria das estações meteorológicas selecionadas, os resultados apresentaram tendência de

aumento da temperatura média, principalmente no inverno, que normalmente apresentam as menores médias para a área. Estes aumentos ocorreram principalmente na última década. Algumas localidades apresentaram aumento dentro do período de análise (1977-2006) acima de 1°C. Entra nesta estatística, por exemplo, a região de Florianópolis que apresentou aumento de 1,5°C em algumas variáveis. Ressalta-se que este resultado pode estar apresentando influência do crescimento da cidade, e conseqüentemente, aumento da temperatura, formando uma ilha de calor. É importante salientar que, mesmo com os cenários destacando o aumento de temperatura, em alguns locais os resultados foram diferentes, ou seja, a tendência foi negativa.

A pluviosidade média anual da Fachada Atlântica Sul para o período temporal selecionado ficou em 1812,4 mm, sendo que considerando a divisão Estadual, no Paraná é que ocorrem os maiores valores, com média de 2362,0 mm, 1728,8 mm em Santa Catarina e 1449,5 mm no Rio Grande do Sul. Nota-se um aumento do total pluviométrico nas áreas montanhosas, devido principalmente ao efeito orográfico.

Não se verificam meses ou estação seca, e sim períodos de menor precipitação que variam desde o litoral do Paraná até o Rio Grande do Sul. Os totais pluviométricos da Fachada Atlântica Sul do Brasil diminuem com a latitude e aumentam com a altitude.

Em relação à tendência pluviométrica, os resultados entre os métodos ficaram semelhantes Na área compreendida no Estado do Rio Grande do Sul destaca-se tendência crescente dos totais pluviométricos passando dos 200 mm em alguns locais. Na Serra do Mar no Paraná, a tendência ao aumento também foi representativa. Nas planícies a média de aumento ficou em aproximadamente 100 mm. Destaca-se tendência negativa na maior parte da área localizada no Estado de Santa Catarina, chegando a valores negativos que passam dos 200 mm.

É no verão e na primavera que se verificam as maiores mudanças em relação ao aumento do total pluviométrico, sendo estas as que apresentam normalmente os maiores índices de chuva para a região do Paraná e Santa Catarina, sendo que no inverno predomina a tendência à diminuição do total.

Entre todas variáveis climáticas, a precipitação pluviométrica é a que mais caracteriza a variabilidade climática sobre a Fachada Atlântica Sul do Brasil, sendo a

que causa maiores impactos sociais, econômicos e ambientais. Com isso, justifica-se cada vez mais análises mais detalhadas da variabilidade da precipitação pluviométrica em diferentes escalas de espaço e tempo, buscando entender as causas e possíveis variações futuras.

O relevo através da sua posição e forma influencia na caracterização climática, uma vez que atua como uma barreira natural ao deslocamento de calor e umidade. Na Fachada Atlântica Sul, a influência do relevo na determinação da temperatura e pluviosidade é importante, devido às características de altitude e posição que apresenta.

A Fachada Atlântica Sul do Brasil representa uma zona de contato, onde atuam fatores determinantes do clima continentais e oceânicos, apresentando a mesma complexa dinâmica e característica climática.

Em relação às massas de ar, predomina a atuação da Mpa (principalmente no inverno) e da MTa (predominando no verão). Além da atuação das massas de ar, que apresentam diferentes intensidades de atuação ao longo do ano, destaca-se também a atuação dos sistemas frontais, que atuam diretamente na formação da dinâmica climática regional.

Tanto o El Niño como o La Niña podem ocasionar eventos extremos em diferentes partes da Fachada Atlântica Sul, sendo que as adversidades associadas aos eventos extremos estão principalmente relacionadas ao aumento do total pluviométrico que acarretam episódios constantes de enchentes, enxurradas e deslizamentos.

Os dados meteorológicos utilizados, apesar do pequeno número de estações climatológicas com informações de temperatura, possibilitaram boa interpretação das características climáticas. O uso de outras informações como a latitude, distância do oceano e relevo ajudaram na qualidade dos resultados. As classificações climáticas de MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA (2007) e do IBGE (1997) são as que melhor representam a tipologia climática da área de estudo. A ação dos sistemas atmosféricos associados com a dinâmica oceânica influenciam diretamente e constantemente no clima da Fachada Atlântica Sul do Brasil.

A dificuldade de obtenção e a falta de informações atmosféricas detalhadas, devido à inexistência de séries longas e homogêneas, representaram uma das principais dificuldades para o melhor conhecimento do clima da área de estudo.

Os métodos estatísticos utilizados (Mann-Kendall e Regressão) para análise de tendência climática apresentaram resultados interessantes e de certa forma parecidos.

Atualmente, apesar do avanço nos resultados e modelos de projeções climáticas, ainda existe uma preocupação em relação à veracidade dos resultados até o momento publicados. É necessário entender e estudar as mudanças climáticas em diferentes escalas, para ressaltar se as projeções em escala global podem ser atribuídas no caso deste trabalho na escala regional (Fachada Atlântica Sul do Brasil).

Quando se fala sobre mudanças climáticas é importante colocar que as mesmas podem ser resultado de influência antrópica, natural ou associação entre ambas. A comunidade científica tem assinalado fortemente que importantes mudanças climáticas já estariam em curso no planeta.

Com mais de 5 milhões de pessoas que dependem e vivem na Fachada Atlântica Sul, ressalta-se a ideia de que, caso as projeções futuras de mudanças climáticas venham a se confirmar, ocasionando entre outros efeitos o aumento do nível do mar, a área de estudo seria seriamente afetada ambientalmente e socialmente.

Estamos defronte às grandes incertezas e dúvidas em relação ao possível Aquecimento Global. As especulações e modelos de previsão trazem a tona resultados de intensas discussões, sendo que os mesmos não são aceitos em sua totalidade de ideias e informações. O fato é que toda a discussão acerca do assunto trouxe a tona e despertou na sociedade a preocupação em relação ao meio ambiente, porém os fatos previstos principalmente para os próximos 100 anos referente às mudanças climáticas carecem ainda de mais informação e realce das discussões para poderem ser aceitos os modelos como agora se apresentam.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os Trópicos**. São Paulo: Difel. 1996.
- AB`SABER. A. N., **Litoral do Brasil**. Metalivros, São Paulo, 2005.
- ANDRADE, J. P et al. **Regime Internacional de Enfrentamento das Mudanças Climáticas: a Visão da Economia Ecológica**. III Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade – ANPPAS, Brasília-DF, 23-26 de maio de 2006.
- ANDREOLI, R.V.; KAYANO, M.T. **Previsões de anomalias de temperatura da superfície do mar no Atlântico tropical usando análises de correlações canônicas**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.20, n.1, 93-104, 2005
- ANDRIUCCI, L. R. ; SANT'ANNA NETO, J. L. . **Valorização Ambiental: uma abordagem teórica das relações entre estudos climatológicos e as análises econômicas**. Revista brasileira de climatologia, v. 2, p. 103-120, 2006.
- ASSIS, F. N., et al, 1996. **Aplicações de Estatística à Climatologia**. Ed. Universitária, UFPEL, Pelotas, RS.
- BACK, A.J. **Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas**. Pesq. Agropec. Brasileira, Brasília, v. 36, n. 5, p. 717-726, maio 2001.
- BALDO, M.C. **Variabilidade pluviométrica e a dinâmica atmosférica na Bacia Hidrográfica do Rio Ivai – PR**. Tese de Doutorado, USP: 2006.
- BESSAT, F. A mudança climática entre ciência, desafios e decisões: olhar geográfico. **Revista Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n. 20, p. 11-26, jan/jul. 2003.
- BEU, C. M. L; AMBRIZZI, T. **Variabilidade interanual e intersazonal da frequência de ciclones no Hemisfério Sul**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 21, n.1, 44-55, 2006.
- BEREZUK, A. G. **A Discussão da questão climática e ambiental segundo Lenoir**. Formação (Presidente Prudente), Presidente Prudente, v. 12, p. -, 2006.
- BIGARELLA, J. J. **Contribuição ao estudo da planície Litorânea do Estado do Paraná**. Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas. Jubilee Volume (1946-2001): PP. 65-110, dezembro de 2001 – ISSN 1516-8913.
- BITENCOURT, D.P.; QUADRO, M.F.L.; CALBETE, N.O. **Análise de dois casos de ressaca no litoral da Região Sul no Verão de 2002**. XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz do Iguaçu/PR, 2002.
- BRITTO, F. P. et al. **Regionalização sazonal e mensal da precipitação pluvial máxima no estado do Rio Grande do Sul**. Revista brasileira de climatologia, 2006 – v.2, p. 35-52.
- BRITTO, F.P. **Distribuição Espaço-temporal da precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado, UFSC, 2004.
- CAMARGO, C. G. C.; MARENGO, J. **Variabilidades e tendências climáticas dos extremos de temperatura na Região Sul do Brasil**. 2004. 210 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos.

CARVALHO, M. S., *et al.* **Conceitos básicos de sistema de informação geográfica e cartografia aplicados à saúde**. Brasília: Organização Pan-americana de Saúde / Ministério da Saúde, 2000.

CALBETI, N.O. ; ROZANTE, J.R. ; LEMOS, C.F. **Precipitações intensas ocorridas no período de 1986 a 1996 no Brasil**. Boletim Climanálise/CPTEC, 1997.

CALHEIROS, R. V.; SILVA DIAS, P. L. Como prever melhor. **Climanálise**, v. 3, p. 31-32, fev. 1988.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICS – CPTEC. El Niño e La Niña, 2009. Acesso em 05/01/2009.

CHAVES, P. T. Org. **O mar no espaço geográfico brasileiro**. Brasília : Ministério da Educação, 2005. 304 p. (Coleção explorando o ensino, v. 8).

CONTI, J.B. **Considerações sobre as mudanças climáticas globais**. Revista do Departamento de Geografia, 16 (2005), 70-75.

CONTI, J. B. . Mudanças Climáticas Atuais e suas Implicações. In: IX Semana de Geografia da UEPG - **IV Jornada Científica de Geografia**, 2002, Ponta Grossa (PR). Natureza, Espaço e Política - Uma abordagem questões sociais-Boletim de Resumos. Ponta Grossa (PR) : Universidade Estadual de Ponta Grossa (PR), 2002. p. 9-13.

COMITÊ INTERMINISTERIAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA. Plano nacional sobre mudança do clima – PNMC, 132 pgs. Brasília, 2008.

COORDENADORIA ESTADUAL DE DEFESA CIVIL DO PARANÁ. Desastres – ocorrências por municípios. Acesso em 22/05/2008.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em Geografia**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1979.

CPTEC/INPE.– **CLIMANALISE**: Boletim de Monitoramento e Análise Climática, Cachoeira Paulista, [on line]. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise>. Acessado em 05/03/2008.

DANNI-OLIVEIRA, I.M. ; MENDONÇA, F. **Análise rythmique des types de temps : Une approche climatique en échelle temporelle détaillée**. Anais : XVII Colloque International de Climatologie. CAEN, França – 2004.

DIAS, M.A.F.S et al. **As incertezas regionais nos cenários de mudanças climáticas globais**. Boletim da Sociedade brasileira de meteorologia - Desafios associados às mudanças climáticas. v. 30, n. 4, abril 2007, sbmet.

GRIMM, A.M. et al. **Precipitation anomalies in southern Brazil associated with El Niño and La Niña events**. J. Climate, 1998 – v.11, 2863-2880.

GRIMM, A. M. ; SANT`ANNA, C. L. S. **Influência de fases extremas da oscilação sul sobre a intensidade e freqüência das chuvas no sul do Brasil**. A meteorologia Brasileira além do ano 2000. SBMET – CD-ROM 2000, p. 1101-1108.

GRIMM, A.M.; PSCHIEDT, I. **Padrões atmosféricos associados a eventos severos de precipitação no sul do Brasil durante El Niño, La Niña e anos neutros.** XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia. Fortaleza/CE, 2004.

GRIMM, A. M.; PATSKO, C. H.; FEUSER, V. R. **Identificação de Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar no Pacífico Relacionadas com Anomalias de Precipitação na Região Sul do Brasil.** In: IX Congresso Brasileiro de Meteorologia. Campos do Jordão. São Paulo, 1996. **Anais...** São Paulo, 1996, pp. 284 - 289.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Classificação climática do Brasil. Rio de Janeiro, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Atlas Geográfico. Rio de Janeiro, 2002.

INSTITUTO TECNOLÓGICO SIMEPAR. Imagens de satélites (acervo). Curitiba, 2006.

KÖPPEN W. Classificação climática do Brasil, 1928.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná.** Curitiba: CODEPAR, 1981. 329p.

MONTEIRO, C. A. F. Da necessidade de um caráter genético à classificação climática (Algumas considerações metodológicas a propósito do estudo do Brasil Meridional). **Revista geográfica**, Rio de Janeiro: IBGE, v.31, n.57, p.29-44, 1962.

_____. In. **Grande região Sul**, Rio de Janeiro: IBGE, 1968. v.4, t.1, p.114-166.

_____. Sobre a análise geográfica de seqüências de cartas do tempo (Pequeno ensaio metodológico sobre o estudo do clima no escopo da Geografia). **Revista Geográfica**, XXXII (58). Rio de Janeiro, IPGH, 1963. p. 169-179.

_____. **O estudo Geográfico do Clima.** Cadernos Geográficos, UFSC. Florianópolis, ano. 1 n .1, maio de 1999.

_____. **A Frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil.** Contribuições metodológicas à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil. USP, instituto de Geografia, 1969.

_____. Análise Rítmica em Climatologia. In: **Boletim de Geociencias.** São Paulo: USP, 1971.

MENDONÇA, F ;DANNI-OIIVEIRA, I.M. **Climatologia: Noções básicas e clima do Brasil.** Ed. Contexto. Curitiba, 2007.

MENDONÇA, F. **Clima e criminalidade:** Ensaio analítico da correlação entre a criminalidade urbana e a temperatura do ar. Curitiba/PR: Editora da UFPR, 2002.

_____. A tipologia climática – Gênese, características e tendências. STIPP N. A. F. *et. al.* (Org.) **Macrozoneamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Tibagi/PR.** Londrina; Ed. UEL, 2000.

_____. **Cortejo de catástrofes acompanha manifestação do El Niño.** Revista PANGAEA MUNDO – Outubro/1997.

MONTEIRO, M.A. **Dinâmica atmosférica e caracterização dos tipos de tempo na bacia hidrográfica do Rio Araranguá**, Tese de Doutorado, UFSC, 2007

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Macrodiagnóstico da Zona Costeira do Brasil na Escala da União/MMA. UFRJ, FUJB, LAGET. – Brasília: Programa Nacional do Meio Ambiente, 1996. 280p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano nacional de gerenciamento Costeiro. Brasília, 1998.

MARENGO, J.A. **Desafios associados às mudanças climática**. Boletim da sociedade brasileira de meteorologia, s, v. 30, n. 4, abril 2007.

MOLION, L.C.B. ; BARRETO, N.J.C. ; SOUSA, A.J.S. **Variabilidade da Alta da Bolívia e relações com oscilação decadal do Pacífico**. II Simpósio Internacional de Climatologia da SBMET. São Paulo, 2007.

MOLION, L.C.B. **Aquecimento global, El niños, manchas solares, vulcões e oscilação decadal do Pacífico**. Revista Climanalise, ano 03 – n. 01, 2005.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 1989 - RJ; 421 p.

NOBRE, C. **Desafios associados às mudanças climáticas**. Boletim da Sociedade brasileira de meteorologia,. v. 30, n. 4, abril 2007, sbmet.

NOGAROLLI, M. **Evolução climática do estado do Paraná – 1970-1999**. Dissertação de mestrado, UFPR – 2006.

NUNES, L.H. **Repercussões globais, regionais e locais do aquecimento global**. *Revista Terra Livre*. São Paulo, Ano 19, vol.1, nº20, p.101-110, jan/jul.2003

OMM/IPCC. Painel Intergovernamental sobre mudança do clima. **4º relatório de avaliação**, 2007.

OLIVEIRA, G. S. **El Niño / La Niña**. Tópicos em Meio Ambiente e Ciências Atmosféricas. INPE, 2005.

OBREGÓN, G. O. ; NOBRE, C. A. ; MARENGO, J. A. ; OLIVEIRA, G. S. **Tendências e Oscilações da precipitação sobre o Brasil**. III Conferência Regional sobre Mudanças Globais: América do Sul. São Paulo, 2007.

OBREGÓN, G.O.; MARENGO, J.A. **Caracterização do Clima no Século XX no Brasil: tendências de chuvas e temperaturas médias e extremas**. Relatório 2. CPTEC/INPE, 2007.

PAULA, E.V. **Dengue: uma análise climato-geográfica de sua manifestação no estado do Paraná (1993-2003)**. Dissertação de Mestrado, Geografia/UFPR, 2005.

REBOITA, M. S. **Introdução à Estatística aplicada à Climatologia**. USP, 2005 – projeto PAE, 20 pgs.

RIBEIRO, G. ; SARAIVA, J.M.B. **Climatologia dos ciclones marítimos na costa Sul brasileira**. XIV Simpósio Brasileiro de Meteorologia, Florianópolis/SC, 2006.

RODRIGUES, M.L.G.; FRANCO, D.; SUGAHARA, S. **Climatologia de frentes frias no litoral de Santa Catarina**. Revista brasileira de Geofísica – 2004, p. 135-151.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: Hucitec, 1999.

SANT'ANNA NETO, J. L. **História da climatologia no Brasil**. Cadernos Geográficos: Florianópolis, UFSC, n. 7 maio 2004.

SANSIGOLO, C. A. ; PEREIRA, C. S. ; SILVA, I. R. . Relações entre as precipitações regionais no Sul do Brasil e as temperaturas da superfície dos oceanos Atlântico e Pacífico. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 5-11, 2004.

SERRA, A. B. **Mudanças Climáticas**. Revista Brasileira de Meteorologia; 1987; vol.2, 101-105.

SILVA, I. R. **Variabilidade sazonal e interanual das precipitações na região Sul do Brasil, associadas às temperaturas dos oceanos Atlântico e Pacífico**. Dissertação de Mestrado. INPE – 2001.

SORRE, M.A. Adaptação ao meio climático e biossocial – geografia psicológica. In: MEGALE, J.F. (Org.) **Max Sorre**. São Paulo: Ática, 1984.

SORRE, M. **Traité de climatologie biologique et medicale**. M. Piery Masson et Cie Éditeurs. Vol. I, p. 1 a 9. Traduzido por CONTI, J.B. FFLCH/USP. Revista do Dpto. De Geografia, 18 (2006) 89-94.

SUGAHARA, S. **Variação Anual da Frequência de Ciclones no Atlântico Sul**. A Meteorologia Brasileira além do ano 2000.

TRIOLA, M. F., 1998. *Introdução à Estatística*. 7º Ed., LTC, Rio de Janeiro, RJ.

VIANELO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV, 2000

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia** Brasília: INMET, Editora Pax, 2001.

ANEXO

Figura 67: Fachada Atlântica Sul do Brasil - Pluviosidade Média Mensal

















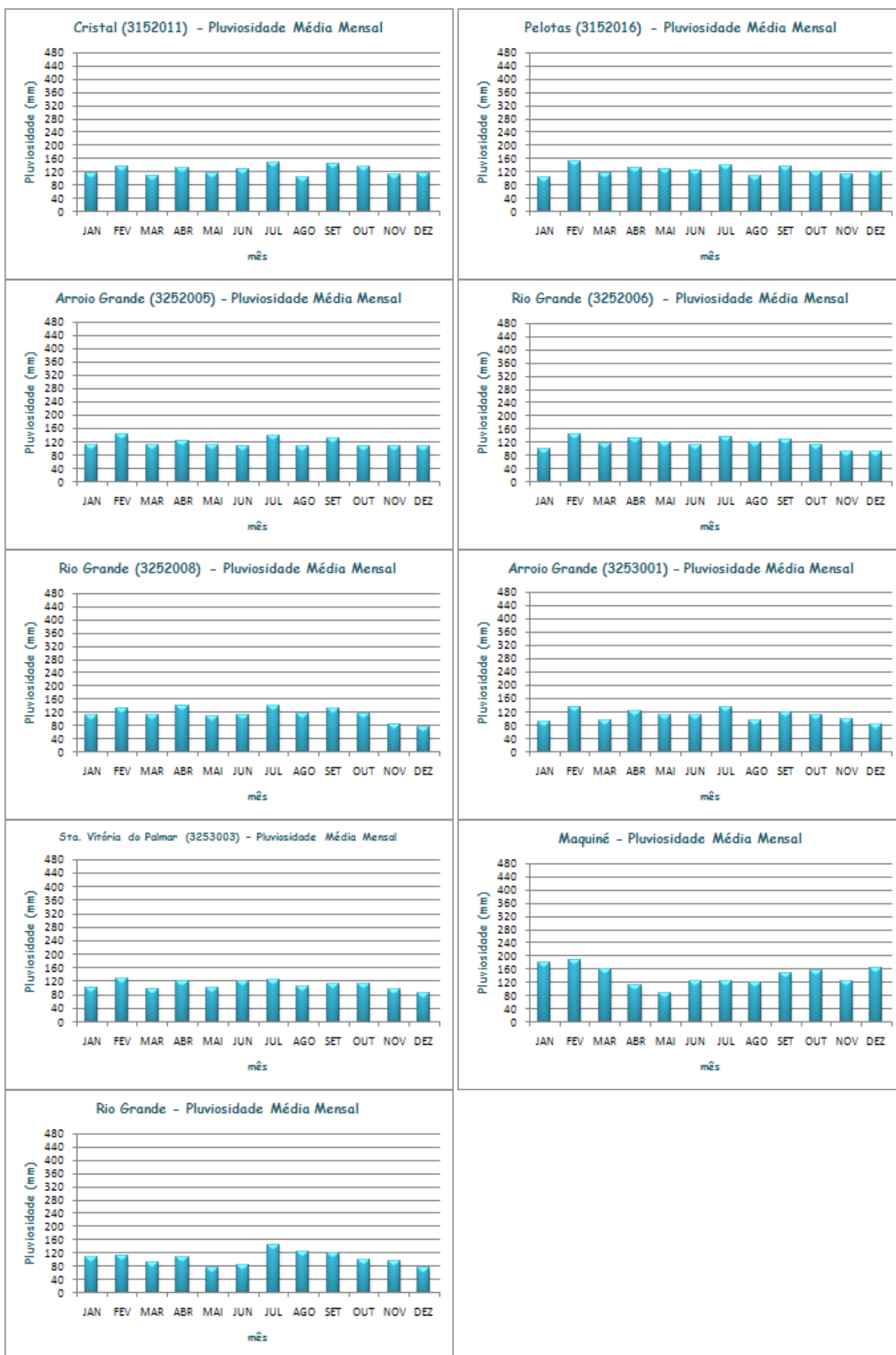
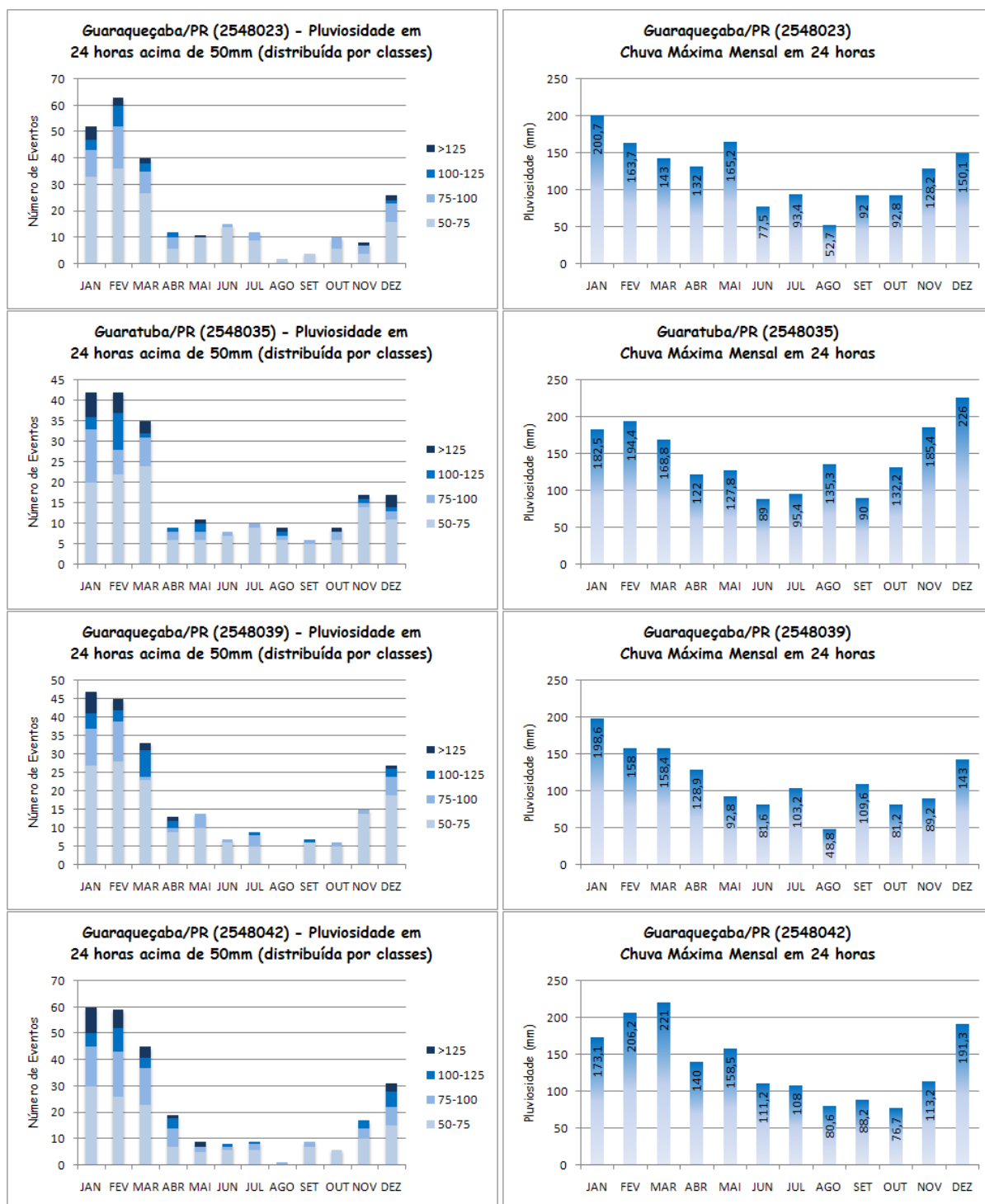
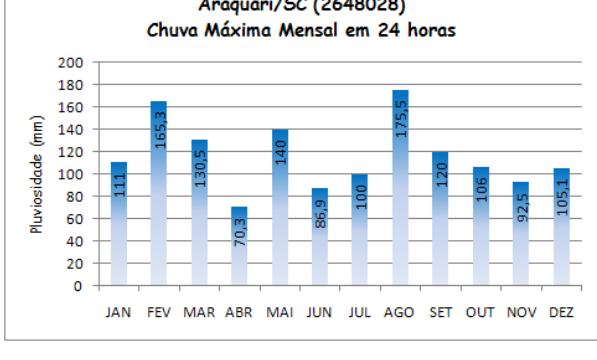
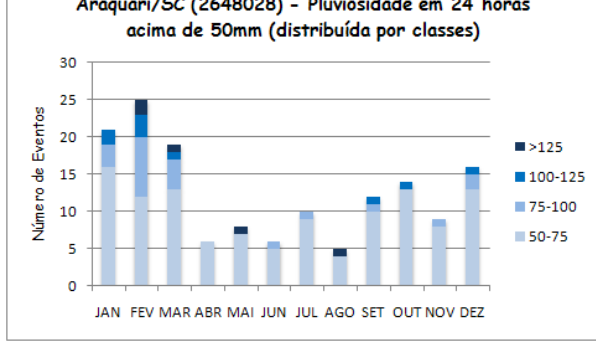
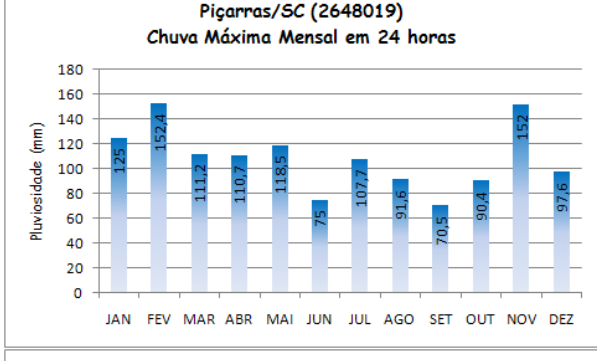
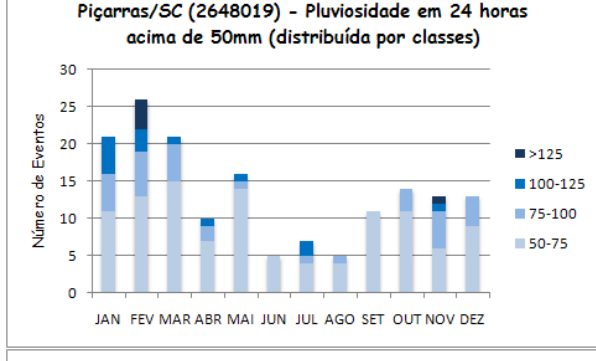
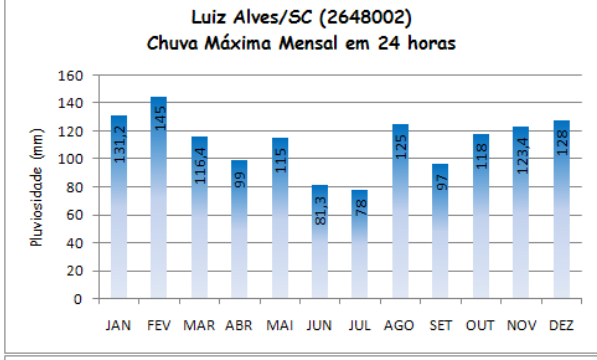
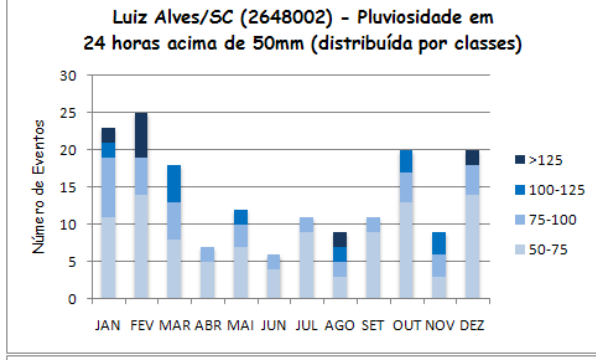
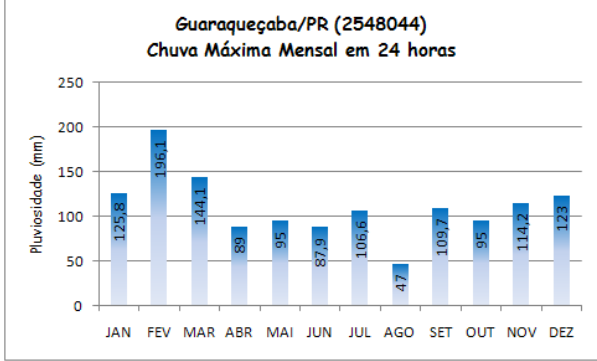
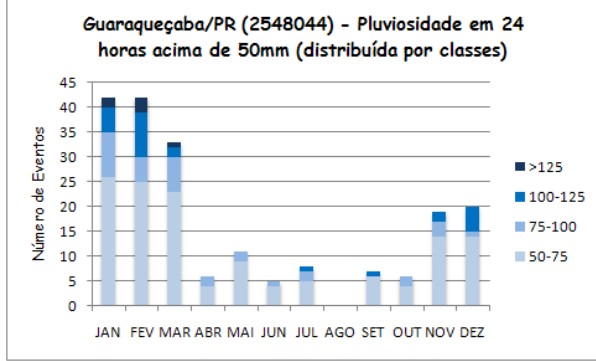
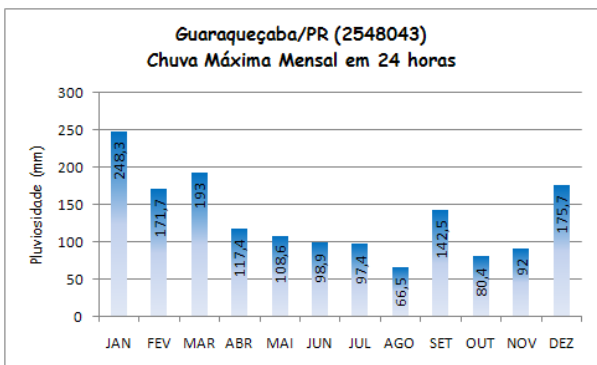
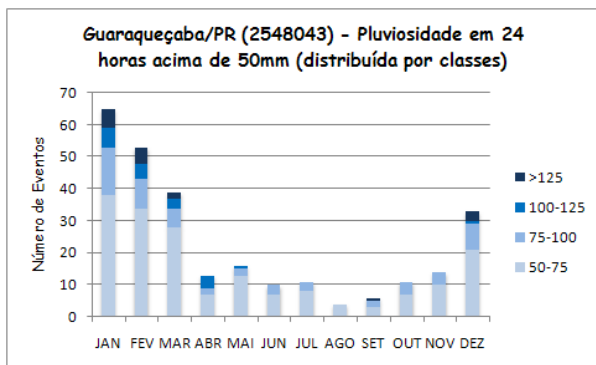
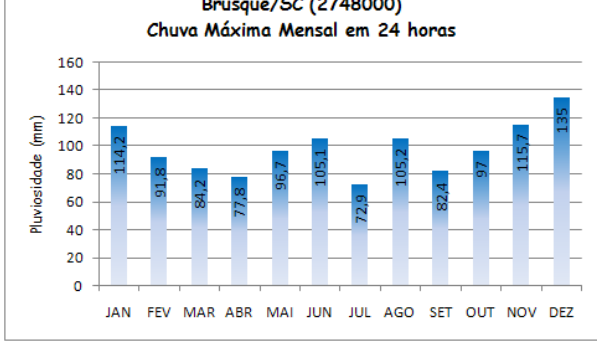
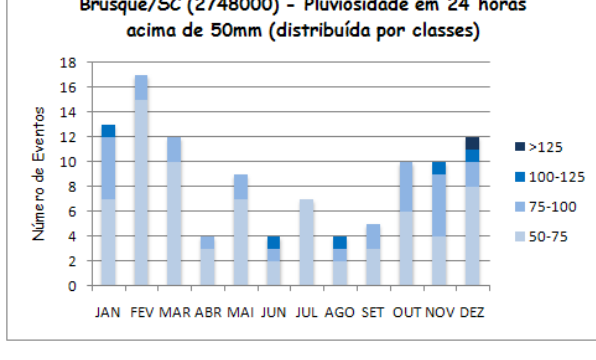
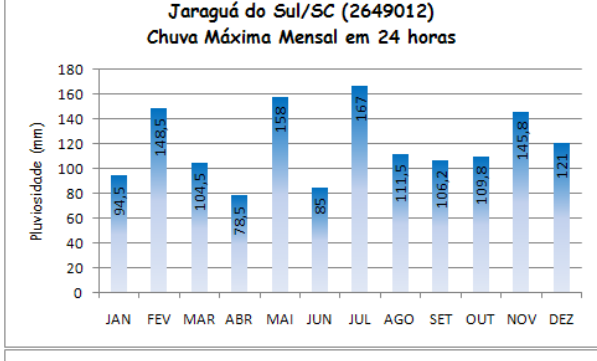
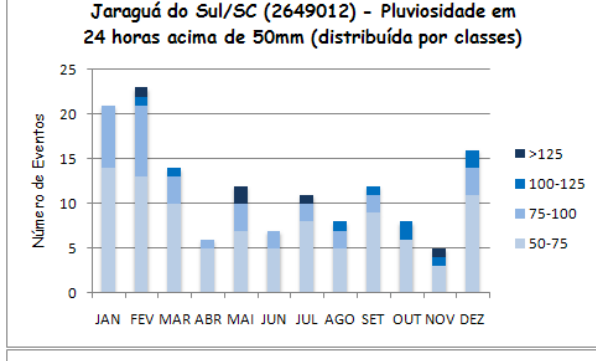
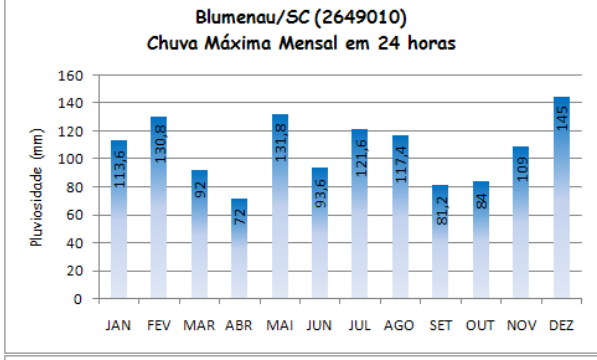
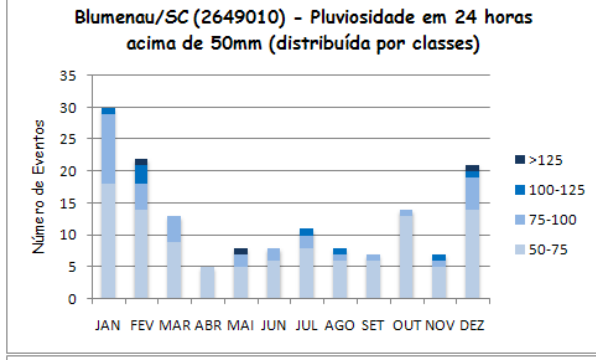
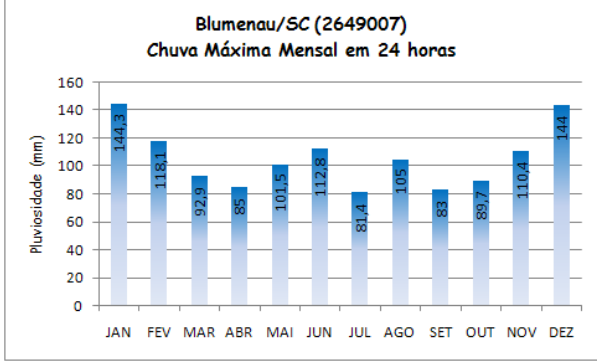
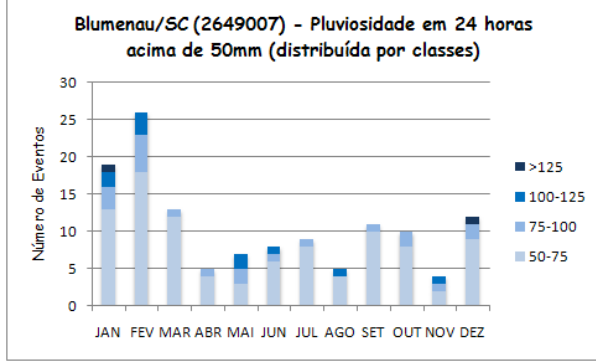
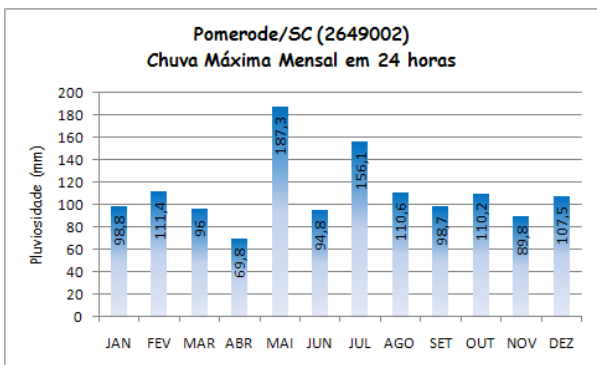
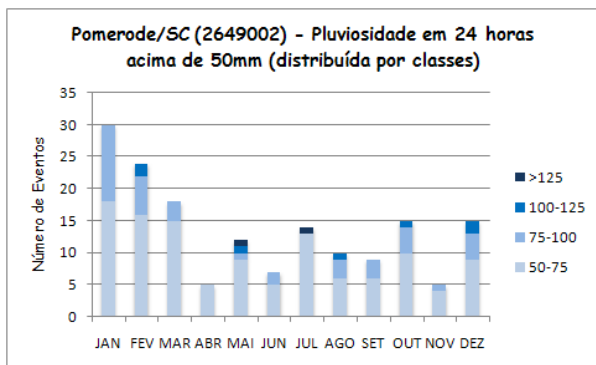
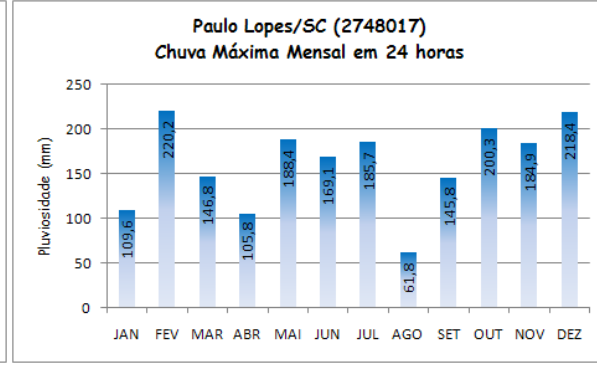
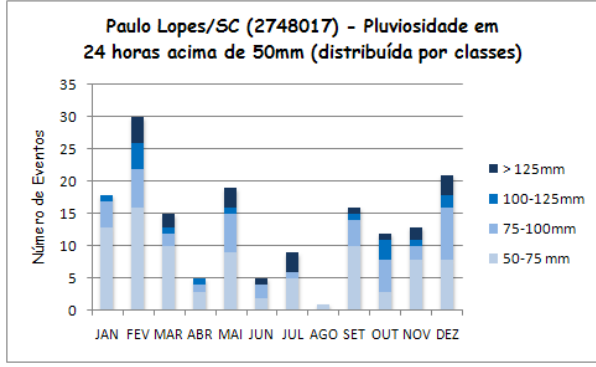
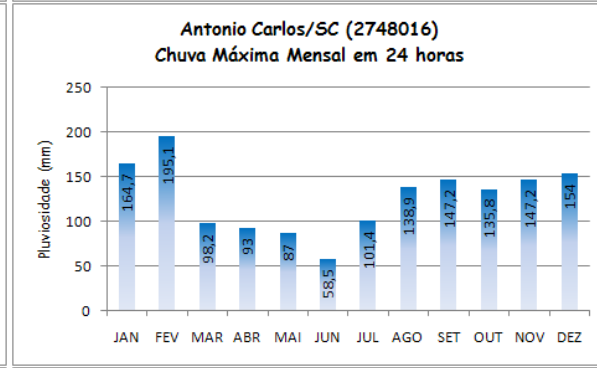
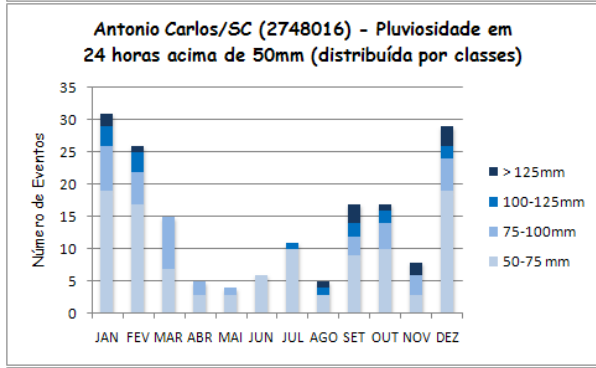
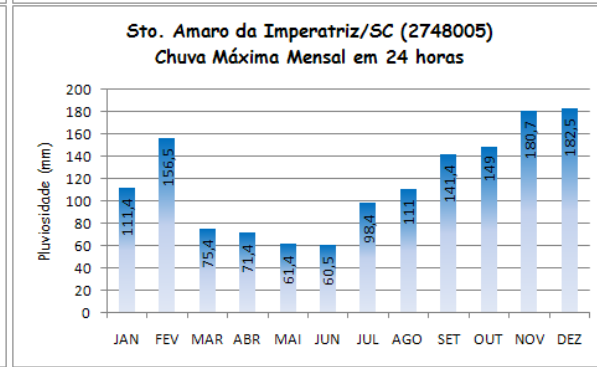
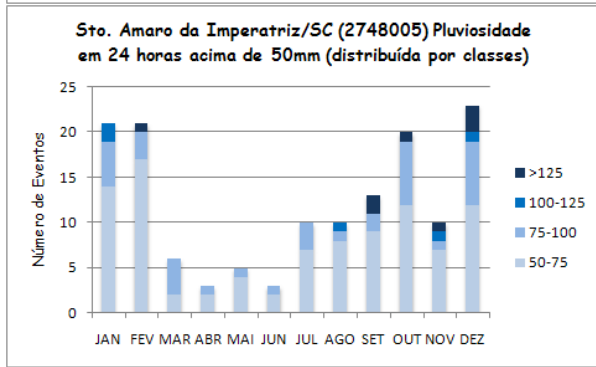
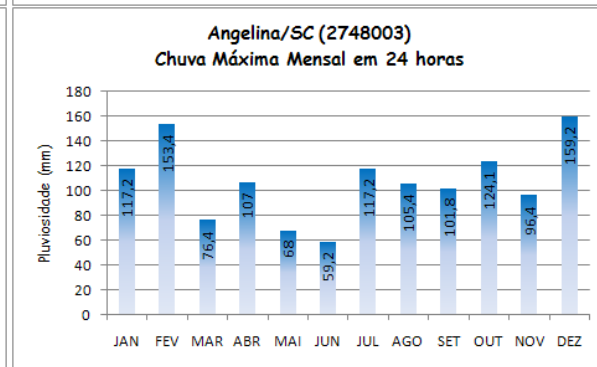
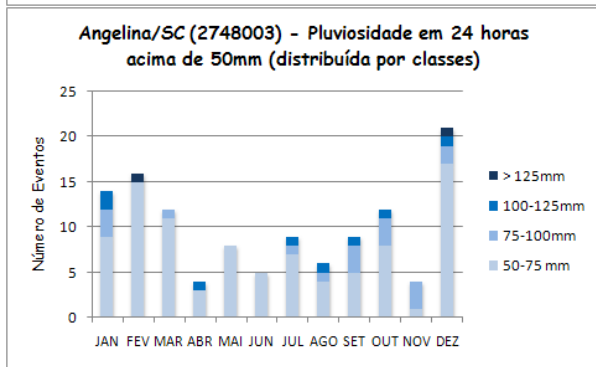
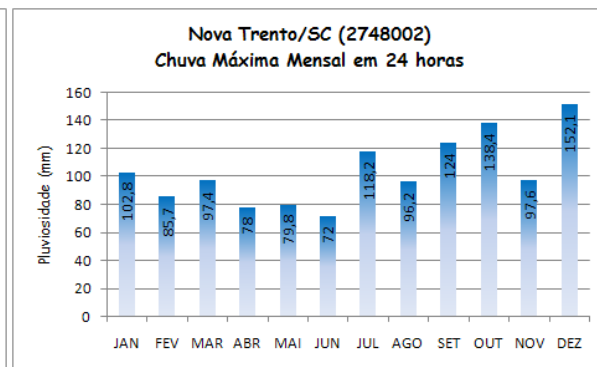
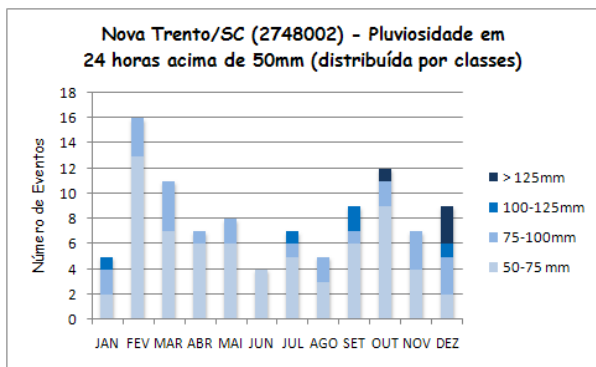


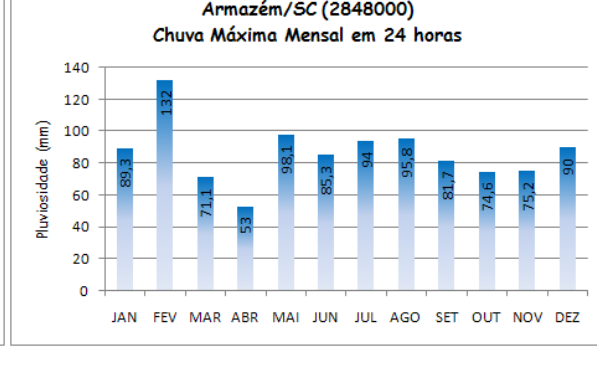
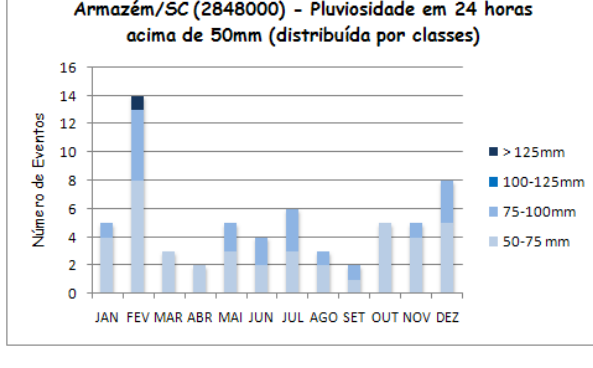
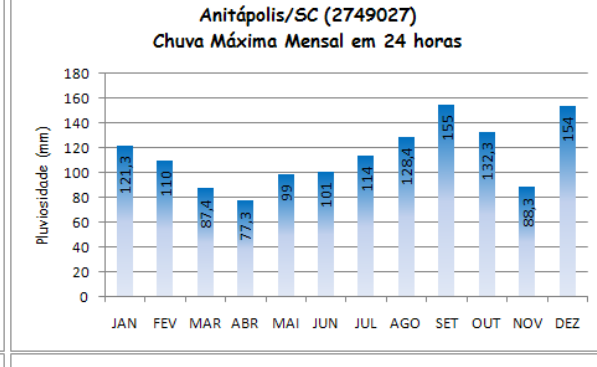
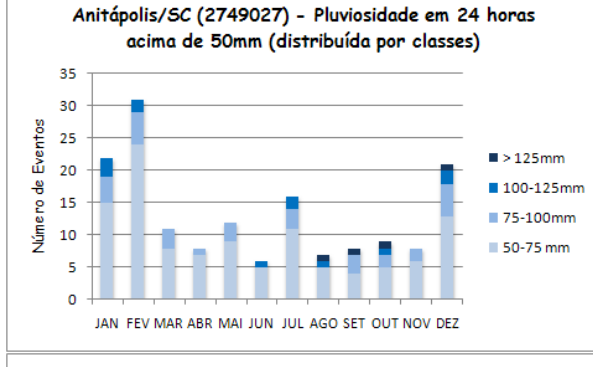
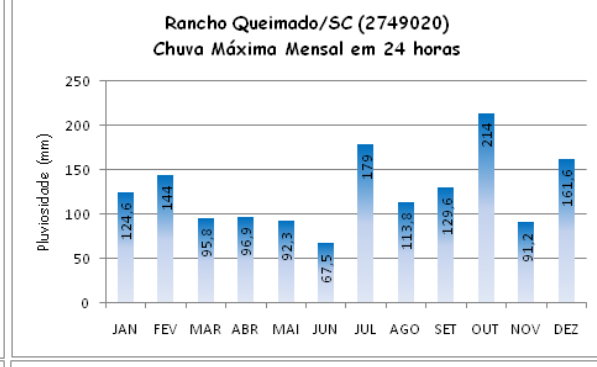
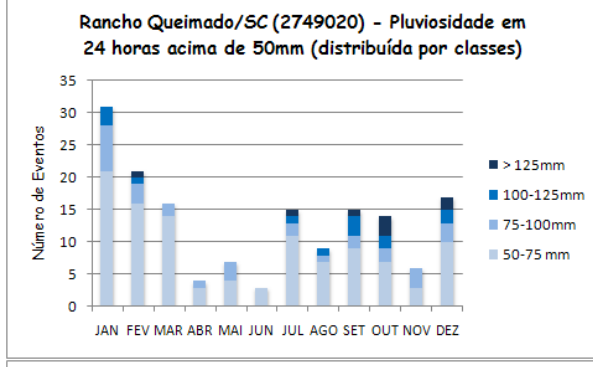
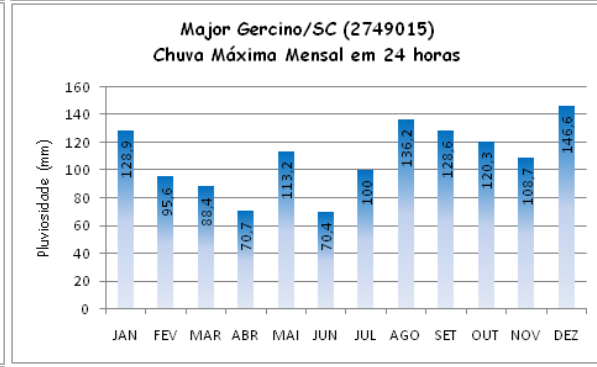
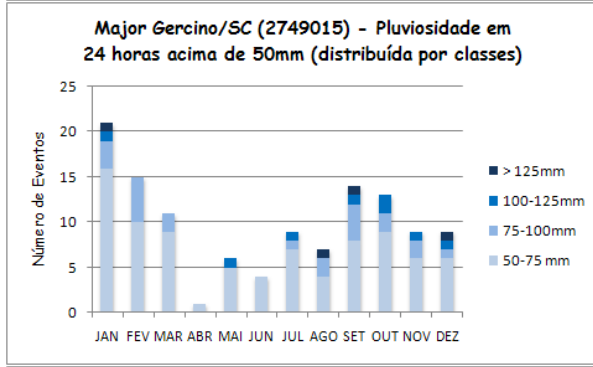
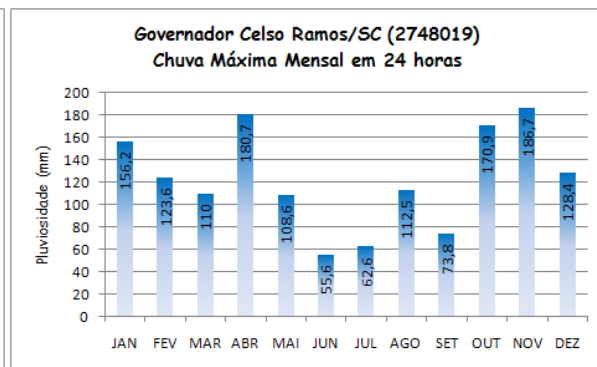
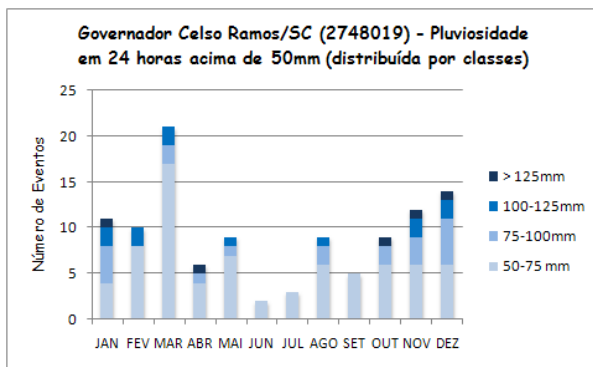
Figura 68: Intensidade pluviométrica diária e mensal

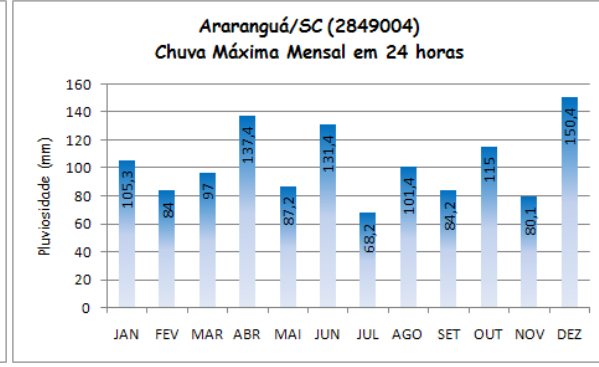
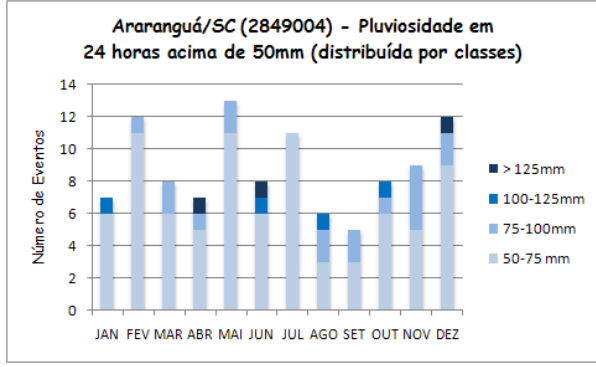
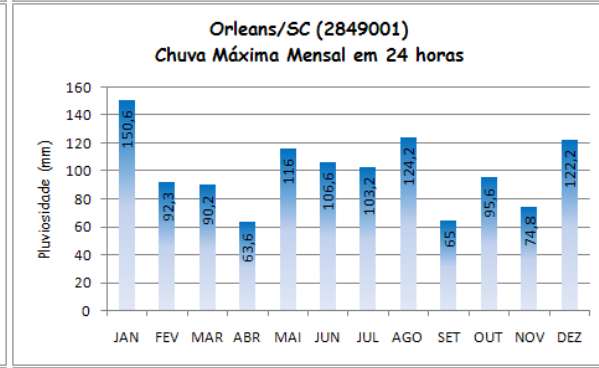
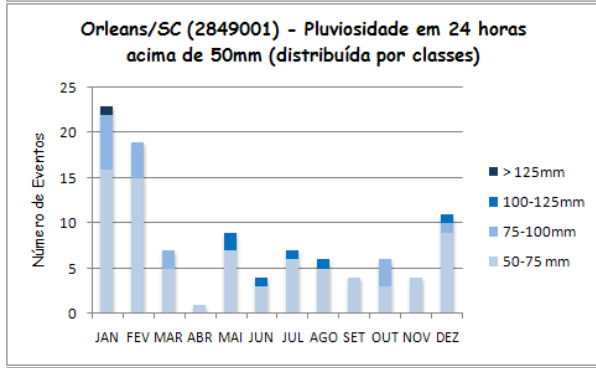
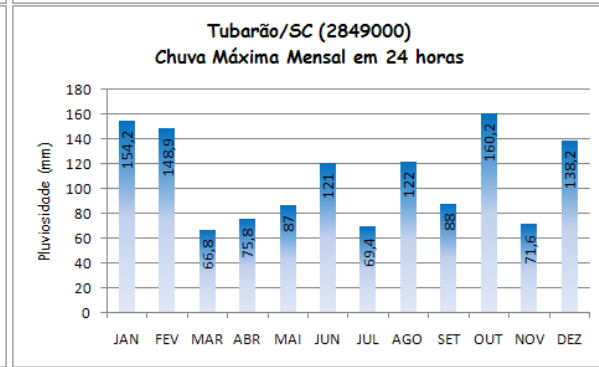
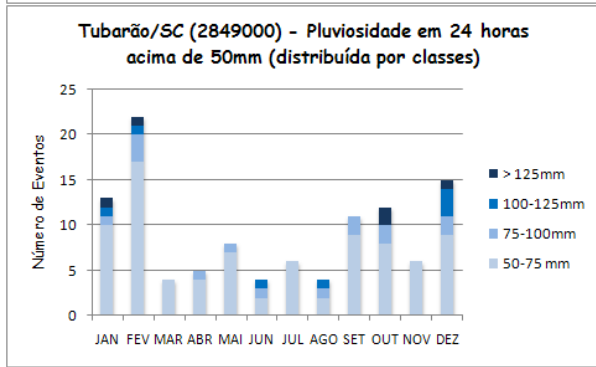
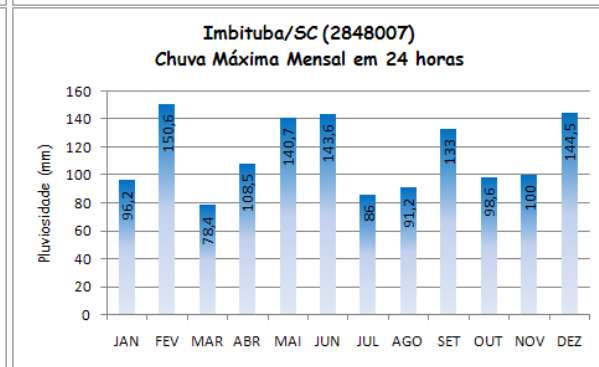
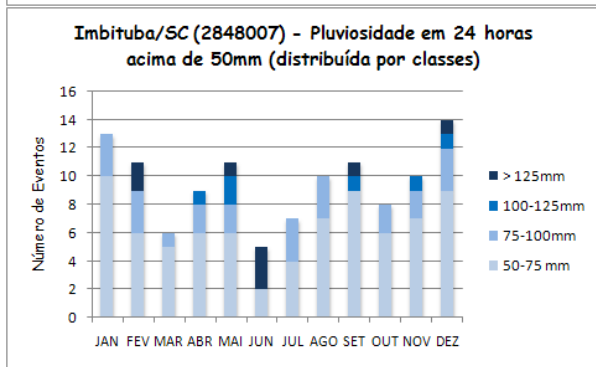
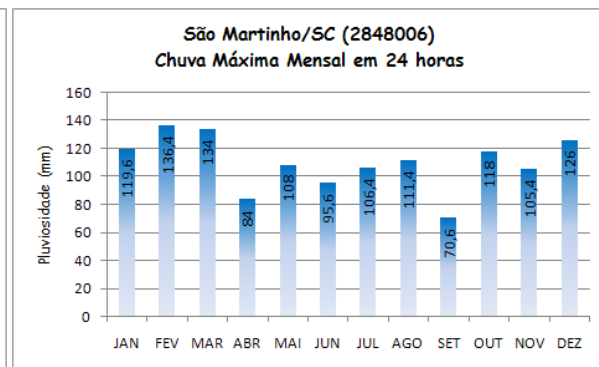
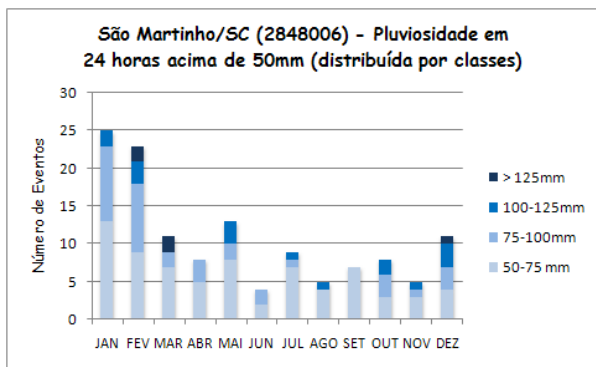


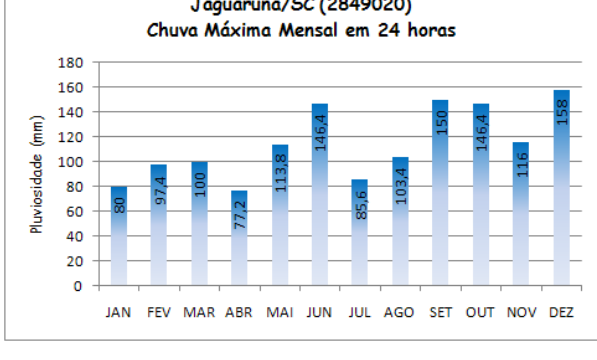
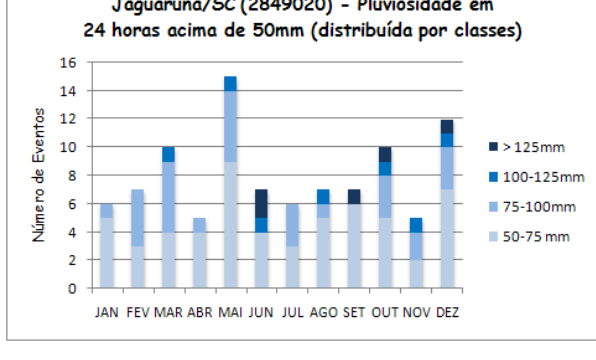
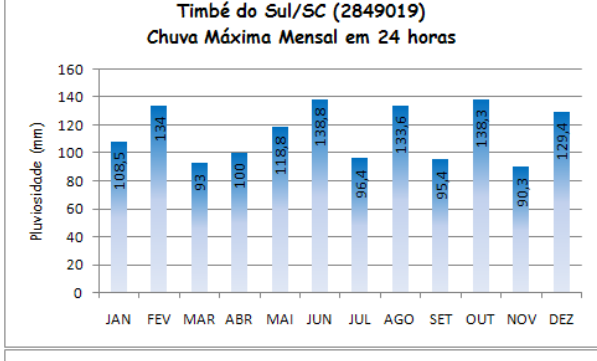
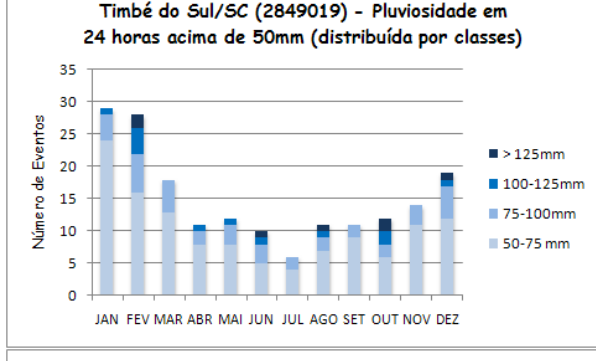
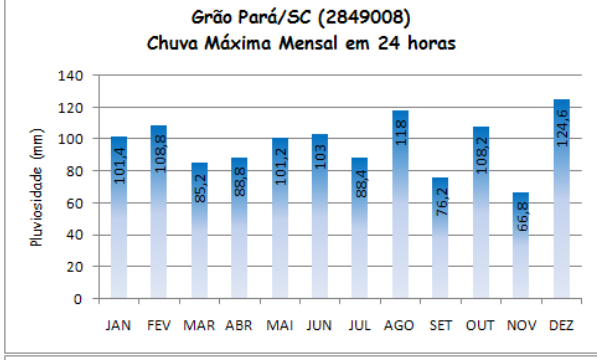
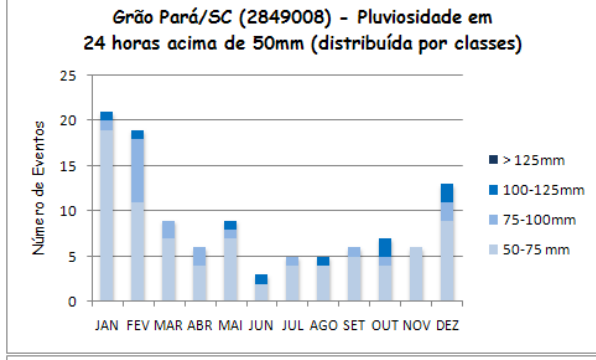
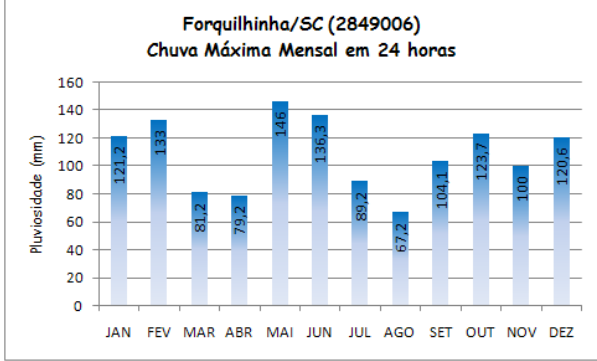
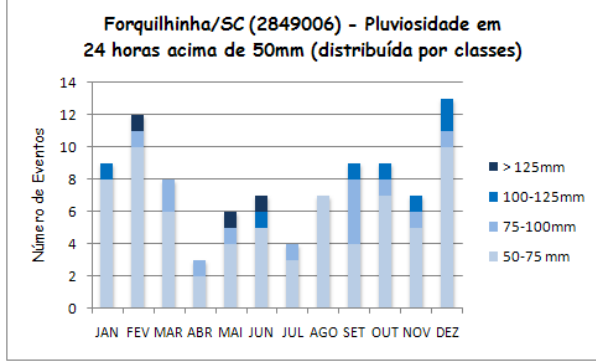
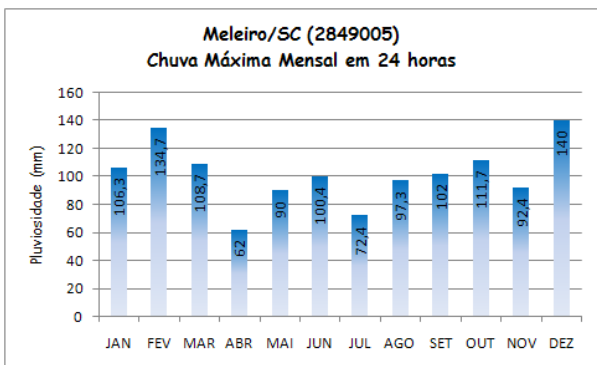
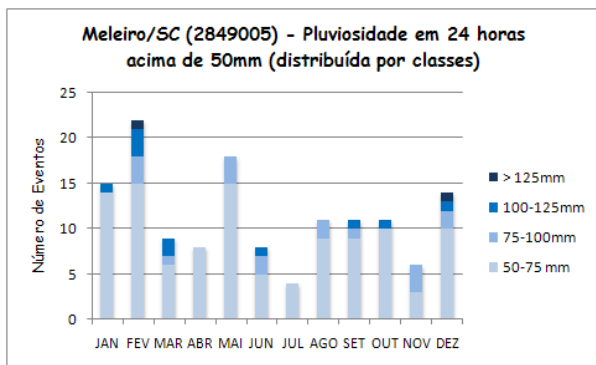


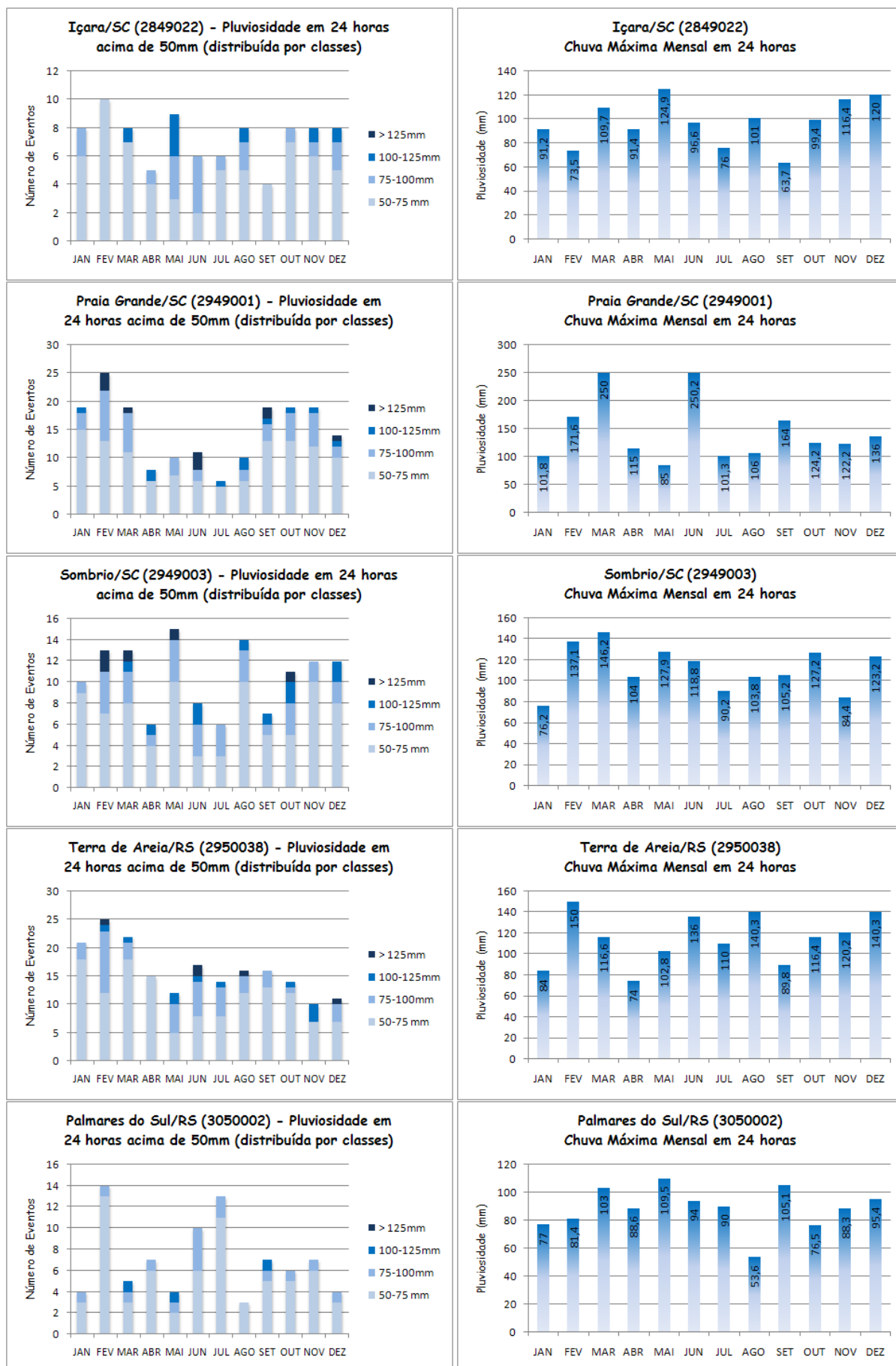


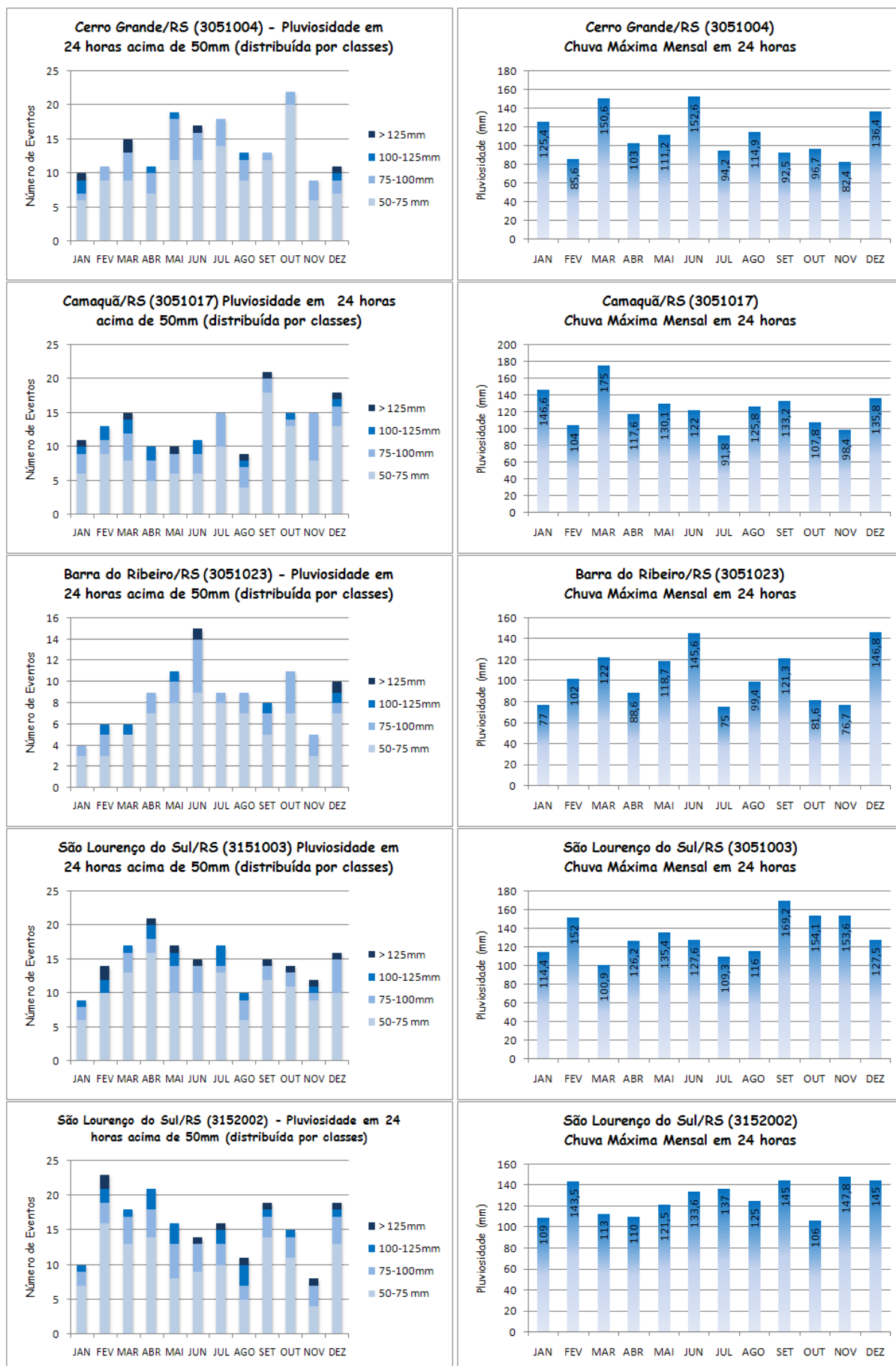


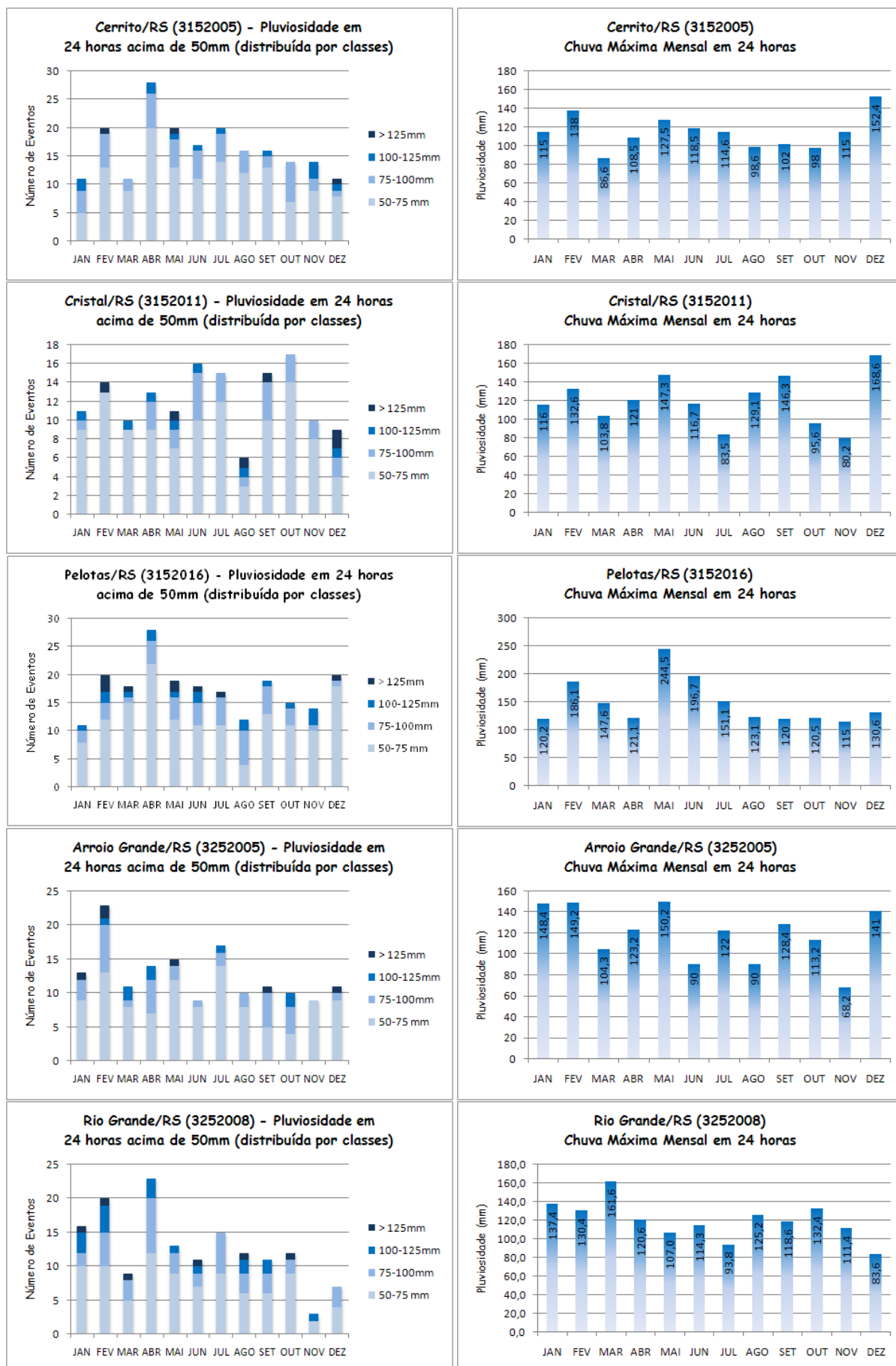


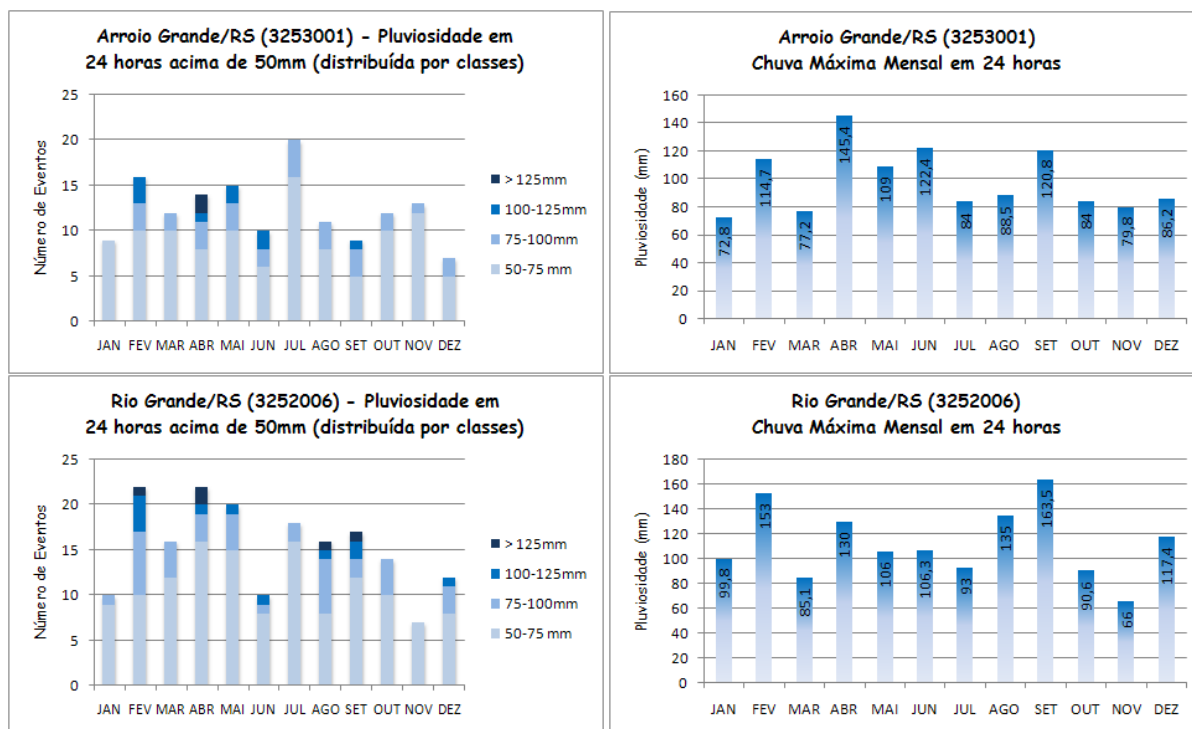












S25W49	S26W49	S27W49	S27W50	S28W49	S28W50
S29W49	S29W50	S30W50	S30W51	S30W52	S31W51
S31W52	S31W53	S31W54	S32W52	S32W53	S32W54
S32W51	S33W53	S33W54	S33W52	S34W53	S34W54
S26W50	S29W51				

Tabela 2: Imagens SRTM para grade de Relevô

Antonina/PR	25 Km	Guaraqueçaba/PR	100 m
Paranaguá/PR	3 Km	Morretes/PR	15 Km
Itajaí/SC	400 m	Indaial/SC	58 Km
Florianópolis/SC	100 m	São José/SC	100 m
Urussanga/SC	35 Km	Bom Jesus/RS	100 Km
Cambará do Sul/RS	51 Km	Torres/RS	100 m
Maquiné/RS	23,5 Km	Campo Bom/RS	60 Km
Cachoeirinha/RS	25 Km	Porto Alegre/RS	15 Km
Encruzilhada do Sul/RS	95 Km	Rio Grande/RS	300 m
Pelotas/RS	20 Km	Sta. Vitória do Palmar/RS	20 Km

Tabela 3: Estações meteorológicas (dados de temperatura): distância do oceano

Tabela 4: Municípios da área de estudo

MUNICÍPIOS - ÁREA DE ESTUDO					
	MUNICÍPIO	ESTADO	Área (Km²)	POPULAÇÃO	
	421380	Praia Grande	SC	279	7.120
	421430	Rancho Queimado	SC	286	2.772
	421490	Rio Fortuna	SC	300	4.468
	421545	Sangão	SC	83	10.300
	421560	Santa Rosa de Lima	SC	203	2.031
	421565	Santa Rosa do Sul	SC	151	7.949
	421570	Santo Amaro da Imperatriz	SC	311	17.602
	421590	São Bonifácio	SC	461	3.178
	421620	São Francisco do Sul	SC	493	37.613
	421630	São João Batista	SC	221	22.089
	421635	São João do Itaperiú	SC	152	3.289
	421640	São João do Sul	SC	183	6.916
	421660	São José	SC	113	196.887
	421700	São Ludgero	SC	108	10.246
	421710	São Martinho	SC	225	3.194
	421725	São Pedro de Alcântara	SC	140	4.765
	421740	Schroeder	SC	144	12.776
	421760	Siderópolis	SC	263	12.470
	421770	Sombrio	SC	143	24.424
	421800	Tijucas	SC	277	27.804
	421810	Timbé do Sul	SC	333	5.133
	421835	Treviso	SC	158	3.498
	421840	Treze de Maio	SC	161	6.599
	421870	Tubarão	SC	300	92.569
	421880	Turvo	SC	234	11.031
	421900	Urussanga	SC	240	18.588
	430085	Arambaré	RS	519	3.825
	430107	Arroio do Padre	RS	124	2.734
	430105	Arroio do Sal	RS	121	6.635
	430130	Arroio Grande	RS	2.518	18.358
	430163	Balneário Pinhal	RS	104	10.517
	430190	Barra do Ribeiro	RS	731	11.478
	430350	Camaquã	RS	1.680	60.563
	430463	Capão da Canoa	RS	97	37.405
	430466	Capão do Leão	RS	785	23.655
	430467	Capivari do Sul	RS	418	3.339
	430471	Caraá	RS	294	7.131
	430512	Cerrito	RS	452	6.629
	430517	Cerro Grande do Sul	RS	325	9.233
	430543	Chuí	RS	203	5.278
	430544	Chuveisca	RS	219	4.874
	430545	Cidreira	RS	246	10.883
	430605	Cristal	RS	682	7.026
	430655	Dom Pedro de Alcântara	RS	78	2.726
	431033	Imbé	RS	40	14.940
	431065	Itati	RS	201	2.677
	431100	Jaguarão	RS	2.054	27.944
	431173	Mampituba	RS	158	2.926
	431177	Maquiné	RS	622	7.374
	431244	Morrinhos do Sul	RS	165	3.241
	431245	Morro Redondo	RS	245	6.199
	431250	Mostardas	RS	1.983	11.903
	431350	Osório	RS	663	39.290
	431365	Palmares do Sul	RS	946	11.423
	431420	Pedro Osório	RS	604	8.039
	431440	Pelotas	RS	1.609	339.934
	431560	Rio Grande	RS	2.814	194.351
	431730	Santa Vitória do Palmar	RS	5.244	31.183
	431760	Santo Antônio da Patrulha	RS	1.049	37.910
	431850	São José do Norte	RS	1.118	24.905
	431880	São Lourenço do Sul	RS	2.036	42.339
	432035	Sentinela do Sul	RS	282	5.290
	432055	Sertão Santana	RS	252	5.791
	432110	Tapes	RS	804	16.557
	432135	Tavares	RS	604	5.160
	432143	Terra de Areia	RS	148	9.709
	432150	Torres	RS	162	32.358
	432160	Tramandaí	RS	144	39.891
	432166	Três Cachoeiras	RS	250	10.390
	432183	Três Forquilhas	RS	217	3.073
	432232	Turuçu	RS	255	3.829
	432300	Viamão	RS	1.494	253.264
	432380	Xangri-Lá	RS	61	10.602
		TOTAL		37.421	5.217.395,0