UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

Trabalho de Graduação

Curso de Graduação em Geografia

PLUVIOSIDADE, CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA E VAZÃO HÍDRICA NA BACIA DO RIO ITAJAÍ, SANTA CATARINA, BRASIL

Pedro Augusto Breda Fontão

Prof. Dr. João Afonso Zavattini

Rio Claro (SP)

2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

PEDRO AUGUSTO BREDA FONTÃO

PLUVIOSIDADE, CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA E VAZÃO HÍDRICA NA BACIA DO RIO ITAJAÍ, SANTA CATARINA, BRASIL

Trabalho de Graduação apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Rio Claro - SP
2011

551.6 Fontão, Pedro Augusto Breda
F681p Pluviosidade, circulação atmosférica e vazão hídrica na bacia do rio Itajaí, Santa Catarina, Brasil / Pedro Augusto Breda Fontão. - Rio Claro : [s.n.], 2011
59 f. : il., figs., quadros, mapas

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: João Afonso Zavattini

1. Climatologia. 2. Chuva. 3. Dinâmica hídrica. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

PEDRO AUGUSTO BREDA FONTÃO

PLUVIOSIDADE, CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA E VAZÃO HÍDRICA NA BACIA DO RIO ITAJAÍ, SANTA CATARINA, BRASIL

Trabalho de Graduação apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Comissão Examinadora

João Afonso Zavattini (orientador)

Iara Nocentini André

Anderson L. H. Christofoletti

Rio Claro, _____ de _____ de _____.

Assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

AGRADECIMENTOS

Para que a concretização deste estudo se efetivasse, agradeço muito às pessoas que sempre me apoiaram, incentivando quando necessário neste processo, ensinamentos que serão a partir de agora essenciais em minha caminhada pessoal e profissional.

A todos os meus familiares, que sempre contribuíram para minha formação, em especial minha mãe, Maria Luiza Breda Fontão, e meu pai, Antônio Fernando Nogueira Fontão.

A Universidade Estadual Paulista – UNESP, *Campus* de Rio Claro, pela excelente formação acadêmica.

Ao Prof. Dr. João Afonso Zavattini pela disposição, empenho e excelente orientação que recebi ao longo de minha graduação, a qual me proporcionou chegar até aqui.

Aos colegas de pesquisa que me acompanharam ao longo da trajetória deste estudo, Marcel C. Aversa e Rafael de J. Lucera.

Aos muitos amigos e colegas que fiz em Rio Claro, dentre eles um agradecimento especial ao Thiago, Gabriel, Eduardo, Lucas, Cleberson, entre outros não menos importantes.

A meus colegas de residência (república repingaiada) em Rio Claro, pelas risadas e momentos agradáveis. Um agradecimento especial a todos.

A Maria Betania pelo carinho e incentivo, sempre.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa, ou torceram por sua concretização.

RESUMO

PLUVIOSIDADE, CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA E VAZÃO HÍDRICA NA BACIA DO RIO ITAJAÍ, SANTA CATARINA, BRASIL

Essa pesquisa buscou compreender a distribuição temporal e espacial da pluviosidade e suas consequências na dinâmica hídrica em caráter regional, levando em conta o paradigma do ritmo climático. A área de estudo abrange toda a bacia hidrográfica do rio Itajaí e seu entorno compreendida, grosso modo, entre os paralelos 26° e 28° de latitude Sul e 48° e 50° 30’ de longitude Oeste, palco constante de chuvas intensas e inundações. Nesta região foram obtidos dados pluviométricos e fluviométricos, das variáveis de chuva e vazão hídrica, a qual foram compilados e analisados através de planilhas, visando obter a série histórica com a maior homogeneidade nos dados possível de boa análise, sendo o período entre 1953 e 1982. Este período histórico passou a princípio por uma análise a qual buscou evidenciar a variabilidade e distribuição das chuvas e vazão hídrica na bacia em nível anual, a qual foram utilizadas técnicas que possibilitaram a escolha dos “anos-padrão” representativos (chuvoso, seco, habitual) da série. Estes anos obtidos (1957, 1968 e 1971, respectivamente) passaram por uma análise detalhada em nível mensal, possibilitando boa interpretação do comportamento pluvial associado à dinâmica hídrica para estes anos representativos.

Palavras-chave: pluviosidade, vazão hídrica, bacia do rio Itajaí

ABSTRACT

RAINFALL, ATMOSPHERIC CIRCULATION AND WATER FLOW IN THE RIVER BASIN ITAJAI, SANTA CATARINA, BRAZIL

This research sought to understand the temporal and spatial distribution of rainfall and its effect on water dynamics on a regional basis, taking into account the pace of climate paradigm. The study area covers the entire river basin of the Itajai and its surroundings understood, roughly, between parallels 26° and 28° south latitude and 48° and 50° 30' west longitude, place of constant heavy rains and floods. In this region, pluviometric and fluviometric data were obtained, the variables of rainfall and water flow, which were compiled and analyzed using spreadsheets in order to get the series with more homogeneous data as possible for good analysis, the period between 1953 and 1982. This historical period has passed in principle by an analysis which sought to highlight the variability and distribution of rainfall and water flow in the basin-level annual, techniques which were used that allowed the choice of "standard year" representative (rainy, dry , usual) series. These obtained years (1957, 1968 and 1971, respectively) underwent a detailed analysis on the monthly level, providing good interpretation of the dynamic behavior of rain associated with dynamic water flow for these representative years.

Keywords: rainfall, water flow, Itajai river basin

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Página

Figura 01 - Áreas da bacia do Paraná já cobertas por classificações climáticas genéticas (MONTEIRO, 1973; ZAVATTINI, 1990), baseadas nas chuvas e na morfologia do relevo.....13
Figura 02 – A bacia hidrográfica do rio Itajaí, localização, hidrografia e sub-bacias.....14
Figura 03 – A paisagem da bacia do Itajaí: traços arquitetônicos e impactos pluviais.....15
Figura 04 - Distribuição dos municípios que decretaram situação de emergência e estado de calamidade pública em novembro de 2008.....16
Figura 05 – Número de passagens de sistemas frontais na América do Sul, na escala sazonal.....18
Figura 06 – Perfil hipsométrico da bacia do rio Itajaí.....19
Figura 07 – Perfil de declividade dos principais rios do Vale do Itajaí. Os valores de declividade são para o rio Itajaí-açu e do Oeste.....19
Figura 08 – Regionalização de vazões na bacia do Itajaí de acordo com a metodologia ANEEL – UFSC.....20
Figura 09 – Descarga média anual e mensal a partir de dados diários (1934-1998), e respectivos histogramas de frequência.....21
Figura 10 – Distribuição dos 204 postos pluviométricos disponibilizados na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (SC) e seu entorno.....23
Figura 11 – Distribuição dos 157 postos fluviométricos disponibilizados na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (SC) e seu entorno.....23
Figura 12 – Distribuição dos 157 postos pluviométricos disponibilizados na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (SC) e seu entorno.....24
Figura 13 – Distribuição dos 79 postos fluviométricos disponibilizados na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (SC) e seu entorno.....25
Figura 14 – Exemplo evidenciando trecho da planilha de análise dos dados pluviométricos disponíveis.....26
Figura 15 – Elenco selecionado de postos Pluviométricos.....29
Figura 16 – Elenco selecionado de postos Fluviométricos.....29
Figura 17 – Distribuição dos 23 postos pluviométricos e 13 posto fluviométricos disponibilizados na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (SC) e seu entorno.....30
FIGURA 18 – Média anual histórica de chuva na área de estudo.....33
Figura 19 – Média anual de chuva por posto pluviométrico na área de estudo.....34
Figura 20 – Distribuição das chuvas anuais médias na área de estudo.....34
Figura 21 – Distribuição espacial dos totais anuais de chuva na área de estudo (1953-1982).....35
Figura 22 – Vazão média, máxima e mínima registrada para cada estação fluviométrica na série histórica (1953-1982).....38

Figura 23 – Gráficos individuais para cada estação fluviométrica mostrando a Vazão máxima (com o mês indicado), média e mínima registrada ao longo de cada ano da série histórica (1953-1982).....39
Figura 24 – Frequência absoluta das quadrículas/anos, conforme o intervalo de classes sugerido pela fórmula de Sturges (1953 - 1982).....42
Figura 25 – Distribuição espacial dos totais mensais de chuva na área de estudo (1957).....44
Figura 26 – Gráficos individuais para cada estação fluviométrica mostrando a Vazão máxima, média e mínima registrada ao longo de cada mês do ano-padrão 1957.....46
Figura 27 – Distribuição espacial dos totais mensais de chuva na área de estudo (1968).....47
Figura 28 – Gráficos individuais para cada estação fluviométrica mostrando a Vazão máxima, média e mínima registrada ao longo de cada mês do ano-padrão 1968.....48
Figura 29 – Distribuição espacial dos totais mensais de chuva na área de estudo (1971).....50
Figura 30 – Gráficos individuais para cada estação fluviométrica mostrando a Vazão máxima, média e mínima registrada ao longo de cada mês do ano-padrão 1971.....51

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 9
1.1. Abrangência e relevância da pesquisa 9
1.2. Alguns exemplos relevantes de estudos em "climatologia" 10
1.3. A bacia hidrográfica do rio Itajaí 14
1.3.1. Aspectos gerais da pluviosidade e vazão hídrica na bacia 17
2. BASES MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 21
2.1. Materiais utilizados 21
2.2. Obtenção e espacialização dos dados 22
2.3. Análise da série temporal dos dados 25
2.4. Escolha dos postos e período de estudo 27
2.5. Preenchimento de dados com falhas 30
2.6. Análise da variabilidade das chuvas e vazão hídrica 31
3. ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO 33
3.1. Variabilidade e distribuição anual da chuva e vazão hídrica na bacia 33
3.2. Processo de escolha dos "anos-padrão" 41
3.3. O "ano-padrão" chuvoso de 1957 44
3.4. O "ano-padrão" seco de 1968 47
3.5. O "ano-padrão" habitual de 1971 49
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS 52
REFERÊNCIAS 54
Apêndice A – Parte da Planilha de Seleção dos Dados 56
Apêndice B – Planilha com dados anuais pluviométricos 57
Apêndice C – Planilha com dados anuais fluviométricos 58
Apêndice D – Aplicação da técnica de Sturges 59

1. INTRODUÇÃO

1.1. Abrangência e relevância da pesquisa

Inserida no trecho sudeste do litoral brasileiro, bacia hidrográfica mais extensa da vertente atlântica do estado de Santa Catarina, a região do Vale do Itajaí tem sua história assentada a partir de dois aspectos principais, sendo uma delas a vinda de imigrantes que o colonizaram de forma geral em pequenas propriedades que se estendiam ao longo de linhas e onde a produção agrícola visava a manutenção do grupo familiar, e também a conformação acidentada característica do terreno regional, com a existência de faixas estreitas de várzea.

Estas foram as bases iniciais desta importante região do Brasil, a qual seu terreno acidentado dificultava a criação de caminhos para “tropeiros”, motivados pela demanda de gado da Campanha Gaúcha, os quais utilizavam rotas dispostas pelo interior do continente.

Recentemente a região têm se destacado nacionalmente, dentre outras características, por ter sido palco de episódios pluviais intensos devido à excepcionalismo climático, causando dentre outras repercussões aumento da vazão dos rios ocasionando cheias e impactos diretos à população local.

Apesar de relatos históricos, de forma científica se encontram dificuldades no Brasil para um estudo desde a colonização da bacia, visto que as medições climatológicas sistemáticas são recentes no país, começando efetivamente em 1910 por parte do Instituto Nacional de Meteorologia (INMet), não possuindo uma longa série histórica de dados para análises satisfatórias. Ainda, mesmo após o início das medições, essa rede nem sempre se encontra bem estruturada, assim como a qualidade e o acesso aos dados gerados. Devido a essas dificuldades, se necessita a análise das estações disponíveis e a escolha dos melhores dados a serem utilizados, e ainda enfatiza a necessidade de estudos de caráter genético na circulação atmosférica, que busque uma explicação para as chuvas e elevação dos níveis dos rios na sua origem, não ficando somente na descrição dos dados que forem obtidos.

Zavattini (2009) foi quem deu motivação inicial, ao incentivar através da publicação do artigo “Pluies intenses et inondations dans la Vallée du Fleuve Itajaí (Région de Santa Catarina), Brésil”, a realização de pesquisas na bacia do rio Itajaí

com enfoque na dinâmica atmosférica atuante e considerando os fatores geográficos presentes na região. Este estudo foi fundamental para o prosseguimento desta pesquisa, como fonte de inspiração inicial e bibliografia auxiliar.

O presente estudo então se fundou como princípio e hipótese norteadora que a dinâmica atmosférica regional atuante sobre a bacia do rio Itajaí, Santa Catarina, tem papel fundamental na geração das chuvas e conseqüentemente, no aumento do nível dos rios, sejam elas as habitualmente esperadas ou aquelas excepcionais, geradoras de alto grau de impacto, para as quais a população da área de estudo não está diretamente preparada, principalmente aos residentes nas margens próximos à foz no Oceano Atlântico.

1.2. Alguns exemplos relevantes de estudos em “climatologia”

Os estudos ligados à variabilidade climática, a qual serviu de aparato teórico para este estudo, orientam-se a partir da definição inicial proposto por Sorre (1951), que em sua época contraria o pensamento predominante na climatologia clássica ao definir o clima como a série de estados da atmosfera, em sua sucessão habitual. Esta caracterização dá um caráter dinâmico ao clima, criticando o caráter abstrato gerado pelo abuso de médias aritméticas.

Pédelaborde (1991), complementando a idéia inicial proposta por Sorre, faz críticas ao método separativo a qual considera os elementos da atmosfera de forma isolada, prosseguindo numa linha mais moderna fundamentada no método sintético das massas de ar e dos tipos de tempo. É neste sentido que afirma a seguinte exemplificação:

> a intensidade do frio (expressa, por exemplo, pela temperatura média do inverno) não é suficiente para caracterizar um clima. É preciso saber se as geadas são espaçadas, alternando-se com períodos tépidos ou se elas são todas agrupadas em um longo período homogêneo. Certas plantas suportam com efeito 4 ou 5 dias de gelo, mas morrem após o sexto dia. As durações verdadeiras dos diferentes tipos de tempo são, portanto, tão importantes quanto suas frequências anuais e suas durações médias.

É nesta linha de pensamento que Monteiro (1971, p. 21) introduz ao paradigma da análise rítmica, através de padrões dinâmicos, afirmando que:

> 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”. Saber o que se entende por “ano seco” e “ano chuvoso” conduz a uma lenta tarefa de revisão, até que se possa optar por uma norma mais conveniente aos nossos propósitos.

A pesquisa então se pautou nos ensinamentos e princípios da Escola Brasileira de Climatologia Geográfica (ZAVATTINI, 2004), introduzida por Monteiro (1999) e apontando para a importância de um estudo com enfoque geográfico, isto pela capacidade de proporcionar uma visão integrada dos impactos desencadeados por episódios pluviais intensos onde, embora a gênese dos episódios de chuva resida na dinâmica atmosférica regional, eles costumam ter seus efeitos amplificados por outros fenômenos da esfera geográfica, também dotados de dinamismo próprio, caso da dinâmica fluvial e suas cheias, ou ainda, dos movimentos rápidos do solo, da expansão urbana desordenada, da ocupação das margens dos rios, dentre outros.

Dentro dessa linha de pesquisa, podemos citar importantes trabalhos realizados anteriormente a qual muito contribuíram para a compreensão de forma científica do espaço geográfico brasileiro, e que servem de inspiração teórico-metodológicas para este presente estudo, visto que conseguiram atingir os objetivos propostos e chegar a resultados palpáveis.

É o caso de Monteiro (1969) em sua Tese de Doutorado que busca de forma geral a caracterização do clima do Brasil Meridional, enraizada em pesquisa sobre as chuvas no Estado de São Paulo, a qual analisa as variações das chuvas ocasionadas ao longo da propagação latitudinal da Frente Polar Atlântica. Projetando um futuro para as pesquisas climatológicas nacionais, fornecendo informações para prosseguimento nessa linha de investigação, Monteiro (1969) *apud* Zavattini (2004, p. 26) esclarece:

> Não tencionamos fazer um estudo monográfico sobre o clima do sul do país ou da faixa subtropical que representa limites climáticos zonais e regionais. Localizando-nos, estrategicamente, entre o Brasil Inter-tropical e o Brasil Extra-tropical, em sua fachada atlântica, tentamos oferecer uma

> contribuição ao conhecimento do ritmo de sucessão dos tipos de tempo no inverno, liderados e regidos pelos mecanismos das perturbações frontais, e de como as variações deste ritmo influem na pluviosidade. Assim, seja pelo estudo da “sucessão” dos tipos de tempo, seja pelo conhecimento genético das “chuvas”, fato geográfico da mais alta importância, estaremos oferecendo uma contribuição que nos parece válida.

Ainda é nítida a contribuição à climatologia brasileira desempenhada por Monteiro (1973) em sua obra "A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo", estudo na qual é analisado geograficamente as chuvas que caem em específico neste estado brasileiro, associado à dinâmica atmosférica ali atuante. Dentre outras colocações, o autor divise o estado a partir de uma faixa de transição móvel (devido ao dinamismo atmosférico) e define dois importantes grupos climáticos.

Destes estímulos, prosseguiram trabalhos relevantes nesta linha de investigação onde pode-se citar, dentre outros autores, o caso de Tarifa (1975) ao analisar também em seu Doutorado os fluxos polares especificamente no Estado de São Paulo, porém nos períodos sazonais de Primavera e Verão.

Zavattini (1990) aplica em novos horizontes territoriais (Centro-Oeste) um estudo voltado à dinâmica climática, ao analisar a distribuição das chuvas no Mato Grosso do Sul. É visível a contribuição às futuras pesquisas a partir deste estudo, ao não ignorar os avanços tecnológicos da Ciência Geográfica e, antecedendo a análise dinâmica das chuvas, efetuar uma abordagem tradicional, e assim como Monteiro (Op. cit.), utilizou-se de metodologia similar, ao identificar e delinear a faixa de transição móvel que separa os dois importantes grupos climáticos.

Zandonadi (2009), ao estudar a bacia do Paraná, na compreensão temporal e espacial da distribuição das chuvas, organiza a seguinte ilustração presente na Figura 01, unindo os mapas gerados como resultados das pesquisas citadas anteriormente, a qual há a divisão em grupos climáticos através da faixa de transição móvel.

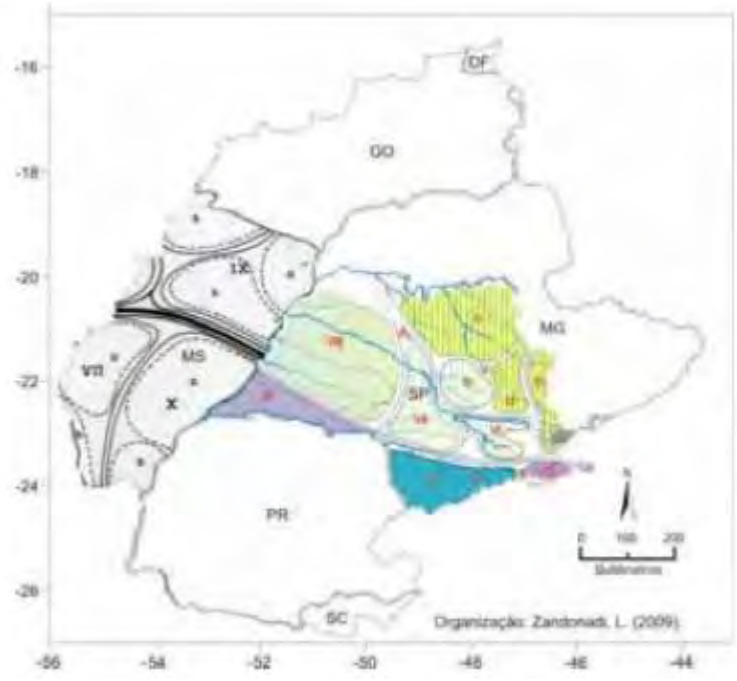


Figura 01 - Áreas da bacia do Paraná já cobertas por classificações climáticas genéticas (MONTEIRO, 1973; ZAVATTINI, 1990), baseadas nas chuvas e na morfologia do relevo.
Org: ZANDONADI, L. (2009)

Ainda, Boin (2000) realiza uma minuciosa análise climatológica na região Oeste do estado de São Paulo, propondo uma classificação climática baseada no ritmo atmosférico e na gênese das chuvas diárias e processos erosivos. Este estudo, assim como outros autores, demonstram a amplitude do horizonte de pesquisa em Climatologia Geográfica, a qual pode ser aplicada a diversas áreas da Ciência Geográfica. Assim como Zandonadi (Op. cit.), seus procedimentos metodológicos foram muito úteis na realização desta pesquisa, principalmente devido ao caráter recentes de ambos, que se utilizam de tecnologias computacionais recentes que facilitar o trabalho do pesquisados na aquisição e na análise dos dados.

Em síntese, todos os estudos (e consequentes classificações climáticas) citados nesta modesta revisão não foram ao acaso, pois apresentam resultados pautados em excelentes análises e através de muitas informações adquiridas anteriormente sobre o espaço geográfico estudado. Dentre os elementos citados, a chuva é de fundamental compreensão, pois é ela quem irá dinamizar o aumento ou regressão da vazão hídrica dos rios presentes numa bacia hidrográfica, e consequentemente irá gerar repercussões diretas no ambiente e nas atividades humanas.

1.3. A bacia hidrográfica do rio Itajaí

A área de estudo consiste na região da bacia hidrográfica do rio Itajaí, o mais extenso sistema hidrográfico da vertente atlântica no estado de Santa Catarina, a qual possui uma área total de cerca de 15.000 km², correspondendo a 16,15% do território catarinense e a 0,6% do território brasileiro. Ela está disposta em três grandes compartimentos naturais, sendo denominados o Alto, Médio e o Baixo Itajaí. A região possui características de uma dinâmica do relevo acidentado, com encostas inclinadas e sujeitas a inundações freqüentes, onde a forma da bacia e a declividade dos cursos d'água contribuem significativamente para a ocorrência de cheias, onde no último trecho há a formação de grandes planícies de inundação, principalmente a partir de Blumenau e próximos à jusante. A Figura 02 mostra a localização, hidrografia e as sub-bacias da área de estudo.

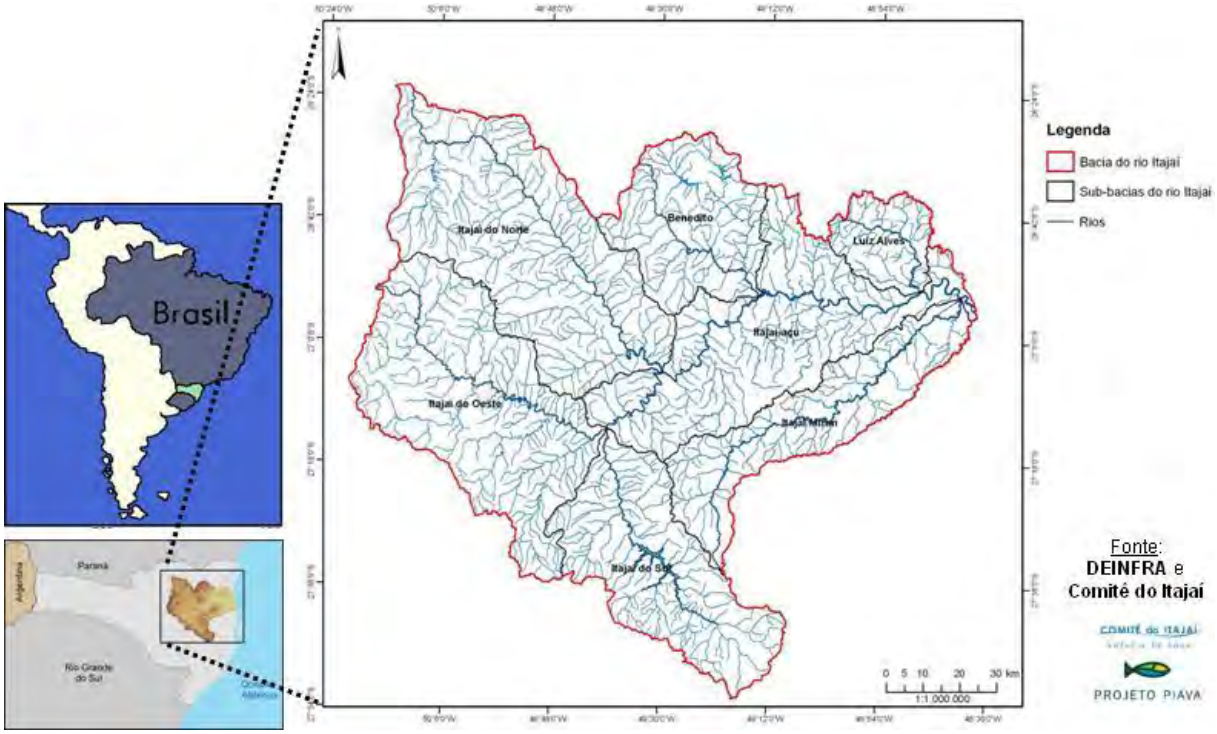


Figura 02 – A bacia hidrográfica do rio Itajaí, localização, hidrografia e sub-bacias.
Fonte: DEINFRA e COMITÊ DO ITAJAÍ (2010).

Conforme observado na figura, a bacia se divide em 7 sub-bacias hidrográficas, onde o maior curso d'água é o rio Itajaí-açu, formado pela junção dos rios Itajaí do Oeste e Itajaí do Sul, no município de Rio do Sul. Ainda tem como limites geográficos os estabelecidos pelas configurações fisiográficas da Serra Geral

e da Serra dos Espigões a Oeste, das Serras da Boa Vista, dos Faxinais e do Tijucas ao sul, e das Serras da Moema e do Jaraguá ao norte. (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010)

A região agrega um total de 53 municípios, sendo que 47 cidades-sede municipais estão em sua área, que engloba uma população superior a 1 milhão de habitantes. Dentre as cidades, se destacam as localidades de Blumenau, com quase 300 mil habitantes, além de Itajaí, Gaspar, Indaial, Rio do Sul e Ilhota. Grande parte da população residente na área ainda hoje mantém características e estreitos laços com a colonização alemã e italiana, que historicamente produziu e produz traços significativos na paisagem desta bacia hidrográfica, que também é marcada, de uma maneira traumática, pelas inundações freqüentes que sobre ela se abatem.

Dados do Departamento Estadual de Infraestrutura catarinense (DEINFRA, 2010) afirmam que enchentes no vale ocorrem desde a sua colonização, há mais de 150 anos. Relatos históricos registram 9 metros de elevação do rio Itajaí-Açu na enchente de 1862, tornando terras agrícolas e cidades alagadas um cenário comum até os dias de hoje. A região é palco de inundações freqüentes que sobre ela se abatem, onde algumas causaram impactos significativos à paisagem e danos materiais e humanos à população residente na área, como foi o caso de novembro de 2008, conforme ilustra a Figura 03.



Figura 03 – A paisagem da bacia do Itajaí: traços arquitetônicos e impactos pluviais.
Fonte: ZAVATTINI, J.A. (2009)

Recentemente durante o mês de Novembro de 2008, e ao longo desse período, choveu de forma significativa no Estado de Santa Catarina, e de maneira muito intensa na área da bacia do rio Itajaí, especialmente por causa das freqüentes

passagens frontais durante a primeira quinzena desse mês. Como exemplo, para se te uma idéia do que realmente aconteceu no vale do Itajaí, ressalta-se que a média pluviométrica do mês de novembro se situa entre os 108,3 mm no período de 1931-1960 e os 135,6 mm no período de 1961-1990. No entanto, o volume acumulado de chuvas no mês de novembro de 2008 aproximou-se dos 500 mm, um acontecimento excepcional para essa bacia. (ZAVATTINI, 2009)

Estes acontecimentos motivaram o Governo do Estado de Santa Catarina à desenvolver o “Plano Integrado de Prevenção e Mitigação de Riscos de Desastres Naturais na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí” (SANTA CATARINA, 2010), a qual buscou avaliar e identificar causas e efeitos, além da adoção de medidas preventivas às catástrofes naturais na região. Este plano aponta o episódio de 2008 como um conjunto de desastres ocasionado por chuvas intensas, gerando inundações bruscas em todos os pequenos cursos d’água, no médio vale e na foz do Itajaí, com enchente gradual ocasionando impactos causados pelas enxurradas, dentre eles o escorregamento de encostas. A Figura 04 ilustra, de forma geral, a distribuição dos municípios na bacia e os que decretaram estado de emergência e calamidade pública.

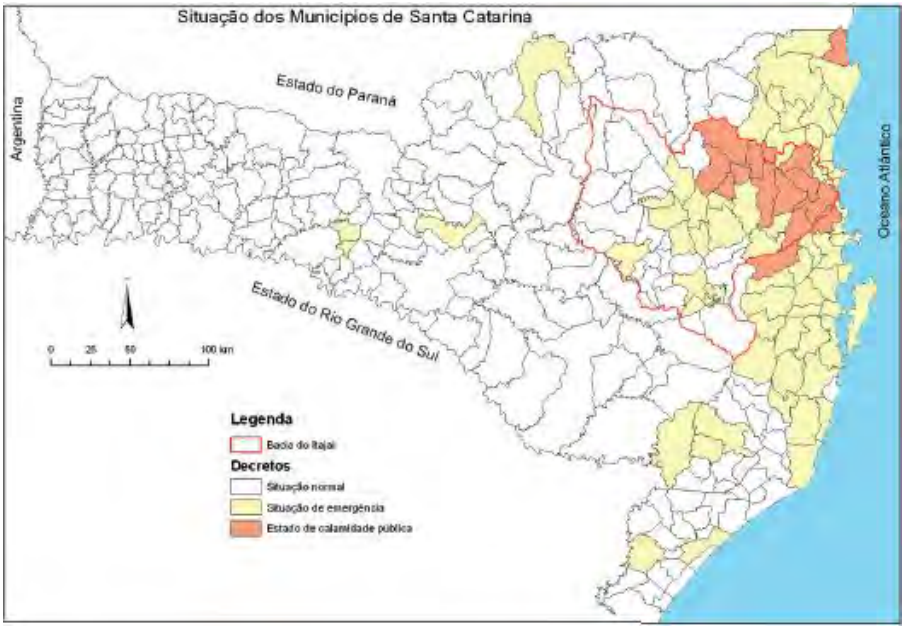


Figura 04 - Distribuição dos municípios que decretaram situação de emergência e estado de calamidade pública em novembro de 2008.
Fonte: Fundação Agência da Água do Vale do Itajaí (2011)

Porém não é apenas na precipitação pluviométrica intensa que reside a justificativa para todo o ocorrido, mas o seu desencadeamento. A ocupação intensa

do espaço, somado à vulnerabilidade do município diante destas situações possivelmente dinamizou a tragédia. Ações de mitigação à desastres é uma prática pouco presente na gestão governamental, inclusive em regiões como o médio vale do Itajaí, frágeis do ponto de vista geológico e repleta de registros de desastres naturais. (SANTA CATARINA, Op. cit.)

Felizmente nem todos os episódios pluviais na região apresentam a mesma intensidade daquele ocorrido no ano de 2008, ilustrado pela Figura 03 e com conseqüências trágicas, e que fundamentam a eleição do tema de pesquisa como objeto deste estudo de climatologia, de caráter geográfico. Mas certamente um estudo que integre as variáveis de chuva e vazão hídrica torna-se relevante a partir das informações anteriormente expostas.

1.3.1. Aspectos gerais da pluviosidade e vazão hídrica na bacia

Para evidenciar as características gerais da pluviosidade, é preferível citar a obra de Monteiro (1968), que explica ao longo das estações do ano que todo o sul do Brasil está sujeito às passagens de sistemas frontais, evidenciadas como principais responsáveis pelas chuvas ocorrentes na região, inclusive em toda a área de estudo, correspondente à bacia hidrográfica do Itajaí e entorno. Optou-se assim por não entrar no mérito das classificações climáticas.

A Figura 05 ilustra a variação espacial dos mecanismos frontológicos na América do Sul e revela que a fachada centro-sul do Brasil (e em específico a região Sul) está constantemente está sob a ação desses mecanismos, não importando o período do ano. Ela auxilia também na compreensão da importância de se estudar em profundidade a ação dos mecanismos frontais na bacia do Itajaí, pois são eles que, em conjunto com as massas de ar tropicais e polares (atlânticas), definem os tipos de tempo habituais e excepcionais que, em última instância, podem repercutir diretamente na dinâmica hídrica da bacia hidrográfica.

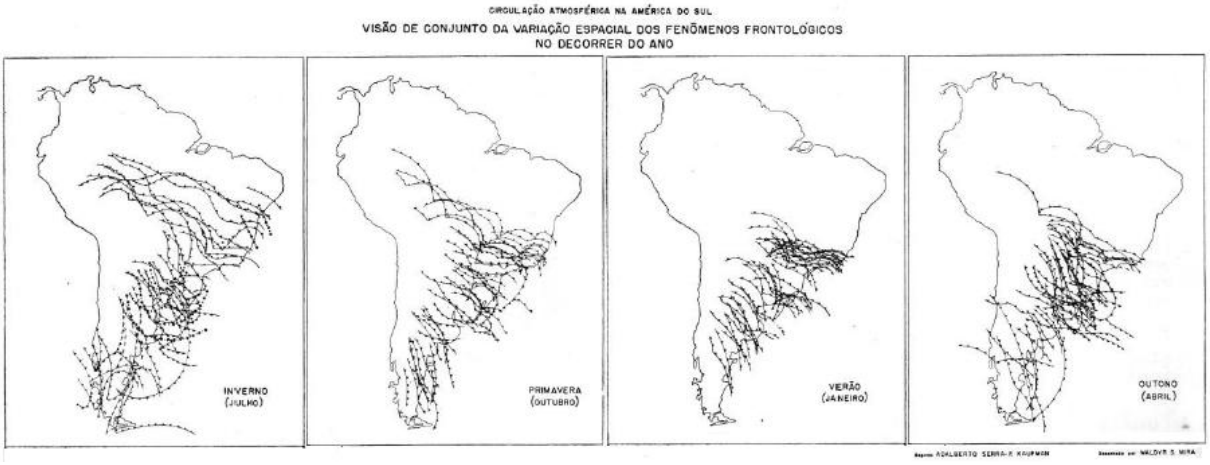


Figura 05 – Número de passagens de sistemas frontais na América do Sul, na escala sazonal.
Fonte: MONTEIRO, C.A.F. (1968)

Assim é Monteiro (op. cit), dentre outras obras não menos importantes do autor a qual já foram citadas anteriormente, quem revela que a sucessão dos tipos de tempo habituais ou excepcionais é comandada pelos diferentes fluxos de invasão polar provenientes da Antártida. As variações do ritmo pluvial estão diretamente ligadas aos tipos de tempo que atuam na bacia, pois a gênese das chuvas é dada pela circulação atmosférica regional. Ressalta-se assim a importância de estudos da tipologia de invasões polares, cujos diferentes fluxos explicam, em linhas gerais, as variações pluviométricas intra e interanuais na bacia.

A dinâmica hídrica da bacia, de forma geral, acompanha a declividade do relevo, a qual o perfil hipsométrico revela a existência de um relevo mais acidentado às bordas da bacia hidrográfica e um relevo mais suave, característico de planícies, mais próximos à jusante, principalmente do rio Itajaí-açu, principal curso d'água, conforme é possível de observar nas Figuras 06 e 07.

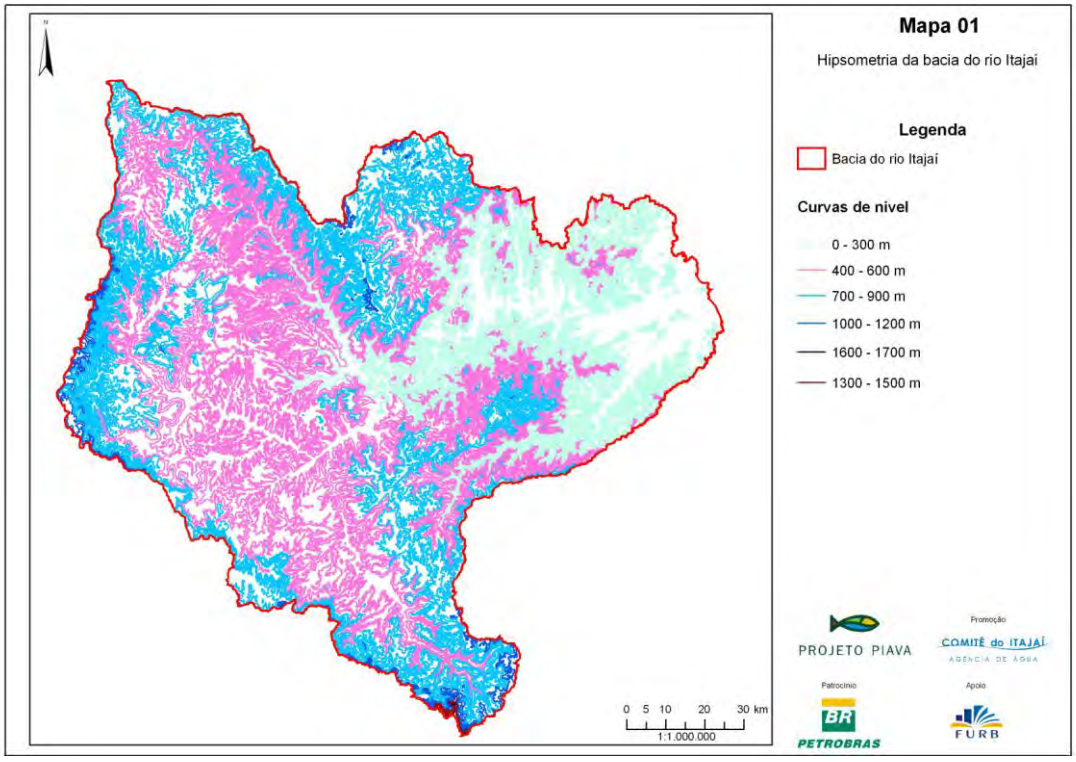


Figura 06 – Perfil hipsométrico da bacia do rio Itajaí
Fonte: COMITÊ DO ITAJAÍ (2010).

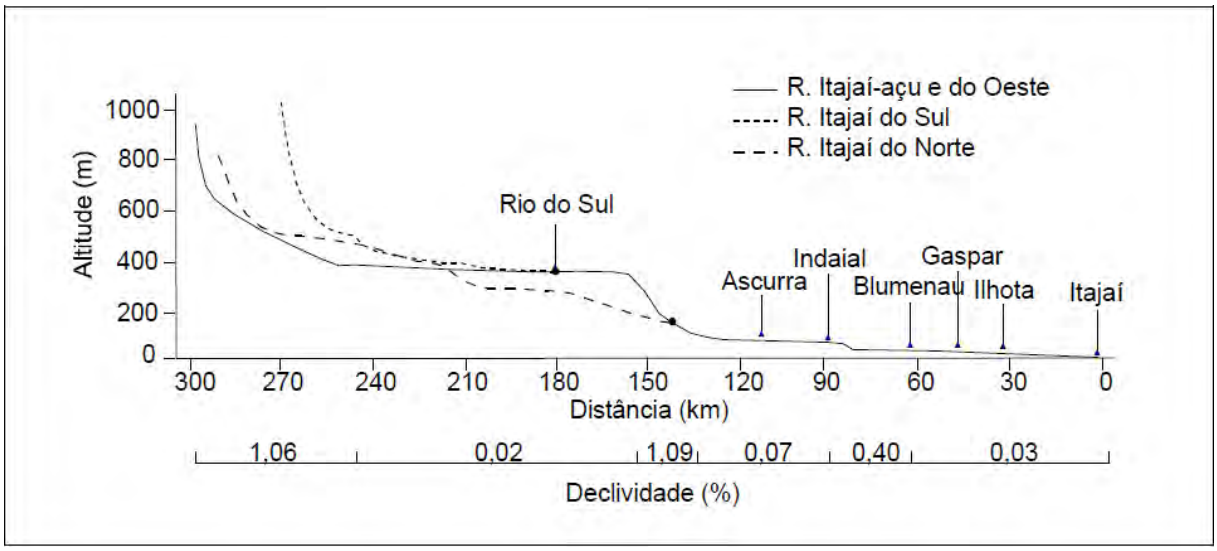


Figura 07 – Perfil de declividade dos principais rios do Vale do Itajaí. Os valores de declividade são para o rio Itajaí-açu e do Oeste.
Fonte: SCHETTINI, C.A.F. (2002).

Essas características também dinamizam a vazão hídrica na bacia, à qual está intimamente associado às características geográficas da região e à incidência da pluviosidade na bacia. A Figura 08 mostra a regionalização das vazões na bacia, conforme metodologia da ANEEL – UFSC, a qual se observa uma correspondência ao perfil hipsométrico observado anteriormente.

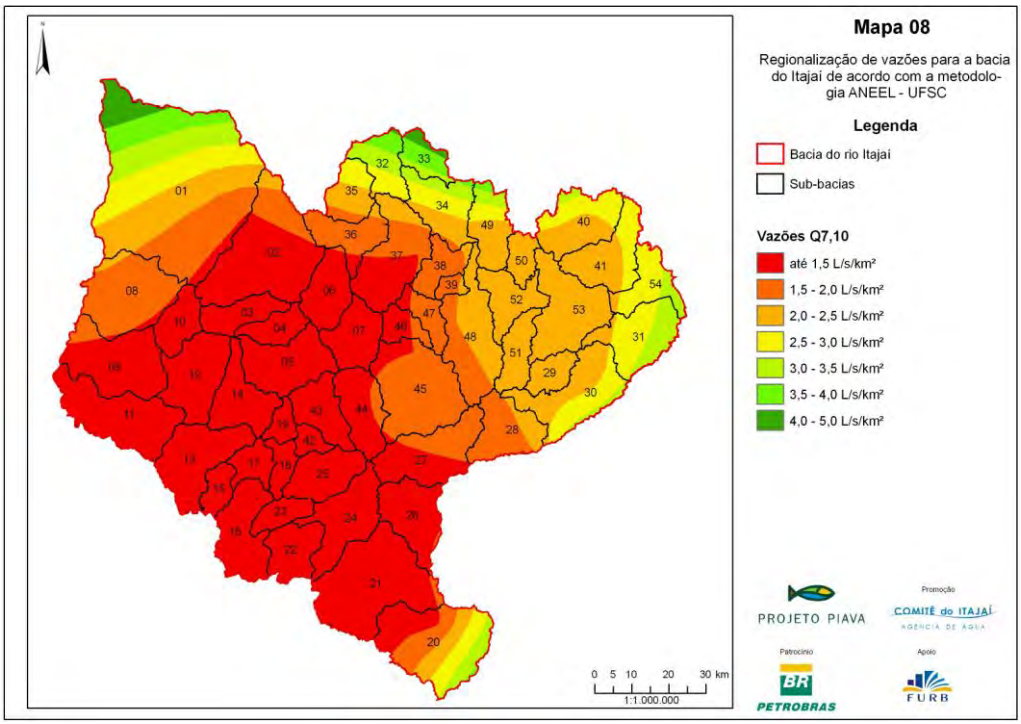


Figura 08 – Regionalização de vazões na bacia do Itajaí de acordo com a metodologia ANEEL – UFSC.
Fonte: Comitê do Itajaí.

Schettini (2002) analisa as características físicas gerais da bacia, em específico a dinâmica hídrica, a qual através de um monitoramento realizado no rio Itajaí-açu (dados do período 1934-1998), através da estação fluviométrica Indaial, forneceu uma descarga média diária de vazão de 228 a 282 m³/s. A mínima registrada no período foi de 17 m³/s e a máxima 5390 m³/s (em 1984, durante um evento associado à El Niño e a um ano anterior excepcionalmente chuvoso). A Figura 09 ilustra a evolução temporal da descarga em termos de médias mensais e anuais, com seus respectivos histogramas de frequência.

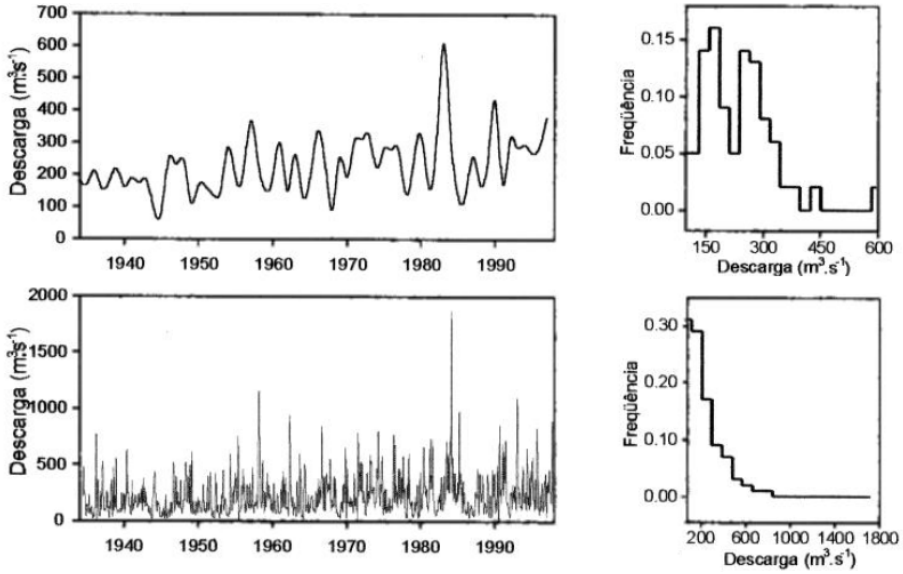


Figura 09 – Descarga média anual e mensal a partir de dados diários (1934-1998), e respectivos histogramas de frequência.
Fonte: Schettini, C.A.F. (2002)

Cabe ainda ressaltar que a variação da descarga média mensal é demasiadamente sintética, dado que o regime hidrológico, principalmente quando associado a grandes rios, é consideravelmente variável ao longo do tempo, inclusive em termos sazonais e anuais

2. BASES MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1. Materiais utilizados

Os dados pluviométricos e fluviométricos foram coletados através de bancos de dados fornecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA), disponibilizados em arquivos digitais pelo portal HidroWeb na *internet* e previsto no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. A série histórica utilizada foi escolhida a partir da disponibilidade de dados desta rede.

O compilamento, análise, seleção e tratamento dos dados pluviométricos e fluviométricos (referentes às variáveis de chuva e vazão hídrica) e ainda a confecção de gráficos e tabelas para a síntese e interpretação dos resultados deste estudo foram realizados através do *software Microsoft Excel*.

Na espacialização dos dados, a fim de verificar a sua distribuição geográfica na área, além da interpolação dos mapas de chuva, na forma de isoietas, utilizou-se o *software Surfer 8*. O mesmo foi muito útil para a elaboração de materiais cartográficos necessários ao projeto.

No tratamento final das imagens visando a publicação da pesquisa, utilizou-se o software *Corel Photo-Paint X4*.

2.2. Obtenção e espacialização dos dados

Para fins de uma delimitação da bacia, a qual foi realizada a obtenção dos dados, a área de estudo é compreendida, grosso modo, entre os paralelos de 26º a 28º latitude Sul e de 48º a 50º 30’ longitude Oeste, abrangendo toda a área da bacia hidrográfica do Itajaí e seu entorno.

A obtenção dos dados em séries históricas confiáveis foi através do portal HidroWeb administrado pela Agência Nacional de Águas (ANA), órgão federal responsável por organizar e administrar informações hidrológicas. O portal possui um elenco de postos de medição e respectivos dados coletados através de diversas entidades estaduais e federais. A partir deste portal foi obtido um Inventário pluviométrico e fluviométrico de dados atualizados contendo, dentre outras informações, o nome e a localização geográfica de cada posto.

Através da localização geográfica específica (dada em latitude e longitude), foram selecionadas dentre os dados presentes no Inventário tanto pluviométrico quanto fluviométrico todas as estações localizadas dentro da área de estudo, conforme procedimento descrito anteriormente. Nesta seleção, observou-se um total de 204 postos pluviométricos e 157 postos fluviométricos disponibilizados na área.

Para fins de verificar a densidade de postos pluviométricos e fluviométricos na área através da linguagem cartográfica, buscando facilitar a visualização e localização geográfica, além de evidenciar a cobertura e distribuição espacial dos postos, foram confeccionados dois mapas, relativos à Figura 10 evidenciando os 204 postos pluviométricos e a Figura 11 os 157 postos fluviométricos.

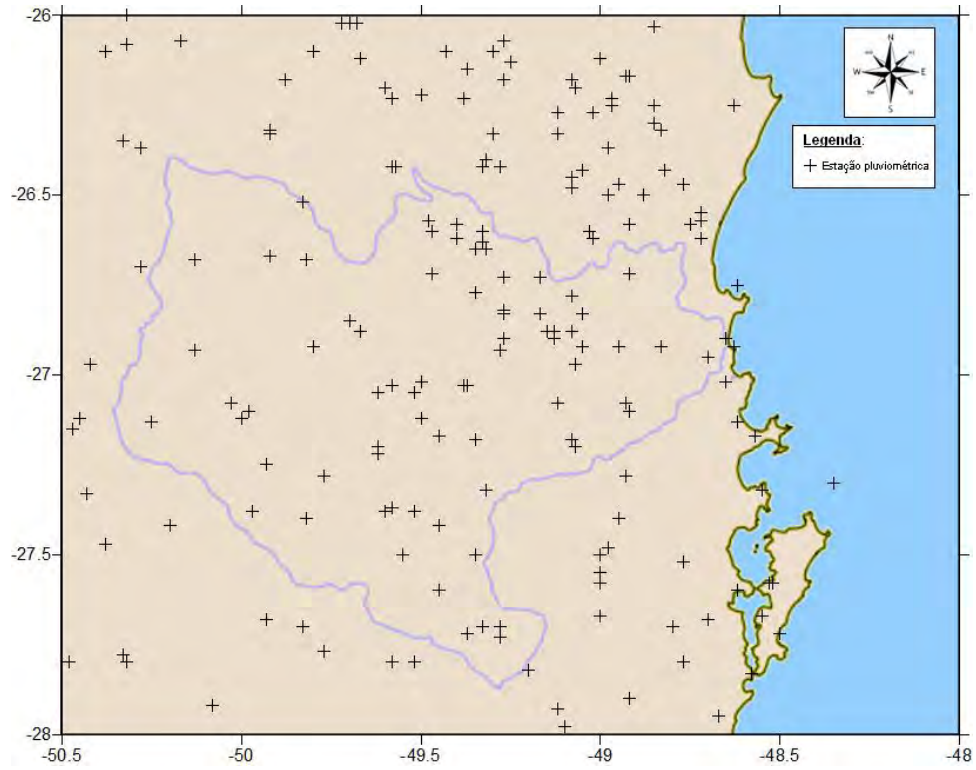


Figura 10 – Distribuição dos 204 postos pluviométricos disponibilizados na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (SC) e seu entorno.

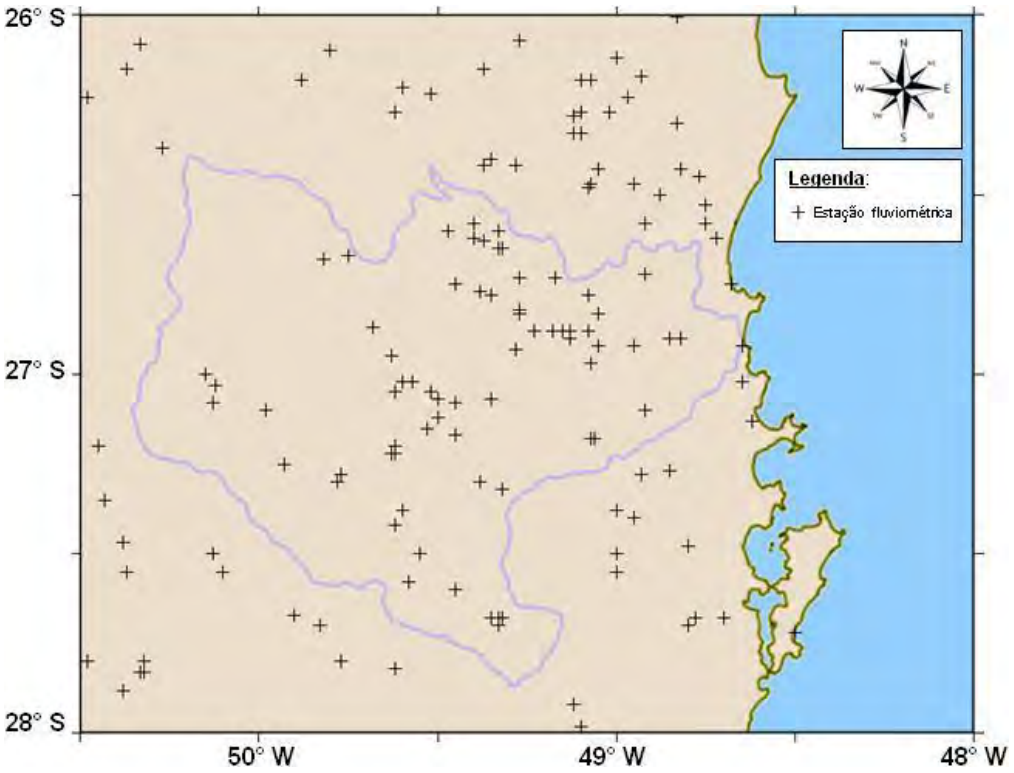


Figura 11 – Distribuição dos 157 postos fluviométricos disponibilizados na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (SC) e seu entorno.

Cabe ressaltar, a princípio, que inicialmente observa-se através da visualização cartográfica e de forma geral uma cobertura meteorológica

relativamente boa na área, cabendo observar posteriormente os dados coletados, respectiva qualidade e o acesso aos mesmos, buscando uma boa série histórica de dados para a análise.

Dos postos selecionados, foram baixados via *download* manualmente todos os dados existentes no portal HidroWeb, em arquivo digital possível de leitura através do *software Microsoft Access* ou através do *software* livre *Hidro 1.2.1.*, disponível no próprio portal. Posteriormente, foram exportados para o formato *Microsoft Excel* possibilitando melhor visualização, análise e tratamento das informações. Cabe ressaltar a existência concomitante dos dados em arquivo texto (*.txt*), possível de leitura, dentre outros, através do *software* livre Microsoft *Bloco de Notas*.

Deste procedimento, observou-se que um total de 47 postos pluviométricos e 78 postos fluviométricos não tinham dados disponíveis no portal, sendo em sua maioria postos de curto período de existência e/ou postos recentes. Como resultado, foram obtidos então 157 postos pluviométricos (Figura 12) e 79 postos fluviométricos (Figura 13) para uma análise criteriosa posterior dos respectivos dados já baixados.

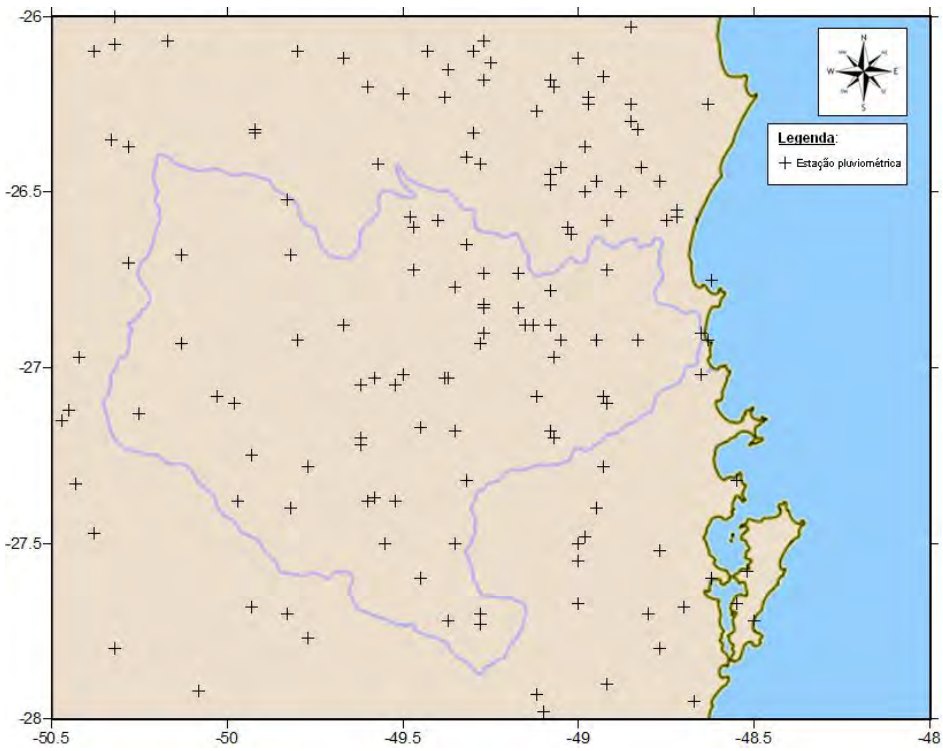


Figura 12 – Distribuição dos 157 postos pluviométricos disponibilizados na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (SC) e seu entorno.

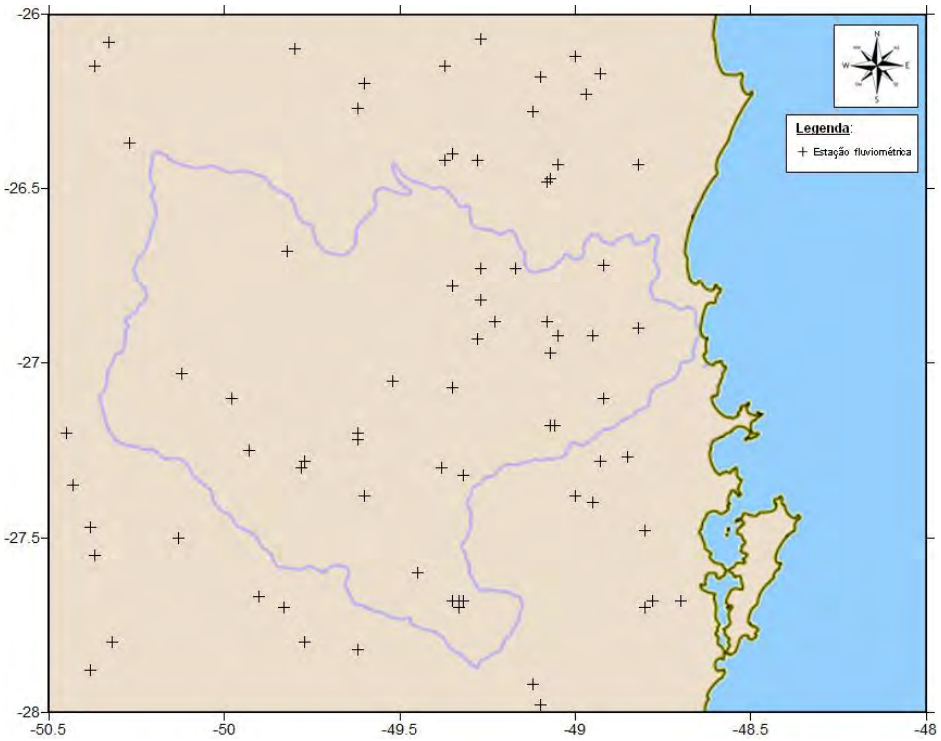


Figura 13 – Distribuição dos 79 postos fluviométricos disponibilizados na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (SC) e seu entorno.

2.3. Análise da série temporal dos dados

A análise dos dados coletados foi feita com base em procedimentos já descritos anteriormente por diversos autores no âmbito da "Climatologia Geográfica". Deles, destacam os estudos feitos por Zavattini (1990), Boin (2000) e Zandonadi (2009), a qual de forma geral baseia-se na técnica da construção de planilhas contendo séries históricas e preenchendo as lacunas nelas existentes. São planilhas criadas excepcionalmente para analisar separadamente cada um dos postos selecionados na área de estudo, verificando as falhas (e/ou ausência de dados) existentes em nível diário, mensal e anual. Concomitante, a partir da localização geográfica de cada posto, observar nos setores da bacia hidrográfica os dados meteorológicos existentes, a quantidade de postos e os períodos históricos disponíveis.

Assim, de forma geral foram feitas planilhas para cada um dos postos selecionados, possibilitando uma visualização mais rápida e precisa de toda a série de dados disponíveis, evidenciando os períodos a quais possuem dados no posto (e

muitas vezes o período de funcionamento do mesmo) e a ocorrência de falhas e/ou ausência de dados ao longo dos períodos.

Foi adotado um padrão geral aplicado a cada posto na escala mensal, sendo que meses com ausência de falhas, ou até 10 falhas diárias nos totais mensais, foram considerados “bons” para análise (com posterior observação e correção das falhas existentes) e preenchidos com as cores “verde” e “amarelo” respectivamente. Meses em que havia mais de 10 falhas, ou ausência total de dados, eram descartados e preenchidos com a cor “vermelha”, pois foram considerados “ruins” para se utilizar no estudo detalhado posterior.

O padrão cromático adotado foi pensado para facilitar a visualização dos dados na planilha, ao observar a qualidade dos dados de um posto. As falhas existentes (evidenciadas na cor “amarela” na planilha) passaram por uma “correção” nos dados, processo que será descrito posteriormente. Como exemplo, a Figura 14 mostra um recorte contendo um trecho da planilha, evidenciando na parte superior os dados gerais do posto e sua localização geográfica, e na parte inferior os anos sem a ocorrência de falhas (coluna um), e nas colunas posteriores a análise mensal a partir da observação dos dados diários, conforme procedimento já descrito. Tanto os postos pluviométricos quando fluviométricos passaram por este processo.

CÓD. 02749000 - APIUNA - RÉGUA NOVA		Período de Funcionamento: 1941 - Atual											
Latitude: -27° 02' 17"		Longitude: -49° 23' 42"			Altitude: 93 m								
Anos - Ok	Ano com Falha	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1941-2006	2007	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	OK	OK
2008													
CÓD. 02749001 - IBIRAMA		Período de Funcionamento: 1934 - Atual											
Latitude: -27° 03' 14"		Longitude: -49° 31' 00"			Altitude: 151 m								
Anos - Ok	Ano com Falha	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1934-1986	1987	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	X	OK	OK
1988-1996	1997	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	X
	1998	X	X	X	X	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
1999-2000	2001	OK	OK	OK	OK	OK	3	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2002-2006	2007	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	OK	OK
2008													
CÓD. 02749002 - ITUPORANGA		Período de Funcionamento: 1941 - Atual											
Latitude: -27° 23' 55"		Longitude: -49° 36' 21"			Altitude: 370 m								
Anos - Ok	Ano com Falha	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1941-1997	1998	OK	OK	OK	OK	OK	X	OK	OK	OK	OK	OK	OK
1999-2004	2005	OK	OK	OK	1	OK	OK	OK	OK	OK	1	OK	OK
2006	2007	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	OK	OK
2008													

Figura 14 – Exemplo evidenciando trecho da planilha de análise dos dados pluviométricos disponíveis

Em escala anual, dando sequência à análise, foram geradas duas planilhas abrangentes que integraram todos os dados analisados anteriormente, sendo uma

pluviométrica (chuva) e outra fluviométrica (vazão hídrica), procedimento que visou aperfeiçoar a técnica de análise, buscando uma visão de síntese têmporo-espacial a qual muito contribuiu na melhoria da visualização dos dados em nível anual e na identificação da série histórica a ser utilizada nas próximas etapas deste estudo.

As planilhas consistiram em linhas contendo todo o elenco de postos utilizados e colunas contendo a série histórica sequencial de 1910 a 2009, período máximo a qual foi possível a princípio coletar dados. Cada linha, ao representar um posto meteorológico específico, possuía uma célula para cada coluna, a qual representava um ano da sequência.

Em cada célula específica, era computado o número 1 caso fosse considerado um ano “bom” para análise e preenchido com a cor “azul”. Em anos “bons” para a análise, porém com a ocorrência de até 10 falhas em ao menos algum mês, também era computado o número 1, porém preenchido com a cor “amarela”. Caso o ano tenha sido descartado e considerado “ruim” na análise mensal, ao apresentar ao menos um mês com ausência de dados ou um número superior a 10 falhas, era computado o número 0 e preenchido de “preto”.

Ao reunir todos os dados em escala anual, e adotar o padrão binário em conjunto com o cromático, a planilha possibilitou uma visualização muito abrangente da sequência dos dados. Os números foram adotados visando realizar a soma de cada linha e coluna ao final, evidenciando assim (ao somar o valor 1 para cada ano com dados “bons” para análise) para cada ano presente em uma coluna, o total de postos que poderão ser utilizados. Também possibilitou visualizar para cada posto o número total de anos em que possui dados existentes.

2.4. Escolha dos postos e período de estudo

Ressalta-se a escolha de uma série histórica possível de boa análise levando-se em conta não somente a melhor qualidade dos dados, mas também o fato de que o período selecionado seja equivalente ao mínimo recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), isto é, 30 anos de dados ininterruptos.

Tentou-se adotar para esta pesquisa um dos períodos temporais padrão recomendados pela OMM, denominados “normais climatológicas”. No Brasil, por ser um país com medições climatológicas sistemáticas recentes, onde começou efetivamente em 1910 por parte do Instituto Nacional de Meteorologia (INMet),

possui apenas duas “normais” possíveis de análise: os períodos compreendidos entre 1931 a 1960 e 1961 a 1990.

Em um estudo anterior, Fontão e Zavattini (2010) analisaram ambos os períodos e constataram uma cobertura insuficiente de dados disponíveis para a realização de um estudo sistemático da área, a qual inviabiliza a utilização dos mesmos para uma pesquisa que integre dados pluviométricos e fluviométricos, resultando na necessidade de se selecionar uma nova série histórica de dados.

Assim, foram utilizadas de forma conjunta as duas planilhas geradas em escala anual para a seleção do período de estudo que possua o maior número possível de dados pluviométricos e fluviométricos em uma mesma série histórica ininterrupta de 30 anos ou mais, e que se possível contemple todos os compartimentos da bacia.

A soma numérica das linhas possibilitou visualizar de forma rápida os postos com 30 anos ou mais de dados. Estes foram transferidos para uma nova planilha, que passou a conter somente 68 estações pluviométricas e 32 fluviométricas, evidenciando uma redução significativa do total inicial observado na área. Ainda, alguns destes dados não eram sequenciais, o que necessitou a criação de uma planilha final, contendo apenas os postos com 30 anos ou mais seqüenciais, resultando em 43 pluviométricos e 23 fluviométricas. Parte desta planilha final pode ser visualizada no Apêndice A.

Por meio dela, foi possível observar que o período com maior homogeneidade nos dados (ambos) é o período entre 1953 a 1982, a qual foi escolhido para este presente estudo. Neste período foi possível obter 23 postos pluviométricos e 13 fluviométricos com dados contínuos, possíveis de boa análise. As Figuras 15 e 16 apresentam os elencos selecionados conforme as variáveis utilizadas, além do número do posto adotado para este estudo, informações principais e respectiva localização geográfica.

Posto Número	Código	Nome do Posto	Município	Latitude	Longitude	Altitude
P01	2649006	Rio Negro	Rio Negro - PR	-26° 06' 00"	-49° 48' 00"	770
P02	2649016	Rio Preto do Sul	Mafra - SC	-26° 12' 58"	-49° 36' 12"	780
P03	2648005	Joinville	Joinville - SC	-26° 18' 00"	-48° 51' 00"	7
P04	2649030	Usina Cedros	Rio dos Cedros - SC	-26° 39' 00"	-49° 19' 00"	341
P05	2649002	Pomerode	Pomerode - SC	-26° 44' 08"	-49° 10' 13"	46
P06	2649010	Itoupava Central	Blumenau - SC	-26° 47' 35"	-49° 05' 00"	65
P07	2649026	Timbó	Timbó - SC	-26° 50' 00"	-49° 16' 00"	70
P08	2649027	Indaial	Indaial - SC	-26° 50' 00"	-49° 10' 00"	64
P09	2649025	Usina Salto	Blumenau - SC	-26° 53' 00"	-49° 08' 00"	18
P10	2648001	Ilhota - Jusante	Ilhota - SC	-26° 55' 18"	-48° 50' 21"	10
P11	2749025	Apiuna	Indaial - SC	-27° 02' 00"	-49° 23' 00"	82
P12	2749005	Nova Bremen	Ibirama - SC	-27° 02' 03"	-49° 35' 23"	252
P13	2749000	Apiuna - Régua Nova	Apiuna - SC	-27° 02' 17"	-49° 23' 42"	93
P14	2749001	Ibirama	Ibirama - SC	-27° 03' 14"	-49° 31' 00"	151
P15	2749003	Taió	Taió - SC	-27° 06' 47"	-49° 59' 40"	360
P16	2749006	Pouso Redondo	Pouso Redondo - SC	-27° 15' 26"	-49° 56' 27"	353
P17	2749013	Trombudo Central	Trombudo Central - SC	-27° 17' 25"	-49° 46' 08"	350
P18	2749002	Ituporanga	Ituporanga - SC	-27° 23' 55"	-49° 36' 21"	370
P19	2748001	Major Gercino	Major Gercino - SC	-27° 24' 51"	-48° 57' 10"	40
P20	2748003	Garcia de Angelina	Angelina - SC	-27° 29' 21"	-48° 59' 17"	215
P21	2748005	Poço Fundo	Santo Amaro da Imperatriz - SC	-27° 42' 10"	-48° 48' 07"	55
P22	2749007	Lomba Alta	Alfredo Wagner - SC	-27° 43' 50"	-49° 22' 58"	550
P23	2749012	Divisa de Anitápolis	Anitápolis - SC	-27° 59' 47"	-49° 06' 53"	340

Figura 15 – Elenco selecionado de postos Pluviométricos.

Posto Número	Código	Nome do Posto	Rio	Latitude	Longitude	Área (km²)
F01	65095000	Rio Preto do Sul	Rio Negro	-26° 12' 58"	-49° 36' 12"	2495
F02	82320000	Corupá	Rio Novo	-26° 25' 26"	-49° 17' 33"	195
F03	82350000	Jaraguá do Sul	Rio Itapocu	-26° 28' 47"	-49° 04' 50"	796
F04	82370000	Rio Jaraguá	Rio Jaraguá	-26° 29' 40"	-49° 05' 15"	302
F05	83660000	Benedito Novo	Rio Benedito	-26° 47' 15"	-49° 21' 51"	692
F06	83690000	Indaial	Rio Itajaí-Açu	-26° 53' 28"	-49° 14' 06"	11151
F07	83500002	Apiuna	Rio Itajaí-Açu	-27° 02' 14"	-49° 23' 15"	9242
F08	83440000	Ibirama	Rio Itajaí do Norte	-27° 03' 14"	-49° 31' 00"	3314
F09	83050000	Taió	Rio Itajaí do Oeste	-27° 06' 47"	-49° 59' 40"	1575
F10	83250000	Ituporanga	Rio Itajaí do Sul	-27° 23' 55"	-49° 36' 21"	1669
F11	84071000	Major Gercino	Rio Tijucas	-27° 24' 51"	-48° 57' 10"	1042
F12	71300000	Rio Bonito	Rio Canoas	-27° 42' 00"	-49° 50' 00"	1984
F13	84520000	Divisa de Anitápolis	Rio Braço do Norte	-27° 59' 47"	-49° 06' 53"	380

Figura 16 – Elenco selecionado de postos Fluviométricos.

As informações a respeito do elenco de postos, tanto pluviométricos quanto fluviométricos, foram sintetizadas a partir de sua localização geográfica e foi gerado o mapa representado pela Figura 17. Este mapa permitiu observar na área de estudo a distribuição dos postos à qual foram obtidos os dados utilizados na pesquisa, tanto dentro quanto fora da área da bacia hidrográfica do Itajaí.

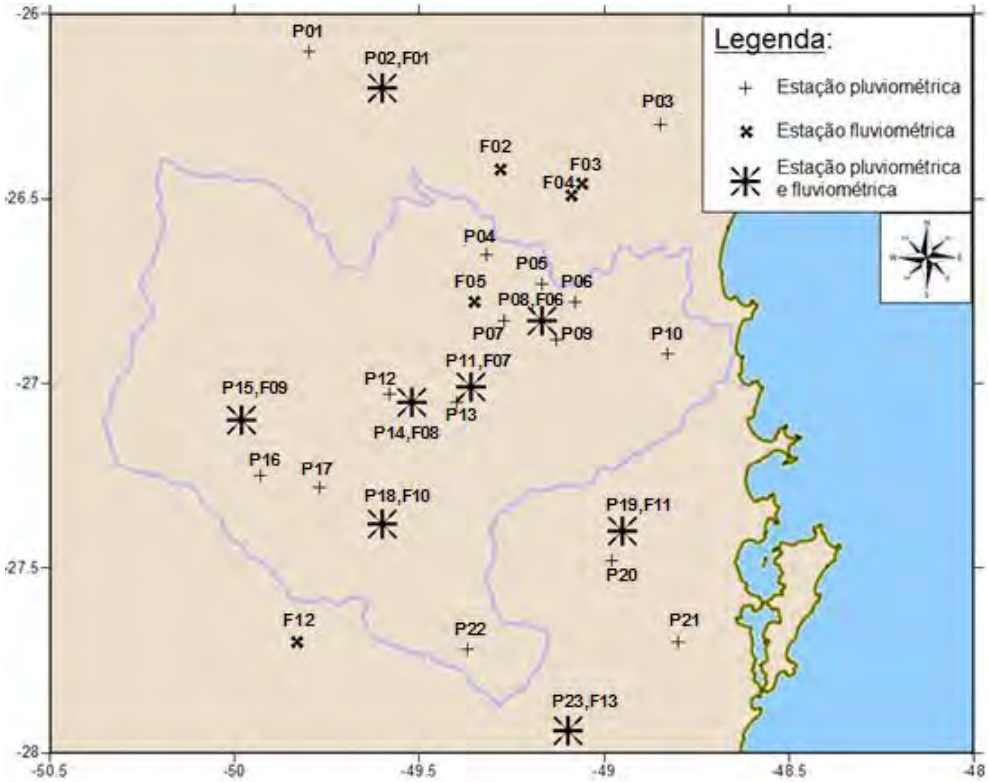


Figura 17 – Distribuição dos 23 postos pluviométricos e 13 posto fluviométricos disponibilizados na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (SC) e seu entorno.

A partir da observação, se constata uma distribuição irregular de estações ao longo da área de estudo. Na bacia hidrográfica, evidencia-se uma carência de ambos os dados no setor noroeste. Próximo à jusante da bacia hidrográfica, também foi possível evidenciar a baixa cobertura de dados fluviométricos.

Cabe ressaltar a dificuldade da escolha do período de estudo que integre ambos os dados, e a consequente baixa cobertura de dados em praticamente toda a série histórica. Salienta-se em destaque a ausência de um posto fluviométrico muito próximo à jusante da bacia, que possivelmente prejudicou as análises posteriores.

2.5. Preenchimento de dados com falhas

Dando continuidade à metodologia proposta, dentro do período de estudo selecionado para a análise e os respectivos postos utilizados, alguns apresentavam algumas falhas ao longo da série histórica dos 30 anos, concentradas em alguns meses ou anos. Dentre eles, um total de cinco postos pluviométricos (P04 – Usina Cedros, P07 - Timbó, P08 – Indaial, P09 - Usina Salto, P11 – Apiuna) e dois postos fluviométricos (F02 - Corupá, F05 - Benedito Novo).

Os dados pluviométricos a qual apresentavam falhas passaram por um tratamento em nível diário, a qual foi assinalado todos os dias, respectivos meses e anos em que foi constatado a falta do dado original. Para cada um dos cinco postos, foram selecionados os três postos mais próximos (em distância dada em latitude e longitude) e considerando também uma similaridade do relevo (dado em altitude). A existência dos dados faltantes também foi essencial para a utilização do posto vizinho.

A partir da seleção de três postos próximos a qual possuem dados de chuva que estão faltando no posto utilizado no estudo, foram coletados em nível diário os dados de ambos os três para cada um dos dias a qual existiam falhas no posto utilizado, sendo assim feita uma média aritmética a qual foi utilizada para preencher as falhas. Cabe lembrar que, mesmo com este padrão quantitativo utilizado, em alguns casos prevaleceu uma análise empírica de forma qualitativa para o preenchimento das falhas, levando-se em conta o bom senso e prevalecendo o valor do posto mais próximo. A intenção foi aproximar-se ao máximo do valor real, a qual foi perdido.

Os dados fluviométricos a qual apresentavam falhas passaram por um tratamento diferenciado em relação aos pluviométricos, visto que devido à diferença de drenagens, não é possível utilizar dados do posto mais próximo para a variável da vazão hídrica.

Para dados mensais e/ou anuais, permaneceu uma média aritmética do mês/ano ao calcular a vazão média do período, sem a necessidade de inclusão de novos valores nos dados perdidos. Em nível diário, a qual não foi utilizado de forma prática neste estudo, a tendência é prevalecer o valor qualitativo da drenagem, observando o padrão anterior e posterior da drenagem associado à pluviosidade da mesma data.

2.6. Análise da variabilidade das chuvas e vazão hídrica

Quanto ao tratamento estatístico dos dados, foram calculadas em escala anual de chuva as médias aritméticas, máximas e mínimas ocorridas, assim como a amplitude e o total de cada posto. No caso da vazão hídrica, em escala anual foi calculada a média geral, máxima, média da máxima, mínima e média da mínima ocorrida. Parte dos tratamentos realizados pode ser visualizado através dos

Apêndices B e C respectivamente, sendo o primeiro uma tabela com dados de chuva anuais, e o segundo com médias de vazão hídrica.

Cabe ressaltar que o tratamento estatístico encontrado em anexo foi aplicado somente na escala anual devido a escassez de tempo e ao grande volume de dados, as quais a escala mensal foi trabalhada especificamente nos “anos-padrão” selecionados.

Visando a seleção e escolha dos “anos-padrão” do período de estudo da bacia (1953 – 1982), foi calculado a frequência absoluta das chuvas anuais em cada um dos postos selecionados, através da técnica de Sturges (Gerardi e Silva, 1981), visando obter intervalos de classe que melhor representem os “anos-padrão” da série temporal analisada.

A técnica de Sturges consiste na seguinte fórmula: “$k = 1 + 3{,}3(\log_{10} n)$” (k = número de classes; n = número de observações), a qual sugere um número de intervalos de classes a partir do número de observações pluviométricas. Foram também realizados ajustes empíricos e os intervalos associados a uma escala cromática, indo do vermelho ao azul escuro (seco ao muito chuvoso).

Zandonadi (2009) em seu estudo utiliza tanto a técnica do desvio quartílico quanto a regra da fórmula de Sturges, onde ambas apresentaram resultados semelhantes. Por apresentar melhor subdivisão dos valores mínimos e máximos das chuvas anuais, e portanto, não dando exagerado destaque aos primeiros e últimos intervalos de classe, acabou optando pela de Sturges, fato que reforça a validade desta metodologia.

Visando compreender o comportamento das chuvas numa visão espacial, foram geradas cartas de isoietas anuais médias e individuais para cada um dos anos da série histórica, através do método *Kriging* de forma automática pelo *Software Surfer 8*. Da mesma forma, foram geradas nos “anos-padrão” selecionadas as isoietas sazonais e mensais.

3. ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Variabilidade e distribuição anual da chuva e vazão hídrica na bacia

A escolha do período histórico (1953 – 1982) possibilitou a utilização de 23 postos pluviométricos e 13 postos fluviométricos às quais passaram por um tratamento estatístico, em que foram calculadas as médias anuais de cada posto, para os 30 anos da série históricos. Para os postos pluviométricos foram calculados ainda a amplitude térmica, e as respectivas máximas e mínimas do período. Nos postos fluviométricos foram obtidos também as máximas e mínimas, além da média das máximas mensais/anuais e média das mínimas mensais/anuais.

Os resultados mostraram que a média histórica da chuva na bacia hidrográfica do rio Itajaí é de 1540,5 mm, podendo ser observadas na Figura 18. O Ano da série a qual registrou a maior média pluviométrica foi 1957, registrando um volume de 1952,8 mm, o mesmo ano a qual se observou no rio Itajaí-açu (principal drenagem da bacia) a maior médias anual de vazão (359,1 m³/s) e a máxima do período, sendo 5847,0 m³/s, através do posto F06 – Indaial, cuja vazão média no período estudado é de 226,7m³/s. Em contrapartida, o ano de 1968 registrou o menor volume de chuva, 1014,4 mm, e coincidiu com a menor média anual de vazão (considerando todos os postos estudados), 3,6 m³/s registrada no rio Novo, através do posto F02 – Corupá, cuja vazão média é de 6,5 m³/s.

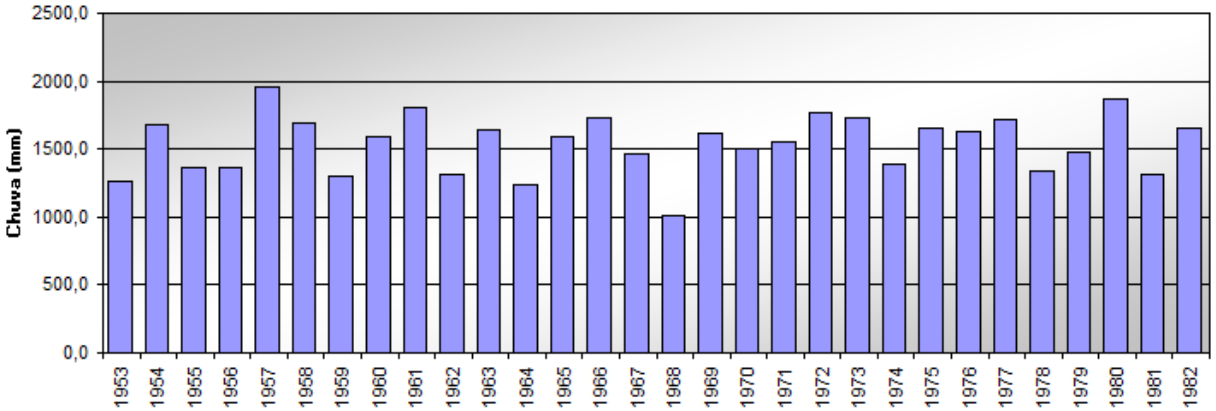


FIGURA 18 – Média anual histórica de chuva na área de estudo.

Ao comparar os resultados médios da chuva anual obtido através da série histórica, constatou-se uma significativa amplitude entre os anos, a qual os extremos (tanto secos quanto chuvosos) se distanciam da média geral obtida inicialmente

(1540,5 mm), valorizando a variabilidade das chuvas ao longo dos anos na bacia e a importância de estudos geográficos que levam em consideração estes extremos ao longo do tempo.

A variabilidade dos dados médios anuais existente nos postos também é evidenciada neste estudo, através da Figura 19, a qual destaca o valor para cada estação considerada neste estudo. Nela é possível constatar uma significativa variação entre a ocorrência do fenômeno levando em conta o fator espacial.

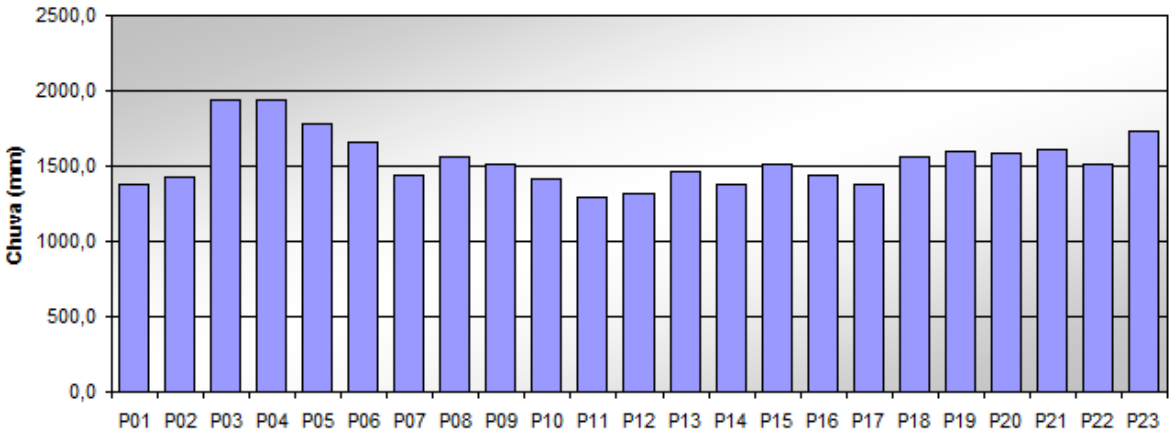


Figura 19 – Média anual de chuva por posto pluviométrico na área de estudo

Os valores médios anuais de chuva presentes acima foram interpolados visando a primeira análise do comportamento das chuvas ao longo da bacia, conforme pode ser observado na Figura 20. Através dos dados foi possível observar que as maiores médias concentram-se no nordeste, leste e sudeste da área de estudo, e próximos ao litoral, evidenciando regiões menos chuvosas no interior da bacia hidrográfica.

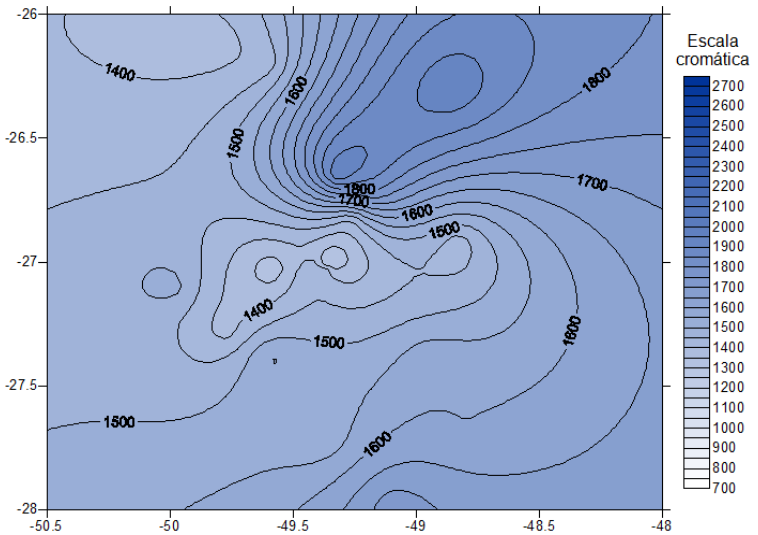
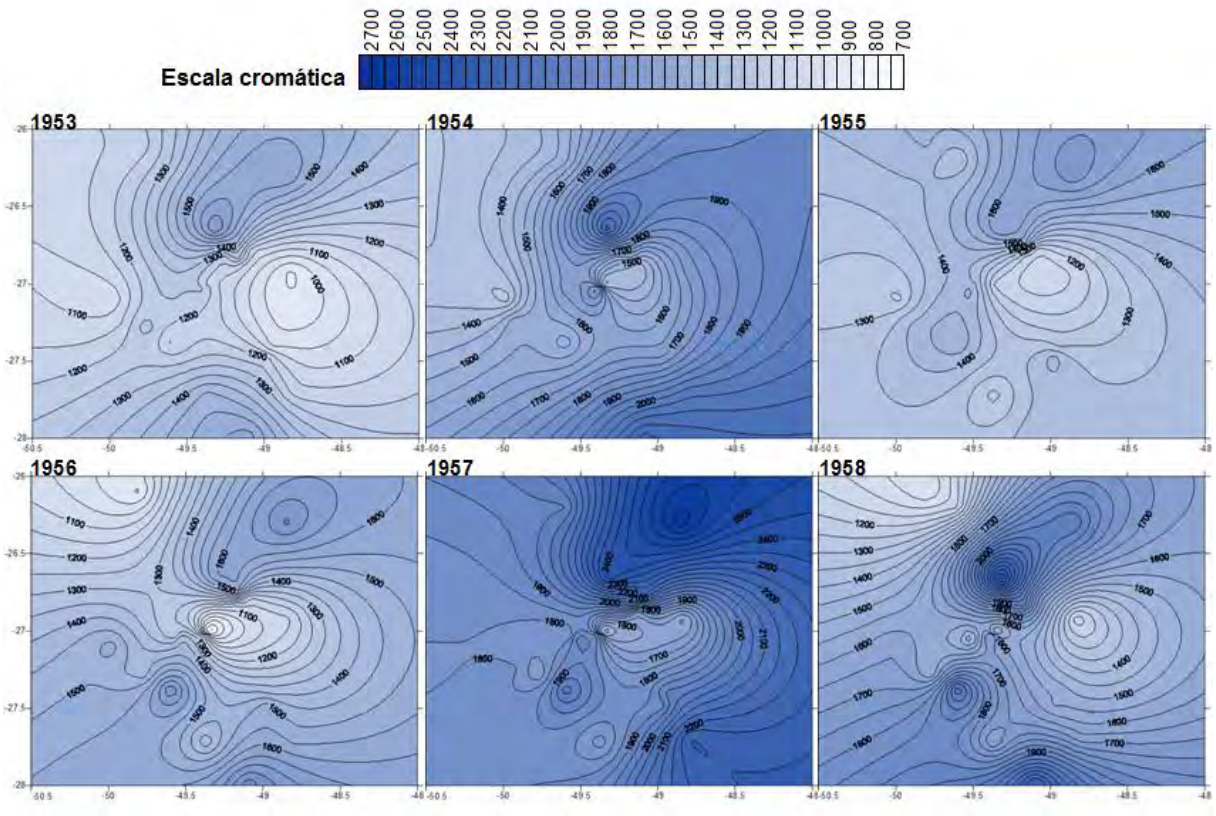


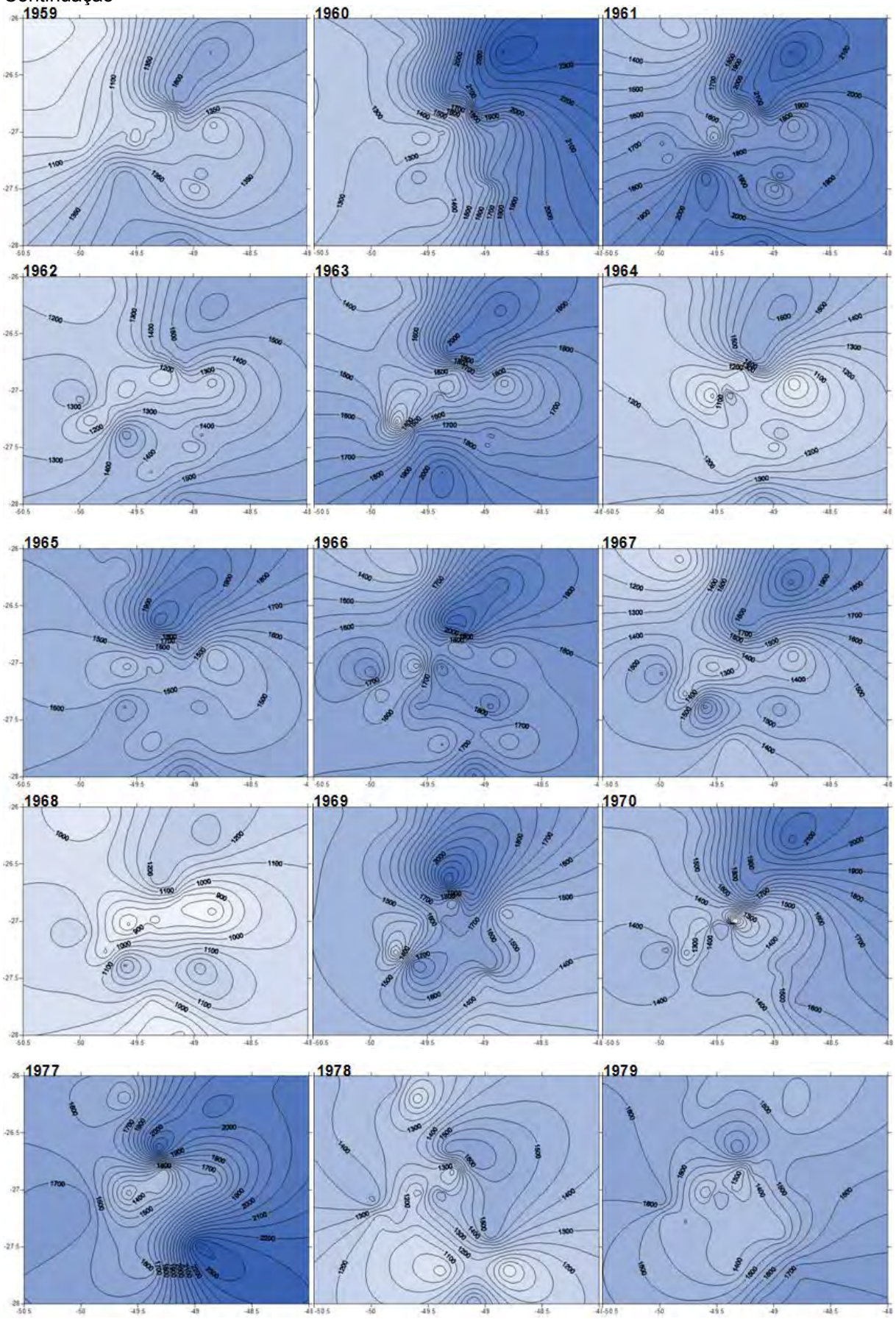
Figura 20 – Distribuição das chuvas anuais médias na área de estudo.

Ressalta-se que a figura trata-se de um valor médio, a qual se distancia da realidade, mas contribui para demonstrar o padrão médio anual das chuvas na bacia, que apresenta a região nordeste sendo mais chuvosa em relação às outras regiões, também evidenciando as regiões sudeste e leste, ambas as três em virtude de uma melhor distribuição temporal da pluviosidade na região e ainda, maior atuação das Frentes Polares Atlânticas ao longo do ano, principais responsáveis pela gênese das chuvas em grande parte da bacia, conforme já demonstrado anteriormente.

Após a análise da distribuição espacial dos valores médios anuais, buscando aproximar-se do valor total (anual), e ainda auxiliar na visualização e distribuição das chuvas anuais ao longo da bacia, foram gerados um total de 30 mapas pluviométricos que podem ser observados na Figura 21, aonde cada representação cartográfica corresponde a um ano da série histórica estudada, de forma consecutiva. Este procedimento garantiu, também, a identificação prévia dos anos mais chuvosos e secos ao longo da bacia, para a futura seleção dos “anos-padrão”.



Continuação



Continuação

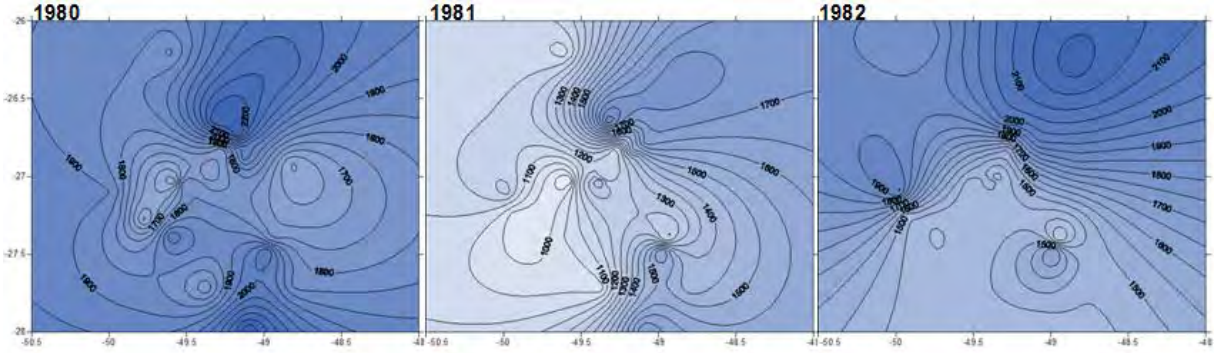


Figura 21 – Distribuição espacial dos totais anuais de chuva na área de estudo (1953-1982).

Inicialmente as isoietas mostraram que em relação à área de estudo, a região central e oeste concentram os menores totais anuais de chuva, reafirmando o que já havia sido observado anteriormente com os totais médios. Esta constatação evidencia a diferenciação pluvial existente dentro da própria área de estudo, a qual é provocada pela atuação de diferentes sistemas atmosféricos atuantes, e potencializada pelas particularidades geográficas regionais.

As isoietas também destacam visualmente o ano de 1957 como o mais chuvoso da série, com intensos volumes de chuva principalmente na porção nordeste da área de estudo. Outros anos também se destacam pelo grande volume de chuva, podendo-se citar 1980 e 1961, onde ambos também apresentam a região interior da bacia como menos chuvosa. Esta característica do interior da bacia sendo menos chuvosa também predomina nos anos mais secos, podendo-se citar os anos de 1968, 1964 e 1953 como exemplos.

Esta variabilidade anual das chuvas tende a interferir diretamente na dinâmica dos rios existentes na bacia hidrográfica, as quais variáveis como a vazão hídrica dependem diretamente do fenômeno pluviométrico, que irá alimentar o volume de água das drenagens existentes na bacia. Assim, valoriza-se a contribuição dada até o momento para compreender a variabilidade fluviométrica.

Devido a cada rio estudado possuir dados específicos de vazão aplicáveis somente àquele trecho da drenagem, onde dados mais à jusante ou a montante podem apresentar variações significativas dentro de um mesmo curso d'água, e principalmente entre dois ou mais cursos, optou-se neste estudo por tratar cada um dos 13 postos de forma separada, porém sempre associados aos dados pluviométricos e análises previamente realizadas.

Os valores médios anuais podem ser observados ao longo da vazão dos rios individualmente, onde foi gerado um gráfico a qual apresenta o valor médio anual em conjunto com a máxima e a mínima registrada ao longo de todo o período de trinta anos, evidenciando assim a amplitude característica dos dados fluviométricos, podendo ser observado na Figura 22.

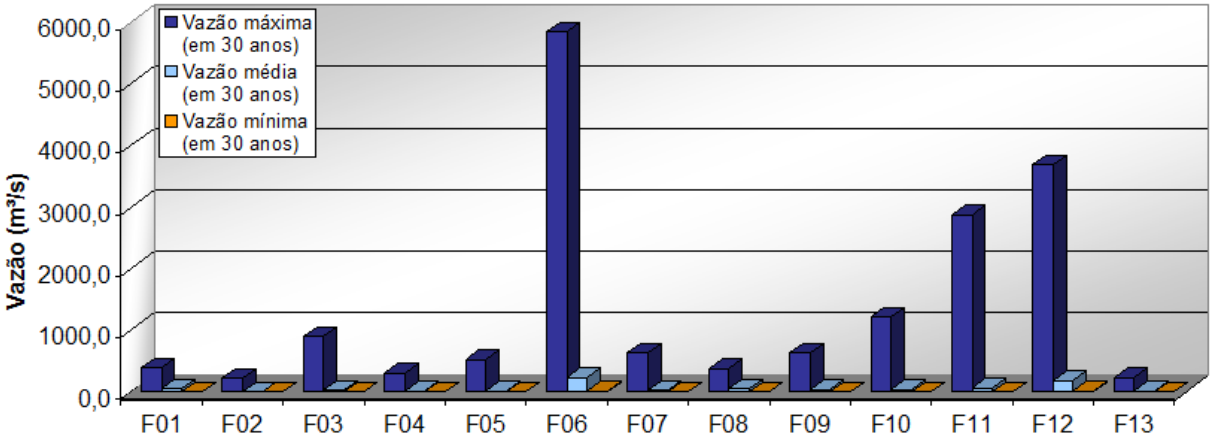
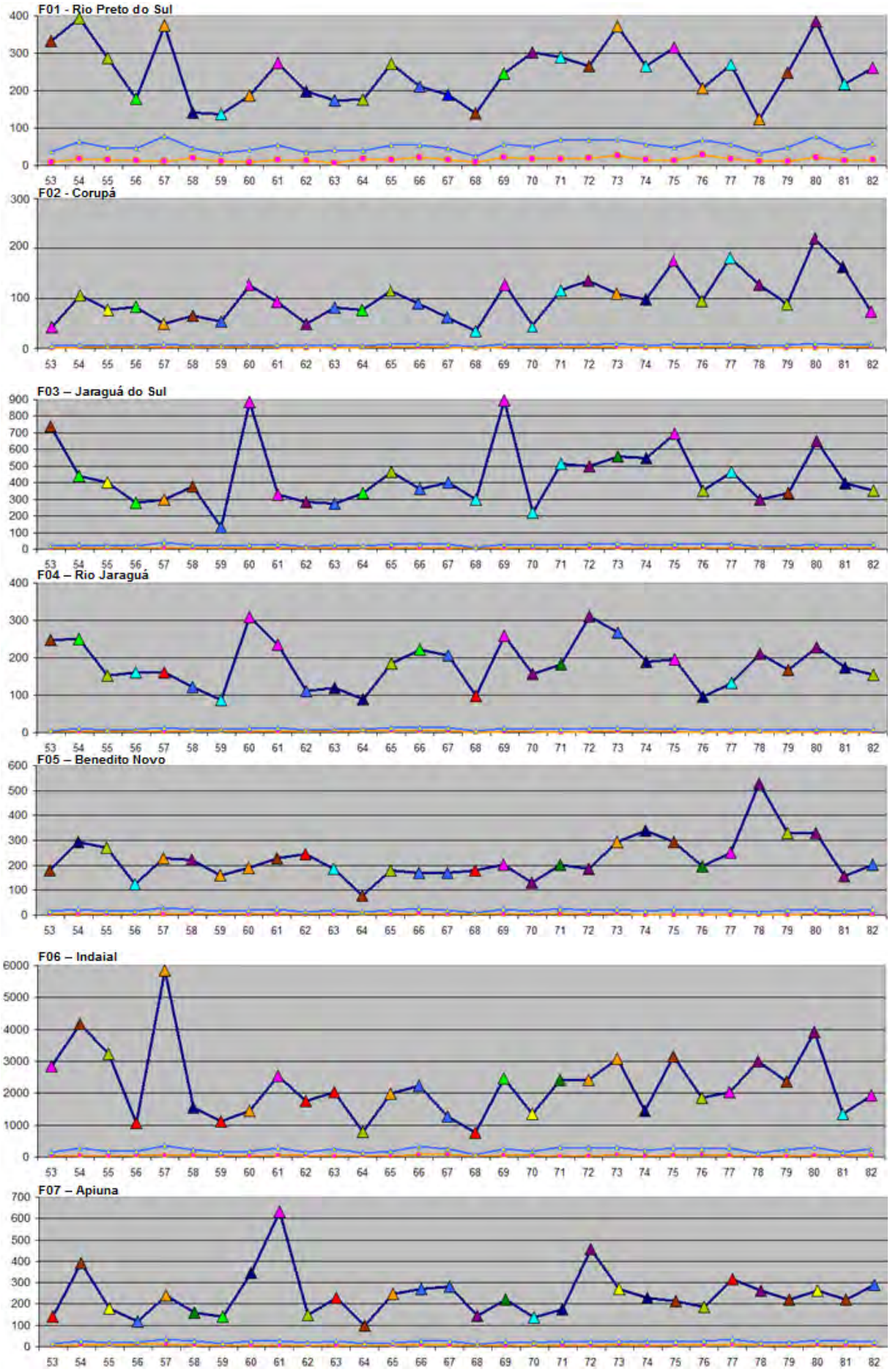


Figura 22 – Vazão média, máxima e mínima registrada para cada estação fluviométrica na série histórica (1953-1982).

A análise permite constatar uma elevada amplitude em todas as drenagens, ao comparar as máximas e mínimas registradas ao longo de todo o período. Também nota-se a significativa diferença entre os dados de máxima, registrada apenas uma vez ao longo da série, e a média anual da vazão, constatando que este aumento só pode estar associado a episódios de chuva intensa, que repercutem de forma significativa no aumento da vazão em um curto período de tempo, podendo ocorrer cheias.

A princípio, buscando uma análise que mostre esta variação em escala anual ao longo das 13 drenagens existentes na área de estudo (a qual apenas 6 localizam-se na bacia), para fins de comparação aos dados pluviométricos anuais registrados, foi gerado a Figura 23, que mostra através de gráficos os valores médios anuais, a mínima e a máxima registrada, evidenciando ainda o mês a qual ocorreu o episódio de vazão máxima no ano, buscando uma relação com as drenagens próximas.


F01 - Rio Preto do Sul
F02 - Corupá
F03 – Jaraguá do Sul
F04 – Rio Jaraguá
F05 – Benedito Novo
F06 – Indaial
F07 – Apiuna

Continuação

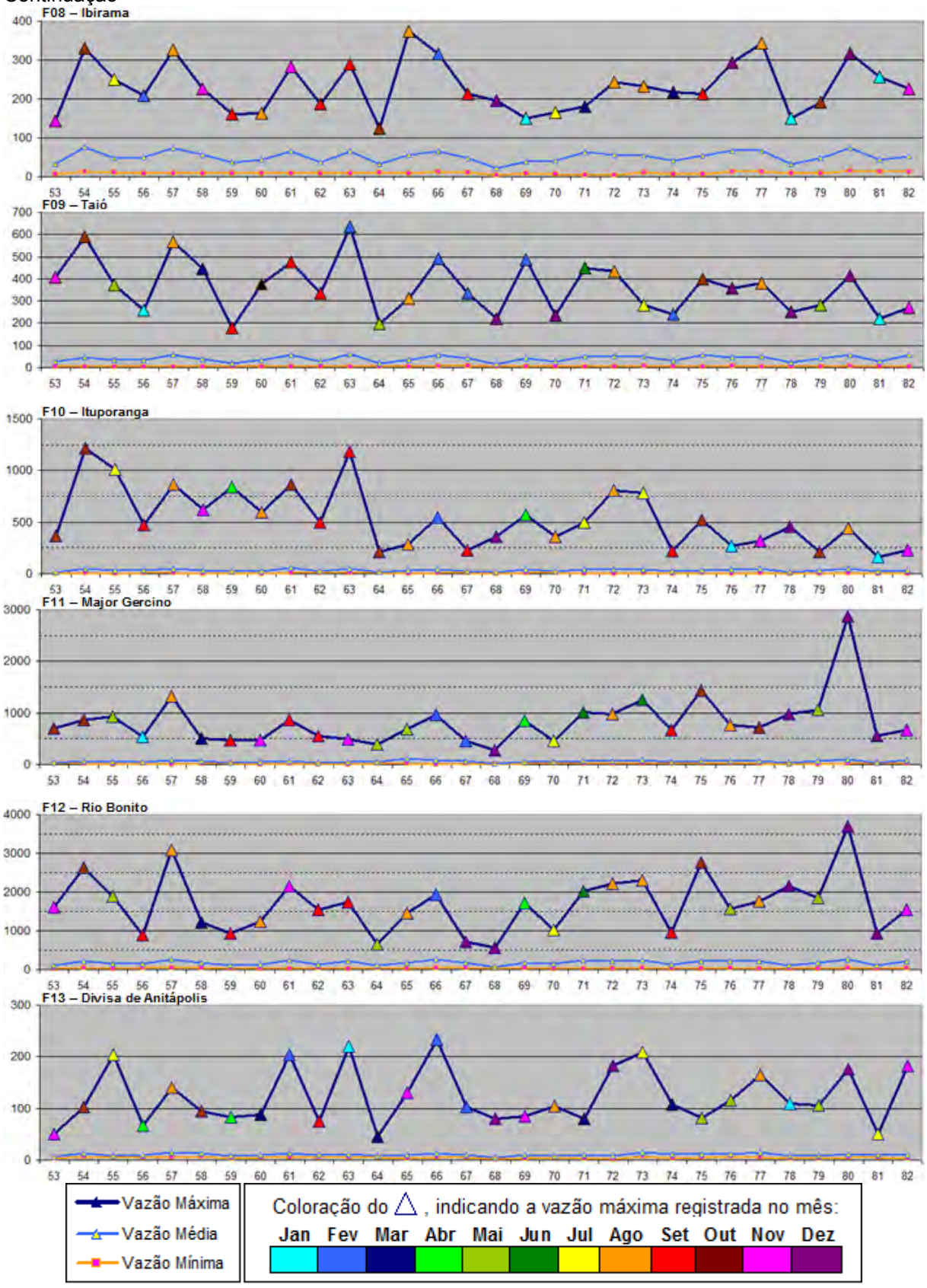


Figura 23 – Gráficos individuais para cada estação fluviométrica mostrando a Vazão máxima (com o mês indicado), média e mínima registrada ao longo de cada ano da série histórica (1953-1982).

A partir de uma análise mais detalhada, nota-se que o ano de 1957 apresentou os maiores volumes de chuva e um aumento significativo da vazão em todas as drenagens estudadas, a qual se destacou o rio Itajaí-açú representado pelo posto P06, que apresentou sua maior máxima no ano de 1957, no mês de Agosto, evidenciando uma possível cheia neste ano.

Em contrapartida no ano de 1968, a qual se destacou por ser o mais seco em relação aos outros do período estudado, verificou-se um menor volume de chuva a qual repercutiu em uma diminuição significativa da vazão máxima dos rios, fato que se observa em toda a bacia hidrográfica e entorno, além de uma queda na vazão média e em algumas estações o menos valor de vazão em toda a série histórica.

De forma geral, notou-se que os meses a qual registraram a vazão máxima anual repetiram-se em outras estações da área de estudo, evidenciando um mês com aumento significativo na vazão hídrica, a qual será possível através de uma análise mensal (e posterior diária) verificar a variabilidade pluviométrica, e suas possíveis relações com a vazão hídrica.

É importante ressaltar que a vazão máxima é um dado extremo a qual não representa o valor habitual da drenagem. Devido a esta característica, elevados valores de vazão máxima evidenciam anos que registraram possíveis cheias na drenagem analisada, em seu respectivo mês de ocorrência. Esta ferramenta de análise então apresentou grande importância para este estudo.

Para uma análise mais precisa das drenagens, e seu respectivo regime de vazão hídrica, será necessário um estudo detalhado em escalas de tempo mais reduzidas, sejam mensais ou principalmente diárias, a qual poderá apreender com maior precisão o regime de variabilidade hídrica local.

3.2. Processo de escolha dos “anos-padrão”

Após obter visão abrangente das chuvas e vazão dos rios da bacia, em escala anual, iniciou-se o processo de aplicação de técnicas que permitiram apreender o comportamento pluviométrico da área e possibilitar a escolha dos “anos-padrão”, que servirão de base para uma análise em escala mensal, e a consequente associação aos dados fluviométricos em escala idêntica.

Conforme processo descrito anteriormente, a técnica utilizada para representação dos anos considerados padrão para a bacia foi a aplicação da

fórmula de Sturges visando evidenciar os valores frequentes, e consequentemente habituais, a qual sugeriu um total de 10 classes através do número de observações.

Para facilitar a análise dos resultados e objetivando a escolha dos “anos-padrão”, considerando os 23 postos e os 30 anos da série histórica, calculou-se a ocorrência pluviométrica (frequência) dos intervalos de classe para cada ano, resultado que pode ser observado na Figura 24.

Intervalo de Classes			Ocorrência no Ano (Frequência)																												
Min.	Max.	Cor	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
741,4	935,3		0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	10	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
935,4	1129,2		3	0	0	2	0	1	3	0	0	3	1	4	0	0	1	6	0	0	0	0	0	2	0	1	0	5	0	0	5	0
1129,2	1323,1		14	1	10	7	0	2	8	7	1	10	1	11	0	1	8	6	2	3	1	1	1	5	1	2	1	5	3	0	6	1
1323,2	1517,0		3	5	10	5	1	2	7	4	2	6	6	3	10	2	4	1	7	10	10	1	2	9	7	2	5	8	13	1	5	10
1517,1	1710,3		3	10	2	5	3	9	4	4	5	4	5	3	8	9	6	0	5	6	9	11	10	3	6	8	8	5	4	5	4	2
1710,4	1904,2		0	3	1	3	6	3	0	5	6	0	6	0	2	5	3	0	6	2	2	5	5	2	6	7	3	0	3	8	2	4
1904,3	2098,1		0	2	0	0	8	3	0	1	5	0	3	0	2	4	1	0	2	0	1	3	2	1	2	3	2	0	0	5	0	5
2098,2	2292,0		0	2	0	0	2	1	0	1	4	0	1	0	1	2	0	0	1	1	0	1	2	0	0	0	2	0	0	4	0	1
2292,1	2485,9		0	0	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0
2486,0	2680,4		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 24 – Frequência absoluta das quadrículas/anos, conforme o intervalo de classes sugerido pela fórmula de Sturges (1953 - 1982).

A frequência absoluta mostrou para cada ano quais os valores anuais disponibilizados através de cada posto pluviométrico, agrupados nos respectivos intervalos de classes previamente definidos. Assim, foi possível verificar quais anos apresentaram o maior número de postos com dados mais tendentes a chuvosos ou secos.

Os anos compreendidos entre os intervalos 1129,2-1323,1, 1323,2-1517,0, 1517,1-1710,3, e 1719,4-1904,2, representados pela coloração verde (com variação cromática entre ambas), foram sugeridos empiricamente como habituais devido a sua maior freqüência, a qual a soma de ambas é de 566 ocorrências, um total aproximado de 82% dos dados analisados.

Intervalos compreendidos com cores mais “quentes” em relação ao habitual foram compreendidos como um ano seco (935,4-1129,2 e 1129,2-1323,1) e muito seco (741,4-935,3). Consequentemente, intervalos mais chuvosos em relação ao habitual, com cores consideradas mais “frias”, foram compreendidos como chuvoso (1904,3-2098,1 e 2098-2292,0), muito chuvoso (2292,1-2485,9) e extremamente chuvoso (2486,0-2680,4).

O Apêndice D mostra a tabela de dados anuais de chuva, para cada respectivo posto pluviométrico, após a aplicação da técnica, e que serviu de base

para o cálculo da frequência absoluta. Os valores associados a uma distribuição cromática possibilitaram uma visualização mais abrangente da tendência pluviométrica de cada ano e posto estudado.

Através da observação empírica desta tabela gerada, a qual proporcionou de maneira satisfatória uma boa visualização da variabilidade temporal e espacial da chuva ao longo da área de estudo, verificou-se um padrão mais chuvoso nas bordas da bacia, ao contrário da área central, que apresentaram menores volumes de chuva anual, predominando cores mais “quentes” e revelando-se uma região mais seca.

Apesar da variabilidade espacial da chuva, outra questão importante foi observada ao comparar os dados ao longo da série histórica, constatando uma alta variabilidade pluviométrica ao longo dos diferentes anos. Temporalmente, percebe-se que o ano de 1957 se destacou como o mais chuvoso da série histórica, a qual se observa nitidamente pelo predomínio da coloração azulada (e tons mais “frios”) na maioria dos postos, ao contrário do ano de 1968, que se destacou como o menos chuvoso da série histórica, com predomínio de totais anuais de chuva típicos de um ano de padrão seco ou tendente a seco na região.

A partir da análise do Apêndice D e da Figura 24, anteriormente citados, foi possível verificar quais anos apresentam o maior número de quadrículas nas classes selecionadas, sejam elas chuvosas, secas ou habituais. Entretanto, quando na análise dois anos distintos apresentaram o mesmo número de quadrículas em um determinada classe (habitual, por exemplo), considerou-se como desempate o número de quadrículas da classe seguinte, e assim sucessivamente. Esta metodologia permitiu classificar os anos da série, a fim de avaliar e escolher um que represente o padrão chuvoso, seco e habitual, para o detalhamento em análise posterior.

Foi adotado então para este estudo o ano de 1957 como um “ano-padrão” chuvoso, onde efetivamente apresentou a maior freqüência dentre toda a série histórica em intervalos de classes chuvosos, e ainda a maior média pluviométrica anual de toda a série, 1942,8 milímetros de chuva. O ano de 1968 foi adotado como um “ano-padrão” seco, a qual ainda obteve a menor média pluviométrica anual do estudo, sendo 1012,1 milímetros, acompanhado da maior incidência de dados anuais em intervalos de classes mais secos. Como “ano-padrão” habitual, foi escolhido empiricamente o ano de 1971, a qual apresentou maior incidência de totais anuais (para os postos pluviométricos) em intervalos de classe adotados como

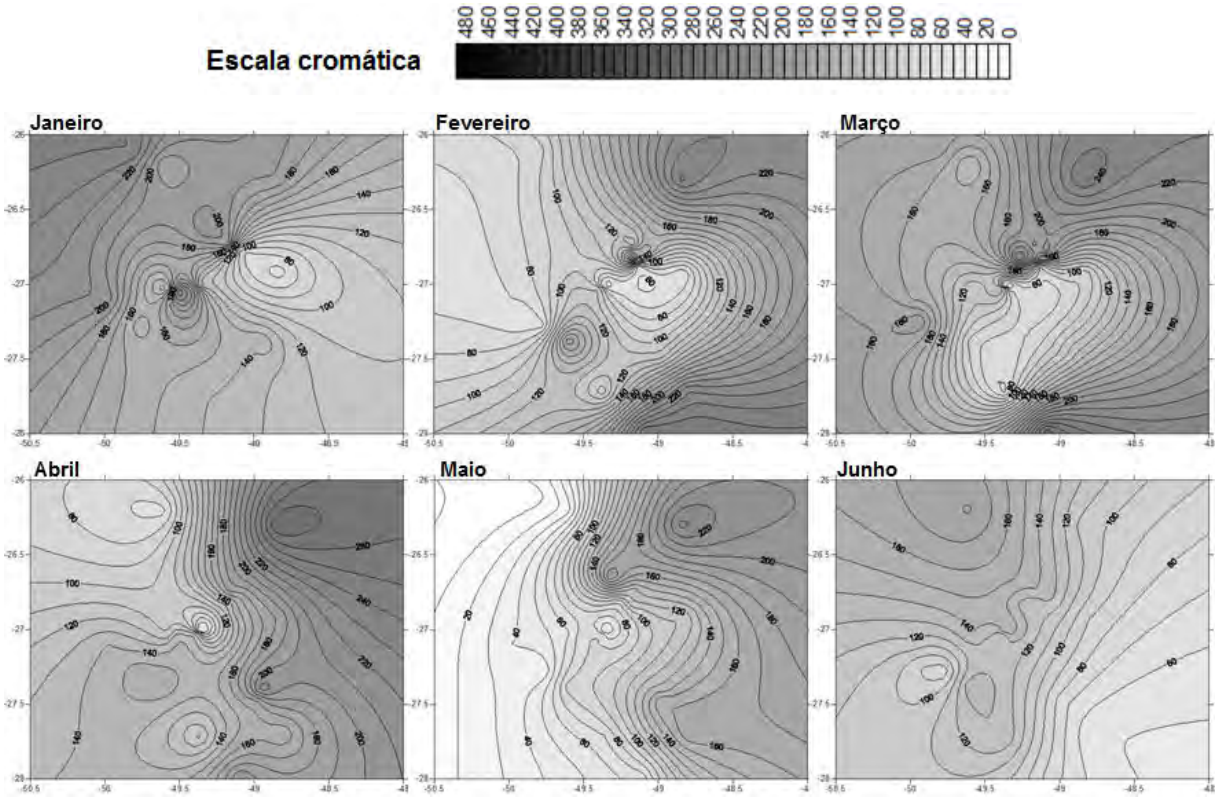
habituais, e uma média de 1559,8 milímetros de chuva. Ambos os três visivelmente se destacam na observação da tabela presente no Apêndice D.

Cabe ressaltar que a produção de cartogramas anuais associados às cores dos intervalos de classe para cada área abrangida pelos dados poderia facilitar ainda mais a visualização espacial ao sugerir a distribuição espacial das chuvas. Porém devido ao tempo destinado a esta pesquisa, por hora levou-se em conta somente as tabelas acima, também válidas para esta análise.

3.3. O “ano-padrão” chuvoso de 1957

Analisando os totais anuais de chuva deste ano verificou-se ao longo de toda a área de estudo dados com índices mais elevados, onde através do procedimento metodológico adotado permitiu escolher 1957 como um “ano-padrão” chuvoso em relação à série histórica analisada.

Buscando detalhar as chuvas em período mensal, através de uma distribuição espacial do fenômeno na área de estudo, foi gerada a Figura 25, a qual evidencia através de isoietas a precipitação para cada mês.



Continuação

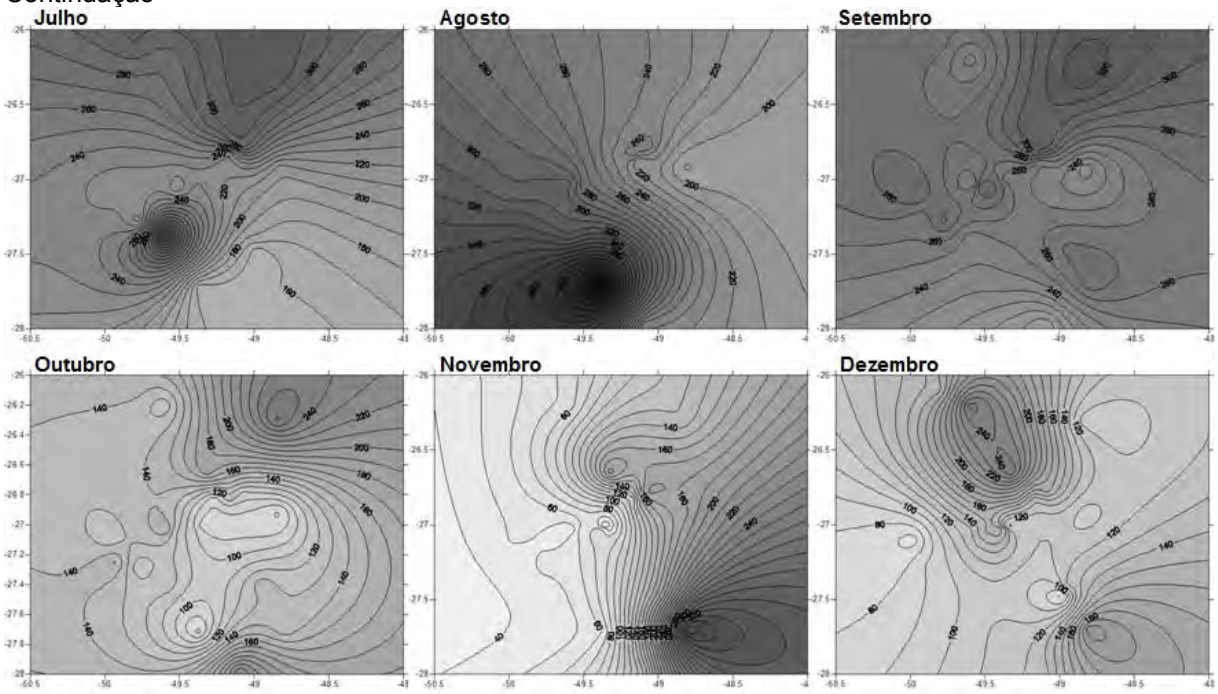


Figura 25 – Distribuição espacial dos totais mensais de chuva na área de estudo (1957).

Essa interpolação permitiu demonstrar que a o mês de agosto foi o mais chuvoso do ano, em especial a porção sul da área de estudo, com altos índices pluviométricos. Contrapondo-se a agosto, o mês de maio apresentou menor concentração e distribuição da chuva na área de estudo, em especial se observar o interior do continente.

Apesar da elevada pluviosidade constatada, de forma geral, a porção central da área de estudo, a qual está localizada a bacia hidrográfica do Itajaí, apresentou valores mais baixos de chuva em comparação a outras áreas. Dentre outros fatores, o relevo mais sinuoso próximo à área pode ter contribuído para essa variação.

Buscando relacionar os dados obtidos a partir das chuvas à dinâmica hídrica, em uma escala de análise mais específica, foram gerados gráficos da vazão hídrica em escala mensal de seis postos localizados no interior da bacia hidrográfica (Figura 26). Ressalta-se assim a valorização destes postos em relação à análise anterior, a qual contou com um total de 13 postos de medição, pois destes, sete estavam localizados em drenagens fora da área da bacia hidrográfica. Nesta analise específica do “ano-padrão” chuvoso de 1957, optou-se por valorizar o interior da bacia, assim como foi feito (e descrito posteriormente) para os “anos-padrão” seco e habitual. Espera-se assim evidenciar a ocorrência de cheias no interior da bacia.

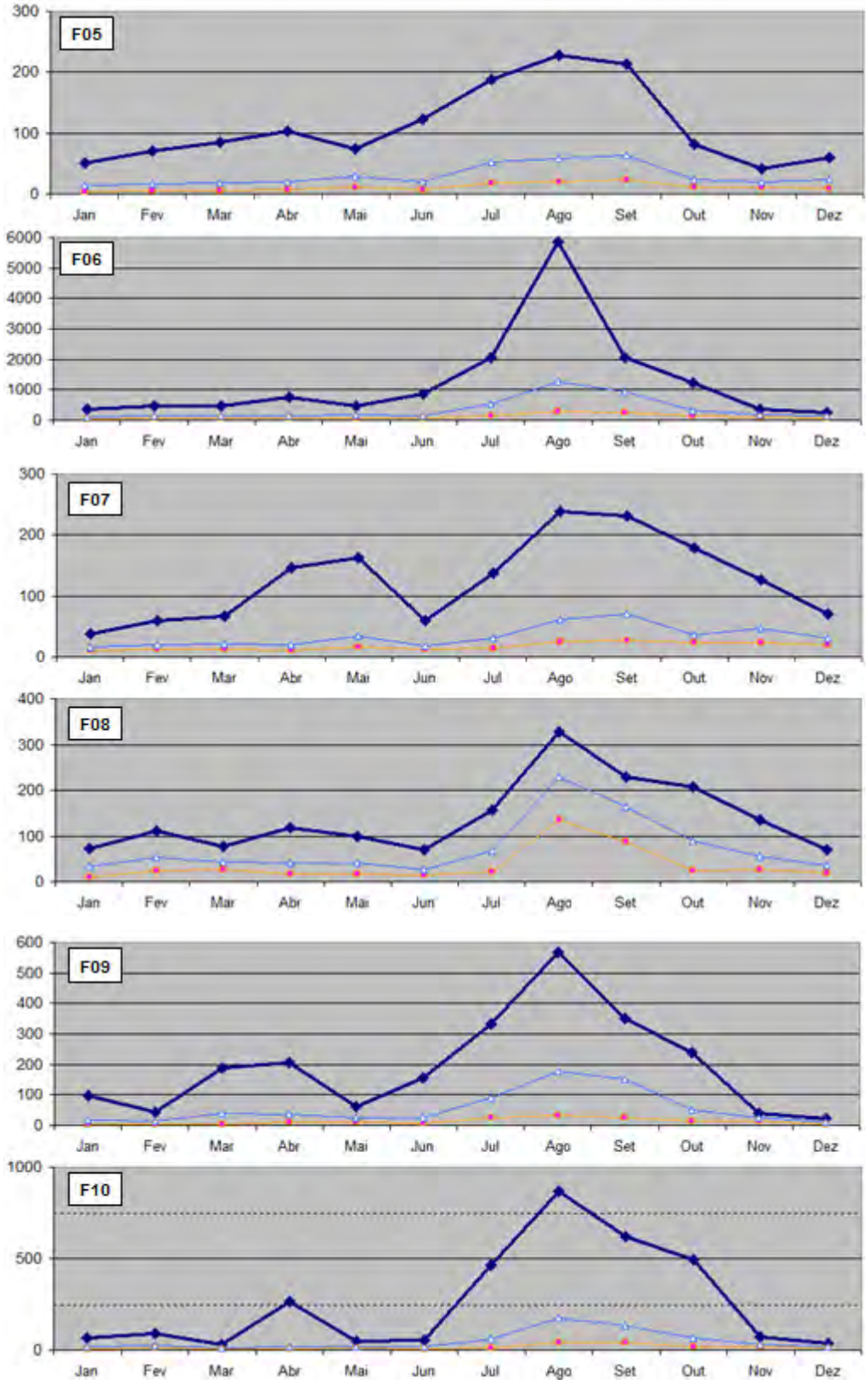


Figura 26 – Gráficos individuais para cada estação fluviométrica mostrando a Vazão máxima, média e mínima registrada ao longo de cada mês do ano-padrão 1957

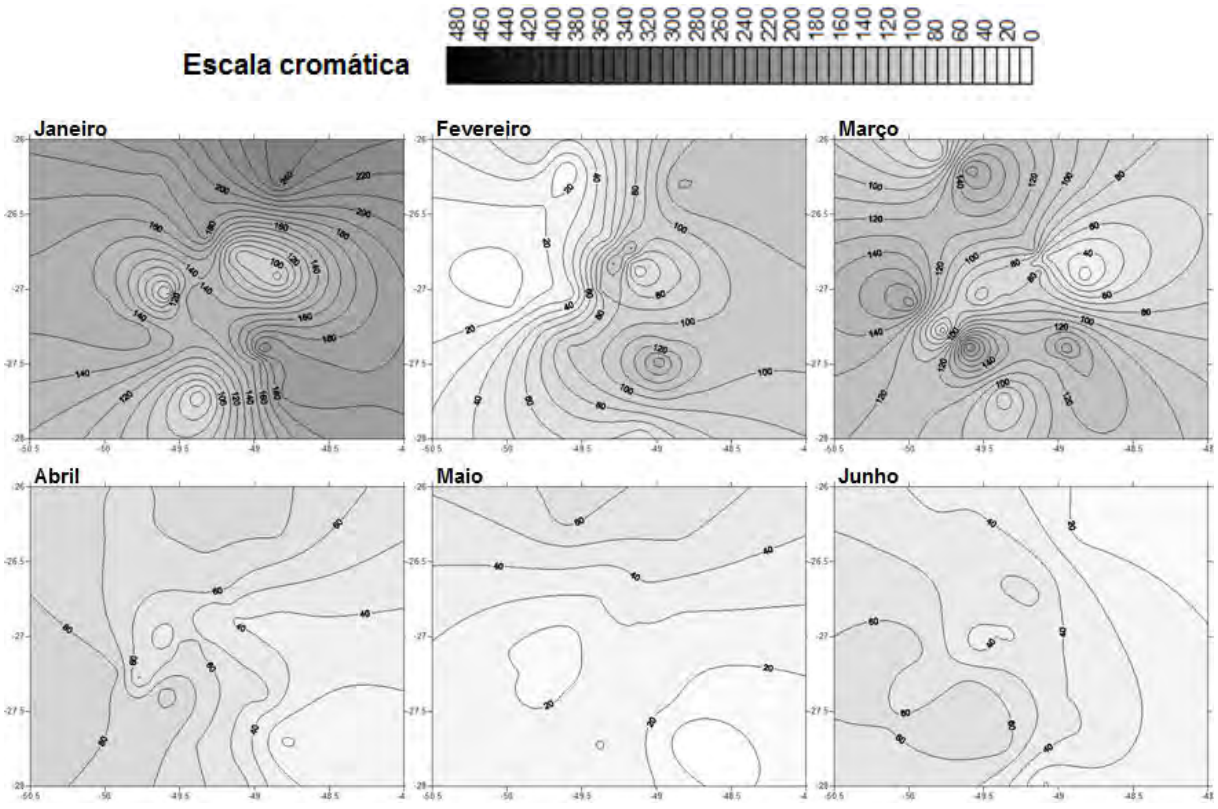
Os gráficos permitiram constatar que o mês de agosto registrou os maiores valores de vazão hídrica de todo o ano estudado (média, máxima e mínima). Ainda,

foi no mesmo mês a qual ocorreu os maiores valores e distribuição pluviométrica. Esta relação valoriza a influência da precipitação para o aumento da vazão dos rios, a qual chuvas intensas podem elevar riscos de cheias.

3.4. O “ano-padrão” seco de 1968

A partir da análise dos totais anuais, foi possível adotar o ano de 1968 como “ano-padrão” seco para o período estudado (1953-1982) na bacia hidrográfica do rio Itajaí. Assim, visando uma complementação do estudo em uma escala mais abrangente, foram detalhadas em escala mensal os dados relativo a este ano, a qual objetivou compreender a sua variabilidade pluviométrica e fluviométrica.

Por ser o ano com menor precipitação pluviométrica em relação à série histórica adotada, pressupõem-se a princípio menores valores distribuídos ao longo da área de estudo. Tal variabilidade espacial pode ser observada pela Figura 27, que mostra as isoietas das chuvas em todos os doze meses do ano de 1968, de forma representativa.



Continuação

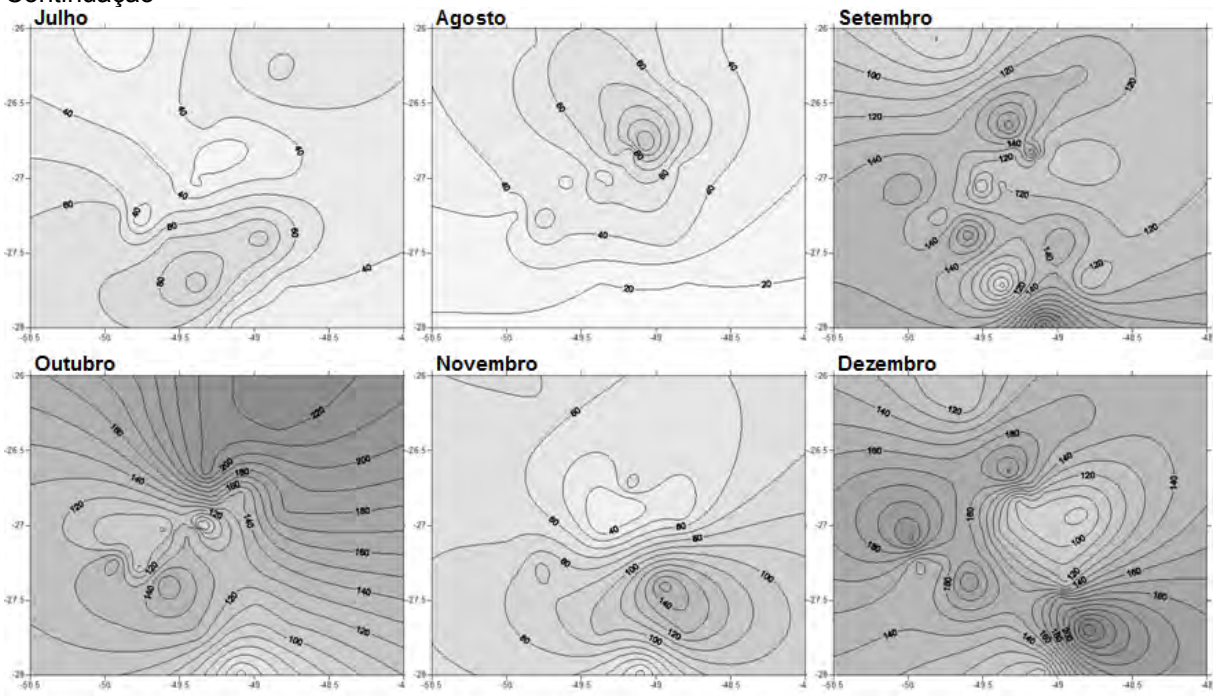
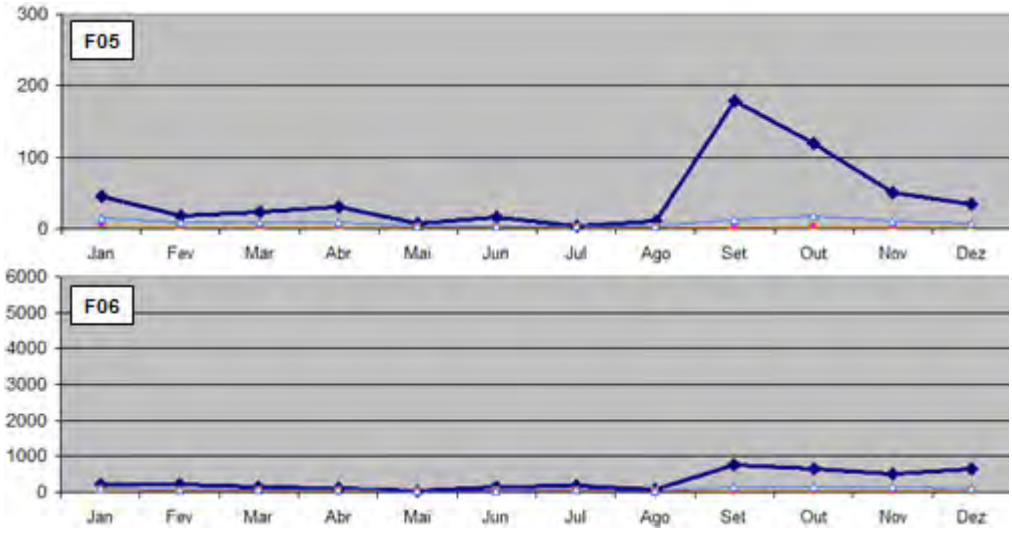


Figura 27 – Distribuição espacial dos totais mensais de chuva na área de estudo (1968).

A análise do nível mensal mostrou que durante o “ano-padrão” seco os maiores valores de chuva ocorreram no mês de dezembro e janeiro. Já mês de maio destacou-se pela baixa pluviosidade, principalmente a sudeste da área de estudo.

A característica de um “ano-padrão” seco também é visualizada através da Figura 28, a qual mostra a variabilidade da vazão hídrica (máxima, média e mínima) ao longo dos meses. Somente a partir do mês de setembro é que se observa um aumento significativo na vazão, mantendo as máximas registradas entre fevereiro e julho com menores valores.



Continuação

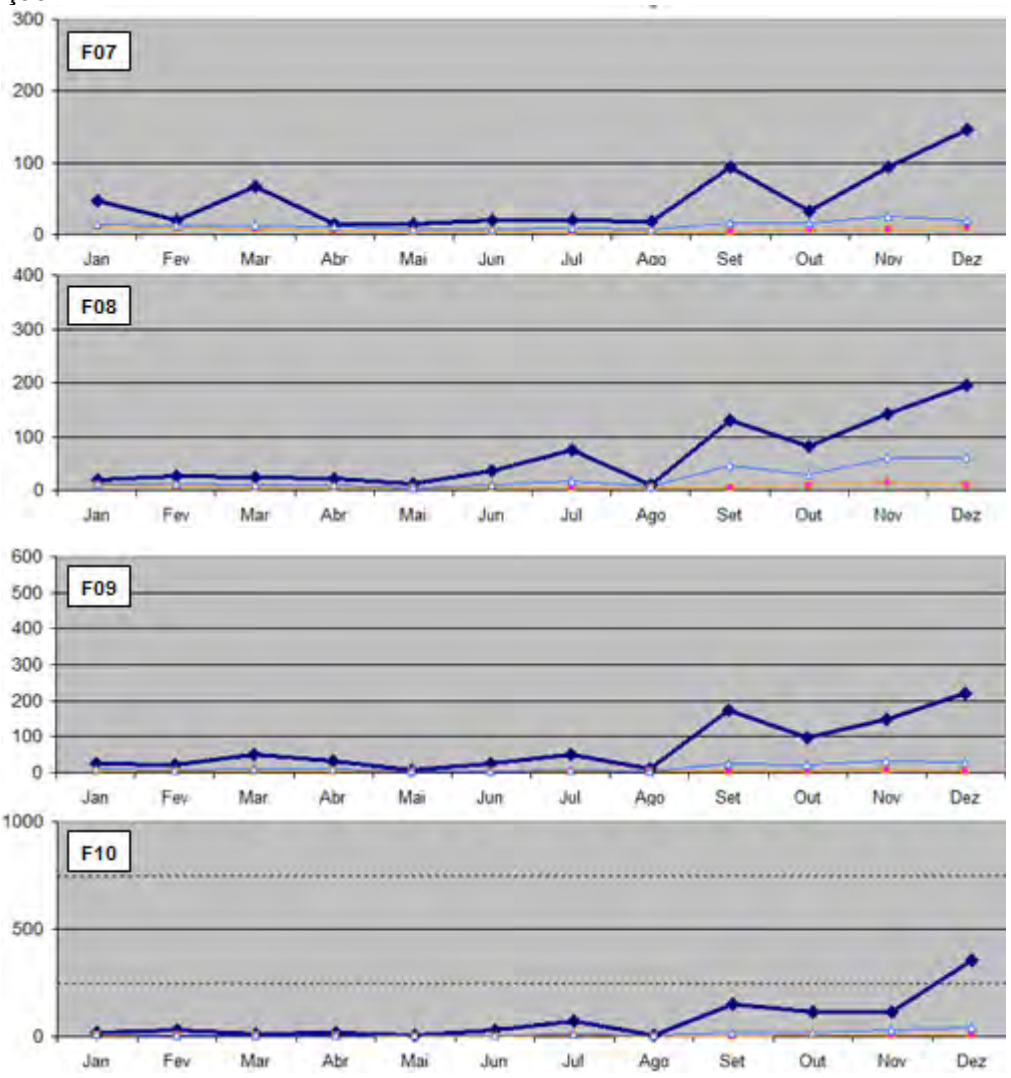


Figura 28 – Gráficos individuais para cada estação fluviométrica mostrando a Vazão máxima, média e mínima registrada ao longo de cada mês do ano-padrão 1968.

A partir da análise dos gráficos, e ainda associando-as ao ano de 1957, percebe-se nitidamente a variabilidade da vazão hídrica ao longo do tempo. Entre as drenagens existentes na área da bacia, a análise mensal possibilitou observar um comportamento anual semelhante entre ambas.

3.5. O “ano-padrão” habitual de 1971

A partir da metodologia proposta, optou-se por adotar o ano de 1971 como habitual para o ritmo pluviométrico da bacia, a qual foi realizada uma análise mais detalhada, em nível mensal, buscando evidenciar a variabilidade pluviométrica e da

dinâmica hídrica na bacia. A Figura 29 mostra os mapas pluviométricos em totais mensais a partir de sua distribuição espacial.

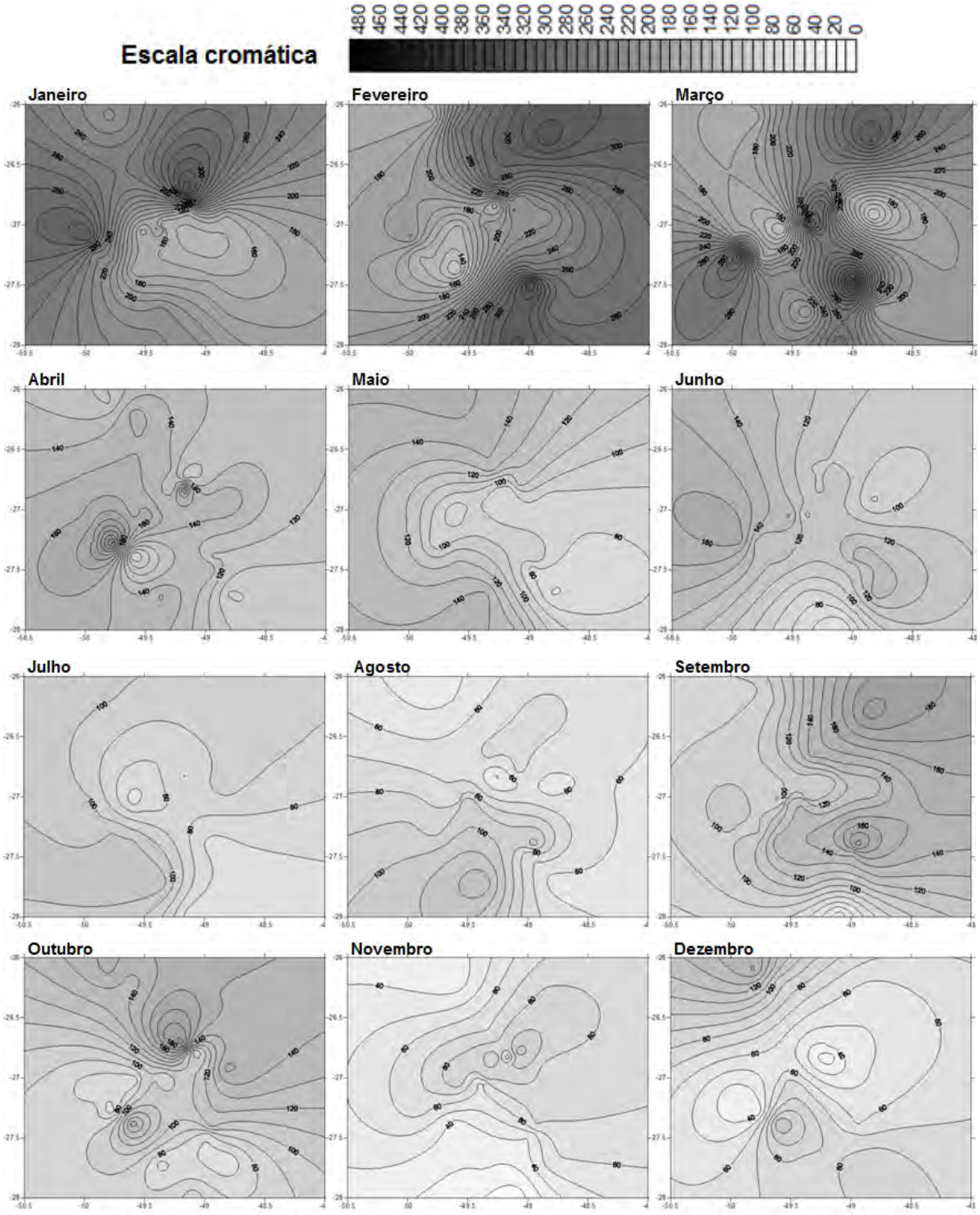
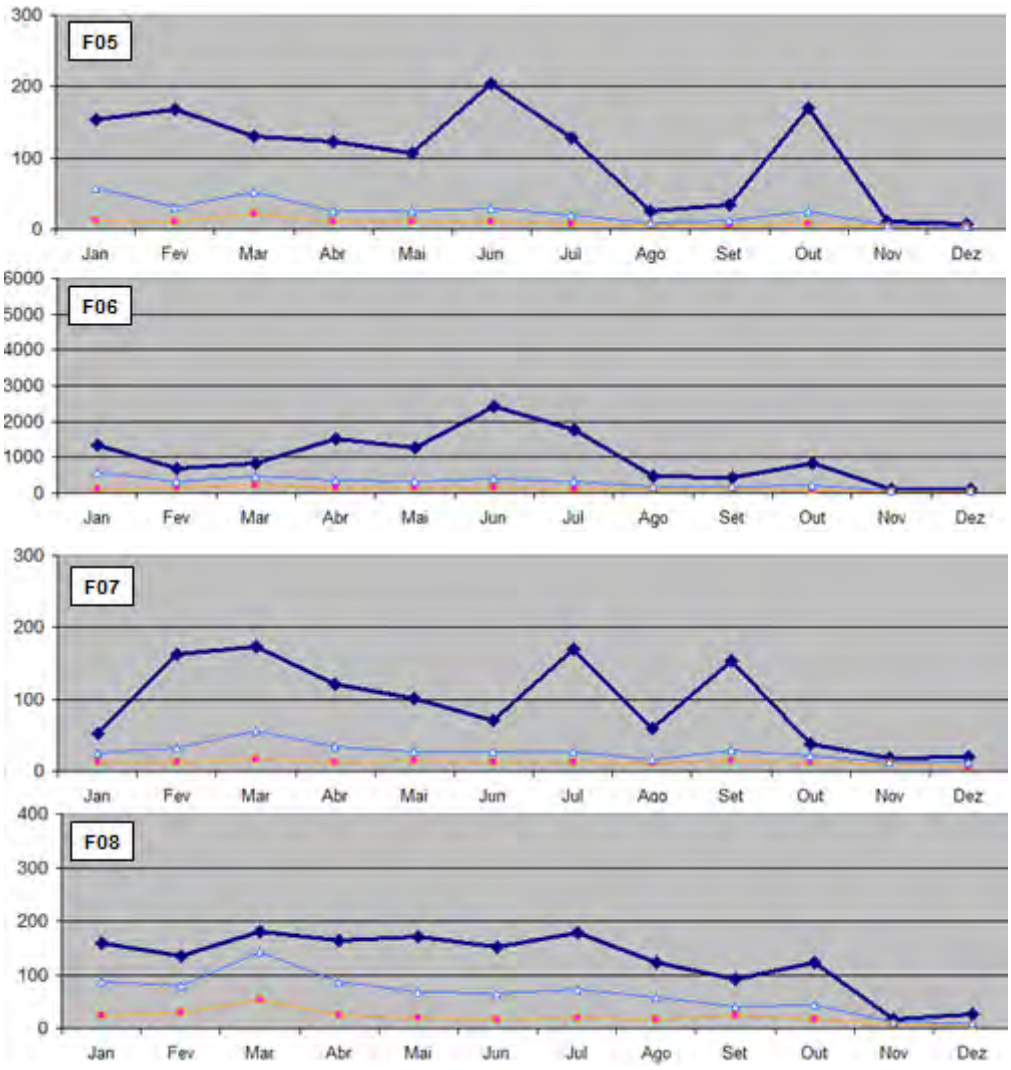


Figura 29 – Distribuição espacial dos totais mensais de chuva na área de estudo (1971).

Em uma análise mensal, o mês considerado pela série histórica como o “ano-padrão” habitual se mostra pouco regular ao longo dos meses do ano, com grande amplitude de dados tanto temporalmente quanto espacialmente, evidenciando a importância de análises mais detalhadas de variáveis como o caso da chuva.

Os primeiros meses (janeiro a março) apresentaram os maiores índices pluviométricos, ao contrário dos três últimos meses do ano (outubro a dezembro), que apresentaram sazonalmente os menores totais de chuva.

A Figura 30 apresenta os gráficos de vazão a qual é possível observar resultados semelhantes às variabilidades pluviométricas observadas, destacando os meses de novembro e dezembro com baixos índices de vazão registrados.



Continuação

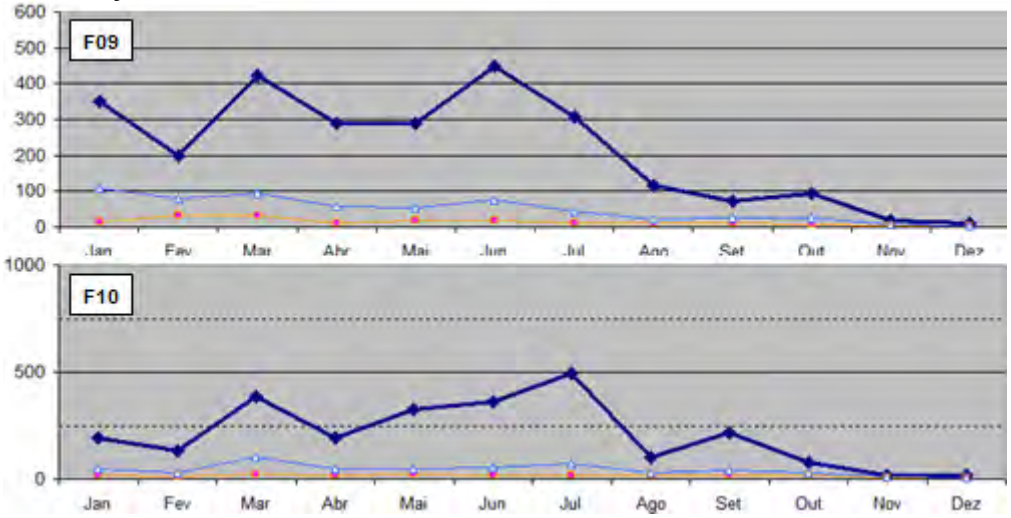


Figura 30 – Gráficos individuais para cada estação fluviométrica mostrando a Vazão máxima, média e mínima registrada ao longo de cada mês do ano-padrão 1971.

A análise em escala mais detalhada deste “ano-padrão” considerado habitual deu mais relevância à pesquisa realizada, visto que permitiu observar as variações dentro de um ano de forma mais detalhada. Cabe ressaltar por fim que este estudo não possibilitou devido ao tempo de execução realizar uma análise em escala diária, a qual possivelmente permitirá (caso seja futuramente realizada) observar ainda mais as variações pluviométricas e fluviométricas, e consequentemente associá-las aos Sistemas Atmosféricos atuantes na região, e os tipos de tempo a qual eles sucedem.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A princípio, esta pesquisa tinha como fundamento estudar a fundo, e baseado nos princípios do ponto de vista da Climatologia Geográfica, a região da bacia hidrográfica do rio Itajaí, a qual é escassa de estudos climatológicos que levem em conta o paradigma do ritmo. A contribuição de um estudo nesta perspectiva na região citada, que poderá ajudar a subsidiar ações de planejamento e atuação mitigadora no ambiente, da relevância e justifica a presente pesquisa.

De forma objetiva, esta pesquisa voltou-se para a compreensão da distribuição temporal e espacial das chuvas da bacia, e suas consequências na dinâmica hídrica em caráter regional. Apontou também para possibilidades de

futuros estudos voltadas ao entendimento da dinâmica atmosférica e suas influências sobre a distribuição e volume da precipitação e vazão hídrica. Serão necessários, para fortalecer esta contribuição inicial, que futuros estudos venham integrar os conhecimentos por ela gerados englobando, se possível, outras esferas da ciência geográfica.

Cabe ressaltar que apenas a partir da escala diária é possível associar à variação dos elementos do clima, os tipos de tempo que se sucedem segundo os mecanismos da circulação regional (MONTEIRO, 1971), por isso há que se considerar que só através da análise rítmica é possível associar as variabilidades pluviométrica e fluviométrica à circulação regional das massas de ar na área de estudo. Tal abordagem, embora não tenha sido utilizada nesta pesquisa, poderá ser empregada em uma próxima etapa de investigação, complementar a este estudo.

Em relação à realização da pesquisa, o maior problema encontrado foi a obtenção de dados meteorológicos, em específico os de chuva e de vazão hídrica, cujas séries históricas contínuas permitissem uma boa análise climatológica. Algumas áreas, dentro da bacia hidrográfica do Itajaí, revelaram péssima cobertura de dados, em específico aquelas próximas à jusante do rio Itajaí-açu. Este fato prejudicou uma análise mais detalhada da ocorrência de cheias e, consequentemente, os resultados obtidos.

Como aspecto positivo, o tratamento aplicado aos dados mostrou-se adequado e assegurou o máximo de fidelidade aos valores reais de chuva e vazão, a qual o distanciamento em relação às médias permitiu uma visão mais abrangente da dinâmica dos dados analisados.

Um passo seguinte para dar continuidade a este estudo, a partir dos resultados alcançados, seria o de arrebanhar outros pesquisadores interessados na temática para que se pudessem integrar os conhecimentos adquiridos nesta pesquisa aos das outras esferas geográficas.

REFERÊNCIAS

ANA. **Agência Nacional de Águas**. Disponível em: <http://www.ana.gov.br>. Acesso em: 20 de agosto de 2010.

BOIN, M. N. **Chuvas e Erosões no Oeste Paulista**: uma análise climatológica aplicada (Tese de Doutorado). UNESP, Rio Claro, 2000.

COMITÊ DO ITAJAÍ. **Plano de recursos hídricos da bacia do Itajaí**: documento síntese. Blumenau: Fundação Agência de Água do Vale do Itajaí, 2010.

DEINFRA. **Departamento Estadual de Infraestrutura**. Disponível em: <http://www.deinfra.sc.gov.br>. Acesso em: 02 de junho de 2010.

FONTÃO, P. A. B.; ZAVATTINI, J. A. Pluviosidade, Circulação Atmosférica e Vazão Hídrica na bacia do vale do Rio Itajaí - SC: chuvas intensas e riscos de inundação. In: **IX Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**, 2010, Fortaleza - CE.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em: 18 de Março de 2011.

MONTEIRO, C. A. F. Clima. Grande Região Sul (Geografia do Brasil), **Fundação IBGE**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 114-166, 1968.

MONTEIRO, C. A. F. **A Frente Polar Atlântica e as Chuvas de Inverno na Fachada Sul-Oriental do Brasil (Contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil)**. USP/IG, São Paulo, 1969.

MONTEIRO, C. A. F. **Análise Rítmica em Climatologia (Climatologia 1)**. USP/IG, São Paulo, 1971.

MONTEIRO, C. A. F. **A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo: estudo geográfico sob a forma de atlas**. USP/IG, São Paulo, 1973.

MONTEIRO, C. A. F. O Estudo Geográfico do Clima. **Cadernos Geográficos**, Florianópolis, n.1, p. 1-73, 1999.

PÉDELABORDE, P. **Introduction a l'étude scientifique du climat**. Paris: Société d'Édition d'Enseignement Supérieur, 1991. p. 3-31.

SANTA CATARINA. **Plano Integrado de Prevenção e Mitigação de Riscos de Desastres Naturais na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí**. Florianópolis: FAPESC, 2010.

SCHETTINI, C. A. F. Caracterização física do estuário do Rio Itajaí Açu. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 123-142, 2002.

SORRE, M. Les fondements de la Géographie Humaine. Tome: I- Lês foundements biologiques Essai d'une écologie de l'homme. Livre I- **Le climat et l'homme**. Chp Ier Le Climat. Paris: Librairie Armand Colin, 1951. p. 13-43.

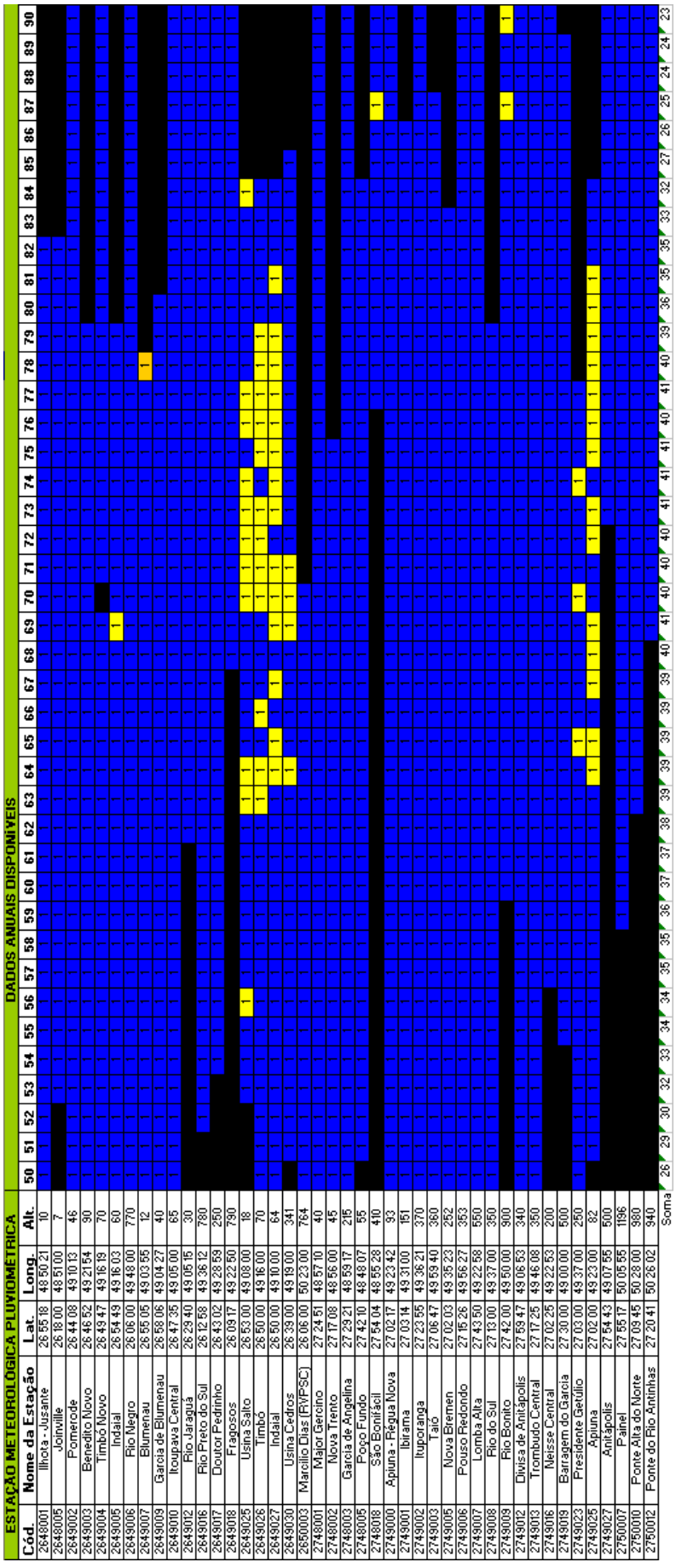
ZANDONADI, L. **As Chuvas na Bacia do Paraná***:* aspectos temporais, espaciais e rítmicos (Dissertação de Mestrado). UNESP, Rio Claro, 2009.

ZAVATINI, J. A. **A Dinâmica Atmosférica e a Distribuição das Chuvas no Mato Grossodo Sul**. 1990. (Doutorado em Geografia), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

ZAVATTINI, J. A. **Estudos do Clima no Brasil**. Editora Alínea, Campinas, 2004.

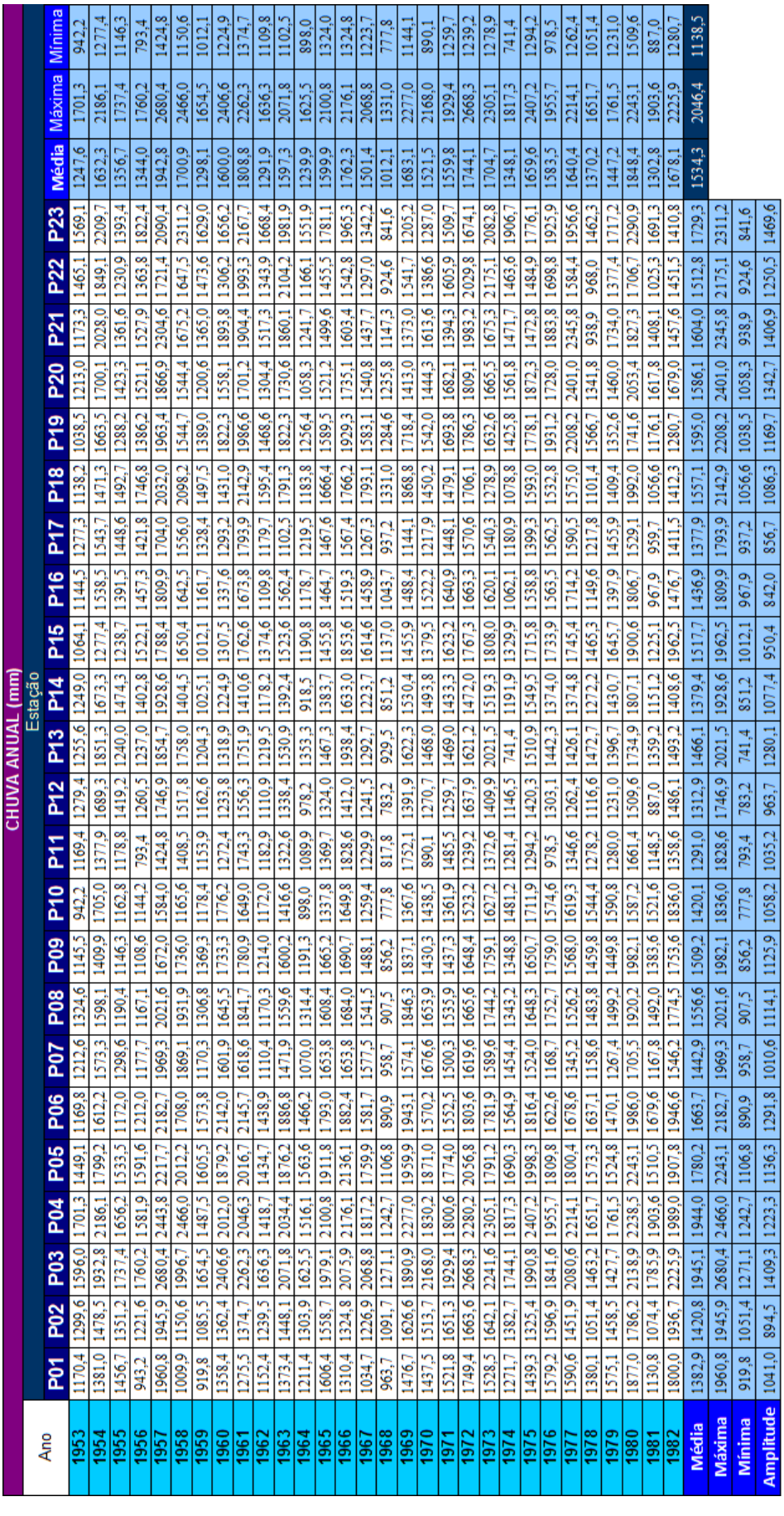
ZAVATTINI, J.A. Pluies intenses et inondations dans la Vallée du Fleuve Itajaí (Région de Santa Catarina), Brésil. **Geographia Technica**, Número spécial, 2009. p. 477-482.

Apêndice A – Parte da Planilha de Seleção dos Dados



| ESTAÇÃO METEOROLÓGICA PLUVIOMÉTRICA | | | | | DADOS ANUAIS DISPONÍVEIS | | | | |

Apêndice B – Planilha com dados anuais pluviométricos



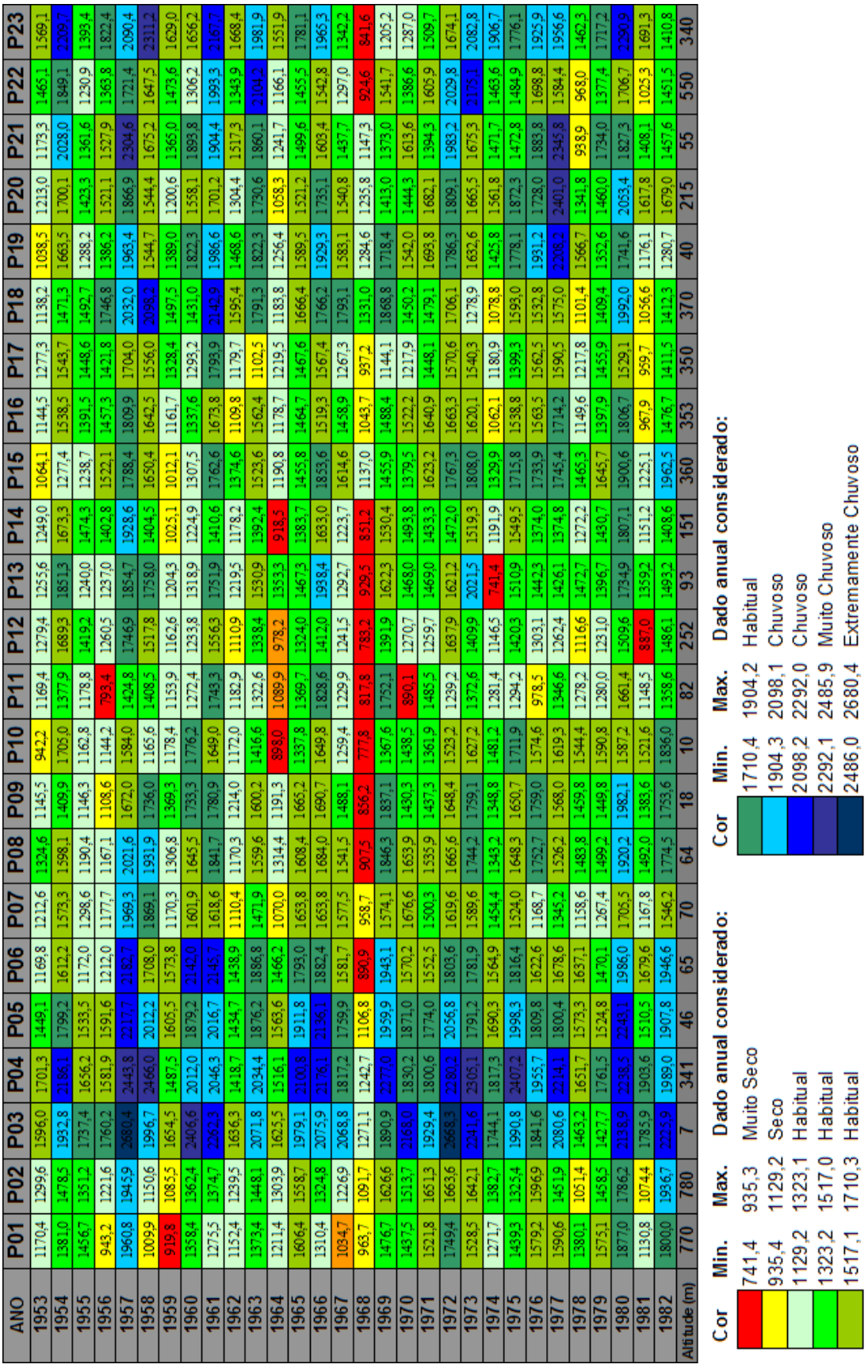
CHUVA ANUAL (mm)

Ano \ Estação	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	Média	Máxima	Mínima
1953	1170,4	1299,6	1596,0	1701,3	1449,1	1169,8	1212,6	1324,6	1145,5	942,2	1169,4	1279,4	1255,6	1249,0	1064,1	1144,5	1277,3	1138,2	1038,5	1213,0	1173,3	1465,1	1569,1	1247,6	1701,3	942,2
1954	1381,0	1478,5	1932,8	2186,1	1799,2	1612,2	1573,3	1598,1	1409,9	1705,0	1377,9	1689,3	1851,3	1673,3	1277,4	1538,5	1543,7	1471,3	1663,5	1700,1	2028,0	1849,1	2209,7	1632,3	2186,1	1277,4
1955	1456,7	1351,2	1737,4	1656,2	1533,5	1172,0	1298,6	1190,4	1146,3	1162,8	1178,8	1419,2	1240,0	1474,3	1238,7	1391,5	1448,6	1492,7	1288,2	1423,3	1361,6	1230,9	1393,4	1356,7	1737,4	1146,3
1956	943,2	1221,6	1760,2	1581,9	1591,6	1212,0	1177,7	1167,1	1108,6	1144,2	793,4	1260,5	1237,0	1402,8	1522,1	1457,3	1421,8	1746,8	1386,2	1521,1	1527,9	1363,8	1822,4	1344,0	1760,2	793,4
1957	1960,8	1945,9	2680,4	2443,8	2217,7	2182,7	1969,3	2021,6	1672,0	1584,0	1424,8	1746,9	1854,7	1928,6	1788,4	1809,9	1704,0	2032,0	1963,4	1866,9	2304,6	1721,4	2090,4	1942,8	2680,4	1424,8
1958	1009,9	1150,6	1996,7	2466,0	2012,2	1708,0	1869,1	1931,9	1736,0	1165,6	1408,5	1517,8	1758,0	1404,5	1650,4	1642,5	1556,0	2098,2	1544,7	1544,4	1675,2	1647,5	2311,2	1700,9	2466,0	1150,6
1959	919,8	1085,3	1654,5	1487,5	1605,5	1373,8	1170,3	1306,8	1369,3	1178,4	1153,9	1162,6	1204,3	1025,1	1012,1	1161,7	1328,4	1497,5	1389,0	1200,6	1365,0	1473,6	1629,0	1298,1	1654,5	1012,1
1960	1358,4	1362,4	2406,6	2012,0	1879,2	2142,0	1601,9	1645,5	1733,3	1776,2	1272,4	1233,8	1318,9	1224,9	1307,5	1337,6	1293,2	1431,0	1822,3	1558,1	1893,8	1306,2	1656,2	1600,0	2406,6	1224,9
1961	1275,5	1374,7	2262,3	2046,3	2016,7	2145,7	1618,6	1841,7	1780,9	1649,0	1743,3	1556,3	1751,9	1410,6	1762,6	1673,8	1793,9	2142,9	1986,6	1701,2	1904,4	1993,3	2167,7	1808,8	2262,3	1374,7
1962	1152,4	1239,5	1636,3	1418,7	1434,7	1438,9	1110,4	1170,3	1214,0	1172,0	1182,9	1110,9	1219,5	1178,2	1374,6	1109,8	1179,7	1595,4	1468,6	1304,4	1517,3	1343,9	1668,4	1291,9	1636,3	1109,8
1963	1373,4	1448,1	2071,8	2034,4	1876,2	1886,8	1471,9	1559,6	1600,2	1416,6	1322,6	1338,4	1530,9	1392,4	1523,6	1562,4	1102,5	1791,3	1822,3	1730,6	1860,1	2104,2	1981,9	1597,3	2071,8	1102,5
1964	1211,4	1303,9	1625,5	1516,1	1563,6	1466,2	1070,0	1314,4	1191,3	898,0	1089,9	978,2	1353,3	918,5	1190,8	1178,7	1219,5	1183,8	1256,4	1058,3	1241,7	1166,1	1551,9	1239,9	1625,5	898,0
1965	1606,4	1558,7	1979,1	2100,8	1911,8	1793,0	1653,8	1608,4	1665,2	1337,8	1369,7	1324,0	1467,3	1383,7	1455,8	1464,7	1467,6	1666,4	1589,5	1521,2	1499,6	1455,5	1781,1	1599,9	2100,8	1324,0
1966	1310,4	1324,8	2075,9	2176,1	2136,1	1882,4	1653,8	1684,0	1690,7	1649,8	1828,6	1412,0	1938,4	1633,0	1833,6	1519,3	1567,4	1766,2	1929,3	1735,1	1603,4	1542,8	1965,3	1762,3	2176,1	1324,8
1967	1034,7	1226,9	2068,8	1817,2	1759,9	1581,7	1577,5	1541,5	1488,1	1259,4	1229,9	1241,5	1292,7	1223,7	1614,6	1458,9	1267,3	1793,1	1583,1	1540,8	1437,7	1297,0	1342,2	1501,4	2068,8	1223,7
1968	963,7	1091,7	1271,1	1242,7	1106,8	890,9	958,7	907,5	856,2	777,8	817,8	783,2	929,5	851,2	1137,0	1043,7	937,2	1331,0	1284,6	1235,8	1147,3	924,6	841,6	1012,1	1331,0	777,8
1969	1476,7	1626,6	1890,9	2277,0	1959,9	1943,1	1574,1	1846,3	1837,1	1752,1	1391,9	1622,3	1530,4	1455,9	1488,4	1144,1	1868,8	1718,4	1413,0	1373,0	1541,7	1205,2	1683,1	2277,0	1144,1	
1970	1437,5	1513,7	2168,0	1830,2	1871,0	1570,2	1676,6	1653,9	1430,3	1438,5	890,1	1270,7	1468,0	1493,8	1379,5	1522,2	1217,9	1450,2	1542,0	1444,3	1613,6	1386,6	1287,0	1521,5	2168,0	890,1
1971	1521,8	1651,3	1929,4	1800,6	1774,0	1552,5	1500,3	1535,9	1437,3	1361,9	1485,5	1259,7	1469,0	1433,3	1623,2	1640,9	1448,1	1479,1	1693,8	1682,1	1394,3	1605,9	1509,7	1559,8	1929,4	1259,7
1972	1749,4	1663,6	2668,3	2280,2	2056,8	1803,6	1619,6	1665,6	1648,4	1523,2	1239,2	1637,9	1621,2	1472,0	1767,3	1663,3	1570,6	1706,1	1786,3	1809,1	1983,2	2029,8	1674,1	1744,1	2668,3	1239,2
1973	1528,5	1642,1	2241,6	2305,1	1791,2	1781,9	1589,6	1744,2	1759,1	1627,2	1372,6	1409,9	2021,5	1519,3	1808,0	1620,1	1540,3	1278,9	1632,6	1665,5	1675,3	2175,1	2082,8	1704,7	2305,1	1278,9
1974	1271,7	1382,7	1744,1	1817,3	1690,3	1364,9	1454,4	1343,2	1348,8	1481,2	1281,4	1146,5	741,4	1191,9	1329,9	1062,1	1180,9	1078,8	1425,8	1561,8	1471,7	1463,6	1906,7	1348,1	1817,3	741,4
1975	1439,3	1325,4	1990,8	2407,2	1998,3	1816,4	1524,0	1648,3	1650,7	1711,9	1294,2	1420,3	1510,9	1549,5	1715,8	1538,8	1399,3	1593,0	1778,1	1872,3	1472,8	1484,9	1776,1	1659,6	2407,2	1294,2
1976	1579,2	1596,9	1841,6	1955,7	1809,8	1622,6	1168,7	1752,7	1759,0	1574,6	978,5	1303,1	1442,3	1374,0	1733,9	1563,5	1562,5	1532,8	1931,2	1728,0	1883,8	1698,8	1925,9	1583,5	1955,7	978,5
1977	1590,6	1451,9	2080,6	2214,1	1800,4	1678,6	1345,2	1526,2	1568,0	1619,3	1346,6	1262,4	1426,1	1374,8	1745,4	1714,2	1590,5	1575,0	2208,2	2401,0	2345,8	1584,4	1956,6	1640,4	2214,1	1262,4
1978	1380,1	1051,4	1463,2	1651,7	1573,3	1637,1	1158,6	1483,8	1459,8	1544,4	1278,2	1116,6	1472,7	1272,2	1465,3	1149,6	1217,8	1101,4	1566,7	1341,8	938,9	968,0	1462,3	1370,2	1651,7	1051,4
1979	1575,1	1458,5	1427,7	1761,5	1524,8	1470,1	1267,4	1499,2	1449,8	1590,8	1280,0	1231,0	1396,7	1430,7	1645,7	1397,9	1455,9	1409,4	1352,6	1460,0	1734,0	1377,4	1717,2	1447,2	1761,5	1231,0
1980	1877,0	1786,2	2138,9	2238,5	2243,1	1986,0	1705,5	1920,2	1982,1	1587,2	1661,4	1509,6	1734,9	1807,1	1900,6	1806,7	1529,1	1992,0	1741,6	2053,4	1827,3	1706,7	2290,9	1848,4	2243,1	1509,6
1981	1130,8	1074,4	1785,9	1903,6	1510,5	1679,6	1167,8	1492,0	1383,6	1521,6	1148,5	887,0	1359,2	1151,2	1225,1	967,9	959,7	1056,6	1176,1	1617,8	1408,1	1025,3	1691,3	1302,8	1903,6	887,0
1982	1800,0	1936,7	2225,9	1989,0	1907,8	1946,6	1546,2	1774,5	1753,6	1836,0	1358,6	1486,1	1493,2	1408,6	1962,5	1476,7	1411,5	1412,3	1280,7	1679,0	1457,6	1451,5	1410,8	1678,1	2225,9	1280,7
Média	1382,9	1420,8	1945,1	1944,0	1780,2	1663,7	1442,9	1556,6	1509,2	1420,1	1291,0	1312,9	1466,1	1379,4	1517,7	1436,9	1377,9	1557,1	1595,0	1586,1	1604,0	1512,8	1729,3	1534,3	2046,4	1138,5
Máxima	1960,8	1945,9	2680,4	2466,0	2243,1	2182,7	1969,3	2021,6	1982,1	1836,0	1828,6	1746,9	2021,5	1928,6	1962,5	1809,9	1793,9	2142,9	2208,2	2401,0	2345,8	2175,1	2311,2			
Mínima	919,8	1051,4	1271,1	1242,7	1106,8	890,9	958,7	907,5	856,2	777,8	793,4	783,2	741,4	851,2	1012,1	967,9	937,2	1056,6	1038,5	1058,3	938,9	924,6	841,6			
Amplitude	1041,0	894,5	1409,3	1223,3	1136,3	1291,8	1010,6	1114,1	1125,9	1058,2	1035,2	963,7	1280,1	1077,4	950,4	842,0	856,7	1086,3	1169,7	1342,7	1406,9	1250,5	1469,6			

Apêndice C – Planilha com dados anuais fluviométricos

VAZÃO MÉDIA (mm)															
Ano	Estação														
	F01	F02	F03	F04	F05	F06	F07	F08	F09	F10	F11	F12	F13	Máxima	Mínima
1953	36,1	4,5	17,3	5,2	15,3	145,1	110,6	36,6	27,0	17,1	13,4	33,1	7,1	145,1	4,5
1954	63,6	6,5	26,2	11,3	22,1	275,8	215,8	63,2	45,5	47,7	27,6	76,5	13,4	275,8	6,5
1955	48,4	4,4	18,0	6,8	15,0	182,3	149,9	47,3	33,9	30,8	17,9	48,2	7,4	182,3	4,4
1956	46,7	5,2	20,9	8,1	15,7	188,9	156,0	41,3	33,6	34,2	21,4	49,6	10,4	188,9	5,2
1957	78,8	8,1	37,7	13,7	29,9	359,1	267,6	84,5	55,2	49,9	33,8	73,4	15,5	359,1	8,1
1958	45,2	5,3	23,9	9,4	24,4	235,2	180,5	57,3	39,8	29,9	25,2	56,6	13,1	235,2	5,3
1959	33,6	4,6	18,9	7,9	15,0	146,7	109,2	33,7	20,3	23,3	15,1	36,9	8,7	146,7	4,6
1960	42,3	5,6	23,1	10,9	19,5	181,0	131,5	41,9	34,4	25,7	24,9	44,2	9,9	181,0	5,6
1961	54,1	6,5	27,6	12,1	23,3	291,0	233,7	69,0	57,8	54,9	26,3	65,6	12,8	291,0	6,5
1962	33,9	4,2	15,4	6,5	12,4	142,3	120,9	33,2	27,9	27,5	20,9	37,1	9,6	142,3	4,2
1963	40,4	6,6	25,0	9,7	21,0	257,2	214,3	53,0	60,3	48,2	27,5	64,8	11,8	257,2	6,6
1964	39,4	5,3	20,4	8,5	12,8	130,3	103,8	40,8	20,5	19,0	14,1	32,5	8,1	130,3	5,3
1965	54,6	7,4	27,9	12,3	20,6	176,0	182,7	109,1	34,7	29,5	17,5	55,9	9,0	182,7	7,4
1966	55,1	8,9	30,6	14,0	26,5	325,2	262,8	84,0	57,3	41,5	27,3	64,4	13,1	325,2	8,9
1967	45,4	6,8	27,0	12,0	18,9	242,2	175,2	57,3	42,3	25,6	25,3	48,4	9,8	242,2	6,8
1968	24,0	3,6	11,7	4,2	8,9	85,9	62,7	21,0	14,0	13,6	13,3	22,7	5,0	85,9	3,6
1969	57,5	8,0	30,8	10,1	22,4	245,9	183,9	55,9	40,7	38,7	23,5	38,8	9,2	245,9	8,0
1970	50,5	6,3	25,7	9,5	17,4	182,5	141,9	46,3	27,1	28,5	20,7	41,7	9,0	182,5	6,3
1971	69,4	7,0	26,4	9,7	24,5	293,2	235,5	71,8	49,6	44,5	27,1	63,7	10,3	293,2	7,0
1972	67,2	6,9	28,6	10,7	20,7	278,3	226,5	71,3	50,8	42,3	22,5	56,8	8,6	278,3	6,9
1973	69,2	9,6	35,6	13,9	22,8	314,5	231,2	76,9	49,4	41,3	27,9	54,6	14,0	314,5	9,6
1974	55,5	5,2	24,7	9,1	16,7	214,0	137,9	53,8	30,2	23,1	22,4	41,2	11,3	214,0	5,2
1975	48,8	7,6	27,9	11,3	21,4	271,0	209,8	62,8	58,7	34,1	24,5	54,5	10,6	271,0	7,6
1976	66,9	7,7	28,1	6,1	19,5	265,5	212,8	67,8	46,4	40,4	28,5	66,5	11,9	265,5	6,1
1977	56,1	7,8	29,2	8,3	18,4	267,3	217,0	57,5	50,1	45,4	34,6	67,4	13,9	267,3	7,8
1978	33,7	4,9	16,2	6,0	13,0	133,9	106,6	33,6	21,8	19,1	19,2	31,9	7,8	133,9	4,9
1979	48,2	6,0	20,2	5,5	18,4	230,4	184,6	67,7	41,7	29,3	20,6	47,3	8,5	230,4	5,5
1980	78,1	9,4	29,8	7,8	23,9	311,9	263,0	92,3	55,5	47,8	29,9	74,8	11,5	311,9	7,8
1981	42,3	7,1	24,1	6,9	15,3	162,5	113,4	39,1	26,5	20,7	24,9	43,6	10,5	162,5	6,9
1982	57,8	7,9	27,7	8,5	21,5	266,9	210,6	78,5	57,1	29,7	23,5	53,2	9,2	266,9	7,9
MÉDIA	51,4	6,5	24,9	9,2	19,2	226,7	23,4	51,5	40,3	33,4	58,3	178,4	10,4		
MÁX	78,8	9,6	37,7	14,0	29,9	359,1	34,6	76,5	60,3	54,9	109,1	267,6	15,5		
MIN	24,0	3,6	11,7	4,2	8,9	85,9	13,3	22,7	14,0	13,6	21,0	62,7	5,0		

Apêndice D – Aplicação da técnica de Sturges



ANO	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23
1953	1170,4	1299,6	1596,0	1701,3	1449,1	1169,8	1212,6	1324,6	1145,5	942,2	1169,4	1279,4	1255,6	1249,0	1064,1	1144,5	1277,3	1138,2	1038,5	1213,0	1173,3	1465,1	1569,1
1954	1381,0	1478,5	1932,8	2186,1	1799,2	1612,2	1573,3	1598,1	1409,9	1705,0	1377,9	1689,3	1851,3	1673,3	1277,4	1538,5	1543,7	1471,3	1663,5	1700,1	2028,0	1849,1	2309,7
1955	1456,7	1351,2	1737,4	1656,2	1533,5	1172,0	1298,6	1190,4	1146,3	1162,8	1178,8	1419,2	1240,0	1474,3	1238,7	1391,5	1448,6	1492,7	1288,2	1423,3	1361,6	1230,9	1393,4
1956	943,2	1221,6	1760,2	1581,9	1591,6	1212,0	1177,7	1167,1	1108,6	1144,2	793,4	1260,5	1237,0	1402,8	1522,1	1457,3	1421,8	1746,8	1386,2	1521,1	1527,9	1363,8	1822,4
1957	1960,8	1945,9	2680,4	2443,8	2217,7	2182,7	1969,3	2021,6	1672,0	1584,0	1424,8	1746,9	1854,7	1928,6	1788,4	1809,9	1704,0	2032,0	1963,4	1866,9	2304,6	1721,4	2090,4
1958	1009,9	1150,6	1996,7	2466,0	2012,2	1708,0	1869,1	1931,9	1736,0	1165,6	1408,5	1517,8	1758,0	1404,5	1650,4	1642,5	1556,0	2098,2	1544,7	1544,4	1675,2	1647,5	2311,2
1959	919,8	1085,5	1654,5	1487,5	1605,5	1573,8	1170,3	1306,8	1369,3	1178,4	1153,9	1162,6	1204,3	1025,1	1012,1	1161,7	1328,4	1497,5	1389,0	1200,6	1365,0	1473,6	1629,0
1960	1358,4	1362,4	2406,6	2012,0	1879,2	2142,0	1601,9	1645,5	1733,3	1776,2	1272,4	1233,8	1318,9	1224,9	1307,5	1337,6	1293,2	1431,0	1822,3	1558,1	1893,8	1306,2	1656,2
1961	1275,5	1374,7	2262,3	2046,3	2016,7	2145,7	1618,6	1841,7	1780,9	1649,0	1743,3	1556,3	1751,9	1410,6	1762,6	1673,8	1793,9	2142,9	1986,6	1701,2	1904,4	1993,3	2167,7
1962	1152,4	1239,5	1636,3	1418,7	1434,7	1438,9	1110,4	1170,3	1214,0	1172,0	1182,9	1110,9	1219,5	1178,2	1374,6	1109,8	1179,7	1595,4	1468,6	1304,4	1517,3	1343,9	1668,4
1963	1373,4	1448,1	2071,8	2034,4	1876,2	1886,8	1471,9	1559,6	1600,2	1416,6	1322,6	1338,4	1530,9	1392,4	1523,6	1562,4	1102,5	1791,3	1822,3	1730,6	1860,1	2104,2	1981,9
1964	1211,4	1303,9	1623,5	1516,1	1563,6	1466,2	1070,0	1314,4	1191,3	898,0	1089,9	978,2	1353,3	918,5	1190,8	1178,7	1219,5	1183,8	1256,4	1058,3	1241,7	1166,1	1551,9
1965	1606,4	1558,7	1979,1	2100,8	1911,8	1793,0	1653,8	1608,4	1665,2	1337,8	1369,7	1324,0	1467,3	1383,7	1455,8	1464,7	1467,6	1666,4	1589,5	1521,2	1499,6	1455,5	1781,1
1966	1310,4	1324,8	2075,9	2176,1	2136,1	1882,4	1653,8	1694,0	1690,7	1649,8	1828,6	1412,0	1938,4	1633,0	1853,6	1519,3	1567,4	1766,2	1929,3	1735,1	1603,4	1542,8	1965,3
1967	1034,7	1226,9	2068,8	1817,2	1759,9	1581,7	1577,5	1541,5	1488,1	1259,4	1229,9	1241,5	1292,7	1223,7	1614,6	1458,9	1267,3	1793,1	1583,1	1540,8	1437,7	1297,0	1342,2
1968	963,7	1091,7	1271,1	1242,7	1106,8	890,9	958,7	907,5	856,2	777,8	817,8	783,2	929,5	831,2	1137,0	1043,7	937,2	1331,0	1284,6	1235,8	1147,3	924,6	841,6
1969	1476,7	1626,6	1890,9	2277,0	1959,9	1943,1	1574,1	1846,3	1837,1	1367,6	1752,1	1391,9	1622,3	1530,4	1455,9	1488,4	1144,1	1868,8	1718,4	1413,0	1373,0	1541,7	1205,2
1970	1437,5	1513,7	2168,0	1830,2	1871,0	1570,2	1676,6	1653,9	1430,3	1438,5	890,1	1270,7	1468,0	1493,8	1379,5	1522,2	1217,9	1450,2	1542,0	1444,3	1613,6	1386,6	1287,0
1971	1521,8	1651,3	1929,4	1800,6	1774,0	1552,5	1500,3	1535,9	1437,3	1361,9	1485,5	1259,7	1469,0	1433,3	1623,2	1640,9	1448,1	1479,1	1693,8	1682,1	1394,3	1605,9	1509,7
1972	1749,4	1663,6	2668,3	2380,2	2056,8	1803,6	1619,6	1665,6	1648,4	1523,2	1239,2	1637,9	1621,2	1472,0	1767,3	1663,3	1570,6	1706,1	1786,3	1809,1	1983,2	2029,8	1674,1
1973	1528,5	1642,1	2241,6	2306,1	1791,2	1781,9	1589,6	1744,2	1759,1	1627,2	1372,6	1409,9	2021,5	1519,3	1808,0	1620,1	1540,3	1278,9	1632,6	1665,5	1675,3	2175,1	2082,8
1974	1271,7	1382,7	1744,1	1817,3	1690,3	1564,9	1454,4	1343,2	1348,8	1481,2	1281,4	1146,5	741,4	1191,9	1329,9	1062,1	1180,9	1078,8	1425,8	1561,8	1471,7	1463,6	1906,7
1975	1439,3	1325,4	1990,8	2407,2	1998,3	1816,4	1524,0	1648,3	1650,7	1711,9	1294,2	1420,3	1510,9	1549,5	1715,8	1538,8	1399,3	1593,0	1778,1	1872,3	1472,8	1484,9	1776,1
1976	1579,2	1596,9	1841,6	1955,7	1809,8	1622,6	1168,7	1752,7	1759,0	1574,6	978,5	1303,1	1442,3	1374,0	1733,9	1563,5	1562,5	1532,8	1931,2	1728,0	1883,8	1698,8	1925,9
1977	1590,6	1451,9	2080,6	2214,1	1800,4	1678,6	1345,2	1526,2	1568,0	1619,3	1346,6	1262,4	1426,1	1374,8	1745,4	1714,2	1590,5	1575,0	2088,2	2401,0	2345,8	1584,4	1956,6
1978	1380,1	1051,4	1463,2	1651,7	1573,3	1637,1	1158,6	1483,8	1459,8	1544,4	1278,2	1116,6	1472,7	1272,2	1463,3	1149,6	1217,8	1101,4	1566,7	1341,8	938,9	968,0	1462,3
1979	1575,1	1458,5	1427,7	1761,5	1524,8	1470,1	1267,4	1499,2	1449,8	1590,8	1280,0	1231,0	1396,7	1430,7	1645,7	1397,9	1455,9	1409,4	1352,6	1460,0	1734,0	1377,4	1717,2
1980	1877,0	1786,2	2198,9	2238,5	2243,1	1986,0	1706,5	1920,2	1982,1	1587,2	1661,4	1509,6	1734,9	1807,1	1900,6	1806,7	1529,1	1992,0	1741,6	2053,4	1827,3	1706,7	2290,9
1981	1130,8	1074,4	1785,9	1903,6	1510,5	1679,6	1167,8	1492,0	1383,6	1521,6	1148,5	887,0	1359,2	1151,2	1225,1	967,9	959,7	1056,6	1176,1	1617,8	1408,1	1025,3	1691,3
1982	1800,0	1936,7	2225,9	1989,0	1907,8	1946,6	1546,2	1774,5	1753,6	1836,0	1358,6	1486,1	1493,2	1408,6	1962,5	1476,7	1411,5	1412,3	1280,7	1679,0	1457,6	1451,5	1410,8
Altitude (m)	770	780	7	341	46	65	70	64	18	10	82	252	93	151	360	353	350	370	40	215	55	550	340

Cor	Min.	Max.	Dado anual considerado:
	741,4	935,3	Muito Seco
	935,4	1129,2	Seco
	1129,2	1323,1	Habitual
	1323,2	1517,0	Habitual
	1517,1	1710,3	Habitual

Cor	Min.	Max.	Dado anual considerado:
	1710,4	1904,2	Habitual
	1904,3	2098,1	Chuvoso
	2098,2	2292,0	Chuvoso
	2292,1	2485,9	Muito Chuvoso
	2486,0	2680,4	Extremamente Chuvoso