

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Valéria Ferreira

**VARIABILIDADE DE PRECIPITAÇÃO EM TAUBATÉ,
VALE DO PARAÍBA, SP.**

TAUBATÉ – SP

2009

Valéria Ferreira

**VARIABILIDADE DE PRECIPITAÇÃO EM TAUBATÉ,
VALE DO PARAÍBA, SP.**

Dissertação apresentada para obtenção do
Título de Mestre pelo Curso de Pós-Graduação
em Ciências Ambientais da Universidade de
Taubaté.

Área de Concentração: Ciências Ambientais
Orientador: Prof. Dr. Gilberto F. Fisch

**TAUBATÉ – SP
2009**

**Ficha catalográfica elaborada pelo
SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU**

F383v Ferreira, Valéria
Variabilidade de precipitação em Taubaté, Vale do Paraíba, SP /
Valéria Ferreira. - 2009.
103f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Taubaté, Departamento de
Ciências Agrárias, 2009.

Orientação: Prof. Dr. Gilberto Fernando Fisch, Departamento de
Ciências Sociais e Letras.

1. Variação climática. 2. Precipitação. 3. Mancha urbana. I. Título.

Dedico este trabalho aos meus pais
Hilda Ferreira e
Luiz Ferreira (em memória)

VALÉRIA FERREIRA

**VARIABILIDADE DE PRECIPITAÇÃO EM TAUBATÉ,
VALE DO PARAÍBA, SP.**

Dissertação apresentada para obtenção do
Título de Mestre pelo Curso de Pós-Graduação
em Ciências Ambientais da Universidade de
Taubaté.

Área de Concentração: Ciências Ambientais
Orientador: Prof. Dr. Gilberto F. Fisch

Data: 18 de junho de 2009

Resultado: APROVADO

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Gilberto F. Fisch

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Dr. Getúlio Teixeira Batista

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Dr. Roberto Oliveira Magnago

Centro Universitário de Volta Redonda

Assinatura _____

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Gilberto F. Fisch, que me ensinou a lutar pelo meu objetivo.

Ao professor Dr. Getúlio Teixeira Batista por acompanhar este trabalho durante o seu trajeto e pelas correções sugeridas na banca examinadora.

Muito obrigada ao Dr. Roberto Oliveira Magnago por prestigiar a apresentação de defesa e pelas correções sugeridas.

Ao Prof. Dr. Nelson Wellausen Dias, pelas sugestões e críticas construtivas, o que resultou no aperfeiçoamento deste trabalho.

À Jeni Barbosa de Freitas Gondolo, pela predisposição em ajudar sempre que precisava.

À Maria Angélica Machado, pela amizade, pelas palavras de conforto e incentivo.

Ao Nathanael Danilo Rosanelli pelo carinho, pela paciência e pelo auxílio contribuindo para a minha formação.

Ao Valerius Venâncio pela atenção, presteza e por se mostrar sempre pronta a ajudar.

A todas as pessoas que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

VARIABILIDADE DE PRECIPITAÇÃO EM TAUBATÉ, VALE DO PARAÍBA, SP.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo relacionar as mudanças no comportamento climático precipitação, com o crescimento da mancha urbana do município de Taubaté. Por meio de análises estatísticas do comportamento na escala de tempo anual e mensal, comparou-se a precipitação de dados observacionais do passado (período de 1950 a 1999), coletadas junto ao Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), com dados de precipitação do futuro (período entre 2000 e 2100), obtidos a partir de um modelo de Circulação Geral (modelo HadCM3 do Hadley Center do Reino Unido), utilizando-se os cenários A2 e B1 do Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC). A análise do período comum (entre 1950 e 2000) mostrou que a precipitação gerada pelo modelo foi superior para os trimestres primavera e verão e inferior nos trimestres de outono e inverno. Em ambos cenários. Com os dados futuros (período de 2000 a 2099) e concluiu-se que os valores serão superiores para os cenários A2 e B1 respectivamente, aumentando o índice do regime pluviométrico em 10,1% para o cenário A2 e em 2,6% para o cenário B1. Usando os dados do índice pluviométrico e do crescimento da mancha urbana do município de Taubaté, realizou-se uma análise sucinta dos Planos Diretores verificando o comprometimento destes com o meio ambiente e os problemas que as precipitações extremas poderão causar.

Palavras-chave: Variação climática. Precipitação. Mancha urbana.

THE VARIABILITY OF THE PRECIPITACION IN TAUBATÉ, VALE DO PARAÍBA, SP

ABSTRACT

It is a known fact that the process of nature transformation became faster from the second half of the eighteenth century, with the industrial revolution, marked by the use of steam machinery. The process of urbanization triggered by industrialization caused a negative impact to the environment and climate changes. This work aims to relate changes in climatic behavior rainfall, with the growth of urban spot (area) of the city of Taubaté. Through statistical analysis of behavior in the time-scale yearly and monthly, we compared the rate of rainfall in the past observational data (period from 1950 to 1999), provided by the Department of Water and Power (DAEE) with A2 and B1 sceneries of Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC) and concluded that the volume of precipitation was higher for the spring and summer quarters for both sceneries. We used data from future simulation (period from 2000 to 2099) and concluded that the intense rainfall will be higher for the A2 scenery. Based on the pluviometric index data and the Taubaté city urban area growth, we carried out a succinct analysis of Taubaté city development plans evaluating its commitment to the environment and the problems that extreme precipitations could cause.

Key words: Climate variability. Precipitation. Urban spot.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Área do município de Taubaté –SP	37
Tabela 2 – Dados observados do total anual de precipitação (mm) do período de 1952-1999	38
Tabela 3 – Dados do total anual de precipitação (mm) do período de 1950-1999 para os cenários A2 e B1	39
Tabela 4 – Precipitação (mm) observada e simulada no trimestre verão	40
Tabela 5 – Precipitação (mm) observada e simulada no trimestre outono	41
Tabela 6 – Precipitação (mm) observada e simulada no trimestre inverno	43
Tabela 7 – Precipitação (mm) observada e simulada no trimestre primavera	44
Tabela 8 – Distribuição da precipitação (mm) em Taubaté – DAEE	46
Tabela 9 – Distribuição da precipitação (mm) simulada pelo Hadley Center (cenário A2)	47
Tabela 10 – Total Anual de precipitação para os cenários A2 e B1.....	47
Tabela 11 – Precipitação anual (mm) para o cenário A2 (1950-1999)	43
Tabela 12 – Precipitação anual (mm) para o cenário A2 (1999-2099)	44
Tabela 13 – Precipitação anual (mm) para o cenário B1 (1950-1999)	46
Tabela 14 – Precipitação anual (mm) para o cenário B1 (1999-2099)	47
Tabela A-1 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário A2.....	75
Tabela A-2 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário B1.....	76
Tabela A-3 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário A2.....	77
Tabela A-4 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário B1.....	78
Tabela A-5 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário A2.....	79
Tabela A-6 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário B1.....	80

Tabela A-7 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário A2.....	81
Tabela A-8 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário B1.....	82
Tabela A-9 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário A2.....	83
Tabela A-10 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário B1.....	84
Tabela A-11 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário A2.....	85
Tabela A-12 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário B1.....	86
Tabela A-13 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário A2.....	87
Tabela A-14 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário B1.....	88
Tabela A-15 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário A2.....	89
Tabela A-16 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário B1.....	90
Tabela A-17 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário A2.....	91
Tabela A-18 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário B1.....	92
Tabela A-19 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário A2.....	93
Tabela A-20 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário B1.....	94
Tabela A-21 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário A2.....	95
Tabela A-22 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário B1.....	96
Tabela A-23 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário A2.....	97

Tabela A-24 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário A2.....	98
Tabela B-1- Dados estatísticos (média e desvio-padrão) de precipitação (mm) para o cenário A2.....	100
Tabela B-2 – Precipitação extrema (valores máximo e mínimo) (mm) para o cenário A2.....	101
Tabela B-3 – Precipitação extrema (valores máximo e mínimo) (mm) para o cenário B1.....	102
Tabela B-4 – Precipitação extrema (valores máximo e mínimo) (mm) para o cenário B1.....	103

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Concentração global de CO ₂ na atmosfera	19
Figura 2 – Concentração do metano em escala logarítmica do período De 10.000 a 10 AP.	20
Figura 3 – Espessura do gelo no mar do Ártico	22
Figura 4 – Simulação de temperatura médias anuais globais.....	23
Figura 5 – Planta da Vila de Taubaté (1821), executada por A. J. Pallière	27
Figura 6 – Chuva frontal	30
Figura 7 – Chuva convectiva	31
Figura 8 – Mapa do Brasil com retângulo de influência do ponto da grade referente ao HadCM3	33
Figura 9 – Mapa de localização do Vale do Paraíba Paulista	36
Figura 10 – Comparação de precipitação (mm) entre os dados observacionais do DAEE e o cenário A2	39
Figura 11 – Comparação de precipitação do trimestre verão entre os dados observacionais do DAEE e o cenário A2	40
Figura 12 – Comparação de precipitação do trimestre verão entre os dados observacionais do DAEE e o cenário B1.....	41
Figura 13 – Comparação de precipitação do trimestre outono entre os dados observacionais do DAEE e o cenário A2	42
Figura 14 – Comparação de precipitação do trimestre outono entre os dados observacionais do DAEE e o cenário B1	42
Figura 15 – Comparação de precipitação do trimestre inverno entre os dados observacionais do DAEE e o cenário A2	43
Figura 16 – Comparação de precipitação do trimestre inverno entre os dados observacionais do DAEE e o cenário B1	44
Figura 17 – Comparação de precipitação do trimestre primavera entre os dados observacionais do DAEE e o cenário A2	45
Figura 18 – Comparação de precipitação do trimestre primavera entre os dados observacionais do DAEE e o cenário B1	45
Figura 19 – Série Temporal dos valores estatísticos de precipitação média de 1950 a 2009 para os cenários A2 e B1.....	48
Figura 20 – Mapa da expansão urbana do município de Taubaté	62
Figura 21 – Mapa da área urbana do município de Taubaté, zoneamento urbano	63
Figura 22 – Ordenamento territorial do município – zona de interesse e destinação ambiental	64
Figura 23 – Áreas sujeitas a direito de preempção	66

Figura A-1- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário A2.....	75
Figura A-2- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário B1.....	76
Figura A-3- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário A2.....	77
Figura A-4- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário B1.....	78
Figura A-5- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário A2.....	79
Figura A-6- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário B1.....	80
Figura A-7- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário A2.....	81
Figura A-8- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário B1.....	82
Figura A-9- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário A2.....	83
Figura A-10- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário B1.....	84
Figura A-11- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário A2.....	85
Figura A-12- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário B1.....	86

Figura A-13- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário A2.....	87
Figura A-14- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário B1.....	88
Figura A-15- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário A2.....	89
Figura A-16- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário B1.....	90
Figura A-17- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário A2.....	91
Figura A-18- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário B1.....	92
Figura A-19- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário A2.....	93
Figura A-20- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário B1.....	94
Figura A-21- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário B1.....	95
Figura A-22- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário B1.....	96
Figura A-23- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário B1.....	97
Figura A-24- Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário B1.....	98

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 Objetivo geral	17
3 REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1 Mudança do clima	18
3.2 Situação atual	19
3.3 O efeito estufa	23
3.4 Origem e evolução do município de Taubaté	26
3.5 Crescimento da área urbana e populacional	28
3.6 Características das precipitações no município de Taubaté.....	30
4 MATERIAL E MÉTODOS	32
4.1 Obtenção dos dados referentes à precipitação	32
4.2 Dados referentes ao planejamento e gestão urbana	35
4.3 Caracterização da área de estudo	35
4.3.1 Município de Taubaté	36
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
6 CONCLUSÃO	68
REFERÊNCIAS	70
APÊNDICES	73
APÊNDICES - Tabelas e Figuras relativas aos valores estatísticos calculados para o período de 1950 a 2099, para os dois cenários estudados (A2 e B1), para todos os meses do ano.....	73
APÊNDICES - Tabelas referentes aos resultados das simulações dos cenários futuros com dados de precipitação gerados pelo modelo HadCM3 para os dois cenários em estudo (A2 e B1), para cada mês e para cada período de 1950 a 2099.....	73

1 INTRODUÇÃO

O estudo das mudanças climáticas tem sido objeto de várias iniciativas internacionais que procuram quantificar os cenários climáticos, estudar os seus impactos e propor medidas de mitigação e de adaptação. O processo de urbanização, com o uso intensivo do território para atividades industriais, comerciais, de transportes e serviços urbanos, e principalmente, a alteração provocada no meio rural, desrespeita as condições ambientais naturais. A ocupação do meio urbano representa uma das maiores e mais significativas transformações que o ser humano faz na paisagem natural. Tais transformações podem ser verificadas na morfologia urbana, ou seja, por meio da retirada da vegetação original, para dar espaço a construções, aterros, canalização de córregos, ruas, avenidas, viadutos, etc. O uso e a ocupação do solo urbano geram diversas formas de poluição que, por sua vez, provocam alterações no comportamento dos elementos climáticos. No meio rural, a retirada da vegetação natural e a substituição pelos diversos cultivos agrícolas alteram, de modo significativo, as condições climáticas locais, tais como a temperatura e os componentes do ciclo hidrológico, principalmente da chuva.

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), criado dentro do âmbito da Organização das Nações Unidas (ONU), declara que as mudanças climáticas têm sido causadas basicamente pelo aumento da temperatura do ar global e tendem a agravar-se, caso o ser humano não controle as emissões dos gases de efeito estufa (GEE). Entre eles, destaca-se o gás carbônico, sendo este o principal gás liberado pelas atividades antrópicas, de forma significativa, pela queima de combustíveis fósseis, utilizado em vários segmentos da economia mundial. Em 2007, o IPCC divulgou os resultados do seu Quarto Relatório de Avaliação das Mudanças Climáticas do planeta, chamado de IPCC-AR4. Os resultados alertam para um aumento médio global das temperaturas entre 1,4°C e 5,8°C até o ano de 2100. Esse aumento pode ser ainda maior (+6,4°C) se a população e a economia continuarem crescendo rapidamente e se for mantido o consumo intenso dos combustíveis fósseis. Uma série de dados e processos tem mostrado e comprovado estas possíveis mudanças. Entre elas, destacam-se a mudança na temperatura da região do Ártico e a sua conseqüente cobertura vegetal, mudanças na distribuição das precipitações em várias regiões do mundo, a concentração de salinidade dos oceanos, a mudança nos padrões de ventos e eventos extremos do clima, como longos períodos de seca, precipitações intensas, ondas de calor e uma maior freqüência de ocorrência de ciclones tropicais.

O aquecimento dos oceanos e da atmosfera, juntamente com o derretimento das geleiras, leva à conclusão de que é muito pouco provável que as mudanças climáticas globais dos últimos 50 anos possam ser explicadas somente devido às causas naturais, sem a influência do componente antrópico.

A contribuição negativa que o Brasil apresenta em relação a esta problemática também está ligada às transformações ocorridas na região do Vale do Paraíba. Relacionam-se a isto fatores sócio-econômicos ligados à história, como a alteração da cobertura florestal pela implantação de práticas agrícolas, a instalação de diversas indústrias e a implantação da Rodovia Presidente Dutra, todos estes processos acarretando um aumento populacional.

Segundo Cruz (2001), a urbanização é uma grande e complexa atividade modificadora do meio-ambiente e, como tal, tem criado grandes desequilíbrios no processo de uso e ocupação do solo, gerando, por sua vez, consequências, como deficiência nos setores de saneamento básico, de saúde e poluição generalizada. Alguns municípios possuem Código de Ordenação Espacial para o Uso e Ocupação do Solo, com regras para o crescimento da cidade. No Código de Ordenação Espacial de Taubaté (TAUBATÉ, 1991), a preocupação principal é “[...] preservar, ordenar, regular e proteger o uso e ocupação do solo, dos serviços e espaços, com observância dos padrões de segurança, higiene, salubridade e conforto do município [...]”.

Devido à toda esta problemática, faz-se necessário o aprimoramento dos estudos científicos sobre o impacto dessas mudanças climáticas na região do Vale do Paraíba. Será enfatizado o município de Taubaté, com destaque para o crescimento da mancha urbana e suas consequências, relacionando-as com as possíveis alterações dos processos atmosféricos e da variabilidade climática tendo, como elemento de estudo, a precipitação. A partir das relações entre as feições climáticas e as características da área urbana, será possível a compreensão das consequências associadas a episódios de chuvas intensas ou de estiagem na área estudada, por meio de uma análise sucinta da formação e evolução urbana de Taubaté, sob uma ótica de discussão ambiental, tendo, como instrumento oficial de planejamento, os planos diretores.

2 OBJETIVOS

A presente pesquisa objetiva investigar se as mudanças climáticas que estão ocorrendo na atmosfera terrestre a nível global poderão alterar o regime de precipitação no Vale do Paraíba, SP, com ênfase no município de Taubaté, calculando as estimativas do volume das chuvas (totais mensais) e as possíveis conseqüências para a região em estudo.

2.1 Objetivos específicos

Descrever, pela análise estatística, os valores de totais mensais e anuais de mudanças do comportamento do elemento climático precipitação, verificando sua variedade temporal. Para tanto, serão utilizados dados observados do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) do município de Taubaté e de simulação climática do Hadley Center do Reino Unido. As observações realizadas com o uso dos dados do DAEE no período de 1950 até 1999 serão considerados como dados do passado e, para simulação do futuro, serão utilizados os dados obtidos do Hadley Center, no período compreendido entre 2000 a 2099, sendo investigado a hipótese sobre a possível modificação do regime pluviométrico da região. Nestas análises futuras, serão considerados os dois cenários de crescimento (econômico e populacional) possíveis.

Pretende-se, ainda, analisar a história da expansão urbana do município de Taubaté, enfocando seus Planos Diretores. Será dada um ênfase na discussão atual do plano Diretor (que está em discussão na Câmara dos Vereadores), e as implicações que as possíveis modificações que o regime pluviométrico poderão acarretar na temática do ciclo hidrológico.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Mudança do clima

Desde a formação do planeta Terra, com a constituição da atmosfera terrestre primordial, o clima tem sofrido alterações ao longo das eras geológicas. A ocupação humana altera o clima, pois modifica a superfície física do solo com impermeabilização (construções e pavimentações) ou retirada da vegetação natural para cultivos temporários, causando o aumento da produção de calor. As mudanças climáticas produzidas nas cidades podem ser mais facilmente observadas quando comparadas com as áreas rurais, através do efeito denominado de *ilha de calor*.

Ayoade (1991) cita que as mudanças climáticas observadas nas cidades podem ser explicadas enquanto referência aos poluentes, radiação, nebulosidade, precipitação, temperatura, umidade relativa e velocidade do vento. Em relação ao meio rural, as alterações nas condições climáticas locais, como a temperatura e as chuvas, são o resultado da retirada da vegetação natural e da substituição pelos diversos cultivos. Nesse sentido, o clima é um dos aspectos que expressa a relação entre a sociedade e a organização econômica e social do espaço urbano. O clima é muito dinâmico e há a necessidade de que se observe, por um longo período de tempo, os seus principais elementos, tais como a temperatura, a umidade e as chuvas, para verificar se as variações de seu comportamento são permanentes e se são, portanto, consequência das mudanças climáticas, ou se são ciclos periódicos que tendem a se repetir de tempos em tempos.

3.2 Situação atual

A mudança do clima vem se manifestando de diversas formas, destacando-se o aquecimento global que comprova uma maior frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, alterações nos regimes de chuvas, perturbações nas correntes marinhas, retração de geleiras e a elevação do nível dos oceanos. O IPCC divulgou que as mudanças na atmosfera da quantidade dos gases causadores do efeito estufa e de aerossol provocam mudanças na quantidade de radiação solar incidente e nas propriedades da superfície da Terra, alterando o equilíbrio energético do sistema climático. A concentração dos GEE (principalmente dióxido de carbono, gás metano e óxido nitroso) na atmosfera global tem aumentado acentuadamente, como resultado das atividades humanas, desde 1750, e já ultrapassa em muito os valores da pré-industrialização. Estas medidas são determinadas através de amostras de ar aprisionadas em núcleos de gelo que se estendem por centenas de anos para trás. O aumento global da concentração de dióxido de carbono ocorre principalmente devido ao uso de combustível fóssil e à mudança no uso do solo, enquanto o aumento da concentração de gás metano e de óxido nitroso ocorre principalmente devido à agricultura (IPCC, 2007).

O entendimento com relação às influências antropogênicas de aquecimento e resfriamento tem melhorado desde a publicação dos relatórios de avaliação do IPCC. A comunidade científica especializada estima que a concentração de carbono na atmosfera, que era de 280 ppm (partes por milhão) na era pré-industrial, atinge hoje o nível de 375 ppm, como pode ser observado na Figura 1.

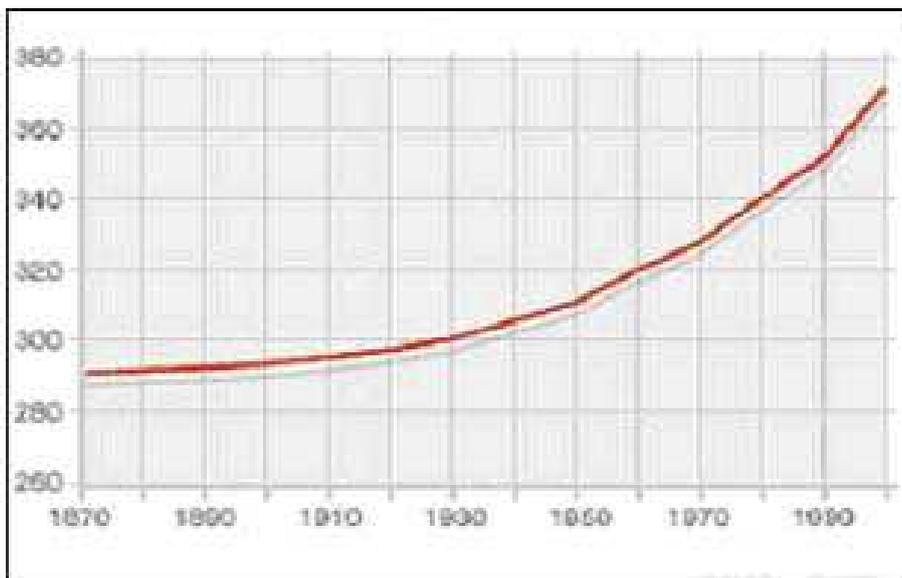


Figura 1 – Concentração global (ppm) de dióxido de carbono na atmosfera.
Fonte: UNEP, 2001.

Desde a Revolução Industrial (meados de 1850), a temperatura média do planeta aumentou em $+0,6^{\circ}\text{C}$ e, recentemente, este fenômeno tem se acelerado: as maiores temperaturas médias anuais do planeta foram registradas nos últimos anos do século XX e nos primeiros do século XXI. Os últimos 18 anos, no período de 1990 a 2008 (com exceção de 1996), estão entre os mais quentes desde as medidas do período instrumental.

Há 10 ou 12 mil anos atrás, quando do aparecimento das primeiras civilizações, no que se designou chamar de Período Paleolítico, a forma de vida era primitiva. O ser humano precisou desenvolver algumas técnicas que facilitassem sua vida e, para isso, se utilizava da natureza da forma que lhe parecia mais conveniente. Os recursos eram utilizados localmente e, quando esses recursos se esgotavam, as populações migravam para outro local, vivendo assim de forma nômade (RUDDIMAN, 2005).

Em estudos sobre o clima na Terra, os cientistas buscam informações sobre o passado que está registrado sob algumas formas e que permitem a “reconstrução” do ambiente natural há centenas e até milhares de anos atrás. Estes registros estão em sedimentos rochosos, sedimentos oceânicos e, principalmente, nos chamados testemunhos de gelo, que são colunas de gelo retiradas de geleira e que aprisionam bolhas de ar de várias épocas passadas. Pesquisas relatam que regrediram até bem antes da era industrial (cerca de 8 mil anos atrás) e mostraram que as tendências de concentrações dos gases estufa, notadamente o CO_2 e o metano (Figura 2), aumentaram enormemente.

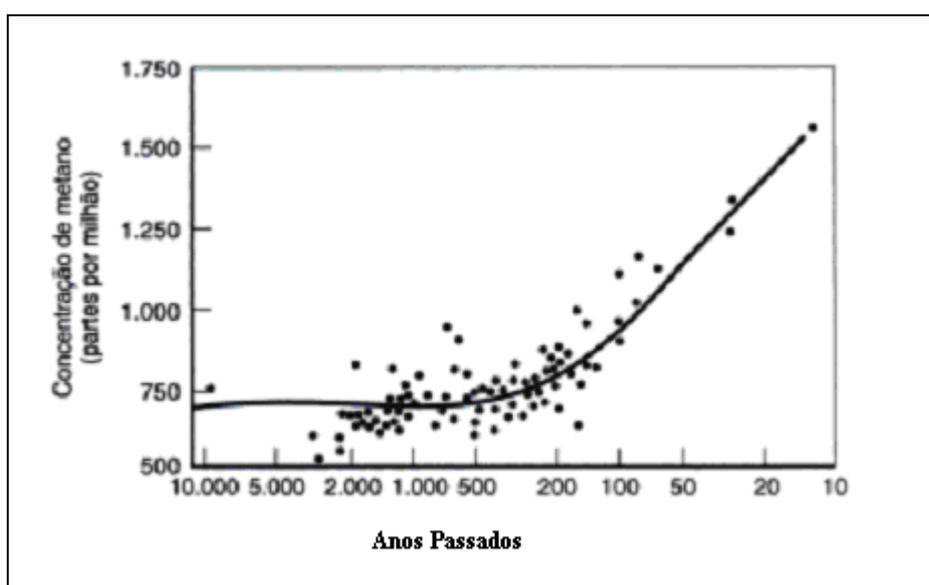


Figura 2 – Concentração do metano do período de 1000 a 10 AP (Anos Passados).

Fonte: Adaptado da Scientific American, 1989.

Ainda segundo Ruddiman (2005), as atividades humanas ligadas à agricultura (desmatamento e irrigação), que se iniciaram nestes tempos, aumentaram a presença desses gases na atmosfera e “[...] explicam tanto a reversão na tendência das concentrações quanto o aumento constante até o início da era industrial [...]”. Do seu ponto de vista, a natureza teria resfriado o clima do planeta, mas nossos ancestrais o mantiveram quente descobrindo a agricultura.

A simulação do comportamento das temperaturas leva em conta as atividades humanas (passadas, presentes e futuras) e o que seria o comportamento natural (sem interferência do ser humano). A partir de então, com a introdução das tecnologias modernas, o aumento das concentrações dos GEE foi ainda mais acelerado. Este aumento da concentração de carbono na atmosfera, responsável por mais da metade do aquecimento global, é causado principalmente pelas emissões acumuladas desde a Revolução Industrial na queima de combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo e gás natural) e, em menor escala, pelo desmatamento da cobertura vegetal do planeta.

As reconstruções de temperatura durante os últimos mil anos indicam que as mudanças da temperatura global não sejam exclusivamente devido a causas naturais, considerando as grandes incertezas dos registros paleoclimáticos. Amostras retiradas das geleiras da Antártica revelam que as concentrações atuais de carbono são as mais altas dos últimos 420 mil anos e, provavelmente, dos últimos 20 milhões de anos. O aumento de quase 0,6°C durante o século passado é pequeno se comparado com as projeções de aquecimento para o próximo século. Segundo projeções feitas pelo IPCC, o aquecimento poderá ficar entre os limites de 1,4 e 5,8°C para o ano de 2100 (IPCC, 2007). O aquecimento do sistema climático não é um equívoco, sendo agora evidente de acordo com as observações de aumento global do ar e das temperaturas dos oceanos, derretimento de gelo e neve em larga escala, e aumento global do nível dos oceanos, conforme mostra a Figura 3.

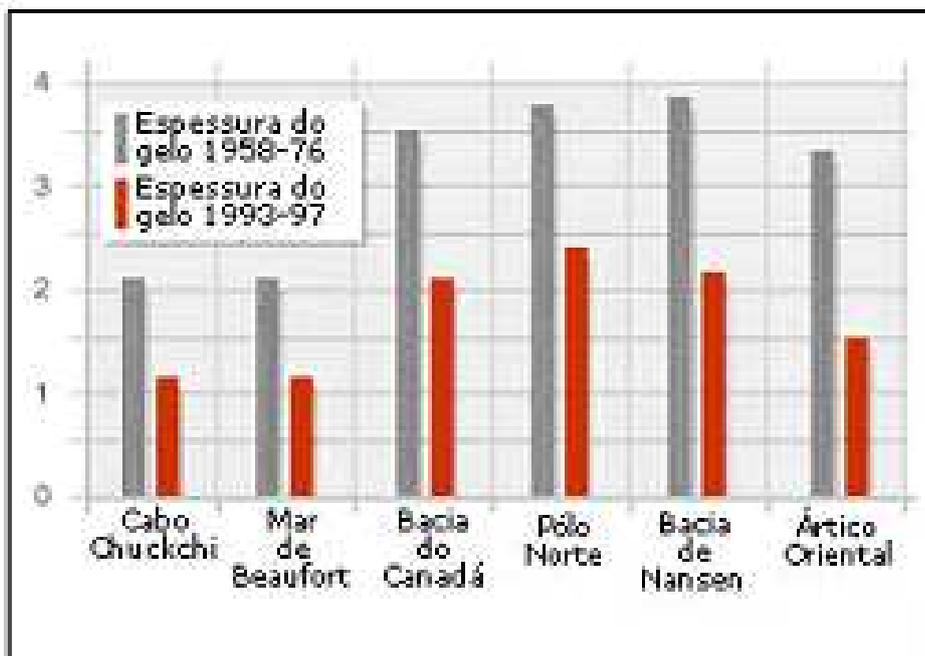


Figura 3 – Espessura do gelo (ms) do Ártico
 Fonte: UNEP, 2001.

A identificação da influência humana na mudança do clima é um dos principais aspectos analisados pelo IPCC. Este relatório técnico de estimativas demonstrou que as mudanças observadas de clima são pouco prováveis devido à variabilidade interna do mesmo; ou seja, a capacidade do clima de produzir variações de considerável magnitude em longo prazo sem forçamentos externos. Estas conclusões referem-se ao estudo de anomalias globais de temperatura do ar no período de 1850 a 1920, com base em registros instrumentais, comparados com a média de um conjunto de simulações com os seguintes cenários: (a) somente forçamento solar e vulcânico; (b) forçamento antropogênico que inclui gases de efeito estufa, mudanças no ozônio troposférico e estratosférico e o efeito direto e indireto de aerossóis de sulfato; (c) combinação dos dois forçamentos naturais e antropogênicos. As mudanças observadas são consistentes com respostas estimadas devido a uma combinação de efeitos antropogênicos e forçamentos naturais (Figura 4).

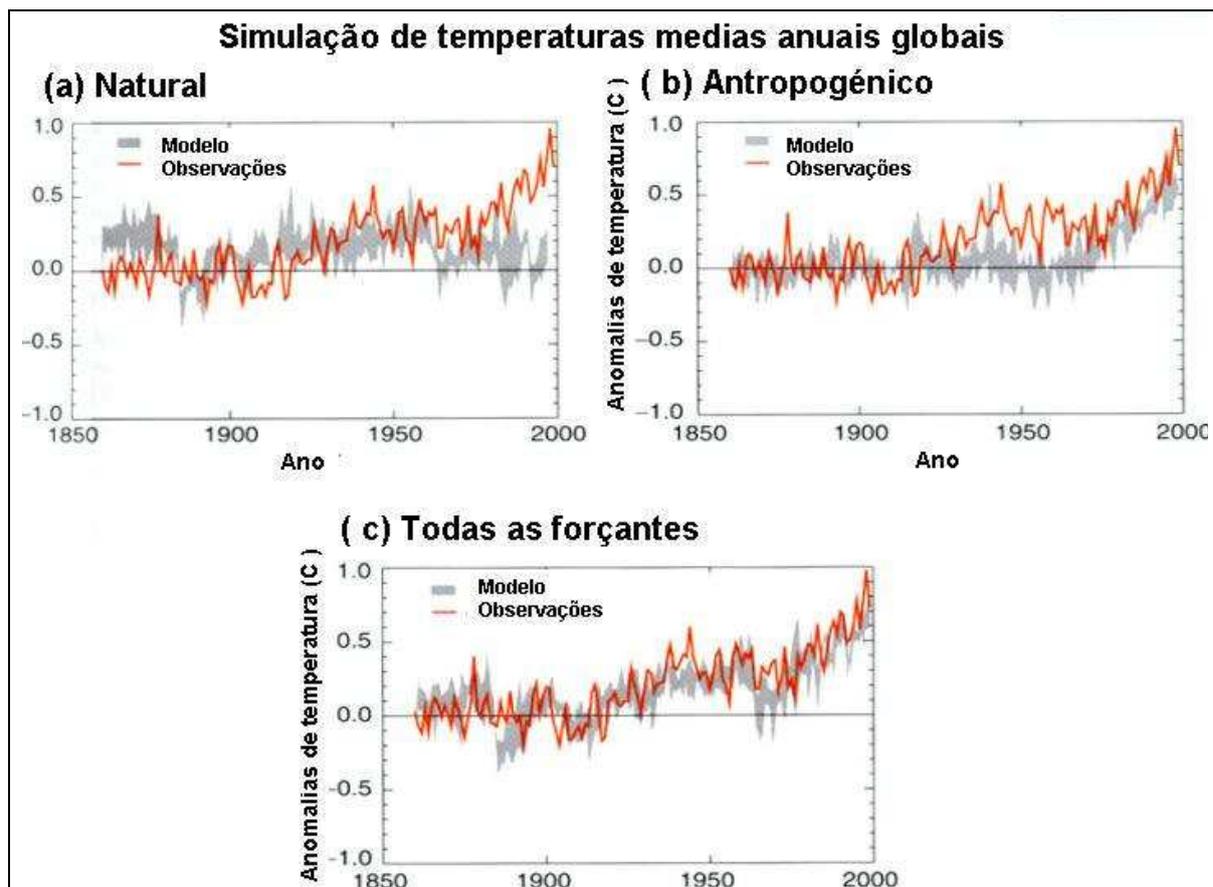


Figura 4 – Simulação de temperaturas médias anuais globais.

Fonte: IPCC, 2007.

As variações climáticas são alterações naturais do clima, com diferentes escalas do tempo e são um processo reversível, enquanto as mudanças climáticas, que alteram a composição da atmosfera global, somada àquelas provocadas pela variabilidade climática natural, são um processo irreversível.

3.3 O efeito estufa

Em longo prazo, a Terra deve irradiar energia para o espaço na mesma proporção em que a absorve do Sol. A energia solar chega na forma de radiação de ondas curtas. Parte dessa radiação é refletida pela superfície terrestre. A maior parte dela, contudo, passa diretamente pela atmosfera para aquecer a superfície terrestre. A Terra se livra dessa

energia, mandando-a de volta para o espaço, na forma de irradiação infravermelha de ondas longas. Processos interativos, como a radiação, as correntes de ar, a evaporação, a formação de nuvens e as chuvas, transportam essa radiação para as altas camadas da atmosfera, para, posteriormente, ser irradiada para o espaço. É bom que esse processo seja mais lento e indireto, porque se a superfície terrestre pudesse irradiar toda a energia para o espaço, nosso planeta seria um lugar frio e sem vida (BRASIL, 1996).

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (2007), metade da radiação solar incidente (a comprimentos de ondas entre 0,2 e 4,0 μm) é absorvida pela superfície da Terra que então emite energia na região infravermelha térmica (4-100 μm). Componentes da atmosfera (por exemplo, gases de efeito estufa) podem absorver esta radiação e emití-la novamente. Esta emissão descendente do fluxo de radiação aquece a superfície e este aquecimento é conhecido como efeito estufa. Os componentes principais do efeito estufa são os gases atmosféricos (nuvens, aerossóis, H_2O). O efeito estufa natural equilibra a energia da Terra, pois não permite que a atmosfera da Terra se resfrie de modo excessivo. A Terra é aproximadamente 33°C mais quente do que seria na ausência do efeito estufa. Sem os gases de efeito estufa, a temperatura média da Terra estaria bem abaixo do ponto congelado da água.

Nuvens e aerossóis também absorvem e emitem radiação infravermelha térmica, e aumentam o albedo planetário. Acredita-se que o efeito líquido deles é esfriar a superfície. Se o CO_2 fosse o único gás de efeito estufa, seu efeito seria de aproximadamente 60-70% do valor com todos os outros gases incluídos. Sem considerarmos o CO_2 , o valor correspondente seria aproximadamente 25% (IPCC, 2007).

Aumentando a capacidade da atmosfera de absorver irradiação infravermelha, nossas emissões GEE estão perturbando a forma com que o clima mantém esse equilíbrio entre as energias que entram e que saem. Uma duplicação, na atmosfera, da quantidade de GEE de longa vida reduziria em 2% a proporção em que o planeta é capaz de irradiar energia para o espaço, se nada fosse mudado. Enquanto 2% parece não ser muito, tomando a Terra inteira, isso equivale a reter o conteúdo energético de 3 milhões de toneladas de petróleo por minuto (BRASIL, 1996).

Para Marengo (2006), as ferramentas disponíveis para obter e avaliar projeções climáticas passadas e futuras são os modelos numéricos de clima, que podem ser *Modelos Globais Atmosféricos* (CGMs) ou *Modelos Globais Acoplados Oceano-Atmosfera* (AOCGMs) e podem simular climas futuros em nível global e regional como resposta às mudanças na composição química da atmosfera. Com relação à concentração de GEE e de

aerossóis, o primeiro tende a aquecer o planeta e o segundo têm efeito de esfriamento. O efeito combinado é o de aquecimento da atmosfera (IPCC, 2007)., que serão descritos a seguir:

A1 – cenário que descreve um mundo futuro onde a globalização é dominante, com crescimento econômico muito rápido e crescimento populacional pequeno, e desenvolvimento rápido de tecnologias mais eficientes. Neste mundo haveria uma convergência econômica e cultural, com uma redução significativa em diferenças regionais e renda per capita e os indivíduos procurariam riqueza pessoal em lugar de qualidade ambiental. Apresenta três subcenários que se distinguem por sua ênfase tecnológica, intensiva no uso de combustíveis fósseis: A1B (cenário de estabilização);

A1F (máximo uso de combustível fóssil) e A1T (mínimo uso de combustível fóssil);

A2 – cenário que descreve um mundo futuro muito heterogêneo na qual a regionalização é dominante, com alto índice de crescimento populacional, e menos preocupação em relação ao desenvolvimento econômico rápido (alta emissão de GEE).

Neste caso existiria um fortalecimento de identidades culturais regionais, com ênfase em valores da família e tradições locais;

B1 – cenário que descreve um mundo futuro onde ocorre uma introdução de tecnologias limpas e uma rápida mudança na estrutura econômica mundial. Neste mundo futuro a ênfase está em soluções globais, sustentabilidade ambiental e social, e inclui esforços combinados para o desenvolvimento de tecnologia rápida (baixa emissão de GEE);

B2 – cenário que descreve um mundo futuro na qual a mudança tecnológica é mais diversa. A ênfase está em soluções locais, sustentabilidade econômica, social e ambiental e nas iniciativas comunitárias e inovação social em lugar de soluções globais. Neste caso, os cenários da família A são considerados mais pessimistas e os da família B mais otimistas.

Segundo Collischonn (2001) os modelos de previsão de tempo e clima podem ser divididos em estatísticos ou empíricos e determinísticos. Os modelos determinísticos descrevem o comportamento da atmosfera em todo o globo (modelos globais) ou em uma região (modelos regionais). Os modelos estatísticos desprezam a descrição exata dos processos internos na atmosfera e relacionam diretamente as variáveis que se deseja prever (por exemplo, a chuva) com variáveis que podem ser medidas, por exemplo, a temperatura da superfície do mar (TSM). Os modelos de circulação global podem ser utilizados para a previsão de variáveis meteorológicas com alguns meses de antecedência. Neste caso a ação antrópica não é considerada e a previsão é fortemente dependente das condições iniciais fornecidas ao modelo e da temperatura da superfície do mar nos oceanos. Em geral, esses

modelos são alimentados por temperaturas de superfície do mar estimadas a partir da anomalia medida no instante de tempo inicial (diferença em relação à média) e da variabilidade climática e podem, inclusive, operar de forma acoplada com os oceanos (COLLISCHONN, 2001).

Para Collischonn (2001), os modelos de circulação global representam o comportamento da atmosfera em todo o globo, e são utilizados para analisar as mudanças climáticas causadas pelas interferências antrópicas, como o desmatamento ou o aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera. No caso do aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera as diferenças de comportamento ocorrem pela mudança do balanço de energia calculado pelo modelo.

Os cenários de emissão representam uma visão possível do desenvolvimento futuro de emissões de gases de efeito estufa e aerossóis, que tem efeito radiativo potencial. Esses cenários são baseados numa combinação coerente e consistente de elevações, tais como, demografia, desenvolvimento socioeconômico e mudança na tecnologia (MARENGO, 2006).

Com a utilização da solução numérica das equações de movimento e termodinâmicas submetidas às condições iniciais conhecidas, e às condições de contorno (especialmente a radiação solar), os modelos de circulação global descrevem o movimento do ar na atmosfera em todo o globo (modelos globais). Neste tipo de modelo, o comportamento hidrológico superficial é fundamental porque dele depende a partição, em calor latente e calor sensível, da energia que chega à superfície terrestre (COLLISCHONN, 2001).

Segundo Marengo (2006), um conjunto de doze modelos climáticos do IPCC, mostrou, qualitativamente e quantitativamente, habilidades na simulação de tendências regionais de vazão, com dados observados desde o início do século XX, e para o século XXI. As integrações do conjunto desses mesmos modelos, projetam regiões de aumento e diminuição de vazão na América do Norte, América do Sul, África e Eurásia. As temperaturas em todas as regiões aumentarão de 2,0 a 8,0°C para 2100 nas três regiões para o cenário A2 (alta emissão) e de 1,5 a 6,0°C no cenário B1 (baixa emissão).

3.4 Origem e evolução do município de Taubaté

A cidade de Taubaté “[...] por provisão de 5 de dezembro de 1645 [...]” (ABREU, 1985), constituiu-se no primeiro núcleo urbano oficial na região do Vale do Paraíba no trecho paulista. Sua fundação, liga-se fortemente ao ciclo do ouro, possuindo casa de fundição, onde era arrecadado o quinto real, e tornando-se um centro de abastecimento das zonas de mineração e das tropas que pelo Vale transitavam.

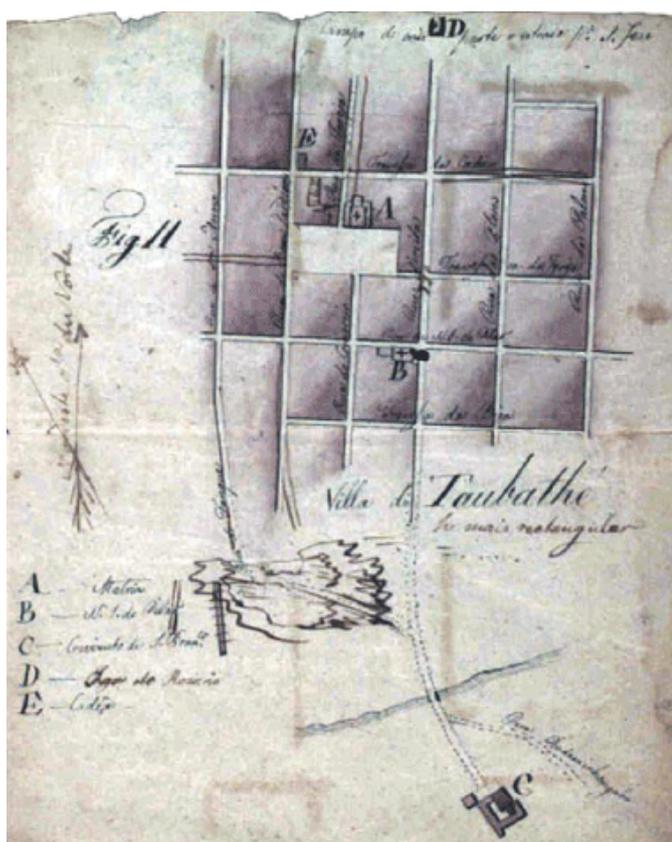


Figura 5 – Planta da Vila de Taubaté (1821), executada por A. J. Pallière
Fonte: Adaptado dos Anais do Museu Paulista, 2006.

Conforme pode ser observado na Figura 5, na planta executada pelo pintor francês Arnaud Julien Pallière, em 1821, Taubaté mantinha como base referencial de assentamento o traçado original, com a seguinte descrição de parte da área urbana: Travessa da Bica (atual Rua Jacques Félix), Rua das Palmas (atual XV de novembro) e Rua de Sant’Anna (atual Rua Dr. Jorge Winther), que constituíam uma primeira ampliação da cidade, onde os edifícios mais importantes foram identificados como sendo a Matriz (A), a Igreja de Nossa Senhora do Pilar (B), o Convento de Santa Clara (C), o Largo do Rosário (D) e a Cadeia (E).

No século XIX, vem o surto cafeeiro: “[...] em grande parte, foi esse o fator de progresso da cidade, que cresceu e diversificou suas funções [...]” (ABREU, 1985, p. 20).

Ainda, segundo Abreu (1985), no final do século XIX, concomitante com a queda do café, inicia-se a instalação de indústrias na cidade, que se tornaram a base econômica de Taubaté desde o início do século XX até os dias atuais. Já em 1958, a atividade representava 75% da produção do município (MÜLLER, 1964). Com as mudanças na economia acarretadas pela globalização, o setor terciário da economia passou a oferecer maior oferta de trabalho, ocorrendo uma queda no setor secundário, em 2006, a atividade representava 46,93% da produção do município (Fundação SEADE, 2009)

Para Prado e Abreu (1995), as consequências da urbanização no município acarretam problema habitacional, falta de moradias, deficiência nos setores de saneamento básico, de saúde, de educação, de transporte e poluição generalizada. A solução de problemas dessa natureza vem sendo procurada através do desenvolvimento planejado, sem afetar a qualidade de vida.

As principais atividades industriais do município de Taubaté são compostas por empresas de capital estrangeiro, atuantes nos seguintes segmentos: eletroeletrônico, automobilístico, químico, equipamentos industriais, máquinas e ferramentas, usinagem e caldeiraria, materiais de telecomunicação, materiais elétricos, fundição, artefatos de cimento, plásticos, madeira, beneficiamento de argila, cerâmica, água mineral, bebidas e produtos alimentícios. As principais indústrias instaladas e em atividade no município de Taubaté são: Volkswagen e Ford (indústrias produtoras de automóveis), Alstom Brasil (produtora de equipamentos, serviços e sistemas para geração de energia), Indústrias Químicas Taubaté – IQT (laboratórios farmacêuticos, construção civil, têxtil, automobilística, papel e cartões para embalagem, adesivos, tintas e calçados), LG Electronics (produtora de monitores de TV), entre outras. A política de desenvolvimento econômico que vem sendo desenvolvida tem como objetivo a instalação de novos empreendimentos na cidade de Taubaté, com prioridade para a atração de novos investimentos nos setores industriais e de prestação de serviços, o que refletiu no crescimento populacional (Fundação SEDAE, 2004).

3.5 Crescimento da área urbana e populacional

O espaço e a paisagem são testemunhos de um momento, de um modo de produção nestas suas manifestações concretas, o testemunho de um momento do mundo. Neste contexto, Carlos (1991) e Souza (1999) afirmam que o espaço urbano é a expressão espacial do modo de produção: é mundial, abstrato. Reproduz, num momento, vários momentos da história. A forma de espaço urbano é a materialização do desenvolvimento contínuo do capitalismo. Assim, os traços distintos da morfologia espacial urbana estão dialeticamente relacionados com as mudanças estruturais na organização social (GOTTDIENNER, 1993). Estes conceitos permitem concluir que é muito importante, para compreender o espaço urbano ou a cidade, estudar e analisar a forma urbana e seu crescimento, como subsídios às políticas de planejamento. O crescimento de cidades é um processo dinâmico e invade, constantemente, áreas que não são adequadas para usos do solo urbano, guiando o crescimento da mancha urbana, que, usualmente, não é planejado (SANTOS, 1985). Os dados populacionais do município de Taubaté para o ano de 1950 foram de 52.977 habitantes e para o ano de 2000, foram 229.495 (IBGE, 2007). Utilizando o método de projeção aritmética, estima-se que para o ano de 2100, o município terá uma população de 610.715 habitantes.

Uma das principais formas de diminuir os problemas de desenvolvimento desordenado dos municípios é através da aplicação das leis relativas ao uso e ocupação do solo, sendo um instrumento obrigatório de controle e uso da terra, densidade populacional, localização, finalidade, dimensão e volume das construções, com o objetivo de atender a função social das propriedades e da cidade (ALVES, 1992).

As principais leis relativas ao uso e ocupação do solo são: lei do Plano Diretor, prevista constitucionalmente como instrumento básico da política municipal de desenvolvimento e expansão urbana; lei do parcelamento do solo urbano, disciplinado pela Lei Federal 6766/79, que define em seu Capítulo I, Artigo 3º, que “[...] somente será admitido o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas ou de expansão urbana, assim definidas por Lei Municipal [...]”, impondo restrição de não-permissão do parcelamento do solo em:

- a) terrenos alagadiços;
- b) terrenos aterrados com material nocivo à saúde pública (aterro sanitário, lixões);
- c) terrenos com declividade igual ou superior a 30% (segurança para as construções, defesa do solo contra erosões);
- d) terrenos onde as condições geológicas não aconselham edificações;

- e) áreas de proteção ambiental ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis (prevenção de danos ao meio ambiente e combate a todo tipo de poluição).

3.6 Características das precipitações no município de Taubaté

Por precipitação entende-se toda água proveniente da atmosfera sob a forma de chuva, orvalho, granizo, neblina, neve ou geada. A chuva é a principal forma de precipitação, na qual a água atmosférica retorna para a superfície terrestre (PINTO, 1976).

Segundo Fisch (1999), na época de inverno, as precipitações estão associadas à penetração dos sistemas frontais (frentes frias), e no período do verão, são decorrentes de convecção natural. Conforme o mecanismo fundamental pelo qual se produz a ascensão do ar úmido, as precipitações citadas se classificam da seguinte forma:

- a) **Chuva frontal ou ciclônica:** provém da interação de massas de ar quente e frio. Nas regiões de convergências na atmosfera, o ar mais quente e úmido é violentamente impulsionado para cima, resultando no seu resfriamento e na condensação do vapor da água, de forma a produzir chuvas. São chuvas de grande duração, atingindo grandes áreas, com intensidade. Essas precipitações podem ser acompanhadas por ventos fortes com circulação ciclônica. Podem produzir cheias em grandes bacias (Figura 6);

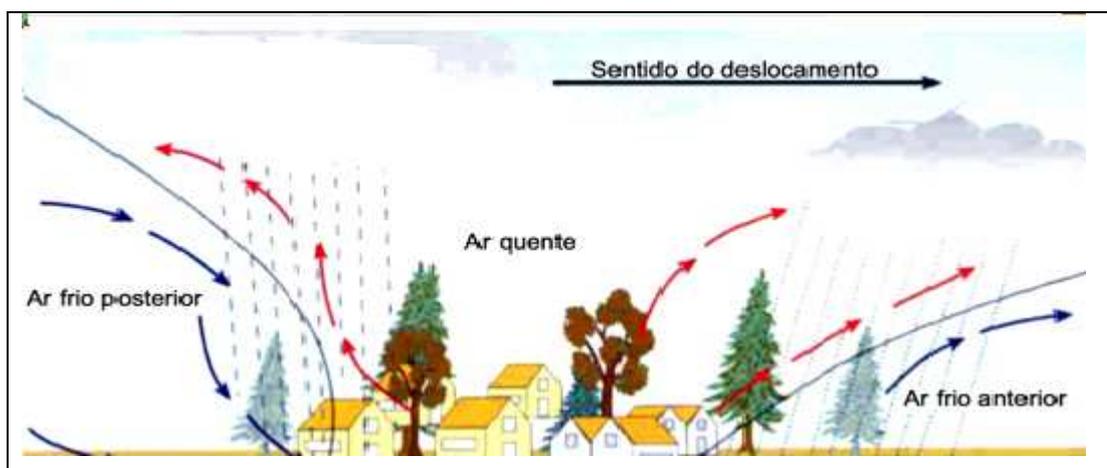


Figura 6 – Chuva frontal.

Fonte: Adaptado do LCB - USP, 2003.

- b) **Chuva convectiva ou de verão:** quando, em tempo calmo, o ar úmido for aquecido na vizinhança do solo, podem-se criar camadas de ar que se mantêm em equilíbrio

instável. Perturbado o equilíbrio, forma-se uma brusca ascensão local de ar menos denso que atingirá seu nível de condensação com formação de nuvens e, muitas vezes, precipitações, geralmente chuvas de grande intensidade e de pequena duração, restritas a áreas pequenas. São precipitações que podem provocar grandes inundações em pequenas bacias (Figura 7).

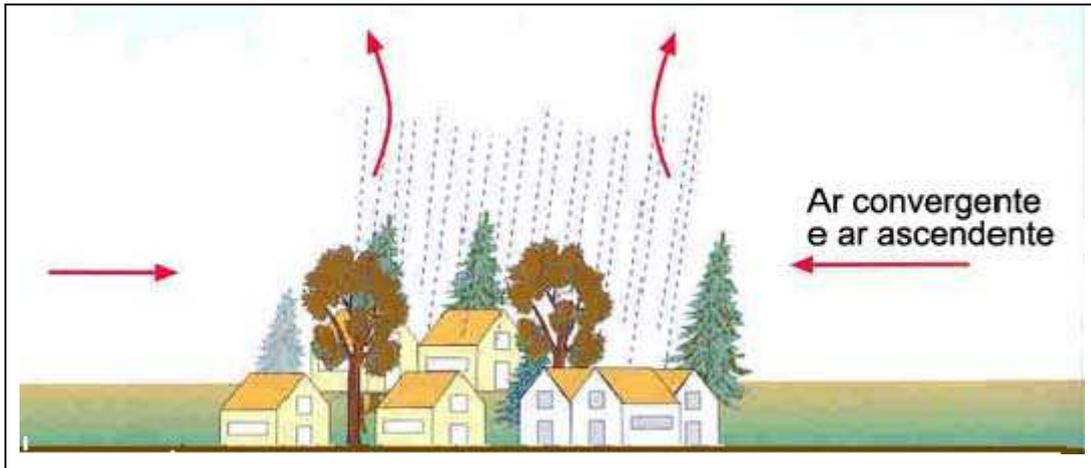


Figura 7 – Chuva Convectiva

Fonte: Adaptado do LDB - USP, 2003.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Obtenção dos dados referentes à precipitação

Foram utilizados dados meteorológicos de precipitação pluviométrica do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), do posto situado no município de Taubaté, prefixo E2-022, referentes ao período de 1952 a 1999. Esses dados foram coletados por pluviômetros-padrão, com medidas dos totais mensais. A partir dessas informações, foram calculados os totais anuais de precipitação no período, separados por décadas (1952-1959, 1960-1969, 1970-1979, 1980-1989, 1990-1999). Para cada uma dessas décadas, também foram calculadas as estatísticas mensais (valor médio, desvio-padrão, extremos de máximo e mínimo), visando à interpretação das variações nas escalas de tempo inter (decadal) e intra-anual (sazonal). Também foram utilizados dados de simulações climáticas (no caso da variável precipitação) do Hadley Center ligado ao United Kingdom Meteorological Office, que é o centro oficial de investigação para as alterações climáticas do Reino Unido. Para caracterizar o regime de precipitação do passado, foram considerados os períodos de 1950 a 1999, ao passo que, para representar as características futuras, fez-se uso dos dados simulados para o período de 2000 a 2099.

Foram utilizados dados mensais e anuais da precipitação, simulados pelo modelo climático do Hadley Center, calculados pelo HadCM3 que é um algoritmo desenvolvido pelo Serviço Meteorológico Britânico (United Kingdom Meteorological Office), que consiste em um modelo acoplado oceano-atmosfera, possuindo como característica 19 níveis, com uma resolução horizontal de $2,5^\circ$ de latitude e $3,75^\circ$ de longitude, que produz uma grade global de 96×73 células. Isto é equivalente a uma resolução de superfície de cerca de $417 \text{ km} \times 278 \text{ km}$ no Equador, reduzindo até $295 \text{ km} \times 278 \text{ km}$ em 45° de latitude. A componente oceânica do HadCM3 tem 20 níveis com uma resolução horizontal de $1,25^\circ \times 1,25^\circ$. A área utilizada para este estudo está ressaltada na Figura 8.

Os principais processos de transferência de energia (radiação, convecção, transporte por nuvens, turbulência etc.) são incorporados nesse modelo. É utilizado para produzir simulações de alterações climáticas no âmbito do IPCC em relação ao cenário A2 e B1, com a identificação de possíveis impactos ambientais e mudanças climáticas (MARENGO; SOARES, 2003).



Figura 8 – Mapa do Brasil com retângulo de influência do ponto da grade referente ao HadCM3.
Fonte: Adaptado do Geocities, 2009

A principal desvantagem destes modelos é a resolução espacial, que, por vezes, é da ordem de centenas de quilômetros; de forma que, forçantes de mesoescala (topografias complexas, cobertura vegetal, grandes lagos e rios) e alguns processos físicos (radiação, convecção, processos de turbulência), com escala espacial inferior à resolução espacial da “grade” do modelo são mal representados, limitando, assim, a possibilidade de simular/prever,

com exatidão satisfatória, algumas variações, por exemplo, da temperatura ou precipitação, em escala regional. A idéia principal da utilização desse modelo é o fato dele ser integrado a um sistema de modelagem amigável; ou seja, por uma interface gráfica o usuário pode integrá-lo sobre qualquer área do globo em um microcomputador relativamente econômico, e obter informações climáticas regionais necessárias para a compreensão do funcionamento do sistema climático, incluindo a geração de cenários de mudanças climáticas.

Recomenda-se que, em qualquer análise com dados climáticos, seja usada uma faixa de cenários SRES (Special Report on Emissions Scenarios), que são baseados em seis projeções diferentes de emissões de GEE para o futuro, relacionados com aspectos de desenvolvimento social, econômico e tecnológico, crescimento populacional, preocupação com o meio ambiente e diferenças regionais. Para esta pesquisa, foram utilizados os cenários A2 e B1. Para esta pesquisa, foram utilizados os cenários A2 e B1, descrito em detalhes no capítulo anterior. Em síntese, o cenário A2 é um cenário de elevadas emissões de gases de efeito estufa, isto é, assume a manutenção dos padrões atuais de emissões. Descreve um mundo futuro muito heterogêneo, com preservação das identidades locais e da tradição. Os padrões de fertilidade entre regiões convergem muito lentamente, o que resulta em alto crescimento populacional. O desenvolvimento econômico é principalmente orientado regionalmente e o crescimento econômico *per capita* e a mudança tecnológica são mais fragmentados e mais lentos, comparados a outros contextos. O cenário B1 descreve a estrutura econômica mundial, onde ocorre uma introdução de tecnologias limpas. A ênfase está em soluções globais para a sustentabilidade ambiental e social e inclui esforços combinados para o desenvolvimento de tecnologia rápida; descreve um mundo no qual a ênfase está em soluções locais para a sustentabilidade econômica, ambiental e social, inclusive a melhoria da equidade, mas sem iniciativas adicionais relacionadas ao clima. (IPCC, 2007).

Também foram realizadas análises para cada trimestre do ano, sendo estes denominados: 1º trimestre – verão (dezembro, janeiro, fevereiro); 2º trimestre – outono (março, abril, maio); 3º trimestre – inverno (junho, julho, agosto); e 4º trimestre – primavera (setembro, outubro, novembro).

Foi feita uma análise de correlação entre os dados medidos por pluviômetros (dados do DAEE) e aqueles simulados pelo Hadley Center (ajuste do modelo climático), visando dar uma homogeneidade aos dados, tendo em vista que as simulações climáticas são características médias, numa área de 250 km X 250 km aproximadamente. Na análise, foram utilizados dados mensais da precipitação de 1950 até 2099, de dez em dez anos e, posteriormente, foram calculados os valores médios mensais, determinadas as suas estatísticas

(valores médios, desvio-padrão, máximos e mínimos). Após agrupamento dos dados anuais da precipitação, observou-se também o início e o final da estação chuvosa. As datas inicial e final da estação chuvosa (IEC e FEC, respectivamente) foram determinadas conforme o critério proposto neste trabalho, detalhado a seguir: o início da estação chuvosa ocorre com uma quantidade mensal superior a 80 mm de chuva, ao passo que os meses secos são aqueles em que o total mensal está abaixo de 30 mm. Portanto, identifica-se o mês (entre julho e dezembro) em que a precipitação total é superior a 80 mm (correspondendo ao primeiro mês da estação chuvosa) e o primeiro mês da estação seca (no qual o total mensal é de 30 mm/mês). O final da estação chuvosa é o mês anterior ao início da estação seca. O valor de 80 mm foi calculado como sendo suficiente para prover de água, as plantas/vegetação, com uma evapotranspiração média de 3 mm/dia. Estas informações foram determinadas para saber se, simultaneamente às variações da quantidade de chuva, também poderá ocorrer variação na extensão do período de chuvas, bem como uma antecipação ou adiamento do período chuvoso. Todas as informações calculadas foram comparadas com dados climatológicos do passado para o município de Taubaté, descritas por Folhes e Fisch (2006).

4.2 Dados referentes ao planejamento e gestão urbana

Foram analisados dados do Plano Piloto referente ao ano de 1958, do primeiro Plano Diretor (1972), do segundo (1974), do Plano Diretor que não entrou em vigor (1978), do terceiro (1991) e do quarto (2006), que foi retirado para novos estudos, após ter sido encaminhado à Câmara Municipal, com as sugestões elaboradas pela Comissão Técnica de Planejamento da Prefeitura Municipal, dando origem às mudanças na política municipal com relação ao desenvolvimento urbano do município de Taubaté.

4.3 Caracterização da área de estudo

O Vale do Paraíba localiza-se na região Sudeste do Brasil, compreendendo a porção extremo-oriental do Estado de São Paulo. Encontra-se encaixado entre os maciços montanhosos da Serra do Mar e da Mantiqueira e é o principal eixo de ligação entre São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. A região valeparaibana é banhada pelo rio Paraíba do Sul (que é o principal rio), cuja bacia hidrográfica se estende pelos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, compreendendo uma área de 57 mil km². Em território paulista, esta bacia ocupa uma área de 13.680 km², cobrindo toda a região Leste do Estado. Na região fluminense ocupa uma área de 22.230 km², o que corresponde a mais da metade do Estado do Rio de Janeiro. No Estado de Minas Gerais ocupa uma área de 21.090 km², abrangendo a região Sudeste do referido Estado, também conhecida como Zona da Mata. (PRADO; ABREU, 1995).

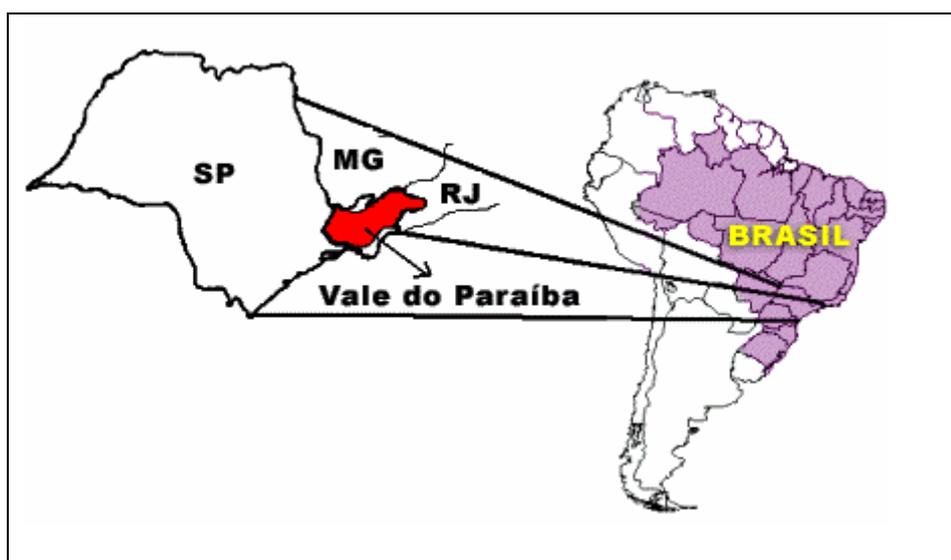


Figura 9 – Mapa de localização do Vale do Paraíba Paulista.

Fonte: Associação de defesa do meio ambiente Vale Verde, 2004.

4.3.1 Município de Taubaté

O município de Taubaté faz parte da microrregião de São José dos Campos e mesorregião do Vale do Paraíba Paulista, Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil. Com uma altitude de 575 m, área total de 625,9 km². As suas coordenadas geográficas são: 23°01'30" de latitude Sul e 45°33'31" de longitude Oeste. O clima é tropical, com inverno seco, temperatura média anual de

24°C (máxima de 32°C e mínima de 10°C). Posição geográfica excepcional, no eixo de circulação entre Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais; e também entre as Serras da Mantiqueira e a Serra do Mar, centros de maior produtividade e de maior concentração populacional do país; sendo cortada pelas Rodovias Presidente Dutra e Carvalho Pinto, dista 123 km da capital paulista, 280 km da cidade do Rio de Janeiro, 90 km de Ubatuba, no Litoral e 45 km de Campos do Jordão, na Serra da Mantiqueira, estando num ponto intermediário entre as mesmas (Fundação SEDAE, 2002). A sua área é composta por uma extensa área rural, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Área do município de Taubaté – SP.

Situação	Área (km ²)	%
Urbana	91	15
Rural	534,9	85

Fonte: IBGE, 2007.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os valores médios anuais de precipitação para o período entre 1952 até 1999 e extraídos dos dados do DAEE. Os valores médios situam-se entre 1277 a 1470 mm, com um valor médio anual de 1342 mm. Os valores de desvio-padrão, que representam a variabilidade dos valores observados em relação à média, situam-se entre 68 e 109 mm. Os valores extremos da precipitação máxima registrada situam-se entre 398 e 312 mm e para os valores mínimos verifica-se de 0 a 1 mm. Em síntese, os valores máximos (não apresentados) encontram-se no período de verão, com um valor em torno de 300 mm/mês, ao passo que os valores mínimos ocorrem no período de inverno, com precipitações nulas (Folhes e Fisch, 2006). Como exemplo, o ano de 1988 apresentou um período de 120 dias sem ocorrência de precipitação no Vale do Paraíba.

Tabela 2 – Dados observados do total anual de precipitação (mm) do período de 1952-1999.

Anos	Total anual (mm)	Desvio Padrão (mm)
1952-1959	1304	109
1960-1969	1339	68
1970-1979	1277	78
1980-1989	1470	73
1990-1999	1318	84

A Tabela 3 apresenta os valores médios anuais de precipitação para o período entre 1950 até 1999, a partir das simulações realizadas pelo Hadley Center. Os valores médios anuais verificados para o cenário A2 situam-se entre 1540 e 1606 mm, valor superior ao valor médio de 1342 mm extraídos das observações do DAEE. Os valores de desvio-padrão situam-se entre 55 e 121 mm. Os valores calculados para os cenários A2 e B1 são os mesmos entre 1950 e 1989, sendo que a mudança na composição química da atmosfera (que provoca as diferenças entre os cenários A2 e B1) ocorre na década entre 1990 e 1999. O valor médio anual da precipitação para o cenário A2 é de 1540 mm e para o cenário B1 é de 1713 mm (superior em 173 mm). Comparando os valores médios anuais das Tabelas 2 e 3, pode-se observar que o período de 1980 a 1989 foi acima da média esperada para os dados do DAEE. Praticamente todos os valores médios anuais da precipitação para os cenários A2 e B1 foram

superiores aos do valor normal climatológico (1342 mm). Isto é um indício de que as estimativas do Hadley Center são superiores às observadas pela climatologia: para o cenário A2 esta superestimativa é de 17,2% e para o cenário B1 é de 19,8%.

Tabela 3 - Dados do total anual de precipitação (mm) do período de 1950-1999 para os cenários A2 e B1.

Anos	Total anual A2	Desvio padrão A2	Total anual B1	Desvio padrão B1
1950-1959	1606	64	1606	64
1960-1969	1566	108	1566	108
1970-1979	1585	61	1585	61
1980-1989	1571	55	1571	55
1990-1999	1540	121	1713	140

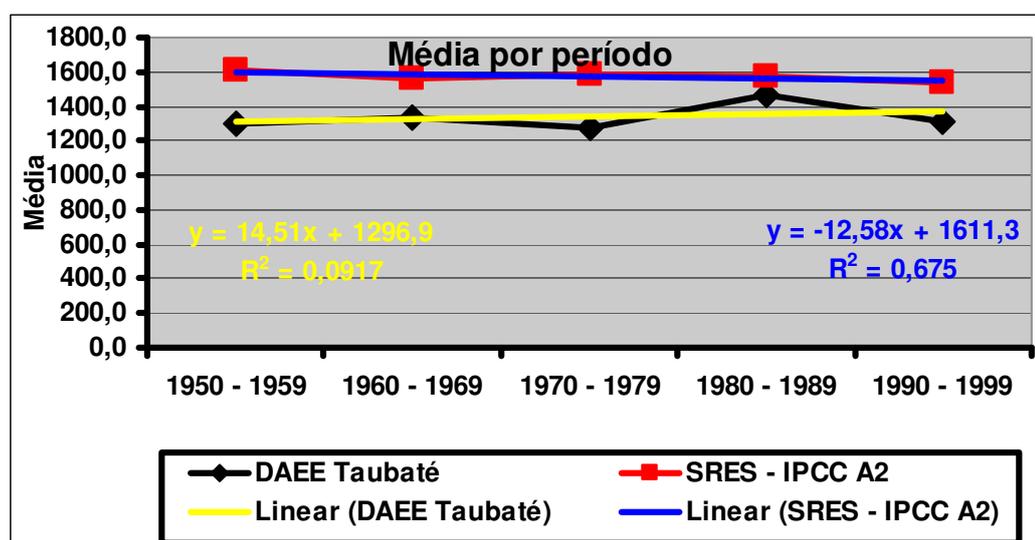


Figura 10 – Comparação de precipitação (mm) entre os dados observacionais do DAEE e o cenário A2.

A Figura 10 apresenta a comparação entre os dados observacionais (DAEE) e os da simulação climática do Hadley Center (cenário A2). Verifica-se que, com exceção da década entre 1980 e 1990, a precipitação observada foi bem consistente, sem uma tendência de aumento ou diminuição. Este ponto também já foi verificado por Folhes e Fisch (2006). Nota-se também que as precipitações anuais do Hadley Center são sempre superiores às observadas.

Realizou-se uma análise para as diferentes estações do ano (verão, outono, inverno e primavera) com o intuito de investigar se existe ou não uma tendência de variabilidade intra-anual. Novamente tem-se que os valores das simulações do Hadley Center são superiores aos

observados pelo DAEE no trimestre verão, 10 a 12% para os cenários A2 e B1, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4 – Precipitação (mm) observada e simulada no trimestre verão.

Verão			
Período	DAEE Taubaté	SRES - IPCC A2	SRES - IPCC B1
1952 - 1959	575,1	667,3	667,3
1960 - 1969	644,2	701,1	701,1
1970 - 1979	579,9	696,4	696,4
1980 - 1989	651,3	648,6	648,6
1990 - 1999	598,7	617,0	692,9

A Figura 11 apresenta a série temporal das precipitações por trimestre, mostrando que o cenário A2 é superior ao da observação do DAEE, mas com tendência de aproximação da última década.

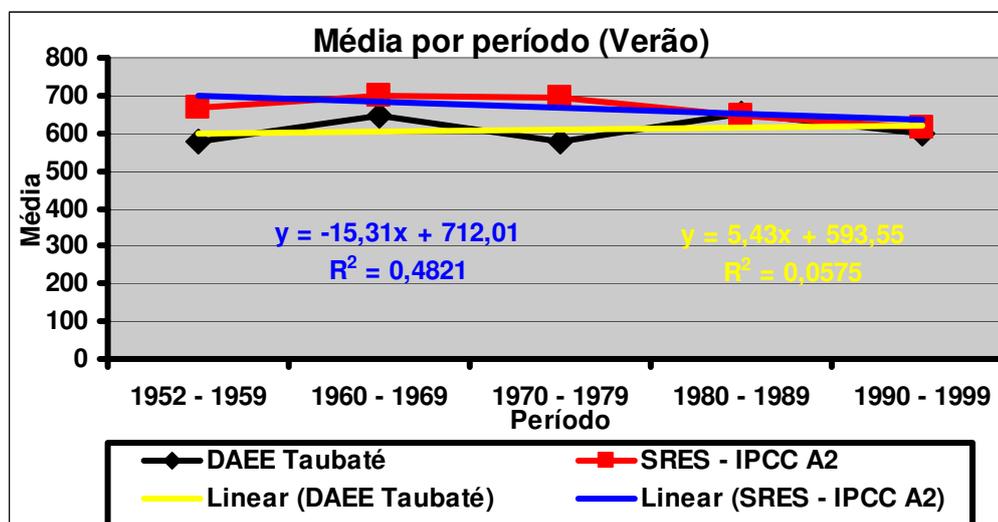


Figura 11 – Comparação de precipitação do trimestre verão entre os dados observacionais do DAEE e o cenário A2.

A Figura 12 apresenta a série temporal das precipitações por trimestre, mostrando que o cenário B1 para a estação do trimestre verão é superior ao da observação do DAEE em todos os períodos.

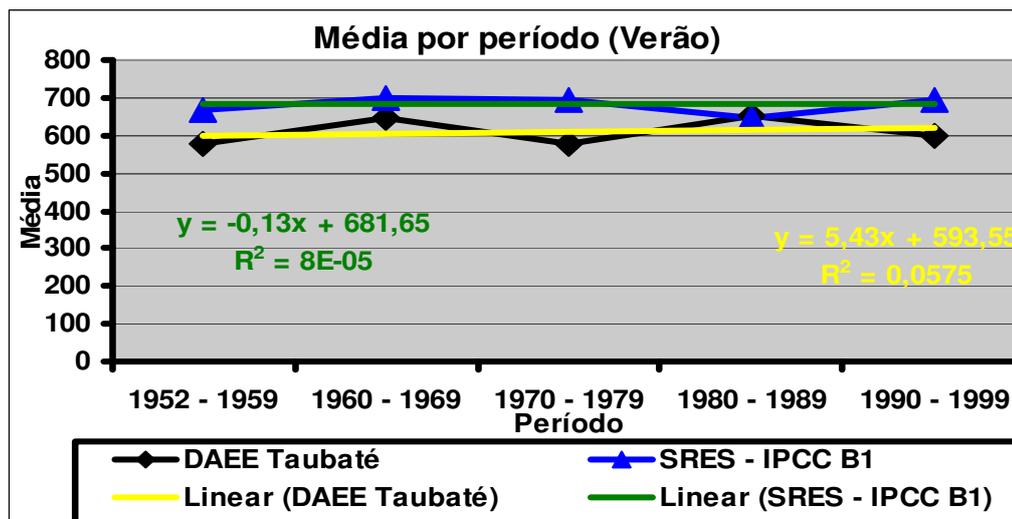


Figura 12 – Comparação de precipitação do trimestre verão entre os dados observacionais do DAEE e o cenário B1.

A Tabela 5 apresenta os resultados para o trimestre outono. Os valores de precipitação observados no DAEE são superiores aos do Hadley Center, para ambos os cenários. Os valores simulados são ao redor de 35% inferiores aos observados. Tendo em vista que as precipitações do outono devem-se a uma mescla de chuvas com origem convectiva e frontal, é de se supor que o modelo Hadley Center não conseguiu simular a passagem de todas as frentes na região, por isso os menores valores apresentados.

Tabela 5 – Precipitação (mm) observada e simulada no trimestre outono.

Outono			
Período	DAEE Taubaté	SRES - IPCC A2	SRES - IPCC B1
1952 - 1959	335,5	209,9	209,9
1960 - 1969	276,9	223,1	223,1
1970 - 1979	282,9	183,4	183,4
1980 - 1989	377,0	218,2	218,2
1990 - 1999	307,5	193,4	208,4

As Figuras 13 e 14 apresentam a série de precipitações do período de outono, mostrando a tendência dos dados do DAEE serem superiores aos do Hadley Center para o cenário A2 e B1. Nota-se e registre-se de que a década de 1980-1990 é que apresenta maiores valores.

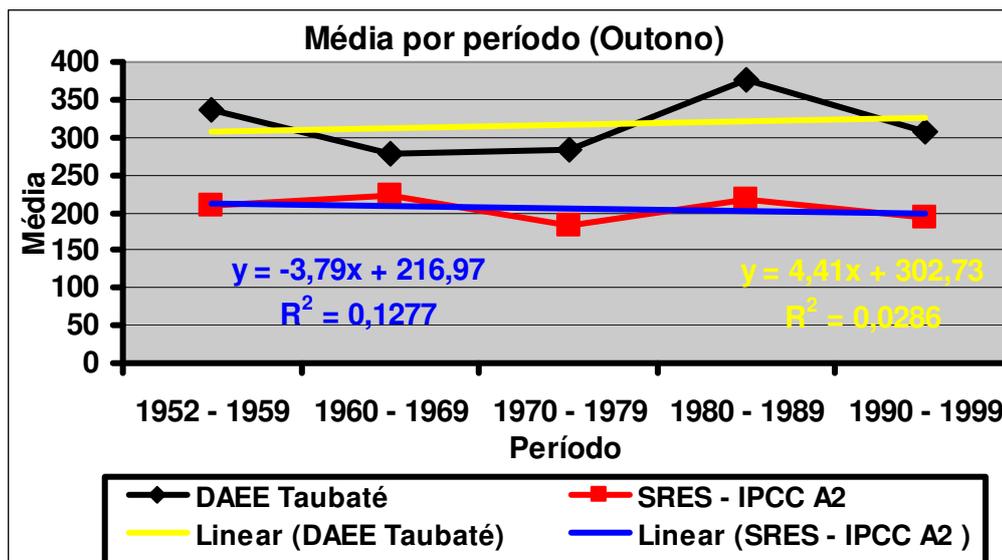


Figura 13 – Comparação de precipitação (mm) do trimestre outono entre os dados observacionais do DAEE e o cenário A2

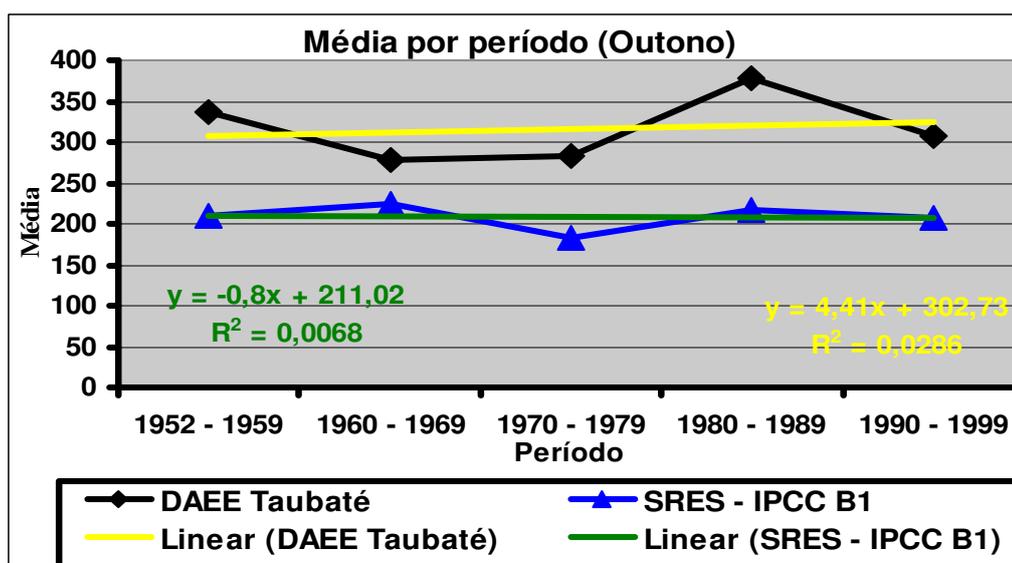


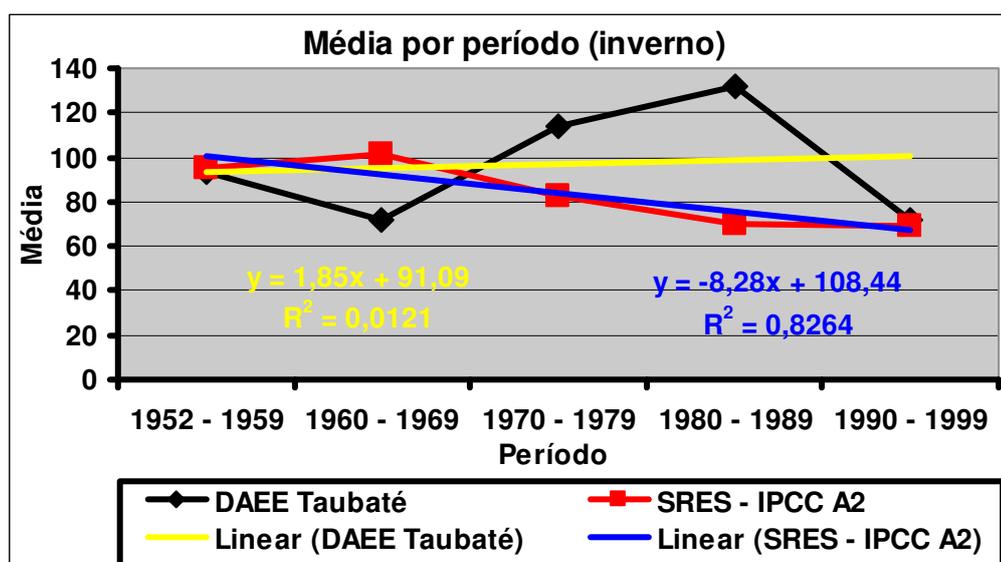
Figura 14 – Comparação de precipitação (mm) do trimestre outono entre os dados observacionais do DAEE e o cenário B1.

A Tabela 6 apresenta os valores calculados para o trimestre inverno, que tem como característica uma precipitação muito baixa (estação seca). Novamente, os valores observados do DAEE são superiores aos simulados pelo Hadley Center, sendo de aproximadamente 12 a 13% esta diferença. Novamente o modelo não consegue representar bem as chuvas predominantes desta época (chuvas frontais).

Tabela 6 – Precipitação (mm) observada e simulada no trimestre inverno.

Inverno			
Período	DAEE Taubaté	SRES - IPCC A2	SRES - IPCC B1
1952 - 1959	93,0	94,7	94,7
1960 - 1969	71,6	101,2	101,2
1970 - 1979	114,4	83,0	83,0
1980 - 1989	132,3	70,4	70,4
1990 - 1999	71,9	68,7	76,5

As Figuras 15 e 16 apresentam os dados referentes à precipitação do período do inverno para os cenários A2 e B1, respectivamente. Nota-se uma tendência de diminuição nos dados de simulação climática, porém esta redução é muito pequena. Coincidentemente, os valores simulados e observados são iguais na primeira e última década.

**Figura 15** – Comparação de precipitação (mm) do trimestre inverno entre os dados observacionais do DAEE e o cenário A2.

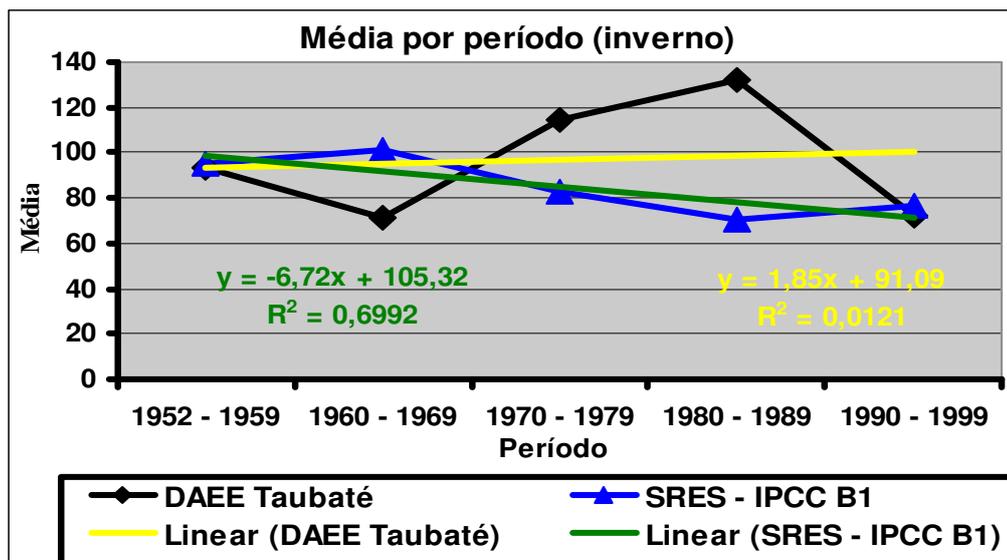


Figura 16 – Comparação de precipitação (mm) do trimestre inverno entre os dados observacionais do DAEE e o cenário B1.

A Tabela 7 apresenta os valores observados e simulados para o trimestre primavera e tem-se que os valores do Hadley Center são superiores aos observados, em aproximadamente 95 a 99% (praticamente o dobro).

Tabela 7 – Precipitação (mm) observada e simulada no trimestre primavera.

Primavera			
Período	DAEE Taubaté	SRES - IPCC A2	SRES - IPCC B1
1952 - 1959	300,7	633,9	633,9
1960 - 1969	346,7	540,3	540,3
1970 - 1979	299,5	622,3	622,3
1980 - 1989	309,3	633,5	633,5
1990 - 1999	333,6	661,3	735,6

A Figura 17 apresenta a série de precipitação do período de primavera, mostrando a tendência dos dados do Hadley Center serem superiores aos do DAEE. É bastante consistente o padrão de observação da precipitação ao longo de todo o período, com uma pequeníssima variabilidade temporal (inferior a 10%).

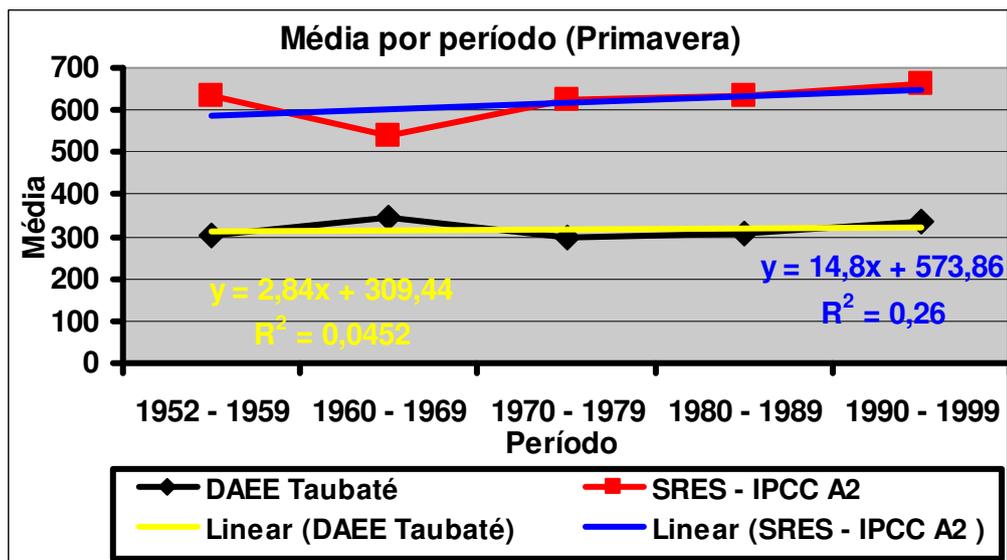


Figura 17 – Comparação de precipitação (mm) do trimestre primavera entre os dados observacionais do DAEE e o cenário A2.

A Figura 18 apresenta a série de precipitação do período de primavera, mostrando a tendência dos dados do Hadley Center para o cenário B1 serem superiores aos do DAEE.

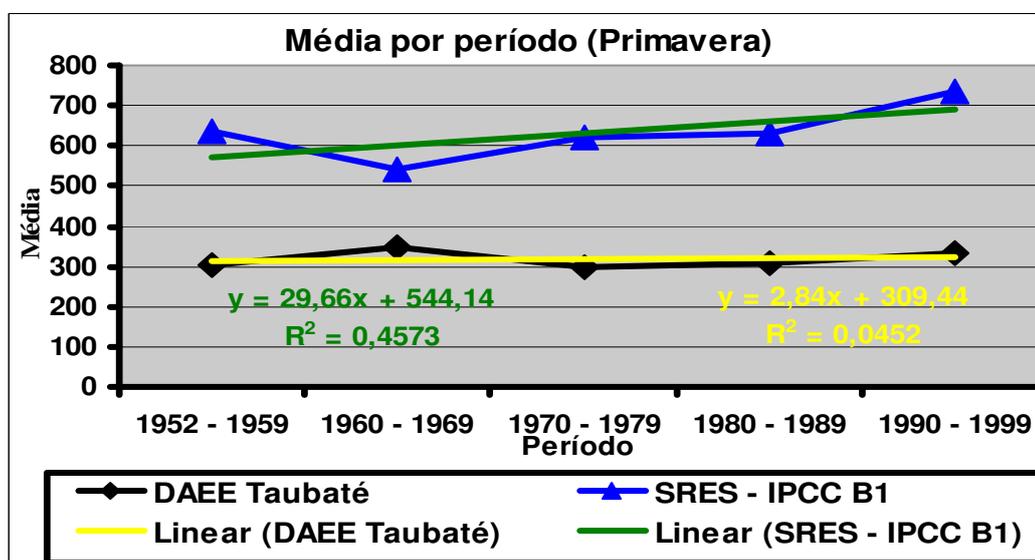


Figura 18 – Comparação de precipitação (mm) do trimestre primavera entre os dados observacionais do DAEE e o cenário B1.

Como os meses de janeiro e julho são os meses característicos do trimestre verão e inverno, respectivamente, e tendo como base os resultados descritos anteriormente, no qual os valores do Hadley Center superestimam os valores observados no verão e subestimam os valores do inverno, realizou-se uma análise para estes dois meses em particular (Tabela 8). O valor médio da precipitação em janeiro foi de 219 mm, ao passo que para o mês de junho este

valor reduziu-se a apenas 25 mm. Estes padrões estão de acordo com os já estudados por Fisch (1995) e por Folhes e Fisch (2006), para uma outra série de dados da região. Os valores extremos da precipitação máxima situam-se em torno de 320-380 mm no mês de janeiro e entre 47 e 131 mm no mês de julho. A variabilidade é maior no mês de julho, pois o valor total da precipitação é menor. Como as chuvas nesta época do ano são oriundas da convecção forçada devido à passagem de frentes frias, é de se esperar que ocorra maior variabilidade, em virtude de uma frente fria ter sido mais intensa ou não em um determinado ano em particular. As precipitações mínimas em janeiro situam-se entre 50 e 130 mm e é praticamente nula no mês de julho.

Tabela 8 - Distribuição da precipitação (mm) em Taubaté – DAEE.

JANEIRO				
Anos	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
1952-1959	199	109	312	49
1960-1969	210	68	327	116
1970-1979	217	78	355	90
1980-1989	227	73	344	132
1990-1999	240	84	373	110
JULHO				
Anos	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
1952-1959	20	17	49	0
1960-1969	16	17	47	0
1970-1979	38	37	131	0
1980-1989	26	29	74	1
1990-1999	25	25	68	1

A Tabela 9 mostra os valores para as simulações do Hadley Center, pelo cenário A2. Os valores médios são de 240 mm para o mês de janeiro e de 18 mm para o mês de julho. Estes valores mostram a mesma tendência já analisada para a precipitação no trimestre, sendo que os valores gerados pelo Hadley Center superestimam as precipitações no verão e subestimam no inverno.

Tabela 9 – Distribuição da precipitação (mm) simulada pelo Hadley Center (cenário A2).

JANEIRO				
Anos	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
1950-1959	231	64	316	21
1960-1969	270	108	490	146
1970-1979	215	61	287	105
1980-1989	227	55	341	165
1990-1999	257	121	471	92
JULHO				
Anos	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
1950-1959	17	10	28	3
1960-1969	20	23	63	4
1970-1979	18	22	74	1
1980-1989	14	16	52	0
1990-1999	20	15	41	1

Tabela 10 – Total Anual de precipitação para os cenários A2 e B1.

Período	MÉDIA DO PERÍODO	
	SRES - IPCC A2	SRES - IPCC B1
1950-1959	1605	1605
1960-1969	1565	1565
1970-1979	1585	1585
1980-1989	1570	1570
1990-1999	1540	1713
2000-2009	1574	1614
2010-2019	1748	1595
2020-2029	1760	1562
2030-2039	1648	1590
2040-2049	1653	1559
2050-2059	1733	1602
2060-2069	1718	1637
2070-2079	1806	1811
2080-2089	1829	1766
2090-2099	1857	1774

A Tabela 10 apresenta os valores anuais de precipitação para os cenários A2 e B1 para todo o período de análise, ou seja, de 1950 a 2100. Os dados no período entre 1950 e 1999 já

foram analisados nas seções precedentes, ao passo que os valores entre 2000-2100 representam a expectativa do regime pluviométrico para os dois cenários analisados. No caso do período entre 1950-2000, o valor médio da precipitação é de 1573 mm para o cenário A2 e de 1732 mm para o cenário B1. Estes valores são superiores ao observado pelo DAEE da ordem de 17,2% para o cenário A2 e de 19,8% para o cenário B1. No caso do valor médio para o período 2000-2100, ambos os cenários apresentam um aumento de precipitação, sendo que o cenário A2 apresenta um valor de 10,1% superior e o do cenário B1 de apenas 2,6% como pode ser observado na Figura 19.

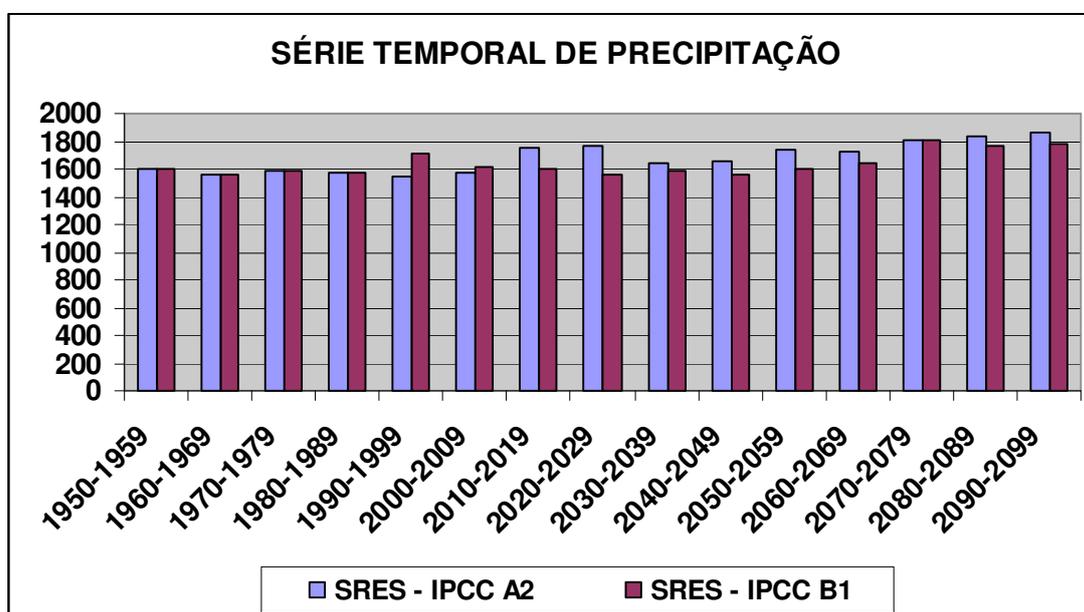


Figura 19: Série temporal dos valores estatísticos de precipitação média no período de 1950 a 2009 para os cenários A2 e B1.

As Tabelas 11, 12, 13 e 14 apresentam o resultado dos cenários com dados do início da estação chuvosa (IEC) e do fim da estação chuvosa (FEC), gerados pelo modelo HadCM3 para os dois cenários em estudo.

Os dados da tabela 11 apontam o comportamento climático de precipitação para o IEC e para o FEC para o período de 1950 a 1999 do cenário A2. Os dados mostram que para o período de 1995-99 ocorre o predomínio do IEC para o mês de setembro e o FEC para o mês de abril. No período de 1955-56 e 1977-78 não houve estação seca, e no período de 1990 a 1999 o IEC ocorre somente no mês de setembro.

A Tabela 12 apresenta os dados simulados de precipitação para o IEC e FEC, para o período de 2000 a 2099. Observou-se que houve uma diminuição do IEC para o mês de outubro, com alguns períodos iniciando no mês de agosto. Os períodos de 2010-11, 2013-14, 2068-69 não apresentam estiagem, não haverá dias sem precipitação, modificando a caracterização climatológica da região, que apresenta inverno seco, podendo ocorrer precipitação por influência das chuvas frontais.

Tabela 11 – Precipitação anual (mm) para o cenário A2 (1950-1999).

Estação chuvosa	Início – mês (mm)	Final (mês)	Nº de meses
1950-1951	Set (273)	Mar	7
1951-1952	Ago (86,7)	Abr	9
1952-1953	Set (116)	Abr	8
1953-1954	Set (93,6)	Mai	9
1954-1955	Ago (135)	Abr	9
1955-1956	Ago (160)	Jun	11
1956-1957	Set (193)	Abr	8
1957-1958	Out (258)	Abr	7
1958-1959	Set (101)	Abr	8
1959-1960	Out (399)	Abr	7
1960-1961	Ago (177)	Abr	9
1961-1962	Set (89,3)	Mai	9
1962-1963	Set (127)	Mai	9
1963-1964	Set (90,8)	Abr	8
1964-1965	Set (221)	Abr	8
1965-1966	Set (118)	Mar	7
1966-1967	Ago (116)	Mar	8
1967-1968	Ago (149)	Abr	9
1968-1969	Out (292)	Abr	7
1969-1970	Out (178)	Abr	7
1970-1971	Ago (125)	Abr	9
1971-1972	Out (184)	Abr	7
1972-1973	Out (147)	Fev	5
1973-1974	Set (90,2)	Mar	7
1974-1975	Set (181)	Mar	7
1975-1976	Set (95,8)	Mai	9
1976-1977	Set (116)	Abr	8
1977-1978	Ago (139)	Mai	10
1978-1979	Set (169,9)	Abr	8
1979-1980	Set (298)	Abr	8
1980-1981	Ago (84,6)	Abr	9
1981-1982	Set (225)	Abr	8
1982-1983	Ago (86,1)	Abr	9
1983-1984	Set (190)	Mar	7
1984-1985	Set (176)	Abr	8
1985-1986	Set (80,6)	Abr	8
1986-1987	Set (94,2)	Abr	8
1987-1988	Set (178)	Abr	8
1988-1989	Set (102)	Abr	8
1989-1990	Out (156)	Abr	7
1990-1991	Set (183)	Abr	8
1991-1992	Set (188)	Abr	8
1992-1993	Set (127)	Abr	8
1993-1994	Set (96,4)	Abr	8
1994-1995	Set (249)	Abr	8
1995-1996	Set (287)	Mar	7
1996-1997	Set (129)	Mar	7
1997-1998	Set (209)	Mar	7
1998-1999	Set (160)	Abr	8

Tabela 12 – Precipitação anual (mm) para o cenário A2 (1999-2099).

Estação chuvosa	Início – mês (mm)	Final (mês)	Nº de meses
1999-2000	Out (226)	Mar	6
2000-2001	Out (300)	Abr	7
2001-2002	Set (124)	Abr	8
2002-2003	Ago (80,4)	Mar	8
2003-2004	Set (214)	Mar	7
2004-2005	Out (170)	Abr	7
2005-2006	Set (145)	Abr	8
2006-2007	Set (133)	Mar	7
2007-2008	Out (210)	Abr	7
2008-2009	Set (121)	Mar	7
2009-2010	Set (197)	Mar	7
2010-2011	Ago (96,6)	–	12
2011-2012	Set (139)	Abr	8
2012-2013	Set (108)	Mar	7
2013-2014	Set (269)	–	12
2014-2015	Set (285)	Abr	8
2015-2016	Set (292)	Abr	8
2016-2017	Set (137)	Abr	8
2017-2018	Set (208)	Abr	8
2018-2019	Set (261)	Abr	8
2019-2020	Set (100)	Abr	8
2020-2021	Ago (103)	Abr	9
2021-2022	Out (191)	Abr	7
2022-2023	Set (261)	Abr	8
2023-2024	Out (225)	Mar	6
2024-2025	Set (95,5)	Mai	9
2025-2026	Set (257)	Abr	8
2026-2027	Set (206)	Mar	7
2027-2028	Set (194)	Abr	8
2028-2029	Ago (131)	Abr	9
2029-2030	Out (226)	Abr	7
2030-2031	Set (117)	Abr	8
2031-2032	Set (250)	Abr	8
2032-2033	Set (274)	Mar	7
2033-2034	Out (239)	Mar	6
2034-2035	Out (289)	Mar	6
2035-2036	Ago (98,7)	Abr	9
2036-2037	Set (133)	Abr	8
2037-2038	Set (122)	Mai	9
2038-2039	Out (147)	Mar	6
2039-2040	Out (294)	Mar	6
2040-2041	Ago (120)	Abr	9
2041-2042	Out (381)	Mar	6
2042-2043	Out (375)	Abr	7
2043-2044	Set (133)	Mar	7
2044-2045	Set (171)	Abr	8
2045-2046	Set (126)	Mai	9
2046-2047	Set (179)	Mai	9
2047-2048	Out (220)	Mar	6
2048-2049	Set (233)	Abr	8
2049-2050	Set (149)	Mar	7
2050-2051	Set (283)	Mai	9
2051-2052	Set (93)	Mar	7
2052-2053	Set (163)	Abr	8

Estação chuvosa	Início – mês (mm)	Final (mês)	Nº de meses
2053-2054	Ago (135)	Abr	9
2054-2055	Out (321)	Mar	6
2055-2056	Set (170)	Abr	8
2056-2057	Out (293)	Abr	7
2057-2058	Set (322)	Abr	8
2058-2059	Out (144)	Abr	7
2059-2060	Out (276)	Abr	7
2060-2061	Ago (121)	Mai	10
2061-2062	Set (129)	Abr	8
2062-2063	Set (188)	Abr	8
2063-2064	Out (222)	Mai	8
2064-2065	Out (390)	Abr	7
2065-2066	Out (170)	Mar	6
2066-2067	Out (100)	Mar	6
2067-2068	Set (128)	Mar	7
2068-2069	Out (238)		12
2069-2070	Out (123)	Abr	7
2070-2071	Out (192)	Abr	7
2071-2072	Set (82,5)	Abr	8
2072-2073	Set (113)	Mai	9
2073-2074	Out (429)	Mai	8
2074-2075	Set (150)	Mai	9
2075-2076	Set (168)	Abr	8
2076-2077	Out (162)	Abr	7
2077-2078	Out (203)	Mai	8
2078-2079	Set (150)	Abr	8
2079-2080	Out (312)	Abr	7
2080-2081	Set (102)	Abr	8
2081-2082	Set (274)	Mar	7
2082-2083	Out (251)	Abr	7
2083-2084	Out (140)	Abr	7
2084-2085	Ago (206)	Abr	9
2085-2086	Set (87,1)	Abr	8
2086-2087	Out (360)	Mar	6
2087-2088	Set (196)	Mar	7
2088-2089	Out (99,3)	Mar	6
2089-2090	Set (134)	Mar	7
2090-2091	Set (241)	Abr	8
2091-2092	Set (226)	Abr	8
2092-2092	Set (221)	Abr	8
2093-2094	Set (100)	Mai	9
2094-2095	Out (209)	Jun	9
2095-2096	Set (146)	Abr	8
2096-2097	Out (112)	Mai	8
2097-2098	Set (459)	Mai	9
2098-2099	Set (177)	Mai	9
2099-	Set (96,4)		

A tabela 13 apresenta resultados similares para aos da tabela 10 de 1950 até 1990, para o período 1990-92, o IEC ocorre agosto e a partir de 1991 com um volume de chuvas inferior para o cenário B1 em comparação ao cenário A2 para o mesmo período.

Tabela 13 – Precipitação anual (mm) para o cenário B1 (1950-1999).

Estação chuvosa	Início – mês (mm)	Final (mês)	Nº de meses
1950-1951	Set (273)	Mar	7
1951-1952	Ago (86,7)	Abr	9
1952-1953	Set (116)	Abr	8
1953-1954	Set (93,6)	Mai	9
1954-1955	Ago (135)	Abr	9
1955-1956	Ago (160)	Jun	11
1956-1957	Set (193)	Abr	8
1957-1958	Out (258)	Abr	7
1958-1959	Set (101)	Abr	8
1959-1960	Out (399)	Abr	7
1960-1961	Ago (177)	Abr	9
1961-1962	Set (89,3)	Mai	9
1962-1963	Set (127)	Mai	9
1963-1964	Set (90,8)	Abr	8
1964-1965	Set (221)	Abr	8
1965-1966	Set (118)	Mar	7
1966-1967	Ago (116)	Mar	8
1967-1968	Ago (149)	Abr	9
1968-1969	Out (292)	Mai	8
1969-1970	Out (178)	Abr	7
1970-1971	Ago (125)	Abr	9
1971-1972	Out (184)	Abr	7
1972-1973	Out (147)	Fev	5
1973-1974	Set (90,2)	Mar	7
1974-1975	Set (181)	Mar	7
1975-1976	Set (95,8)	Abr	8
1976-1977	Set (116)	Abr	8
1977-1978	Ago (139)	Mai	10
1978-1979	Set (169,9)	Abr	8
1979-1980	Set (298)	Abr	8
1980-1981	Ago (84,6)	Abr	9
1981-1982	Set (225)	Abr	8
1982-1983	Ago (86,1)	Abr	9
1983-1984	Set (190)	Mar	7
1984-1985	Set (176)	Abr	8
1985-1986	Set (80,6)	Abr	8
1986-1987	Set (94,2)	Abr	8
1987-1988	Set (178)	Abr	8
1988-1989	Set (102)	Abr	8
1989-1990	Out (156)	Mar	7
1990-1991	Ago (114,9)	Abr	8
1991-1992	Ago (122)	Abr	8
1992-1993	Set (257,6)	Abr	8
1993-1994	Set (299)	Mar	8
1994-1995	Set (177)	Abr	8
1995-1996	Set (129,3)	Mar	7
1996-1997	Set (186)	Jun	7
1997-1998	Set (81,2)	Mar	7
1998-1999	Set (189,1)	Mar	8

Tabela 14 – Precipitação anual (mm) para o cenário B1 (1999-2099).

Estação chuvosa	Início – mês (mm)	Final (mês)	Nº de meses
1999-2000	Set (180,1)	Mar	7
2000-2001	Set (247,7)	Abr	8
2001-2002	Out (303)	Abr	7
2002-2003	Out (145)	Mar	6
2003-2004	Set (133,3)	Abr	8
2004-2005	Set (155,6)	Mar	7
2005-2006	Set (205,8)	Abr	8
2006-2007	Ago (81,6)	Mai	10
2007-2008	Ago (89,7)	Mar	8
2008-2009	Set (124)	Abr	8
2009-2010	Set (138,9)	Abr	8
2010-2011	Set (245,2)	Abr	8
2011-2012	Out (228)	Abr	7
2012-2013	Out (244)	Abr	7
2013-2014	Set (83,39)	Mar	7
2014-2015	Set (204,6)	Fev	6
2015-2016	Out (199)	Mar	6
2016-2017	Set (136,7)	Mar	7
2017-2018	Set (191)	Abr	8
2018-2019	Set (128)	Abr	8
2019-2020	Set (137)	Mar	7
2020-2021	Set (129)	Abr	8
2021-2022	Set (252,3)	Abr	8
2022-2023	Dez (283,5)	Mai	6
2023-2024	Set (144,8)	Abr	8
2024-2025	Out (296)	Abr	7
2025-2026	Set (85,56)	Mai	9
2026-2027	Nov (356,5)	Mai	7
2027-2028	Out (369)	Mai	8
2028-2029	Set (191,6)	Abr	8
2029-2030	Set (125,9)	Abr	8
2030-2031	Set (118,7)	Abr	8
2031-2032	Set (146,3)	Mai	9
2032-2033	Set (88,49)	Abr	8
2033-2034	Out (164)	Abr	7
2034-2035	Out (315)	Mai	8
2035-2036	Set (219,8)	Abr	8
2036-2037	Set (182,3)	Abr	8
2037-2038	Set (158,2)	Mar	7
2038-2039	Set (186)	Mar	7
2039-2040	Set (175,5)	Fev	6
2040-2041	Out (271)	Abr	7
2041-2042	Set (193,1)	Abr	8
2042-2043	Out (210)	Mar	6
2043-2044	Out (235)	Mai	8
2044-2045	Out (231)	Abr	7
2045-2046	Out (315)	Mar	6
2046-2047	Set (200,6)	Abr	8
2047-2048	Set (198,7)	Fev	6
2048-2049	Set (319,3)	Abr	8

Estação chuvosa	Início – mês (mm)	Final (mês)	Nº de meses
2049-2050	Set (243,4)	Abr	8
2050-2051	Out (321)	Abr	7
2051-2052	Out (239)	Abr	7
2052-2053	Set (135,5)	Abr	8
2053-2054	Set (288)	Abr	8
2054-2055	Set (84,63)	Mar	7
2055-2056	Out (245)	Abr	7
2056-2057	Set (103,9)	Abr	8
2057-2058	Set (150)	Abr	8
2058-2059	Out (211)	Mar	6
2059-2060	Out (209)	Abr	7
2060-2061	Out (300)	Mar	6
2061-2062	Out (222)	Abr	7
2062-2063	Set (108,2)	Abr	8
2063-2064	Out (173)	Mar	6
2064-2065	Set (171,1)	Abr	8
2065-2066	Set (170,2)	Abr	8
2066-2067	Out (146)	Abr	7
2067-2068	Set (171,1)	Abr	8
2068-2069	Out (148)	Abr	7
2069-2070	Out (229)	Abr	7
2070-2071	Set (175,8)		
2071-2072	Ago (202,2)	Abr	9
2072-2073	Set (129,6)	Abr	8
2073-2074	Set (187,9)	Abr	8
2074-2075	Set (140,1)	Mar	7
2075-2076	Set (156,2)	Abr	8
2076-2077	Set (118,7)	Mar	7
2077-2078	Ago (88,8)	Abr	9
2078-2079	Set (129)	Mai	9
2079-2080	Set 205,2	Abr	8
2080-2081	Set (157,5)	Abr	8
2081-2082	Set (118,1)	Mai	9
2082-2083	Set (229)	Mai	9
2083-2084	Set (116,6)	Mai	9
2084-2085	Set (101,4)	Abr	8
2085-2086	Set (124)	Mai	9
2086-2087	Ago (125,4)	Abr	9
2087-2088	Set (179,5)	Mai	9
2088-2089	Set (119)	Abr	8
2089-2090	Set (147,9)	Mai	9
2090-2091	Out (342)	Abr	7
2091-2092	Set (83,39)	Abr	8
2092-2092	Out (182)	Mai	7
2093-2093	Set (126,5)	Jun	10
2094-2095	Ago (90,6)	Mar	8
2095-2096	Set (153,1)	Abr	8
2096-2097	Set (210,5)	Abr	8
2097-2098	Out (295)	Mai	7
2098-2099	Out (190)	Abr	7
2099-	Set (152,5)		

A Tabela 14 apresenta os dados simulados de precipitação para o IEC e o FEC para o período de 2000 a 2099. Através da observação, verifica-se que para o período de 2079 a 2089, o IEC ocorre em setembro e o FEC ocorre somente no mês de março, apresentando uma diminuição do IEC para o mês de outubro e FEC para o mês de abril.

As variações climáticas quando provocadas pelo homem passa a ser um processo irreversível, os dados apresentados apontam eventos extremos em relação ao comportamento climatológico do município de Taubaté, o que é alarmante em decorrência do crescimento da mancha urbana e a impermeabilização do solo, aumento do índice populacional e consequente aumento da demanda da utilização da água. Prevê-se um aumento no volume de precipitação e da temperatura, acarretando um aumento da evaporação da água da chuva. A questão da água e as mudanças climáticas não podem estar dissociadas, são questões que implicam em preservação do meio ambiente e sustentabilidade econômica. Deve-se incluir as observações realizadas no estudo somadas análise do crescimento da mancha urbana do município de Taubaté, com previsão para os próximos anos, levando em conta as consequências inerentes às mudanças climáticas previstas. Estudos realizados verificaram que a administração de Taubaté não se preocupou com o meio ambiente saudável, somente com o seu crescimento como pode ser observado por meio de dados da década de 50 até o ano de 2009.

Foram realizadas análises sobre o crescimento do Município desde 1950, com o intuito de verificar se, a partir desta data até os dias atuais, a elaboração da expansão e desenvolvimento foca responsabilidades das ações sob a ótica de uma discussão ambiental, fator a ser analisado: a preocupação do poder público do município em relação ao meio ambiente na elaboração do Plano Diretor.

Em 1950, Taubaté contava com 60% do seu contingente morando na cidade, uma situação onde o Poder Público compreendia que era necessário providenciar estudos objetivando o estabelecimento de diretrizes para a implementação de um plano que servisse de base para que se pudesse colocar em prática uma política de parcelamento, uso e ocupação do solo urbano. Podemos observar que o Poder Executivo Municipal reconhece a importância de se implementar uma política de planejamento em Taubaté e, em 29 de janeiro de 1958, é instituída a Lei nº 325, que aprovou o Plano Piloto do Desenvolvimento do Município de Taubaté, cujo objetivo era o de se estabelecer as necessárias diretrizes para os assuntos relacionados com a ordenação territorial do Município. Destaca-se o Artigo 3º, que divide o Município em duas áreas, de usos característicos e exclusivos: área urbana e área rural. Elaborou-se uma cartilha direcionada à população, esclarecendo a necessidade de um

planejamento espacial da cidade. Destaca-se a necessidade, naquele momento, de coibir a instalação de loteamentos fora da área urbana, sendo que à zona rural procurou-se dar o devido tratamento no sentido de manter seu valor como áreas destinadas à produção de alimentos.

Ab'Saber (1998, p. 31) comenta que a inserção de qualquer projeto poderá determinar consequências sociais ou ambientais, positivas ou negativas, de fácil harmonização ou de difícil correção. Os impactos ambientais causados pelo crescimento da mancha urbana devem ser analisados com o comprometimento de uma metodologia eficaz com a visão completa do objeto de estudo que é o município e todas as duas implicações. E podemos destacar a água dentro desse contexto. A pressão do aumento populacional sobre o meio ambiente, principalmente quando tratamos do abastecimento de água, é uma questão determinante na tomada de atitudes quando da análise das variáveis *população, organização, desenvolvimento e tecnologia* (HOGAN, 2000).

É preciso compreender que o crescimento urbano cria várias necessidades e que apenas a preocupação econômica não deve servir de premissa de desenvolvimento. É fundamental estabelecer metodologias, a fim de que não seja necessário remediar problemas criados ao meio ambiente dentro do contexto local, regional e global.

Segundo Silva (1995), Plano Diretor é plano porque estabelece os objetivos a serem entendidos, o prazo em que estes devem ser alcançados, as atividades a serem executadas e quem deve executá-las. É diretor, porque fixa as diretrizes do desenvolvimento urbano do Município.

Após quatorze anos, desde os primeiros estudos, aprova-se o plano Diretor Físico, através da Lei nº 1.393 de 15 de Dezembro de 1972.

Formalmente, o Plano Diretor é uma lei municipal, obrigatória para os municípios com população superior a 20.000 habitantes e que deve ser o instrumento básico da política municipal de desenvolvimento e expansão urbana, a qual tem o objetivo de ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem estar de seus habitantes (Constituição Federal, artigo 182).

O primeiro Plano Diretor tinha como finalidade “[...] assegurar o desenvolvimento físico da estrutura urbana, capacitando-a a atender as funções de habitar, trabalhar, circular e recrear, proporcionando, também, à população um ambiente propício à vida social equilibrada e sadia [...]”, com a proposta de uma divisão do Município em zonas residenciais, comerciais e industriais, de acordo com o Plano Piloto de 1958.

Em 1972, menos de 10% da população viviam na zona rural, reforçando cada vez mais o processo de urbanização e de industrialização da cidade, comprovado pelo parque industrial já existente, acrescido do fato de que a nova fábrica do Volkswagen estava em fase de implantação, em terreno adquirido pela montadora. Isso representava um investimento econômico e uma nova realidade, exigindo um plano que pudesse capacitar a cidade de infra-estrutura suficiente para enfrentar desafios futuros, como a expansão urbana. Para tanto, foram definidas diretrizes para o controle do crescimento do Município (TAUBATÉ, 1972):

- a) definição de diferentes categorias de áreas com características urbanas: área urbana, que é aquela já ocupada e servida por equipamentos urbanos; área de expansão urbana, que tem por finalidade abrigar o crescimento da cidade nos próximos 15 a 20 anos; área de interesse urbano, que servirá para fins de veraneio, turismo, empreendimentos industriais e outros fins especiais;
- b) delimitação do perímetro urbano dessas áreas, procurando-se limitar a expansão do Município ao Sul da Via Dutra; reservar áreas favoráveis para fins industriais, a oeste do Município, até a divisa de Caçapava; restringir a superfície total urbanizável, evitando uma inflação na expansão da cidade e propiciando melhores condições de atuação para o poder público no que se refere ao atendimento à população;
- c) contenção na abertura de novos loteamentos, exigindo-se a execução de melhorias, tais como, rede de água, energia elétrica, guias e sarjetas, esgoto, pavimentação etc.

Para estas diretrizes, destaca-se a importância de previsão para áreas verdes destinadas a parques, preservação natural permanente e barreira de proteção contra a poluição industrial. Mas constata-se que uma política voltada para a expansão industrial e a necessidade do estabelecimento de ações facilitadoras, no que se refere ao aquecimento da economia local, leva a determinadas atitudes que não condizem com uma postura ambientalmente correta, como podemos observar no Artigo 75 desse Plano Diretor de 1972, levando-nos à conclusão de que não havia, naquele momento, um compromisso rigoroso com relação à implantação de diferentes usos, a partir da análise do texto aprovado que instituía que todo estabelecimento que provocasse poluição na atmosfera, como também qualquer fábrica e depósito de explosivos ou inflamáveis, estação de tratamento de esgotos ou de lixo, não poderia estar localizado a uma distância de 600 metros de edificações residenciais, recreativas, escolares, assistenciais ou de escritórios e consultórios, estabelecimentos de hospedagem e alimentação, parques infantis, mercados ou supermercados, centros ou conjuntos comerciais e estádios esportivos. O texto não estabelecia uma política ambiental. Os responsáveis determinaram um

padrão de exigência sem análise de outras variáveis, como vento, contaminação de águas subterrâneas etc.

O segundo Plano Diretor (1974), em seu Artigo 10, aponta a finalidade do Plano: assegurar o desenvolvimento físico racional da estrutura urbana, capacitando-a a atender plenamente as funções de habitar, trabalhar, circular e recrear, proporcionando também à população um ambiente propício à vida social equilibrada e sadia, repetindo o mesmo texto do Plano Diretor anterior. Porém, ao meio ambiente, pouco ou quase nada foi colocado à disposição da comunidade, objetivando uma postura onde o Município pudesse acompanhar de forma mais eficiente todas – ou pelo menos grande parte – as discussões que pudessem vir a culminar em planos de ação. Não se faz alusão ao tratamento dispensado às praças, às vias públicas e áreas verdes – no que tange a estabelecer índices mínimos de vegetação – aos cursos d'água, ao reflorestamento.

Este Plano Diretor foi criado pela Lei nº 1.456 de 18 de fevereiro de 1974, com texto similar ao seu antecessor, com o fato de haver passado apenas dois anos. Avaliações e futuras orientações deveriam ocorrer após quatro anos.

Em 1978, foram promovidas sessões para a discussão do trabalho, cujas conclusões foram apresentadas durante o II Seminário de Planejamento Agro-Urbano de Taubaté (de 28 a 30 de setembro de 1978) com a participação de lideranças políticas, representantes de órgãos governamentais e sociedade civil. O objetivo era planejar o Município, com o compromisso ambiental, definindo faixas de proteção de nascentes e cursos d'água, com a preservação dos mananciais. No que se refere ao relacionamento entre o Poder Público e a comunidade, o Plano foi apresentado como uma alternativa ao processo de planejamento; no entanto, nem mesmo chegou a ser votado na Câmara Municipal.

Com a promulgação da Constituição Federal em 1988, foi atribuída aos municípios a responsabilidade de promulgarem suas leis orgânicas, tornando obrigatória a aprovação do Plano Diretor nos municípios com mais de vinte mil habitantes. O inciso X do Artigo 5º da Lei Orgânica do Município de Taubaté afirma que é competência do município promover adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle de uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano. Objetivando o cumprimento das disposições legais, A Prefeitura Municipal contratou o Arquiteto Antonio Carlos Farias Pedrosa para elaborar os estudos necessários, no sentido de apresentar um novo Plano Diretor. A Lei Orgânica de Taubaté reservou um capítulo especial para o desenvolvimento urbano, que serviu de berço para a essência de alguns itens do Plano Diretor. O Código de Ordenação Espacial do

Município de Taubaté, aprovado pela Lei Complementar nº 007, de 1991, em seu Título III, “Do Plano Diretor Físico”, Artigo 19, diz que é “instrumento de auxílio da administração Municipal, que tem como finalidade organizar o desenvolvimento físico da estrutura da cidade, capacitando-a a atender plenamente suas funções básicas: habitar, trabalhar, recrear e circular”.

O zoneamento foi utilizado como metodologia de leitura e interpretação da produção do espaço, como idéia de cidade funcional.

Ocorreu uma evolução em relação ao meio ambiente, uma vez que foi dispensado um tratamento específico, por meio do Artigo 2 do Plano Diretor de 1972, onde está expresso que é responsabilidade do Município,

[...] no âmbito de sua competência e jurisdição, proteger, preservar e recuperar o meio ambiente, bem de uso comum do cidadão, resguardando o devido desenvolvimento econômico em consonância com a melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações, com a manutenção do meio ambiente ecologicamente equilibrado. (TAUBATÉ, 1972).

Ao se considerar todo o discurso produzido em defesa do meio ambiente, ocorre um esvaziamento na intenção e no discurso de se preservar, mesmo havendo legislação para isso, quando percebe-se que não há preocupação efetiva com o meio ambiente. Um dos maiores problemas enfrentados pelo Município diz respeito ao processo de urbanização crescente. Mas isso acontece não apenas como um fenômeno, acontece porque os planos diretores, em suas propostas de ampliação da zona urbana, não analisaram o assunto, principalmente o custo social.

Uma hipótese a ser discutida é o fato de não haver nenhuma previsão populacional ou de área de crescimento do Município até 1950. Nesse momento, são realizadas as primeiras análises técnicas e diagnósticos são colocados em pauta, evidenciando um maior compromisso dos responsáveis em relação às questões urbanas, não apenas ligadas às diretrizes, mas também ao crescimento demográfico, tendo em vista o processo de industrialização e a localização do Município no contexto regional e nacional. A visão de desenvolvimento urbano esteve limitada ao perímetro urbano, estabelecido como limite de controle interno; porém, poucas eram as ações extra-limites. Com o crescimento do Município, aquilo que tinha característica rural passou a ser urbano. Essa afirmação remete às políticas de desenvolvimento urbano que fogem completamente ao estabelecimento de perímetros urbanos, porque tem como preocupação maior o recolhimento de tributos. Em

Taubaté, como nas demais cidades, a lei municipal do Plano Diretor deveria ter sido entregue em outubro de 2006, conforme estabelece o Estatuto das Cidades, o que não ocorreu.

O Estatuto da Cidade, lei federal 10.257, aprovada no ano de 2001, criou grandes expectativas, sobretudo nos movimentos populares organizados, pois indicava uma mudança nos rumos do processo e apropriação do espaço urbano nas cidades brasileiras. A implantação dessa lei, no entanto, tem encontrado sérias barreiras que dificultam a caminhada no sentido de construção de cidades ambientalmente mais equilibradas e socialmente mais justas, princípios mestres que balizaram o processo de formulação e aprovação do Estatuto da Cidade.

Entre essas barreiras, umas das que se apresentam com maior força é a falta de informação e a conseqüente falta de atuação de grande parte da população urbana brasileira que, por desconhecimento da legislação que trata do assunto, ficam fora do processo de gestão do espaço urbano e não se aproveitam dos canais de atuação que o Estatuto da Cidade estabelece com o poder público e com os demais agentes sociais envolvidos.

- Direito à cidade e à cidadania: universalizar os acessos aos equipamentos e serviços urbanos, as condições de vida urbana digna e ao usufruto de um espaço culturalmente rico e diversificado e, sobretudo, uma dimensão política das cidades na condução de seus destinos;
- Gestão democrática da cidade: planejar, produzir, operar e governar as cidades submetidas ao controle e participação social, destacando-se como prioritária a participação popular.
- Função social da cidade e da propriedade: interesse comum sobre o direito individual de propriedade, o que implica o uso socialmente justo e ambientalmente equilibrado do espaço urbano.

O Estatuto da Cidade é o resultado do embate entre diversos atores e as forças políticas. Embora não represente em sua totalidade da vontade dos movimentos populares, mas é a síntese entre o ideal e o possível diante de uma sociedade plural e conflitiva, oferece propostas e soluções (PEREIRA, 2002).

É uma legislação federal, pioneira de regulação de políticas urbanas: sem a ficção tecnocrática dos velhos planos diretores, que prometiam tudo, mas que não possuíam instrumentos para realizar suas propostas (ROLNIK, 2002).

Os estudos de Taubaté sobre ordenamento territorial foram estendidos para o ano de 2007, com a função de diagnosticar o crescimento do município e sem a participação da população, que é fundamental nesse processo.

A Figura 20 aponta que, no ano de 2007, o crescimento da mancha urbana direciona-se para a região Sul do município, indo de encontro à zona rural.

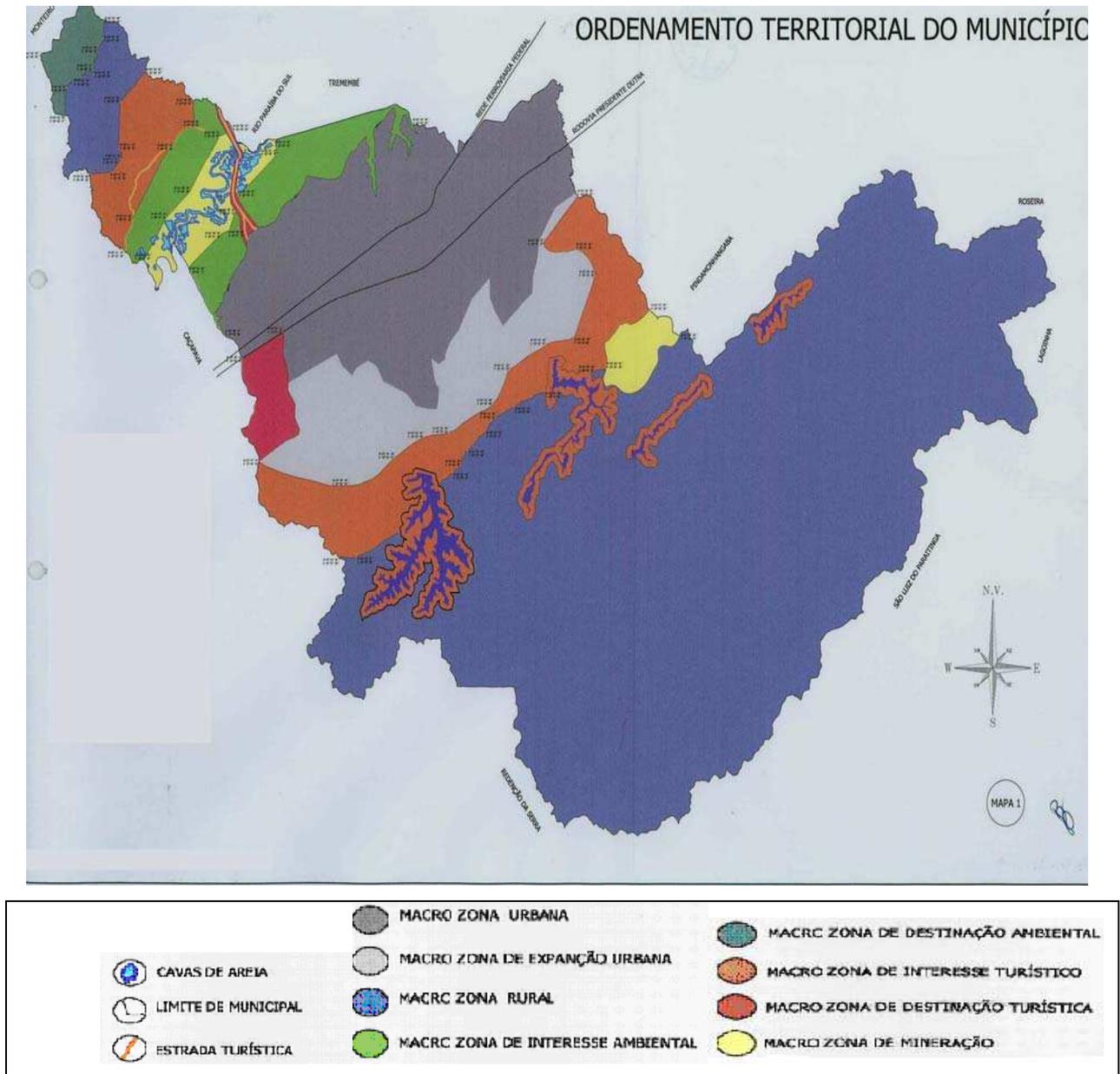


Figura 20 - Mapa da expansão urbana do município de Taubaté.
Fonte: Prefeitura Municipal de Taubaté, 2007.

Obs: O mapa foi cedido pela Câmara Municipal de Taubaté como parte do Plano Diretor, portanto, não foram realizadas modificações, mesmo tendo conhecimento prévio que a cor azul é usada para destacar precipitação ou hidrografia.

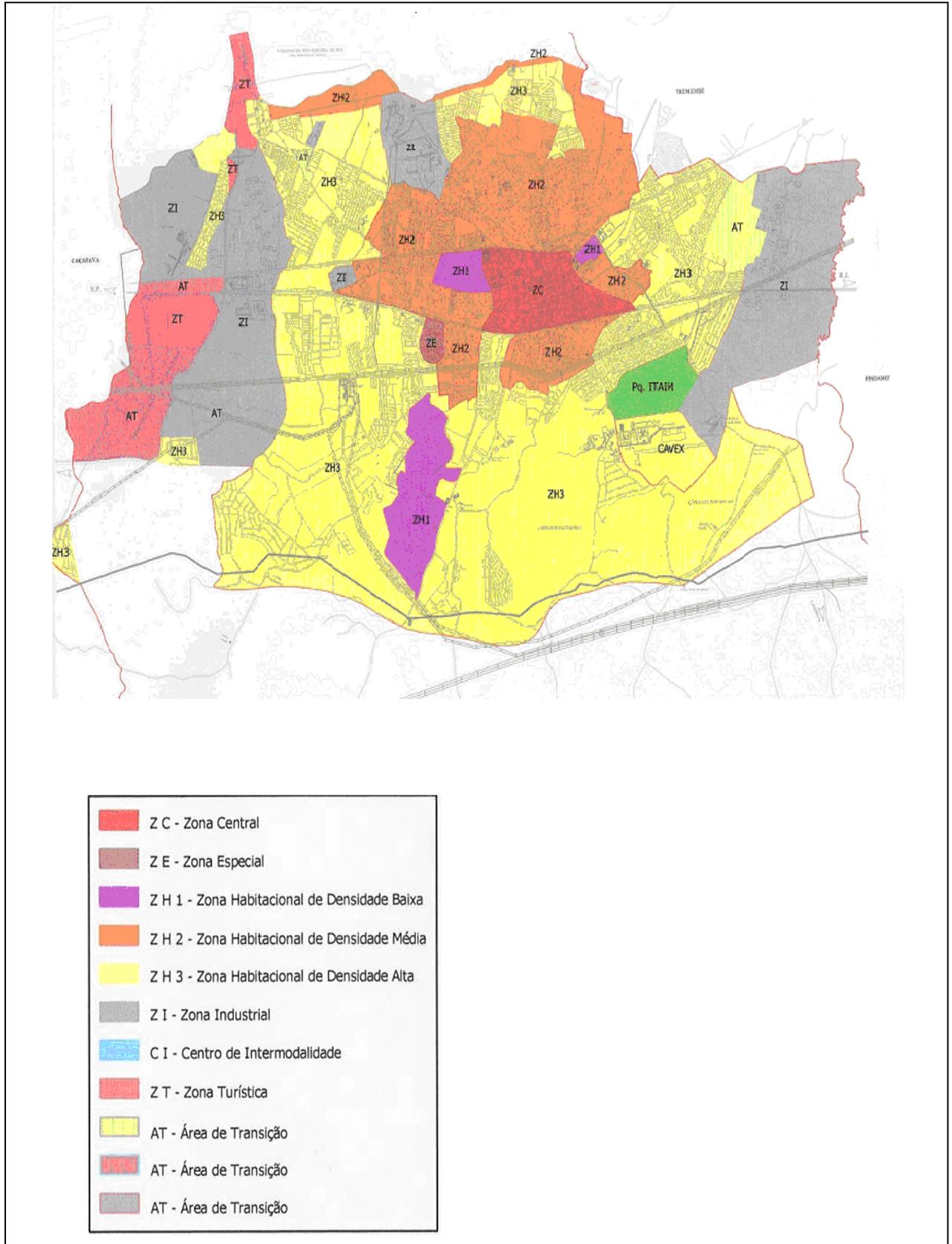


Figura 21 - Mapa da área urbana do Município de Taubaté, zoneamento urbano.
Fonte: Plano Diretor – PMT, março de 2007.

A Figura 22 apresenta o zoneamento urbano do município de Taubaté, e não verifica-se coordenadas, orientação e pontos de referência como a Linha Férrea e a Rodovia Presidente Dutra.

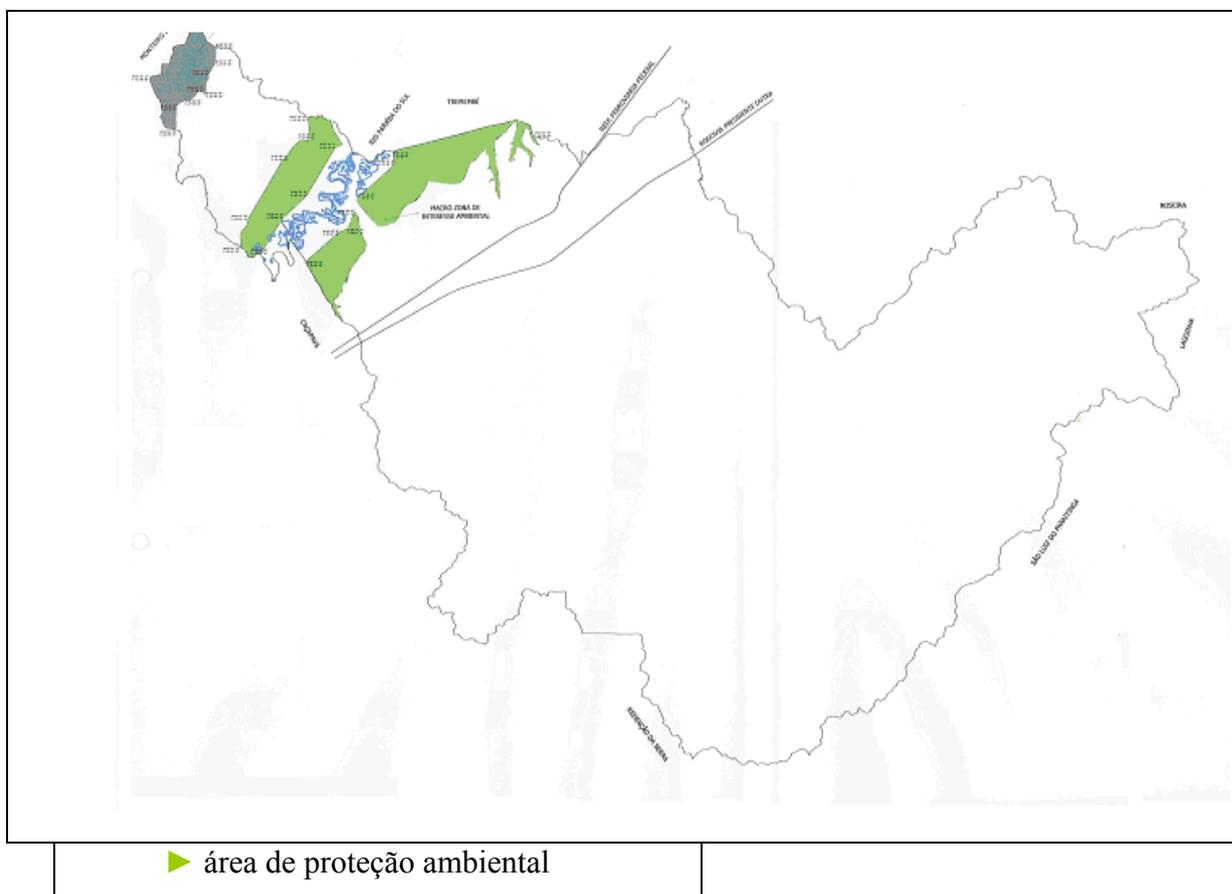


Figura 22– Ordenamento territorial do município – zona de interesse e destinação ambiental.
Fonte: Plano Diretor – PMT, março de 2007.

A Figura 21 aponta a área destinada à preservação ambiental próxima ao Rio Paraíba do Sul, não se verificando outro espaço geográfico no Município com a mesma finalidade.

MENSAGEM DO PREFEITO À CAMARA MUNICIPAL DE TAUBATÉ

Senhor Presidente

Pela mensagem nº 03/2008, o Executivo Municipal submete à análise dessa E. Casa de Leis o Projeto de Lei Complementar, dispondo sobre o Plano Diretor para o Município de Taubaté, em atenção ao que preconiza a Lei Federal nº 10.257/01 – Estatuto das Cidades – que determina a incorporação de instrumentos urbanísticos ao instituto jurídico em questão.

Tendo em vista a realização de 12 reuniões com a sociedade civil organizada, mais 8 audiências públicas – das quais 4 levadas a efeito por essa Casa de Leis – acrescido da ampla divulgação na mídia local e regional, além de todas as tratativas junto ao Poder Judiciário, entende o Executivo

Municipal que o assunto tenha sido exaustivamente discutido e avaliado, culminando com o Projeto de Lei apresentado nesta data. As alterações ora propostas representam o que há de mais atual acerca do assunto e deverão servir como diretrizes necessárias ao desenvolvimento físico, social, ambiental e econômico deste nosso Município em uma perspectiva de 30 anos. Sendo assim, estamos apresentando novo projeto de Lei Complementar contemplando as alterações recomendadas nas audiências públicas citadas, que substitui o anteriormente encaminhado a esse E. Poder Legislativo em 19/02/2008, pela mensagem supra referida.

Dessa forma, solicitamos as providências de Vossa Excelência, no sentido do arquivamento do projeto de Lei Complementar anterior, substituindo-o pelo atual.

A referida mensagem de nº 54/08, assinada pelo Prefeito Municipal Roberto Pereira Peixoto, data de 01 de setembro de 2008.

A mensagem acima vem revelar que o Município ainda está sem Plano Diretor, porque não houve progresso na Câmara Municipal em relação ao mesmo. Agora, em 26 de maio de 2009, foi realizada na Câmara Municipal uma nova audiência pública onde foi avaliada a taxa de ocupação do solo, tema polêmico. Fica claro que a preocupação maior ainda é com os tributos que o Município poderá arrecadar com as novas propostas de uso e ocupação do solo por meio de novos empreendimentos imobiliários. Foi solicitado que seja criado um conselho específico para gerenciar o Plano Diretor – Conselho Municipal de Desenvolvimento Urbano. Foram apresentados 25 artigos, por meio de leitura – total de 133 artigos – e em nenhum momento o meio ambiente foi defendido ou discutido, porque empreendedores imobiliários presentes se preocuparam apenas com as propostas que poderão gerar benefícios financeiros.

O questionamento sobre possíveis problemas ambientais relacionados ao aquecimento global e todas as suas implicações previstas para o futuro, com o crescimento da mancha urbana do Município foi encarado como um entrave. Foi justificado que a audiência não deveria ser um debate, e para os problemas ambientais existem leis federais e estaduais. Defender o direito dos cidadãos a uma cidade planejada, equilibrada ambientalmente e de uso comum do povo, como apregoa nossa Constituição Federal em seu artigo 5º, não parece ser o objetivo maior dos que estão na condução do processo de construção do novo Plano Diretor.

Em 02 de junho de 2009, foi realizada outra audiência onde se discutiu o direito de preempção que confere ao poder público municipal preferência para aquisição de imóvel urbano, objeto de alienação onerosa entre particulares, nos termos da Lei Federal nº 10.257/01. O Poder Executivo Municipal disciplinará o direito de preempção por lei municipal específica, caso a caso. O prazo de vigência do direito de preempção é de cinco

anos, renovável a partir de um ano após o decurso inicial, e independe do número de alienações referentes ao mesmo imóvel. O direito de preempção será exercido pelo poder público sempre que necessitar de áreas para:

- I – Regularização Fundiária.
 - II – Execução de programas habitacionais de interesse social.
 - [...]
 - IV - Implantação e reformulação de equipamentos urbanos sócio-comunitários.
 - V - Proteção de áreas de interesse histórico, cultural ou paisagístico.
- (BRASIL, 2001)

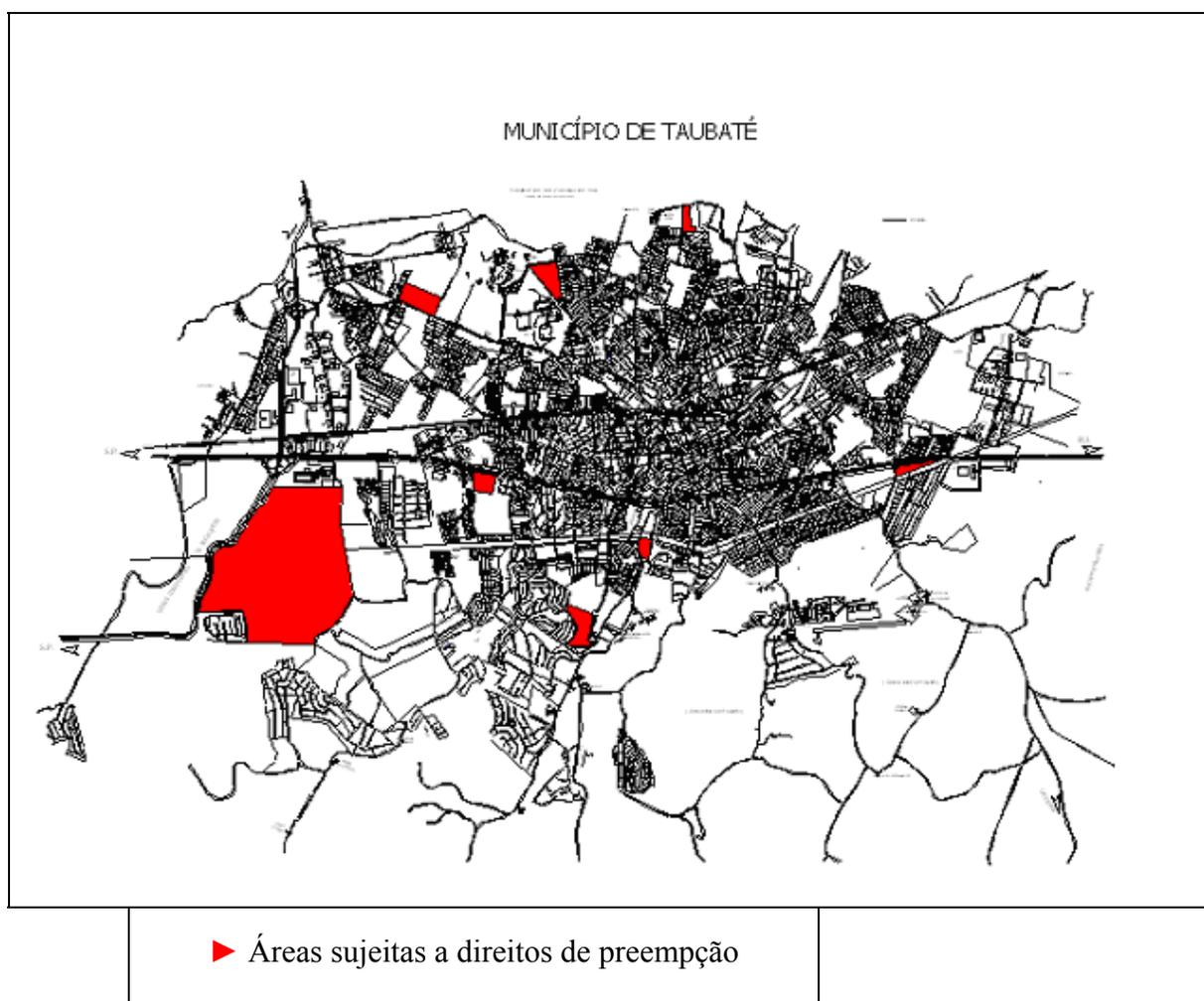


Figura 23 - Áreas sujeitas a direito de preempção.
Fonte: Plano Diretor para o Município, 2007.

Estiveram presentes ambientalistas, advogados e empreendedores imobiliários. Não houve avanço em relação ao meio ambiente, palavra que aparenta ser empecilho para o crescimento e desenvolvimento do município na visão de alguns vereadores e não foram

realizados estudos sobre o aquecimento global , causador das mudanças climáticas e os impactos negativos para o município.

O Poder Executivo do Município de Taubaté deve focar seu planejamento nas questões climáticas como a previsão das precipitações para os próximos anos. O crescimento urbano tende a ocorrer na direção Sul, onde com certeza surgirão novos bairros, aumento do número de veículos, utilização da água, geração de resíduos sólidos e líquidos. É fato que a maior utilização de água para o consumo doméstico aumenta a demanda de esgotos domésticos; estes são responsáveis pelo acúmulo de matéria orgânica nos corpos d'água quando recebem esse rejeito e isso modifica seu ecossistema local.

A impermeabilização do solo, que é um sério agravante, devido à cobertura com concreto ou asfalto, provoca enormes transtornos durante as enxurradas, pela diminuição da capacidade de infiltração da água no solo. Durante as chuvas, a infiltração da água é mais eficiente quando estas são contínuas e moderadas do que em chuvas intensas e rápidas. A proporção do volume infiltrado não será a mesma para os dois casos, já que no segundo caso há uma maior perda de água pelo escoamento superficial. O reflorestamento ou o plantio de árvores é necessário e fundamental no planejamento, porque a cobertura do solo pela vegetação constitui importante aspecto no ciclo da água, pois impede o impacto direto da chuva, causando erosão hídrica. Assim, a preservação vegetal diminui a velocidade de escoamento superficial da água e aumenta a infiltração, conservando os corpos d'água presentes na região minimizando os efeitos negativos do asfaltamento.

6. CONCLUSÕES

Inicialmente, os dados de precipitação observados do DAEE (posto situado em Taubaté, prefixo E2-022) foram comparados com os dados de precipitação simulados do Hadley Center (Reino Unido) para os cenários A2 e B1, no período entre 1950 e 1999. Os resultados mostraram que a precipitação simulada (Hadley Center) foram superiores a precipitação observada para os trimestres primavera e verão, em ambos os cenários. Para o trimestre de outono e de inverno, os dados do DAEE foram superiores aos simulados pelo Hadley Center, induzindo a hipótese de que o modelo não foi capaz de reproduzir fielmente as precipitações oriunda da passagem de frentes frias. Entretanto, isto não é muito grave, pois a porcentagem de precipitação nestes dois trimestres é inferior a 35% da precipitação anual. Em particular, realizou-se uma análise para os meses de janeiro e julho, característicos do período sazonal de verão e inverno, respectivamente. As análises destes meses comprovaram os resultados obtidos para os trimestres: ou seja, o modelo superestima os dados observacionais do verão e subestima os dados de inverno.

Os valores anuais de precipitação para os cenários A2 e B1 para o período de 1950 e 1999 apresentaram valor acima de 1342 mm que é o valor climatológico normal para a região analisada. Os períodos entre 2000 e 2099, apresentaram valores superiores aos períodos analisados anteriormente para os dois cenários, o aumento do valor de precipitação para o cenário A2 foi de 10,1% e para o cenário B1 foi de 2,6%, valor inferior comparado ao cenário A2. Conforme expectativas, constatou-se um aumento de precipitação para o regime pluviométrico para ambos os cenários.

É importante citar também que a variabilidade de precipitação poderá provocar uma mudança no ciclo hidrológico do município em questão, devido ao processo de crescimento da mancha urbana não ser pautado nas mudanças climáticas e os impactos negativos que poderá acarretar, porém, sabe-se que existem incertezas quanto as simulações climáticas e que muitos países tem se empenhado em diminuir a emissão do CO₂ na atmosfera. No entanto, as previsões realizadas neste trabalho, deveriam estar na pauta das políticas públicas relacionadas ao desenvolvimento de Taubaté.

O processo de urbanização do município se intensifica. Assim, temos o aumento da impermeabilização do solo. Devido à pavimentação, verifica-se um déficit de água nos

lençóis freáticos, pois a água que seria absorvida pelo solo, terá seu destino final por escoamento superficial. Considera-se também que a impermeabilização faz com que haja um incremento de áreas alagadas, gerando, como consequência, a necessidade de um projeto de drenagem dessas áreas. Este processo causa a perda da biodiversidade local, e isso é irremediável.

As agressões que a ação antrópica impõe à natureza provocam inúmeros impactos, afetando a saúde e o bem-estar socioeconômico da população. Dessa forma, é necessário que haja o comprometimento do poder público com ações permanentes e eficazes, com propostas viáveis para os impactos que prejudicam a natureza e, conseqüentemente, a população. A captação e o armazenamento de água da chuva, como projeto de lei, deve ser introduzido em grande escala no município de Taubaté. Aliados à conscientização dos usuários, poderá aumentar o abastecimento a um custo mais baixo, amenizando os impactos nos meses de estiagem e a redução de prováveis enchentes se não houver ações que visem um crescimento sustentável. O Plano Diretor oferecido à Taubaté deverá buscar uma maior compreensão acerca da produção do espaço e suas implicações ambientais. O ciclo hidrológico é um dos fenômenos mais importantes, pois é a partir dele que se mantêm a vida na Terra. Estudar o seu ciclo está se tornando importante para todos, na medida em que há um aumento da demanda de água, cujo estoque é limitado. Para proteger esses estoques e, ao mesmo tempo, atendermos as nossas necessidades, devemos saber como encontrar mais água, como seus estoques se renovam e também como a interferência do ser humano pode alterar o ciclo e o ambiente. Com esse conhecimento e com os cuidados necessários, poderemos usar e dispor da água de modo a não comprometer o abastecimento no futuro.

O que poderia também auxiliar nesta etapa de estudos seria um banco de dados georreferenciados do município. Os softwares de informática disponíveis para isto utilizam fotos de satélite e permitem gerenciar informações de forma muito prática, produzindo diversos mapas temáticos. E é um banco de dados que pode ser atualizado permanentemente, pois os mapas que foram cedidos para esta pesquisa são de 2007 e não oferecem todas as informações pertinentes.

O estudo realizado sobre o índice da precipitação no Município deve servir de subsídio para a melhor compreensão das mudanças climáticas e quais as consequências negativas para Taubaté caso o planejamento sobre o seu crescimento não for pautado na sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. M. Taubaté: de Núcleo Irradiador de Bandeirismo a Centro Industrial e Universitário do Vale do Paraíba. Aparecida: Santuário, 1985.

AB'SABER, Aziz Nacib. Bases Conceptuais e Papel do conhecimento na Previsão de Impactos. In: AB'SABER, Aziz Nacib; MÜLLER-PLANTEMBERG, Clarita (Org.). Previsão de Impactos: o Estudo de Impacto Ambiental no Leste, Oeste e Sul: Experiências no Brasil, na Rússia e na Alemanha. 2. ed. São Paulo: Edusp, 1998. p 27-50.

ALVES, A. C; OLIVEIRA, C.; CORREA, M. O. S.; BIALOSHORRSKI, S. N. As formações do Vale da Ribeira. In: SILVA, L. A.; OLIVEIRA, C. (Coord.). Programa de educação ambiental do Vale do Ribeira. 2. ed. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 1992. 328p.

AYOADE, J. O. Introdução à Climatológica para os Trópicos. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1991.

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e de outras providências. In: VENTURA, V. J.; RAMBELLI, A. M. Legislação Federal sobre meio ambiente. Taubaté: Vana, 1999.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 11 jul. 2001.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Efeito Estufa e a Convenção sobre Mudança do Clima. Brasília, DF: MCT, 2007. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/clima/quioto/bnds/htm>>. Acesso em: 15 ago. 2007.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Entendendo a Mudança do clima. Guia sobre mudanças climáticas. Brasília, DF: MCT, 1996.

CARLOS, A. F. A. A cidade. São Paulo: Contexto, 1991.

COLLISCHONN, W. Simulação hidrológica de grandes bacias. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

CRUZ, M. T. Uma visão sistêmica da bacia hidrográfica do Paraíba do Sul e da drenagem urbana de Taubaté. 2001. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2001.

FISCH, F. G. Caracterização da precipitação em Taubaté, Vale do Paraíba (SP). Revista Biociências, Taubaté, v. 1, n. 1, p. 81-90, 1995.

FISCH, F. G. Caracterização Climática e Balanço Hídrico de Taubaté (SP). Revista Biociências. Taubaté, v. 5, n. 2, p. 7-11, jul./dez., 1999.

FOLHES, M. T.; FISCH, G. Caracterização climática e estudo de tendências nas séries temporais de temperatura do ar e precipitação em Taubaté (SP). Ambiente e Água, Taubaté, v. 1, n. 1, p. 61-71, 2006.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. Cidades. São Paulo, 2002.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. Crescimento populacional das cidades. São Paulo, 2004.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. Participação dos Vínculos Empregatícios nos Serviços no Total de Vínculos. São Paulo, 2007.

GOTTDIENNER, M. Cidades: A Produção Social do Espaço Urbano. São Paulo: Edusp, 1993.

HOGAN, D. J. Relação entre População e Ambiente: desafios para a demografia. In: TORRES, Haroldo; COSTA, Heloisa (Org.). População e meio Ambiente: Debate e desafios. São Paulo: Senac, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 25 fev. 2009.

MARENGO, J. A. Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. [S.l.]: MMA, 2006. 1 CD-ROM.

MARENGO, J.; SOARES, W. Impacto da modificação climática: Síntese do Terceiro Relatório do IPCC. In: FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS. Clima e Recursos Hídricos. Porto Alegre: ABRH, 2003. p. 209-233.

MILLIET, S. Roteiro do Café. São Paulo: Bipa, 1946.

MÜLLER, N. L. Taubaté: Estudo de Geografia Urbana. Revista Brasileira de Geografia, São Paulo, p. 71-109, jan./mar. 1964.

OLIVEIRA, S. M. F de. Evolução das Formas do Planejamento Urbano. Revista de Administração Municipal do IBAM, Rio de Janeiro, ano 32, n. 175 p. 8-23, abr./jun. 1985.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Primeiro Relatório de Avaliação do IPCC - "Mudança do Clima 1991". Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Quarto Relatório de Avaliação do IPCC – 2007. Sumário Técnico do Relatório do Grupo de Trabalho

I. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/clima/ciencia/relatori.htm>>. Acesso em: 13 abr. 2007.

PALLIÈRE, Arnaud Julien. Mapas manuscritos das vilas de Pindamonhangaba e Taubaté, 1821. 17 cm x 11 cm. Acervo do Instituto de Estudos Brasileiros da Universidade de São Paulo.

PEREIRA, E. M. Gestão do Espaço Público: um estudo de caso das áreas central e continental da cidade de Florianópolis. Florianópolis, 1992. Dissertação (Mestrado em Administração), UFSC.

PINTO, N. S. L. Hidrologia Básica. Rio de Janeiro: Edgard Blucher, 1976.

PRADO, J. B.; ABREU, M. M. Aspectos Geográficos do Vale do Paraíba e Município de Taubaté. Taubaté: [s.n.], 1995. (Taubateana, n. 14)

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. Disponível em: <http://homologa.ambiente.sp.gov.br/proclima/efeito_estufa/gases_fontes.asp>. Acesso em: 13 mar 2009.

RIBEIRO, Luiz César Queiroz. O que é questão de Moradia. São Paulo: Nova Cultural: Brasiliense, p. 52, 1985.

ROLNIK, R. O que é cidade. São Paulo: Brasiliense, 1988.

RUDDMAN, W. F. Quando os humanos começaram a alterar o clima? Scientific American, n. 35, p. 58-65, 2005.

SANTOS, M. Espaço e Método. São Paulo: Nobel, 1985.

SILVA, J. F. da. Direito urbanístico brasileiro. 2. ed. São Paulo: Malheiros, 1995.

SOUZA, M. A. A metrópole global? Refletindo sobre São Paulo. São Paulo: Cedesp, 1999.

TAUBATÉ. Lei Complementar nº 007, de 17 de maio de 1991: dispõe sobre o Código de Ordenação do Município de Taubaté. Taubaté: Prefeitura Municipal de Taubaté, 1991.

TAUBATÉ. Lei nº 1.393 de 15 de dezembro de 1972: dispõe sobre o Plano Diretor Físico do Município de Taubaté. In: TAUBATÉ. Manual do munícipe taubateano: v. V. Taubaté: Prefeitura Municipal de Taubaté, 1972. p 588-660.

TAUBATÉ. Lei nº 1.456, de 18 de fevereiro de 1974: dispõe sobre o Plano Diretor Físico do Município de Taubaté. Taubaté: Prefeitura Municipal de Taubaté, 1974.

TAUBATÉ. Lei Orgânica do Município de Taubaté. 2. ed. Taubaté: Prefeitura Municipal de Taubaté, 1976.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Neste apêndice serão apresentadas as Tabelas e Figuras relativas aos valores estatísticos calculados para o período de 1950 a 2099, para os dois cenários estudados (A2 e B1), para todos os meses do ano.

As Tabelas A-1 e A-2 apresentam os valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) para a precipitação média mensal do mês de janeiro dos cenários A2 e B1, respectivamente, sendo que as respectivas séries temporais dos cenários são apresentadas nas Figuras A-1 e A-2.

TABELA A-1 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário A2.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)
1950-1959 - Janeiro	230,7	64,0	316,2	121,2
1960-1969 - Janeiro	269,6	108,1	489,8	145,7
1970-1979 - Janeiro	215,0	61,0	286,8	105,1
1980-1989 - Janeiro	227,3	54,9	341,0	164,6
1990-1999 - Janeiro	257,4	121,4	471,2	91,5
2000-2009 - Janeiro	192,3	119,4	424,7	29,5
2010-2019 - Janeiro	237,7	88,7	437,1	98,6
2020-2029 - Janeiro	279,7	44,6	359,6	243,4
2030-2039 - Janeiro	234,9	78,2	359,6	125,2
2040-2049 - Janeiro	223,2	86,3	393,7	67,0
2050-2059 - Janeiro	265,5	64,7	347,2	140,7
2060-2069 - Janeiro	269,9	93,5	437,1	164,0
2070-2079 - Janeiro	242,8	76,8	430,9	162,1
2080-2089 - Janeiro	288,3	101,1	446,4	133,6
2090-2099 - Janeiro	288,7	99,2	489,8	118,7

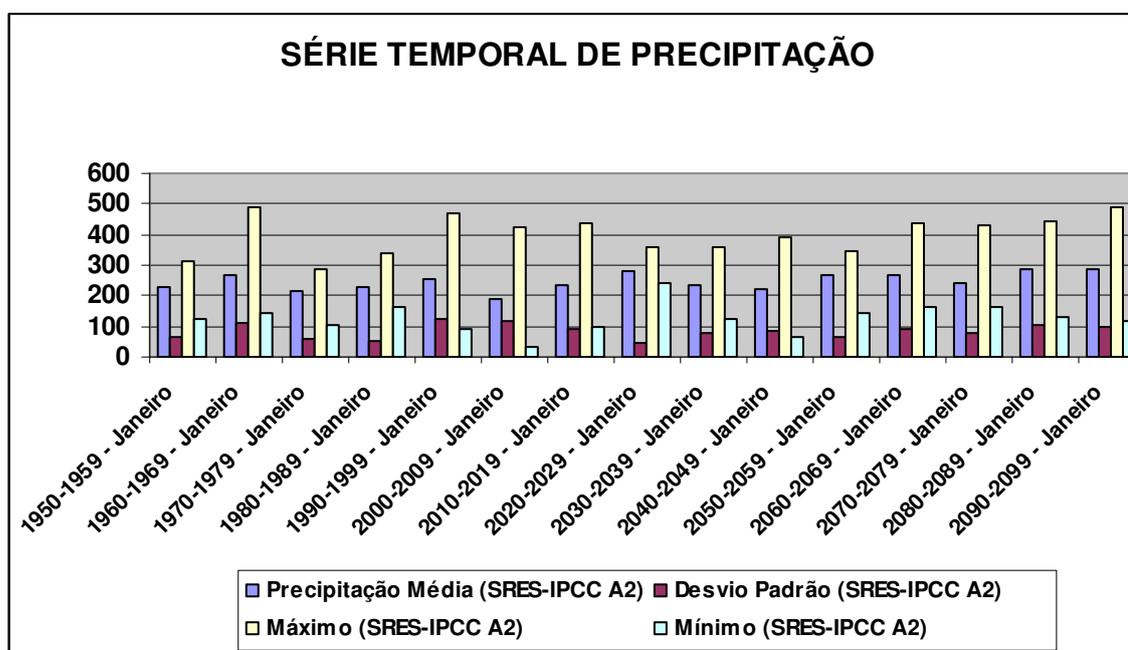


Figura A-1: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário A2.

TABELA A-2 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de janeiro para o cenário B1.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)
1950-1959 - Janeiro	230,7	64,0	316,2	121,2
1960-1969 - Janeiro	269,6	108,1	489,8	145,7
1970-1979 - Janeiro	215,0	61,0	286,8	105,1
1980-1989 - Janeiro	227,3	54,9	341,0	164,6
1990-1999 - Janeiro	283,3	140,1	514,6	65,4
2000-2009 - Janeiro	234,2	101,8	409,2	120,6
2010-2019 - Janeiro	241,1	52,3	322,4	140,1
2020-2029 - Janeiro	272,9	96,2	430,9	91,5
2030-2039 - Janeiro	247,3	111,0	465,0	91,5
2040-2049 - Janeiro	180,0	80,6	303,2	38,8
2050-2059 - Janeiro	212,3	69,7	325,5	101,1
2060-2069 - Janeiro	199,3	81,6	316,2	111,3
2070-2079 - Janeiro	288,8	82,2	427,8	152,2
2080-2089 - Janeiro	257,1	97,3	434,0	124,0
2090-2099 - Janeiro	277,6	90,5	399,9	135,5

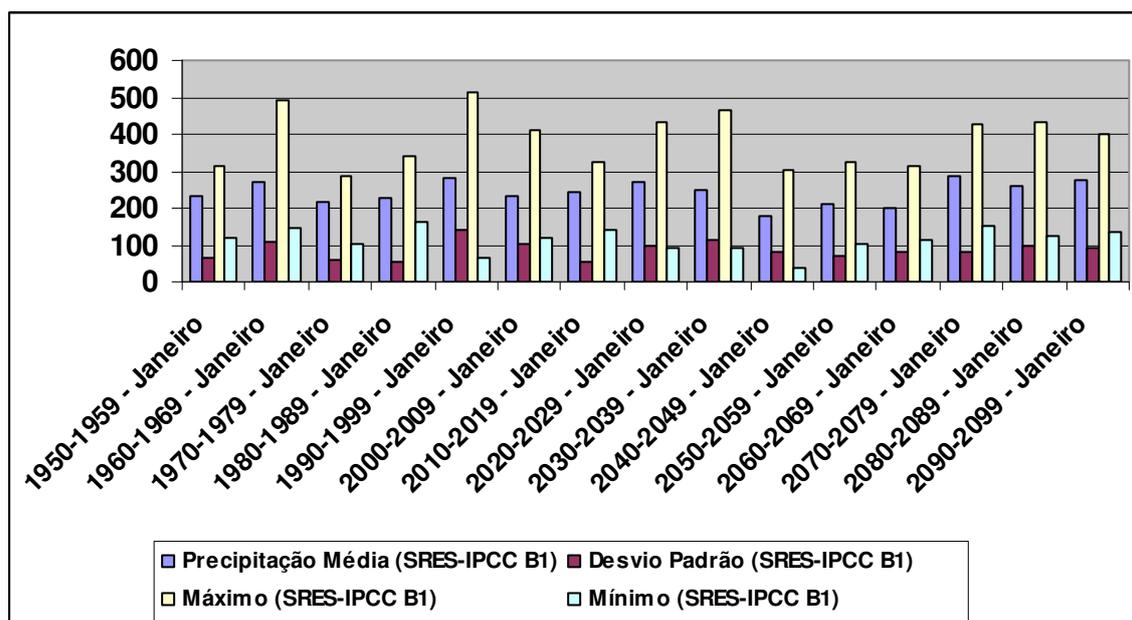


Figura A-2: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de janeiro para o cenário B1.

As Tabelas A-3 e A-4 apresentam os valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) para a precipitação média mensal do mês de janeiro dos cenários A2 e B1, respectivamente, sendo que as respectivas séries temporais dos cenários são apresentadas nas Figuras A-3 e A-4.

TABELA A-3 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de fevereiro para o cenário A2.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)
1950-1959 -Fevereiro	200,0	67,4	291,2	114,8
1960-1969 -Fevereiro	181,8	74,4	266,8	62,6
1970-1979 -Fevereiro	180,8	102,8	330,4	65,2
1980-1989 -Fevereiro	172,2	92,5	313,2	26,6
1990-1999 -Fevereiro	150,6	44,6	230,2	86,2
2000-2009 -Fevereiro	145,4	60,4	259,0	60,5
2010-2019 -Fevereiro	172,1	88,6	397,6	92,1
2020-2029 -Fevereiro	158,8	61,3	259,6	104,2
2030-2039 -Fevereiro	158,9	61,1	261,3	85,7
2040-2049 -Fevereiro	174,3	42,5	222,0	90,2
2050-2059 -Fevereiro	199,2	77,9	352,8	83,7
2060-2069 -Fevereiro	159,0	53,1	275,2	93,2
2070-2079 -Fevereiro	250,1	141,4	495,9	61,9
2080-2089 -Fevereiro	194,3	48,4	285,6	102,1
2090-2099 -Fevereiro	187,6	66,5	338,8	100,9

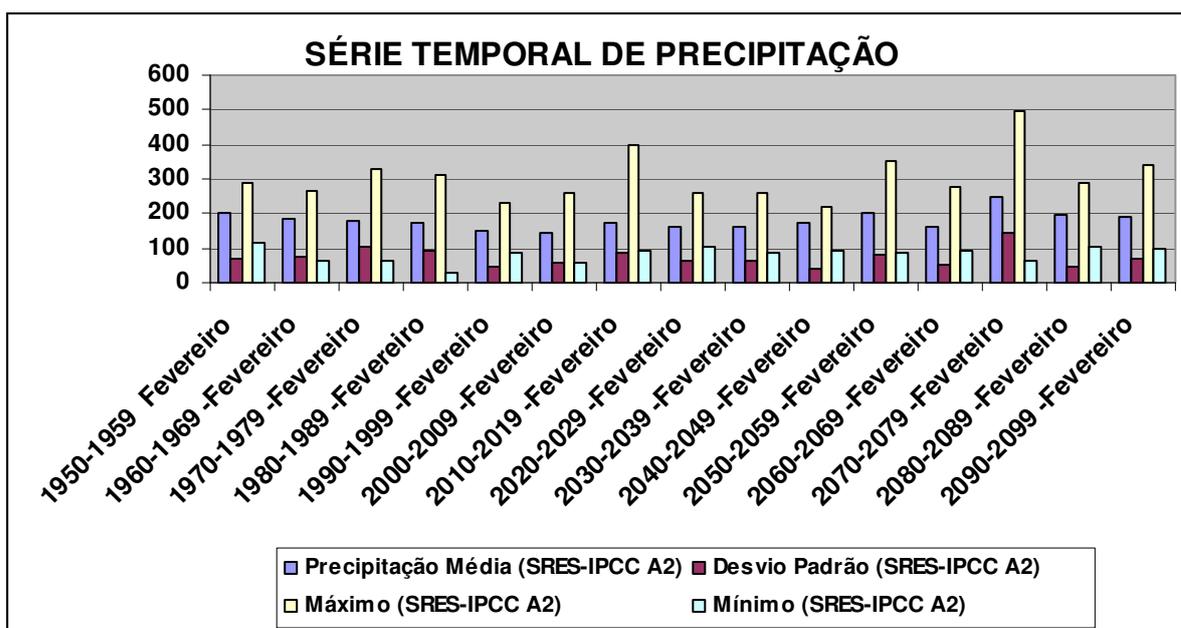


Figura A-3: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de fevereiro para o cenário A2.

TABELA A-4 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de fevereiro para o cenário B1.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)
1950-1959 - Fevereiro	200,0	67,4	291,2	114,8
1960-1969 - Fevereiro	181,8	74,4	266,8	62,6
1970-1979 - Fevereiro	180,8	102,8	330,4	65,2
1980-1989 - Fevereiro	172,2	92,5	313,2	26,6
1990-1999 - Fevereiro	129,7	42,1	183,7	72,8
2000-2009 - Fevereiro	191,6	67,3	322,0	108,8
2010-2019 - Fevereiro	222,6	101,6	371,2	103,6
2020-2029 - Fevereiro	183,1	54,3	253,7	91,0
2030-2039 - Fevereiro	145,2	54,6	221,5	53,5
2040-2049 - Fevereiro	143,7	60,2	224,6	63,0
2050-2059 - Fevereiro	194,3	68,5	282,8	80,4
2060-2069 - Fevereiro	147,5	83,4	285,6	42,1
2070-2079 - Fevereiro	189,5	98,1	403,1	67,5
2080-2089 - Fevereiro	215,5	45,4	316,4	150,4
2090-2099 - Fevereiro	216,6	109,1	392,0	47,3

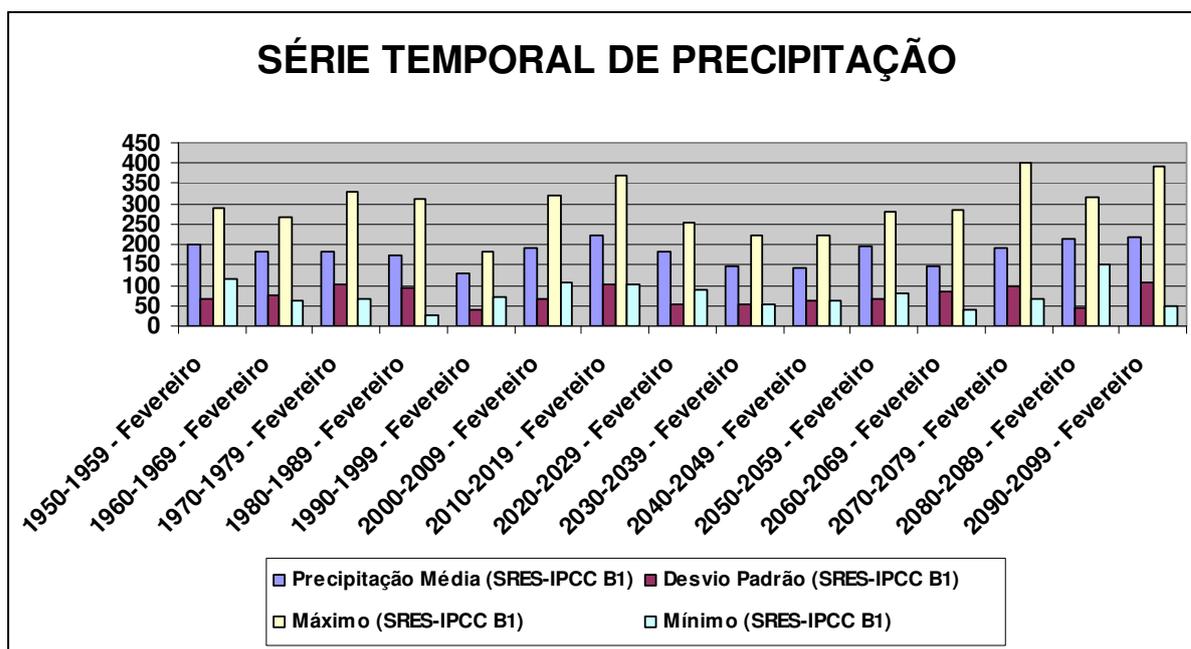


Figura A-4: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de fevereiro para o cenário B1.

As Tabelas A-5 e A-6 apresentam os valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) para a precipitação média mensal do mês de janeiro dos cenários A2 e B1, respectivamente, sendo que as respectivas séries temporais dos cenários são apresentadas nas Figuras A-5e A-6.

TABELA A-5 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de março para o cenário A2.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)
1950-1959 - Março	115,7	56,4	182,0	34,7
1960-1969 - Março	132,1	84,6	322,4	54,3
1970-1979 - Março	98,3	52,0	207,7	24,2
1980-1989 - Março	140,9	64,1	223,2	64,5
1990-1999 - Março	141,1	57,9	254,2	44,3
2000-2009 - Março	157,6	61,4	267,8	76,0
2010-2019 - Março	126,5	39,3	207,1	65,1
2020-2029 - Março	133,3	72,4	267,2	57,4
2030-2039 - Março	141,2	64,5	250,5	46,5
2040-2049 - Março	131,9	76,9	297,6	47,7
2050-2059 - Março	121,8	62,3	209,3	18,6
2060-2069 - Março	148,0	59,0	243,4	69,8
2070-2079 - Março	134,3	51,8	205,2	72,2
2080-2089 - Março	146,8	79,1	304,1	56,7
2090-2099 - Março	168,0	77,2	302,3	67,3

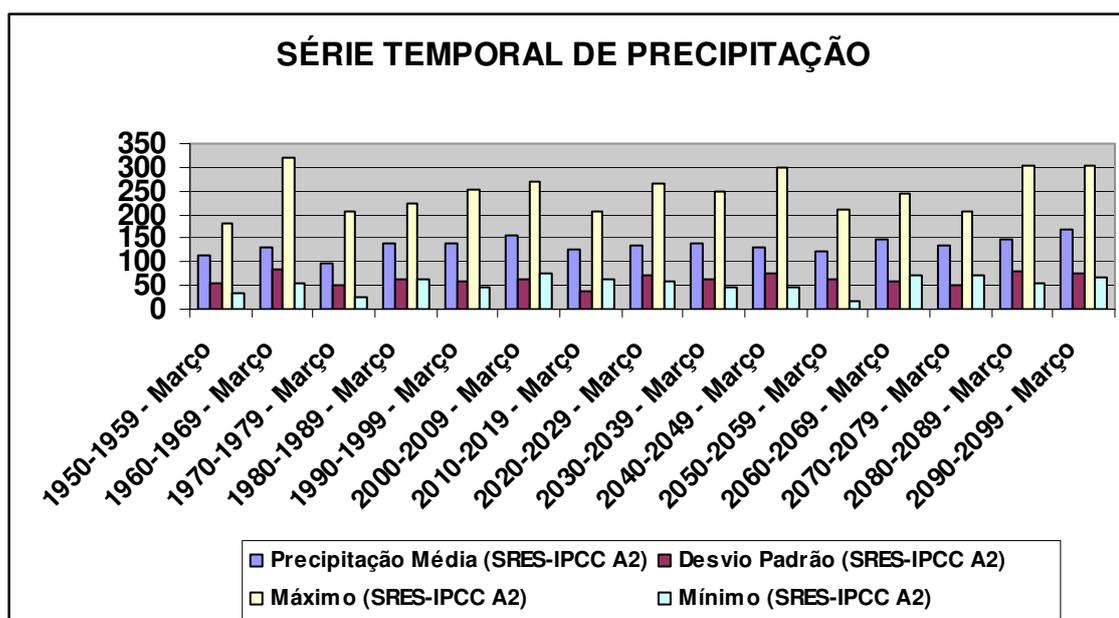


Figura A-5: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de março para o cenário A2.

TABELA A-6 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de março para o cenário B1.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)
1950-1959 - Março	115,7	56,4	182,0	34,7
1960-1969 - Março	132,1	84,6	322,4	54,3
1970-1979 - Março	98,3	52,0	207,7	24,2
1980-1989 - Março	140,9	64,1	223,2	64,5
1990-1999 - Março	127,3	64,2	270,3	56,1
2000-2009 - Março	153,5	55,2	276,8	96,7
2010-2019 - Março	101,3	50,4	170,5	10,9
2020-2029 - Março	114,9	27,5	159,3	81,8
2030-2039 - Março	112,8	49,0	176,7	34,7
2040-2049 - Março	131,3	98,8	337,9	26,4
2050-2059 - Março	175,6	109,7	412,3	40,9
2060-2069 - Março	144,2	89,7	280,9	35,3
2070-2079 - Março	94,4	41,1	178,9	32,9
2080-2089 - Março	137,2	87,0	288,0	28,8
2090-2099 - Março	133,5	49,7	227,2	67,9

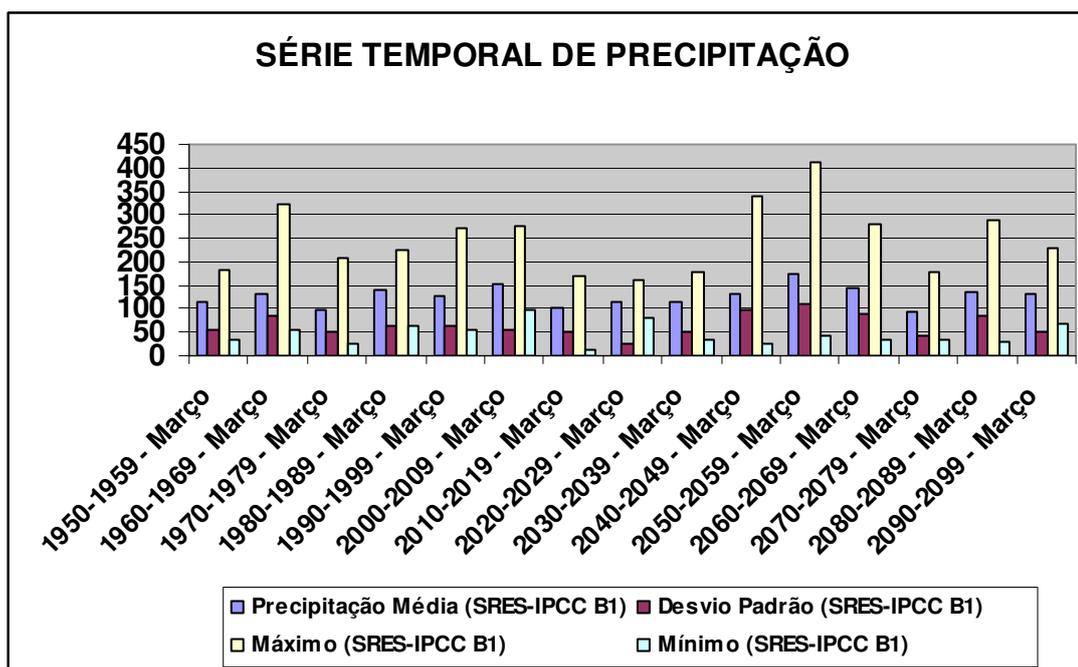


Figura A-6: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de março para o cenário B1.

As Tabelas A-7 e A-8 apresentam os valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) para a precipitação média mensal do mês de janeiro dos cenários A2 e B1, respectivamente, sendo que as respectivas séries temporais dos cenários são apresentadas nas Figuras A-7e A-8.

TABELA A-7 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de abril para o cenário A2.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)
1950-1959 - Abril	67,1	38,3	124,2	22,2
1960-1969 - Abril	62,0	37,4	117,9	0,6
1970-1979 - Abril	66,7	45,4	148,5	9,9
1980-1989 - Abril	63,5	38,6	134,1	11,1
1990-1999 - Abril	33,7	18,7	66,0	6,6
2000-2009 - Abril	54,5	52,6	150,6	8,7
2010-2019 - Abril	63,1	32,5	109,8	9,9
2020-2029 - Abril	58,7	46,7	157,5	16,2
2030-2039 - Abril	62,2	44,6	118,5	16,2
2040-2049 - Abril	46,0	34,2	121,8	2,4
2050-2059 - Abril	54,4	38,5	122,4	8,1
2060-2069 - Abril	61,4	33,1	104,7	10,5
2070-2079 - Abril	90,6	67,4	229,8	29,7
2080-2089 - Abril	50,7	48,1	144,9	3,6
2090-2099 - Abril	85,3	64,2	198,0	12,9

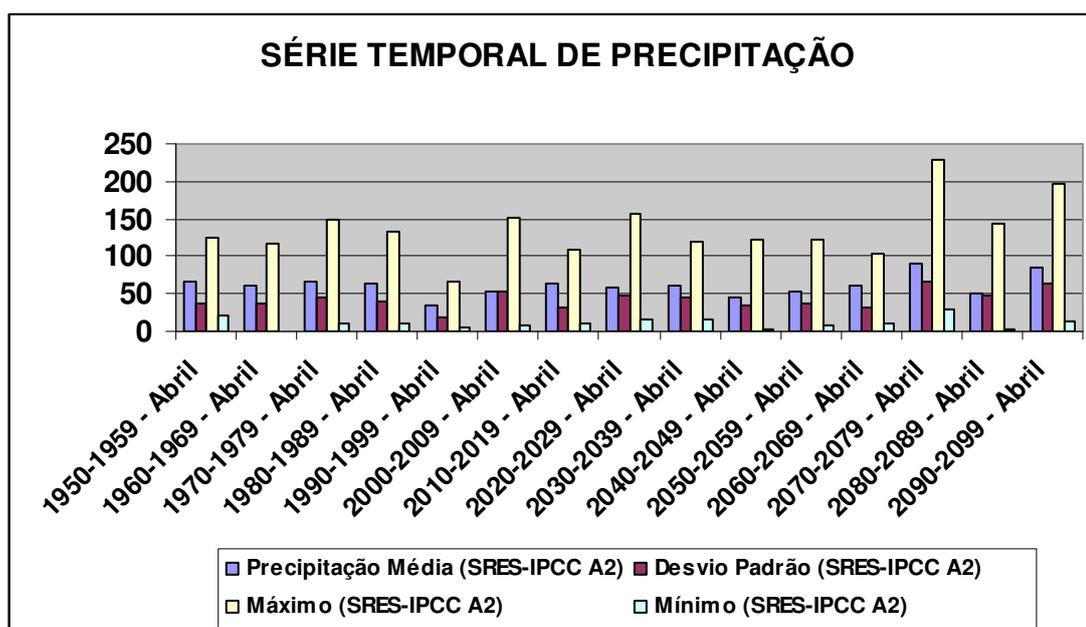


Figura A-7: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de abril para o cenário A2.

TABELA A-8 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de abril para o cenário B1.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)
1950-1959 - Abril	67,1	38,3	124,2	22,2
1960-1969 - Abril	62,0	37,4	117,9	0,6
1970-1979 - Abril	66,7	45,4	148,5	9,9
1980-1989 - Abril	63,5	38,6	134,1	11,1
1990-1999 - Abril	65,7	40,2	142,5	21,6
2000-2009 - Abril	46,1	27,5	91,8	13,5
2010-2019 - Abril	36,4	19,7	69,9	11,7
2020-2029 - Abril	53,3	24,1	90,0	15,0
2030-2039 - Abril	52,6	36,6	113,7	8,7
2040-2049 - Abril	47,9	26,0	87,0	14,7
2050-2059 - Abril	56,9	41,9	144,3	14,1
2060-2069 - Abril	43,0	25,1	76,8	11,7
2070-2079 - Abril	56,7	37,8	114,3	6,0
2080-2089 - Abril	62,0	23,9	109,2	24,3
2090-2099 - Abril	55,8	25,6	106,2	25,5

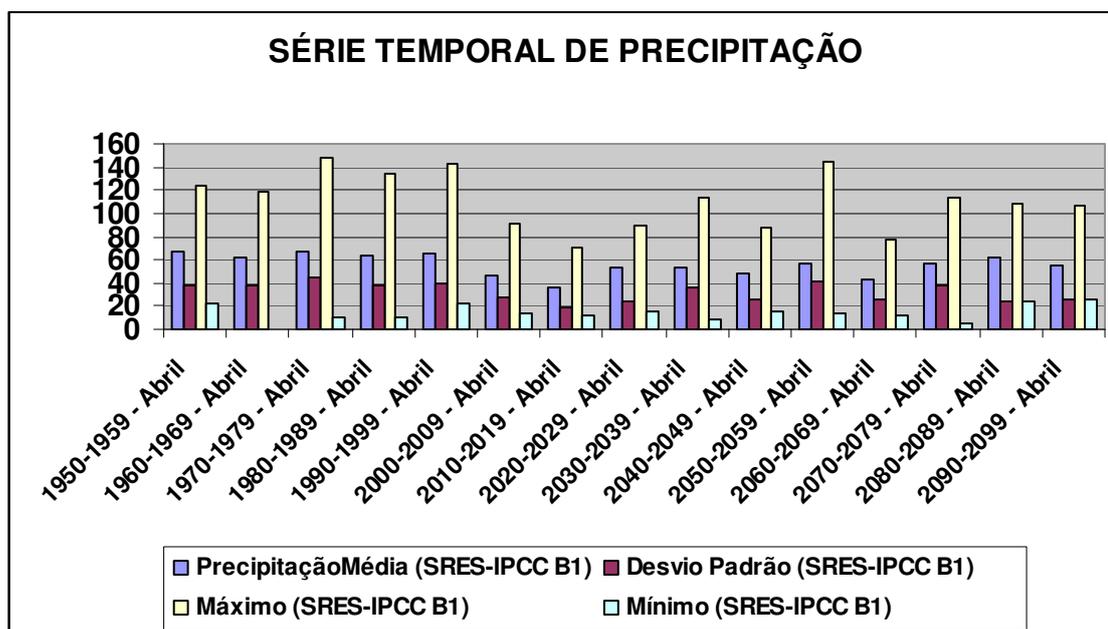


Figura A-8: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de abril para o cenário B1.

As Tabelas A-9 e A-10 apresentam os valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) para a precipitação média mensal do mês de janeiro dos cenários A2 e B1, respectivamente, sendo que as respectivas séries temporais dos cenários são apresentadas nas Figuras A-9 e A-10.

TABELA A-9 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de maio para o cenário A2.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)
1950-1959 - Maio	27,2	13,0	46,5	6,2
1960-1969 - Maio	29,0	30,7	98,6	0,0
1970-1979 - Maio	18,4	14,1	49,0	4,3
1980-1989 - Maio	13,8	7,3	27,3	6,2
1990-1999 - Maio	18,6	13,6	47,7	7,4
2000-2009 - Maio	10,9	7,9	27,0	2,5
2010-2019 - Maio	25,0	18,3	59,2	5,0
2020-2029 - Maio	21,7	28,1	99,8	5,3
2030-2039 - Maio	31,3	46,7	151,9	3,1
2040-2049 - Maio	25,9	15,5	60,5	5,6
2050-2059 - Maio	16,0	11,8	43,7	4,3
2060-2069 - Maio	30,5	33,5	100,1	2,5
2070-2079 - Maio	29,2	31,9	107,0	1,2
2080-2089 - Maio	17,7	10,4	32,2	1,6
2090-2099 - Maio	42,3	30,9	99,2	14,3

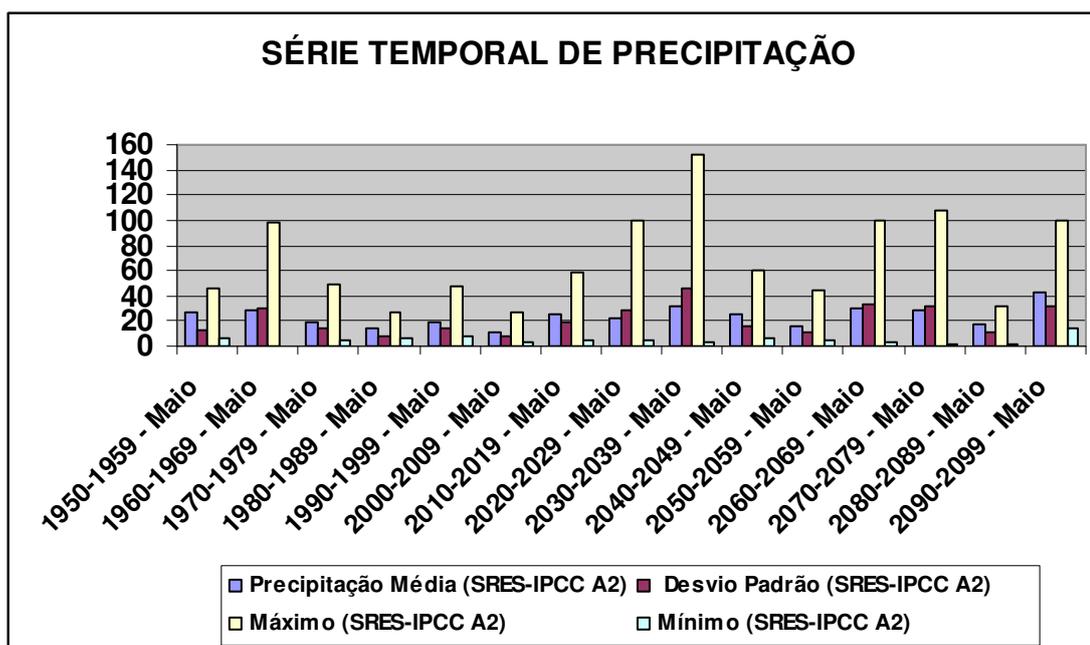


Figura A-9: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de maio para o cenário A2.

TABELA A-10 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de maio para o cenário B1.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)
1950-1959 Maio	27,2	13,0	46,5	6,2
1960-1969 Maio	29,0	30,7	98,6	0,0
1970-1979 Maio	18,4	14,1	49,0	4,3
1980-1989 - Maio	13,8	7,3	27,3	6,2
1990-1999 - Maio	15,4	12,2	42,5	6,8
2000-2009 - Maio	18,8	20,8	75,3	2,8
2010-2019 - Maio	20,2	8,7	32,2	7,4
2020-2029 - Maio	35,9	29,5	90,2	3,7
2030-2039 - Maio	25,7	16,0	56,7	2,5
2040-2049 - Maio	25,3	23,7	60,5	5,6
2050-2059 - Maio	16,1	8,6	27,6	3,4
2060-2069 - Maio	38,7	34,0	127,7	9,6
2070-2079 - Maio	21,7	18,3	58,0	1,2
2080-2089 - Maio	37,0	50,3	153,8	0,3
2090-2099 - Maio	29,9	24,6	76,0	3,7

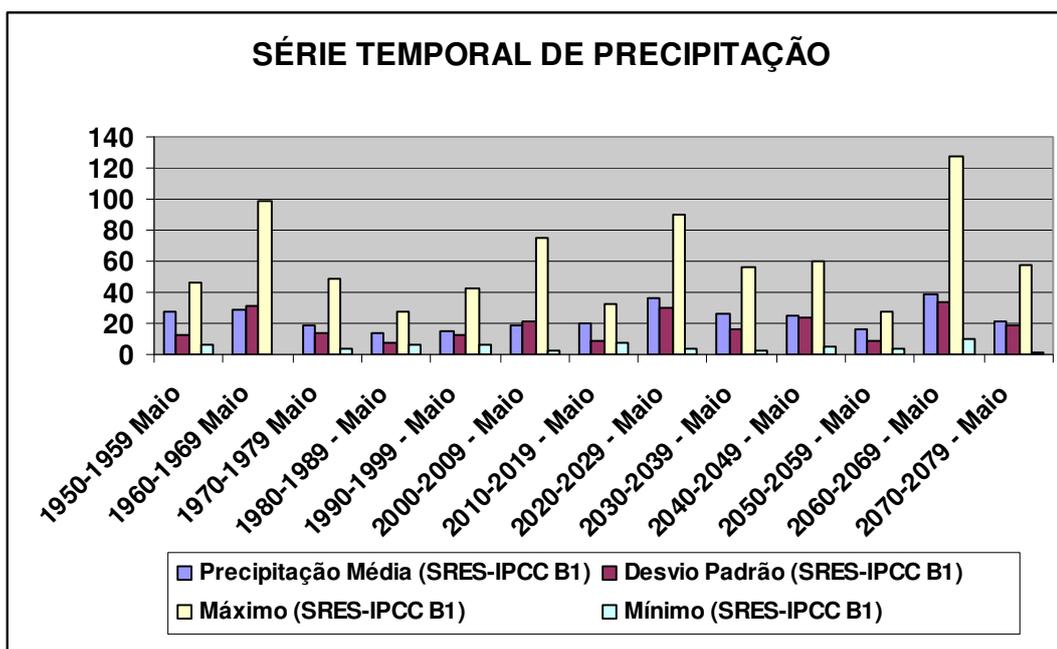


Figura A-10: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de maio para o cenário B1.

As Tabelas A-11 e A-12 apresentam os valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) para a precipitação média mensal do mês de janeiro dos cenários A2 e B1, respectivamente, sendo que as respectivas séries temporais dos cenários são apresentadas nas Figuras A-11 e A-12.

TABELA A-11 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de junho para o cenário A2.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)
1950-1959 - Junho	22,7	19,2	67,5	6,0
1960-1969 - Junho	14,6	6,5	25,2	6,0
1970-1979 - Junho	13,4	6,8	23,7	3,6
1980-1989 - Junho	17,8	13,8	44,7	5,1
1990-1999 - Junho	15,3	14,1	41,1	0,0
2000-2009 - Junho	20,0	11,3	38,7	4,2
2010-2019 - Junho	20,0	15,9	52,5	3,6
2020-2029 - Junho	10,6	16,7	56,7	1,2
2030-2039 - Junho	26,1	36,1	119,7	0,9
2040-2049 - Junho	10,5	8,3	22,5	1,2
2050-2059 - Junho	18,4	21,5	65,7	0,9
2060-2069 - Junho	38,3	51,8	142,5	1,2
2070-2079 - Junho	10,2	5,1	17,1	2,7
2080-2089 - Junho	16,2	13,6	45,6	2,1
2090-2099 - Junho	20,4	24,1	84,0	0,0

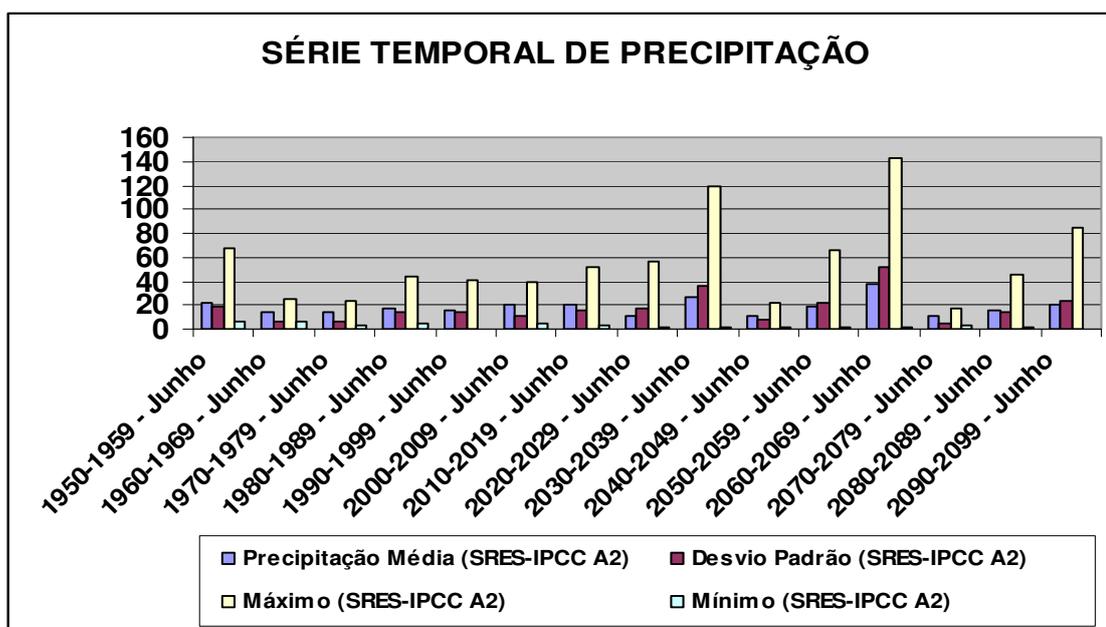


Figura A-11: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de junho para o cenário A2.

TABELA A-12 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de junho para o cenário B1.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)
1950-1959 - Junho	22,7	19,2	67,5	6,0
1960-1969 - Junho	14,6	6,5	25,2	6,0
1970-1979 - Junho	13,4	6,8	23,7	3,6
1980-1989 - Junho	17,8	13,8	44,7	5,1
1990-1999 - Junho	16,5	18,1	57,3	0,9
2000-2009 - Junho	11,7	8,7	30,9	4,2
2010-2019 - Junho	15,0	14,9	51,0	3,3
2020-2029 - Junho	15,8	7,9	27,6	8,1
2030-2039 - Junho	11,2	8,7	27,3	1,5
2040-2049 - Junho	13,6	7,2	24,3	6,0
2050-2059 - Junho	14,6	10,8	36,6	1,2
2060-2069 - Junho	10,2	4,3	18,6	4,2
2070-2079 - Junho	31,7	33,1	84,9	2,1
2080-2089 - Junho	16,1	15,7	48,9	0,0
2090-2099 - Junho	11,3	16,2	54,3	0,6

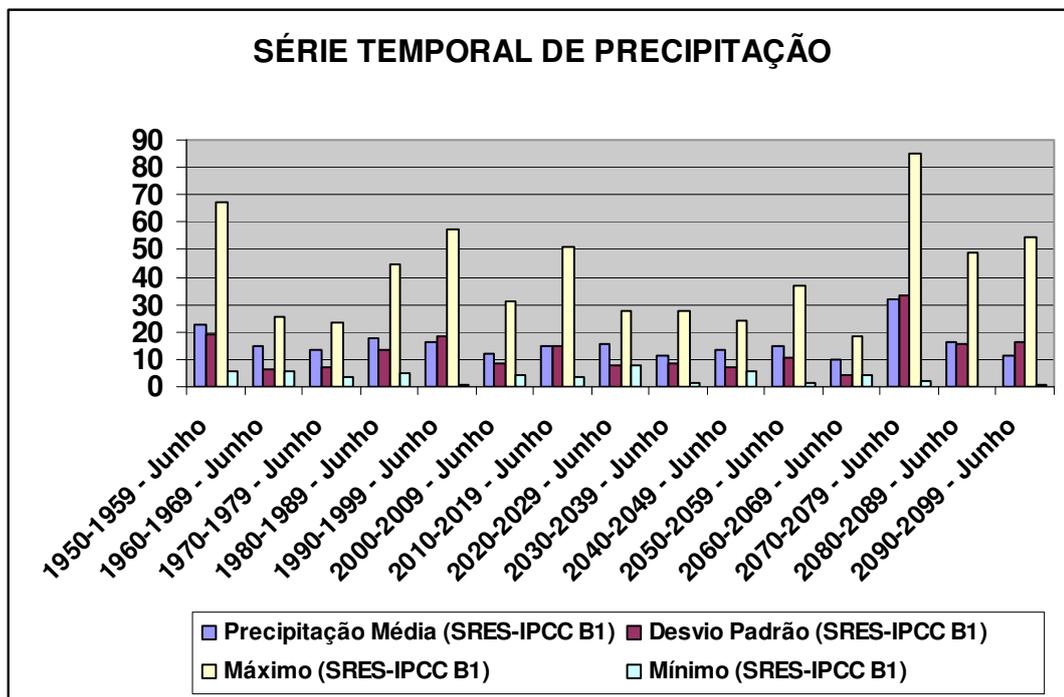


Figura A-12: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de junho para o cenário B1.

As Tabelas A-13 e A-14 apresentam os valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) para a precipitação média mensal do mês de janeiro dos cenários A2 e B1, respectivamente, sendo que as respectivas séries temporais dos cenários são apresentadas nas Figuras A-13 e A-14.

TABELA A-13 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de julho para o cenário A2.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)
1950-1959 - Julho	13,3	10,0	28,2	2,5
1960-1969 - Julho	20,4	22,6	63,2	3,7
1970-1979 - Julho	18,2	22,2	73,5	0,9
1980-1989 - Julho	16,7	15,9	52,1	0,0
1990-1999 - Julho	18,3	14,5	40,6	0,6
2000-2009 - Julho	18,6	14,1	42,2	2,5
2010-2019 - Julho	23,8	21,4	54,9	1,6
2020-2029 - Julho	14,1	6,7	24,5	4,3
2030-2039 - Julho	13,6	14,6	44,0	1,6
2040-2049 - Julho	16,4	19,1	60,5	0,6
2050-2059 - Julho	10,0	10,4	28,8	0,0
2060-2069 - Julho	26,2	31,4	83,7	0,0
2070-2079 - Julho	13,1	13,9	48,7	0,3
2080-2089 - Julho	32,9	42,9	129,0	0,9
2090-2099 - Julho	38,3	62,1	206,5	2,2

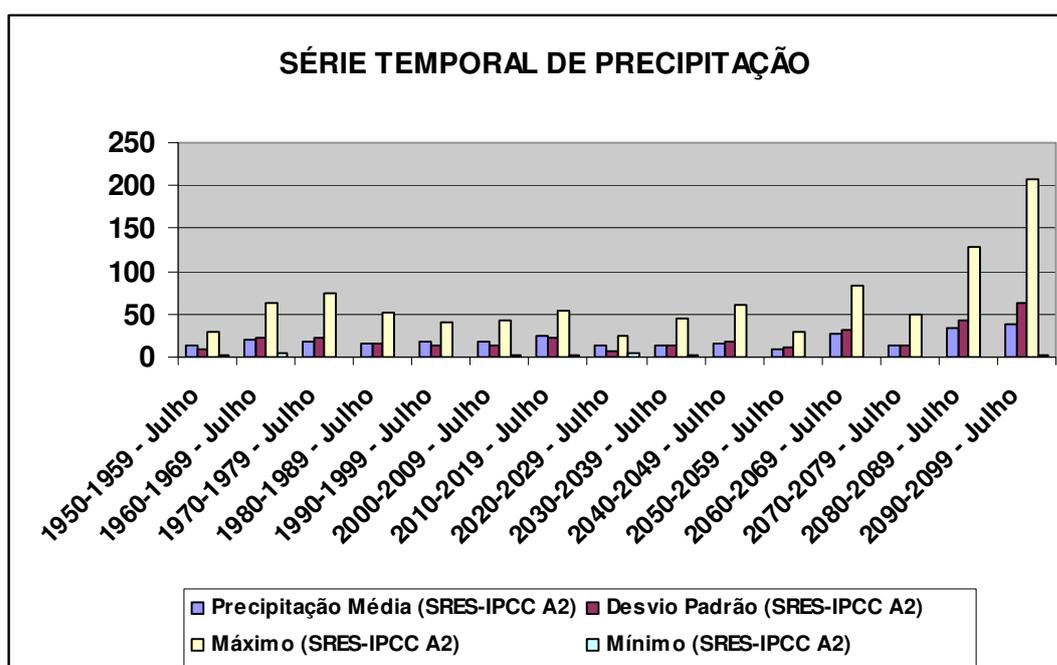


Figura A-13: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de julho para o cenário A2.

TABELA A-14 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de julho para o cenário B1.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)
1950-1959 - Julho	13,3	10,0	28,2	2,5
1960-1969 - Julho	20,4	22,6	63,2	3,7
1970-1979 - Julho	18,2	22,2	73,5	0,9
1980-1989 - Julho	16,7	15,9	52,1	0,0
1990-1999 - Julho	12,2	9,9	31,6	0,0
2000-2009 - Julho	20,4	18,3	63,2	2,5
2010-2019 - Julho	9,8	8,4	23,3	0,0
2020-2029 - Julho	22,4	27,4	79,4	2,8
2030-2039 - Julho	19,3	11,6	43,7	4,0
2040-2049 - Julho	23,2	37,1	126,2	0,3
2050-2059 - Julho	5,3	5,1	16,7	0,0
2060-2069 - Julho	16,3	8,6	30,1	1,2
2070-2079 - Julho	16,8	14,8	40,6	1,2
2080-2089 - Julho	24,4	44,2	141,7	1,2
2090-2099 - Julho	16,9	17,4	57,4	0,9

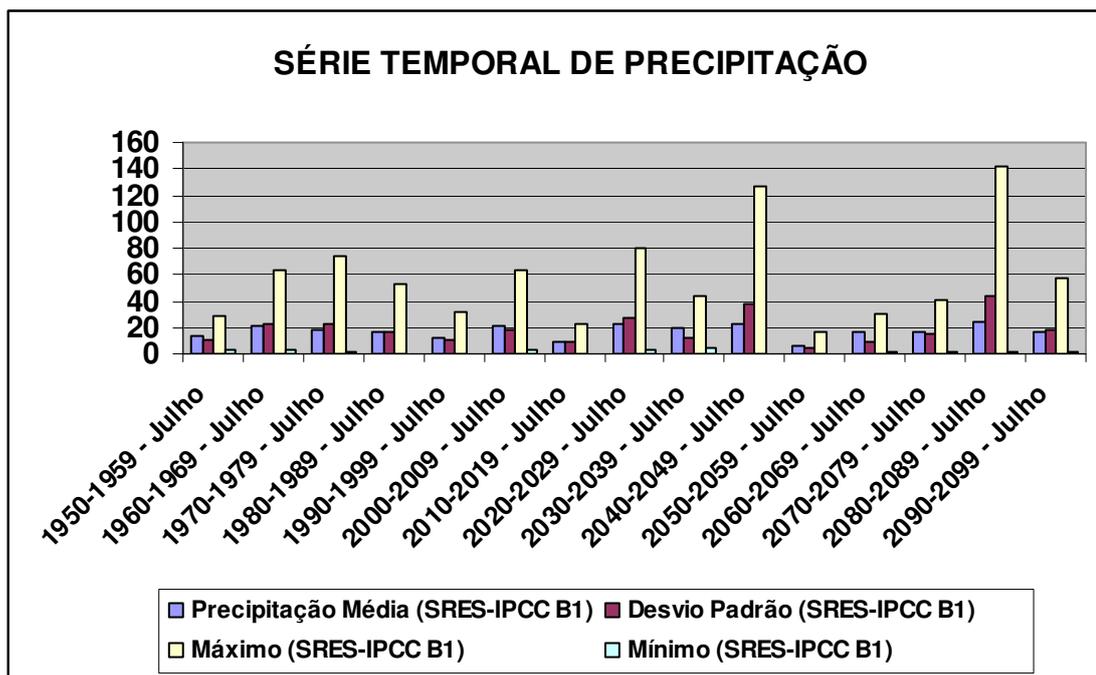


Figura A-14: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de julho para o cenário B1.

As Tabelas A-15 e A-16 apresentam os valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) para a precipitação média mensal do mês de janeiro dos cenários A2 e B1, respectivamente, sendo que as respectivas séries temporais dos cenários são apresentadas nas Figuras A-15 e A-16.

TABELA A-15 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de agosto para o cenário A2.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)
1950-1959 - Agosto	58,7	52,2	159,9	8,1
1960-1969 - Agosto	66,2	59,7	177,3	3,0
1970-1979 - Agosto	51,4	46,2	138,6	3,0
1980-1989 - Agosto	35,9	30,4	86,1	4,2
1990-1999 - Agosto	35,0	25,4	75,0	0,0
2000-2009 - Agosto	30,8	25,5	80,4	2,4
2010-2019 - Agosto	47,4	27,1	96,6	9,9
2020-2029 - Agosto	53,9	41,2	131,4	4,8
2030-2039 - Agosto	37,0	31,3	98,7	2,4
2040-2049 - Agosto	54,7	46,3	133,5	1,2
2050-2059 - Agosto	36,5	43,4	135,0	0,0
2060-2069 - Agosto	47,4	30,7	120,6	12,0
2070-2079 - Agosto	30,6	27,1	77,4	5,7
2080-2089 - Agosto	50,6	66,0	205,8	3,6
2090-2099 - Agosto	29,9	18,3	70,5	4,8

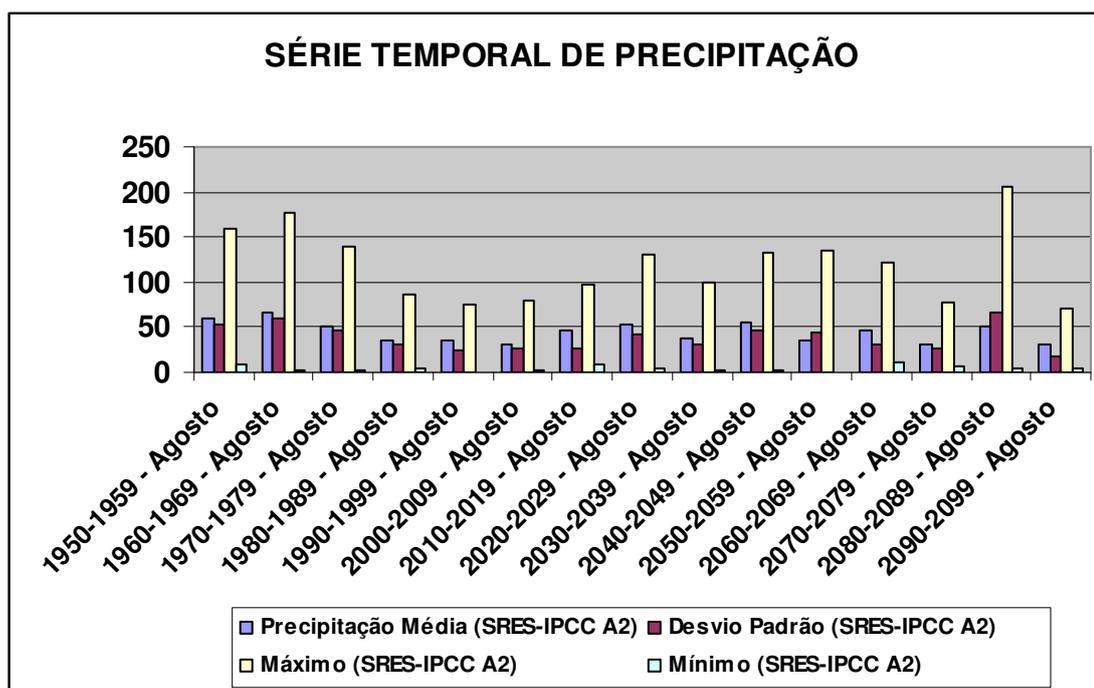


Figura A-15: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de agosto para o cenário A2.

TABELA A-16- Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de agosto para o cenário B1.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)
1950-1959 - Agosto	58,7	52,2	159,9	8,1
1960-1969 - Agosto	66,2	59,7	177,3	3,0
1970-1979 - Agosto	51,4	46,2	138,6	3,0
1980-1989 - Agosto	35,9	30,4	86,1	4,2
1990-1999 - Agosto	47,8	42,9	122,1	7,5
2000-2009 - Agosto	43,9	31,6	89,7	7,2
2010-2019 - Agosto	29,3	20,7	69,3	3,6
2020-2029 - Agosto	29,1	19,2	60,0	0,0
2030-2039 - Agosto	30,8	21,6	69,3	3,0
2040-2049 - Agosto	44,8	45,9	127,5	5,4
2050-2059 - Agosto	13,4	9,7	36,0	3,6
2060-2069 - Agosto	42,3	19,1	62,7	1,2
2070-2079 - Agosto	42,3	61,3	202,2	3,9
2080-2089 - Agosto	31,8	40,4	125,4	2,4
2090-2099 - Agosto	35,0	31,9	90,6	1,8

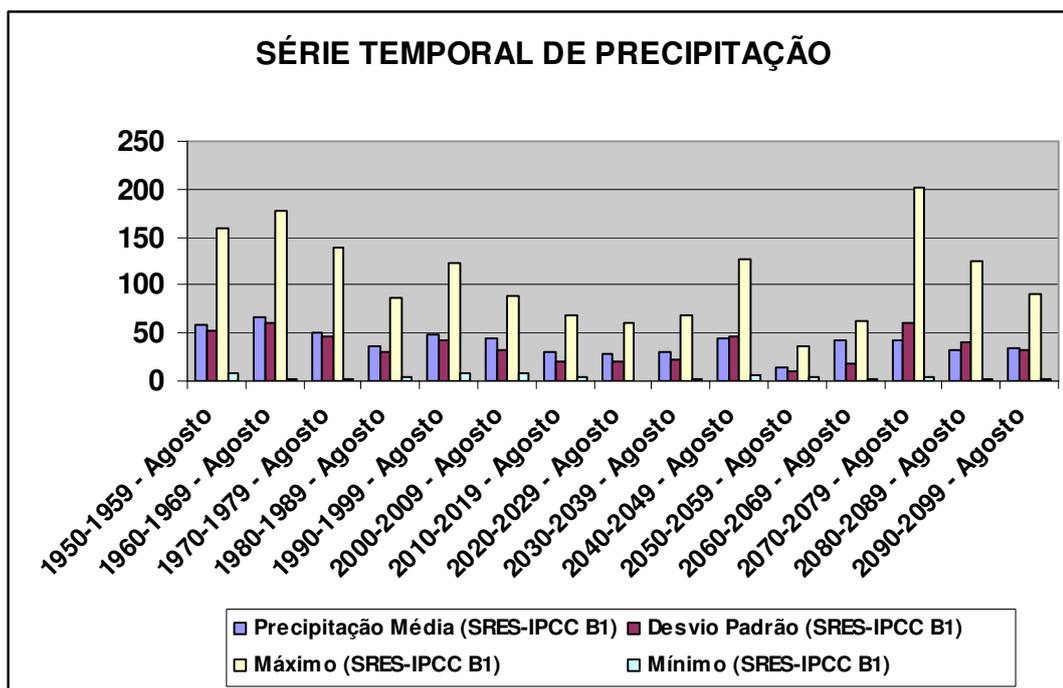


Figura A-16: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de agosto para o cenário B1.

As Tabelas A-17 e A-18 apresentam os valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) para a precipitação média mensal do mês de janeiro dos cenários A2 e B1, respectivamente, sendo que as respectivas séries temporais dos cenários são apresentadas nas Figuras A-17 e A-18.

TABELA A-17 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de setembro para o cenário A2.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)
1950-1959 - Setembro	130,1	70,3	273,1	40,0
1960-1969 - Setembro	123,3	87,3	248,0	1,2
1970-1979 - Setembro	150,0	65,7	298,2	68,8
1980-1989 - Setembro	135,1	59,8	225,1	60,1
1990-1999 - Setembro	154,0	75,4	286,8	54,3
2000-2009 - Setembro	124,5	64,0	213,6	28,5
2010-2019 - Setembro	203,0	75,4	291,7	100,4
2020-2029 - Setembro	145,3	84,8	260,7	34,7
2030-2039 - Setembro	145,3	104,3	334,8	32,6
2040-2049 - Setembro	134,0	72,0	232,8	33,2
2050-2059 - Setembro	131,6	104,5	322,4	2,5
2060-2069 - Setembro	91,0	65,5	194,4	11,5
2070-2079 - Setembro	98,0	46,7	168,0	27,6
2080-2089 - Setembro	121,0	85,3	273,7	18,6
2090-2099 - Setembro	174,7	124,3	458,8	25,7

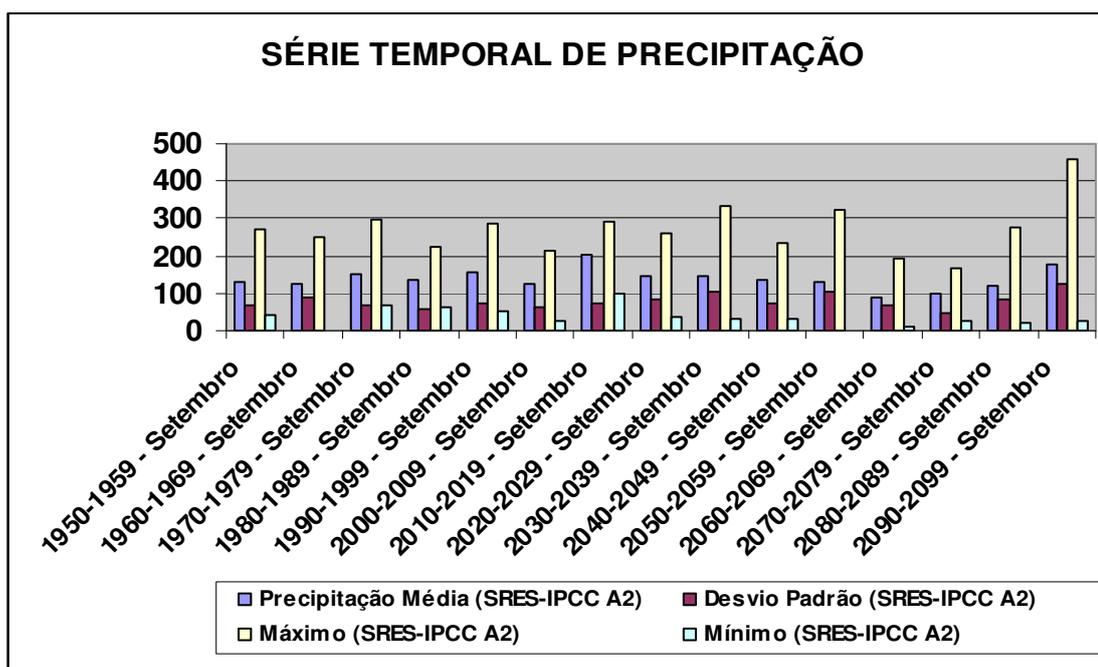


Figura A-17: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de setembro para o cenário A2.

TABELA A-18- Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de setembro para o cenário B1.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCCB1)	(SRES-IPCCB1)	(SRES-IPCCB1)
1950-1959 - Setembro	130,1	70,3	273,1	40,0
1960-1969 - Setembro	123,3	87,3	248,0	1,2
1970-1979 - Setembro	150,0	65,7	298,2	68,8
1980-1989 - Setembro	135,1	59,8	225,1	60,1
1990-1999 - Setembro	189,1	88,7	353,4	81,2
2000-2009 - Setembro	153,9	62,6	247,7	65,7
2010-2019 - Setembro	131,9	65,1	245,2	49,0
2020-2029 - Setembro	113,1	71,0	252,3	22,9
2030-2039 - Setembro	147,9	70,2	258,2	31,0
2040-2049 - Setembro	142,4	100,8	319,3	27,6
2050-2059 - Setembro	93,5	83,5	288,0	17,4
2060-2069 - Setembro	86,1	65,4	171,1	2,5
2070-2079 - Setembro	152,1	41,1	205,2	76,6
2080-2089 - Setembro	141,8	38,4	229,1	101,4
2090-2099 - Setembro	108,0	63,2	210,5	18,6

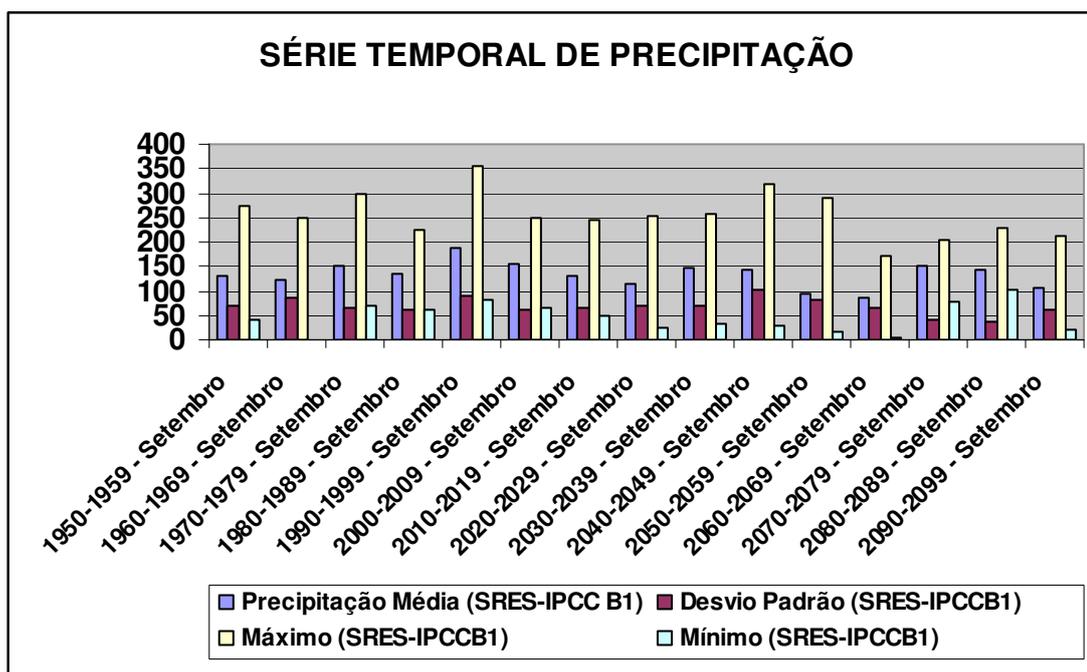


Figura A-18: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de setembro para o cenário B1.

As Tabelas A-19 e A-20 apresentam os valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) para a precipitação média mensal do mês de janeiro dos cenários A2 e B1, respectivamente, sendo que as respectivas séries temporais dos cenários são apresentadas nas Figuras A-19 e A-20.

TABELA A-19 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de outubro para o cenário A2.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)
1950-1959 - Outubro	228,2	74,6	399,0	113,4
1960-1969 - Outubro	201,1	71,9	295,2	123,0
1970-1979 - Outubro	236,4	64,9	363,0	175,8
1980-1989 - Outubro	246,7	60,6	321,0	156,0
1990-1999 - Outubro	234,3	71,8	396,0	114,3
2000-2009 - Outubro	257,3	52,5	312,0	170,4
2010-2019 - Outubro	274,7	107,4	441,0	134,1
2020-2029 - Outubro	272,6	57,2	354,0	191,4
2030-2039 - Outubro	252,8	94,4	432,0	147,3
2040-2049 - Outubro	312,3	88,1	441,0	207,3
2050-2059 - Outubro	247,4	65,8	321,0	143,7
2060-2069 - Outubro	230,7	88,9	390,0	100,2
2070-2079 - Outubro	253,5	77,1	429,0	162,3
2080-2089 - Outubro	241,1	104,3	375,0	84,9
2090-2099 - Outubro	246,8	116,7	447,0	111,6

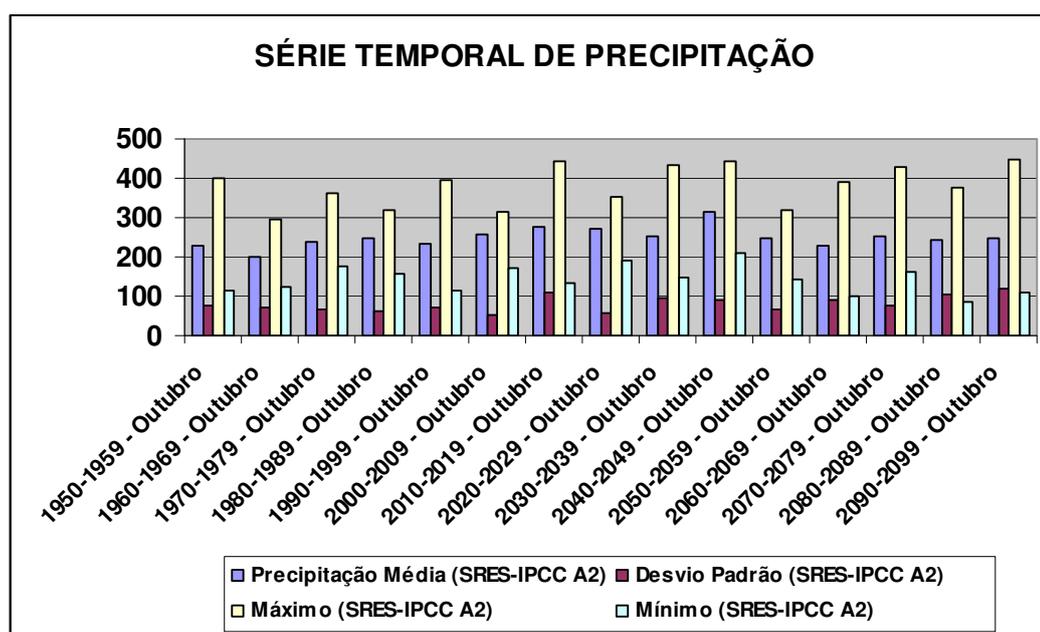


Figura A-19: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de outubro para o cenário A2.

TABELA A-20- Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de outubro para o cenário B1.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)
1950-1959 - Outubro	228,2	74,6	399,0	113,4
1960-1969 - Outubro	201,1	71,9	295,2	123,0
1970-1979 - Outubro	236,4	64,9	363,0	175,8
1980-1989 - Outubro	246,7	60,6	321,0	156,0
1990-1999 - Outubro	246,6	107,8	510,0	84,9
2000-2009 - Outubro	229,6	75,2	321,0	140,7
2010-2019 - Outubro	265,1	74,5	384,0	186,3
2020-2029 - Outubro	192,7	106,4	369,0	50,4
2030-2039 - Outubro	242,8	92,6	369,0	123,6
2040-2049 - Outubro	247,2	36,2	315,0	183,6
2050-2059 - Outubro	236,9	51,8	330,0	180,0
2060-2069 - Outubro	223,2	69,3	327,0	146,1
2070-2079 - Outubro	277,9	99,0	462,0	125,7
2080-2089 - Outubro	260,4	116,0	438,0	89,1
2090-2099 - Outubro	227,5	73,6	342,0	102,9

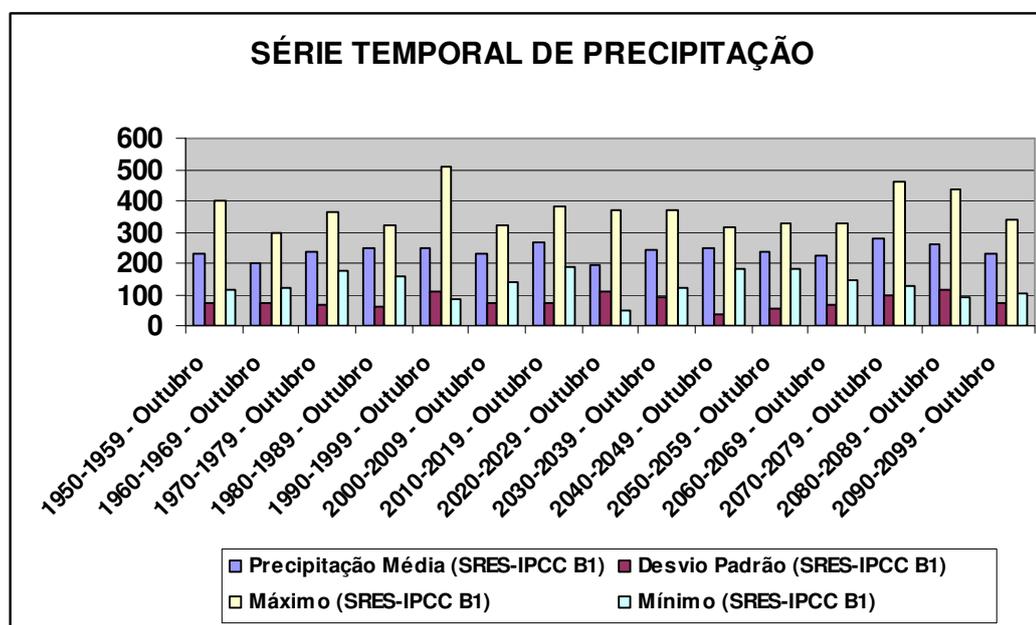


Figura A-20: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de outubro para o cenário B1.

As Tabelas A-21 e A-22 apresentam os valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) para a precipitação média mensal do mês de janeiro dos cenários A2 e B1, respectivamente, sendo que as respectivas séries temporais dos cenários são apresentadas nas Figuras A-21 e A-22.

TABELA A-21 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de novembro para o cenário A2.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)
1950-1959 - Novembro	275,6	81,7	427,8	165,2
1960-1969 - Novembro	215,9	79,0	356,5	98,0
1970-1979 - Novembro	235,8	87,5	368,9	130,2
1980-1989 - Novembro	251,7	76,1	381,3	151,6
1990-1999 - Novembro	273,0	98,9	434,0	136,7
2000-2009 - Novembro	319,8	53,1	434,0	250,5
2010-2019 - Novembro	299,6	48,1	375,1	200,6
2020-2029 - Novembro	329,6	91,8	483,6	232,2
2030-2039 - Novembro	277,0	75,7	440,2	197,2
2040-2049 - Novembro	284,7	103,6	461,9	164,6
2050-2059 - Novembro	330,7	98,4	477,4	192,8
2060-2069 - Novembro	307,3	89,8	492,9	170,5
2070-2079 - Novembro	286,2	72,9	421,6	168,3
2080-2089 - Novembro	328,2	68,2	434,0	217,0
2090-2099 - Novembro	301,0	94,4	465,0	159,7

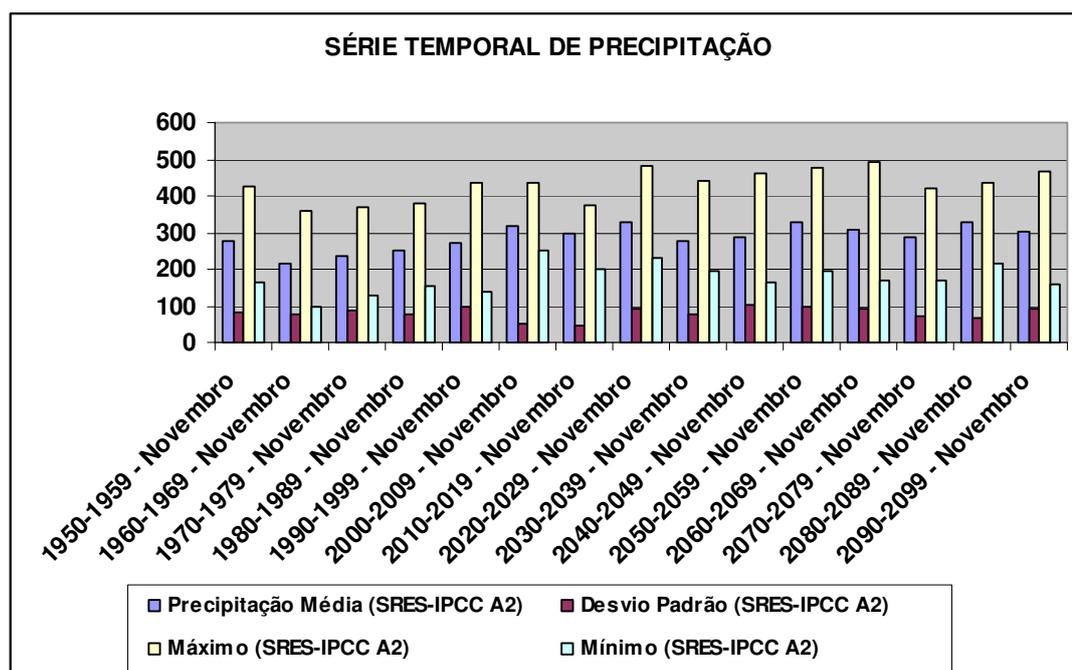


Figura A-21: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de novembro para o cenário A2.

TABELA A-22- Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de novembro para o cenário B1.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)
1950-1959 - Novembro	275,6	81,7	427,8	165,2
1960-1969 - Novembro	215,9	79,0	356,5	98,0
1970-1979 - Novembro	235,8	87,5	368,9	130,2
1980-1989 - Novembro	251,7	76,1	381,3	151,6
1990-1999 - Novembro	299,9	47,1	362,7	213,6
2000-2009 - Novembro	255,8	94,4	365,8	118,7
2010-2019 - Novembro	255,4	81,1	403,0	130,2
2020-2029 - Novembro	278,3	109,0	446,4	61,1
2030-2039 - Novembro	236,2	80,7	399,9	129,0
2040-2049 - Novembro	307,0	133,4	601,4	135,5
2050-2059 - Novembro	334,4	101,0	517,7	228,5
2060-2069 - Novembro	373,4	84,1	539,4	276,8
2070-2079 - Novembro	325,2	91,9	539,4	234,1
2080-2089 - Novembro	339,2	127,2	542,5	149,7
2090-2099 - Novembro	339,9	139,1	669,6	128,7

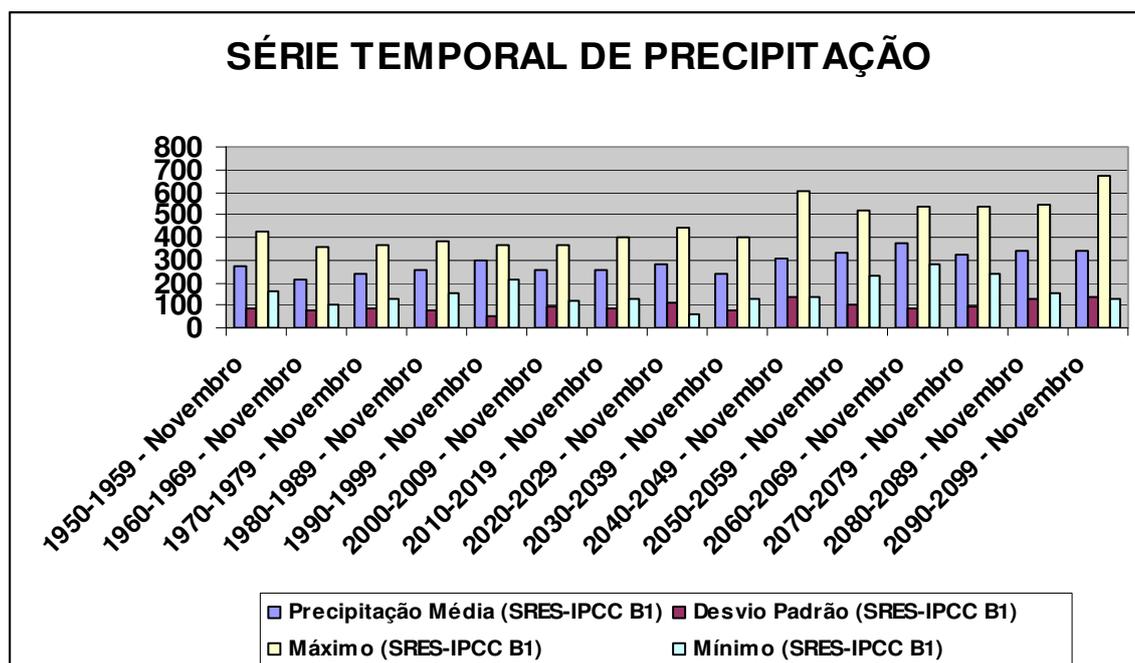


Figura A-22: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação mensal para o mês de novembro para o cenário B1.

As Tabelas A-23 e A-24 apresentam os valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) para a precipitação média mensal do mês de janeiro dos cenários A2 e B1, respectivamente, sendo que as respectivas séries temporais dos cenários são apresentadas nas Figuras A-23 e A-24.

TABELA A-23 - Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de dezembro para o cenário A2.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)	(SRES-IPCC A2)
1950-1959 - Dezembro	236,6	64,8	309,0	133,5
1960-1969 - Dezembro	249,7	93,3	402,0	71,7
1970-1979 - Dezembro	300,7	58,5	408,0	236,7
1980-1989 - Dezembro	249,0	62,2	345,0	165,9
1990-1999 - Dezembro	209,1	100,2	420,0	65,4
2000-2009 - Dezembro	243,2	76,2	348,0	102,3
2010-2019 - Dezembro	255,9	61,4	351,0	168,6
2020-2029 - Dezembro	282,0	127,3	510,0	181,2
2030-2039 - Dezembro	267,9	85,7	453,0	183,6
2040-2049 - Dezembro	239,0	91,8	462,0	148,2
2050-2059 - Dezembro	301,9	126,5	531,0	147,3
2060-2069 - Dezembro	308,2	121,6	540,0	135,0
2070-2079 - Dezembro	367,5	107,3	510,0	170,7
2080-2089 - Dezembro	341,7	81,3	498,0	175,5
2090-2099 - Dezembro	274,7	49,9	357,0	210,0

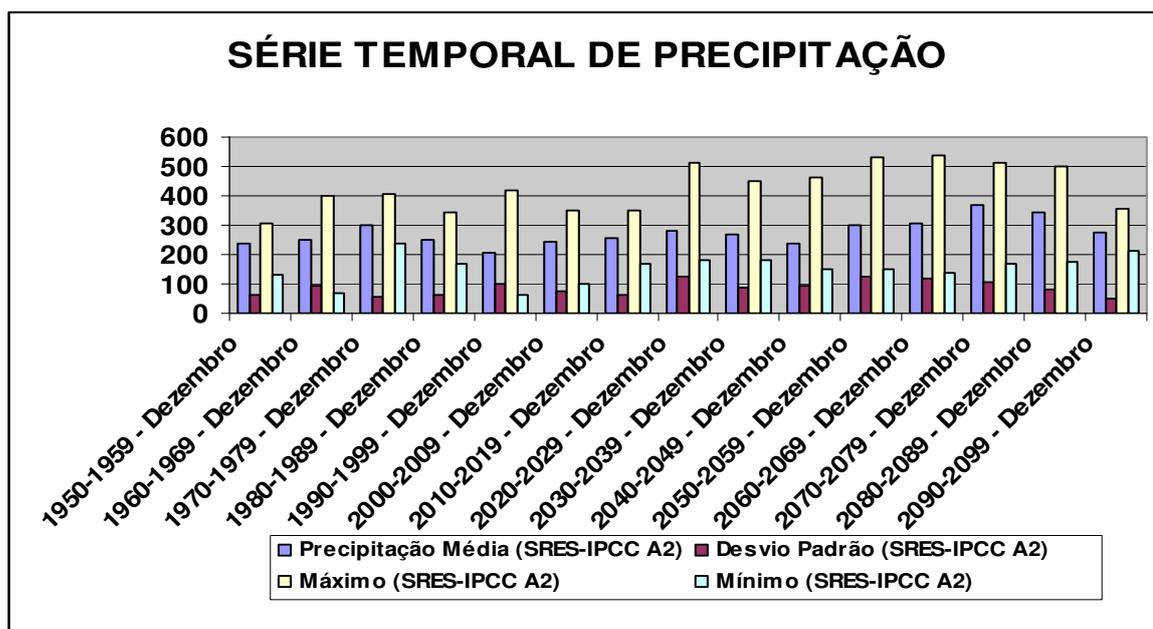


Figura A-23: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de dezembro para o cenário A2.

TABELA A-24- Valores estatísticos (média, desvio-padrão, máximo e mínimo) para a precipitação do mês de dezembro para o cenário B1.

Anos	Precipitação Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)	(SRES-IPCC B1)
1950-1959 - Dezembro	236,6	64,8	309,0	133,5
1960-1969 - Dezembro	249,7	93,3	402,0	71,7
1970-1979 - Dezembro	300,7	58,5	408,0	236,7
1980-1989 - Dezembro	249,0	62,2	345,0	165,9
1990-1999 - Dezembro	280,0	59,2	354,0	161,1
2000-2009 - Dezembro	255,2	104,2	420,0	111,0
2010-2019 - Dezembro	266,9	60,8	354,0	172,2
2020-2029 - Dezembro	251,0	69,2	393,0	150,0
2030-2039 - Dezembro	319,1	108,4	492,0	168,9
2040-2049 - Dezembro	253,6	80,2	378,0	117,0
2050-2059 - Dezembro	249,0	100,9	423,0	106,2
2060-2069 - Dezembro	313,2	175,6	744,0	144,6
2070-2079 - Dezembro	314,7	100,0	477,0	138,3
2080-2089 - Dezembro	243,7	106,5	423,0	131,1
2090-2099 - Dezembro	322,5	95,3	459,0	120,0

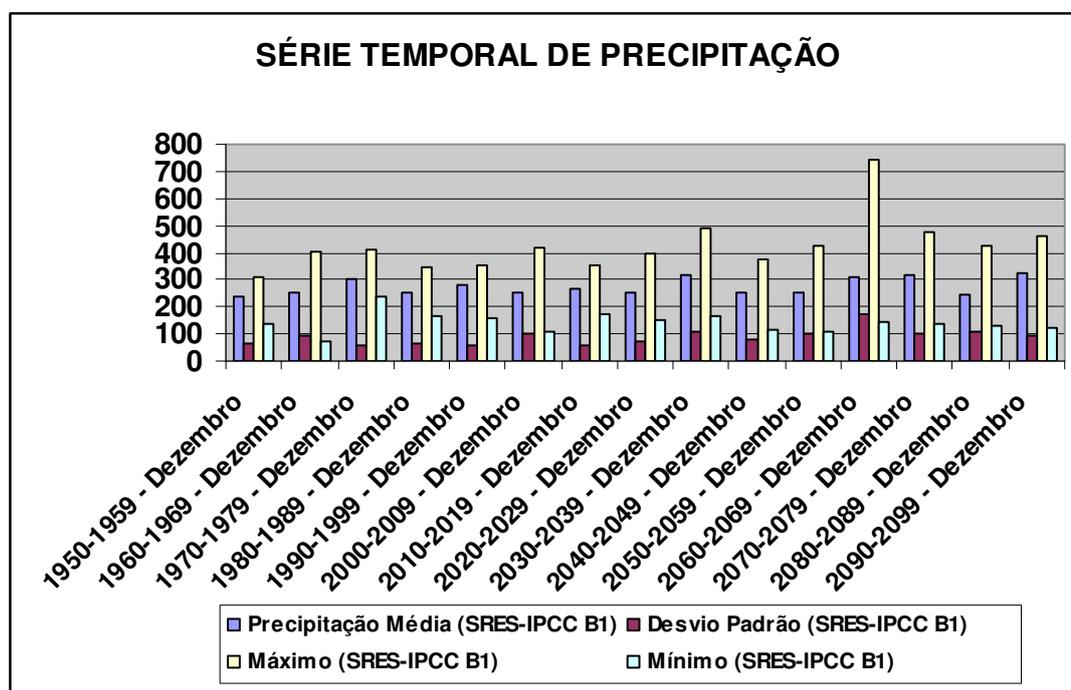


Figura A-24: Série temporal dos valores estatísticos (média, desvio padrão, máximo e mínimo) de precipitação média mensal para o mês de dezembro para o cenário B1.

APÊNDICE B

Neste apêndice serão apresentados o resultado das simulações dos cenários futuros com dados de precipitação gerados pelo modelo HadCM3 para os dois cenários em estudo. Estes valores estão apresentados para cada mês, para cada período de 1950 a 2099.

As Tabelas B-1, B-2, B-3 e B-4 apresentam o resultado das simulações dos cenários futuros com dados de precipitação gerados pelo modelo HadCM3 para os dois cenários em estudo. Estes valores estão apresentados para cada mês, para cada período de 1990 a 2099. Os dados relativos ao período anterior (de 1950 a 1990), embora apresentados na tabela para compor o conjunto de dados global, não estão discutidos nesta etapa.

Os dados estatísticos apresentados na Tabela B-1 para o cenário A2 apontam que o período chuvoso com menor total de precipitação é a década entre 2000 e 2009, com um valor integrado de 495 mm. Os totais variam entre 495 mm e o valor de 645 mm (década entre 2090-2099) e não apresentam uma tendência de aumento de precipitação. Para o período de seca (estiagem), os totais variam entre 54 mm (década de 2020 a 2029) a 96 mm (década entre 2060-2069).

Tabela B-1– Dados estatísticos (média e desvio-padrão) de precipitação (mm) para o cenário A2.

Anos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1950-1959	231 / 64	200 / 67	116 / 56	67 / 38	27 / 13	23 / 19	13 / 10	59 / 52	130 / 70	228 / 75	276 / 82	237 / 65
1960-1969	270 / 108	182 / 74	132 / 85	62 / 37	29 / 31	15 / 7	20 / 23	66 / 60	123 / 87	201 / 72	216 / 79	250 / 93
1970-1979	215 / 61	181 / 103	98 / 52	67 / 45	18 / 14	13 / 7	18 / 22	51 / 46	150 / 66	236 / 65	236 / 88	301 / 59
1980-1989	227 / 55	257 / 121	141 / 64	64 / 39	14 / 7	18 / 14	17 / 16	36 / 30	135 / 60	2467 / 61	251 / 79	249 / 62
1990-1999	257 / 121	151 / 45	141 / 58	34 / 19	19 / 14	15 / 14	18 / 16	48 / 43	154 / 75	234 / 72	273 / 99	209 / 100
2000-2009	192 / 119	145 / 60	158 / 61	55 / 53	11 / 8	20 / 11	19 / 14	44 / 32	125 / 64	257 / 53	320 / 53	243 / 76
2010-2019	238 / 89	172 / 87	127 / 39	63 / 33	25 / 18	20 / 16	24 / 21	29 / 21	203 / 75	275 / 107	300 / 48	256 / 61
2020-2029	280 / 45	159 / 61	133 / 72	59 / 47	22 / 28	11 / 17	14 / 7	29 / 19	145 / 85	273 / 57	330 / 92	282 / 127
2030-2039	235 / 78	159 / 61	141 / 65	62 / 45	31 / 47	26 / 36	14 / 15	31 / 22	145 / 104	253 / 94	277 / 76	268 / 86
2040-2049	223 / 86	174 / 43	223 / 86	46 / 34	26 / 16	11 / 8	16 / 19	45 / 46	134 / 72	312 / 88	285 / 104	239 / 92
2050-2059	266 / 65	200 / 78	122 / 62	54 / 39	16 / 12	18 / 22	10 / 10	37 / 31	132 / 105	247 / 66	331 / 98	302 / 127
2060-2069	270 / 94	160 / 53	121 / 62	61 / 33	31 / 34	38 / 52	16 / 31	42 / 19	91 / 66	231 / 89	307 / 90	308 / 122
2070-2079	243 / 77	250 / 141	134 / 52	91 / 67	29 / 32	10 / 5	13 / 14	42 / 61	98 / 47	254 / 77	286 / 73	368 / 107
2080-2089	288 / 101	194 / 48	147 / 79	51 / 48	18 / 10	16 / 14	33 / 43	31 / 40	121 / 85	241 / 104	328 / 68	342 / 81
2090-2099	289 / 99	188 / 66	168 / 77	67 / 38	42 / 31	20 / 24	39 / 62	35 / 32	175 / 124	247 / 117	301 / 94	275 / 50

Obs.: O primeiro valor refere-se à precipitação média e o segundo valor ao desvio-padrão.

Os dados da Tabela B-2 permitem analisar os valores máximo e mínimo para o cenário A2.

Tabela B-2 – Precipitação extrema (valores máximo e mínimo) (mm) para o cenário A2.

Anos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1950-1959	316 / 121	291 / 115	182 / 35	124 / 22	47 / 6	68 / 6	28 / 3	160 / 8	273 / 40	399 / 113	428 / 165	309 / 134
1960-1969	490 / 146	267 / 63	322 / 54	118 / 1	99 / 0	25 / 6	64 / 4	177 / 3	248 / 1	295 / 123	357 / 98	402 / 72
1970-1979	287 / 105	330 / 65	208 / 24	149 / 10	49 / 4	24 / 4	74 / 1	139 / 3	298 / 69	363 / 176	370 / 130	408 / 237
1980-1989	341 / 165	313 / 27	223 / 65	134 / 11	27 / 6	45 / 5	52 / 0	86 / 4	225 / 60	321 / 156	381 / 152	345 / 166
1990-1999	471 / 92	230 / 86	254 / 44	66 / 7	48 / 7	41 / 0	41 / 1	75 / 0	287 / 54	396 / 114	434 / 137	420 / 65
2000-2009	425 / 30	259 / 61	268 / 76	151 / 9	27 / 3	39 / 4	42 / 3	80 / 2	214 / 29	312 / 170	434 / 251	348 / 102
2010-2019	437 / 99	398 / 92	207 / 65	110 / 10	59 / 5	53 / 4	55 / 2	97 / 10	292 / 100	441 / 207	375 / 201	351 / 168
2020-2029	360 / 243	260 / 61	267 / 48	158 / 16	100 / 5	57 / 1	25 / 4	131 / 5	261 / 35	354 / 191	484 / 232	510 / 181
2030-2039	360 / 125	261 / 86	251 / 47	119 / 16	152 / 3	120 / 1	44 / 7	99 / 2	335 / 33	432 / 147	440 / 197	453 / 184
2040-2049	394 / 67	222 / 90	298 / 48	122 / 2	61 / 6	23 / 1	61 / 1	134 / 1	233 / 33	441 / 207	462 / 165	462 / 148
2050-2059	347 / 141	353 / 84	209 / 19	122 / 9	44 / 4	66 / 1	29 / 0	135 / 0	322 / 3	321 / 144	477 / 193	531 / 147
2060-2069	437 / 164	275 / 93	243 / 70	105 / 11	100 / 3	143 / 1	84 / 0	121 / 12	194 / 12	390 / 100	493 / 171	540 / 135
2070-2079	431 / 162	496 / 62	205 / 72	230 / 30	107 / 1	17 / 3	49 / 0	77 / 6	168 / 28	429 / 162	422 / 168	510 / 171
2080-2089	446 / 134	286 / 102	304 / 57	145 / 4	32 / 2	46 / 2	129 / 1	206 / 4	274 / 19	375 / 85	434 / 217	496 / 176
2090-2099	490 / 119	339 / 101	302 / 67	198 / 13	99 / 14	84 / 0	207 / 2	71 / 5	459 / 26	447 / 112	465 / 160	357 / 210

Obs.: O primeiro valor refere-se à precipitação média e o segundo valor ao desvio-padrão.

Os dados estatísticos apresentados na Tabela B-2 para o cenário B1 apontam que o período chuvoso com menor total de precipitação é a década de 2010 a 2019, com um valor integrado de 491 mm. Os totais variam entre 495 e 629 mm (década de 2060 a 2069) e não apresentam uma tendência de aumento de precipitação. Para o período de seca (estiagem), os totais variam entre 54 mm (década de 2010 a 2019) a 91 mm (década de 2070 a 2079).

Tabela B-3 – Dados estatísticos de precipitação (mm) média e desvio-padrão para o cenário B1.

Anos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1950-1959	231 / 64	200 / 67	116 / 56	67 / 38	17 / 13	23 / 19	13 / 10	59 / 52	130 / 70	228 / 75	276 / 62	237 / 65
1960-1969	270 / 106	182 / 74	132 / 85	62 / 37	29 / 31	15 / 7	21 / 23	66 / 60	123 / 87	201 / 72	216 / 79	250 / 93
1970-1979	215 / 61	181 / 103	98 / 52	67 / 45	18 / 14	13 / 7	18 / 22	51 / 46	150 / 66	236 / 65	236 / 68	301 / 59
1980-1989	227 / 55	172 / 93	141 / 64	64 / 39	14 / 7	18 / 14	17 / 16	36 / 30	135 / 60	247 / 61	252 / 77	250 / 62
1990-1999	283 / 140	130 / 42	127 / 64	66 / 40	15 / 12	17 / 18	12 / 10	48 / 43	189 / 89	247 / 108	300 / 47	280 / 59
2000-2009	234 / 102	192 / 67	154 / 55	46 / 28	19 / 21	12 / 9	20 / 18	44 / 32	154 / 63	230 / 75	256 / 94	255 / 104
2010-2019	241 / 52	223 / 102	101 / 50	36 / 20	36 / 30	15 / 15	10 / 8	29 / 21	132 / 65	265 / 75	255 / 81	267 / 61
2020-2029	273 / 96	183 / 54	115 / 28	53 / 24	36 / 29	16 / 8	22 / 27	29 / 19	113 / 71	193 / 106	278 / 109	251 / 69
2030-2039	247 / 111	145 / 55	113 / 49	53 / 37	26 / 16	11 / 9	19 / 12	31 / 27	148 / 70	243 / 93	236 / 81	319 / 108
2040-2049	272 / 96	144 / 60	131 / 99	48 / 26	15 / 24	14 / 7	23 / 37	45 / 46	142 / 101	247 / 36	307 / 133	254 / 80
2050-2059	212 / 70	194 / 68	176 / 110	57 / 42	16 / 9	15 / 11	5 / 5	32 / 19	94 / 84	237 / 52	334 / 101	249 / 101
2060-2069	199 / 82	148 / 83	144 / 90	43 / 25	39 / 34	10 / 4	16 / 9	42 / 19	86 / 65	223 / 69	373 / 84	313 / 176
2070-2079	289 / 82	190 / 98	94 / 41	57 / 38	22 / 18	32 / 33	17 / 15	42 / 61	152 / 41	278 / 99	325 / 92	314 / 100
2080-2089	257 / 97	216 / 45	137 / 87	62 / 24	37 / 50	16 / 16	24 / 44	32 / 40	142 / 38	260 / 116	339 / 127	244 / 107
2090-2099	278 / 91	217 / 109	134 / 50	30 / 25	30 / 25	11 / 16	17 / 17	35 / 32	108 / 63	228 / 74	340 / 139	323 / 95

Obs.: O primeiro valor refere-se à precipitação média e o segundo valor ao desvio-padrão.

Os dados estatísticos apresentados na Tabela B-3 apontam que o período chuvoso com menor volume de precipitação é o da década de 2040 a 2049, para o mês de fevereiro, com 144 mm. O acumulado de chuvas no mês de dezembro no período de 1950 a 2099 é de 2789 mm; para o mês de janeiro do mesmo período, o acumulado é de 2502 mm e o mês de fevereiro é de 1852 mm; esses valores são considerados extremos. O período de 2060 a 2069 apresenta um total médio de 1550 mm e o período de 2070 a 2079 apresenta um total médio de 1839 mm. Para o mês de julho, considerado seco, o acumulado de chuvas é de 173 mm. A década que apresenta o menor volume de precipitação para o mês de julho é 2050 a 2059 com 5 mm e a que apresenta maior volume de precipitação é a de 2080 a 2089 com 24 mm. Os valores dos desvios-padrão situam-se entre 176 mm e 4 mm para o período de 2060 a 2069. A distribuição de precipitação simulada pelo modelo HadCM3 permite identificar dois regimes de chuvas caracterizados pelo clima tropical: um período chuvoso e outro seco. O volume de chuvas do mês de dezembro é superior ao mês de janeiro e de fevereiro, apontados como os meses mais chuvosos. Os meses da estação do inverno apontam um valor acumulado de 152 mm para o mês de junho, 173 mm para o mês de julho e 332 mm para o mês de agosto, confirmando que o mês de junho pode ser considerado o menos chuvoso

Tabela B-4 – Precipitação máxima e mínima (mm) para o cenário B1.

Anos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1950-1959	316 / 121	291 / 115	182 / 35	124 / 22	47 / 6	68 / 6	28 / 3	160 / 8	273 / 40	399 / 113	428 / 165	309 / 133
1960-1969	490 / 146	267 / 63	322 / 54	118 / 1	99 / 0	25 / 6	63 / 4	177 / 3	248 / 1	295 / 123	356 / 98	402 / 72
1970-1979	287 / 105	330 / 65	208 / 24	149 / 10	50 / 4	24 / 4	74 / 1	139 / 3	298 / 69	363 / 176	369 / 130	408 / 237
1980-1989	341 / 165	313 / 27	223 / 65	134 / 11	27 / 6	45 / 5	52 / 0	86 / 4	225 / 60	321 / 156	381 / 152	345 / 166
1990-1999	515 / 65	184 / 73	270 / 56	143 / 22	43 / 7	57 / 1	32 / 0	122 / 7	353 / 81	510 / 85	363 / 214	345 / 161
2000-2009	409 / 121	322 / 109	277 / 97	92 / 14	75 / 3	31 / 4	63 / 2	90 / 7	248 / 66	321 / 141	366 / 119	420 / 111
2010-2019	322 / 140	371 / 104	172 / 11	70 / 12	32 / 7	51 / 3	23 / 0	69 / 4	245 / 49	384 / 186	403 / 130	354 / 172
2020-2029	431 / 92	254 / 91	159 / 82	90 / 15	90 / 4	28 / 8	79 / 3	60 / 0	252 / 23	369 / 50	446 / 61	393 / 150
2030-2039	465 / 92	222 / 54	177 / 35	114 / 9	57 / 3	27 / 2	44 / 4	69 / 3	258 / 31	369 / 124	400 / 129	492 / 169
2040-2049	303 / 39	225 / 63	338 / 26	87 / 15	61 / 6	24 / 6	126 / 0	127 / 5	320 / 28	315 / 184	601 / 135	378 / 117
2050-2059	326 / 101	283 / 80	412 / 41	144 / 14	28 / 3	37 / 1	17 / 0	36 / 4	288 / 17	330 / 180	518 / 228	423 / 106
2060-2069	316 / 111	286 / 42	281 / 35	77 / 12	128 / 10	19 / 4	30 / 1	63 / 1	171 / 2	327 / 146	540 / 277	744 / 145
2070-2079	428 / 152	403 / 68	179 / 33	114 / 6	58 / 1	85 / 2	41 / 1	202 / 4	205 / 77	462 / 126	540 / 234	477 / 138
2080-2089	434 / 124	316 / 150	288 / 29	109 / 24	154 / 0	49 / 0	142 / 1	125 / 2	229 / 101	438 / 90	542 / 150	423 / 131
2090-2099	400 / 136	392 / 47	227 / 68	106 / 26	76 / 4	54 / 1	57 / 1	91 / 2	210 / 19	342 / 103	670 / 129	459 / 120

Obs.: O primeiro valor refere-se à precipitação extrema máxima e o segundo valor à precipitação extrema mínima.

Os dados da Tabela B-4 permitem analisar os valores máximos e mínimos para os cenários passado e futuro. De uma forma geral, a ausência de precipitação em alguns períodos, como pode ser verificado nos meses de julho no período de 2040 a 2049 e 2050 a 2059, e valores extremos, como aponta os períodos de 2000 a 2099 para o mês de dezembro, apontam, assim, para uma um volume maior de precipitação.