

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”

Campus Experimental de Ourinhos

**VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL NA
UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS
HÍDRICOS (UGRHI) DO MÉDIO PARANAPANEMA**

Mariana de Paula Costa Moraes

Orientador: Jonas Teixeira Nery

*Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
banca examinadora para obtenção do título de
Bacharel em Geografia pela UNESP – Campus
Experimental de Ourinhos.*

Ourinhos - SP
Junho/2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”

Campus Experimental de Ourinhos

**VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL NA
UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS
HÍDRICOS (UGRHI) DO MÉDIO PARANAPANEMA**

Mariana de Paula Costa Moraes

*Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
banca examinadora para obtenção do título de
Bacharel em Geografia pela UNESP – Campus
Experimental de Ourinhos.*

Ourinhos - SP
Junho/2012

Banca examinadora

Prof. Dr. Jonas Teixeira Nery (orientador)

Prof. Dr. Edson Luís Piroli

Prof^a. Dr^a. Ana Claudia Carfan

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos melhores pais do mundo, Lúcio e Marisa.

Ao meu irmão Danilo, aos meus avós Hugo, Neyde e Rita.

Também dedico ao meu orientador, Jonas Teixeira Nery.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que sem Ele não seria possível realizar este trabalho.

Agradeço à minha família, aos meus pais pelo apoio emocional e financeiro e por sempre estarem presentes e dispostos a me ajudar e ao meu irmão Danilo, meu eterno companheiro e melhor amigo. Sem eles, nada teria razão para ser realizado.

Ao Vô Hugo e a Vó Neyde, por tudo que fizeram por mim, mesmo estando longe e pelo apoio indispensável que me deram.

Ao meu orientador Jonas Teixeira Nery, que sem seu apoio, ajuda e amizade este trabalho não teria sido realizado.

Agradeço aos professores que gentilmente participaram da banca examinadora, Prof. Dra. Ana Claudia Carfan e Prof. Dr. Edson Luís Piroli.

Aos meus amigos de Ourinhos, que sempre me apoiaram e foram indispensáveis à minha vida universitária. E aos meus amigos de Jacaré, que são indispensáveis na minha vida.

Aos professores que passaram pela minha vida acadêmica.

Agradeço a Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo – FAPESP, pelos anos de bolsa de iniciação científica concedidos.

SUMÁRIO

1 – Introdução.....	11
2 – Objetivos.....	13
2.1–Objetivo Principal.....	13
2.2 – Objetivos específicos.....	13
3 – Fundamentação Teórica.....	13
3.1 – Caracterização da área de estudo.....	13
3.2 – Estatística descritiva.....	16
3.3 – Geoestatística.....	18
3.4 – Teste de hipóteses.....	19
3.5 – El Niño/ Oscilação Sul (ENOS).....	22
3.6 – Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).....	24
3.7 – Balanço Hídrico.....	26
3.8 – Índices utilizados: Índice de Anomalia de chuva (IAC) e Índice de Padronização de Precipitação Modificado (SPIM).....	27
4 – Procedimentos Metodológicos.....	29
5 – Resultados e discussão.....	35
6 – Considerações Finais.....	87
7 – Referências bibliográficas.....	88
ANEXOS.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – Localização da UGRHI-17.....	14
FIGURA 2 – Sub-unidades do Médio Paranapanema	15
FIGURA 3 – Caracterização do relevo do estado de São Paulo	16
FIGURA 4 – Exemplo de semivariograma para o modelo gaussiano	19
FIGURA 5 – Regiões críticas	21
FIGURA 6 – Esquema de balanço hídrico, com as entradas e saídas do sistema	27
FIGURA 7 – Localização da área de estudo	29
FIGURA 8 – Localização dos postos pluviométricos	30
FIGURA 9 – Localização das estações utilizadas dentro da bacia	31
FIGURA 10 – Localização das estações para o período de 32 anos	33
FIGURA 11 – Localização das estações para o período de 50 anos	33
FIGURA 12 – Distribuição espacial da média climatológica de dias de chuva do período	36
FIGURA 13 – Distribuição espacial da média climatológica dos dias de chuva para o período úmido	36
FIGURA 14 – Distribuição espacial da média climatológica dos dias de chuva para o período seco	36
FIGURA 15 – Distribuição espacial da média climatológica de precipitação anual	37
FIGURA 16 – Distribuição espacial da média climatológica de precipitação do período úmido.....	37
FIGURA 17 – Distribuição espacial da média climatológica de precipitação do período seco.....	37
FIGURA 18 – Gráfico da precipitação anual comparada com a média durante o período na Estação São Manuel (à direita) e Faz. S.J. Morro Vermelho (à esquerda)	38
FIGURA 19 – Distribuição espacial da precipitação anual – 1982	41
FIGURA 20 – Distribuição espacial da precipitação anual – 1983	41
FIGURA 21 – Distribuição espacial da precipitação anual – 1997	44
FIGURA 22 – Distribuição espacial da precipitação anual – 1998	44
FIGURA 23 – Distribuição espacial de precipitação anual – 1984	46
FIGURA 24 – Distribuição espacial de precipitação anual – 1985	47
FIGURA 25 – Distribuição espacial de precipitação anual – 1996	47

FIGURA 26 – Gráfico da precipitação anual comparada com a média durante o período na Estação São Manuel (à direita) e Faz. S.J. Morro Vermelho (à esquerda)	48
FIGURA 27 – Isolinhas da média climatológica de 32 anos. Modelo Power	48
FIGURA 28 – Isolinhas do desvio padrão de 32 anos. Modelo Gaussiano	49
FIGURA 29 – Isolinhas da média climatológica de 30 anos – 1954 a 1983. Modelo Gaussiano.....	49
FIGURA 30 – Isolinhas do desvio padrão de 30 anos – 1954 a 1983. Modelo Esférico	49
FIGURA 31 – Isolinhas da média climatológica de 30 anos. Modelo Power	50
FIGURA 32 – Isolinhas do desvio padrão de 30 anos. Modelo Gaussiano	50
FIGURA 33 – Anomalias do ano 1972. Modelo esférico	51
FIGURA 34 – Anomalias do ano 1976. Modelo gaussiano	51
FIGURA 35 – Anomalias do ano 1982. Modelo gaussiano	51
FIGURA 36 – Anomalias do ano 1983. Modelo gaussiano	51
FIGURA 37 – Anomalias do ano 1986. Modelo gaussiano	52
FIGURA 38 – Anomalias do ano de 1997. Modelo gaussiano	52
FIGURA 39 – Anomalias do ano 1979. Modelo gaussiano	53
FIGURA 40 – Anomalias do ano 1984. Modelo esférico	53
FIGURA 41 – Anomalias do ano 1985. Modelo gaussiano	53
FIGURA 42 – Anomalias do ano 1999. Modelo gaussiano	53
FIGURA 43 – Tempo de retorno para o período úmido de 32 anos	54
FIGURA 44 – Tempo de retorno para o período úmido de 50 anos	55
FIGURA 45 – Gráfico da distribuição de frequência para o período de 32 anos	56
FIGURA 46 – Gráfico da distribuição de frequência para o período de 50 anos	57
FIGURA 47 – Variabilidade da precipitação no período de 32 anos. (Estações Gleba Rio Claro e Ocaçu, respectivamente)	58
FIGURA 48 – Variabilidade da precipitação no período de 50 anos. (Estações Marília e Gália, respectivamente)	58
FIGURA 49 – Variabilidade da precipitação no período de 50 anos com média móvel. (Estações Marília e Gália, respectivamente)	59
FIGURA 50 – Gráfico de IAC para a estação Marília	59
FIGURA 51 – Gráfico de IAC para a estação Gália	60
FIGURA 52 – Isolinhas de IAC de 1972 – Modelo Exponencial	62
FIGURA 53 – Isolinhas de IAC de 1976 – Modelo Gaussiano	62

FIGURA 54– Isolinhas de IAC de 1982 – Modelo Gaussiano.....	62
FIGURA 55 – Isolinhas de IAC de 1983 – Modelo Gaussiano	63
FIGURA 56 – Isolinhas de IAC de 1989 – Modelo Exponencial	63
FIGURA 57 – Isolinhas de IAC de 1955 – Modelo Exponencial	63
FIGURA 58 – Isolinhas de IAC de 1963 – Modelo Exponencial	64
FIGURA 59 – Isolinhas de IAC de 1984 – Modelo Exponencial	64
FIGURA 60 – Isolinhas de IAC de 1985 – Modelo Power	64
FIGURA 61 – SPIM para a estação Marília	65
FIGURA 62 – SPIM para a estação Gália	65
FIGURA 63 – Mapa hipsométrico da UGRHI	66
FIGURA 64 – Área de vale destacada no mapa hipsométrico	67
FIGURA 65 – Gráfico de Balanço Hídrico para o ano de 2002 (à esquerda) e 2005 (à direita), respectivamente na cidade de Echaporã	68
FIGURA 66 – Gráfico de Balanço Hídrico para o ano de 2002 (à esquerda) e 2005 (à direita), respectivamente na cidade de Gália	69
FIGURA 67 – Mapas de água disponível no solo nos primeiros 20 dias de janeiro de 2005.....	70
FIGURA 68 – Gráfico de Balanço Hídrico para o ano de 2001 (à esquerda) e 2008 (à direita), respectivamente na cidade de Echaporã	71
FIGURA 69 – Gráfico de Balanço Hídrico para o ano de 2001 (à esquerda) e 2008 (à direita), respectivamente na cidade de Gália	71
FIGURA 70 – Mapas de água disponível no solo mês de julho de 2008	72
FIGURA 71 – Imagens de satélite da formação da ZCAS de 1994	74
FIGURA 72 – Imagens de satélite da formação da ZCAS de 1997	75
FIGURA 73 – Imagens de satélite do começo da dissipação das ZCAS de 1997	76
FIGURA 74 – Evolução e começo da dissipação da ZCAS no período de 26 a 29 de janeiro de 1997	77
FIGURA 75 – Imagens de satélite da ZCAS de 1999	78
FIGURA 76 – Imagens de satélite ZCAS de dezembro de 2001	79
FIGURA 76a – Imagens de satélite ZCAS de dezembro de 2001	80
FIGURA 77 – Imagens de satélite do começo da ZCAS (à esquerda) e de sua formação total (à direita)	81
FIGURA 78 – Distribuição para a estação São Manuel.....	84

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – Resumo dos tipos de erro	20
TABELA 2 – Anos de El Niño e suas intensidades	23
TABELA 3 – Anos de La Niña e suas intensidades	24
TABELA 4 – Períodos de ocorrência de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).....	25
TABELA 5 – Classificação do Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	28
TABELA 6 – SPIM e suas respectivas categorias de umidade	29
TABELA 7 – Localização, nome e municípios das estações utilizadas	30
TABELA 8 – Localização, nome e município das estações utilizadas	31
TABELA 9 – Estações que estão dentro da área da sub-bacias da UGRHI-17 para o período de 32 anos	32
TABELA 10 – Estações que estão dentro da área da sub-bacia da UGRHI-17 para o período de 50 anos.....	33
TABELA 11 – Caracterização da precipitação – 1982	39
TABELA 12 – Caracterização da precipitação – 1983	40
TABELA 13 – Caracterização da precipitação – 1997	42
TABELA 14 – Caracterização da precipitação – 1998	43
TABELA 15 – Caracterização da precipitação – 1984	45
TABELA 16 – Caracterização da precipitação – 1985	46
TABELA 17 – Classificação do IAC dos anos da estação Marília	61
TABELA 18 – Classificação do IAC dos anos da estação Gália	61
TABELA 19 – Total de precipitação das estações escolhidas para o período de 50 anos	67
TABELA 20 – Análise da precipitação de dezembro de 1994	74
TABELA 21 – Análise da precipitação do mês de janeiro de 1997	77
TABELA 22 – Análise da precipitação mês de janeiro de 2001	79
TABELA 23 – Análise da precipitação do mês de fevereiro de 2002	81
TABELA 24 – Dados sobre o mês de janeiro/ 1997-1998	82
TABELA 25 – Dados sobre o mês de janeiro/ 1999-2000	83
TABELA 26 – Resultado do teste de hipótese para todas as estações	86

RESUMO

A Geografia como ciência da Terra e social, tem como principal objetivo relacionar as problemáticas ambientais com a sociedade e as consequências desta relação. A Climatologia como ciência que estuda a atmosfera e sua relação com a superfície terrestre vem ao encontro da proposta geográfica. Estudos que envolvam a atmosfera e a superfície terrestre são de extrema importância para a sociedade uma vez que muitos dos fenômenos que ocorrem fogem das ações humanas. O estudo realizado na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Médio Paranapanema (UGRHI-17) mostra que a relação ambiente e sociedade deve ser analisada, facilitando e ajudando em muitos ramos da política pública. As UGRHI podem ser formadas por uma única bacia hidrográfica ou por um conjunto delas.. A unidade estudada se localiza na porção centro-oeste do Estado de São Paulo, possuindo uma área de 16.763 Km². Os principais objetivos deste trabalho são estudar a variabilidade pluviométrica da bacia relacionando-a com eventos externos e buscando através de índices e da estatística descritiva mostrar essa variabilidade. Observou-se durante todo o estudo realizado que existe uma variabilidade marcada na região de estudo, influenciada principalmente por alguns eventos como El Niño, La Niña e ZCAS.

Palavras-chave: UGRHI-17, variabilidade pluvial, eventos externos

ABSTRACT

Geography as an earth science and social, has as main objective to relate the environmental problems with society and the consequences of this relationship. The climatology as a science that studies the atmosphere and its relationship with the earth's surface comes with the proposal geographical. Studies involving the atmosphere and surface are of extreme importance to society, since many of the phenomena that occur are beyond human actions. The study was carried out at the Water Resources Management in the Middle Paranapanema (UGRHI-17) shows that the relationship between environment and society must be analyzed, facilitating and helping in many branches of public policy. The UGRHI may be formed by a single basin or a set of them. The unit studied is located in the central-western state of São Paulo, having an area of 4236.18 square kilometers. The major objectives are to study the variability of rainfall in the basin linking it to external events and searching through indexes and descriptive statistics show this variability. It was observed throughout the study that there is a marked variability in the study area, mainly influenced by certain events like El Niño, La Niña and SACZ.

Keywords: UGRHI-17, rainfall variability, external events

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Uma bacia hidrográfica é comumente utilizada como referencial geográfico para o planejamento ou manejo dos recursos naturais. No estado de São Paulo foram criadas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos, com o propósito de gerenciar melhor os recursos hídricos das bacias constituintes desse estado.

Quando se realiza um estudo sobre variabilidade climática numa bacia ou em qualquer área, um dos parâmetros meteorológicos mais importante é a precipitação e os danos que ela pode causar, quando ocorre em excesso ou quando ocorre déficit hídrico nessa área de estudo

A chuva é o elemento climático mais ligado à produção agrícola, além de ser um dos principais parâmetros para a caracterização do clima de uma região. A precipitação interfere nas alternâncias dos rendimentos das culturas e na construção civil, na rede de drenagem de uma cidade, na vida da sociedade (inundações e enchentes), por exemplo.

“Sendo a chuva um processo aleatório, onde a quantidade, distribuição e formas de ocorrência podem variar amplamente, torna-se importante e necessário o estudo de um tempo mínimo de dados de precipitação pluvial que venha refletir o comportamento de uma região.”(CASTRO, 1994 *apud* PARIZOTTO,2008)

Andrade (2011), afirma que o conhecimento sobre o regime pluviométrico é muito importante para o desenvolvimento socioeconômico de uma região ou de uma bacia hidrográfica, logo um estudo aprofundado que mostre dados diários, mensais, área de ocorrência e de irregularidades são vitais para um bom planejamento hídrico.

Um estudo de variabilidade torna-se importante nas regiões onde a agricultura é uma das bases econômicas. A UGRHI-17 é uma dessas regiões.

“A avaliação da precipitação pluvial é muito importante em diversos contextos, tais como, produção da cultura, manejo dos recursos hídricos, avaliação ambiental, erosão hídrica, etc. A obtenção da correta distribuição espacial para precipitação é relevante no planejamento agrícola, no que diz respeito à instalação de culturas.” (VIEIRA E CARVALHO, 2001, *apud* SILVA, *et.al.*, 2011)

A região de estudo, faz parte da política de gerenciamento de recursos hídricos do estado de São Paulo, que busca uma perspectiva mais integrada, participativa e descentralizada dos recursos hídricos.

Um estudo de variabilidade pluvial engloba diversos fatores importantes para o estudo. O evento ENOS é um dos maiores responsáveis pelas alterações no regime de chuva de uma região, aumentando ou diminuindo sua quantidade. A Zona de Convergência do Atlântico Sul também deve ser considerada em estudos de variabilidade, pois costuma aumentar o volume

de chuva quando localizada sobre a região Sudeste e conseqüentemente sobre a região de estudo.

A região Sudeste, onde fica localizado o Estado de São Paulo, está posicionada latitudinalmente, sendo portanto uma área de transição entre os climas quente de latitudes baixas e temperado de latitudes médias. A distribuição de chuvas na região se dá basicamente das seguintes formas: verões chuvosos e invernos secos, com chuva média anual acumulada variando entre 1500 a 2000 mm, (ALVES, *et al.*, 2002). Os meses mais chuvosos são janeiro, fevereiro e dezembro, já os mais secos são junho, julho e agosto, com uma chuva média anual de 30 mm. Nery e Vargas (1996) *apud* Sansigolo e Nery (1998), observaram que as precipitações no Estado de São Paulo são influenciadas por dois sistemas: os convectivos no período úmido e os frontais no período seco. O primeiro sistema é caracterizado pela ascensão de ar devido à diferença de temperatura entre a atmosfera e ambiente, são independentes de frentes, causam precipitações fortes com trovoadas porém curtas, e o segundo ocorre ao longo de uma linha de instabilidade, que separa duas massas de ar de características diferentes. No período de verão, é importante destacar a Zona de Convergência do Atlântico Sul que afeta diretamente as precipitações na região, aumentando consideravelmente suas ocorrências.

Sabe-se que as dinâmicas atmosféricas interferem de forma direta na superfície da Terra, conseqüentemente na vida humana. É necessário entender, estudar e analisar os eventos que ocorrem em uma determinada região, para alertar a sociedade sobre a possibilidade de ocorrência desses eventos desastrosos (chuvas intensas, vendavais e tornados, por exemplo).

Os estudos sobre a variabilidade de precipitação em bacias é uma forma de estudar e analisar os eventos que ocorrem em uma bacia e acabam influenciando de forma direta os moradores locais. Estudos como este, podem servir de suporte em vários casos, como na agricultura.

Os fenômenos estudados, como o El Niño (fase quente do oceano Pacífico equatorial) e La Niña (fase fria do oceano Pacífico equatorial) ocorrem periodicamente e estudos que analisam suas influências sobre a região, como chuvas intensas em janeiro, fevereiro e dezembro e seca em junho, julho e agosto, podem servir de apoio para os agricultores locais, pois afetam o cultivo desde o plantio até a colheita. É importante que os produtores acompanhem e analisem os impactos destes fenômenos, observando também o impacto que os ENOS tiveram sobre seus produtos no mercado em acontecimentos passados.

Dessa forma, este estudo é importante para compreender a variabilidade da chuva na Unidade do Médio Paranapanema.

2. OBJETIVOS

2.1 - Objetivo principal

O principal objetivo é analisar a variabilidade da precipitação na UGRHI-17 através da influência de eventos extremos, tais como El Niño e La Niña, que afetam de maneira direta a precipitação na bacia.

2.2 - Objetivos específicos

- Estudar a precipitação pluvial diária e estudar as variabilidades mensais para algumas séries pluviométricas escolhidas com base nas áreas homogêneas.
- Avaliar o número de dias com precipitação pluvial acima de 0.5 mm.
- Fazer diferentes análises estatísticas, para distintos postos pluviométricos selecionados na bacia.
- Analisar a variação mensal para alguns postos pluviométricos, tendo por base as áreas homogêneas obtidas na bacia.
- Analisar eventos extremos em séries anuais
- Analisar a influencia da ZCAS no regime de precipitação da área.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1- Caracterização da área de estudo.

Esta pesquisa tem como área de estudo a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Médio Paranapanema (UGRHI-17). As Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos são unidades territoriais criadas com o intuito de permitir a gestão descentralizadora dos recursos hídricos. Ao total são 22 unidades que têm como base uma bacia hidrográfica e a divisão territorial foi feita através de características geológicas, hidrológicas, hidrogeológicas parecidas, além dos aspectos socioeconômicos e políticos regionais.

“Na Constituição do Estado de São Paulo a temática dos recursos hídricos conduz para a gestão descentralizada, participativa e integrada em relação às peculiaridades das bacias hidrográficas.

A partir da Lei Estadual 7663, promulgada em 1991, instituiu a Política de Recursos Hídricos. A Lei Estadual 9.034, do ano de 1994, aprovou o Plano Estadual de Recursos Hídricos e propôs a divisão do Estado de São Paulo em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI. Atualmente o Estado conta com 21 Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) legalmente constituídos” (AZEVEDO, *et al.*, p.02, 2007)

O principal objetivo da gestão descentralizada é auxiliar o planejamento e a utilização integrada dos recursos hídricos, procurando solucionar problemas de escassez de água em algumas regiões do estado.



Figura 1 – Localização da UGRHI-17.

fonte: <http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/cobranca/referencia.html>

A área de estudo localiza-se na porção centro-oeste do Estado de São Paulo e é definida pelas bacias hidrográficas de vários afluentes do rio Paranapanema, como o Rio Pardo. Possui uma área de 16.763 Km², sendo seus limites fisiográficos o Estado do Paraná e UGRHI-14 (Alto Paranapanema) ao sul; UGRHI-22 (Pontal do Paranapanema) a oeste; UGRHI-21 (Aguapeí), UGRHI-20 (Peixe), UGRHI-16 (Tietê - Batalha), UGRHI-13 (Tietê - Jacaré) a norte e UGRHI-10 (Tietê-Sorocaba) a leste.

A UGRHI-17 pertence à bacia hidrográfica do Rio Paraná e é uma região que de acordo com Strahler, está dentro das áreas que são controladas pelas massas de ar tropical e polar em intensa interação, estando portanto, enquadrada no Subtropical úmido.

A UGRHI-17 está dividida em algumas unidades hidrográficas fundamentadas na classificação de Strahler, em que as bacias que possuem drenagens de até terceira ordem são as principais e as demais são chamadas de tributárias. As principais bacias são: Pardo, Turvo,

Novo, Pari e Capivara, além das duas tributárias existentes. A Bacia do rio Pardo é a principal desta UGRHI.

A Figura 2, segue a digitalização da área com as respectivas sub-bacias:

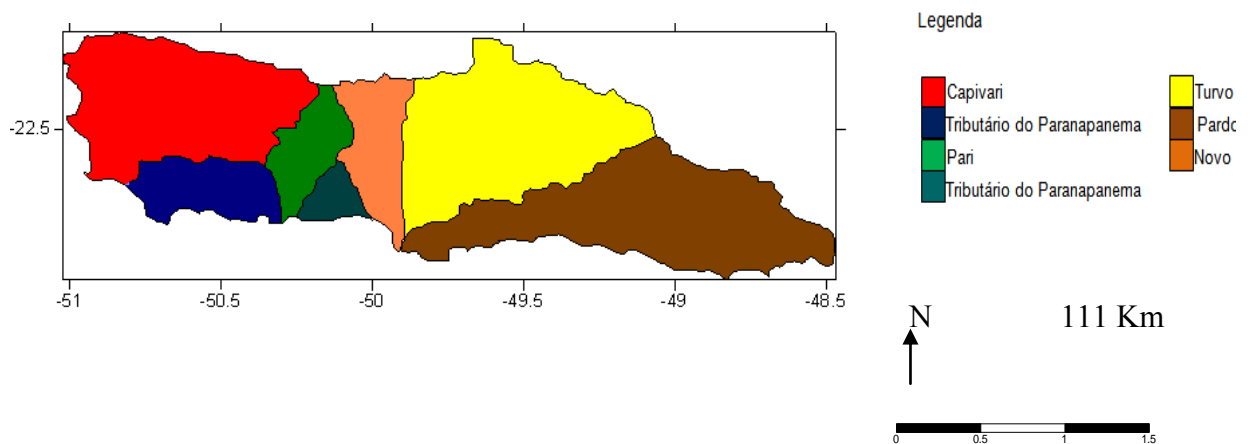


Figura 2 - Sub - unidades do Médio Paranapanema.

A região se apresenta inteiramente no Planalto Ocidental Paulista, um dos planaltos característicos da Bacia Sedimentar do Paraná. Este planalto ocupa praticamente a metade do estado e é caracterizado por apresentar altitudes entre 300 e 100 metros. De acordo com Ross (2005) os planaltos “(...) *assumem caráter de formas residuais, pois são circundadas por extensas áreas de depressões; por conseguinte, põem em evidência os relevos mais altos que ofereceram maior dificuldade ao desgaste erosivo (...).*” (p.52). ROSS (2005) , ainda afirma que os planaltos em bacias sedimentares geralmente são circundados por depressões periféricas que quando se encontram formam os relevos escarpados caracterizados por frentes de *cuestas*.

A Figura 3, mostra a digitalização da caracterização do relevo do Estado de São Paulo, destacando a área de estudo.

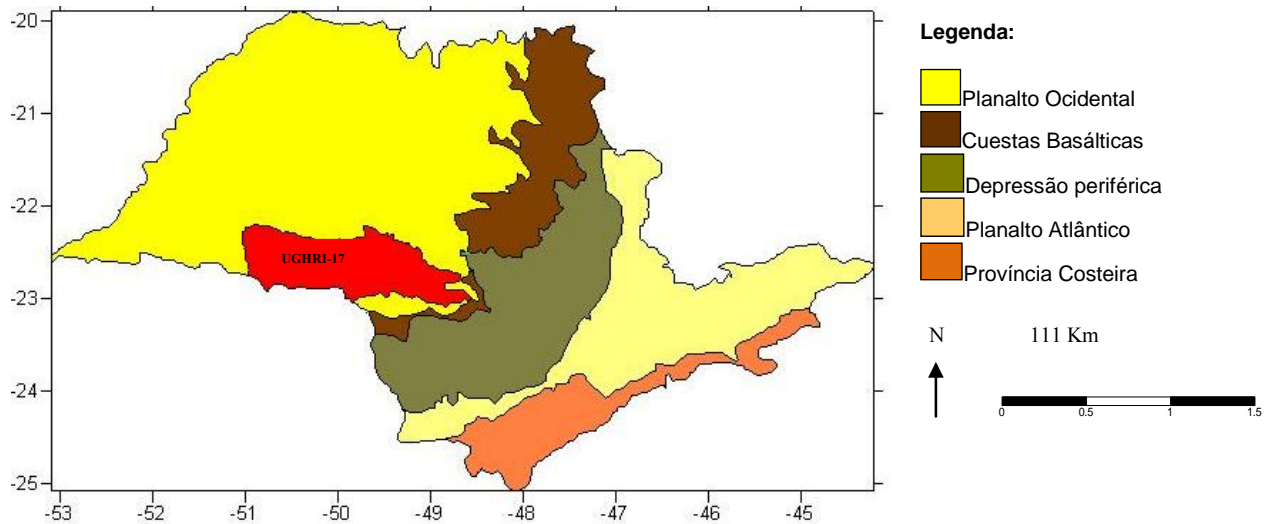


Figura 3 - Caracterização do relevo do estado de São Paulo.

De acordo com Ayoade (2007), o grau de influência das montanhas sobre a precipitação pluvial depende de dois fatores: tamanho e alinhamento dos ventos portadores de chuvas. Também depende da estabilidade da atmosfera e da umidade da massa de ar. Quando a atmosfera é instável, a orografia tem a tendência de aumentar a quantidade de precipitação e também distribuí-la para uma área maior.

3.2 – Estatística Descritiva

A análise estatística dos dados se iniciou com a realização da medida de posição através da média aritmética da precipitação do período. As medidas de posição em um conjunto de dados são valores calculados afim de descrevê-los. A média é importante em estudos com séries pluviométricas, pois permite inferências de variabilidade com base num longo período.

“A média aritmética resume o conjunto de dados em termos de posição central ou valor típico, mas, em geral, não fornece informação sobre outros aspectos da distribuição”, Barbetta (2008). Esta média é aqui chamada de média climatológica. A média aritmética é dada pela seguinte fórmula:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Logo após a realização das medidas de posição, começou-se a trabalhar com as medidas de dispersão ou variabilidade. Estas medidas, como o desvio padrão e o coeficiente de variação, fornecem informações que complementam a informação da média aritmética. Estas medidas avaliam a dispersão do conjunto de valores analisados, ou seja, é a maior ou menor diversificação dos valores em torno da média, que é o ponto tomado para comparação.

De acordo com Barbetta (2008), “o desvio padrão fornece informação sobre a dispersão (variância ou heterogeneidade) dos valores”. Logo, ao se comparar os desvios padrões de uma base de dados pode-se observar quais dados se distribuem de maneira mais dispersa em relação à média. O desvio padrão é dado pela fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

A frequência acumulada é retirada da distribuição de frequências. Este método estatístico é utilizado para facilitar a análise de dados, uma vez que organizados a identificação de suas características mais importantes fica mais fácil. Esta organização consiste em distribuir os dados em tabelas de frequência com o mesmo intervalo de tempo (mesma amplitude) para todas as estações estudadas e assim poder observar quantos eventos ocorreram em determinado intervalo. Uma vez obtida a distribuição de frequência pode-se determinar a frequência relativa de cada classe e a frequência acumulada. A frequência relativa é a divisão do número de observações da classe pelo número total das observações e multiplica-se por cem. A frequência acumulada é a soma das frequências relativas até uma determinada classe.

Entretanto, para a realização do cálculo de tempo de retorno a frequência acumulada é encontrada na equação de Kimball:

$$F = \frac{m}{n+1}$$

em que: F é a frequência acumulada; m é o valor da colocação do evento e n é o número total de dados

3.3 - Geoestatística

A interpolação de dados é muito importante para a análise espacial mais completa através das isolinhas. A Krigagem foi o tipo de interpolação aqui usada. De acordo com Zimback (2003) o termo Krigagem foi usado pela primeira vez por Matheron em 1965, em homenagem a Daniel G. Krige (que primeiro formulou essa forma de interpolação). A Krigagem pode fornecer a estimativa para um local específico.

A Geoestatística foi um recurso utilizado através do *software Variowin*. De acordo com Landim *apud* Herrmann *et al.*, (2009), a geoestatística se diferencia da estatística clássica por tratar de variáveis regionalizadas, isto é, variáveis que não são totalmente aleatórias, mas também não são totalmente determinadas, sendo que a variável é um representante do espaço geográfico. Observa-se que a estatística clássica não torna possível o teste de independência entre as amostras, “já as técnicas geoestatísticas levam em consideração a distribuição espacial das medidas o que permite definir o raio de correlação espacial entre as amostras”, (FREITAS, 2000).

De acordo com Landim (2003), essa correlação espacial entre as amostras tem base na teoria das variáveis regionalizadas de Matheron, pois quando se tratam de variáveis cujos valores amostrados estão relacionados com a posição espacial que ocupam, a continuidade espacial é um fator importante, ou seja, cada valor tem forte interferência dos valores de sua vizinhança: existe uma relação que depende da distância, em que dados mais dispersos apresentam menor dependência.

De acordo com Freitas, (2000), existem duas principais funções utilizadas na teoria das variáveis regionalizadas para se determinar a dependência espacial ou temporal das variáveis e elas são autocorrelação e semivariância. Nesta pesquisa foi utilizada a semivariância, através do semivariograma.

O semivariograma é utilizado quando a interpolação entre os locais onde foram medidos as amostras for necessário para a construção de isolinhas, logo é necessário utilizar uma ferramenta mais adequada para medir a dependência espacial. O semivariograma é definido por:

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2$$

em que: $N(h)$ é o número de pares de valores medidos $z(x_i) - z(x_i + h)$ separados por um vetor h .

O semivariograma com características perto do ideal tem as seguintes características: quando as diferenças $z(x_i) - z(x_i + h)$ decrescem, h (distância entre eles) cresce. Logo, é de se esperar que $\gamma(h)$ aumente com a distância h . Os termos utilizados para a elaboração do semivariograma são: *nugget effect*, *sill* e *range*. Na prática, quando a medida h tende para zero, h se aproxima de um valor positivo chamado “*nugget effect*”. À medida que h aumenta $\gamma(h)$ também aumenta até um valor máximo de estabilização, o chamado “*sill*”. Já a distância em que $\gamma(h)$ atinge o patamar é chamada de “*range*”, sendo esta a distância limitada da dependência espacial, (FREITAS, 2000).

É importante ressaltar que o ajuste do semivariograma é manual, e todos os cálculos geoestatísticos dependem do valor do modelo do semivariograma, se o modelo ajustado estiver errado todos os cálculos também estarão. Existem os seguintes modelos: Modelo Gaussiano, Modelo Esférico, Modelo Exponencial e Modelo Power. FREITAS (2000), afirma que todos os cálculos da geoestatística dependem do valor do modelo do semivariograma.

A Figura 4, mostra um exemplo de um semivariograma elaborado pelo programa *Variowin*.

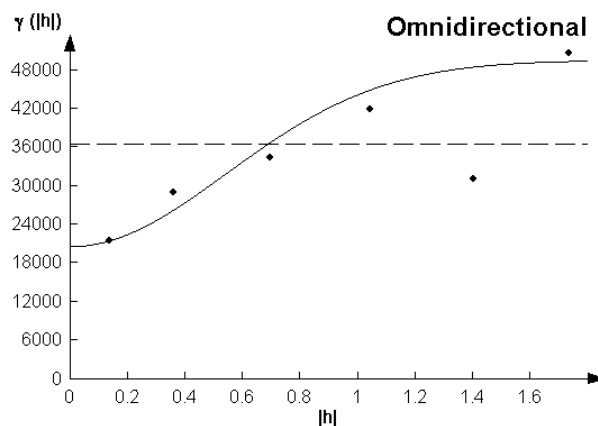


Figura 4 – Exemplo de semivariograma para o modelo gaussiano.

3.4 – Teste de hipóteses

Os testes estatísticos de hipóteses são usados quando o pesquisador tem alguma ideia sobre o comportamento de alguma variável ou de uma possível associação de variáveis. Logo, se testa a veracidade de suas ideias sobre a amostra em estudo, (BARBETTA, 2008).

Dado o problema, cabe ao pesquisador escolher a hipótese de trabalho ou hipótese nula, que é basicamente a negação daquilo que o pesquisador deseja provar (H_0). Quando o

teste realizado mostrar evidências que a hipótese nula é falsa, aceita-se em seu lugar a hipótese alternativa (H_1). Essa hipótese é geralmente aquilo que o pesquisador quer provar. É comum H_0 ser representada em termos de igualdade de parâmetros, enquanto H_1 em forma de desigualdade (maior, menor ou diferente), (BARBETTA, 2008).

Andriotti (2003), afirma que podem ocorrer dois tipos de erro num teste, referidos como tipo I e II. Ocorre um erro tipo I quando se rejeita a hipótese nula, sendo ela verdadeira: chama-se de nível de significância e anota-se por α , e ocorre o erro tipo II (β) quando aceita-se a hipótese nula sendo ela falsa. A maior parte dos testes são planejados para cometer o erro tipo I, que é o erro chamado de nível de significância do teste. Barbetta (2008), afirma que é comum adotar o nível de significância de 5%, ou seja, $\alpha=0,05$:

Tabela 1 – Resumo dos Tipos de erro.

	H_0 verdadeira	H_1 falsa
Aceitar H_0	decisão correta	erro do Tipo II (β)
Rejeitar H_0	erro do Tipo I (α)	decisão correta

Fonte: Andriotti (2003)

Os testes de hipótese podem ser bilaterais ou unilaterais. A diferença entre eles é basicamente, que quando se testam dois extremos da distribuição, os testes são bilaterais, quando houver interesse em apenas um lado, usam-se os testes unilaterais. Nos unilaterais, a região crítica está em um só lado da distribuição e sua área tem o valor do nível de significância, já nos bilaterais, tem-se metade da área em casa cauda da distribuição. No teste unilateral, testa-se se a média amostral é maior ou menor, já no teste bilateral, testa-se apenas se uma valor é diferente do outro, (ANDRIOTTI, 2003).

As fórmulas utilizadas para a comparação das médias climatológicas de cada período, são:

$$t_c = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right) \cdot \hat{\sigma}^2}}$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

em que:

$t_c = t_{cal}$

x_1 ou x_2 = médias encontradas

n_1 ou n_2 = número de observações da amostra

σ = desvio padrão encontrado para as duas amostras

S_1 ou S_2 = desvio padrão da M_1 e M_2 , respectivamente.

Para o cálculo de t_{tab} , usa-se:

$$\alpha/2 = 0,05/2 = 0,025$$

$$gl = n_1 + n_2 - 2$$

Encontrados os dois valores, tanto de α quanto de gl , procura-se o valor correspondente na tabela t de *Student*.

Como o teste de hipótese realizado na pesquisa, foi feito para uma amostra de 30 observações, a distribuição mais correta a ser usada é a distribuição t. Essa distribuição tem uma área maior nas caudas, resultando que a um certo nível de significância o valor t será um pouco superior ao valor respectivo de z (outro tipo de distribuição que também pode ser usada, a distribuição z).

Foram consideradas as seguintes hipóteses para o teste $H_0 \rightarrow M_1 = M_2$ e $H_1 \rightarrow M_1 \neq M_2$. Como as hipóteses são sobre a diferença das médias das amostras, considera-se o teste como bilateral. Utilizou-se o nível de significância de 5%, ou seja, o $\alpha = 0,05$.

A Figura 5 mostra a região crítica no gráfico de distribuição, ou seja, a região de aceitação ou rejeição de H_0 :

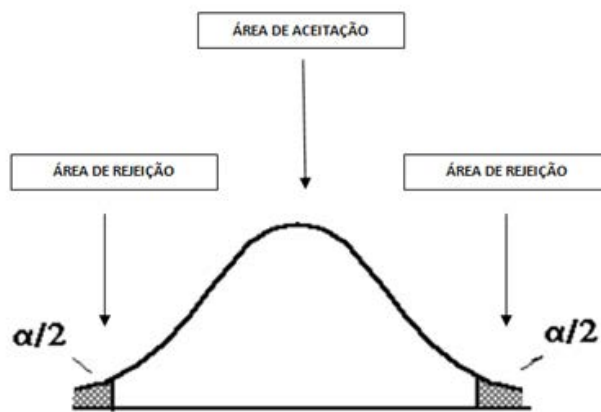


Figura 5 – Regiões críticas.

Se os valores calculados forem maiores do que os tabelados, rejeita-se H_0 , caso contrário, aceita-se H_0 , ou seja, se t_{cal} for menor que t_{tab} , aceita-se H_0 , pois seu valor está na área de aceitação. Para calcular o t_{tab} , foi utilizada a tabela da distribuição t de *Student*. (ANEXO 1)

3.5 – El Niño/ Oscilação Sul (ENOS)

De acordo com Vianello e Alves (2006), a região Sudeste, onde está localizada a UGRHI-17, é a região brasileira com maiores contrastes climáticos, em razão da diversidade de fatores que atuam como maritimidade, contrastando com a continentalidade, montanhas elevadas, depressões, entre outros. Os sistemas frontais predominam no inverno, com poucas chuvas. No verão, as temperaturas elevadas e as chuvas frequentes associam-se principalmente ao aquecimento superficial e as linhas de instabilidade. É uma região que está sob a ação de sistemas atmosféricos de grande escala: Anticiclone do Atlântico Sul, Baixa do Chaco, Alta da Bolívia, Alta Polar, Corrente de Jato.

De acordo com Sansigolo *et al.*, (2004), em vários estudos de variabilidade de precipitação, a associação entre o oceano e a atmosfera tem sido cada vez mais estudada, considerando-se as correlações entre parâmetros como pressão, ventos e principalmente a temperatura da superfície do mar (TSM). Estes estudos têm mostrado que os padrões de TSM sobre os Oceanos Pacífico e Atlântico podem ser importantes para definir a precipitação regional na América do Sul e conseqüentemente nas regiões mais afetadas do Brasil: norte, sul e sudeste. Esta relação ocorre no contexto do fenômeno El Niño - Oscilação Sul, que ocorre no Pacífico. Observa-se que as anomalias de TSM associadas a eventos de El Niño, induzem a intensificação da corrente de jato no hemisfério, apresentando grande influência sobre os padrões mensais e sazonais de temperatura e precipitação em várias regiões.

O fenômeno El Niño é um evento que ocorre na primavera e verão no Brasil e interfere nas características da circulação de grande escala atmosférica. Não se sabe as reais causas do fenômeno, entretanto aparentemente a diferença de pressão ao nível do mar entre o Tahiti e Darwin, no Oceano Pacífico Tropical, está relacionado com o aquecimento anômalo de águas frequentemente frias do lado leste do oceano. É este aquecimento que provoca mudanças na circulação atmosférica e conseqüentemente nas condições climáticas de várias regiões no globo, inclusive no Brasil. Logo, El Niño:

“é caracterizado pelo aquecimento anômalo das águas superficiais do Pacífico Equatorial Oriental e Central. O aquecimento e o subseqüente resfriamento num episódio típico de El Niño dura de 12 a 18 meses, tendo início no começo do primeiro ano, atingindo sua máxima intensidade durante Dezembro - Janeiro e terminando na metade do segundo ano. Em seu estágio maduro, as águas quentes ocupam uma região estreita e comprida próxima do equador que se estende desde a costa do Peru até por volta de 180° (linha de data) com anomalias de temperatura de 3° a 5°C próximo a costa da América do Sul.” (OLIVEIRA E SATYAMURTY, s/d)

A tabela 2 mostra a intensidade dos episódios de El Niños:

Tabela 2 – Anos de El Niño e suas intensidades.

1877 - 1878	1888 - 1889
1896 - 1897	1899
1902 - 1903	1905 - 1906
1911 - 1912	1913 - 1914
1918 - 1919	1923
1925 - 1926	1932
1939 - 1941	1946 - 1947
1951	1953
1957 - 1959	1963
1965 - 1966	1968 - 1970
1972 - 1973	1976 - 1977
1977 - 1978	1979 - 1980
1982 - 1983	1986 - 1988
1990 - 1993	1994 - 1995
1997 - 1998	2002 - 2003
2004 - 2005	2006 - 2007
2009 - 2010	-

Legenda: Forte Moderada Fraco

Fonte: CPTEC/INPE, 2011

Vários eventos de El Niño já ocorreram, mas apenas alguns foram considerados fortes devido à sua intensidade. Os dois principais eventos de El Niño do século aconteceram em 1982/83 e 1997/98. A duração em 1982/83 foi maior que em 1997/98, o fim do primeiro evento foi em junho de 1983 e do segundo em maio de 1998. (DESSAY, *et al.*, 2002)

O início do El Niño de 1982/83 foi em maio de 1982 e o aquecimento rápido das águas do Pacífico causaram grande impacto nas paisagens naturais de alguns lugares: a vida marinha foi profundamente afetada, pássaros deixaram seu habitat, no Equador e no norte Peru, as precipitações costumam ser baixas não passam de 5 mm ao mês, com a presença do fenômeno choveu mais de 300 mm em menos de 6 meses. Em contrapartida ocorreu a seca em várias regiões, como no Nordeste brasileiro.

Nos anos de 1997 e 1998 o El Niño teve um desenvolvimento muito rápido desde abril de 97. O Sudeste do Brasil apresentou um inverno ameno e um verão rigoroso. Percebeu-se um aumento na precipitação na região Sul e nas temperaturas da região Sudeste.

De acordo com Marengo e Sampaio (s/d), a La Niña ou a fase fria do Oceano Pacífico, é o resfriamento anômalo das águas superficiais do Pacífico Equatorial Central e Oriental. “*As águas mais frias estendem-se por uma estreita faixa, com largura de cerca de 10 graus de latitude ao longo do equador, desde a costa Peruana, até aproximadamente 180 graus de longitude no Pacífico Central*”, (MARENGO E SAMPAIO, s/d). Nos episódios de La Niña, os ventos alísios ficam mais intensos se comparados à média climatológica. O índice de

Oscilação Sul, apresenta valores positivos, que indicam a intensificação de pressão no Pacífico Central e Oriental em relação ao Pacífico Ocidental.

De acordo com o CPTEC (1998) *apud* Marengo e Sampaio (s/d), os principais efeitos dos episódios de La Niña no Brasil são:

- passagem de rápidas frentes frias pela Região Sul, com tendência a diminuir as precipitações nos meses de setembro a fevereiro;
- temperaturas próximas da média climatológica ou um pouco abaixo da média na Região Sudeste, durante o inverno;
- chegada de frentes frias até o Nordeste;
- tendência de chuvas abundantes no norte e leste da Amazônia;
- se a La Niña ocorrer simultaneamente com as condições atmosféricas e oceânicas favoráveis (TSM acima da média no Atlântico Sul e abaixo no Atlântico Norte) sobre o Oceano Atlântico, podem ocorrer chuvas acima da média na região semi-árida do Nordeste.

A tabela 3, mostra a intensidade dos episódios de La Niñas:

Tabela 3 – Anos de La Niña e suas intensidades.

1886	1903 - 1904
1906 - 1908	1909 - 1910
1916 - 1918	1924 - 1925
1928 - 1929	1938 - 1939
1949 - 1951	1954 - 1956
1964 - 1965	1970 - 1971
1973 - 1976	1983 - 1984
1984 - 1985	1988 - 1989
1995 - 1996	1998 - 2001
2007 - 2008	-

Legenda: Forte Moderada Fraco

Fonte: CPTEC/INPE, 2011

3.6 – Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)

Para se compreender melhor a ação da ZCAS no Estado de São Paulo, conseqüentemente na UGRHI-17, é necessário entender a dinâmica atmosférica atuante sob o sudeste. Alves e Marengo (2002), afirmam que devido ao seu posicionamento latitudinal, o sudeste é uma região de transição entre os climas quentes das latitudes baixas e os climas temperados das latitudes médias. Os meses mais chuvosos são janeiro, fevereiro e dezembro, já os mais secos são junho, julho e agosto, com uma chuva média anual de 30 mm.

Ferreira, *et al.*, (2004), afirmam que se pode entender ZCAS como um fenômeno típico do verão na América do Sul, caracterizado por uma persistente faixa de nebulosidade orientada no sentido nordeste-sudeste. Sua presença acarreta altos índices pluviométricos nas regiões afetadas.

A origem e os mecanismos de manutenção deste fenômeno ainda não são bem definidos. Entretanto, Quadro (1994), afirma que muitos estudiosos associam a convecção tropical existente na Amazônia com a formação da banda de nebulosidade. O mesmo autor também afirma que a presença de sistemas atmosféricos como a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e a Alta da Bolívia, juntamente com a Cordilheira dos Andes interferem no posicionamento e na manifestação da ZCAS na América do Sul.

Este fenômeno tem duração de pelo menos 4 dias e ocorre nos meses de verão no hemisfério sul. Quadro (1994), registrou que no período de verão ocorrem em média três episódios de ZCAS (um por mês). Em seu estudo, Quadro usou o período de 1980 a 1989 e concluiu que o fenômeno pode ser uma resposta atmosférica devido à associação de vários sistemas e os alguns mais comumente encontrados em seu estudo foram: vórtices ciclônicos, em altos níveis encontrados sobre o NE brasileiro e sobre o oceano Atlântico Tropical e a penetração de sistemas frontais vindos do sul da América do sul.

A tabela 4, mostra os episódios de ZCAS:

Tabela 4 - Períodos de ocorrência de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

Anos	Mês	Período (dias)
1980	janeiro	de 25/01 a 01/02/80
1983	fevereiro	de 11/02 a 18/02/83
1986	fevereiro	de 07/02 a 14/02/86
1986	dezembro	de 05/12 a 12/12/86
1987	fevereiro	de 06/02 a 13/02/87
1988	fevereiro	de 05/02 a 12/02/88
1989	janeiro	de 06/01 a 13/01/89
1990	janeiro	de 05/01 a 12/01/90
1991	março	de 29/03 a 06/04/91
1991	novembro	de 15/11 a 22/11/91
1992	dezembro	de 27/11 a 04/12/92
1993	dezembro	de 17/12 a 24/12/93
1994	janeiro	de 21/01 a 28/01/94
1994	dezembro	de 23/12 a 30/12/94
1995	outubro	de 20/10 a 27/10/95
1996	fevereiro	de 09/02 a 16/02/96
1997	janeiro	de 24/01 a 31/01/97
1998	fevereiro	de 13/02 a 20/02/98
1999	janeiro	de 08/01 a 15/01/99
2000	fevereiro	de 04/02 a 11/02/00
2001	dezembro	de 14/12 a 21/12/01
2002	fevereiro	de 15/02 a 22/02/02
2003	janeiro	de 10/01 a 17/01/02
2004	fevereiro	de 20/02 a 27/02/04

Fonte: Malvestio (2008)

3.7– Balanço Hídrico

A metodologia do balanço hídrico foi desenvolvida por Thornthwaite & Mather (1955) *apud* Sentelhas, *et al.*, (s/d). É uma estimativa agrometeorológica muito prática e útil para caracterizar a umidade na área de estudo. Através dessa planilha é possível quantificar as necessidades de irrigação, (CAMARGO e CAMARGO, 1993). De acordo com Reichardt (1990) *apud* Santos, *et al.*, (2010), o balanço hídrico determina a contabilização de água de uma determinada camada do solo, podendo assim definir os períodos secos (deficiência hídrica) e os úmidos (excedente hídrico) de um determinado local, ou seja, contabiliza o armazenamento de água no solo.

De acordo com Sentelhas (s/d), o balanço hídrico climatológico é geralmente apresentado na escala mensal e para um ano médio. Contudo, quando empregado de maneira sequencial, possibilita quantificar as necessidades de irrigação em uma cultura e relacionar o rendimento das culturas com o déficit hídrico. Também permite acompanhar a disponibilidade de água no solo, no momento de seu cálculo, podendo ser a escala de tempo compatível com as tomadas de decisões, ou seja, diária, semanal, decenal ou mensal. Para a unidade do Médio Paranapanema, torna-se uma ferramenta muito útil, uma vez que a região apresenta em quase sua totalidade, a cultura de cana de açúcar.

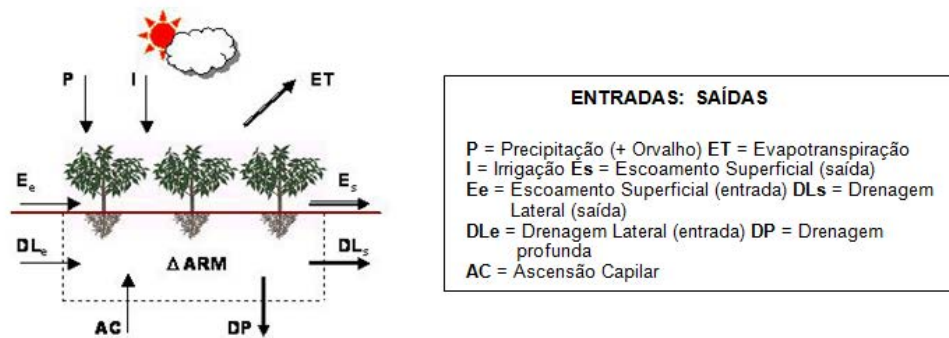
Para o cálculo do balanço hídrico foi elaborado o programa “BHSeq” elaborado em planilha EXCEL e desenvolvido por Rolim e Sentelhas (1998).

As representações gráficas de saída, seguem as recomendações de Camargo e Camargo (1993) *apud* Sentelhas, *et al.*, (s/d), sendo automaticamente elaboradas as figuras do extrato do balanço hídrico, capacidade de água disponível e armazenamento de água no solo e o gráfico de retirada, excedente, deficiência e reposição hídrica.

Os principais componentes do balanço hídrico para definir a demanda e a disponibilidade hídrica são: a precipitação (P), evapotranspiração real (ETR), evapotranspiração potencial (ETP), armazenamento de água no solo (ARM), capacidade de água disponível (CAD), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC). A evapotranspiração real e potencial e a deficiência hídrica são componentes indispensáveis para a determinação da produtividade de água em uma determinada região. A evapotranspiração é o processo inverso da precipitação, pois contabiliza a perda de água que o solo sofreu através da evaporação somado à transpiração das plantas. A relação entre a evapotranspiração real (soma total da transferência de vapor para a atmosfera que é evaporada

pela superfície e transpirada pelas plantas nas condições atuais de parâmetros atmosféricos, umidade do solo e condições da cultura) e evapotranspiração potencial das plantas (máxima capacidade de água capaz de ser perdida como vapor, em uma dada condição climática, por um meio contínuo de vegetação, que cobre toda a superfície do solo) representa a deficiência hídrica que ocorre no solo, ou seja, a umidade do solo está abaixo do desejável. É essa indisponibilidade de água que a chuva ou a irrigação deve repor, (SANTOS, *et al.*, 2010).

Na Figura 6, pode-se observar um esquema de saídas e entradas, elaborado por Galvani (2008):



Fonte: Galvani (2008)

Organização: Moraes (2011)

Figura 6 - Esquema de balanço hídrico, com as entradas e saídas do sistema.

3.8 – Índices utilizados: Índice de Anomalia de chuva (IAC) e Índice de Padronização de Precipitação Modificado (SPIM).

Para a realização do Índice de Anomalia de chuva (*Rainfall Anomaly Index* – IAC) foram usadas as seguintes fórmulas:

$$IAC = 3 \left[\frac{N - \bar{N}}{M - \bar{N}} \right]$$

$$IAC = -3 \left[\frac{N - \bar{N}}{X - \bar{N}} \right]$$

A primeira equação é utilizada para anomalias positivas e a segunda para anomalias negativas.

Nas fórmulas, observa-se que, N = precipitação observada (mm); \bar{N} = precipitação média (mm); \bar{M} = representa a média dos dez valores mais altos da série e \bar{X} = representa a média dos dez valores mais baixos da série.

O IAC apresenta uma classificação que também será utilizada neste trabalho. Esta classificação está representada na Tabela 5:

Tabela 5– Classificação do Índice de Anomalia de Chuva (IAC).

IAC	Classificação
$\geq 4,00$	Extremamente úmido
3,00 a 3,99	Umidade alta
2,00 a 2,99	Umidade moderada
0,5 a 1,99	Umidade baixa
-0,49 a 0,49	Normal
-1,99 a -0,5	Seca suave
-2,00 a -2,99	Seca moderada
-3,00 a - 3,99	Seca alta
$\leq - 4,00$	Extremamente seca

Fonte: EMBRAPA (2009), adaptado pela autora (2010).

O Índice Padronizado de Precipitação Modificado (SPIM), é um índice proposto por ALMEIDA E SILVA (2008) deriva do outro índice utilizado neste estudo, o Índice Padronizado de Precipitação (*Standardized Precipitation Index - SPI*), proposto por McKee *et al.*,(1993) *apud* Blain *et al.*, (2010). De acordo com Blain *et al.*, (2010), o SPI faz a quantificação do déficit ou do excesso de precipitação em diferentes escalas temporais, tornando-o importante para estudo de disponibilidade hídrica. Ambos os índices foram desenvolvidos para quantificar, padronizar e comparar os períodos de estiagem em base temporal e espacial. (BLAIN *et al.*, 2010). A fórmula do SPIM é a seguinte:

$$SPIM = \frac{(P_i - Med)}{DP}$$

Em que,

P_i = precipitação pluvial mensal observada nos meses da estação chuvosa, em mm.

Med = mediana mensal da precipitação pluvial nos meses da estação chuvosa, em mm.

DP = desvio padrão da média da chuva, nos meses da estação chuvosa, em mm.

Neste trabalho, substitui-se a mediana pela média nos cálculos, afim de se obter uma melhor análise.

A classificação do SPI é dada através de categorias de umidade ou seca propostas por McKee *et al.* (1993) sendo a mesma utilizada para a classificação do SPIM, (ALMEIDA E SILVA, 2008). A Tabela 6, mostra a devida classificação:

Tabela 6 – SPIM e suas respectivas categorias de umidade.

SPIM	CATEGORIAS DE UMIDADE
$\geq 2,00$	extremamente úmido
1,50 1,99	muito úmido
1,00 1,49	moderadamente úmido
0,99 -0,99	próximo ao normal
-1,00 -1,49	moderadamente seco
-1,50 -1,99	muito seco
$\leq -2,00$	extremamente seco

Fonte: ALMEIDA E SILVA, 2008

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foram coletados dados de estações pluviométricas, através do *site hidroweb* da Agência Nacional de Água (ANA). Com a ajuda do “Inventário das estações pluviométricas, MME e DNAEE” foram encontrados os códigos das estações e assim baixados através do site os dados de 39 estações espalhadas pela Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Médio Paranapanema. Procurou-se a melhor distribuição espacial e temporal das séries. Após a coleta foi feita uma tabela com todas as estações e seus respectivos postos, (Tabela 7).

Após isso, foi feita a digitalização da bacia do Paranapanema, no *software Surfer*, mostrando a localização da bacia no Estado de São Paulo (Figura 7) e os postos pluviométricos utilizados, (Figura 8):

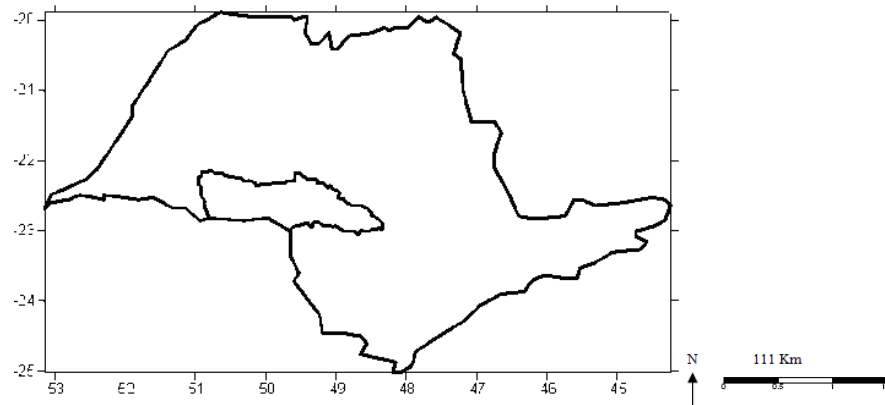


Figura 7- Localização da área de estudo.

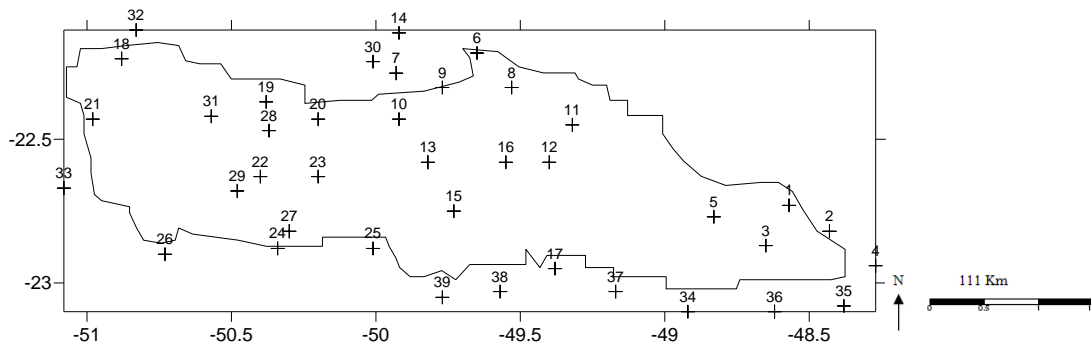


Figura 8 – Localização dos postos pluviométricos.

Tabela 7 – Localização, nome e municípios das estações utilizadas.

Nº	CÓDIGO	ESTAÇÕES	MUNICÍPIOS	LAT	LONG	ALT (M)
1	2248026	São Manuel	São Manuel	22° 44'	48° 34'	710
2	2248029	Faz. S. J. Morro Vermelho	Botucatu	22° 49'	48° 26'	780
3	2248030	Faz. Monte Alegre	Botucatu	22° 52'	48° 39'	800
4	2248048	Bairro Anhumas	Botucatu	22° 56'	48° 16'	540
5	2248051	Gleba Rio Claro	Lençóis Paulista	22° 46'	48° 50'	630
6	2249006	Garça	Garça	22° 12'	49° 39'	680
7	2249008	Marília	Marília	22° 13'	49° 56'	640
8	2249011	Gália	Gália	22° 19'	49° 32'	560
9	2249014	Mundo Novo	Garça	22° 19'	49° 46'	660
10	2249022	Ocaçu	Ocaçu	22° 26'	49° 55'	540
11	2249023	Cabrália Paulista	Cabrália Paulista	22° 27'	49° 19'	500
12	2249025	Paulistânia	Agudos	22° 35'	49° 24'	540
13	2249060	Areia Branca	São Pedro do Turvo	22° 35'	49° 49'	580
14	2249062	Dirceu	Marília	22° 08'	49° 55'	440
15	2249065	São Pedro do Turvo	São Pedro do Turvo	22° 45'	49° 44'	460
16	2249071	Fazenda São Francisco	Sta. Cruz do Rio Pardo	22° 35'	49° 33'	570
17	2249086	Fazenda Nova Niagara	Óleo	22° 57'	49° 23'	660
18	2250009	Rancharia	Rancharia	22° 13'	50° 53'	550
19	2250011	Agropecuária Sto. Antonio	Lutecia	22° 22'	50° 23'	500
20	2250013	Echaporã	Echaporã	22° 26'	50° 12'	680
21	2250014	Troncao Rancharia	Rancharia	22° 26'	50° 59'	470
22	2250016	Assis	Assis	22°38'	50° 24'	560
23	2250017	Platina	Platina	22° 38'	50° 12'	420
24	2250023	Usina Pari	Cândido Mota	22° 53'	50° 20'	360
25	2250024	Porto Jaú	Salto Grande	22° 53'	50° 01'	380
26	2250025	Florinea	Florinea	22° 54'	50° 44'	370
27	2250037	Sucui	Palmital	22° 49'	50° 18'	370
28	2250047	Tabajara	Lutecia	22° 28'	50° 22'	490
29	2250048	Água da Fortuna	Assis	22° 41'	50° 29'	500
30	2250062	Quatã	Quatã	22° 14'	50° 01'	520
31	2250063	Paraguaçu Paulista	Paraguaçu Paulista	22° 25'	50° 34'	480
32	2250064	Fazenda Barra Mansa	Rancharia	22° 07'	50° 50'	460
33	2251018	Iepe	Iepe	22° 40'	51° 05'	380
34	2348008	Avaré	Avaré	23° 06'	48° 55'	780
35	2348073	Pardinho	Pardinho	23° 05'	48° 23'	880
36	2348078	Itatinga	Itatinga	23° 06'	48° 37"	820
37	2349002	Cerqueira Cesar	Cerqueira Cesar	23° 02'	49° 10'	760
38	2349003	Fazenda Palmeiras	Ipauçu	23° 02'	49° 34'	620
39	2349004	Fazenda Marcondinha	Chavantes	23° 03'	49° 46'	480

Após a análise das bases de dados foi escolhido o período de 1972 a 2003, com 32 anos.

Entretanto, para uma maior análise, também foram selecionadas dessas estações, as que apresentavam uma base de dados com o período de 50 anos. Logo, selecionaram-se 18 estações das 39. Estas estações compreendem o período de 1954 a 2003,(Tabela 8).

A localização das 18 estações utilizadas na UGRHI está na Figura 9:

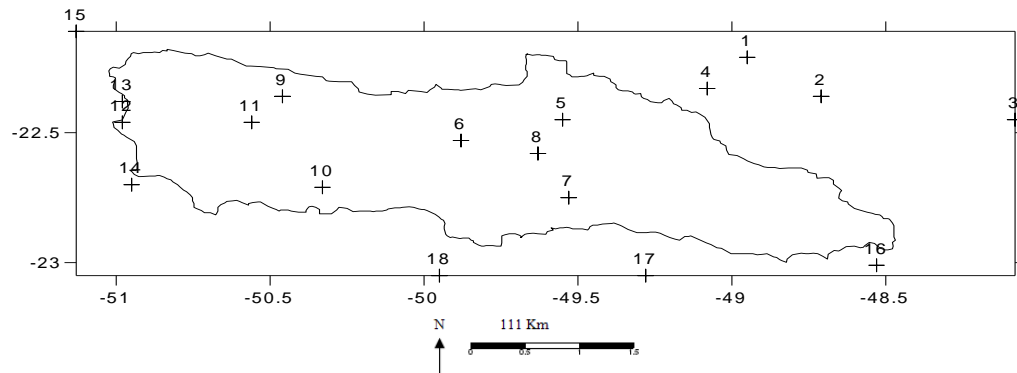


Figura 9 – Localização das estações utilizadas dentro da bacia.

Tabela 8 – Localização, nome e município das estações utilizadas.

Nº	CÓDIGO	ESTAÇÕES	MUNICÍPIOS	LAT	LONG	ALT
1	2248026	São Manuel	São Manuel	22°44'	48°34'	710
2	2248029	Faz. S. J. Morro Vermelho	Botucatu	22°49'	48°26'	780
3	2248030	Faz. Monte Alegre	Botucatu	22°52'	48°39'	800
4	2249006	Garça	Garça	22°12'	49°39'	680
5	2249008	Marília	Marília	22°13'	49°56'	640
6	2249011	Gália	Gália	22°19'	49°32'	560
7	2249023	Cabrália Paulista	Cabrália Paulista	22°27'	49°19'	500
8	2249086	Fazenda Nova Niagara	Óleo	22°57'	49°23'	660
9	2250009	Rancharia	Rancharia	22°13'	50°53'	550
10	2250013	Echaporã	Echaporã	22°26'	50°12'	680
11	2250023	Usina Pari	Cândido Mota	22°53'	50°20'	360
12	2250024	Porto Jaú	Salto Grande	22°53'	50°01'	380
13	2250062	Quatã	Quatã	22°14'	50°01'	520
14	2250063	Paraguaçu Paulista	Paraguaçu Paulista	22°25'	50°34'	480
15	2251018	Iepe	Iepe	22°40'	51°05'	380
16	2348008	Avaré	Avaré	23°06'	48°55'	780
17	2349002	Cerqueira Cesar	Cerqueira Cesar	23°02'	49°10'	760
18	2349003	Fazenda Palmeiras	Ipauçu	23°02'	49°34'	620

Nesta etapa trabalhou-se com três séries de dados. A primeira série é de 32 anos (1972 a 2003) e a segunda e a terceira foram extraídas desta série maior de 50 anos (1954 a 2003), contendo 30 anos cada uma. Isto é, a série de 50 anos foi dividida em duas séries de 30 anos, compreendendo o primeiro período 1954 a 1973 e o segundo período 1974 a 2003.

Com o período selecionado foram feitas planilhas com os dados diários de precipitação no *software Excel*. As bases de dados que não apresentavam todos os dados diários, foram completadas com dados de estações próximas com uma diferença de no máximo 100 m de altitude. Nessas planilhas de dados diários foram calculadas as médias climatológicas, além dos dias com chuva dos períodos úmido e seco e o total de precipitação deles. Nos períodos úmidos foram considerados os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, e

nos períodos secos foram considerados os meses de junho, julho e agosto. Também foram feitas planilhas de cada estação com os dados mensais do período, contendo o total de precipitação de cada ano em cada estação e a média climatológica de cada estação.

Para o período de 32 anos (1972 a 2003), foi feitos gráficos que mostram o total de precipitação e a média do período para cada estação. A partir destes gráficos foram classificados os anos, isto é, anos que obtiveram seu total de precipitação superior à média anual, considerados anos úmidos e os anos que obtiveram seu total de precipitação inferior a média anual, considerados anos secos.

No *software Surfer*, foram feitas isolinhas para uma análise da distribuição espacial dos dados. As isolinhas feitas foram da distribuição espacial das médias dos dias de chuva do período e dos períodos úmido e seco. Além das médias climatológicas de precipitação do período e dos períodos úmido e seco. Também foram feitas isolinhas para os anos que se destacaram como úmidos e secos, representando suas médias climatológicas de precipitação e dias de chuva do período e dos períodos secos e úmidos. Além das isolinhas das anomalias positivas e negativas calculadas.

Para a elaboração de todas as isolinhas da pesquisa, foram utilizadas técnicas geoestatísticas. Através do programa *Variowin*, foram elaborados semivariogramas que melhoraram a interpolação dos dados feita pelo *Surfer*, fazendo com que a distribuição espacial ficasse a mais próxima do real possível.

Também foi realizado um estudo mais aprofundado das sub-bacias que compõem a UGRHI-17. São ao total sete sub-bacias estudadas neste relatório. A partir disso, foram escolhidas estações que estão dentro da área de cada sub-bacia para os dois períodos de estudo. As estações escolhidas para 32 anos (Tabela 9) e 50 anos (Tabela 10) são, respectivamente:

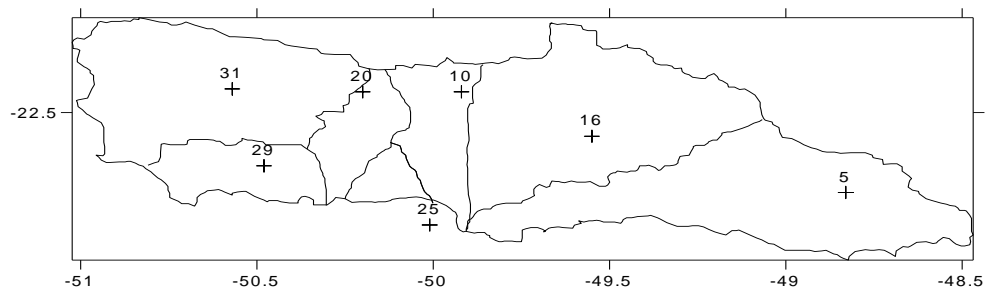
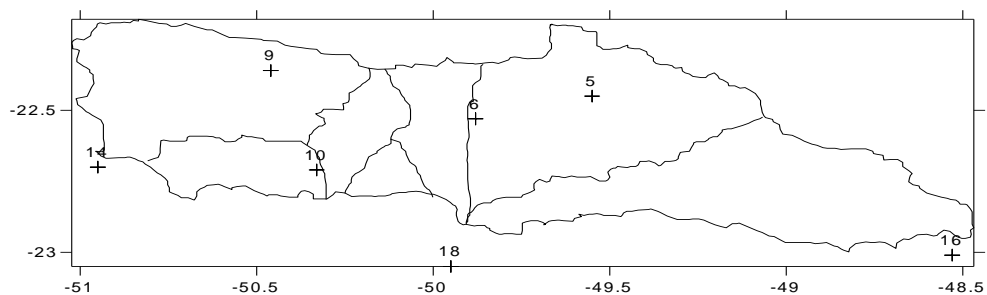
Tabela 9 – Estações que estão dentro da área da sub-bacias da UGRHI-17 para o período de 32 anos.

Nº	CÓDIGO	ESTAÇÕES	MUNICÍPIOS	LAT	LONG	ALT (m)
5	2248051	Gleba Rio Claro	Lençóis Paulista	22°46'	48°50'	630
10	2249022	Ocauçu	Ocauçu	22°26'	49°55'	540
16	2249071	Fazenda São Francisco	Sta. Cruz do Rio Pardo	22°35'	49°33'	570
20	2250013	Echaporã	Echaporã	22°26'	50°12'	680
25	2250024	Porto Jaú	Salto Grande	22°53'	50°01'	380
29	2250048	Água da Fortuna	Assis	22°41'	50°29'	500
31	2250063	Paraguaçu Paulista	Paraguaçu Paulista	22°25'	50°34'	480

Tabela 10 – Estações que estão dentro da área da sub-bacia da UGRHI-17 para o período de 50 anos.

Nº	CÓDIGO	ESTAÇÕES	MUNICÍPIOS	LAT	LONG	ALT
5	2249008	Marília	Marília	22°13'	49°56'	640
6	2249011	Gália	Gália	22°19'	49°32'	560
9	2250009	Rancharia	Rancharia	22°13'	50°53'	550
10	2250013	Echaporã	Echaporã	22°26'	50°12'	680
14	2250063	Paraguaçu Paulista	Paraguaçu Paulista	22°25'	50°34'	480
16	2348008	Avaré	Avaré	23°06'	48°55'	780
18	2349003	Fazenda Palmeiras	Ipauçu	23°02'	49°34'	620

Com a escolha das estações a serem trabalhadas, foi realizada uma nova digitalização da bacia, com suas respectivas sub-bacias. As bacias são: Capivari, Pari, Turvo, Pardo, Novo e os Tributários do Paranapanema. A digitalização das sub-bacias propiciou que fosse feita outras duas digitalizações que mostrariam a localização das estações escolhidas (Figuras 10 e 11). Neste momento, tentou-se ao máximo utilizar as estações mais próximas às bacias.

**Figura 10** - Localização das estações para o período de 32 anos.**Figura 11** - Localização das estações para o período de 50 anos.

Utilizando estas bases dados de dois períodos, foram calculados o tempo de retorno, distribuição de frequências, índice de anomalia de chuva (IAC). Com estes dados foram elaborados os respectivos gráficos no *software Excel*. Os gráficos elaborados foram de tempo de retorno, frequência acumulada, IAC, entre outros.

Entende-se tempo de retorno como o inverso da probabilidade de ocorrência de um evento de precipitação. É o intervalo médio em que um evento pode ser igualado ou superado, (MESQUITA *et al.*, 2009). Também pode ser chamado de período de retorno ou intervalo de recorrência e é expresso em anos. Tem a seguinte fórmula:

$$Tr = \frac{1}{1 - F}$$

em que: Tr é o tempo de retorno; F é a frequência acumulada

Para uma melhor análise temporal das precipitações, elaborou-se a média móvel para o período. A partir da média móvel, podem ser notados os períodos em que a precipitação esteve acima ou abaixo da média, (COSTA, *et al.*, 2003). Neste trabalho utilizou-se uma média móvel de 6 anos.

O IAC foi calculado para as sete sub-bacias da UGRHI-17, foram feitos os gráficos e as tabelas com a classificação.

Após a elaboração do índice, os valores encontrados foram colocados em forma de planilha no *software Excel*. Essas planilhas foram utilizadas para a elaboração do mapa da distribuição espacial do índice dentro da bacia no *software Surfer*. Esse tipo de procedimento foi feito para analisar com mais precisão a distribuição espacial da IAC na bacia.

O SPIM foi calculado para todos os anos do período de 50 anos.

Também foi feito o mapa hipsométrico da bacia para relacionar se as áreas mais altas da bacia correspondiam às áreas que apresentavam maior quantidade de precipitação durante o ano. Este mapa foi elaborado no *software Surfer*, a partir de planilhas que mostravam as estações e suas respectivas altitudes. A região onde está localizada a bacia apresenta áreas que chegam a 800 metros de altitude, sendo estas as áreas mais altas da região. Já as áreas mais baixas apresentam 380 metros.

O balanço hídrico foi realizado para algumas cidades da unidade, analisando os períodos secos e úmidos. O período escolhido para análise foi de 2000 a 2010 e foram efetuados cálculos de balanços hídricos para todos os anos e estações. A partir destes dados, foram calculadas as médias para cada ano do período. Esses dados foram aplicados no programa BHseq, numa escala decendial. A saída dos dados permite armazená-los em planilhas ou em gráficos. Para a realização dos cálculos foram utilizadas estações meteorológicas com dados diários de temperatura e precipitação da CIIAGRO, espalhadas

pela unidade, totalizando seis estações: Echaporã, Gália, Ipaussu, Marília, Paraguaçu Paulista e Rانcharia

Através do balanço hídrico realizado para alguns pontos dentro da bacia, determinaram-se os períodos mais críticos de deficiência hídrica e os períodos em que ocorreram excedente hídrico, buscando relacionar esses períodos com os anos de eventos extremos. Logo, a partir dos balanços hídricos elaborados, serão analisados os períodos secos e os períodos úmidos de alguns anos de El Niño e La Niña.

Os anos de El Niño que foram estudados são 2002 e 2005, afim de realizar uma comparação entre os balanços hídricos de anos com moderada e fraca intensidade. Já os anos de La Nina, são 2001 e 2008, com o propósito realizar uma comparação entre os anos fortes e moderados para todas as estações.

A ZCAS juntamente com os sistemas atuantes sobre o sudeste tendem a aumentar a quantidade de chuva na região, conseqüentemente na área de estudo. Para realizar esta análise, foi utilizado apenas o período de 32 anos, foram utilizadas as 39 estações distribuídas pela Unidade, e as oito estações séries pluviométricas elegidas nas sub-unidades. As 39 estações foram utilizadas para comparar os diferentes valores encontrados no mesmo mês, ou seja, no mês que houve ZCAS analisou-se o período com a presença do sistema e o período sem o sistema, buscando comparar os diferentes valores encontrados. Já as oito estações escolhidas na sub-unidade, foram utilizadas para realizar a comparação entre o mês que ocorreu ZCAS atuante e um mês normal, em que este sistema não atuou.

O teste de hipótese foi realizado para a comparação das médias climatológicas de dois períodos diferentes de 30 anos: 1954 a 1983 e 1974 a 2003. O teste de hipótese foi realizado com as 18 estações do período de 50 anos. Este período foi dividido em dois períodos de 30 anos. Logo, comparou-se as médias climatológicas de cada período, ou seja, para cada estação haviam duas médias: M_1 (média dos primeiros 30 anos – 1954 a 1983) e M_2 (média dos outros 30 anos - 1974 a 2003).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 12, 13 e 14 mostram a distribuição espacial dos dias de chuva para o período todo o período (32 anos), período úmido (meses de dezembro, janeiro e fevereiro) e seco (meses de junho, julho e agosto), respectivamente.

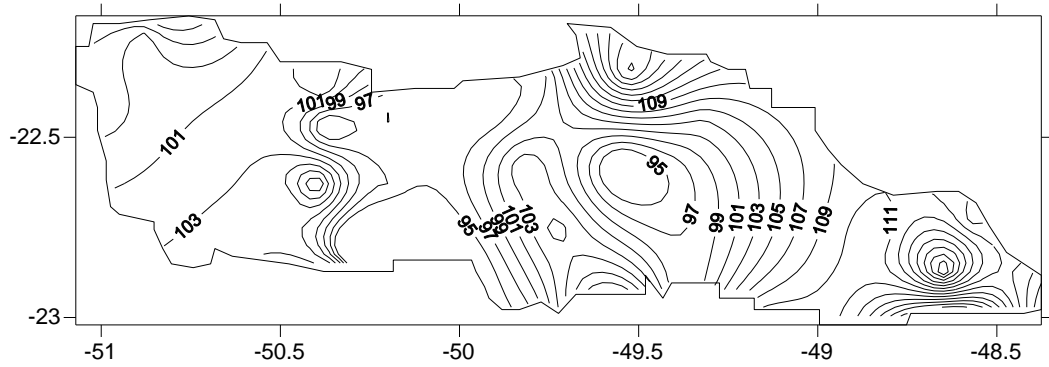


Figura 12 – Distribuição espacial da média climatológica de dias de chuva do período.

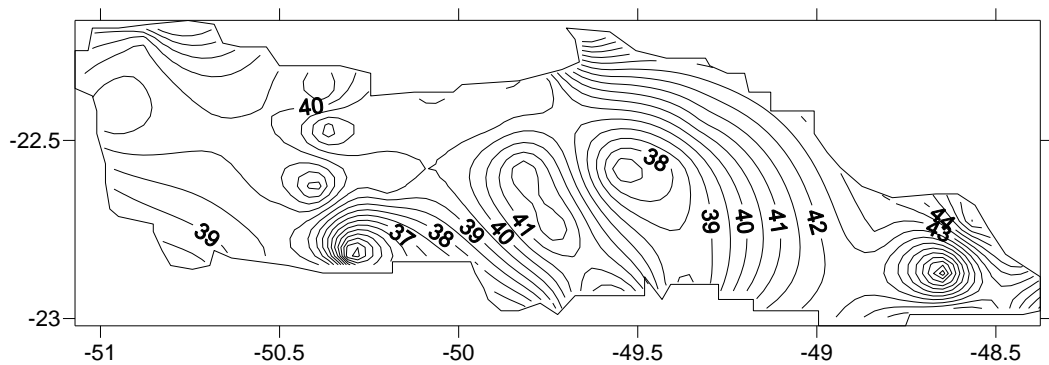


Figura 13- Distribuição espacial da média climatológica dos dias de chuva para o período úmido.

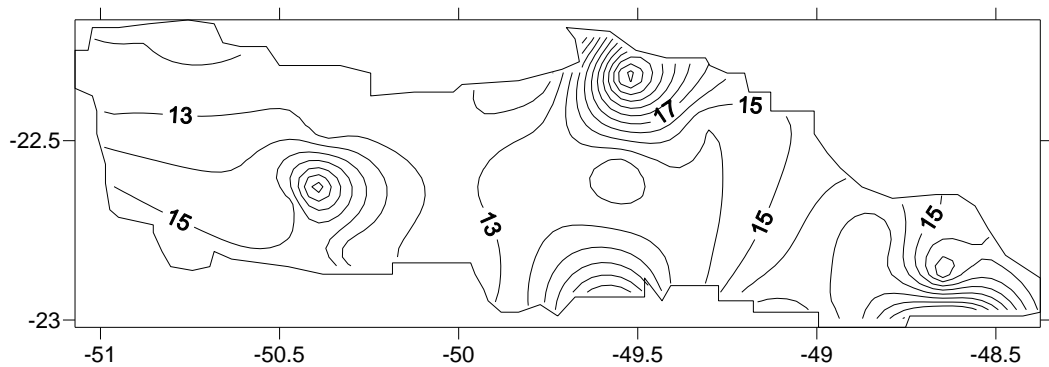


Figura 14 - Distribuição espacial da média climatológica dos dias de chuva para o período seco.

Observa-se que através do cálculo da média climatológica do período de 32 anos, foi a região leste da UGRHI que obteve mais dias de chuva (Figura 12). Na Figura 13 observou-se que no período úmido, a média climatológica permaneceu uniforme para toda a região, isto é, os dias de chuva foram praticamente os mesmos em toda a região da UGRHI, não ultrapassando 44 dias. Já a média climatológica dos dias de chuva para o período seco

(Figura 14) mostra que foi na região norte onde mais choveu durante o período, com médias a partir de 15 dias.

As Figuras 15, 16 e 17, mostram a distribuição espacial para a média climatológica de precipitação para todo o período de 32 anos, para o período úmido e período seco, respectivamente.

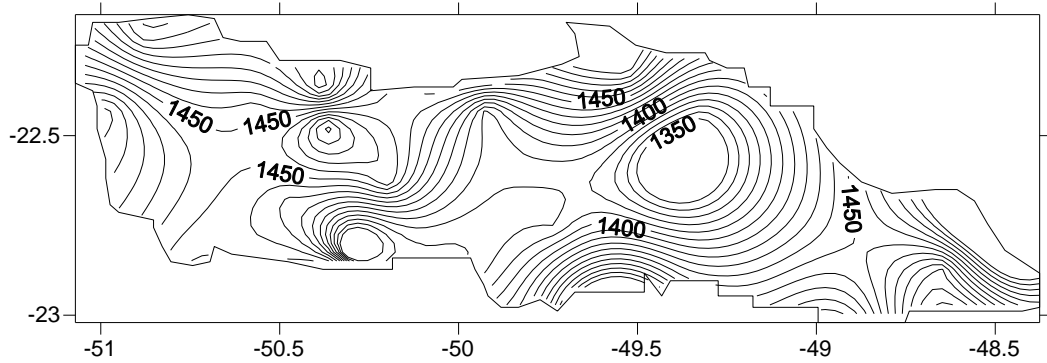


Figura 15 - Distribuição espacial da média climatológica de precipitação anual.

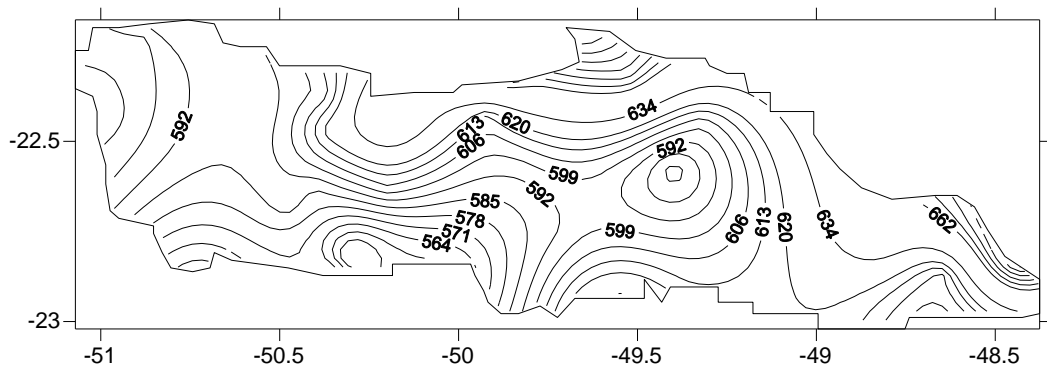


Figura 16 – Distribuição espacial da média climatológica de precipitação do período úmido.

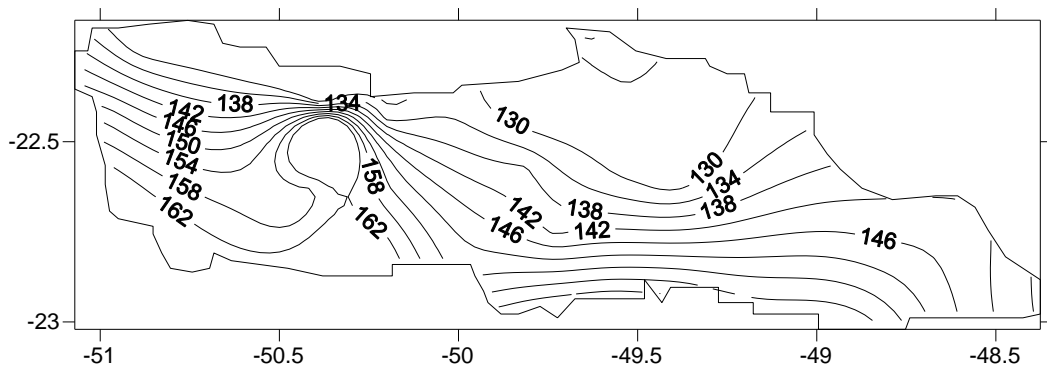


Figura 17 – Distribuição espacial da média climatológica de precipitação do período seco.

Na Figura 15, observa-se que a média mais frequente na região é 1450 mm, ocorrendo médias inferiores em alguns pontos localizados da UGRHI. A média climatológica de 1450

mm apresenta-se bem espalhada por toda a região. A Figura 16, mostra que o período úmido, tem maior média climatológica no valor de 662 mm, observa-se que no período úmido não se tem tanta uniformidade na quantidade de precipitação na bacia. No período seco (Figura 17), observa-se que a maior média climatológica foi de 162 mm e a menor 130 mm, observa-se que as chuvas variam cerca de 30 mm em sua quantidade de uma localidade para outra da bacia.

Os gráficos da Figura 18, mostram o total de precipitação de cada ano, comparando com a média climatológica do período, para cada estação. Na Figura 18 estão apenas os gráficos para a estação São Manuel e S.J. Morro Vermelho, os gráficos das outras estações estão em anexo (Anexo 2):

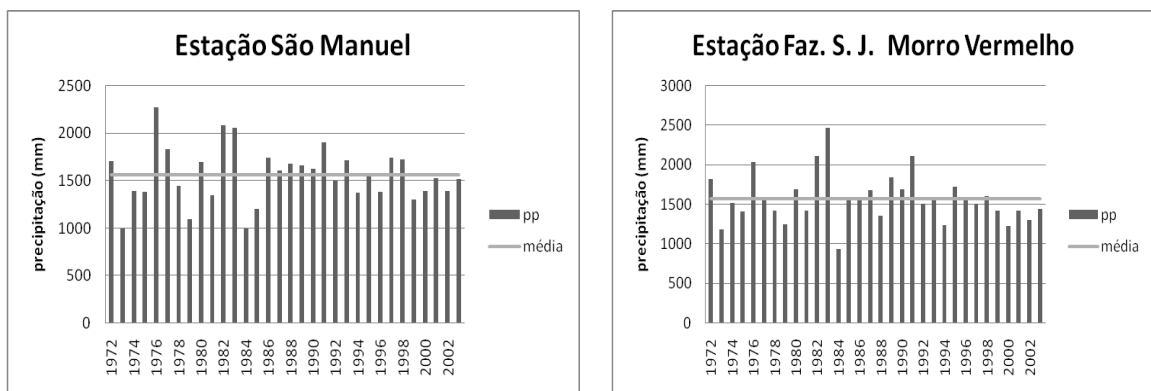


Figura 18- Gráfico da precipitação anual comparada com a média durante o período na Estação São Manuel (à direita) e Faz. S.J. Morro Vermelho (à esquerda).

A partir dos gráficos (Figura 18) foram extraídos os anos considerados úmidos e os anos considerados secos. Foram considerados úmidos aqueles que apresentavam o total de precipitação anual superior à média climatológica e os secos foram considerados os que apresentavam com total anual inferior à média climatológica. Os anos 1982 e 1983 merecem destaque, pois apresentaram precipitação anual superior a média climatológica na maioria dos gráficos, sendo considerados anos úmidos. Para tanto, foram elaboradas as tabelas 11 e 12, que mostram os dias de precipitação no período úmido do ano e no período seco, além do total anual de dias de chuva. Também mostram a quantidade de precipitação (mm) no período úmido (dezembro, janeiro e fevereiro) e seco (junho, julho e agosto) do ano, contendo o total anual de precipitação, enfim uma breve caracterização do comportamento da chuva nestes anos.

Tabela 11 – Caracterização da precipitação – 1982.

Estações	1982					
	Dias com chuva			Precipitação (mm)		
	P.Úmido	P.Seco	Anual	P.Úmido	P.seco	Anual
São Manuel	46	30	151	838,4	298,5	2087,1
Faz. S. J. Morro Vermelho	43	25	142	818,2	291,6	2120,4
Faz. Monte Alegre	40	26	123	541,1	383,3	1791,9
Bairro Anhumas	40	22	125	654,2	303,1	1633,8
Gleba Rio Claro	46	23	125	592,1	296,9	1754,6
Garça	49	22	140	607,3	211,9	1761,3
Marília	52	26	140	704,1	248,1	2048,2
Gália	51	44	175	579,2	231,1	1706,7
Mundo Novo	38	15	103	638,9	197,8	1808,4
Ocauçu	39	52	178	629,3	270,6	1974,9
Cabrália Paulista	44	29	139	641,6	228,7	1959,1
Paulistânia	37	33	129	581,2	249,6	1855,2
Areia Branca	48	26	138	710,1	261,6	1905,7
Dirceu	47	29	143	538,7	202,4	1883,7
São Pedro do Turvo	46	27	136	687,3	357,3	1949,2
Fazenda São Francisco	37	25	124	691,2	276,9	2008,1
Fazenda Nova Niagara	34	18	105	744,5	332,2	1853,2
Rancharia	39	23	128	623,7	201,4	1732,9
Agropecuária Sto. Antonio	48	31	157	468,6	261,3	1784,5
Echaporã	44	32	150	715,4	254,1	2136,4
Troncao Rancharia	32	27	124	380,1	349,2	1877,1
Assis	52	50	188	635,7	406,6	2048,3
Platina	49	26	133	609,1	348,2	2059,2
Usina Pari	48	25	133	648,7	322,5	1949,5
Porto Jaú	47	24	129	792,7	433,3	2003,9
Florinea	49	22	125	527,4	274,9	1639,2
Sucui	43	21	123	507,2	333,3	1862,3
Tabajara	44	23	125	543,9	292,6	1677,7
Água da Fortuna	43	27	137	545,4	334,7	1893,5
Quatã	35	24	117	496,2	225,8	1929,6
Paraguaçu Paulista	39	26	131	501,8	304,2	1748,8
Fazenda Barra Mansa	35	18	104	429,5	204,9	1688,6
Iepe	52	38	154	516,1	347,1	1599,8
Avaré	49	25	144	763,8	348,9	2030,1
Pardinho	42	21	121	725,4	366,7	1938,4
Itatinga	52	76	252	714,5	404,4	1988,1
Cerqueira Cesar	44	26	130	787,2	312,2	2057,1
Fazenda Palmeiras	53	56	195	653,4	341,6	1907,3
Fazenda Marcondinha	41	23	113	763,5	341,8	1903,2

A Tabela 11, mostra que o maior número de dias de precipitação no período úmido foi 53 dias coletados na estação Palmeiras e o menor foi de 32 dias coletados na estação Tronção Rancharia. Já para o período seco deste ano, tem-se que o menor número de dias de precipitação foi 15 dias coletados na estação Mundo Novo e o maior na estação Itatinga com 76 dias. Para a precipitação em milímetros, observa-se que a maior no período úmido foi de 838,4 mm na estação São Manuel e a menor foi de 468,6 mm na estação Agropecuária Santo Antônio. No período seco, observa-se que a maior precipitação foi de 433,3 mm na estação Porto Jaú, e a menor, na estação Mundo Novo com 197,8 mm. A média anual de precipitação do ano de 1982 foi de 1886,1 mm e de dias com chuva foi de 139 dias. Observando esses dados, nota-se que este ano foi um ano bem úmido.

A Tabela 12, mostra a caracterização para o ano 1983:

Tabela 12 – Caracterização da precipitação – 1983.

Estações	1983					
	Dias com chuva			Precipitação (mm)		
	P.Úmido	P.Seco	Anual	P.Úmido	P.seco	Anual
São Manuel	62	18	151	962,4	251,9	2055,4
Faz. S. J. Morro Vermelho	60	16	154	1082,4	295,9	2466,9
Faz. Monte Alegre	54	18	136	838,1	269,4	2079,4
Bairro Anhumas	55	13	127	827,9	264,4	2077,7
Gleba Rio Claro	56	15	140	745,1	226,8	2023,5
Garça	53	13	130	950,1	217,7	2271,6
Marília	59	16	140	847,5	190,9	2172,1
Gália	60	20	185	706,8	210,3	1918,1
Mundo Novo	25	12	101	470,4	189,4	1870,7
Ocaçu	59	14	155	812,3	171,3	2173,1
Cabrália Paulista	46	14	131	760,5	234,9	2014,5
Paulistânia	40	17	121	594,5	205,6	1842,4
Areia Branca	53	22	150	756,7	212,4	1995,4
Dirceu	56	15	141	947,1	161,8	2039,4
São Pedro do Turvo	56	18	149	758,3	254,1	2011,5
Fazenda São Francisco	47	11	119	711,6	210,7	1767,1
Fazenda Nova Niagara	46	14	103	665,5	290,1	1599,7
Rancharia	51	13	132	854,3	163,7	1904,6
Agropecuária Sto. Antonio	62	23	178	821,8	83,4	1831,6
Echaporã	58	18	165	853,9	155,8	1908,6
Troncao Rancharia	49	19	139	726,9	228,5	1809,9
Assis	58	30	180	785,7	238,8	2035,7
Platina	49	18	132	744,1	241,5	1865,1
Usina Pari	51	18	132	618,4	214,1	1663,6
Porto Jaú	52	15	128	606,4	176,2	1417,2
Florinea	53	15	131	698,9	218,6	1719,9
Sucui	50	14	128	755,5	216,7	1793,6
Tabajara	49	9	128	699,9	176,5	1988,8
Água da Fortuna	57	17	140	804,1	260,8	1932,7
Quatã	44	12	115	990,1	177,5	2093,6
Paraguaçu Paulista	52	16	144	692,4	169,8	1894,4
Fazenda Barra Mansa	47	8	95	583,7	104,2	1619,1
Iepe	74	25	183	972,3	280,5	2218,1
Avaré	55	22	146	842,9	299,5	2180,7
Pardinho	51	15	123	828,2	302,4	2191,4
Itatinga	80	58	266	879,6	370,3	2199,7
Cerqueira Cesar	53	23	143	603,7	283,1	1767,7
Fazenda Palmeiras	57	28	169	727,1	248,7	2005,4
Fazenda Marcondinha	48	15	126	685,9	260,1	2035,1

Observa-se na Tabela 12, que o maior número de dias de precipitação no período úmido foi na estação Itatinga com 80 dias e o menor foi de 25 dias, coletados na estação Mundo Novo. Já para o período seco deste ano, tem-se que o menor número de dias de precipitação foi na Estação Fazenda Barra Mansa com oito dias e o maior na estação Itatinga com 58 dias. Para a precipitação em milímetros, tem-se que a maior no período úmido foi na estação Faz. S. J. Morro Vermelho com 1082,4 mm e a menor foi de 470,4 mm na estação Mundo Novo. No período seco, observa-se que a maior precipitação foi de 370,3 mm na estação Itatinga e a menor na estação Agropecuária Santo Antônio com 83,4 mm. No ano de 1983, a média anual de precipitação foi de 1960,3 mm e de dias com chuva foi de 143 dias.

Os anos considerados úmidos foram anos de El Niño, observa-se nas Tabelas 10 e 11, que a média de precipitação ultrapassa a 1500 mm e são mais de 100 dias de chuva por ano.

Observa-se, portanto que o evento El Niño influencia na precipitação do local, tornando maior a quantidade de precipitação. Para melhor compreender a distribuição espacial da chuva nos anos de El Niño, foram elaboradas isolinhas para os anos 1982 e 1983. As Figuras 19 e 20, mostram a distribuição espacial da precipitação anual para os anos 1982 e 1983, respectivamente:

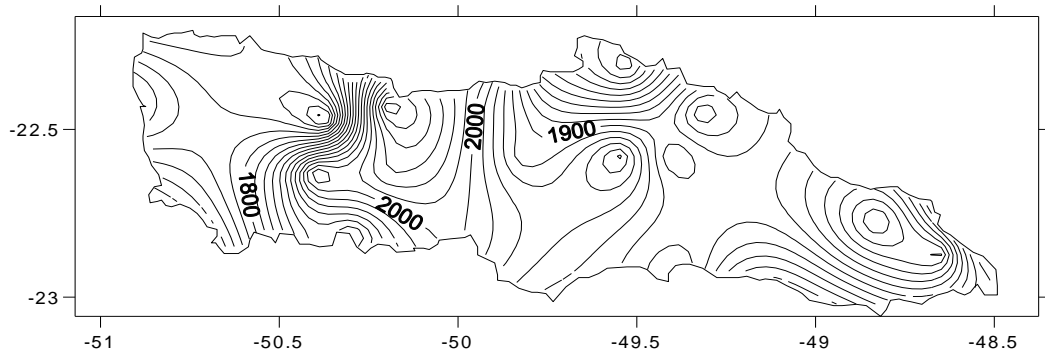


Figura 19 – Distribuição espacial da precipitação anual - 1982.

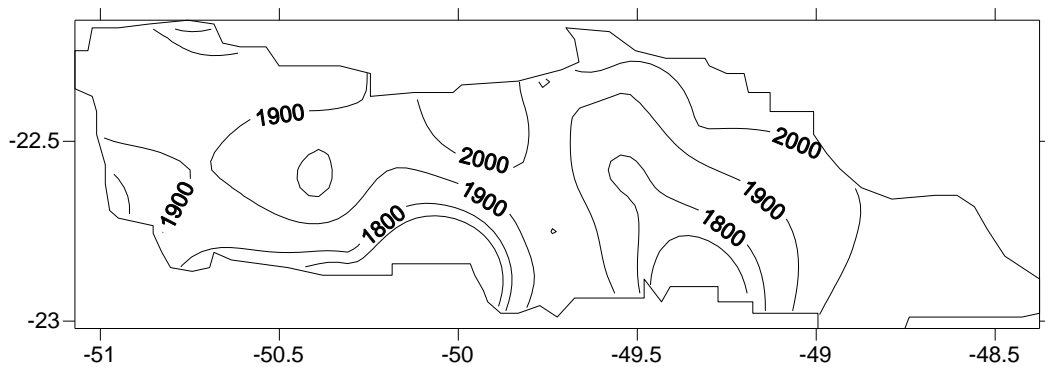


Figura 20 – Distribuição espacial da precipitação anual - 1983.

Observa-se nas Figuras 19 e 20, que as precipitações variaram de 1800 a 2000 mm em ambos os anos, mostrando que 1982 e 1983 foram anos bem úmidos devido a presença de um El Niño que acabou afetando de maneira direta as precipitações na UGRHI-17.

Outros anos também mereceram destaque, 1997 e 1998, que foram anos de El Niño intenso. As Tabelas 13 e 14 mostram a caracterização da precipitação dos anos 1997 e 1998, respectivamente.

Tabela 13 – Caracterização da precipitação – 1997.

Estações	1997					
	Dias com chuva			Precipitação (mm)		
	P.Úmido	P.Seco	Anual	P.Úmido	P.seco	Anual
São Manuel	56	12	103	921,2	201,3	1745,9
Faz. S. J. Morro Vermelho	53	10	90	977,9	181,3	1514,7
Faz. Monte Alegre	35	7	60	978,4	230,6	1709,7
Bairro Anhumas	52	13	109	830,2	149,3	1640,2
Gleba Rio Claro	52	12	140	898,4	210,6	1514
Garça	56	14	114	810,5	270,4	1582,4
Marília	55	12	99	916,7	239,3	1544,1
Gália	54	14	117	790,8	218,6	1476,3
Mundo Novo	51	11	76	704,7	147,1	987,4
Ocaçu	39	10	81	637,9	223,1	1216,8
Cabrália Paulista	49	10	105	160,7	61,4	689,1
Paulistânia	50	10	82	735,7	209,9	1379,5
Areia Branca	54	13	110	826,6	225,6	1504,1
Dirceu	55	17	114	896,3	255,7	1544,7
São Pedro do Turvo	52	14	103	797,3	195,3	1439,4
Fazenda São Francisco	41	11	81	710,9	183,6	1265,1
Fazenda Nova Niagara	43	14	97	883,9	244,3	1864,7
Rancharia	49	14	101	836,8	256,6	1613,2
Agropecuária Sto. Antonio	55	13	91	783,3	247,2	1384,8
Echaporã	43	8	80	680,5	179,7	1299,1
Troncao Rancharia	52	14	97	1040,8	248,1	1796,4
Assis	44	18	107	798,1	258,3	1538,1
Platina	39	10	88	884,8	230,1	1624,8
Usina Pari	50	18	112	891,6	301,5	1882,5
Porto Jaú	45	16	108	692,1	251,2	1735,1
Florinea	48	19	115	970,9	239,9	1741,3
Sucui	33	10	60	1061,3	296,9	1928,1
Tabajara	34	10	78	742,1	219,1	1602,4
Água da Fortuna	44	12	89	860,2	217,8	1446,6
Quatã	44	14	111	764,1	260,1	1643,1
Paraguaçu Paulista	43	15	107	772,1	258,1	1658,5
Fazenda Barra Mansa	48	12	97	851,4	241,8	1609,1
Iepe	46	14	90	1153,8	230,2	1887,3
Avaré	47	12	107	703,5	239,6	1656,8
Pardinho	40	11	102	662,1	134,9	1574,1
Itatinga	69	16	83	981,6	280,1	1288,1
Cerqueira Cesar	55	18	118	1011,8	285,6	2003,9
Fazenda Palmeiras	53	16	109	1128,2	248,3	2028,7
Fazenda Marcondinha	47	12	87	868,4	241,8	1694,9

A Tabela 13, mostra que o maior número de dias de precipitação no período úmido foi na estação Itatinga com 69 dias e o menor foi de 33 dias coletados na estação Sucui. Já para o período seco de 1997, observou-se que o menor número de dias de precipitação foi na estação Faz. Monte Alegre com sete dias e o maior na estação Florinea com 19 dias. Para a precipitação em milímetros, tem-se que a maior no período úmido foi de 1153,8 mm na estação Iepe e a menor foi de 160,7 mm na estação Cabrália Paulista. No período seco, observa-se que a maior precipitação foi de 301,5 mm na Estação Usina Pari e a menor na estação Cabrália Paulista com 61,4 mm. A média de precipitação de 1997 foi de 1570,6 mm e de dias com chuva foi de 98 dias.

A Tabela 14, mostra a caracterização da precipitação em 1998:

Tabela 14 – Caracterização da precipitação – 1998.

Estações	1998					
	Dias com chuva			Precipitação (mm)		
	P.Úmido	P.Seco	Anual	P.Úmido	P.seco	Anual
São Manuel	40	15	118	685,1	88,7	1729,8
Faz. S. J. Morro Vermelho	38	11	112	547,6	89,4	1603,8
Faz. Monte Alegre	21	6	58	696,1	125,1	1708,5
Bairro Anhumas	24	7	84	321,1	49,1	1087,9
Gleba Rio Claro	39	8	110	551,1	84,9	1628,1
Garça	40	10	116	544,1	108,5	1700,9
Marília	34	10	103	432,1	118,3	1514,1
Gália	43	13	109	512,7	114,3	1340,6
Mundo Novo	26	11	103	589,4	106,1	2045,1
Ocaçu	27	5	69	384,3	90,4	1410,5
Cabrália Paulista	34	10	99	492,9	88,1	1417,7
Paulistânia	30	10	99	476,3	99,7	1398,7
Areia Branca	40	13	115	482,5	173,2	1496,2
Dirceu	38	16	128	447,7	107,1	1501,3
São Pedro do Turvo	32	11	92	431,9	126,7	1284,3
Fazenda São Francisco	24	12	86	464,1	114,3	1559,3
Fazenda Nova Niagara	28	11	104	473,4	155,6	1748,9
Rancharia	27	13	103	422,6	146,3	1458,1
Agropecuária Sto. Antonio	29	12	80	441,1	137,1	1141,4
Echaporã	26	2	78	414,3	16,4	1328,8
Troncao Rancharia	32	15	111	465,7	174,1	1469,9
Assis	29	14	112	336,1	133,1	1356,5
Platina	28	12	102	461,2	181,4	1487,3
Usina Pari	35	14	118	473,3	188,1	1614,7
Porto Jaú	28	14	101	481,6	155,7	1332,1
Florinea	38	17	127	405,1	169,2	1730,6
Sucui	24	11	60	469,1	169,5	1128,5
Tabajara	23	11	80	628,5	170,4	1664,9
Água da Fortuna	30	11	106	432,1	136,6	1630,1
Quatã	32	15	98	326,1	160,1	1350,1
Paraguaçu Paulista	32	12	109	362,5	159,1	1335,2
Fazenda Barra Mansa	24	13	98	435,1	139,5	1486,2
Iepe	20	11	88	402,1	169,9	1420,8
Avaré	47	10	116	711,4	100,1	1846,1
Pardinho	33	7	92	613,6	67,8	1582,2
Itatinga	23	12	82	297,4	136,9	1323,1
Cerqueira Cesar	43	17	131	643,4	127,1	1816,7
Fazenda Palmeiras	38	13	105	747,9	164,7	1836,2
Fazenda Marcondinha	29	12	106	651,1	154,9	1665,8

A Tabela 14 mostra que o maior número de dias de precipitação no período úmido foi de 49 dias na estação Avaré e o menor foi de 20 dias coletados na estação Iepe. Já para o período seco deste ano, tem-se que o menor número de dias de precipitação foi na estação Echaporã com 2 dias e o maior nas estações Florinea e Cerqueira César com 17 dias. Para a precipitação em milímetros, tem-se que a maior no período úmido foi de 747,9 mm na Estação Fazenda Palmeiras e a menor foi de 297,4 mm na estação Itatinga. No período seco, observa-se que a maior precipitação foi de 181,4 mm na estação Platina e a menor na Estação Echaporã com 16,4 mm. A média anual de precipitação para este ano foi de 1517,4 mm e de dias com chuva foi de 100 dias.

As Figuras 21 e 22 mostram a distribuição espacial da precipitação para os anos 1997 e 1998, respectivamente:

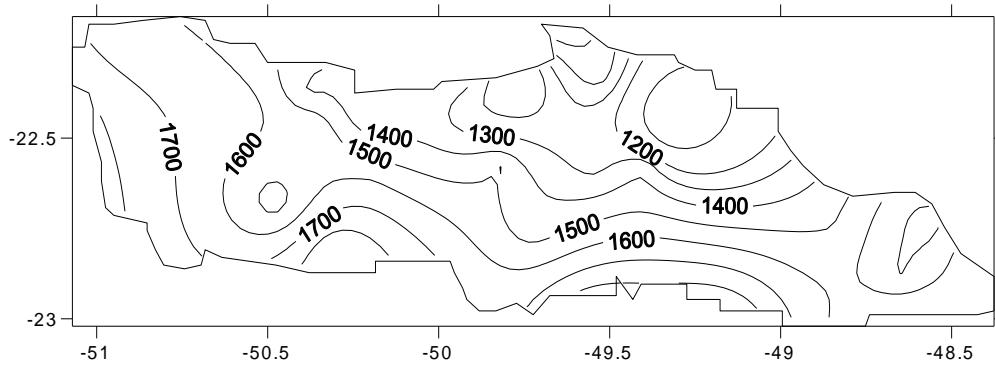


Figura 21 – Distribuição espacial da precipitação anual - 1997.

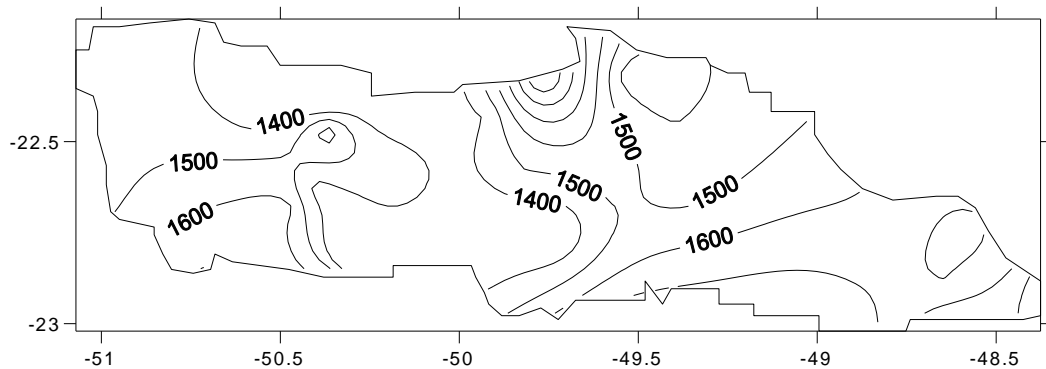


Figura 22 – Distribuição espacial da precipitação anual - 1998.

Observa-se nas Figuras 21 e 22, uma quantidade de chuva relevante na bacia, mas não se compara ao evento de 1982/83, pois as máximas atingidas em 1997 e 1998 foram de 1600 mm, cerca de 400 mm a menos que no outro caso de El Niño estudado.

Como foram feitas tabelas para os anos úmidos, também foram elaboradas tabelas para os anos secos. Após o intenso El Niño de 1982/83, houve uma forte La Niña em 1984/85. Observa-se que nos anos 1984/85 as precipitações apresentaram um total anual bem inferior à média climatológica. As tabelas 15 e 16 mostram a caracterização da precipitação para esses dois anos, respectivamente.

A Tabela 15, mostra que o maior número de dias de precipitação do período úmido ocorreu na estação Itatinga com 61 dias, e o menor foi de 31 dias na estação Mundo Novo. No período seco, o maior número de dias foi na estação Itatinga com 46 dias e o menor foi de cinco dias na estação Fazenda Barra Mansa. Já para a precipitação em milímetros no período úmido, a maior precipitação foi de 644,9 mm na estação Quatã e a menor foi de 306,6 na estação Porto Jaú. No período seco, a maior ocorreu na estação Cabralia Paulista com 144,9 mm e a menor com 55,5 mm na estação Porto Jaú. A média anual de precipitação de 1984 foi de 1097,8 mm e de dias com chuva foi de 99 dias.

Tabela 15 – Caracterização da precipitação - 1984.

Estações	1984					
	Dias com chuva			Precipitação (mm)		
	P.Úmido	P.Seco	Anual	P.Úmido	P.seco	Anual
São Manuel	42	12	94	487,7	126,4	997,9
Faz. S. J. Morro Vermelho	40	9	92	580,6	99,5	942,9
Faz. Monte Alegre	35	12	88	520,7	120,5	1032,9
Bairro Anhumas	36	12	94	524,5	98,4	990,8
Gleba Rio Claro	36	12	86	505,3	73,7	973,1
Garça	39	10	96	554,7	92,1	1127,1
Marília	45	9	98	552,3	87,9	1196,8
Gália	45	16	138	518,8	114,4	1161,2
Mundo Novo	31	10	87	498,1	116,2	1167,1
Ocauçu	44	13	113	503,4	64,6	1089,2
Cabrália Paulista	36	12	100	407,1	144,9	1211,4
Paulistânia	35	13	89	602,8	69,9	978,7
Areia Branca	38	10	92	486,6	73,9	851,2
Dirceu	40	11	98	441,5	83,9	1000,7
São Pedro do Turvo	42	14	104	493,2	66,1	988,1
Fazenda São Francisco	35	11	84	465,9	78,7	1045,3
Fazenda Nova Niagara	30	10	70	392,7	79,6	957,2
Rancharia	47	7	95	547,9	68,1	1089,1
Agropecuária Sto. Antonio	52	12	114	403,1	64,8	1044,5
Echaporã	46	10	96	373,1	102,6	1316,2
Troncao Rancharia	40	8	88	428,9	68,2	1349,9
Assis	50	30	166	520,4	71,2	1051,7
Platina	41	10	105	461,5	80,2	1088,1
Usina Pari	41	11	110	444,9	82,5	1262,1
Porto Jaú	39	8	81	306,6	55,5	822,1
Florinea	42	9	93	420,1	61,9	1074,6
Sucui	34	7	77	408,3	87,1	1114,1
Tabajara	38	7	82	485,8	77,6	1295,2
Água da Fortuna	44	8	92	419,4	53,1	1062,7
Quatã	40	9	97	644,9	81,1	1319,1
Paraguaçu Paulista	47	11	105	438,1	77,2	1253,1
Fazenda Barra Mansa	24	5	51	486,9	98,9	1082,4
Iepe	39	8	97	489,6	55,7	1133,5
Avaré	42	18	108	501,4	122,8	1061,2
Pardinho	34	12	87	524,6	77,4	1181,9
Itatinga	61	46	203	576,5	85,6	1192,3
Cerqueira Cesar	36	12	96	367,8	84,9	1028,1
Fazenda Palmeiras	40	17	114	377,6	108,2	1243,4
Fazenda Marcondinha	34	10	76	519,7	88,2	1039,3

A Tabela 16, mostra que o maior número de dias de precipitação do período úmido ocorreu na estação Itatinga com 55 dias e o menor ocorreu na estação Fazenda Barra Mansa com 24 dias. No período seco, o maior número de dias de precipitação foi de 45 dias na estação Itatinga e o menor foi de 3 dias na estação Fazenda Barra Mansa. Já para a precipitação em milímetros, observa-se que no período úmido tem-se a maior precipitação na Estação Iepe com 804,6 mm e a menor na estação São Manuel com 420,1 mm. Para o período seco, observa-se que a maior foi de 82,9 mm na Estação Sucui e a menor na Estação Bairro Anhumas com 31,7 mm. A média anual de precipitação de 1985 foi de 1184,1 mm e a de dias com chuva foi de 100 dias.

Tabela 16 – Caracterização da precipitação - 1985.

Estações	1985					
	Dias com chuva			Precipitação (mm)		
	P.Úmido	P.Seco	Anual	P.Úmido	P.seco	Anual
São Manuel	40	10	104	420,1	42,9	1205,2
Faz. S. J. Morro Vermelho	49	10	104	633,4	42,6	1578,1
Faz. Monte Alegre	35	12	94	473,7	51,8	1162,4
Bairro Anhumas	42	7	101	505,4	31,7	1343,4
Gleba Rio Claro	39	11	100	619,5	87,3	1190,3
Garça	41	8	102	549,8	40,5	1269,8
Marília	40	11	92	453,8	48,3	978,1
Gália	51	13	142	658,1	39,7	1270,8
Mundo Novo	40	11	97	658,7	41,1	1242,1
Ocaçu	45	19	125	591,4	38,8	1072,1
Cabrália Paulista	42	43	133	699,4	54,3	1348,8
Paulistânia	37	8	90	607,7	52,8	1321,8
Areia Branca	36	8	84	565,4	63,9	1181,6
Dirceu	43	11	103	575,5	35,5	1154,8
São Pedro do Turvo	40	11	100	540,3	38,6	1150,7
Fazenda São Francisco	38	7	89	515,5	34,8	1052,1
Fazenda Nova Niagara	29	6	71	491,7	55,2	1305,6
Rancharia	37	7	80	545,7	33,3	905,2
Agropecuária Sto. Antonio	48	12	110	669,1	36,6	1071,8
Echaporã	30	14	104	678,3	46,1	1184,1
Troncao Rancharia	40	6	88	690,8	38,8	1069,2
Assis	53	36	156	576,6	59,5	1194,1
Platina	39	9	90	564,1	52,7	1216,8
Usina Pari	44	8	97	782,5	69,3	1256,2
Porto Jaú	30	8	83	492,8	62,8	1085,8
Florinea	34	9	87	603,9	43,2	1087,7
Sucui	36	8	88	690,5	82,9	1179,9
Tabajara	38	6	88	651,1	52,9	993,8
Água da Fortuna	36	6	81	541,2	43,3	997,1
Quatã	34	8	87	571,3	70,1	1154,1
Paraguaçu Paulista	41	8	95	686,1	47,4	1057,1
Fazenda Barra Mansa	24	3	62	461,3	26,1	1060,1
Iepe	40	16	106	804,6	58,6	1218,3
Avaré	45	12	110	628,1	46,1	1422,1
Pardinho	40	8	86	577,6	32,5	1160,7
Itatinga	55	45	201	667,2	49,5	1272,8
Cerqueira Cesar	39	14	94	542,1	60,8	1310,8
Fazenda Palmeiras	39	24	118	623,4	73,1	1441,9
Fazenda Marcondinha	35	7	73	559,4	74,6	1011,6

As Figuras 23 e 24, mostram a distribuição espacial da precipitação na bacia durante os anos 1984 e 1985, respectivamente.

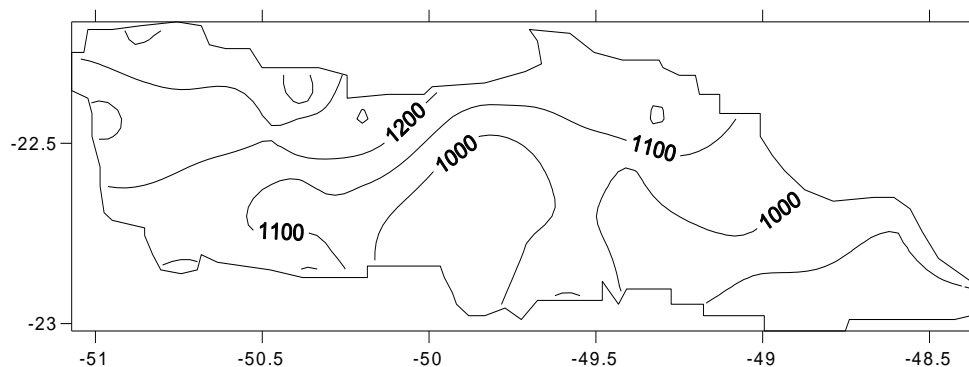


Figura 23 – Distribuição espacial de precipitação anual -1984.

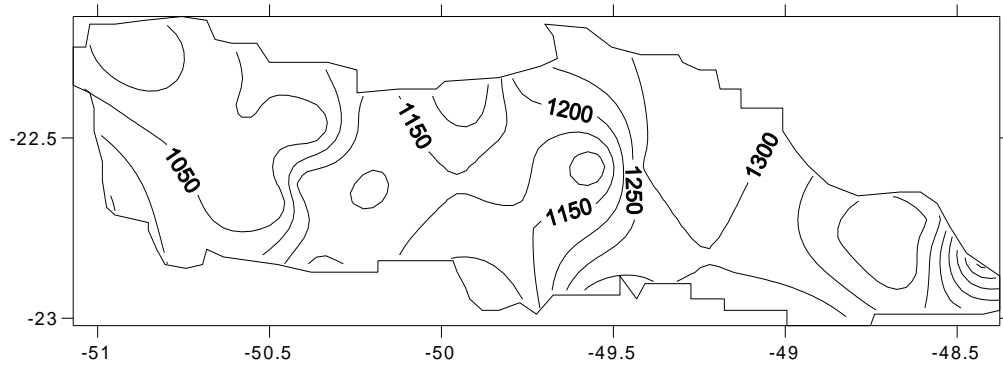


Figura 24 – Distribuição espacial de precipitação anual -1985.

Observa-se nas Figuras 23 e 24, um total anual de cerca de 1100 a 1300 mm, bem espalhados pela região. Essa quantidade de chuva, se comparada com os anos de El Niño, que chegaram a 2000 mm, são baixas e refletem anos de pouca chuva, entretanto, mais bem espalhadas pela bacia.

Para os anos de La Niña, 1996 também foi de destaque. A Figura 25, mostra a distribuição espacial da precipitação.

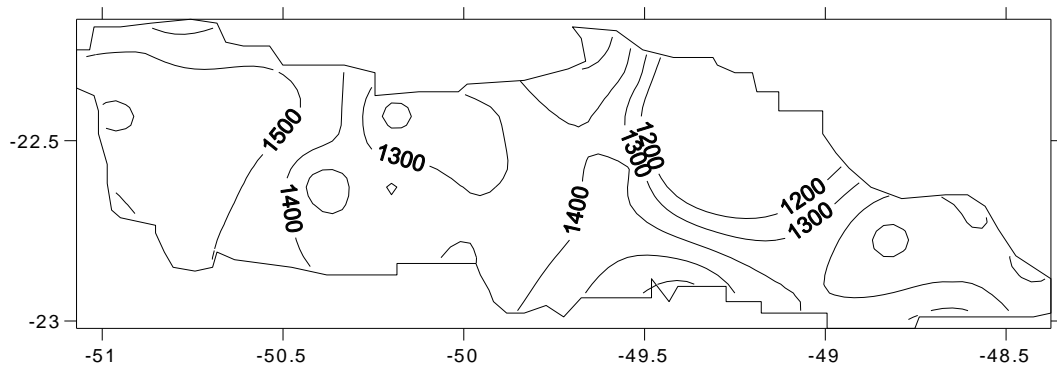


Figura 25 – Distribuição espacial de precipitação anual -1996.

Observa-se na Figura 25, que o ano 1996 não apresentou quantidade de chuva tão baixas como os anos 1984 e 1985, chegando a atingir 1500 mm em algumas áreas.

Após todos os cálculos realizados para o período de 32 anos, fez-se o mesmo para o período de 50 anos (1954 a 2003). A Figura 26 mostra gráficos que apresentam a média climatológica dos 50 anos e a precipitação anual de cada ano do período para a estação São Manuel e S.J., Morro Vermelho. Os gráficos das outras estações estão em anexo (Anexo 3)

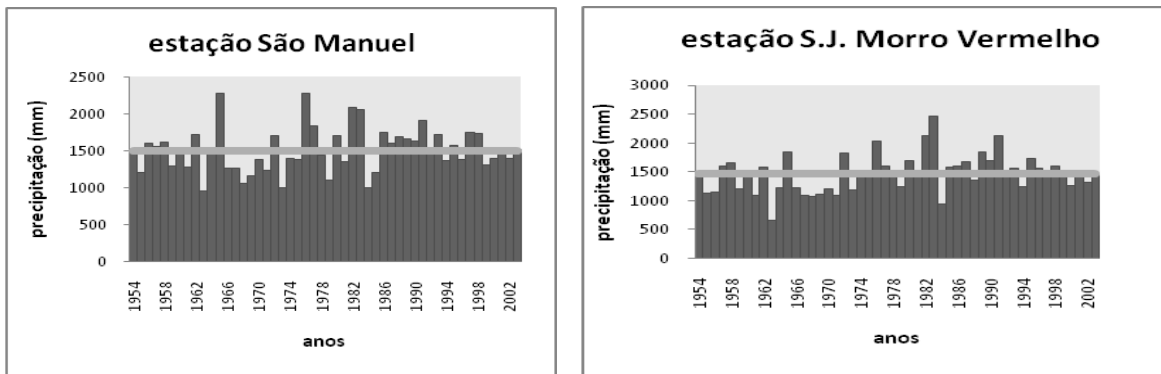


Figura 26 - Gráfico da precipitação anual comparada com a média durante o período na Estação São Manuel (à direita) e Faz. S.J. Morro Vermelho (à esquerda).

A partir dos gráficos (Figura 26 e Anexo 3), também foram escolhidos os anos úmidos e os anos secos. Os anos úmidos encontrados foram: 1972, 1974, 1976, 1982, 1983, 1986, 1989, 1991 e 1997. Já os anos considerados secos são: 1955, 1959, 1961, 1963, 1979, 1984, 1985 e 1999. Observou-se que tanto para o período de 32 anos, quanto para o período de 50 anos, os anos classificados continuaram os mesmos.

Para uma maior comparação entre os períodos de estudo, dividiu-se a serie de 50 anos em duas de 30 anos e comparou-se as duas series com a serie de 32 anos, usando como critérios para comparação a média climatologica dos períodos, o desvio padrão e o coeficiente de variação. Para isso, foram elaboradas isolinhas para a média climatologica e desvio padrão variando apenas o modelo geostatístico utilizado para a sua elaboração. As Figuras 27 e 28 representam as isolinhas do período de 32 anos:

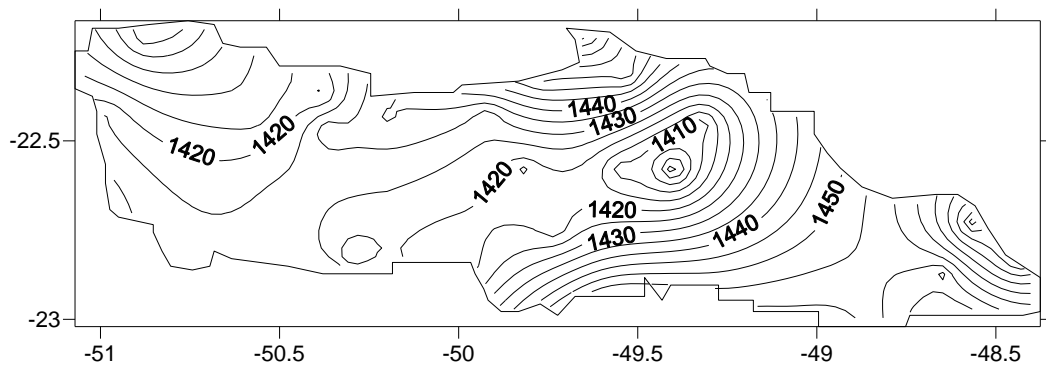


Figura 27 – Isolinhas da média climatológica de 32 anos. Modelo Power.

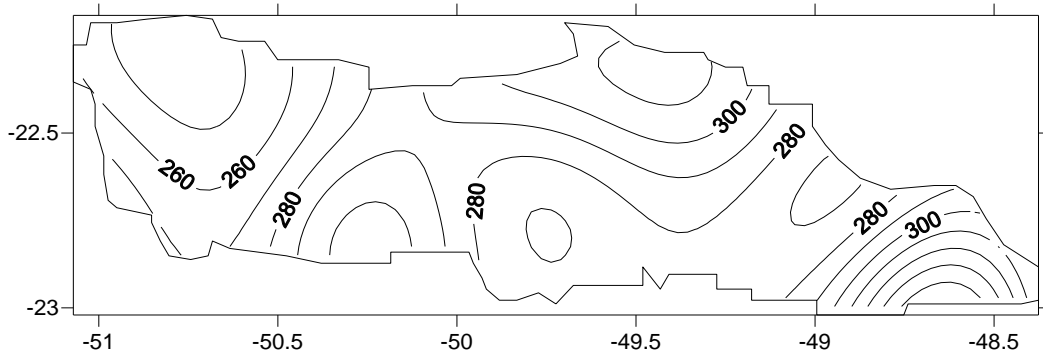


Figura 28 – Isolinhas do desvio padrão de 32 anos. Modelo Gaussiano.

As Figuras 29 e 30 representam as isolinhas dos primeiros 30 anos, 1954 a 1983:

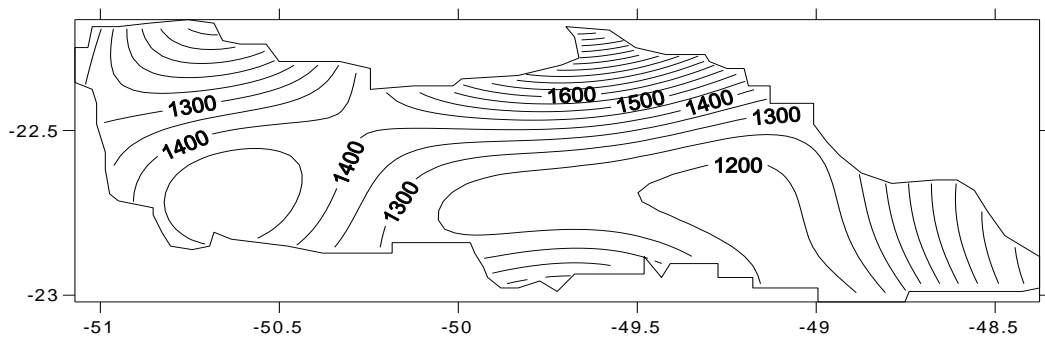


Figura 29 – Isolinhas da média climatológica de 30 anos – 1954 a 1983. Modelo Gaussiano.

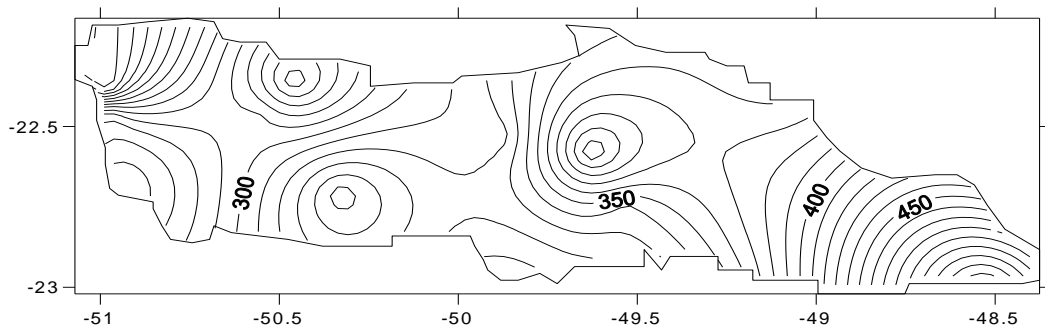


Figura 30 – Isolinhas do desvio padrão de 30 anos – 1954 a 1983. Modelo Esférico.

As Figuras 31 e 32, representam as isolinhas dos outros 30 anos, 1974 a 2003:

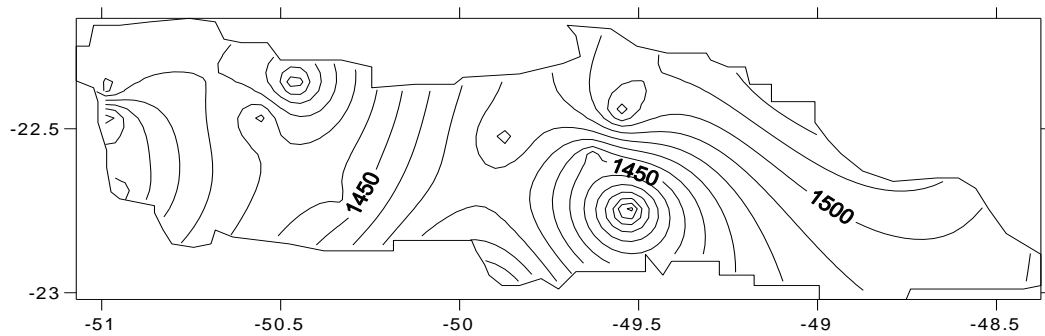


Figura 31 – Isolinhas da média climatológica de 30 anos. Modelo Power.

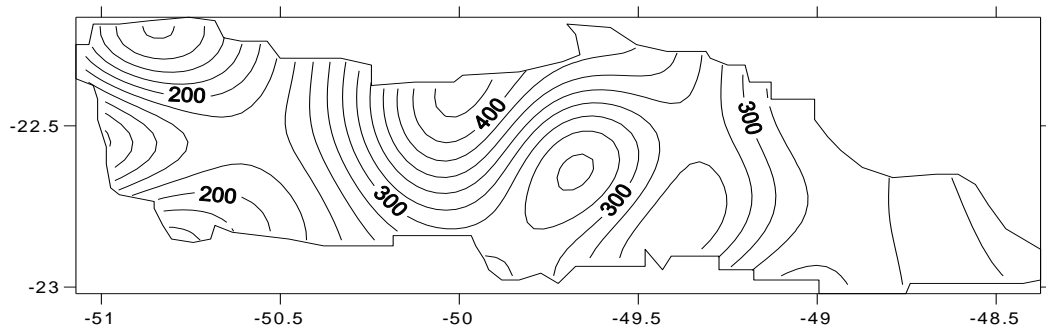


Figura 32 – Isolinhas do desvio padrão de 30 anos. Modelo Gaussiano.

Quando se compara o período de 32 anos (Figuras 27 e 28) com os primeiros 30 anos (Figuras 29 e 30) observa-se que a série de 30 anos (1952-1983) mostra-se com maior média climatológica do que a série de 32 anos (1972-2003). As isolinhas de desvio padrão apresentam-se de forma heterogênea dentro da bacia e é observado que a maior região de dispersão em relação a média climatológica é a região sudeste da bacia, com altos índices de desvio padrão. Ao se comparar a segunda série de 30 anos (Figuras 31 e 32) com a série de 32 anos (Figura 27 e 28), observou-se que as médias climatológicas permaneceram parecidas dentro da bacia e o desvio padrão pode demonstrar pouca variabilidade na distribuição espacial.

Após a comparação das séries escolhidas, foram elaboradas isolinhas das anomalias para os anos úmidos e anos secos. Os anos escolhidos como anos úmidos e secos foram: 1972, 1976, 1982, 1983, 1986 e 1997 e 1979, 1984, 1985 e 1999, respectivamente. As anomalias mostram o quanto precipitou a mais ou menos em relação a média climatológica do período. As Figuras 33, 34, 35, 36, 37 e 38 mostram as isolinhas das anomalias positivas com o modelo geostatístico utilizado para a sua elaboração.

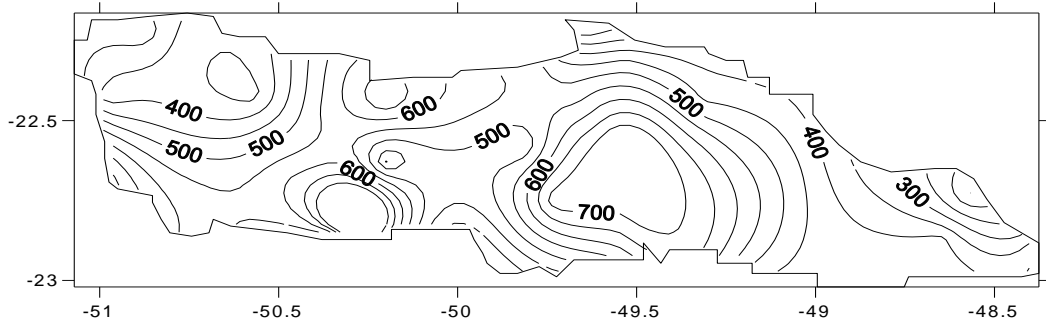


Figura 33 – Anomalias do ano 1972. Modelo esférico

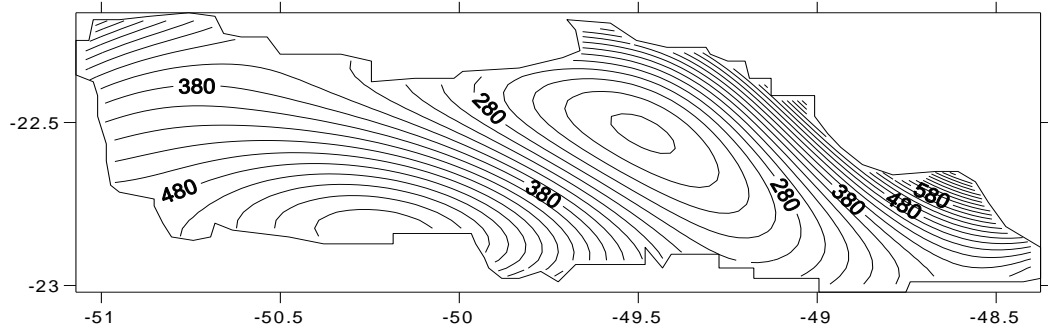


Figura 34 – Anomalias do ano 1976. Modelo gaussiano.

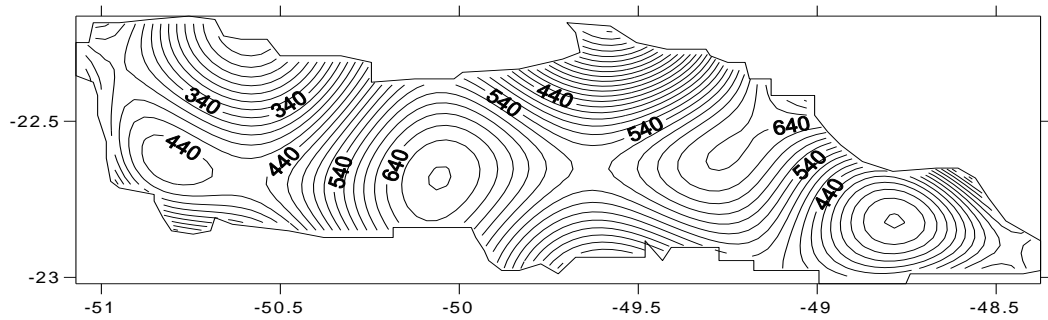


Figura 35 – Anomalias do ano 1982. Modelo gaussiano.

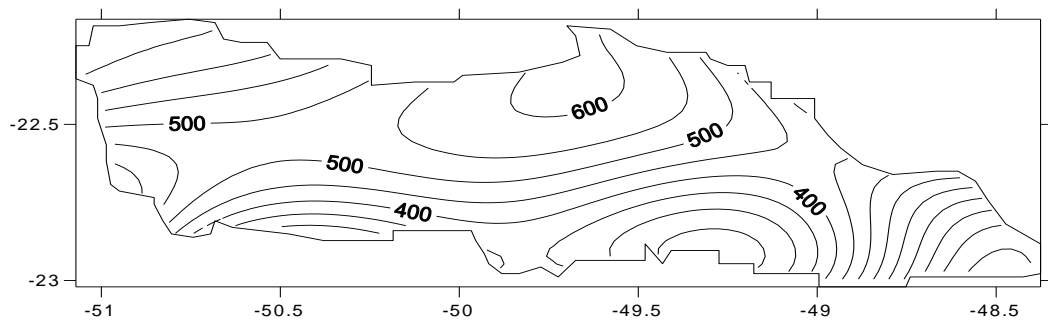


Figura 36 – Anomalias do ano 1983. Modelo gaussiano.

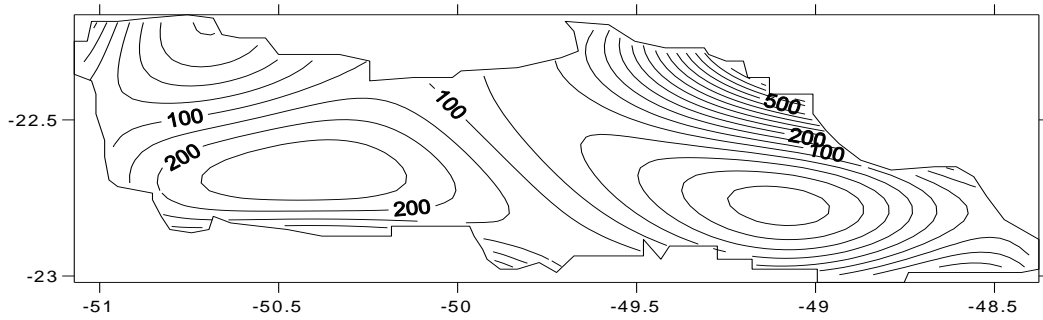


Figura 37 – Anomalias do ano 1986. Modelo gaussiano.

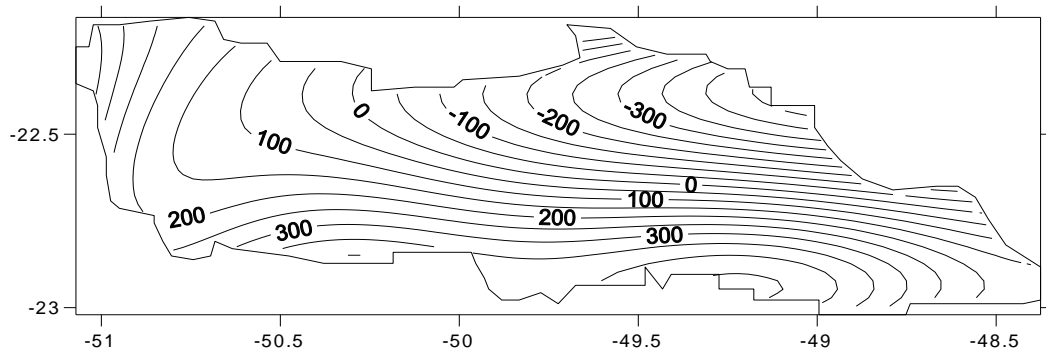


Figura 38 – Anomalias do ano de 1997. Modelo gaussiano.

Ao analisar as isolinhas (Figuras 33 a 38), observa-se primeiramente, que todos esses anos apresentaram anomalias positivas dentro da bacia ou em grande parte dela. Isso já comprova a classificação deles em úmidos, pois anomalias positivas indicam que ocorrem precipitações acima da média climatológica em toda a bacia. É possível observar que os anos de 1982 e 1983 foram os anos com maiores anomalias, o primeiro apresentando anomalia de 640 mm e o segundo 600 mm.

As anomalias positivas dentro desta bacia mostram que a variabilidade de precipitação existente neste período se dá por eventos externos que afetam de maneira direta a bacia do Médio Paranapanema, como o El Niño que, conseqüentemente intensifica a ZCAS, tão comum na primavera e verão brasileiro, além dos sistemas frontais que acabam gerando mais precipitação na região devido a grande umidade presente no Sudeste neste período

As Figuras 39, 40, 41, 42 apresentam as isolinhas das anomalias negativas, espalhadas pela bacia.

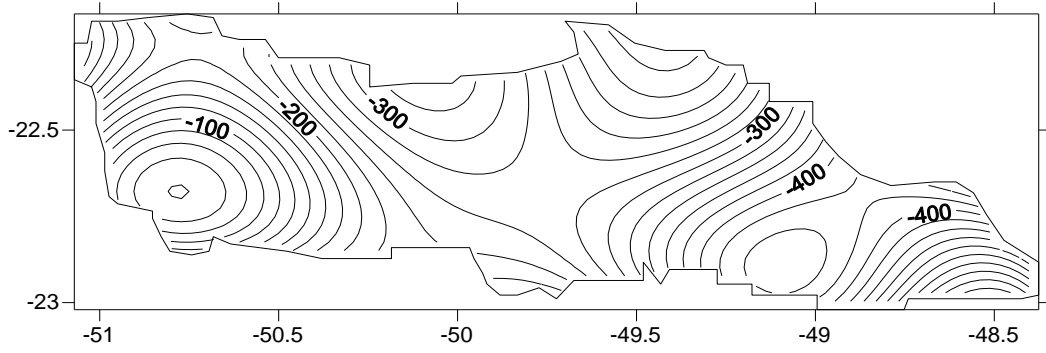


Figura 39 – Anomalias do ano 1979. Modelo gaussiano

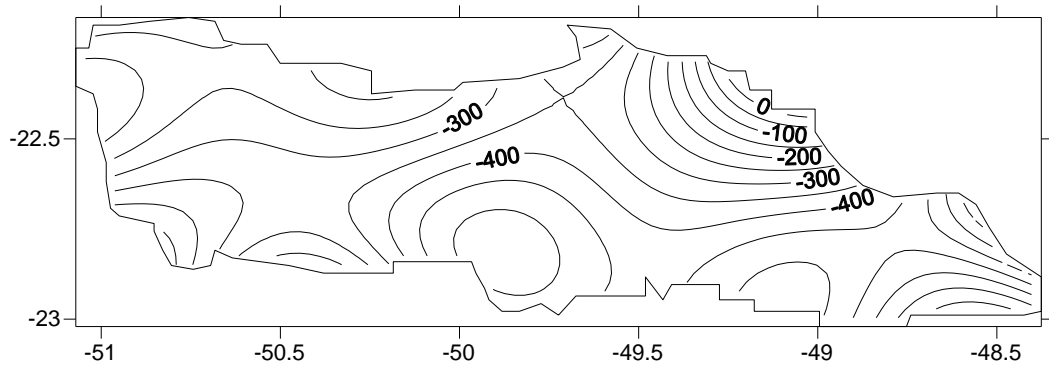


Figura 40 – Anomalias do ano 1984. Modelo esférico.

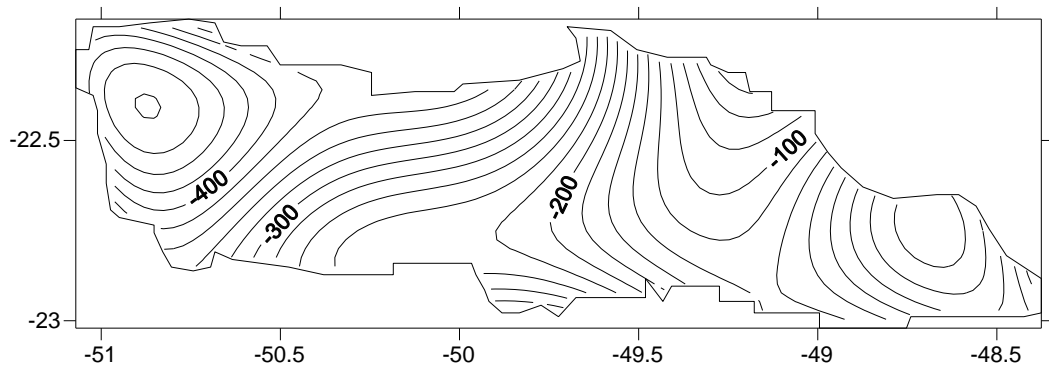


Figura 41 – Anomalias do ano 1985. Modelo gaussiano.

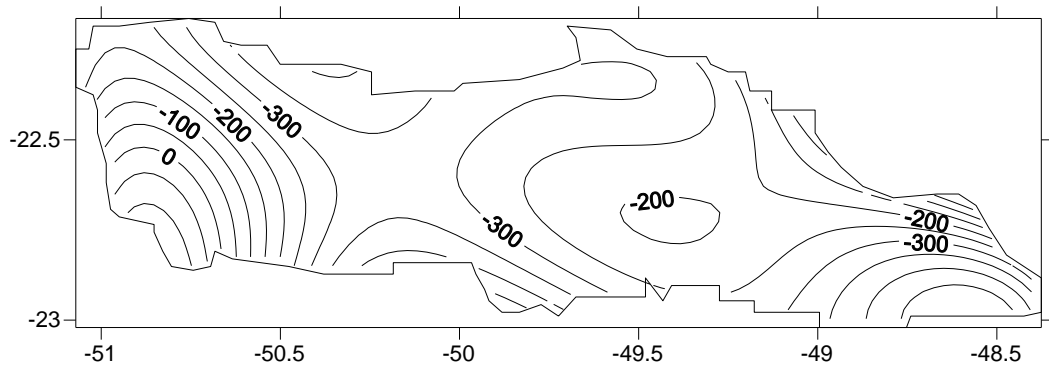


Figura 42 – Anomalias do ano 1999. Modelo gaussiano.

Analisando as isolinhas dos anos com anomalias negativas (Figuras 39 a 42), observa-se que a precipitação está bem distribuída pela área de estudo. Observa-se também que nos anos de 1979 e 1984 as menores precipitações pluviais se concentraram na região oeste da bacia. O contrário aconteceu nos anos de 1985 e 1999, em que a região leste apresentou os menores índices de precipitação.

Também foi feitos o estudo das as sub-unidades da bacia e suas especificidades. Utilizando as mesmas séries de dados (32 e 50 anos). A primeira especificidade estudada foi o tempo de retorno para cada período nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. As Figuras 43 (estação Gleba Rio Claro) e 44 (estação Marília), representam o período de 32 e 50 anos, respectivamente. Os outros gráficos, das estações restantes estão em anexo, (Anexo 4 – 32 anos, Anexo 5 – 50 anos)

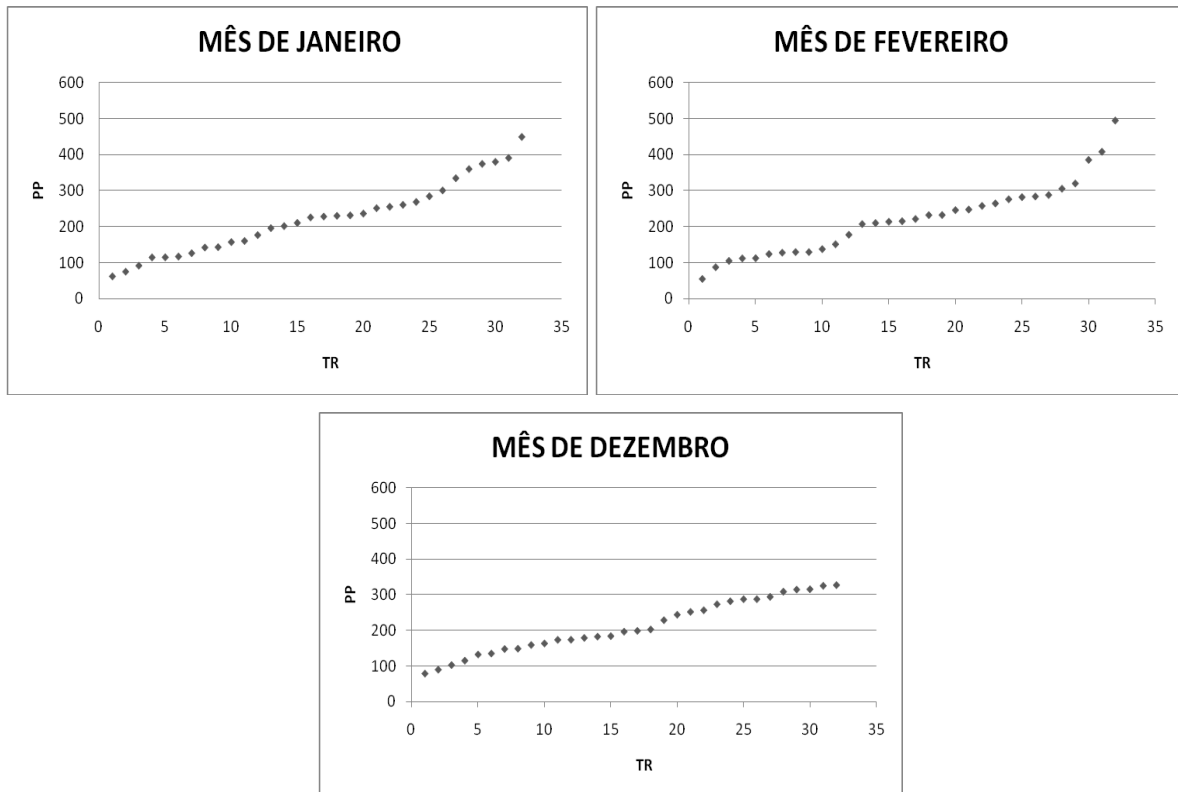


Figura 43 – Tempo de retorno para o período úmido de 32 anos.

Na Figura 43, observa-se que precipitações acima de 450 mm ocorrem em média a cada 30 anos nos meses de janeiro e fevereiro e não são ocorrem nos meses de dezembro. Já as precipitações mais normais (menor volume de água), ocorrem com menor tempo de retorno durante todo o período úmido, ou seja, são mais recorrentes que as precipitações acima de 300 mm. As precipitações que ocorrem a cada 30 anos na bacia, podem causar alguns problemas para a sociedade, como enchentes, alagamentos, perda na produção agrícola, entre outros.

A Figura 44, apresenta o tempo de retorno para a estação Marília, compreendendo o período de 50 anos.

Observando os gráficos da bacia do rio Turvo (Figura 44), nota-se que as chuvas intensas, acima de 400 mm acontecem entre 20 e 25 anos no região. As precipitações até 300 mm ocorreram com um tempo de retorno de até cinco anos, ou seja, esta precipitação é mais comum nesta bacia.

Comparando os dois períodos (32 e 50 anos), observa-se que seus tempos de retorno também são parecidos, chuvas acima de 400 mm ocorrem a cada 30 anos em todas as sub-unidades estudadas.

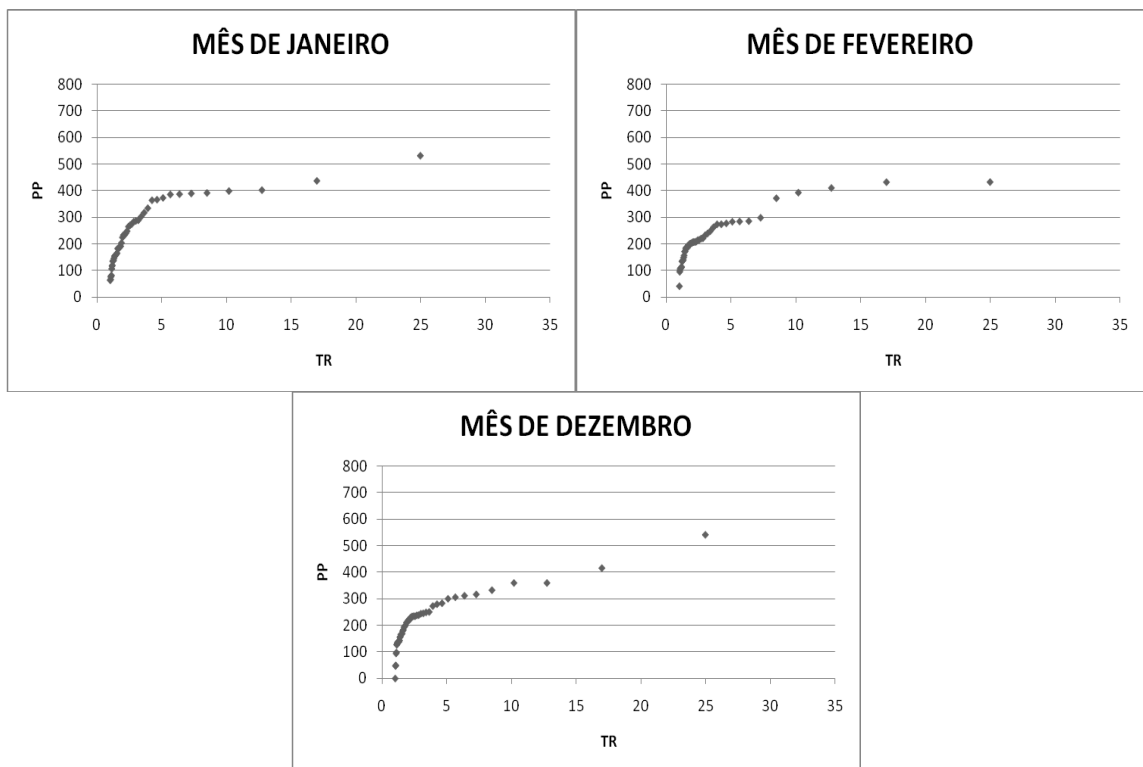


Figura 44 – Tempo de retorno para o período úmido de 50 anos.

A segunda especificidade estudada foi a distribuição de frequência, feita para os dois períodos e a partir dela foram elaborados gráficos que apresentam o intervalo estudado, ou seja, a variação de precipitação e a porcentagem das vezes que ela ocorreu nos meses do período úmido. Esses gráficos exemplificam as tabelas de distribuição de frequência. As Figuras 45 (estação Gleba Rio Claro) e 46 (estação Marília), representam os gráficos do período úmido para os períodos de 32 e 50 anos, respectivamente. Os gráficos das estações restantes dos dois períodos estão em anexo. (Anexo 6 – 32 anos, Anexo 7 – 50 anos)

Através da Figura 45, é possível observar qual foi a frequência mais comum de precipitação nos meses do período úmido, ou seja, qual é a quantidade de chuva mais comum e que ocorre com mais frequência em casa mês do período úmido. Em janeiro, as precipitações entre 204 a 272 (exclusive) mm são as mais comuns, já em fevereiro as mais frequentes são entre 78 e 156 (exclusive) mm e em dezembro, as mais comuns são entre 132 e 176 (exclusive) mm. Logo, observa-se que é no mês de janeiro que se tem as chuvas mais intensas frequentes.

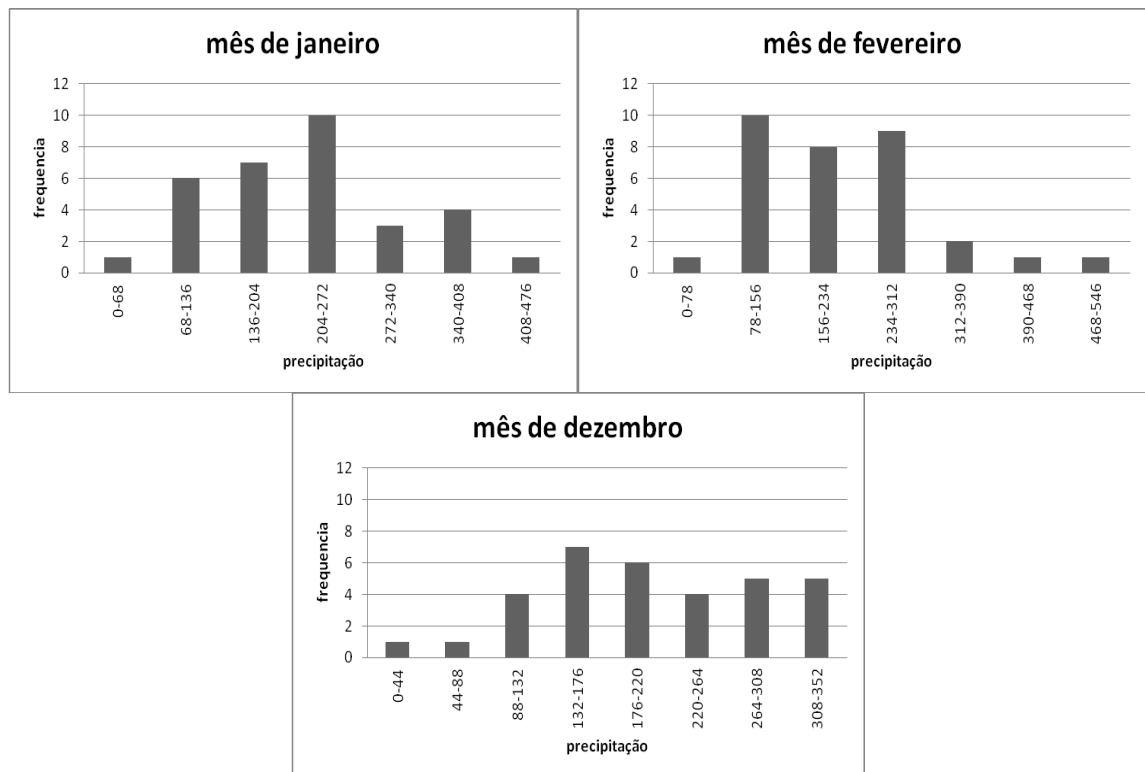


Figura 45 – Gráfico da distribuição de frequência para o período de 32 anos.

A Figura 46, mostra os gráficos elaborados para o período úmido dos 50 anos. Na Figura 46, observa-se que as precipitações mais frequentes no mês de janeiro são entre 98 e 196 (exclusive) mm, já as precipitações mais recorrentes no mês de fevereiro são entre 195 e 260 (exclusive) mm e o mês de dezembro, apresenta as precipitações mais frequentes entre 160 e 240 (exclusive) mm. Diferentemente do período de 32 anos (Figura 45), o mês de dezembro foi o qual apareceu com o maior volume de chuva.

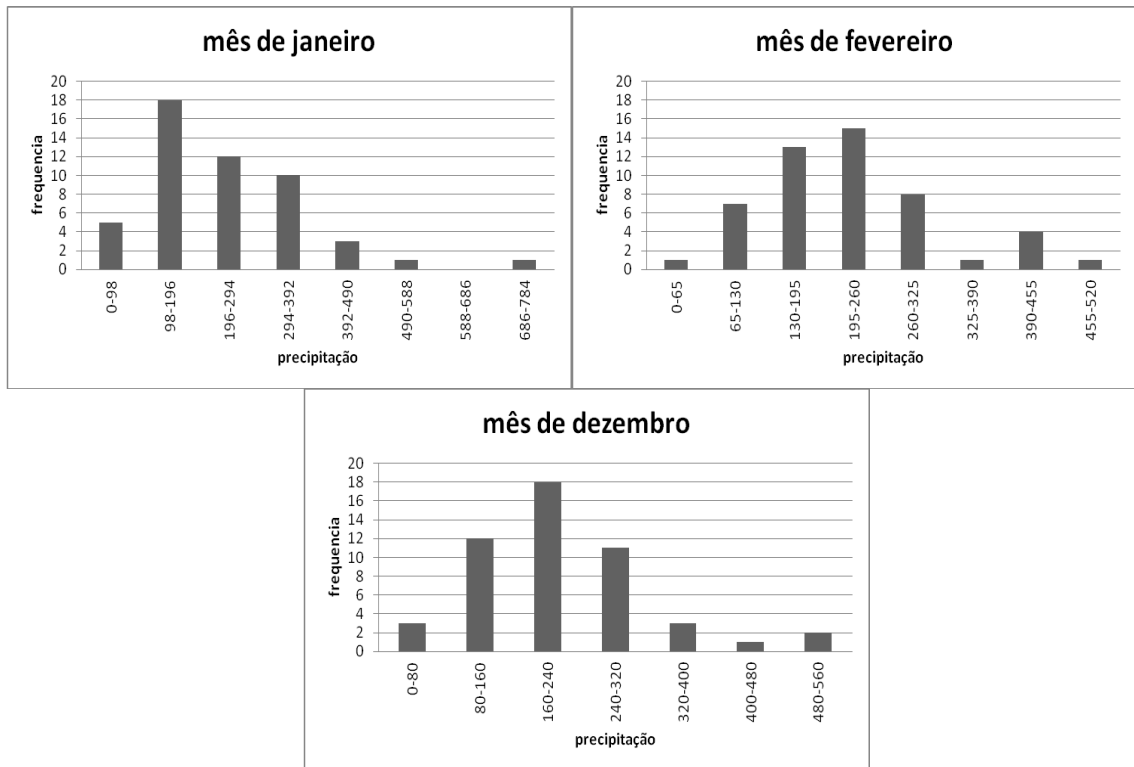


Figura 46 – Gráfico da distribuição de frequência para o período de 50 anos.

A terceira especificidade foi a padronização das chuvas. Afim de padronizar as chuvas nos dois períodos, foi calculado um índice básico que analisa a variabilidade durante o período estudado. O índice consiste em:

$$I = p(\text{anual}) / pm$$

em que: p = precipitação observada na estação (anual)

pm = precipitação média (média climatológica de cada estação)

Esse índice foi aplicado para os dois períodos, em todas as estações. As Figuras 47 e 48, mostram os gráficos para o período de 32 e 50 anos, respectivamente. O restante dos gráficos estão em anexo. (Anexo 8- 32 anos, Anexo 9 – 50 anos)

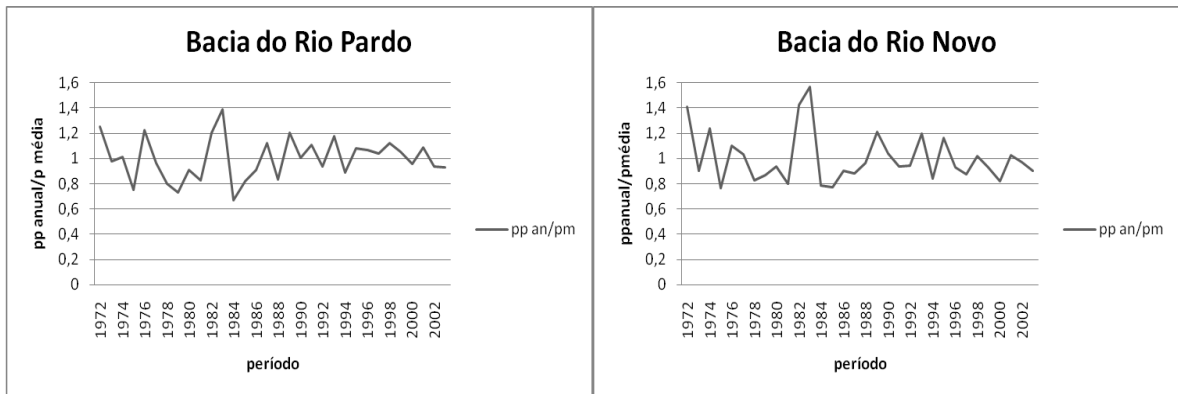


Figura 47 – Variabilidade da precipitação no período de 32 anos. (Estações Gleba Rio Claro e Ocaçu, respectivamente).

A Figura 48 é referente ao período de 50 anos:

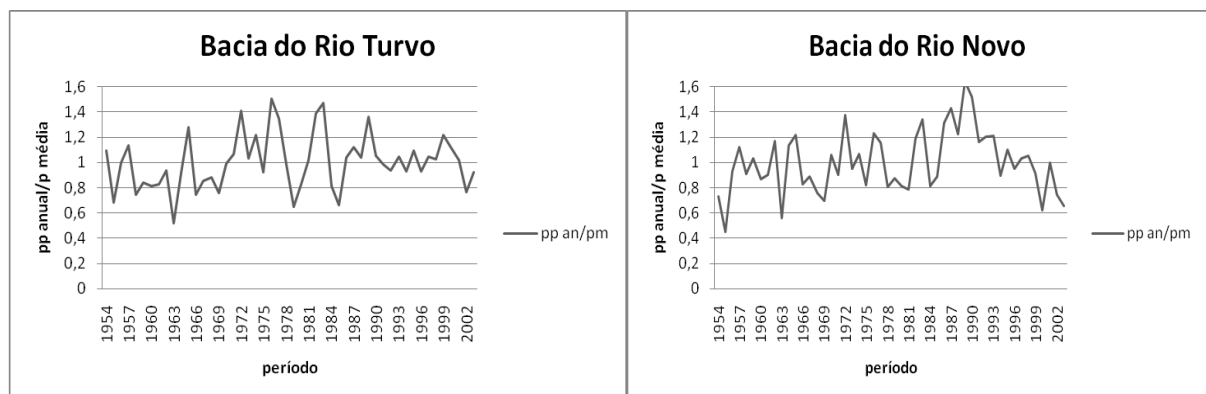


Figura 48 – Variabilidade da precipitação no período de 50 anos. (Estações Marília e Gália, respectivamente).

Observa-se nas Figuras 47 e 48, marcada variabilidade para os dois períodos. No gráfico, nota-se onde estão os picos positivos que se destacam dos demais são anos de El Niño e os picos negativos que se destacam são anos de La Niña.

A terceira especificidade foi apenas calculada para o período de 50 anos, por ser mais longo, optou-se por fazer gráficos que continham a precipitação anual de cada estação, a média climatológica e a média móvel. Com este tipo de gráfico é possível observar se a variabilidade da precipitação anual acompanha a média móvel. Para este trabalho foi escolhido 6 anos para se elaborar a média móvel.

A Figura 49 apresenta os gráficos de duas estações (Marília e Gália) que compreendem o período de 50 anos. O restante dos gráficos estão em anexo. (Anexo 10).

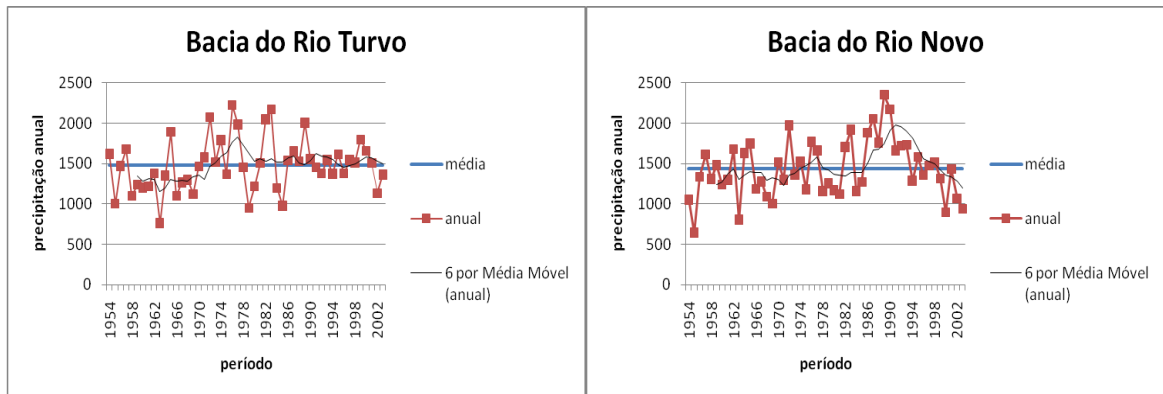


Figura 49 – Variabilidade da precipitação no período de 50 anos com média móvel. (Estações Marília e Gália, respectivamente).

Nos gráficos da Figura 49, observa-se a oscilação da média móvel é bem parecida com a oscilação da precipitação anual. A precipitação anual também varia muito em relação a média constante, apresentando vários picos altos e baixos. Ou seja, nota-se demarcada varabilidade no período.

A quarta especificidade, ainda calculada apenas para o período de 50 anos, é o Índice de Anomalia de Chuva (IAC). Cada sub-unidade teve seu IAC calculado.

As Figuras 50 e 51 mostram os gráficos de IAC para as estações Marília e Gália, respectivamente. Os gráficos das outras estações estão em anexo. (Anexo 11.)

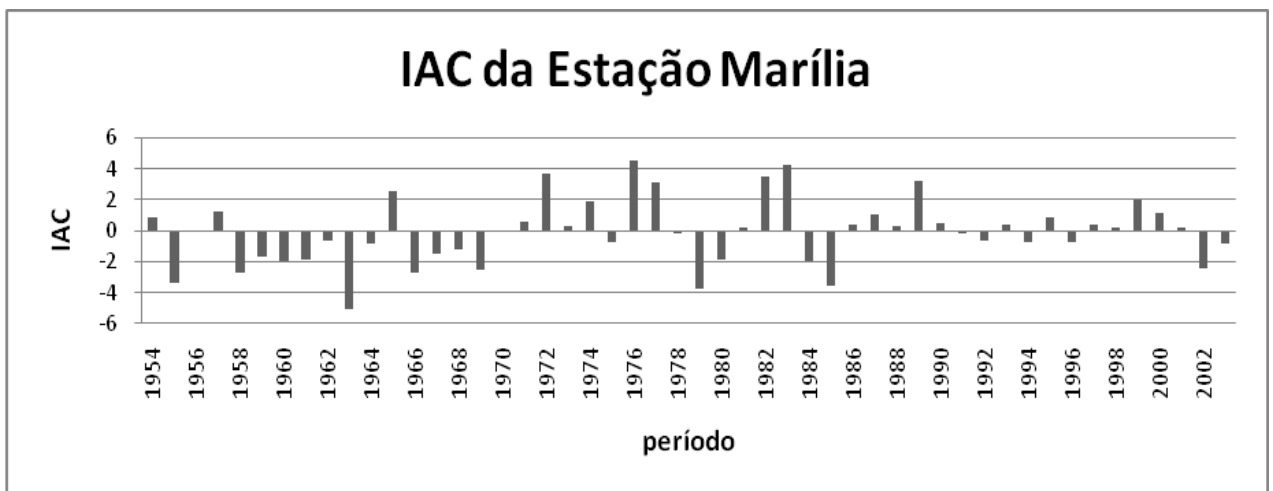


Figura 50 – Gráfico de IAC para a estação Marília.

Na Figura 50, é possível observar que os anos com IAC maiores foram: 1972, 1976, 1982 e 1983. Estes anos foram caracterizados pela presença do fenômeno El Niño na

região, que ocasionou uma maior incidência de chuvas. Já os anos mais com IAC mais baixos foram: 1955, 1963, 1979, 1984 e 1985, anos estes caracterizados pela presença da La Nina na região, que diminuiu em grande parte a incidência de chuvas.

A Figura 51 representa o gráfico de IAC para a estação Gália:

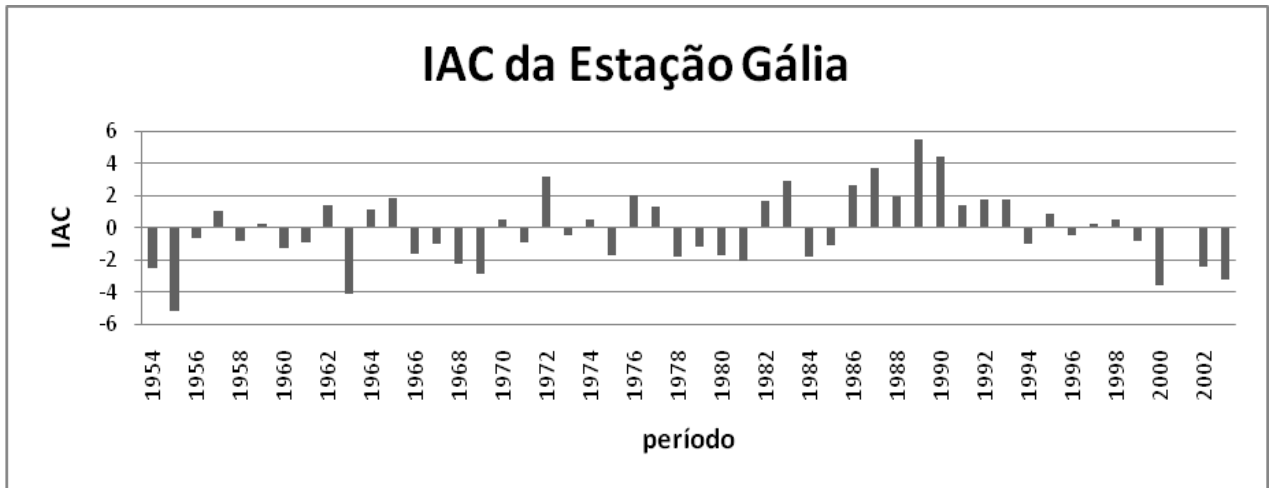


Figura 51 – Gráfico de IAC para a estação Gália.

Observa-se na Figura 51, que os anos com maiores valores de IAC são: 1972, 1989 e 1990. Já os valores mais baixos são: 1955, 1963, 2000 e 2003. É importante ressaltar que os anos de 1982, 1983, 1984 e 1985 não apresentaram valores tão altos nesta sub-bacia. Dos anos com IAC alto, os únicos afetados pelo fenômeno El Niño foram 1972 e 1989 e os anos com IAC baixo que foram afetados pela La Niña foram 1955 e 1963.

Como o IAC apresenta uma classificação, foram feitas tabelas que mostram a classificação de cada ano. Os anos que se destacaram, estão com a sua classificação grifada de cinza. Esses anos apresentaram classificação: muito úmido, extremamente úmido, muito seco ou extremamente seco.

As Tabelas 17 e 18, apresentam a classificação para a estação Marília e Gália, respectivamente.

Tabela 17- Classificação do IAC dos anos da estação Marília.

ESTAÇÃO MARÍLIA	
ANO	CLASSIFICAÇÃO
1955	seca alta
1963	extremamente seca
1972	umidade alta
1976	extremamente úmido
1979	seca alta
1982	umidade alta
1983	extremamente úmido
1984	seca suave
1985	seca alta
1998	Normal
1999	umidade baixa

Na Tabela 17, é possível observar que os anos em destaque apresentaram IAC com valores muito representativos. Os anos com altos valores de IAC variam de umidade alta a extremamente úmido, ou seja, com valores de IAC acima de três. Já os anos com valores mais baixos variam de seca suave a extremamente seca, ou seja, com valores de IAC acima de -1,99. Como era de se esperar, os anos que estão em destaque são os anos que apresentaram episódios de El Niño ou La Niña.

A Tabela 18, é referente a classificação dos anos da estação Gália. Nela é possível observar que os anos com altos índices variam de umidade alta a extremamente úmido, mesmo alguns destes anos não sendo considerados anos característicos de grande incidência de chuvas. Já os anos com baixo índice variam de seca a extremamente seca. Também nota-se que alguns dos anos em destaque foram anos de episódios de eventos externos que acabaram influenciando o regime de precipitação na bacia.

Tabela 18- Classificação do IAC dos anos da estação Gália.

ESTAÇÃO GÁLIA	
ANO	CLASSIFICAÇÃO
1955	extremamente seca
1963	extremamente seca
1972	umidade alta
1989	extremamente úmido
1990	extremamente úmido
2000	seca alta
2003	seca alta

Para uma melhor análise do índice, foi realizada a distribuição espacial do índice, através de isolinhas que representavam os valores. Foram escolhidos alguns anos úmidos e secos para se realizar a representação espacial.

As Figuras 52, 53, 54, 55 e 56 representam as isolinhas dos anos considerados úmidos e o modelo geostatístico utilizado para a sua elaboração:

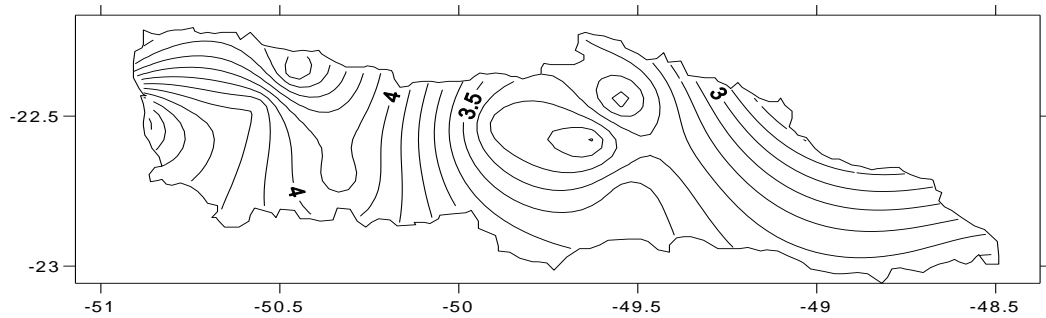


Figura 52 – Isolinhas de IAC de 1972 – Modelo Exponencial.

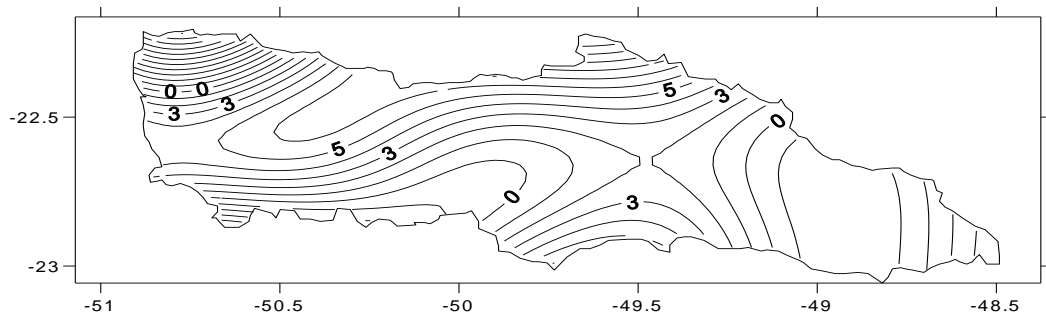


Figura 53 – Isolinhas de IAC de 1976 – Modelo Gaussiano.

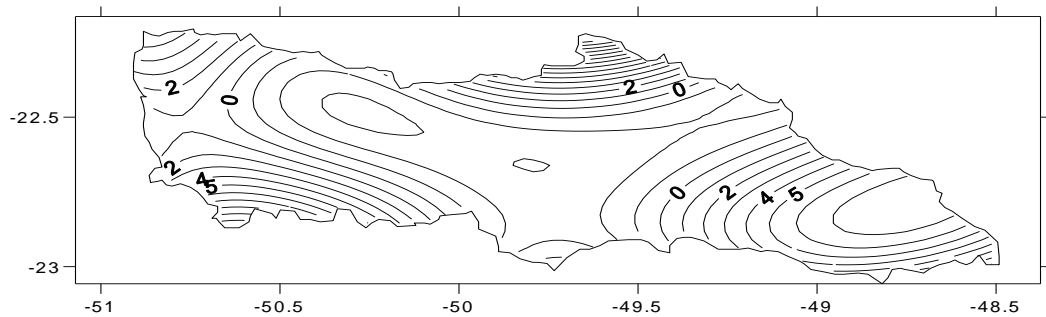


Figura 54 – Isolinhas de IAC de 1982 – Modelo Gaussiano.

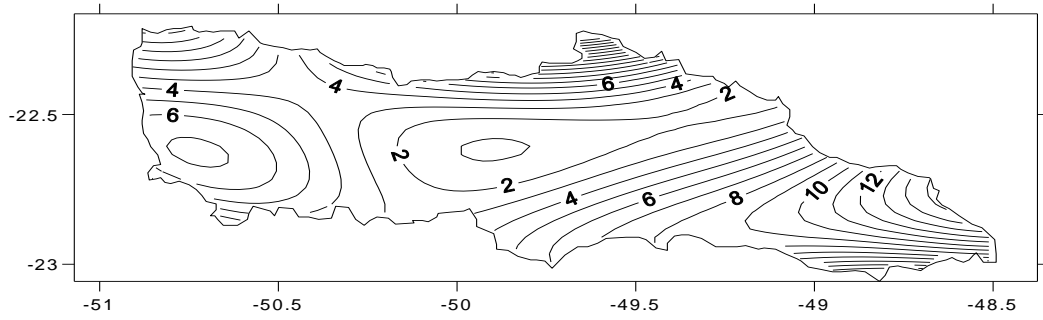


Figura 55 – Isolinhas de IAC de 1983 – Modelo Gaussiano.

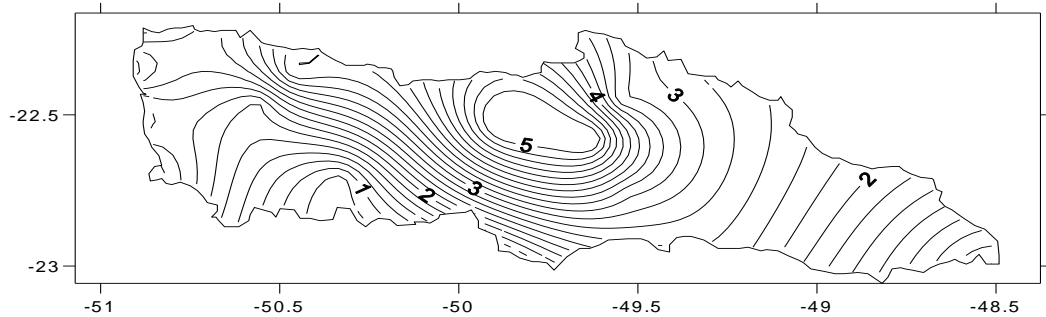


Figura 56 – Isolinhas de IAC de 1989 – Modelo Exponencial.

As isolinhas dos anos úmidos, representadas acima, mostram que esses anos apresentaram altos valores de IAC e valores representativos perante aos outros. Também pode ser observado que as chuvas e os valores de IAC estão bem distribuídos por toda a bacia, chovendo muito em toda a área e não apenas em algumas áreas isoladas.

As Figuras 57, 58, 59 e 60 representam as isolinhas de IAC dos anos considerados secos.

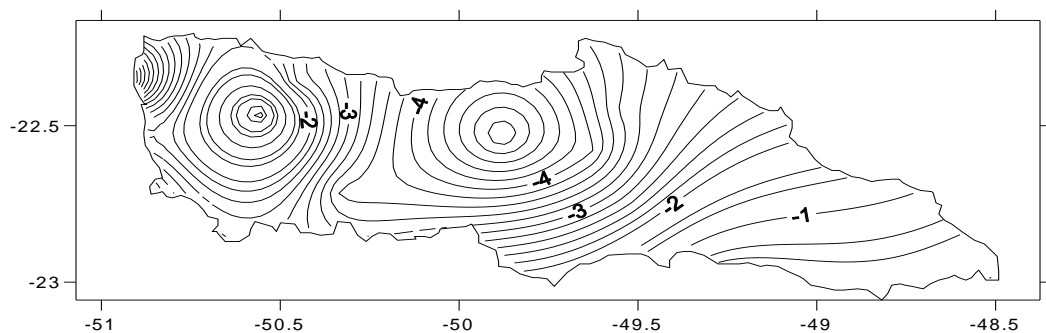


Figura 57 – Isolinhas de IAC de 1955 – Modelo Exponencial.

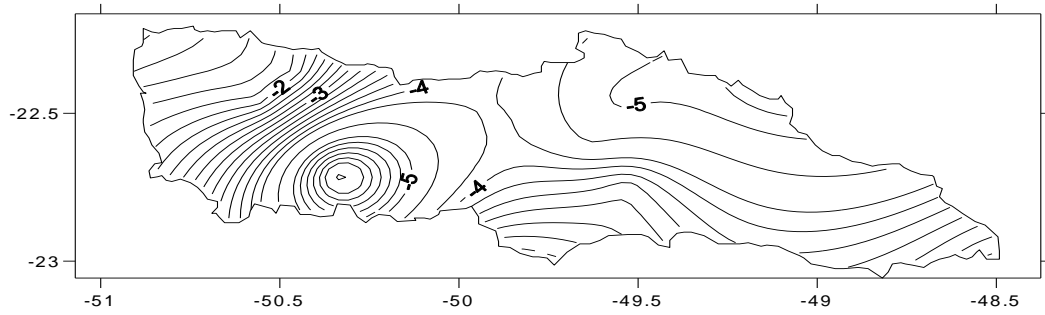


Figura 58 – Isolinhas de IAC de 1963 – Modelo Exponencial.

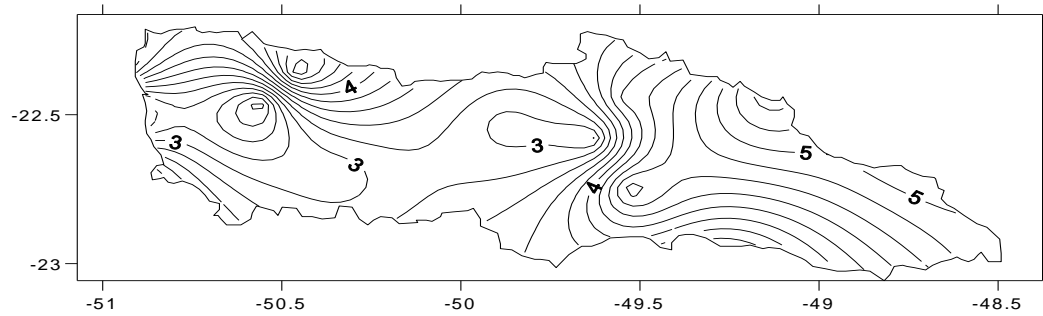


Figura 59 – Isolinhas de IAC de 1984 – Modelo Exponencial.

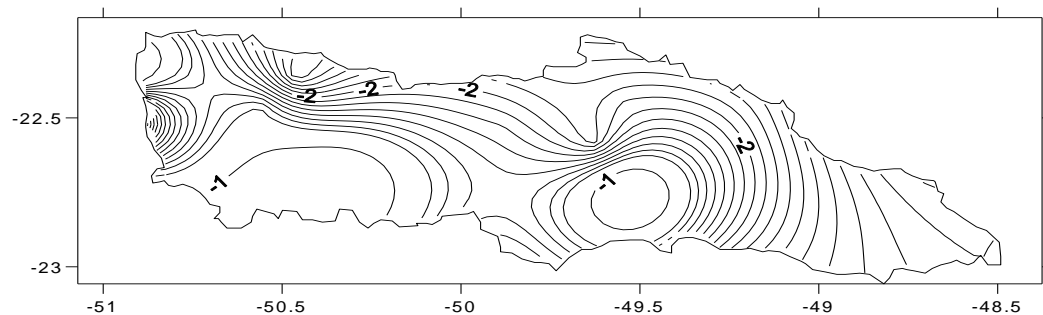


Figura 60 – Isolinhas de IAC de 1985 – Modelo Power.

As Figuras 57 a 60, mostram chuvas bem distribuídas, porém com IAC baixo, o que caracteriza os anos secos. Todos os anos apresentaram valores de IAC baixos em toda a área da bacia, com exceção do ano de 1984, que apresentou valores baixos, mas não comparáveis aos outros encontrados.

A quinta especificidade estudada, também foi para o período de 50 anos e consistiu na elaboração do Índice Padronizado de Precipitação Modificado (SPIM). Ele foi elaborado para todos os anos do período.

As Figuras 61 e 62 mostram o gráfico de SPIM para duas estações, Marília e Gália, respectivamente. Os gráficos das outras estações estão em anexo. (Anexo 13)

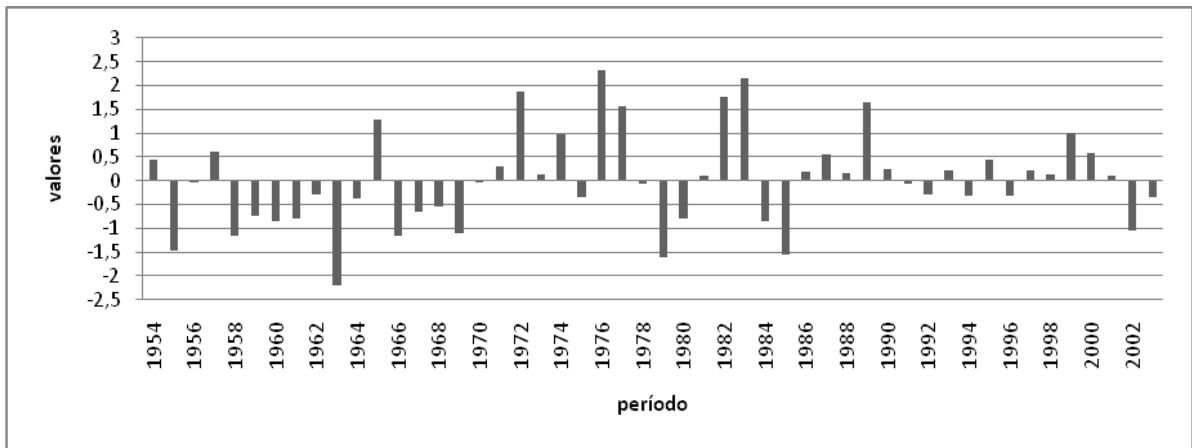


Figura 61 – SPIM para a estação Marília.

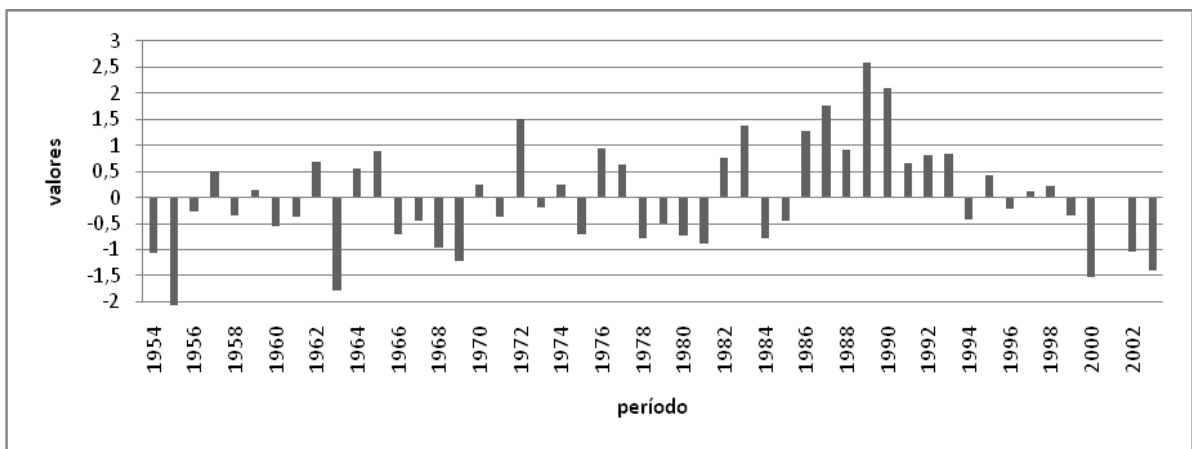


Figura 62 – SPIM para a estação Gália.

Nas Figuras 61 e 62, nota-se que os anos destacados no IAC também foram os anos de destaque para o índice estudado. Os anos de maior destaque continuam sendo 1982, 1983, 1984 e 1985. Também deve-se destacar o ano de 1997, que ficou mais evidente com este índice, obtendo altos valores em todas as estações, fato que não ocorria no IAC com tanta clareza. Quanto a classificação, observou-se que muitos anos que tiveram o episódio El Niño foram classificados extremamente úmido, muito úmido ou moderadamente úmido. Já os anos que tiveram o episódio La Niña, foram classificados como extremamente secos, muito seco ou próximo ao normal.

Outra especificidade estudada, foi a relação do relevo com a precipitação. Em algumas sub-unidades chove mais que em outras, isso pode estar relacionado com a localização de cada sub-unidade no relevo. A relação entre altitude e precipitação explica grande parte da incidência de chuvas em algumas regiões e não seria diferente na região da UGRHI-17. A bacia encontra-se em sua maior parte localizada no Planalto Ocidental Paulista. Para esta

análise, foi feito um mapa hipsométrico da UGRHI-17 no *software Surfer*. A Figura 63 representa o mapa:

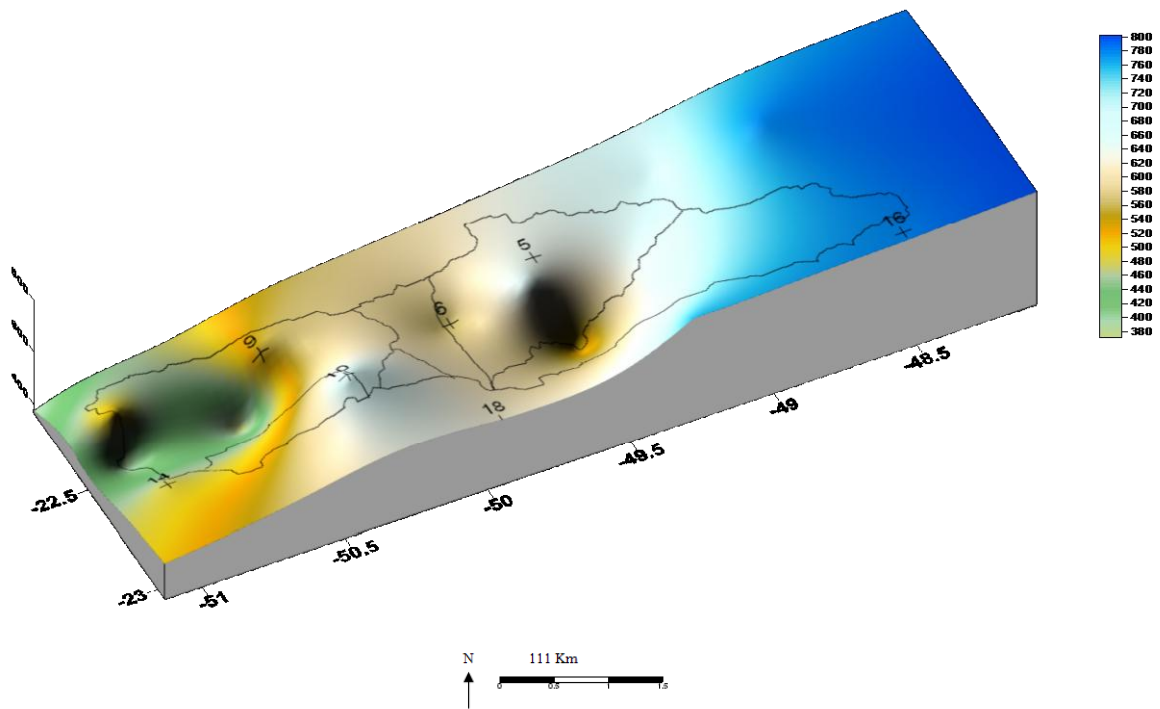


Figura 63 – Mapa hipsométrico da UGRHI.

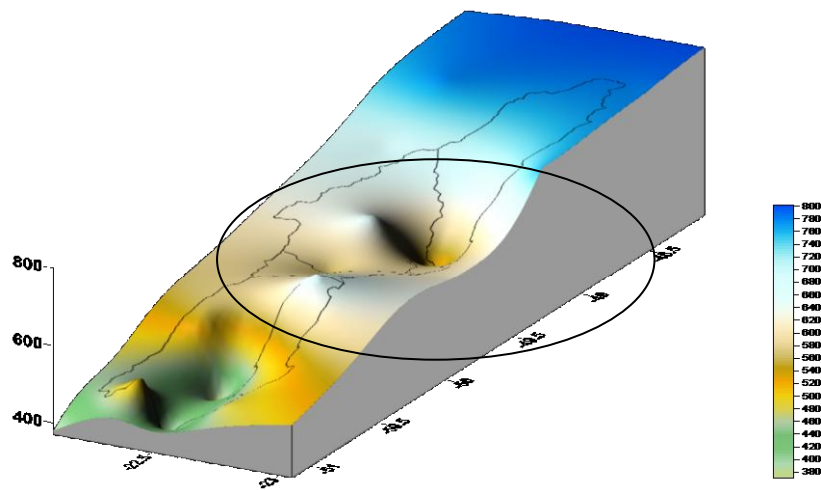
Através do mapa da Figura 63, pode-se observar que a UGRHI apresenta um relevo irregular, variando de 380 a 800 metros de altitude. A maior parte da bacia localiza-se numa altitude aproximada de 580 metros, onde estão as estações Marília (5 – Rio Turvo), Gália (6 – Rio Novo), Echaporã (10 – Rio Pari), e Fazenda Palmeiras (18 – Tributário do Paranapanema). A sub-bacia do Tributário do Paranapanema onde se localiza a estação Paraguaçu Paulista, está localizada entre 380 a 460 metros de altitude. Já a estação 9 (Rancharia) localizada na bacia do Rio Capivari está a 500 metros de altitude. A bacia que está localizada na região mais alta, entre 720 e 800 metros, é a do Rio Pardo, onde está a estação Avaré (16).

Na Tabela 19 é possível observar o total de precipitação de todos os anos do período de 50 anos de cada estação.

Tabela 19 – Total de precipitação das estações escolhidas para o período de 50 anos.

nº da estação	sub-bacia	Total de precipitação
5	Rio Turvo	73760,8
6	Rio Novo	71644
9	Rio Capivari	65892,2
10	Rio Pari	68502
14	Trib. do Paranapanema	67907,6
16	Rio Pardo	71855,8
18	Trib. do Paranapanema	75509,1

Observa-se que ao contrário do que acontece, no caso da região de estudo, a área que está mais elevada não apresenta uma quantidade de precipitação superior as demais. Isso acontece porque a região apresenta uma pequena depressão na região central (destacada na Figura 64).

**Figura 64** – Área de vale destacada no mapa hipsométrico.

Esta depressão acaba concentrando os maiores índices de precipitação da região, uma vez que apresenta em seu entorno relevos com altitudes maiores, o que geraria um acúmulo de precipitação na área. Os relevos de maiores altitudes atuam como barreira para a saída da umidade e como principais fornecedores desta umidade para a região, devido a grande concentração de nuvens que ali são geradas. As estações que mais chovem são 18 (Tributário do Paranapanema), 5 (Marília) e 16 (Rio Pardo), respectivamente.

Após o estudo das especificidades de cada sub-unidade, foram feitos os balanços hídricos para algumas cidades da região. Foram analisados dois anos de El Niño e dois anos de La Niña, os anos de El Niño foram 2002 e 2005 e os anos de La Niña foram 2001 e 2008.

A Figura 65 e 66, apresentam os gráficos do extrato de balanço hídrico para a cidade de Echaporã e Gália, respectivamente. Os gráficos restantes dos anos de El Niño estão em anexo. (Anexo 12)

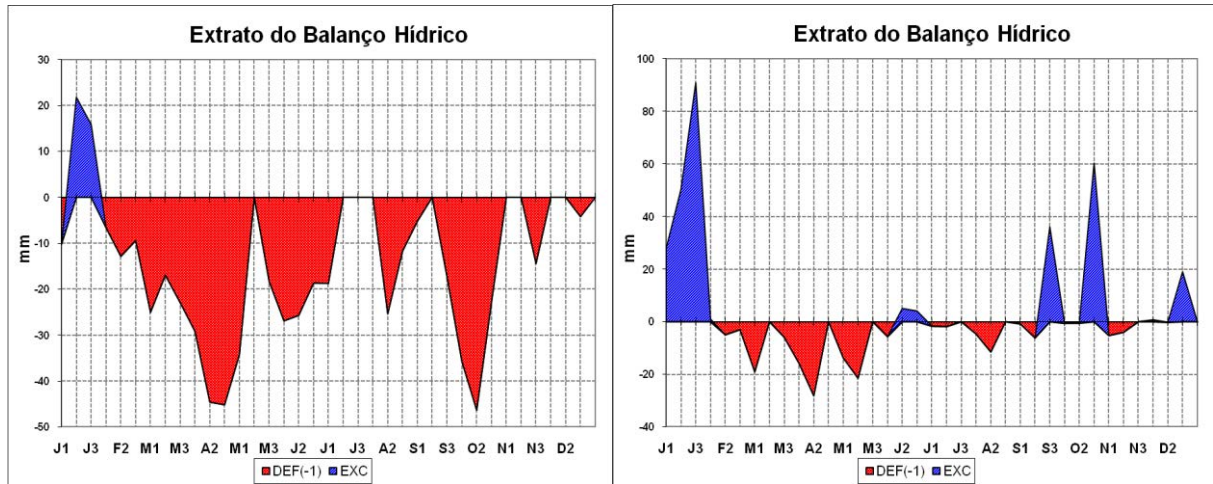


Figura 65 – Gráfico de Balanço Hídrico para o ano de 2002 (à esquerda) e 2005 (à direita), respectivamente na cidade de Echaporã.

Na Figura 65, pode-se observar para o ano de 2002, que mesmo sendo um ano de El Niño, o período de déficit hídrico foi marcado, superando o período de excedente que se deu apenas nas primeiras semanas de janeiro e mesmo assim não foi muito significativo. Já no ano de 2005, observa-se a influência do fenômeno, uma vez que o período de déficit hídrico foi menor, apresentando valores mais baixos e em contrapartida, houve picos de precipitação que geraram excedentes hídricos espalhados pelo período, sendo os maiores nos primeiros vinte dias de janeiro.

A Figura 66 representa a cidade de Gália:

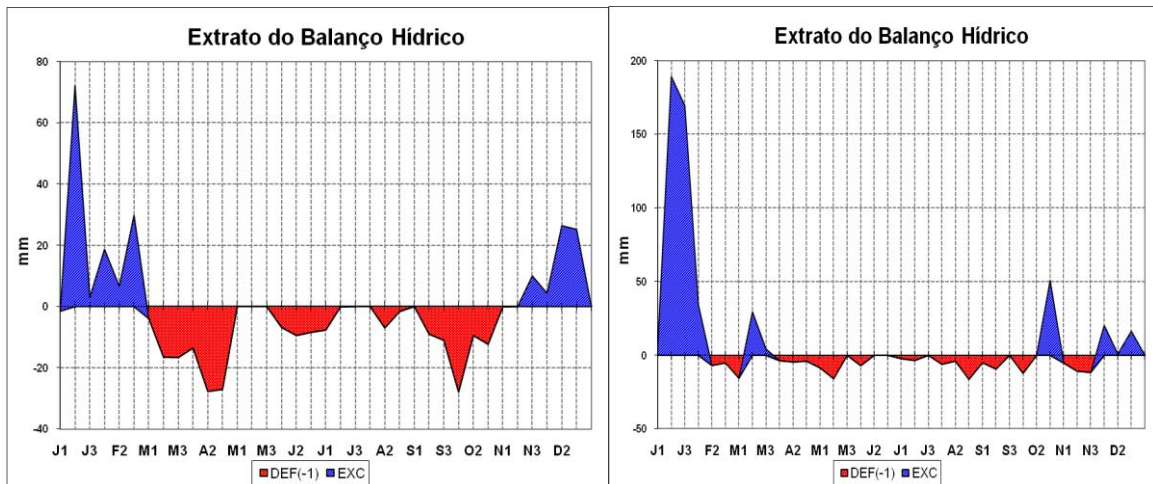


Figura 66 – Gráfico de Balanço Hídrico para o ano de 2002 (à esquerda) e 2005 (à direita), respectivamente na cidade de Gália.

Na Figura 66 observam-se dois anos com o El Niño bem marcado, uma vez que, os períodos com excedente hídrico condizem com os meses da estação chuvosa que, por sua vez, são influenciados pelo fenômeno. Observa-se que as primeiras semanas de janeiro apresentaram precipitação pluvial significativa, em relação a todo o período.

Para os anos de El Niño foi possível observar que, não houve muita diferença no grau de influência em relação à intensidade do fenômeno, ou seja, apesar do ano de 2002 ter apresentado a intensidade moderada, foi possível detectar a influência do fenômeno nos gráficos de balanço hídrico, uma vez que aquele estava bem marcado. O mesmo ocorreu para 2005, em que foi possível notar a influência do fenômeno, mesmo com a fraca intensidade apresentada pelo mesmo.

É importante notar que na maioria das cidades estudadas, os meses da estação chuvosa apresentaram altos valores de excedente hídrico, principalmente no mês de janeiro. Esse mês já tem como característica valores mais altos de precipitação em relação aos outros meses da estação chuvosa e com o gráfico de balanço hídrico ficou claro esta diferença, evidenciando que os valores de excedente hídrico mais altos em relação à fevereiro e dezembro. Também foi possível observar que o excedente hídrico é sempre maior nos primeiros vinte dias de janeiro.

Os mapas da Figura 67, apresentam a quantidade de água no solo presente no ano de 2005 no mês de janeiro nos primeiros vinte dias do mês.

Na Figura 67, observa-se que a quantidade de água disponível na região da UGRHI-17 nos primeiros vinte dias do mês de janeiro de 2005, apresentou os valores mais altos, salvo alguns pontos que não apresentaram a capacidade máxima de água disponível. Logo,

comparando o bálano hídrico realizado com os mapas acima, observa-se um ano de El Niño influente na região:

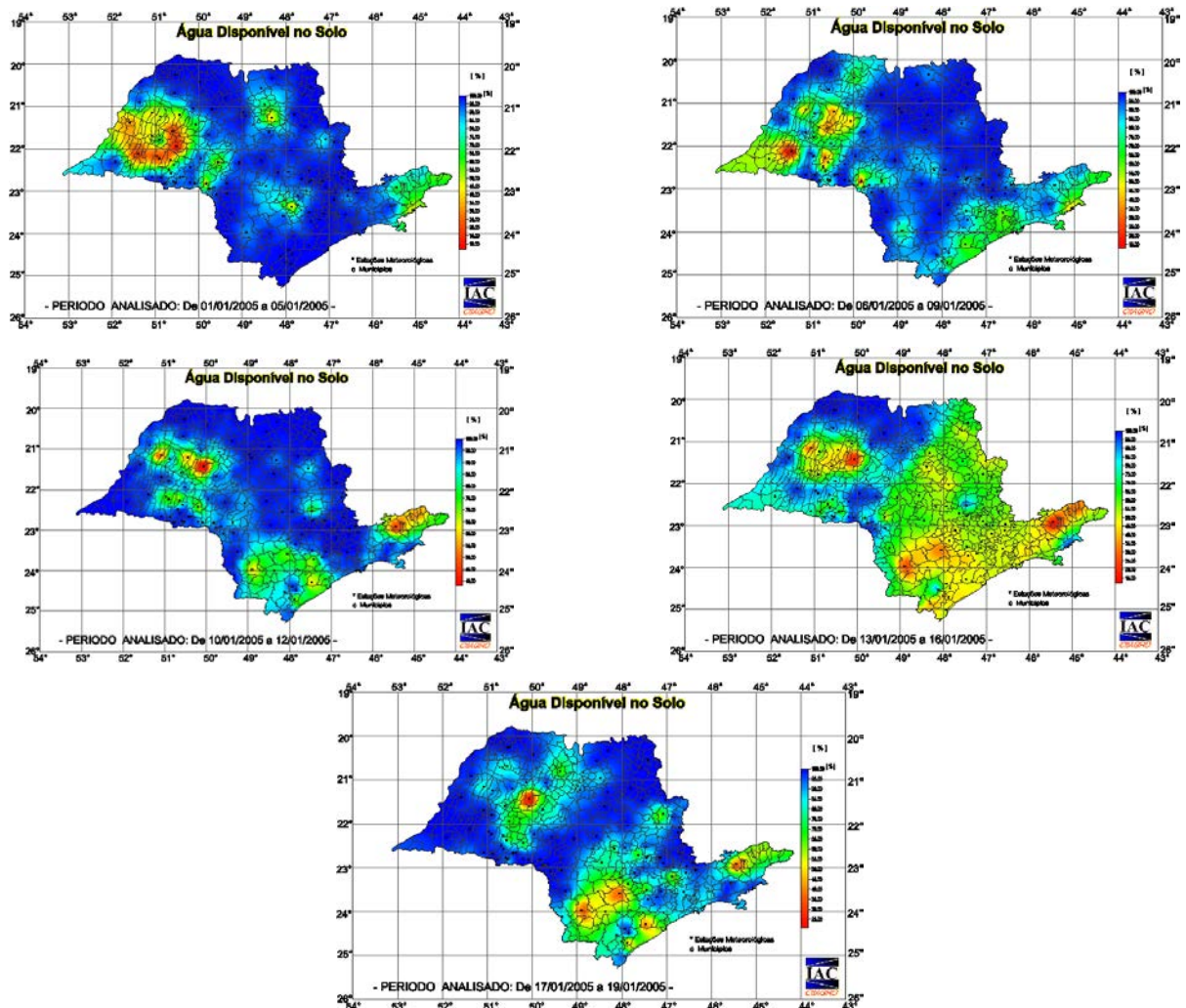


Figura 67 – Mapas de água disponível no solo nos primeiros 20 dias de janeiro de 2005.

Fonte: CIIAGRO -http://www.ciiagro.sp.gov.br/boletim/indexi.asp?periodo1=27_30&ano1=05&mes1=01#

A Figura 68, representa o gráfico do extrato do balanço hídrico para os anos de La Niña, para a cidade de Echaporã. Os outros gráficos dos anos de La Niña estão em anexo. (Anexo 13)

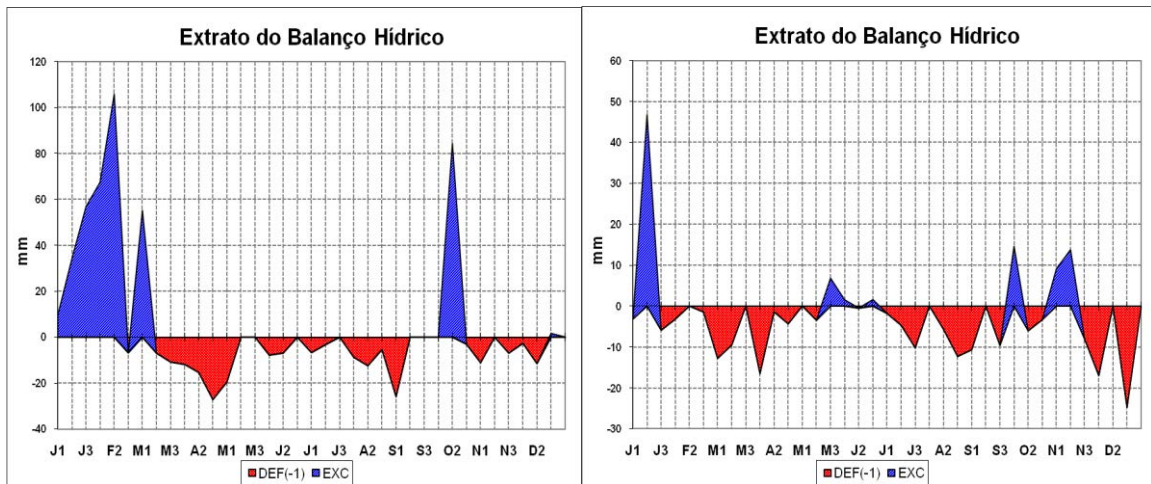


Figura 68 - Gráfico de Balanço Hídrico para o ano de 2001 (à esquerda) e 2008 (à direita), respectivamente na cidade de Echaporã.

Na Figura 68, observa-se que janeiro ainda apresenta os maiores valores de excedente hídrico nos dois anos em questão. Também nota-se que o mês de dezembro, em ambos os anos, apresentaram déficit hídrico, sendo este maior em 2008 que 2001. Os valores de déficit hídrico para ambos os anos foram significativos.

A Figura 69, mostra o gráfico para a estação Gália:

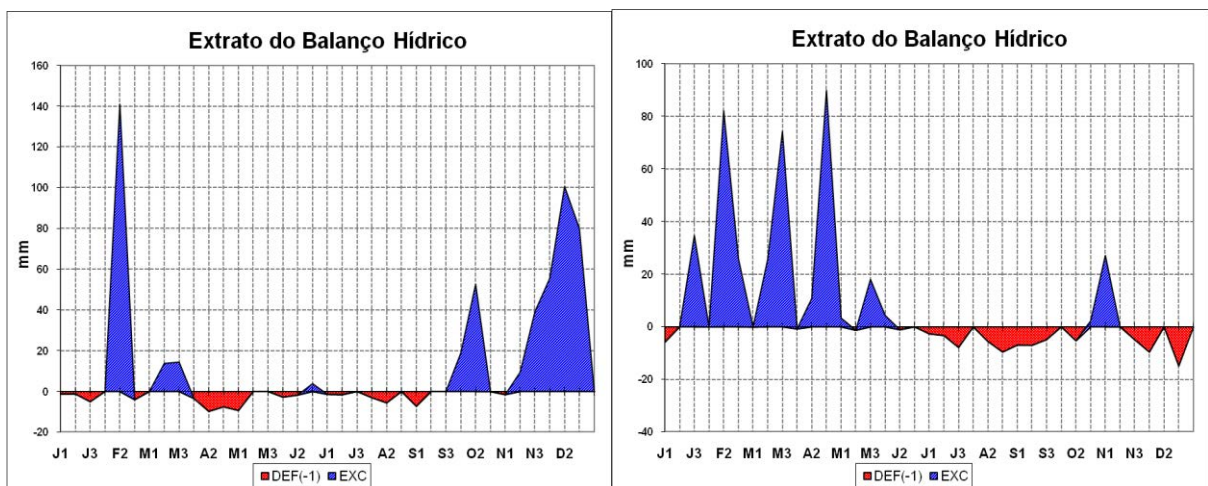


Figura 69 - Gráfico de Balanço Hídrico para o ano de 2001 (à esquerda) e 2008 (à direita), respectivamente na cidade de Gália.

Observa-se na Figura 69, que mesmo sendo anos de La Nina, não há um déficit hídrico significativo na região e os valores de excedente hídrico atingem valores altos. É possível notar que o mês de dezembro, apresenta déficit hídrico apenas para o ano 2008, tendo um excedente hídrico significativo no ano 2001.

Observa-se que não é fácil identificar o fenômeno La Niña na região apenas pelos gráficos de balanço hídrico, pois os meses da estação chuvosa, de maneira geral, apresentam altos valores de excedente hídrico, o que significa que houve chuva suficiente na região e não houve um período de escassez como de esperado para anos com a presença de La Niña. Nota-se que esse fenômeno não influenciou de maneira direta algumas cidades da região, exceto algumas que apresentaram altos valores de déficit hídrico para os meses mais secos e valores não tão altos (se comparados com os anos de El Niño) de excedente hídrico nos meses da estação chuvosa.

O mês mais seco para os dois anos e para todas as cidades estudadas foi junho. Os mapas da Figura 70, retirados do *site* da CIIAGRO, mostram a quantidade de água disponível no solo no mês de julho:

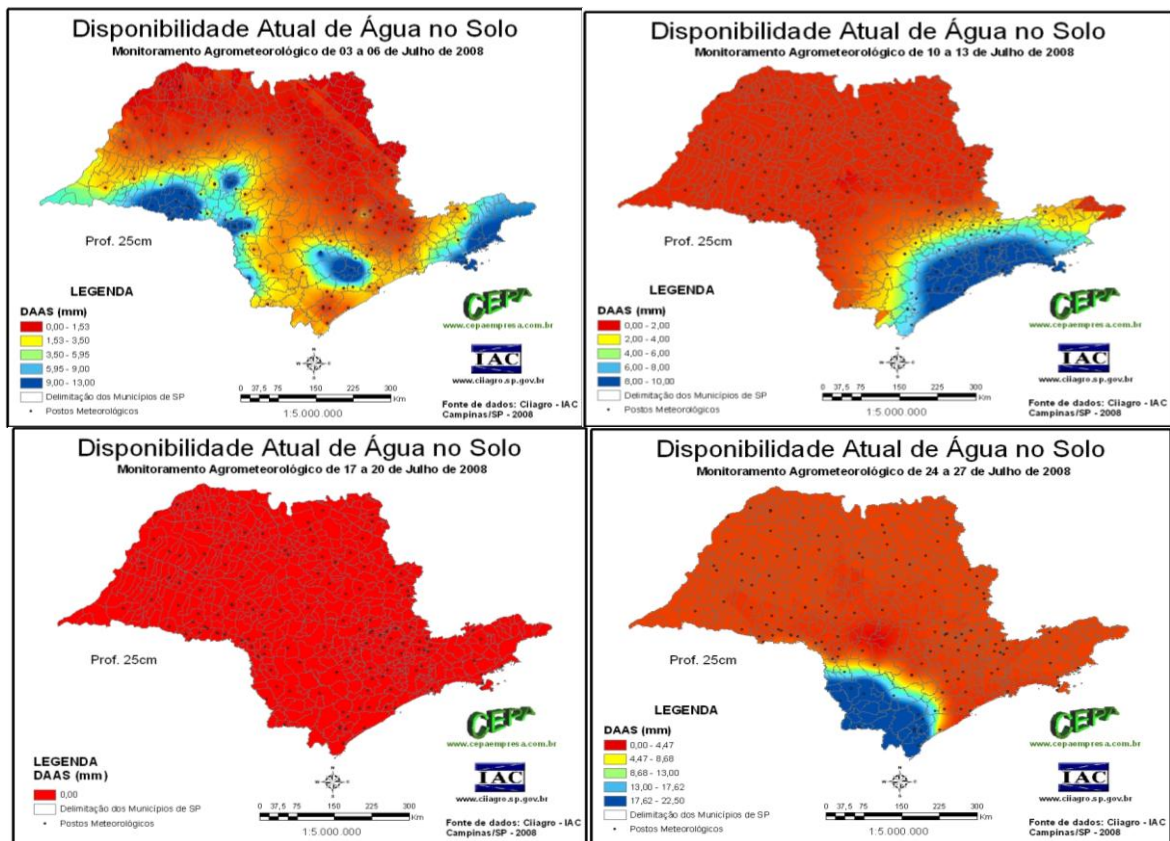


Figura 70 – Mapas de água disponível no solo mês de julho de 2008.

Fonte: CIIAGRO - http://www.ciiagro.sp.gov.br/boletim/index.asp?periodo1=30_02&ano1=08&mes1=07#

Observa-se na Figura 70, que o mês de julho, apesar de começar com uma boa quantidade de água disponível, acaba sofrendo com pouca água no meio do mês, chegando a casos extremos de não chover. Mais para o final, a situação ainda é grave, provando que o

mês de julho de 2008 foi bem seco na região e que esses dados foram percebidos no balanço hídrico, através do déficit hídrico.

Analisando de maneira geral os anos de El Niño e La Niña observa-se através do balanço hídrico, que o El Niño pode ser observado uma vez que os valores de precipitação na estação chuvosa foram muito altos. Também observa-se que os valores de deficits nestes anos de El Niño não são tão baixos se comparados com os anos de La Niña.

Já os anos de La Niña, não são observados com muita significância na região, de uma forma geral, esse fenômeno não influenciou muito na região, com exceção de Echaporã, Paraguaçu Paulista e Rancharia, que apresentaram valores baixos de precipitação e um período no ano com deficit hídrico. Observando todos os gráficos, de maneira geral, o fenômeno não influenciou muito a Unidade. De acordo com MARTINS E ASSIS (2008), a deficiência hídrica se estabelece quando a precipitação não atende a demanda necessária da evapotranspiração, logo, conclui-se que em alguns meses dos anos de La Niña, essa afirmação se aplica, uma vez que a precipitação foi escassa, não atendendo a demanda da evapotranspiração.

Com relação aos mapas de água disponível no solo (Figuras 67 e 70), também observa-se uma diferença marcante entre os anos de El Niño e La Niña, mostrando que nos anos que as precipitações são maiores (El Niño), quase não ocorre deficit hídrico no solo, ao contrário do que se pode observar em anos de La Niña, que os deficits hídricos são quase constantes.

Sabe-se que a ZCAS tem influencia no regime de precipitação da região Sudeste, geralmente aumentando a quantidade de precipitação nos dias em que está atuante sobre a região. Entretanto, é importante estudar se este fenômeno também tem influencia sobre as precipitações da UGRHI-17. Para tanto, uma análise de imagens de satélite e dados de precipitação foi feita e os anos que servirão para análise são 1994, 1997, 1999, 2001 e 2002. Alguns desses anos apresentaram ZCAS bem localizada sobre a região de São Paulo. Neste primeiro momento, serão comparados os períodos com e sem ZCAS, para o mesmo mês. O primeiro ano a ser analisado será 1994, que teve a presença da zona de convergência em dezembro, entre os dias 23 e 30.

A Figura 71 mostra as imagens de satélite utilizadas:

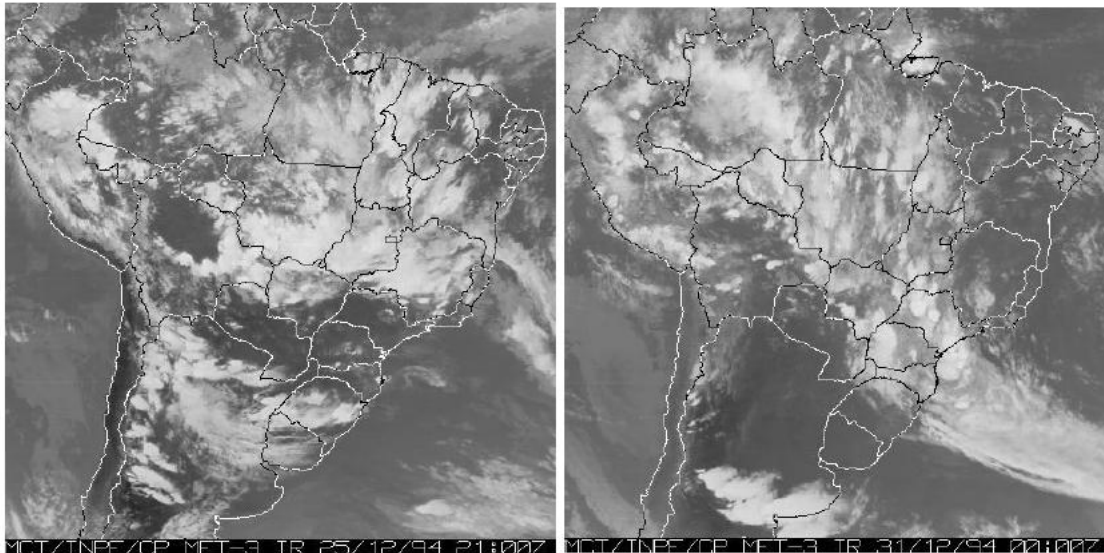


Figura 71 – Imagens de satélite da formação da ZCAS de 1994.

Fonte: Malvestio (s/d)

As imagens da Figura 71:

... demonstram a evolução do processo de convecção sobre a América do sul até a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul. [...] Quanto mais clara as manchas brancas da imagem, mais intensa é a formação de nuvens convectivas e, conseqüentemente, a intensidade das precipitações. A ocorrência desses eventos normalmente se inicia no mês de novembro e começa a se dissipar no mês de fevereiro, quando o período de verão chega ao seu fim. (MALVESTIO E NERY, s/d, p.3)

Observa-se na Figura 71, que no dia 31 de dezembro a zona de umidade está localizada bem acima do Estado de São Paulo. No mês de dezembro choveu em média (com base nas 39 estações espalhadas pela unidade), 194 mm e comparando dois períodos distintos do mês 01-24/12 e 25-31/12, observa-se que o o segundo período, que teve a presença da ZCAS, teve em média, uma maior quantidade de precipitação do que nos outros dias do mês (Tabela 20):

Tabela 20 – Análise da precipitação de dezembro de 1994.

estação	total de precipitação 01-24/12	total de precipitação 25-31/12	média 01-24/12	média 25-31/12
5	152,1	46,3	6,3	6,6
6	129,6	70,4	5,4	10,1
9	94,2	63,7	3,9	9,1
10	89,1	56,8	3,7	8,1
14	208,5	108,4	8,7	15,5
16	96,2	69,2	4,0	9,9
18	88,9	6,1	3,7	0,9

Observa-se na Tabela 20, que a média de precipitação nos dias com a presença da ZCAS foi maior que a média dos dias sem. Logo, neste caso, pode-se concluir que a zona de convergência influenciou na precipitação do mês de dezembro da UGRHI-17.

Nas Figuras 72, 73 e 74 tem-se o ano de 1997 no mês de janeiro no período de 20 a 29/01, na sequência das imagens pode-se observar a formação e a dissipação da ZCAS:

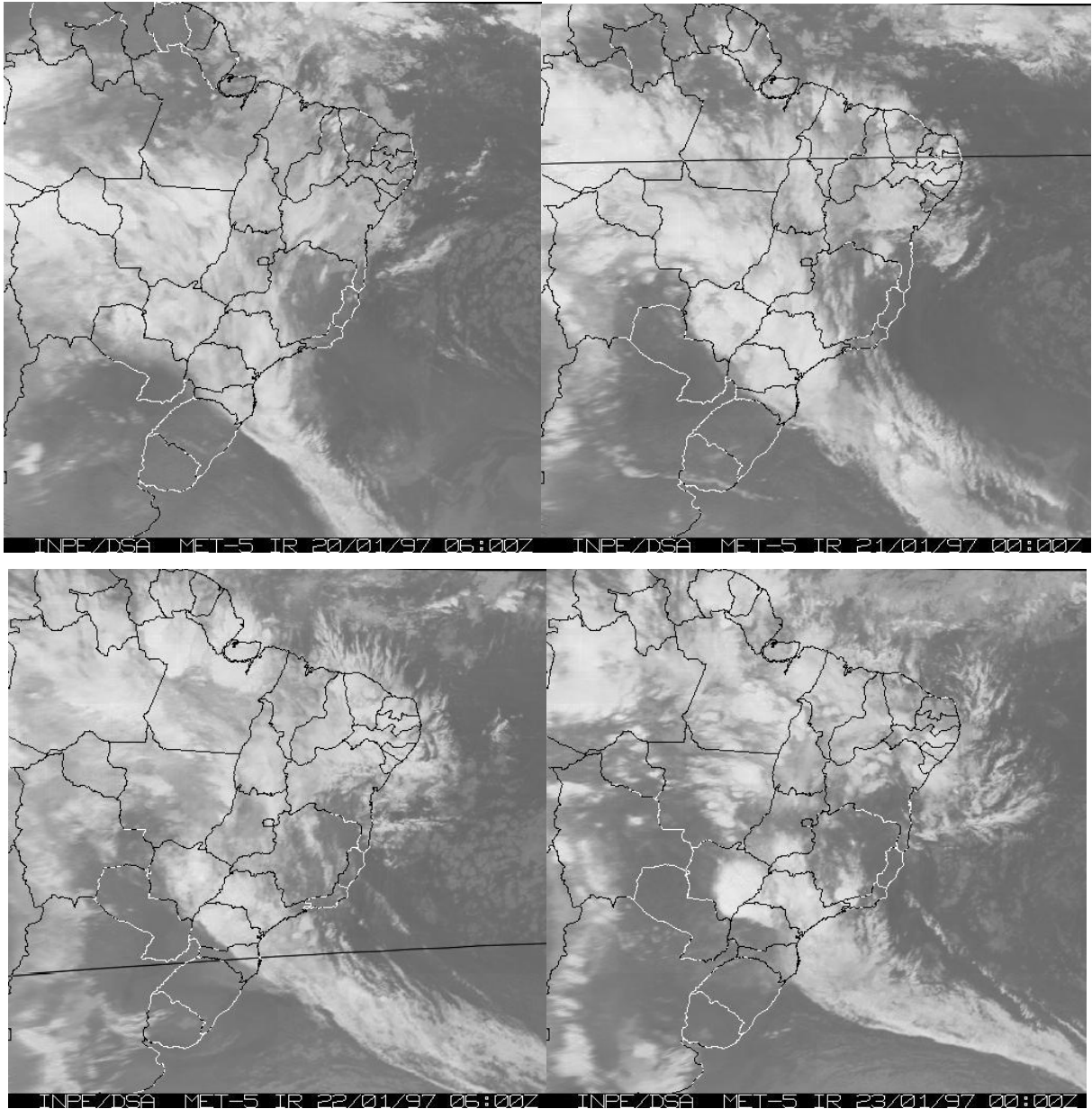


Figura 72 – Imagens de satélite da formação da ZCAS de 1997.

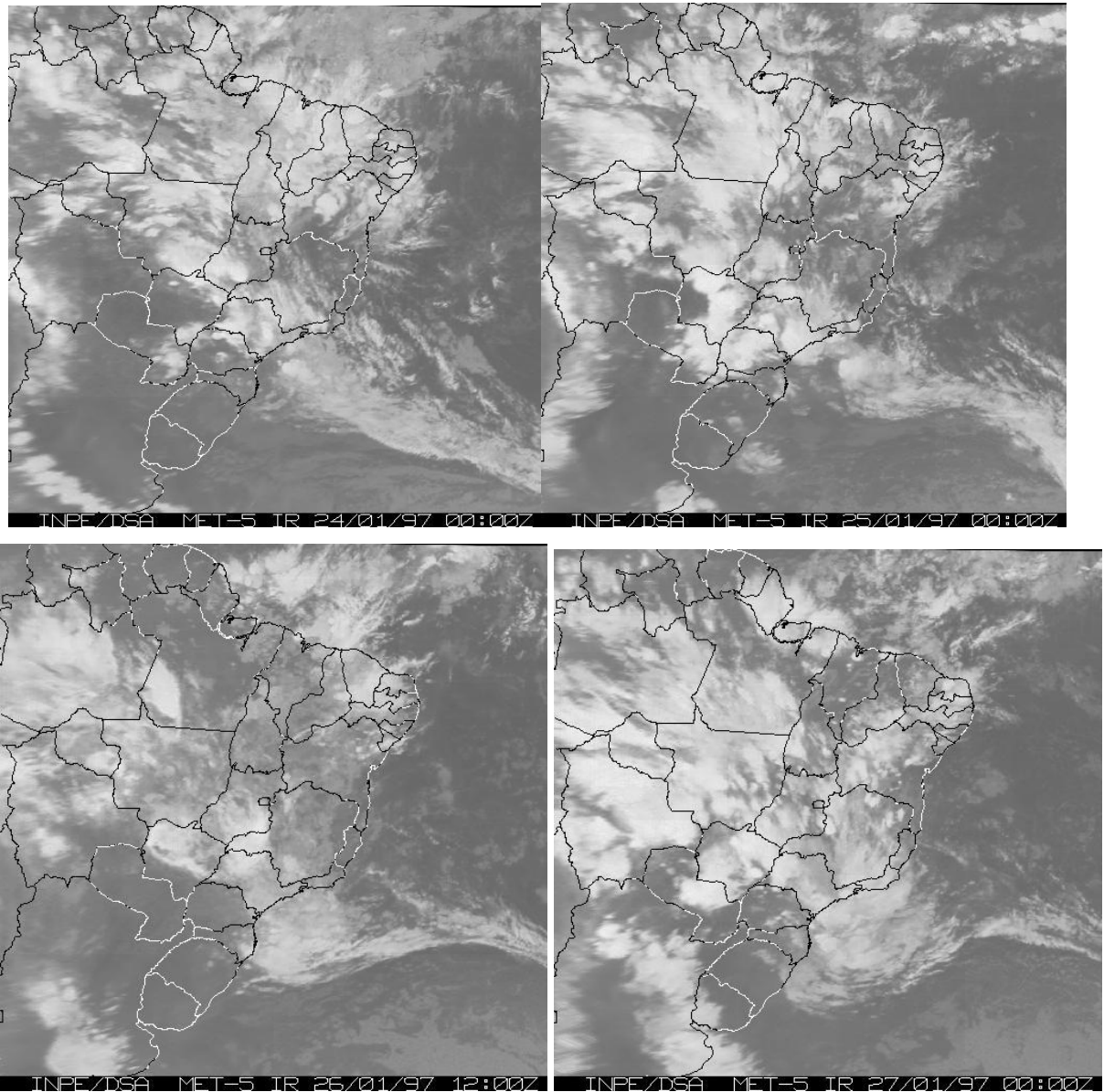


Figura 73 – Imagens de satélite do começo da dissipação das ZCAS de 1997.

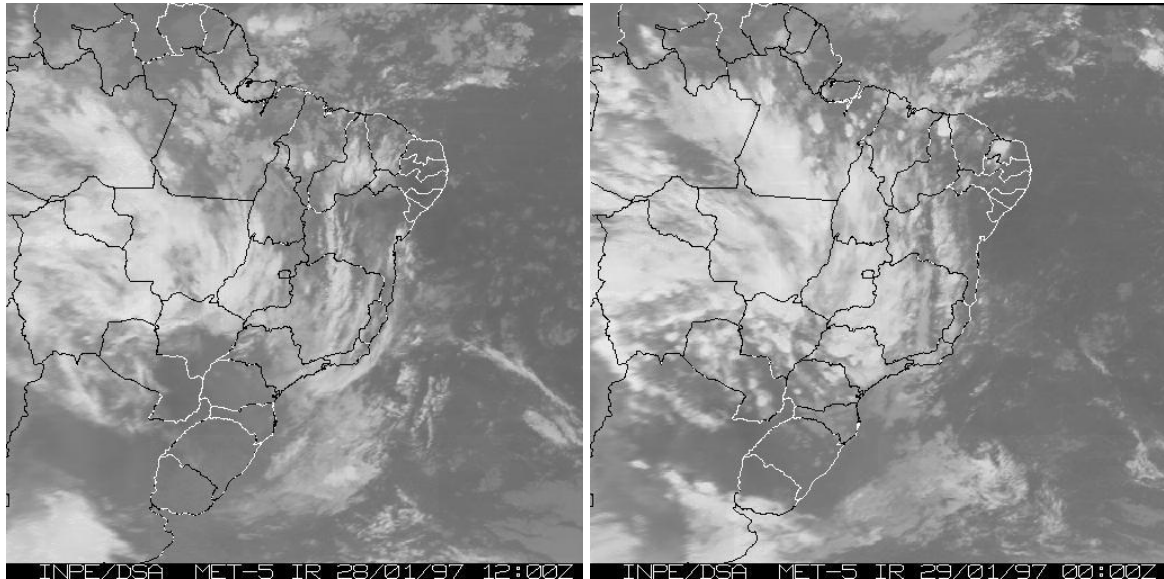


Figura 74 – Evolução e começo da dissipação da ZCAS no período de 26 a 29 de janeiro de 1997.

Fonte das imagens: SILVA (2003).

Observa-se nas Figuras 72, 73 e 74, uma ZCAS bem concentrada no Estado de São Paulo, durante nove dias. No mês de janeiro de 1997 choveu em média 434 mm na UGRHI-17, esse valor é bem significativo para um mês apenas. A Tabela 21 mostra as médias de precipitação em cada estação nos dois períodos distintos do mês, o período sem a ZCAS (01 a 20 e 30 a 31/01) e o com a presença da zona (20 a 29/01):

Tabela 21 – Análise da precipitação do mês de janeiro de 1997.

estação	média 01 a 20 - 30-31/01	média 20-29/01
5	10,8	15,3
6	10,7	23,8
9	8,2	19,6
10	5,7	26,4
14	13,5	21,6
16	4,1	22,0
18	9,5	27,8

Na Tabela 21, observa-se que o período com ZCAS teve uma maior quantidade média de precipitação por dia, em todas as estações analisadas. Logo, pode-se concluir que a ZCAS de 1997 assim como a de 1994 influenciou na precipitação local. Entretanto, comparando a ZCAS de 1994 com 1997, que foram praticamente de uma semana, nota-se que a de 1997 ocasionou mais chuvas na região, uma vez que esteve presente no mês de janeiro, mês característico de chuvas fortes.

Nas Figuras 75 e 75a, seguem algumas imagens de satélite do ano de 1999, no período de 06 a 17 de janeiro:

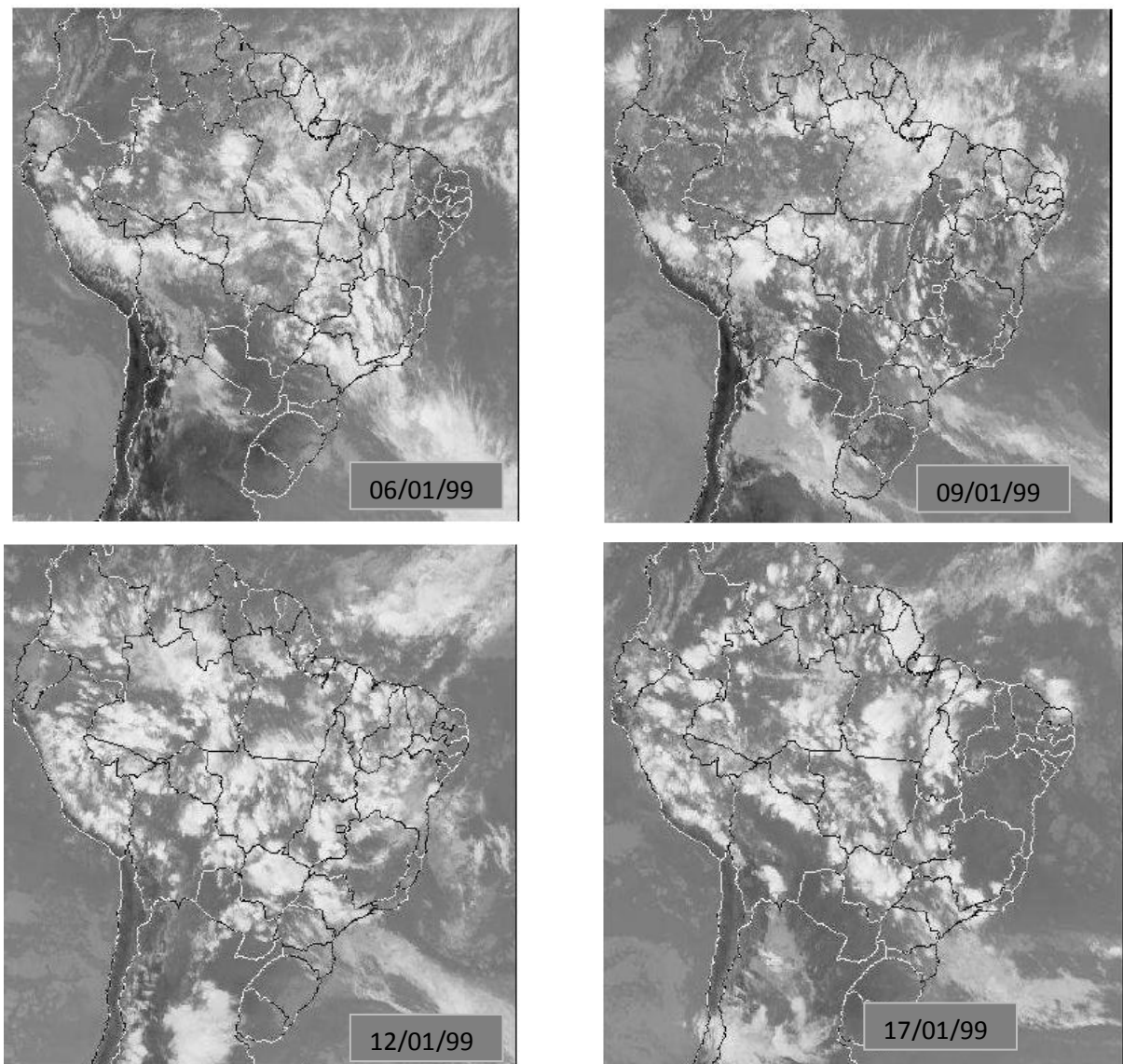


Figura 75 – Imagens de satélite da ZCAS de 1999.

Fonte: Tomaziello (2010)

De acordo com Tomaziello (2010), as imagens anteriores (Figura 75):

“A nebulosidade se apresenta intensa e bem distribuída ao longo de toda ZCAS, desde o Brasil central até o Atlântico Sul. Há intensos núcleos de precipitação ao longo de toda a zona de convergência logo no início de seu desenvolvimento, com destaque para o Atlântico Sul e para o núcleo entre os estados de São Paulo e Minas Gerais, que abrangem áreas extensas e nos quais a quantidade de precipitação acumulada é elevada.”. (TOMAZIELLO, 2010, p.66)

A citação evidencia a influência da ZCAS no Estado de São Paulo e caracteriza a zona de convergência presente em 1999, com intensos núcleos de precipitação. Na UGRHI-17, neste mês de janeiro choveu na média 328 mm, sendo que onze dias desse período tiveram a presença da ZCAS. A Tabela 20 mostra as médias de precipitação em cada estação nos dois períodos distintos do mês, o período sem a ZCAS (01 a 06 e 18 a 31/01) e o com a presença da zona (06 a 17/01), (Tabela 22):

Tabela 22 – Análise da precipitação mês de janeiro de 2001

estação	média 01-06/01	média 06-17/01	média 18-31/01
5	7,4	17,2	14,6
6	24,0	26,1	7,4
9	—	—	—
10	24,0	16,0	2,9
14	16,3	24,7	4,4
16	10,7	18,1	3,3
18	5,0	17,2	4,2

A Tabela 22 é apresentada de uma maneira diferente, uma vez que aponta a média da precipitação para o período anterior e posterior ao período com ZCAS. Mesmo com essa análise, observa-se que a precipitação média do período com ZCAS foi maior do que nos períodos sem o evento. Logo, nota-se que a ZCAS de 1999 também foi atuante na região estudada.

A Figura 76, mostra a ZCAS presente sobre a América do Sul no ano de 2001, em dezembro:

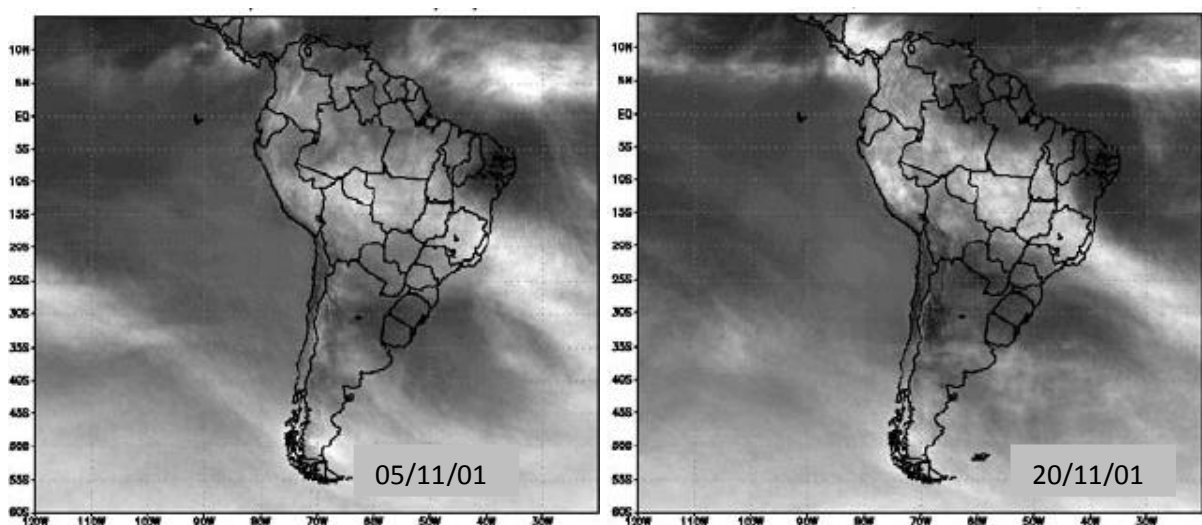


Figura 76 – Imagens de satélite ZCAS de dezembro de 2001.

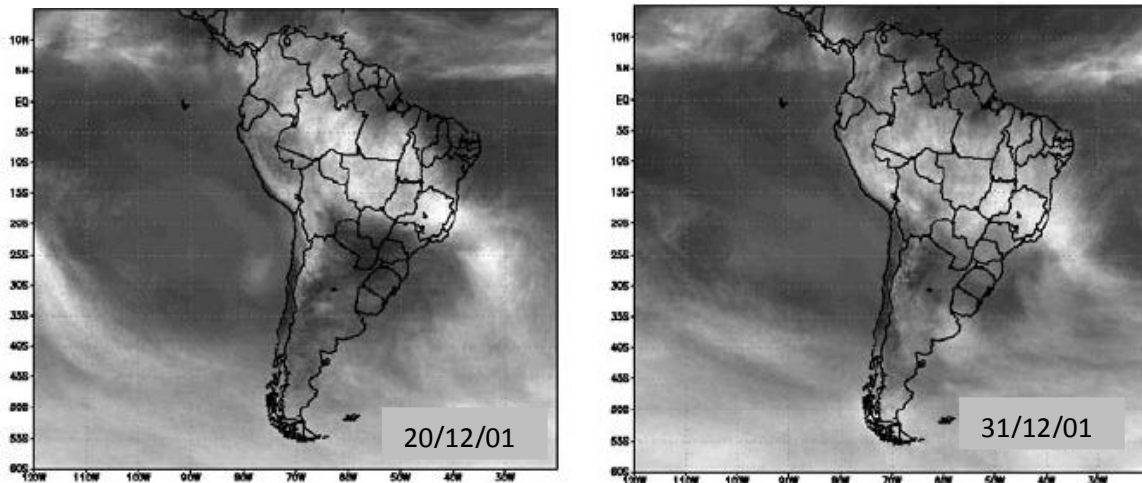


Figura 76a – Imagens de satélite ZCAS de dezembro de 2001.

Fonte: Mendonça e Bonatti (2008).

Diferentemente das figuras anteriores (Figuras 71 a 75), observa-se nas Figuras 76 e 76a, que em 2001 a ZCAS não esteve tão bem posicionada sobre São Paulo. Na Figura 24, nota-se que a linha da zona de convergência mantém-se acima de São Paulo, posicionando-se de maneira mais direta sobre o estado de Minas Gerais. Precipitou 244 mm em média, no mês de dezembro e 136 mm em novembro de 2001, esse valor é mais baixo que os outros, entretanto 2001 foi um ano de La Niña. Esses valores mostram que como a ZCAS não estava bem definida sobre o Estado de São Paulo, os valores de precipitação caíram em relação aos outros anos com ZCAS atuante sobre o estado.

O último ano a ser analisado é 2002, que está representado na Figura 77, a qual mostra a presença da ZCAS sobre a América do Sul. Na Figura 77, também observa-se a ZCAS não tão atuante sobre o Estado de São Paulo, concentrada mais acima do estado, sobre o Estado de Minas Gerais. No mês de fevereiro de 2002, choveu em média 159 mm. A Tabela 23 mostra as médias do período em análise, em que é possível observar que não houve diferença significativa no período com e sem ZCAS, uma vez que esse sistema não foi atuante e portanto, influente no regime de precipitações da região. Observa-se também, que os valores do período de ZCAS são bem mais baixos, mesmo possuindo mais dias que o outro período. Isso mostra que a ZCAS bem localizada sobre o Estado de São Paulo, pode influenciar de maneira direta no regime de precipitação da UGRHI-17.

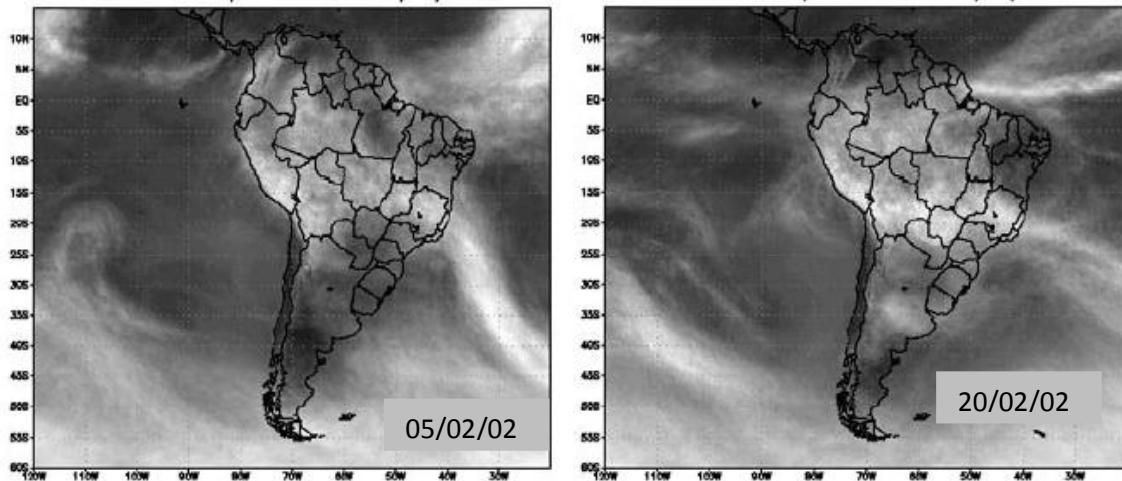


Figura 77 – Imagens de satélite do começo da ZCAS (à esquerda) e de sua formação total (à direita).

Fonte: Mendonça e Bonatti (2008).

Observa-se que no período do mês que houve ZCAS bem localizada sobre o Estado de São Paulo, as médias de precipitação do período foram maiores em relação ao período sem o sistema atuante. Nota-se, portanto, que dentro do ano analisado, existe uma certa variabilidade pluvial quando há ZCAS, pois os valores de precipitação são altos e nos anos em que a ZCAS não esteve atuante sobre o estado de São Paulo, nota-se pouca diferença, ou seja, as precipitações continuam com valores parecidos, sem grandes dicotomias entre os períodos com e sem ZCAS, (Figura 77)

Na Tabela 23, encontram-se as médias dos dois períodos para comparação:

Tabela 23 – Análise da precipitação do mês de fevereiro de 2002.

Estação	01a04-21a31/02	média 05-20/01
5	4,8	4,4
6	3,9	3,7
9	2,4	2,4
10	12,8	10,9
14	10,9	9,5
16	4,2	4,3
18	6,3	6,2

Foi analisada uma possível diferença marcante entre os meses que apresentam e não apresentam ZCAS, ou seja, serão analisados os mesmos meses de dois anos diferentes, um que apresentou ZCAS no mês e outro que não apresentou. Para essa comparação serão utilizadas as sete estações espalhadas pelas sub-unidades da UGRHI e para os anos com

ZCAS atuante, serão comparados janeiro de 1997 com janeiro de 1998, janeiro de 1999 com janeiro de 2000.

A primeira comparação será realizada entre janeiro de 1997 com janeiro de 1998. A Tabela 24 mostra alguns dados sobre o mês em questão:

Tabela 24 – Dados sobre o mês de janeiro/ 1997-1998.

Ano	Estação	Total do mês	Total do período com ZCAS
1997	5	378,9	153
	10	384,0	263,7
	16	305,6	220,1
	20	388,9	188,3
	25	477,5	336,0
	29	385,3	244,1
	31	375,4	188,5
1998	5	141,4	44,3
	10	116,2	20,2
	16	106,2	14,0
	20	146,3	38,5
	25	120,4	25,9
	29	147,9	71,4
	31	79,0	37,2

Na Tabela 23, observa-se que no ano de 1997, com ZCAS atuante sobre o estado de São Paulo, o total mensal de precipitação foi maior que no mês de janeiro de 1998, sem ZCAS atuante no mês. Observa-se também que a soma de precipitação no período de ZCAS (20 a 29/01) foi maior que no período sem ZCAS. Realizando a média das todas as estações, observa-se que para o ano de 1997, tem-se 385 mm (média mensal) e 227 mm (média do período com ZCAS) e para o ano de 1998, tem-se 122 mm (média mensal) e 36 mm (média do período). A partir das médias e das somas realizadas, analisa-se que foi significativa a diferença entre os anos para o mesmo período estudado.

A segunda comparação é entre janeiro de 1999 e janeiro de 2000. A Tabela 25 mostra os dados:

Tabela 25 - Dados sobre o mês de janeiro/ 1999-2000.

ano	estação	total do mês	total do período com ZCAS
1999	5	448	188,6
	10	352,6	231,7
	16	316,2	187,1
	20	214,7	131,3
	25	295,7	172,8
	29	563,5	390,7
	31	352,8	193,6
2000	5	299,7	90,5
	10	135,3	30,3
	16	233,7	58,1
	20	149,3	42,7
	25	128,5	82,6
	29	102,6	84,6
	31	191,7	95,4

Na Tabela 25, também observa-se significativa diferença entre o ano com a presença de ZCAS e o ano sem o sistema. Também observa-se, uma diferença marcante entre o período que a ZCAS foi atuante, no ano com esse sistema as precipitações foram superiores a 100 mm, valor não atingido no mesmo período para o ano de 2000.

De uma menira geral, observa-se que a ZCAS tem forte influência na região. Quando comparado um mês que teve esse sistema atuante com outro mês que não teve, observa-se uma grande diferença na quantidade de chuva, tanto no montante mensal, quanto no montante do período de ação da ZCAS. Logo, conclui-se que a ZCAS influencia e modifica o regime de precipitação na UGRHI-17.

O último ponto a ser analisado neste trabalho é o teste de hipótese. Ele é realizado para analisar se há variabilidade marcada nos dois períodos de 30 anos estudados (1954 a 1983 e 1974 a 2003, respectivamente).

Segue o teste de hipótese para a estação 1, São Manuel. As médias são $M_1 = 1490,74$ e $M_2 = 1574,66$. O valor de t_{cal} foi $-1,09$. Na distribuição t, acha-se o valor $2,009$ para t_{tab} (este valor será igual para todas as outras estações, pois apresentam os mesmos valores de $\alpha/2 = 0,025$ e $gl = 58$).

A Figura 78 é o gráfico da distribuição da estação São Manuel. Observa-se na Figura 78 que H_0 é a hipótese aceita, ou seja, a hipótese verdadeira, pois o valor de t_{cal} estava na área de aceitação. Logo, conclui-se que M_1 e M_2 são iguais, ou seja, não há diferenças entre as médias dos dois períodos analisados, para essa série pluviométrica.

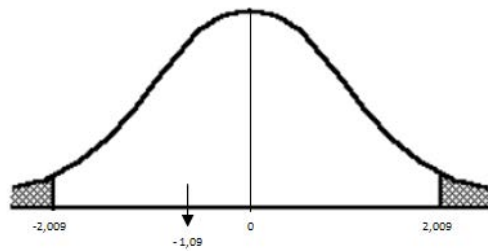


Figura 78 – Distribuição para a estação São Manuel.

Para a estação Fazenda S.J.Morro Vermelho, as médias são $M_1 = 1428,38$ e $M_2 = 1578,33$. O valor t_{tab} é 2,009 e o valor encontrado para t_{cal} foi -1,82. O t_{cal} está na área de aceitação de H_0 , logo, conclui-se que as médias dos dois períodos são iguais, o seja, H_0 é verdadeira.

Referente à estação Fazenda Monte Alegre, sabe-se que as médias são $M_1 = 1374,97$ e $M_2 = 1419,88$. O valor de t_{tab} é 2,009 e o valor encontrado para o t_{cal} foi de -0,58. Mais uma vez, nota-se que o t_{cal} está na área de aceitação de H_0 , e pode-se concluir que H_0 é verdadeira, logo, as médias dos dois períodos são iguais.

Para a estação Garça, as médias encontradas para os períodos foram $M_1 = 1414,21$ e $M_2 = 1541,23$. O t_{tab} tem o valor de 2,009, já para t_{cal} foi encontrado o valor de -1,71. Observa-se que o valor de t_{cal} está dentro da área de aceitação de H_0 , logo, conclui-se que H_0 é a hipótese verdadeira e que as médias são iguais.

Referente à estação Marília, sabe-se que as médias encontradas para os dois períodos em questão foram $M_1 = 1468,29$ e $M_2 = 1547,62$. O t_{tab} tem o valor de 2,009 e para o t_{cal} foi encontrado o valor de -0,94. Logo, H_0 é aceita como a hipótese verdadeira, uma vez que o t_{cal} está localizado na área de aceitação. Portanto, as médias são iguais.

Para a estação Gália, que apresenta as médias $M_1 = 1366,83$ e $M_2 = 1503,5$, o valor de 2,009 para t_{tab} e foi encontrado para t_{cal} , o valor de -1,68. Observa-se que o t_{cal} está na área de aceitação, logo, conclui-se que mais uma vez, H_0 é a hipótese verdadeira, afirmando que as médias são iguais.

Referente à estação Cabrália Paulista foram encontrados os seguintes valores para as médias: $M_1 = 1233,48$ e $M_2 = 1344,97$. O t_{tab} tem o valor de 2,009 e para o t_{cal} foi encontrado o valor de -1,42. Mais uma vez, se conclui que as médias são iguais, pois o valor de t_{cal} encontra-se na área de aceitação, logo, a hipótese nula (H_0) é verdadeira.

Referente à estação Fazenda Nova Niagara, que possui as seguintes médias $M_1 = 1227,41$ e $M_2 = 1435,39$, o valor de t_{tab} é 2,009 e o valor encontrado para o t_{cal} foi de -2,51.

Observa-se que este valor de t_{cal} está na área de rejeição, logo, para esta estação se conclui que as médias são diferentes e H_1 é a hipótese verdadeira.

A estação Rancharia, tem para valores das médias $M_1 = 1294,54$ e $M_2 = 1354,9$. O valor de t_{tab} é 2,009 e o valor encontrado para t_{cal} foi -1,03. Para esta estação, se nota que o valor de t_{cal} está dentro da área de aceitação da hipótese H_0 , portanto, conclui-se que as médias são iguais e que H_0 é considerada verdadeira.

A estação Echaporã, possui as seguintes médias: $M_1 = 1380,52$ e $M_2 = 1433,49$. O valor de t_{tab} é 2,009 e o valor encontrado para t_{cal} foi de -0,70. Observa-se que o t_{cal} está na área de aceitação de H_0 , portanto, H_0 é a hipótese verdadeira, o que significa que as médias dos dois períodos são iguais.

A estação Usina Pari, possui as seguintes médias: $M_1 = 1392,05$ e $M_2 = 1459,08$. O t_{tab} tem o valor de 2,009 e o valor encontrado para t_{cal} foi de -1,07. Mais uma vez, o valor de t_{cal} está na área de aceitação de H_0 , ou seja, as médias para os dois períodos são verdadeiras e portanto, H_0 é aceita como a hipótese verdadeira.

Referente a estação Porto Jaú, as médias são: $M_1 = 1312,79$ e $M_2 = 1347,31$. O t_{tab} vale 2,009 e o t_{cal} encontrado foi de -0,51. Logo, o t_{cal} está na área de aceitação de H_0 , significando que as médias dos dois períodos são iguais. Portanto, H_0 é aceita como verdadeira.

A estação Quatã, possui as seguintes médias: $M_1 = 1248,17$ e $M_2 = 1456,03$. O valor de t_{tab} é 2,009 e o valor encontrado de t_{cal} foi -2,73. Portanto, observa-se que t_{cal} está na área de rejeição de H_0 , ou seja, a hipótese verdadeira é H_1 , significando que as médias dos períodos são diferentes.

A estação Paraguaçu Paulista apresenta as seguintes médias: $M_1 = 1369,25$ e $M_2 = 1373,89$. O valor de t_{tab} é 2,009 e o valor encontrado para t_{cal} foi -0,08. Portanto, t_{cal} está na área de aceitação de H_0 , significando que as médias dos períodos são iguais e que H_0 é aceita como hipótese verdadeira.

A estação Iepe possui como médias: $M_1 = 1646,93$ e $M_2 = 1433,22$. O valor de t_{tab} é 2,009 e o valor encontrado para t_{cal} foi 2,66. Portanto, o valor de t_{cal} é maior que o valor de t_{tab} , e está na área de rejeição de H_0 , significando que H_1 é a hipótese verdadeira, ou seja, as médias dos períodos não são iguais.

A estação Avaré, possui as seguintes médias: $M_1 = 1499,11$ e $M_2 = 1499,27$. O valor de t_{tab} é 2,009 e o valor encontrado para t_{cal} foi de -0,001. Portanto, observa-se que o valor de t_{cal} está dentro da área de aceitação de H_0 , o que significa que as média dos períodos são iguais. Logo, H_0 é aceita como a hipótese verdadeira.

A estação Cerqueira César possui as médias: $M_1 = 1293,527$ e $M_2 = 1465,983$. O valor de t_{tab} é 2,009 e o valor encontrado de t_{cal} foi -2,36. Portanto, o valor de t_{cal} está na área de rejeição de H_0 , o que significa que as médias dos períodos são diferentes, ou seja, H_1 é aceita como a hipótese verdadeira.

Referente à estação Fazenda Palmeiras, que possui as seguintes médias: $M_1 = 1471,653$ e $M_2 = 1586,13$, tem que o valor de t_{tab} é 2,009 e o valor encontrado para t_{cal} foi -1,71. Este valor de t_{cal} está dentro da área de aceitação de H_0 , o que prova que as médias dos períodos são iguais, uma vez que H_0 foi aceita como verdadeira.

A Tabela 26 mostra resumidamente os resultados encontrados para o teste:

Tabela 26 – Resultado do teste de hipótese para todas as estações.

ESTAÇÃO	NOME	RESULTADO
1	São Manuel	H_0 aceita como verdadeira
2	Faz. S. J. Morro Vermelho	H_0 aceita como verdadeira
3	Faz. Monte Alegre	H_0 aceita como verdadeira
4	Garça	H_0 aceita como verdadeira
5	Marília	H_0 aceita como verdadeira
6	Gália	H_0 aceita como verdadeira
7	Cabralia Paulista	H_0 aceita como verdadeira
8	Fazenda Nova Niagara	H_1 aceita como verdadeira
9	Rancharia	H_0 aceita como verdadeira
10	Echaporã	H_0 aceita como verdadeira
11	Usina Pari	H_0 aceita como verdadeira
12	Porto Jaú	H_0 aceita como verdadeira
13	Quatã	H_1 aceita como verdadeira
14	Paraguaçu Paulista	H_0 aceita como verdadeira
15	Iepe	H_1 aceita como verdadeira
16	Avaré	H_0 aceita como verdadeira
17	Cerqueira Cesar	H_1 aceita como verdadeira
18	Fazenda Palmeiras	H_0 aceita como verdadeira

Observa-se na Tabela 26, que a maioria das estações apresentou médias iguais para os dois períodos. Das dezoito estações, apenas quatro tiveram H_1 como a hipótese aceita e, portanto as médias dos períodos foram diferentes.

Com este resultado do teste de hipótese, nota-se que não há muita diferença entre os dois períodos, ou seja, que tanto para 1954 a 1983 e para 1974 a 2003, as médias climatológicas são iguais. Observa-se também, que como a maior parte das médias foram iguais, pode-se concluir que não há marcada variabilidade.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do estudo realizado na UGRHI-17, pode-se afirmar que existe uma marcada variabilidade durante os períodos estudados, tanto para 32 como para 50 anos.

Essa alteração no regime de precipitação pode ser explicada pela ação de eventos externos, que o influenciam de maneira direta. Eventos como El Niño, La Niña, ZCAS, que atuando com as dinâmicas atmosféricas existentes na região, provocam um maior volume de chuva, como no caso do El Niño e ZCAS ou diminui o volume de chuva na região, como no caso da La Niña.

Os índices estudados, IAC e SPIM, confirmam a variabilidade existente na região, através do período de 50 anos. Eles mostram que em anos de eventos externos, os índices tendem a ter valores muito altos (El Niño) ou muito baixos (La Niña).

Com o estudo do relevo e sua influência na precipitação na região, observou-se que mesmo apresentando um relevo aplainado, a região apresenta um vale que concentra a maior parte das chuvas da UGRHI. Este vale apresenta o maior volume de chuvas e não a bacia que está localizada na região mais alta, ao contrário do que se esperava. Logo, pode-se concluir que a área mais elevada, apesar de não apresentar o maior volume de chuva, influencia de maneira direta no vale, aumentando o volume de chuva nesta região.

O balanço hídrico também é uma ferramenta importante para a análise do déficit e excedente hídrico na região. Nota-se que a região, não sofre com intensos déficits hídricos nos anos de La Niña, mas nos anos de El Niño apresenta um excedente hídrico significativo.

Observou-se que quando a ZCAS está bem posicionada sobre o Sudeste, o regime de chuvas na UGRHI é alterado. Se for feita a comparação dos dias em que a ZCAS está atuante com o restante do mês que não atuou, percebe-se que o volume de chuvas tende a aumentar com a presença dela.

Estudando separadamente os dois períodos de 30 anos inseridos na série de 50 anos, pode-se afirmar que não há muita variabilidade entre eles, como foi demonstrado no teste de hipótese. Entretanto, a variabilidade existe para o período todo.

Portanto, através de todas as ferramentas utilizadas e estudos realizados, afirma-se que existe uma demarcada variabilidade pluvial na UGRHI-17.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, L. M., *et al.*, **Início das chuvas na região Sudeste do Brasil: Análise Climatológica**. XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz do Iguaçu- PR, 2002.

ALMEIDA, H.E; SILVA, L. **Determinação das características hídricas da microbacia de drenagem da barragem Vaca Brava**. Revista Brasileira de Agrometeorologia. v.16. 2008. Disponível em: <<http://www.sbagro.org.br/rbagro/ojs/index.php/rbagro/article/viewFile/89/32>> Acesso em 11 de novembro de 2010

ANDRADE, F.S. **Variabilidade da precipitação pluviométrica de um município do Estado do Pará**. Revista Engenharia Ambiental. v.8, n.4, p 138-145. Espírito Santo do Pinhal, 2011. Disponível em: <<http://189.20.243.4/ojs/engenhariaambiental/include/getdoc.php?id=1848&article=632&mode=pdf>> Acesso em 25 de abril de 2012.

ANDRIOTTI, J.L.S. **Fundamentos da Estatística e Geoestatística**. Editora Unisinos. 4 ed. 2003.

AZEVEDO, F. Z. *et al.* **Gestão dos Recursos Hídricos no Estado de São Paulo**. I Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro Oeste. Cuiabá, 2007. Disponível em <http://www.abrh.org.br/novo/i_simp_rec_hidric_norte_centro_oste86.pdf> Acesso em 03 de março de 2011.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos. 12 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. 7 ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008. p. 91- 95.

BLAIN, G.C. *et al.* **Índice Padronizado de Precipitação aplicado às condições de seca no Estado do Espírito Santo**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.14, n.10, 2010. Disponível em: <<http://files.pezzopane.webnode.com.br/200000081-5670a56b61/%C3%8Dndice%20padronizado%20de%20precipita%C3%A7%C3%A3o%20aplicado%20%C3%A0s%20condi%C3%A7%C3%B5es%20de%20seca%20no%20Estado%20do%20Esp%C3%ADrito%20Santo.pdf>> Acesso em 11 de novembro de 2010

CAMARGO, M.B.P; CAMARGO, A.P. **Representação gráfica informatizada do extrato do balanço hídrico de Thornthwaite e Mather**. Bragantia, Campinas. 1993 Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v52n2/09.pdf>> Acesso em 20 de junho de 2011

COSTA, R. S.; *et al.*, **Análise estatística da precipitação no município de Água Branca-AL**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13., Santa Maria,

2003. Situação atual e perspectivas da agrometeorologia: anais. Santa Maria: UNIFRA: SBA: UFSM, 2003.

DESSAY, N., *et al.* **Uma análise das diferenças de comportamentos da vegetação na América do Sul durante os dois eventos de El Niño de 1982-1983 e 1997-1998.** XII Congresso Brasileiro de Meteorologia. Foz do Iguaçu, PR, 2002. Disponível em < <http://www.cbmet.com/cbm-files/11-2c197ef010063e3181d61999a23971f8.pdf>> Acesso em: 2 de novembro de 2009.

FERREIRA, N.J.; *et al.*, **Composição da zona de convergência do Atlântico Sul em períodos de El Niño e La Niña.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.19, n.1, 89-98, 2004. Disponível em < www.rbmet.org.br/port/revista/revista_dl.php?id_artigo=45&id...153> Acesso em 17 de agosto de 2011.

FREITAS, V. A. **Análise de dados espaciais por meio de semivariogramas.** Dissertação de Mestrado (Matemática) Universidade Federal de Uberlândia: Uberlândia - MG, 2000. Disponível em < <http://www.famat.ufu.br/prof/ednaldo/geost/mvan.pdf>> Acesso em 28 de maio de 2010

HERRMANN, J. C.; *et al.*,. **Dispersão espacial x amostragem pontual: a geoestatística como ferramenta de análise do mercúrio em solos de Rondônia, Amazônia Ocidental.** Geochimica Brasiliensis. v.23 n.1 p.131-138, 2009.

LANDIM, P.M.B. **Análise estatística de dados geológicos.** 2 ed. São Paulo: Editora UNESP, 2003.

MALVESTIO, L.M.; NERY, J.T. **Influência das ZCAS na chuva do estado de São Paulo.** s/d

MARENGO, J.A.; OLIVEIRA, G.S. **Impactos do fenômeno La Niña no tempo e clima do Brasil: desenvolvimento e intensificação da La Niña 1998/99.** s/d . Disponível em < http://mtc-m15.sid.inpe.br/col/cptec.inpe.br/walmeida/2004/06.30.08.07/doc/Marengo_Impactos%20do%20fenomeno.pdf> Acesso em 2 de novembro de 2009.

MARTINS, T.R.; ASSIS, S.V. **Obtenção da frequência de dias secos consecutivos utilizando a relação precipitação-*evapotranspiração*.** XVII Congresso de Iniciação Científica e X Encontro de Pós-Graduação, Pelotas, s/d. Disponível em < www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CE/CE_00959.pdf> Acesso em 17 de agosto de 2011

MESQUITA, W.O.; *et al.* **Precipitações máximas diárias esperadas para as regiões Central e Sudeste de Goiás.** Pesquisa Agropecuária Tropical v. 39, n. 2, p. 73-81, abr./jun. 2009. Disponível em < <http://www.revistas.ufg.br/index.php/pat/article/viewFile/5785/4542>> Acesso em 2 de outubro de 2010

OLIVEIRA, G. S., SATYAMURTY, P. **O El Niño de 1997/98: evolução e impactos no Brasil.** s/d. Disponível em < <http://www.cbmet.com/cbm-files/13-722fdee6ac7960c17908e1124bb592e0.pdf>> Acesso em 28 de maio de 2010

PARIZOTTO, T.M. **Análise da precipitação pluvial na bacia do Paranapanema.** Trabalho de Conclusão de Curso. UNESP – Campus de Ourinhos. Ourinhos, 2008.

QUADRO, M.F.L. **Estudo de episódios de zonas de convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul.** Dissertação de Mestrado em Meteorologia (INPE), São José dos Campos, 1994. Disponível em < <http://mtc-m15.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/MTC-m13%4080/2005/08.26.14.10/doc/publicacao.pdf>> Acesso em 17 de agosto de 2011.

ROSS, J.L.S.(orgs). **Geografia do Brasil.** 5ed. São Paulo:Edusp, 2005

SANSIGOLO, C. A.; NERY, J. T. **Análise de Fatores Comuns e Agrupamentos das Precipitações nas Regiões Sudeste e Sul do Brasil.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10, CONGRESSO DA FLISMET, 8, 1998, Brasília. **Anais...** Rio de Janeiro: X SBMET, 1998. 1 CD.

SANSIGOLO, C. A.; *et al.* **Relações entre as precipitações regionais no Sul do Brasil e as temperaturas da superfície dos oceanos Atlântico e Pacífico.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.19, n.1, 5-11, 2004

SANTOS, G.O.; *et al.* **Balanco Hídrico como ferramenta a planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do estado de São Paulo.** Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.4, nº. 3, p.142–149, Fortaleza, 2010. Disponível em < http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/rbai_v4_n3_p142_149_bh.pdf> Acesso em 17 de agosto de 2011.

SENTELHAS, P.C. *et al.* **BHBRASIL- Balanços Hídricos Climatológicos de 500 localidades brasileiras.** s/d Disponível em: <<http://www.leb.esalq.usp.br>> Acesso em 04 de janeiro de 2011.

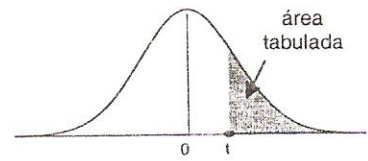
SILVA, S.A., *et al.* **Variabilidade espacial da precipitação pluviométrica para o Estado do Espírito Santo utilizando métodos multivariados.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias. v.6, n.4, p.703-709, Recife, PE, 2011. Disponível em < <http://agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=viewFile&path%5B%5D=v6i4a834&path%5B%5D=1032>> Acesso em 17 de abril de 2012.

TOMAZIELLO, A.C.N. **Influências da temperatura da superfície do mar e da umidade do solo na precipitação associada à Zona de Convergência do Atlântico Sul.** Dissertação de mestrado defendida na Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2010. Disponível em < www.teses.usp.br/teses/disponiveis/.../Dissertacao_Nobile_Tomaziello.pdf> Acesso em 17 de agosto de 2011

VIANELLO, R. L. ; ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e aplicações.** 1 ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006. p. 330.

ZIMBACK, C.R.L. **Apostila de Geoestatística.** Grupo de Estudos e Pesquisas Agrárias Georreferenciadas. UNESP – Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu. 2003.

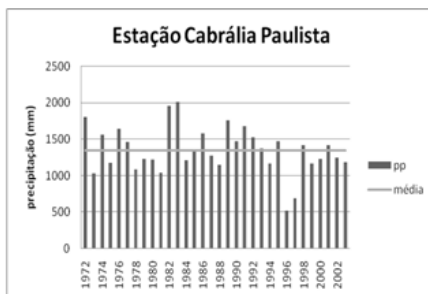
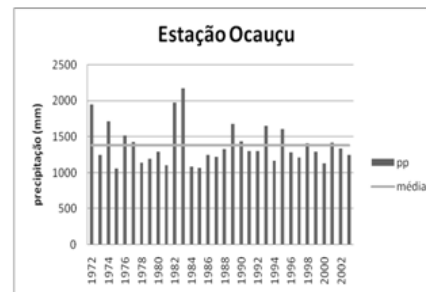
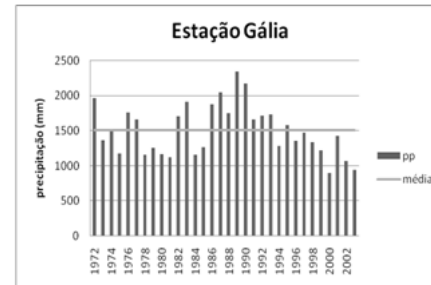
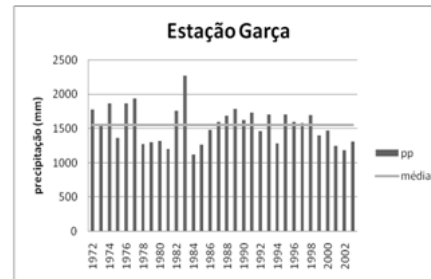
TABELA V Distribuição *t* de Student

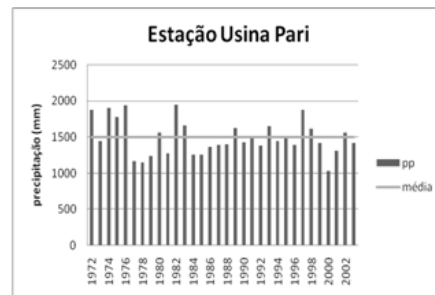
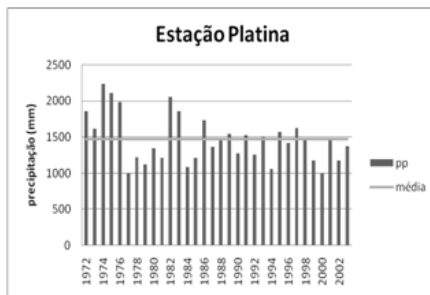
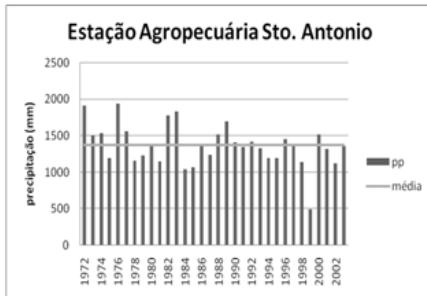
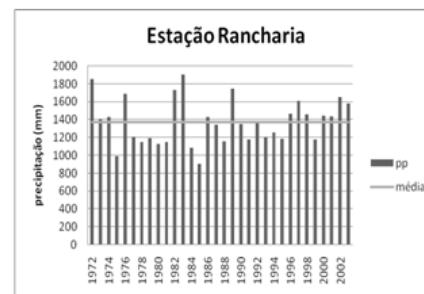
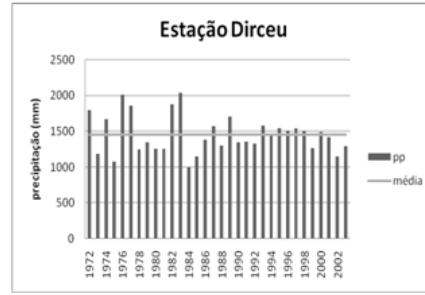


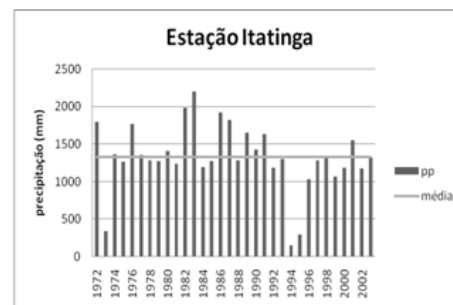
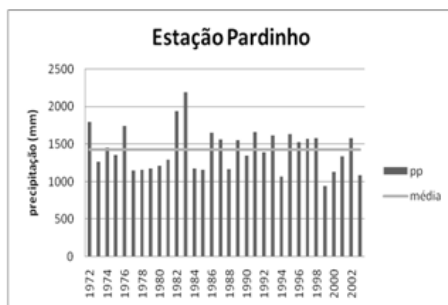
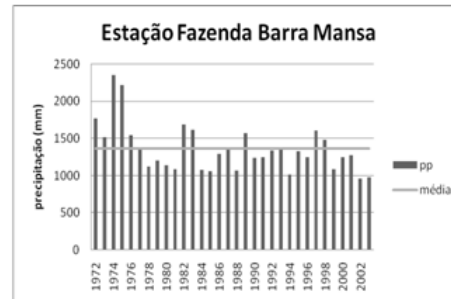
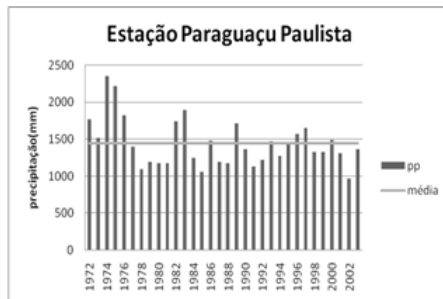
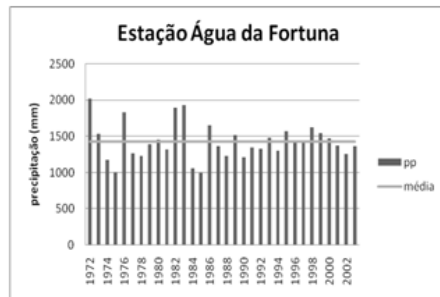
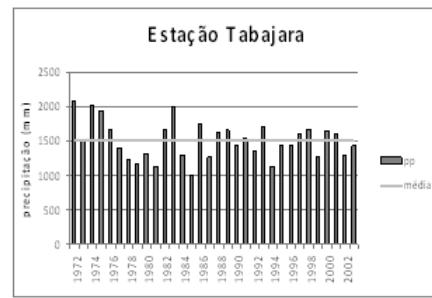
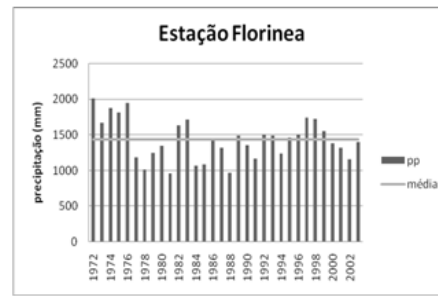
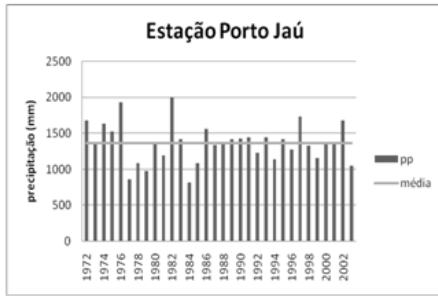
gl	Área na cauda superior								
	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0025	0,001	0,0005
1	1,000	3,078	6,314	12,71	31,82	63,66	127,3	318,3	636,6
2	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	14,09	22,33	31,60
3	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	7,453	10,21	12,92
4	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	5,598	7,173	8,610
5	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	4,773	5,894	6,869
6	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	4,317	5,208	5,959
7	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	4,029	4,785	5,408
8	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	3,833	4,501	5,041
9	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	3,690	4,297	4,781
10	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	3,581	4,144	4,587
11	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	3,497	4,025	4,437
12	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	3,428	3,930	4,318
13	0,694	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	3,372	3,852	4,221
14	0,692	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	3,326	3,787	4,140
15	0,691	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	3,286	3,733	4,073
16	0,690	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	3,252	3,686	4,015
17	0,689	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,222	3,646	3,965
18	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,197	3,610	3,922
19	0,688	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,174	3,579	3,883
20	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,153	3,552	3,850
21	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,135	3,527	3,819
22	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,119	3,505	3,792
23	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,104	3,485	3,768
24	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,091	3,467	3,745
25	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,078	3,450	3,725
26	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,067	3,435	3,707
27	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,057	3,421	3,689
28	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,047	3,408	3,674
29	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,038	3,396	3,660
30	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,030	3,385	3,646
35	0,682	1,306	1,690	2,030	2,438	2,724	2,996	3,340	3,591
40	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	2,971	3,307	3,551
45	0,680	1,301	1,679	2,014	2,412	2,690	2,952	3,281	3,520
50	0,679	1,299	1,676	2,009	2,403	2,678	2,937	3,261	3,496
z	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	2,807	3,090	3,291

NOTA: A coluna em destaque é a mais usada.

ANEXO 2

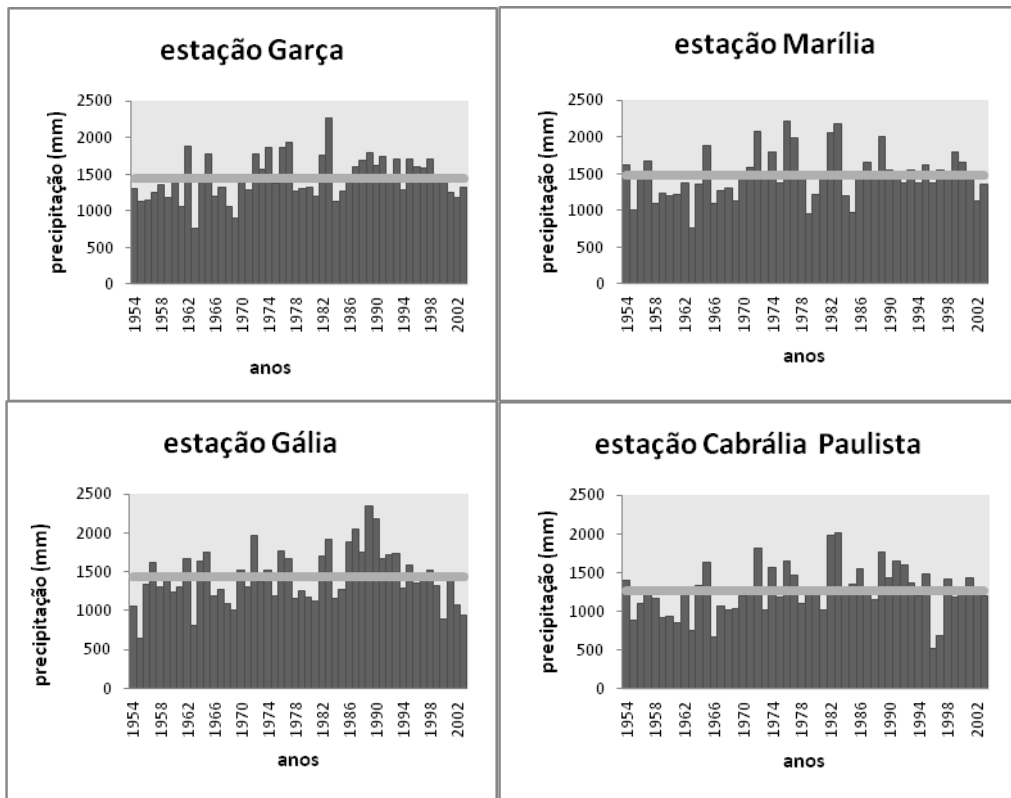




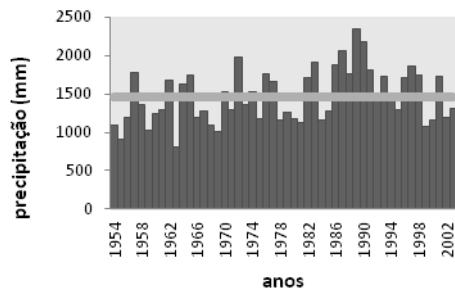




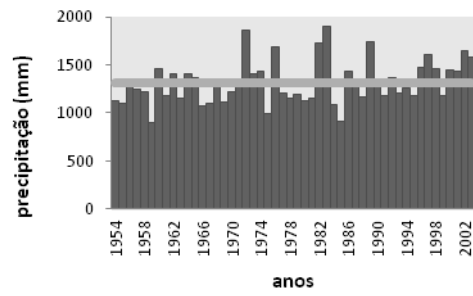
ANEXO 3



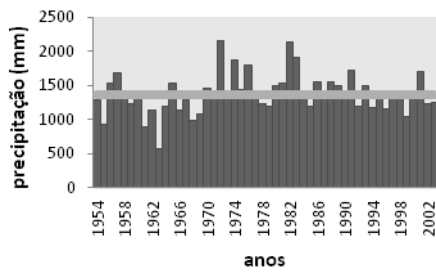
estação Nova Niagara



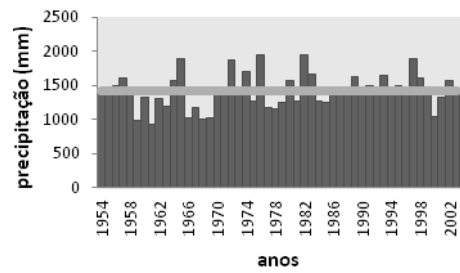
estação Rancharia



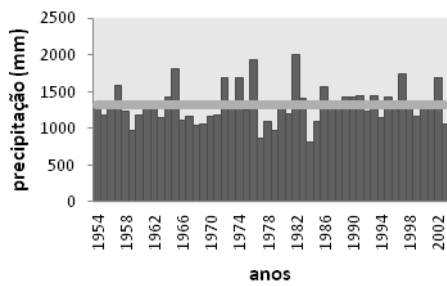
estação Echaporã



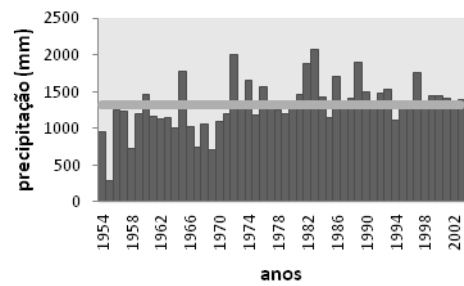
estação Usina Pari



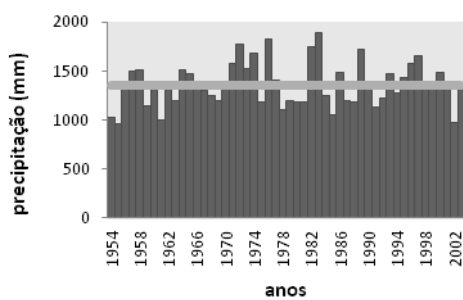
estação Porto Jaú



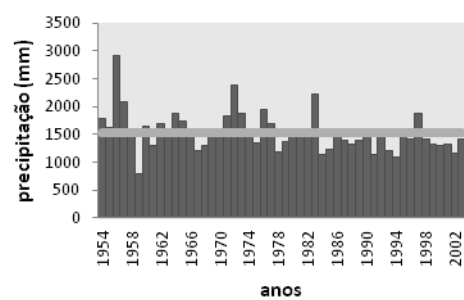
estação Quatã

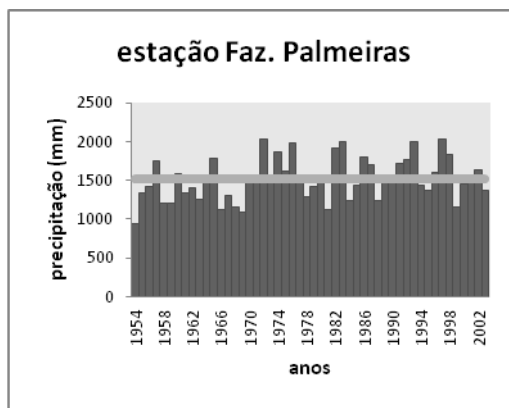
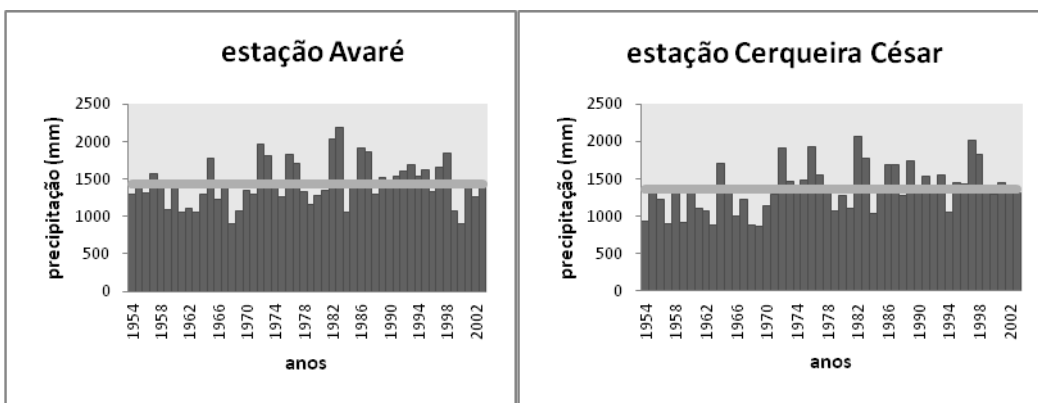


estação Paraguaçu Paulista



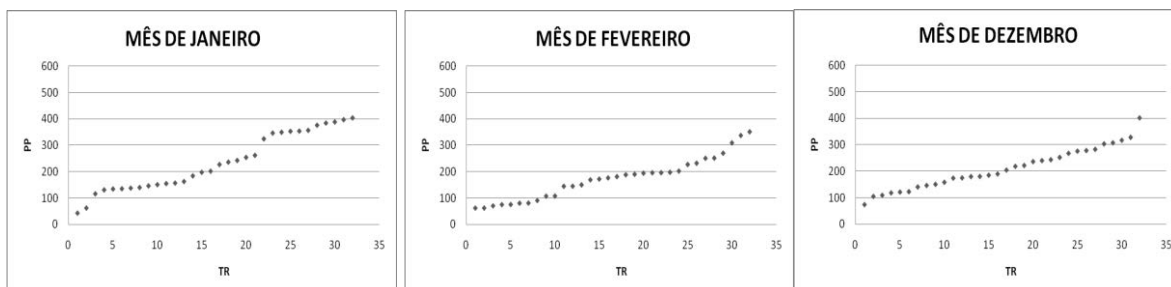
estação Iepê



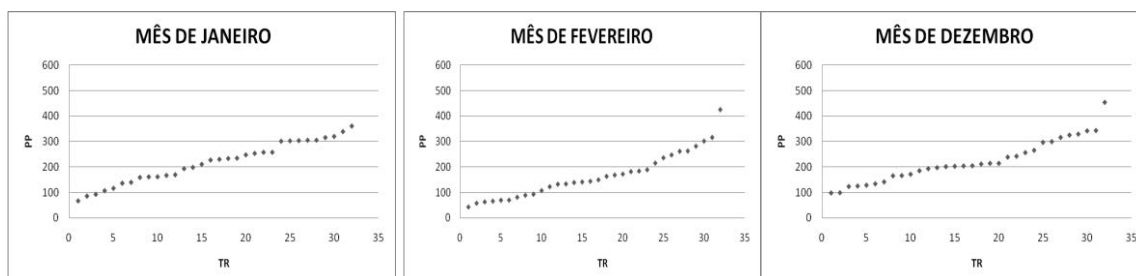


ANEXO 4

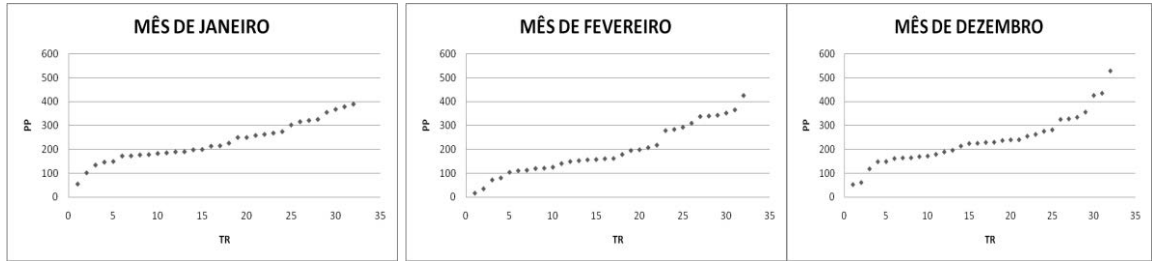
-Rio Novo



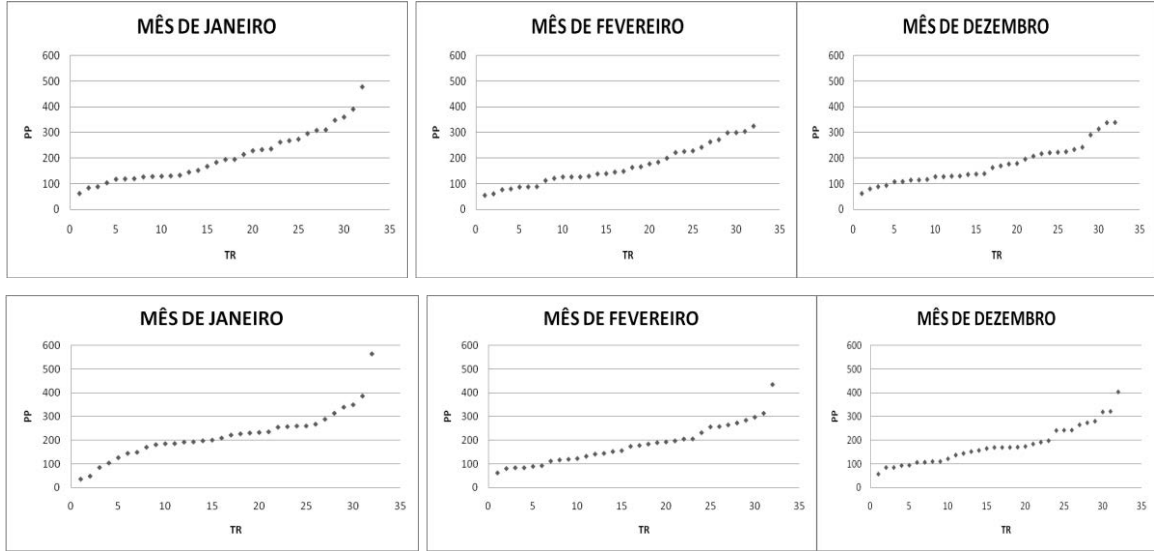
- Rio Turvo



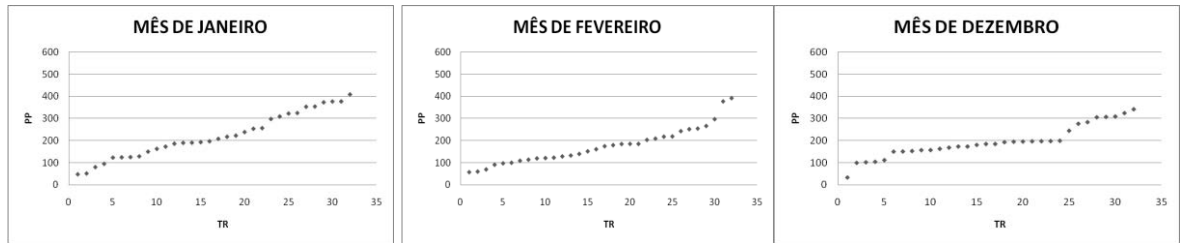
- Rio Pari



- Tributários

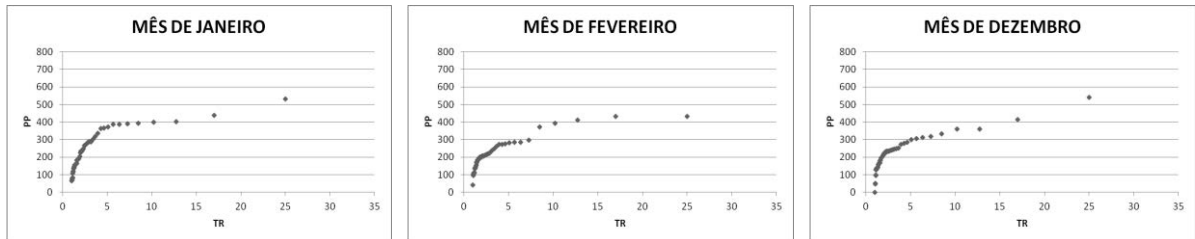


- Rio Capivari



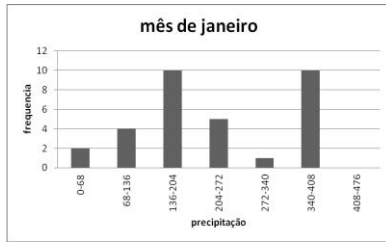
ANEXO 5

- Estação 5

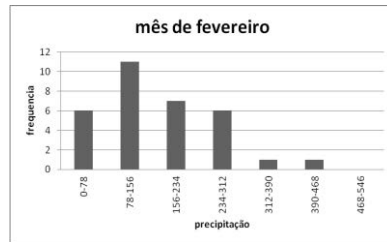
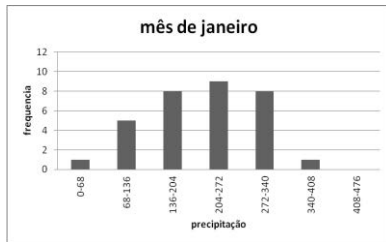


ANEXO 6

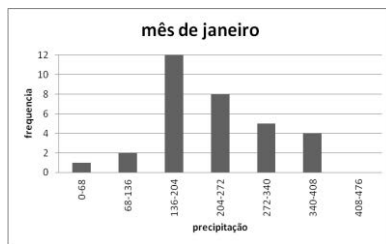
- Estação 10



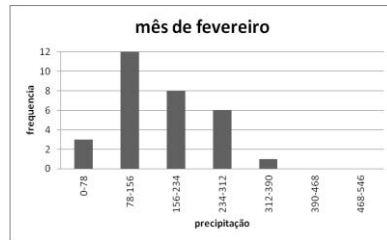
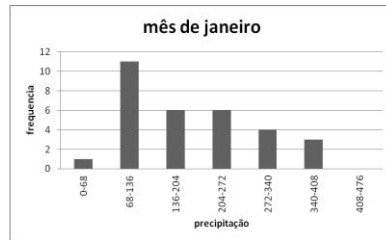
- Estação 16



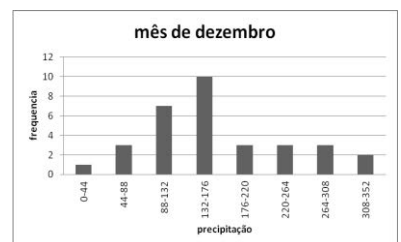
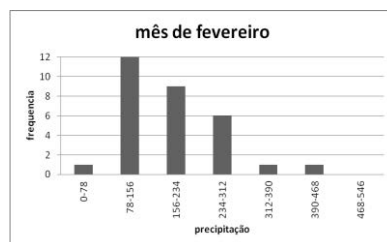
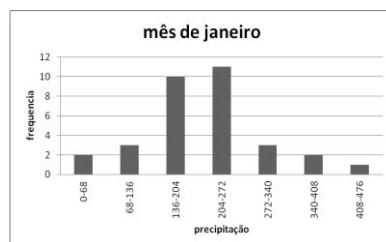
- Estação 20



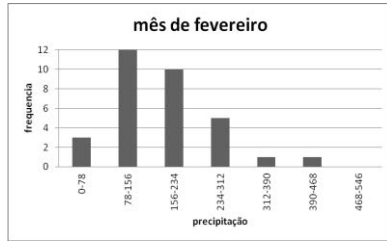
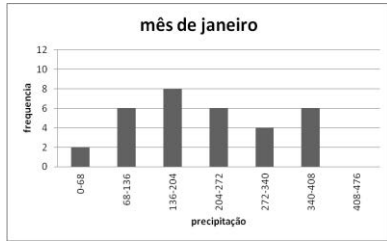
- Estação 25



- Estação 29

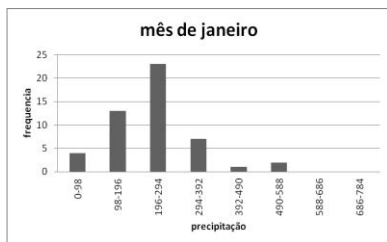


- Estação 31

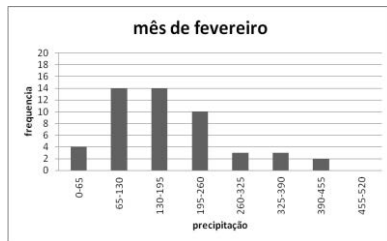
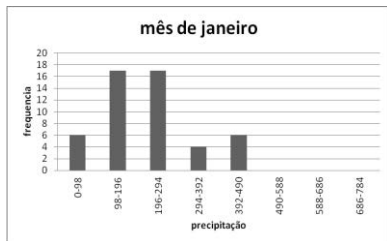


ANEXO 7

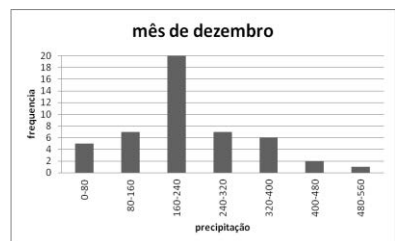
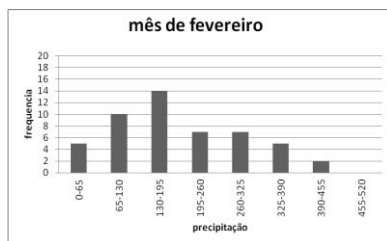
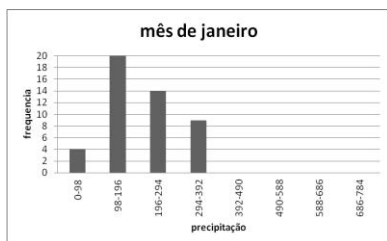
- Estação 6



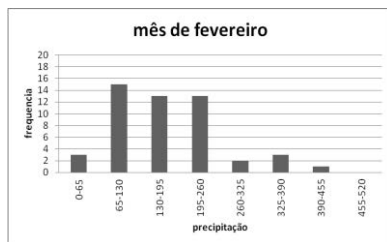
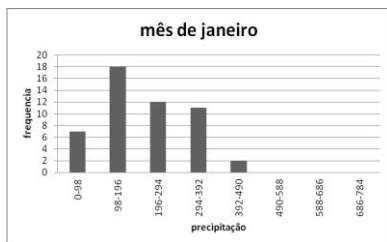
- Estação 9



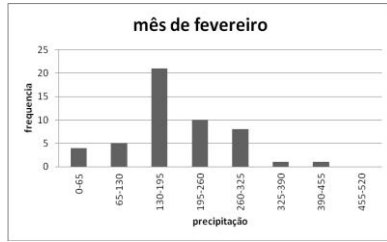
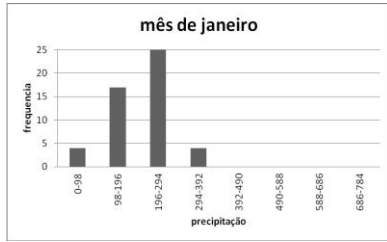
- Estação 10



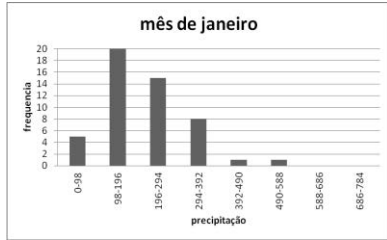
- Estação 14



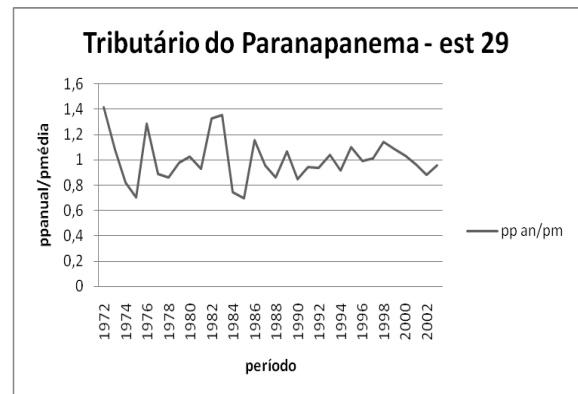
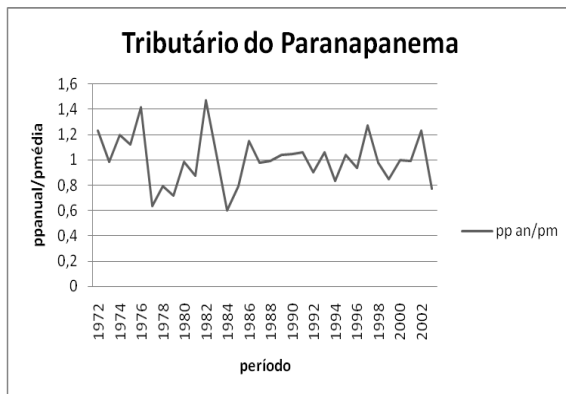
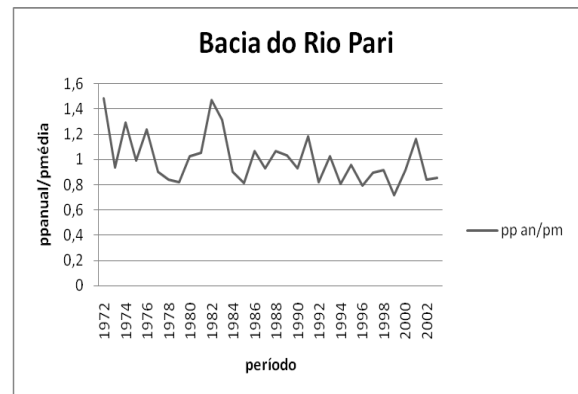
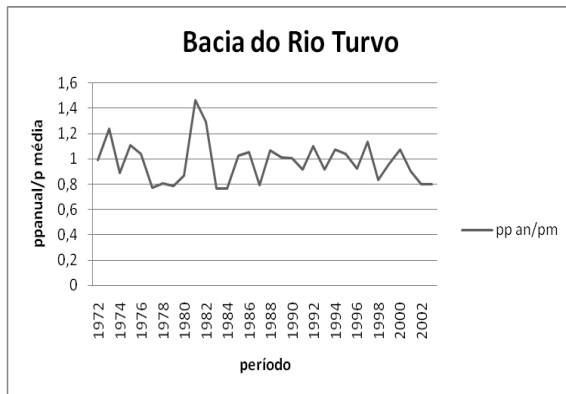
- Estação 16

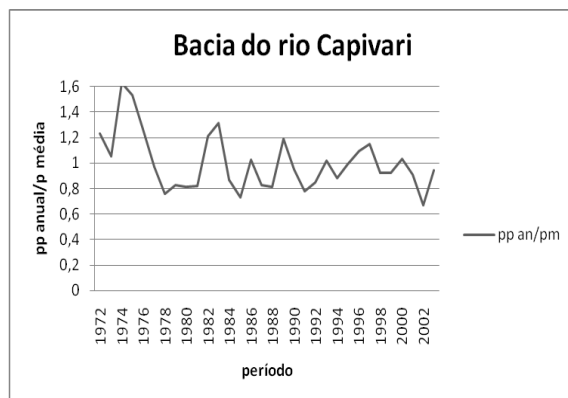


- Estação 18

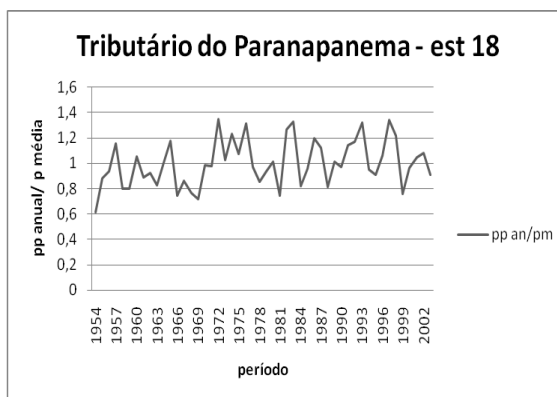
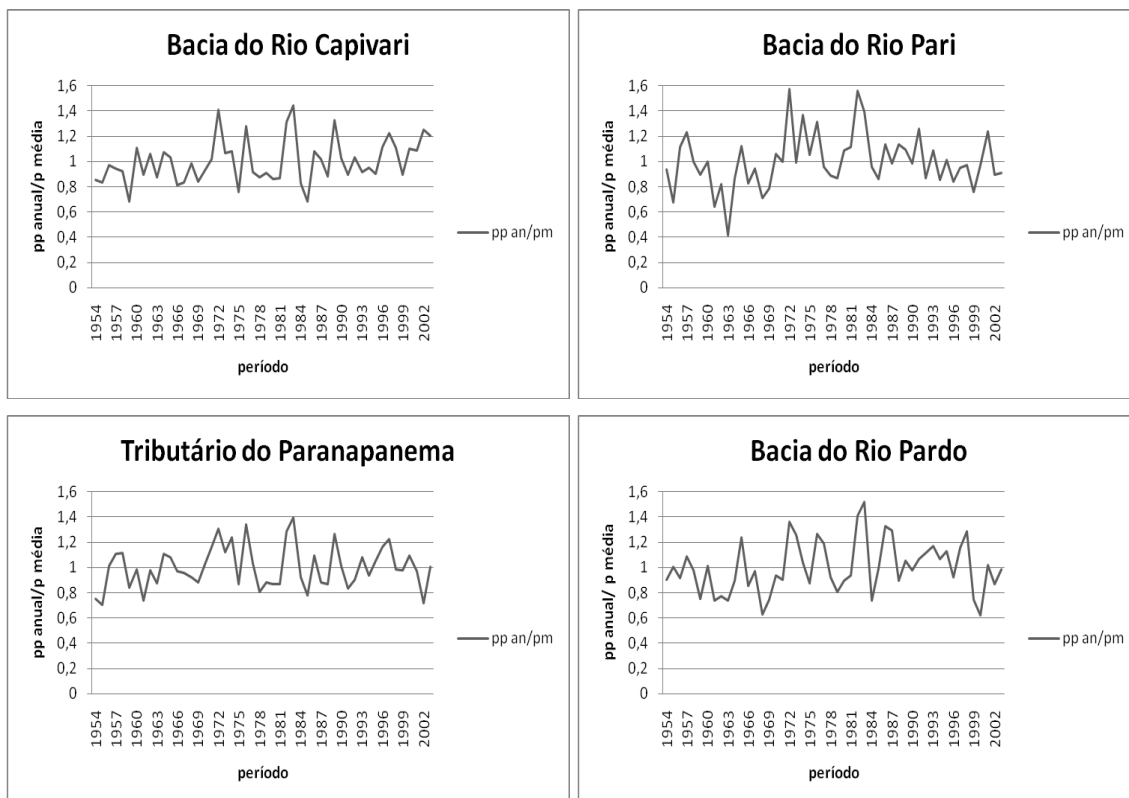


ANEXO 8

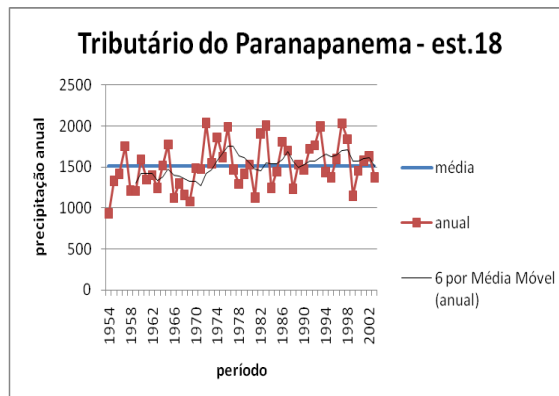
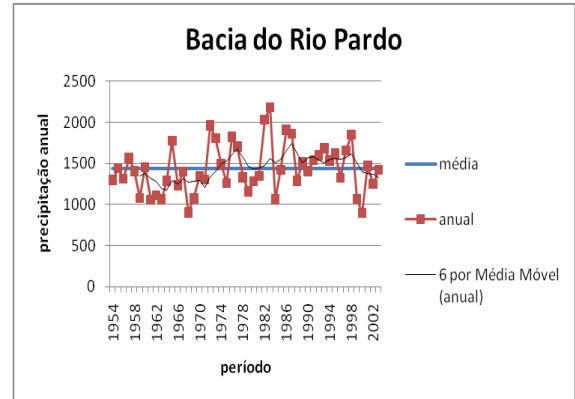
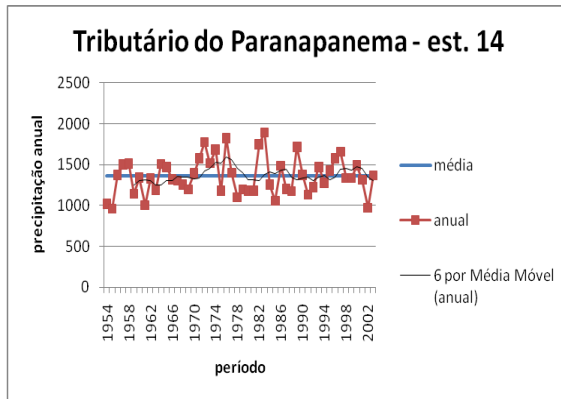
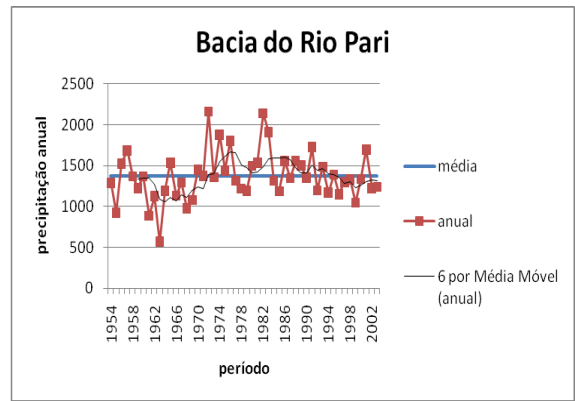
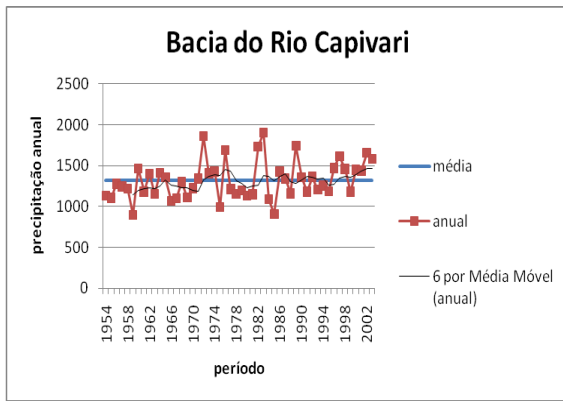




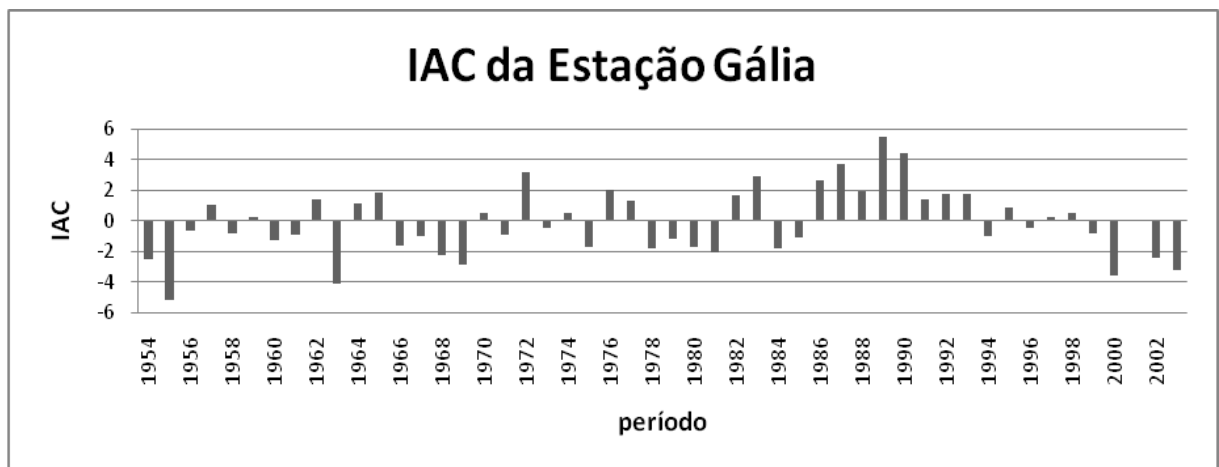
ANEXO 9



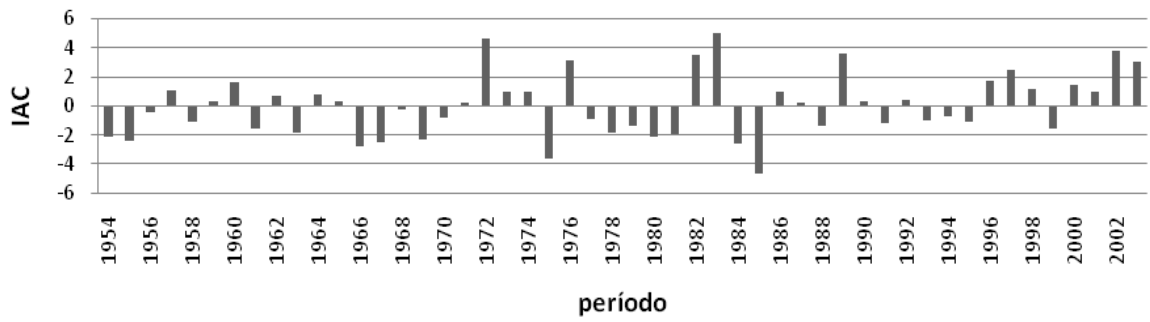
ANEXO 10



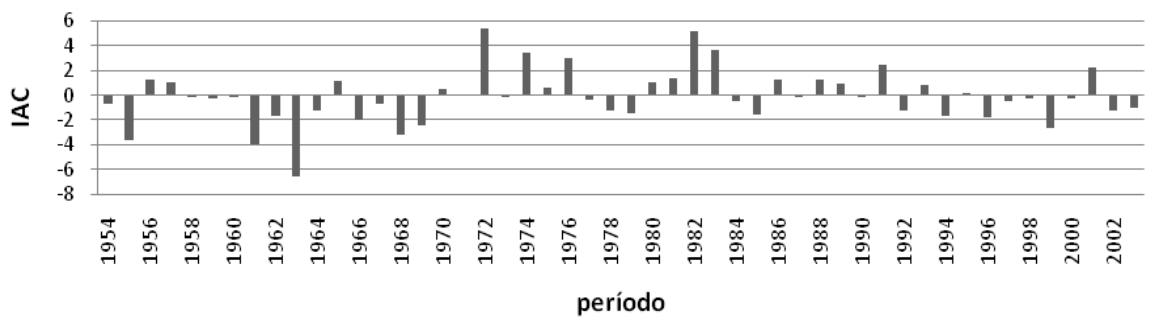
ANEXO 11



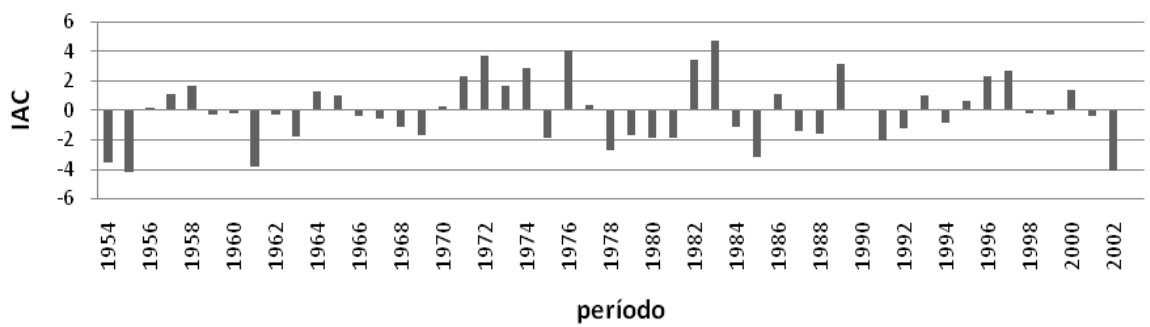
IAC da Estação Rancharia

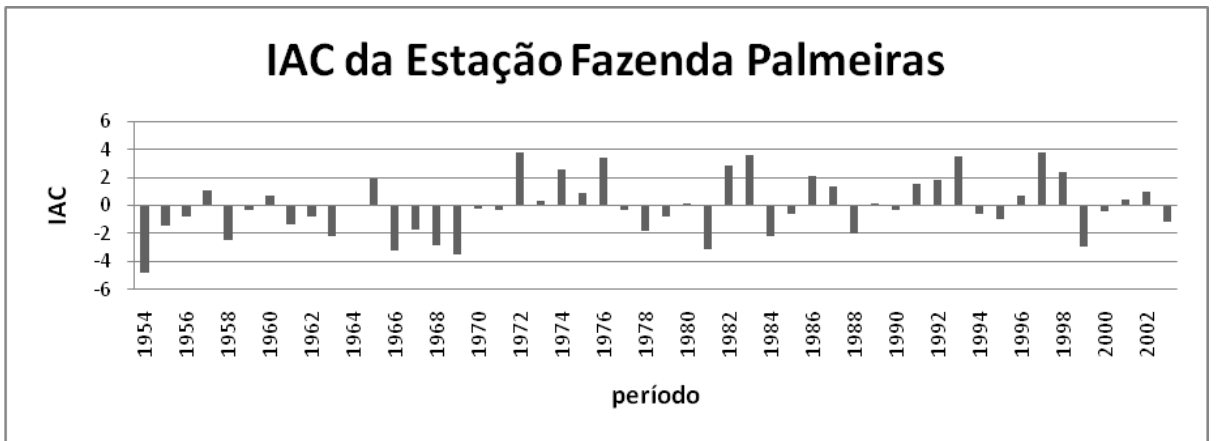
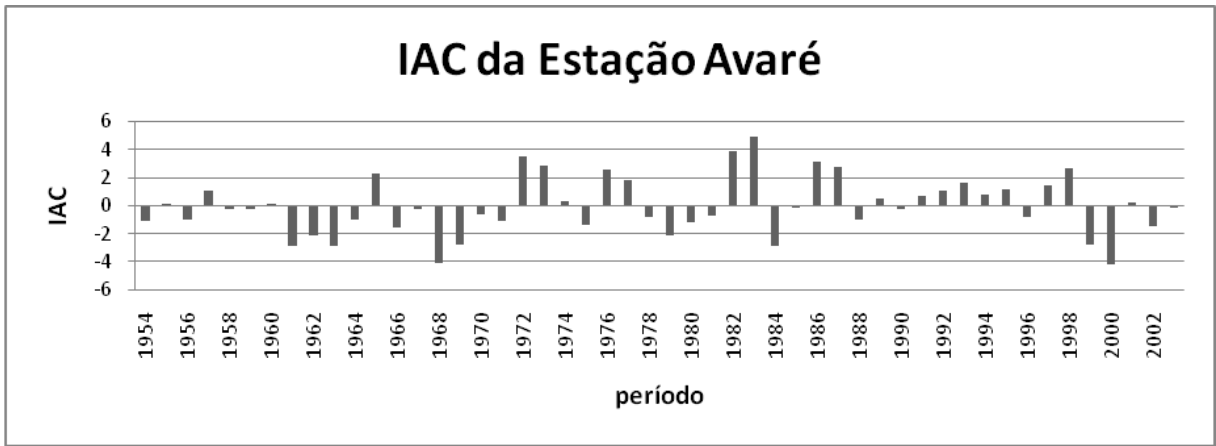


IAC da Estação Echaporã



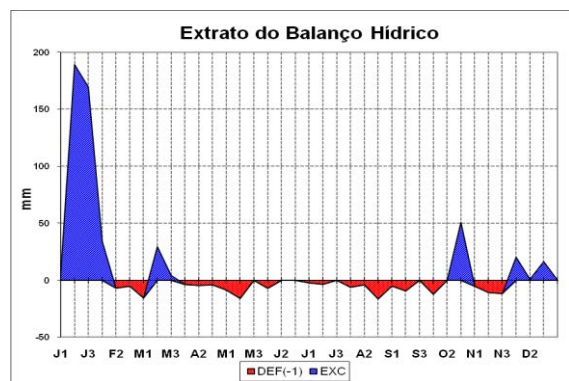
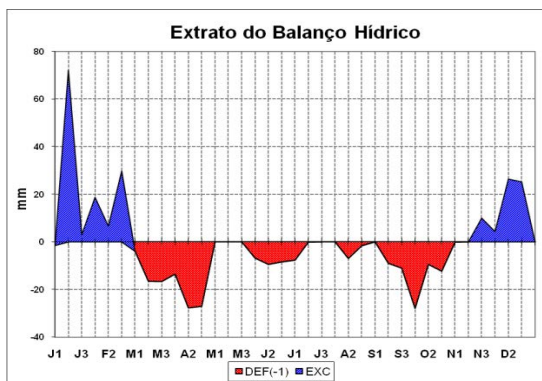
IAC da Estação Paraguaçu Paulista



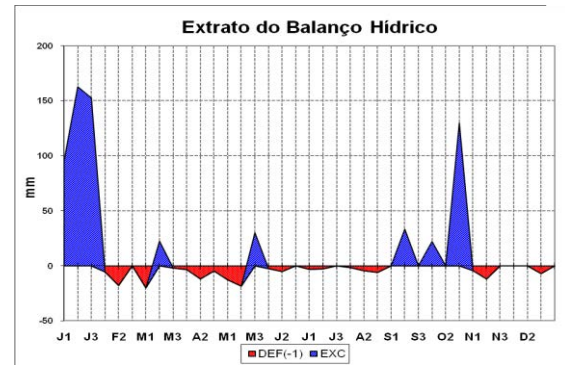
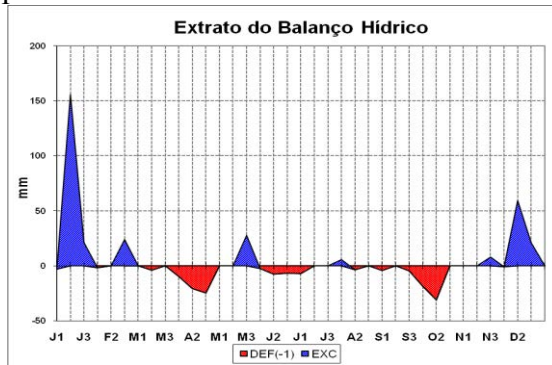


ANEXO 12

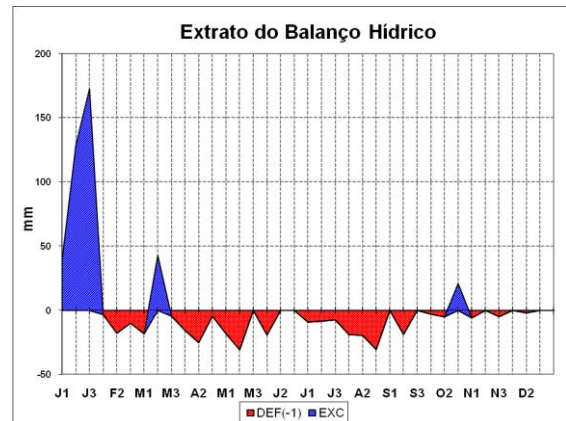
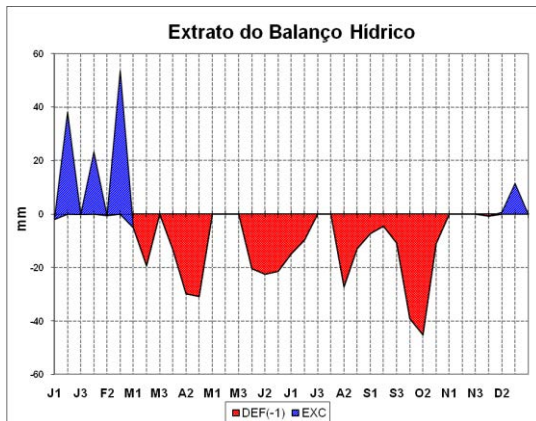
- Gália



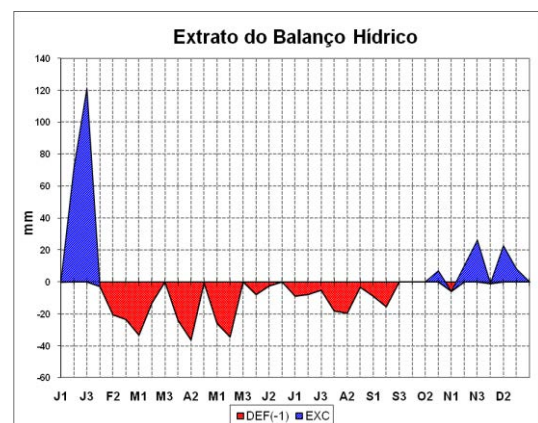
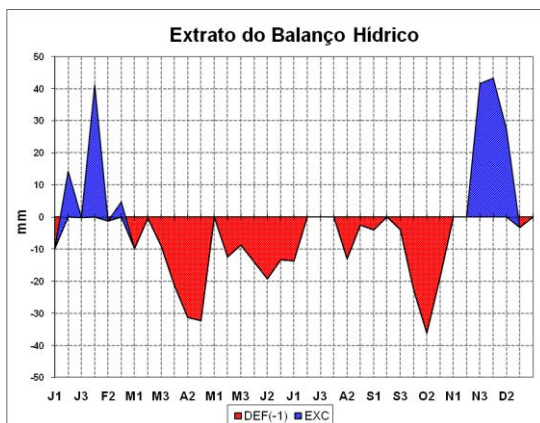
- Ipaussu



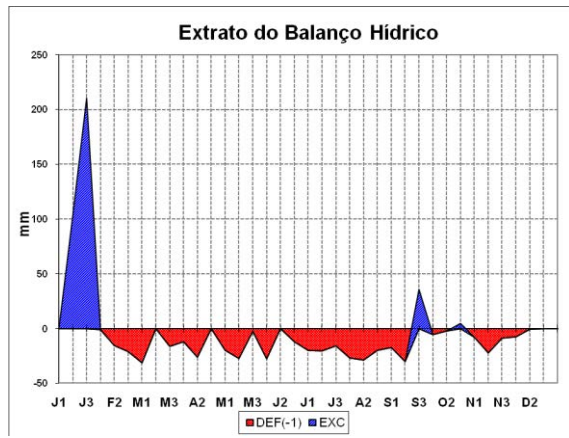
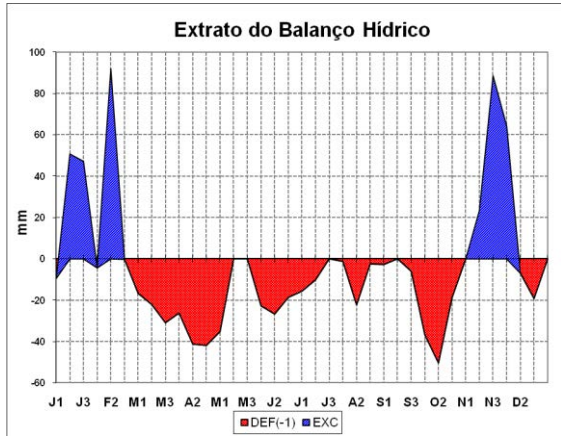
- Marília



- Paraguaçu Paulista

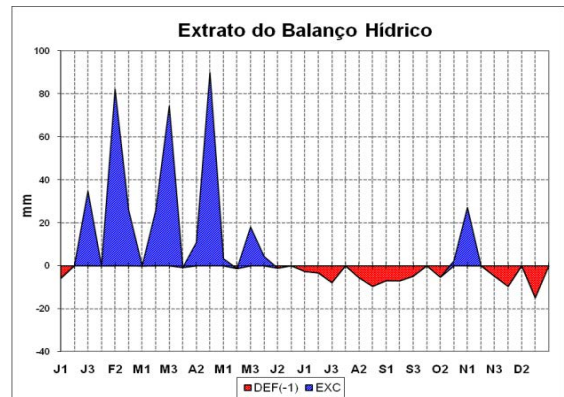
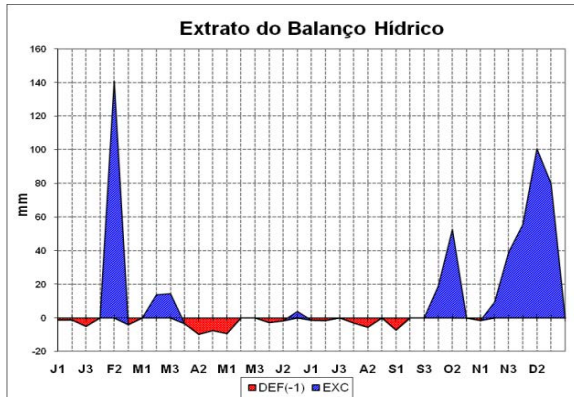


- Rancharia

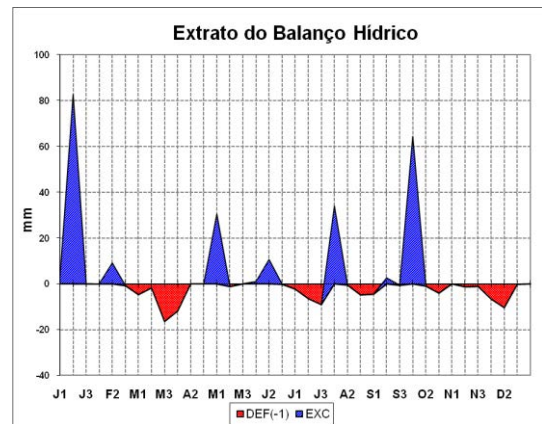
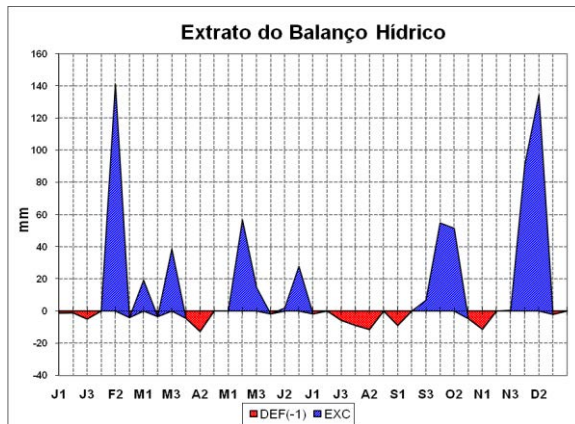


ANEXO 13

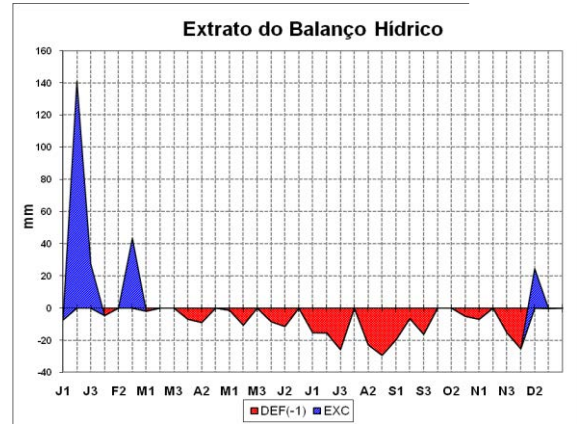
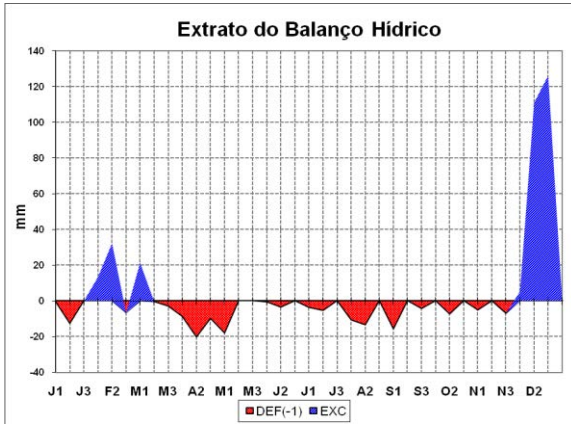
- Gália



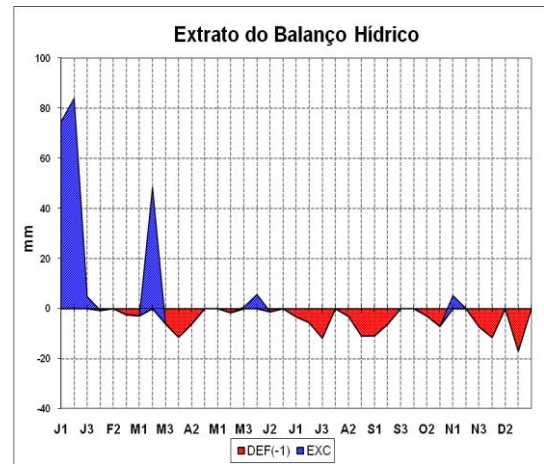
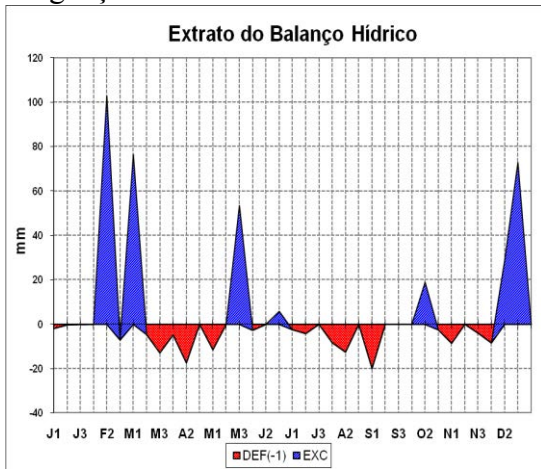
- Ipaussu



- Marília



- Paraguaçu Paulista



- Rancharia

