
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM METEOROLOGIA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS

0006-80-56 F406

**ALTERAÇÕES NA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR E
PRECIPITAÇÃO EM TRÊS LOCALIDADES DO ESTADO DA PARAÍBA .**

ANA MÔNICA CORREIA

Campina Grande – PB

2000

ANA MÔNICA CORREIA

**ALTERAÇÕES NA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR E
PRECIPITAÇÃO EM TRÊS LOCALIDADES DO ESTADO DA PARAÍBA.**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em
Meteorologia da Universidade Federal da Paraíba em
cumprimento às exigências para a obtenção do Grau
de Mestre.

Área de Concentração: Meteorologia de Meso e Grande Escala

Sub-área de Concentração: Climatologia

Renilson Targino Dantas
Orientador

Trantavahi Venkata Ramana Rao
Co-orientador

Campina Grande – PB

2000



C824a Correia, Ana Mônica.
Alterações na temperatura e umidade relativa do ar e precipitação em três localidades do Estado da Paraíba / Ana Mônica Correia. - Campina Grande, 2000.
79 f.

Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2000.
"Orientação : Prof. Dr. Renilson Targino Dantas, Prof. Dr. Tantravahi Venkata Ramana Rao".
Referências.

1. Precipitação (Meteorologia) - Paraíba. 2. Temperatura. 3. Umidade Relativa do Ar. 4. Dissertação - Meteorologia. I. Dantas, Renilson Targino. II. Rao, Tantravahi Venkata Ramana. III. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). IV. Título

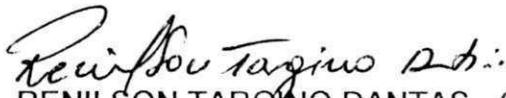
CDU 551.508.7(813.3)(043)

ANA MÔNICA CORREIA

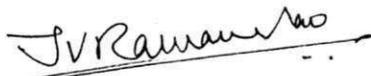
ALTERAÇÕES NA TEMPERATURA E
UMIDADE RELATIVA DO AR E PRECIPITAÇÃO EM
TRÊS LOCALIDADES DO ESTADO DA PARAÍBA .

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 20/7/00

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. RENILSON TARGINO DANTAS - Orientador
Universidade Federal da Paraíba



Prof. Dr. TANTRAVAHÍ VENKATA RAMANA RAO – Co-Orientador
Universidade Federal da Paraíba



Profa. Dra. MARIA REGINA DA SILVA ARAGÃO
Universidade Federal da Paraíba



Prof. Dr. JOSÉ LEONALDO DE SOUZA
Universidade Federal de Alagoas

“ Quem avança confiante na direção de seus sonhos e busca levar a vida que imaginou, encontrará um sucesso inesperado nas horas mais difíceis, pois, a coragem e a perseverança formam um talismã mágico, diante do qual as dificuldades desaparecem e os obstáculos somem no ar. ”

Henry David Thoreau

HOMENAGEM

- *Aos meus pais,
Ana & Antônio Alfeu,
que através de carinho e perseverança
me mostraram o caminho da vida.
Meu muito obrigada!*

- *Aos meus irmãos,
pelo apoio e incentivo.*
- *Ao meu namorado,
Marcos Guilherme,
pelos momentos de felicidade.*

DEDICATÓRIA

Aos meus eternos amigos: Alberto, Ewerton e Fábio pelo apoio, carinho, amizade e incentivo, principalmente nas horas mais difíceis, e por terem me ensinado que o mais importante em tudo o que fazemos é vencer nossas próprias limitações.

“Amizade é quase sempre a união de parte de uma mente com parte de outra; quem não vive de alguma forma para os outros, não vive grande coisa para si mesmo.”

Robert Louis Stevenson

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 3.1 – Localização das estações de São Gonçalo, Campina Grande e João Pessoa – PB.	13
FIGURA 4.1 – Tendências de temperaturas médias anuais utilizando médias móveis de 6 anos.	20
FIGURA 4.2 – Tendências de temperaturas médias anuais utilizando médias móveis de 9 anos.	20
FIGURA 4.3 – Tendências de temperaturas médias anuais utilizando médias móveis de 12 anos.	21
FIGURA 4.4 – Tendências de umidades relativas do ar utilizando médias móveis de 6 anos.	22
FIGURA 4.5 – Tendências de umidades relativas do ar utilizando médias móveis de 9 anos.	23
FIGURA 4.6 – Tendências de umidades relativas do ar utilizando médias móveis de 12 anos.	23
FIGURA 4.7 – Tendências de precipitação utilizando médias móveis de 6 anos.	24
FIGURA 4.8 – Tendências de precipitação utilizando médias móveis de 9 anos.	25
FIGURA 4.9 – Tendências de precipitação utilizando médias móveis de 12 anos.	25
FIGURA 4.10 – Temperaturas médias mensais referentes as séries de 6 anos em João Pessoa – PB	27
FIGURA 4.11 – Umidades relativas médias mensais referentes as séries de 6 anos em João Pessoa – PB.	28
FIGURA 4.12 – Precipitações médias mensais referentes as séries de 6 anos em João Pessoa – PB	30
FIGURA 4.13 – Temperaturas médias mensais referentes as séries de 6 anos em Campina Grande – PB.	32
FIGURA 4.14 – Umidades relativas médias mensais referentes as séries de 6 anos em Campina Grande – PB.	34
FIGURA 4.15 – Precipitações médias mensais referentes as séries de 6 anos em Campina Grande – PB.	35
FIGURA 4.16 – Temperaturas médias mensais referentes as séries de 6 anos em São Gonçalo – PB.	37
FIGURA 4.17 – Umidades relativas médias mensais referentes as séries de 6 anos em São Gonçalo – PB.	39

FIGURA 4.18 – Precipitações médias mensais referentes as séries de 6 anos em São Gonçalo – PB.	41
FIGURA 4.19 – Temperaturas médias mensais referentes as séries de 9 anos em João Pessoa – PB.	42
FIGURA 4.20 – Umidades relativas médias mensais referentes as séries de 9 anos em João Pessoa – PB.	43
FIGURA 4.21 – Precipitações médias mensais referentes as séries de 9 anos em João Pessoa – PB.	44
FIGURA 4.22 – Temperaturas médias mensais referentes as séries de 9 anos em Campina Grande – PB.	45
FIGURA 4.23 – Umidades relativas médias mensais referentes as séries de 9 anos em Campina Grande – PB.	46
FIGURA 4.24 – Precipitações médias mensais referentes as séries de 9 anos em Campina Grande – PB.	47
FIGURA 4.25 – Temperaturas médias mensais referentes as séries de 9 anos em São Gonçalo – PB.	48
FIGURA 4.26 – Umidades relativas médias mensais referentes as séries de 9 anos em São Gonçalo- PB.	49
FIGURA 4.27 – Precipitações médias mensais referentes as séries de 9 anos em São Gonçalo – PB.	50
FIGURA 4.28 – Temperaturas médias mensais referentes as séries de 12 anos em João Pessoa – PB.	52
FIGURA 4.29 – Umidades relativas médias mensais referentes as séries de 12 anos em João Pessoa – PB.	53
FIGURA 4.30 – Precipitações médias mensais referentes as séries de 12 anos em João Pessoa – PB.	54
FIGURA 4.31 – Temperaturas médias mensais referentes as séries de 12 anos em Campina Grande – PB.	55
FIGURA 4.32 – Umidades relativas médias mensais referentes as séries de 12 anos em Campina Grande – PB.	57

FIGURA 4.33 – Precipitações médias mensais referentes as séries de 12 anos em Campina Grande – PB.	58
FIGURA 4.34 – Temperaturas médias mensais referentes as séries de 12 anos em São Gonçalo – PB.	59
FIGURA 4.35 – Umidades relativas médias mensais referentes as séries de 12 anos em São Gonçalo – PB.	60
FIGURA 4.36 – Precipitações médias mensais referentes as séries de 12 anos em São Gonçalo – PB.	61

LISTA DE TABELAS

	Pág.
TABELA 3.1 – Normais Climatológicas do período 1961-1990.	16
TABELA 3.2 – Crescimento Populacional de João Pessoa, Campina Grande e São Gonçalo - PB	17
TABELA 4.1 – Análise estatística mediante o teste <i>t</i> de Student em João Pessoa – PB.	62
TABELA 4.2– Análise estatística mediante o teste <i>t</i> de Student em Campina Grande – PB.	63
TABELA 4.3 – Análise estatística mediante o teste <i>t</i> de Student em São Gonçalo – PB.	64

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO	viii
SUMMARY	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Temperatura do ar	3
2.2. Umidade relativa do ar	8
2.3. Precipitação pluviométrica	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1. Descrição da Pesquisa	13
3.2. Características Climáticas	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
5. CONCLUSÕES	66
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXOS	74

RESUMO

Neste trabalho foram avaliadas as alterações de temperatura e umidade relativa do ar e precipitação, causadas pelo impacto da urbanização nas cidades de João Pessoa, Campina Grande e São Gonçalo. No desenvolvimento da pesquisa foram utilizados dados de temperatura e umidade relativa do ar e precipitação, correspondente ao período de 1963 a 1998, concedidos pelo Laboratório de Meteorologia Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba e pelo Instituto Nacional de Meteorologia, objetivando mostrar as variações destes parâmetros, que são fundamentais à caracterização do clima urbano. Assim, foram feitos preenchimentos de falhas e correções dos dados de temperatura e umidade relativa do ar e precipitação; após estas correções, o período de dados (1963-98) foi dividido em subperíodos correspondentes aos submúltiplos do referido período, ou seja, distribuídos em séries de 6, 9 e 12 anos. Em seguida, avaliou-se as tendências de temperatura e umidade relativa do ar e precipitação por meio de médias móveis, obtidas pelas seqüências aritméticas. Os resultados foram analisados considerando-se os subperíodos de acordo com as séries já mencionadas; para fins de comparação destas médias de temperatura e umidade relativa do ar e precipitação entre os subperíodos, foi realizada análise estatística pelo método do teste *t* de Student e ainda utilizou-se dados do crescimento populacional das três cidades, para caracterização do crescimento urbano. Os resultados mostraram que em João Pessoa, Campina Grande e São Gonçalo, houve aumento significativo da temperatura do ar, de aproximadamente 0,6°C, 0,9°C e 0,6°C, respectivamente nos subperíodos 1987-98, 1987-98 e em todo o período (1963-98). A umidade relativa do ar praticamente não sofreu alteração em João Pessoa, tendo diminuído significativamente, de 79,6% para 74,4% no subperíodo 1993-98 em Campina Grande, e aproximadamente 6% no subperíodo 1975-98 em São Gonçalo. Com relação a precipitação, constatou-se que houve diminuição da mesma em João Pessoa, no subperíodo 1987-98, de aproximadamente 300 mm; em Campina Grande foram constatadas reduções na precipitação que variaram de 140 mm a 180 mm, dependendo da série utilizada; a precipitação diminuiu significativamente em São Gonçalo, variando de 130 mm a 170 mm, também em função da utilização da série. Com relação ao clima, verificou-se que de acordo com o método proposto por Köppen, não houve praticamente alteração, de modo que possa ser considerada como mudança climática.

SUMMARY

In this work the changes in air temperature, relative humidity and precipitation, caused by the impact of the urbanization of the cities of João Pessoa, Campina Grande and São Gonçalo were evaluated. In the development of the research the above mentioned parameters corresponding to the period of 1963 to 1998, conceded by the "Laboratorio de Meteorologia Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto" of the Paraíba State and the "Instituto Nacional de Meteorologia" were utilized. The objective of this research is to study the variations of these parameters, that are basic to the characterization of the urban climate. After processing and filling the gaps in the data series, the data period (1963 to 1998) was divided into sub-period distributed in series of 6, 9 and 12 years. Air temperature, relative humidity and precipitation tendencies were evaluated using the method of moving averages. The results were analyzed for all the sub-periods considering the above mentioned series. To compare the average values of the air temperature, relative humidity and precipitation among the selected sub-period, a statistical analysis is realized using the Student's t-test. Population data of the above mentioned three cities were used for the characterization of the urban growth. The results show that in the sub-period 1987-98, there is a significant increase in the air temperature of approximately 0,6°C and 0,9°C, respectively, in João Pessoa and Campina Grande. There is an increase of 0,6°C in São Gonçalo, during the period of 1963-98. The relative humidity of air practically did not suffer any alteration in João Pessoa. The relative humidity significantly decreased from 79,6% to 74,4% in the sub-period 1993-98 in Campina Grande, and approximately 6% in the sub-period of 1975-98 in São Gonçalo. With regard to precipitation, there is a reduction of approximately 300 mm in João Pessoa, in the sub-period of 1987-98. In Campina Grande reductions in the precipitation varied from 140 mm to 180 mm, depending on the data series used. The precipitation decreased significantly in São Gonçalo, varying between 130 mm and 170 mm, depending on the data series used. The climatological analysis using the method proposed by Köppen did not show any alteration in the climate of these three cities for the period considered, that is, there is no considerable effect on the climatic change.

1. INTRODUÇÃO

Um notável interesse vem sendo demonstrado nos últimos anos sobre o estudo de climatologia urbana. A preocupação maior é no que diz respeito a qualidade de vida (animal e vegetal), pois a degradação do meio ambiente tem causado grandes variações do clima urbano em todo o globo. Sendo o clima uma das mais importantes variáveis no ajustamento do homem ao meio ambiente, torna-se necessário conhecer as variações climáticas locais e regionais para orientar o planejamento urbano e a seleção de locais mais adequados para a construção de prédios, escolha de materiais a serem utilizados, orientação geográfica, além de outros. A análise de dados climatológicos de séries históricas tem sido utilizada para detectar a influência do desmatamento e do uso do solo. Aumentos significativos de temperatura são encontrados nos registros climáticos de numerosas cidades do mundo relacionados ao crescimento urbano medido pelo número de seus habitantes.

O aquecimento térmico do ar é fácil de entender, pois a implantação de asfalto nas ruas, as imensas massas de concretos, a carência de áreas verdes e a presença de grandes quantidades de gases tóxicos, são responsáveis pelo aumento da temperatura do ar, causando um desconforto, não apenas respiratório, mas para a saúde como um todo. Por outro lado, nas cidades de grande e médio portes, existe um aumento nos índices de pluviosidade devido principalmente à grande quantidade de micropartículas no ar, facilitando a condensação do vapor de água na atmosfera. Assim, todos esses fatores provocam um aumento das médias térmicas urbanas, somando-se ainda aos edifícios que barram ou dificultam a penetração dos ventos e a canalização das águas, diminuindo a evaporação e formando as chamadas ilhas de calor.

Nos últimos anos, considerável número de trabalhos têm sido realizado para detectar a tendência de aquecimento do ar à superfície das cidades e o comportamento de outras variáveis climatológicas, tais como, umidade relativa do ar e precipitação, visando estabelecer relações entre as condições da atmosfera local e os grandes avanços técnico-científicos alcançados pelo homem, o seu bem estar econômico e social continua dependendo do clima, o qual vem se modificando em função das alterações do meio ambiente.

A umidade relativa do ar, apesar de ser um elemento variável no tempo e no espaço, é extremamente importante, tanto no aspecto físico associado as suas características moleculares como no aspecto fisiológico, decorrente de sua dependência pelos seres vivos. A umidade relativa do ar pode ser considerada como regulador nos processos de absorção, reflexão e transmissão à radiação solar, influenciando conseqüentemente nas trocas de energia no sistema terra-atmosfera. Portanto, alterações da umidade relativa do ar podem estar associados ao aquecimento e/ou resfriamento da superfície e maior e menor evapotranspiração, que poderá ter influência dos impactos causados pela urbanização.

O Nordeste não sai muito do contexto nacional, também nele encontramos os mesmos problemas, até um pouco mais preocupantes, pois, por ser uma região semi-árida e bem próxima do Equador, faz com que esta região receba maior intensidade de radiação solar durante todo o ano e, conseqüentemente tem suas cidades com temperaturas bem mais elevadas em relação as demais do país.

A distribuição de precipitação, do ponto de vista temporal e espacial, afeta de forma acentuada os processos que condicionam as relações entre os seres humanos, os vegetais e o sistema solo-planta-atmosfera. O crescimento da população, que por sua vez altera o meio ambiente, do ponto de vista principalmente do desmatamento, altera as condições materiais e, por conseguinte reflete em alterações da precipitação e outros elementos meteorológicos que irão proporcionar aptidões edafoclimáticas restritas às espécies nativas de cada região, fazendo com que cada região procure meios de subsistência em função dessas mudanças.

O presente trabalho tem como objetivos, analisar as alterações da temperatura e umidade relativa do ar e precipitação, avaliando-se alguns fatores geográficos.

2 . REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. TEMPERATURA DO AR

A temperatura pode ser definida em termos do movimento de moléculas, de modo que quanto mais rápido o seu deslocamento mais elevada será a temperatura. A temperatura é condição que determina o fluxo de calor que passa de uma substância para outra. Vários fatores influenciam na variação da temperatura sobre uma superfície, tais como: a insolação recebida, o relevo, a natureza da superfície, a distância dos corpos hídricos, o relevo, a natureza dos ventos predominantes e as correntes oceânicas (Ayoade, 1996).

Munn (1966) explica que uma das causas da formação de ilha de calor nas cidades é a redução da evaporação (pela ausência da vegetação e água disponível); a radiação solar que não é usada na evaporação é conduzida para o aquecimento das ruas, edifícios e do ar da cidade.

Monteiro (1976) define clima urbano como um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização. O Sistema Clima Urbano – SCU é o resultado das interações entre as atividades humanas urbanas e as características da atmosfera local, dentro de um contexto regional.

Cayan e Douglas (1984) realizaram estudos sobre a influência urbana no sudoeste dos EUA, utilizando dados de seis décadas passadas, com estações observacionais em cinco cidades e seus arredores. Constataram elevadas temperaturas tanto à noite quanto ao dia, em estações situadas em centros industriais e de população densa. Por outro lado, nos locais não urbanos examinaram um desvio no aumento de temperatura principalmente à noite, enquanto as cidades mostraram um grande acúmulo térmico, favorecendo a formação de ilha de calor.

Wanner e Herting (1984) descreveram os métodos e resultados de quatro programas de pesquisa em climatologia, realizados em algumas cidades suíças. Com interesse em investigar a estagnação do ar associada à presença de anticiclones, utilizaram experimentos meteorológicos de campo, medições de poluição do ar e estudos de modelagem, incluindo estações de superfície, torres meteorológicas, unidades móveis, sondagens verticais, aeronaves, satélites e dados terrestres. Os experimentos de campo e modelos físicos demonstraram que as investigações das interações entre fenômenos induzidos pela urbanização, ventos e sistemas sinóticos causados topograficamente (vale e montanha), são de grande importância e mostraram a estrutura típica de estratificação de temperatura nos padrões de circulação das cidades suíças. A modelagem permitiu definir a persistência de uma ilha de calor estável, que representa a situação mais crítica relativa à estagnação do ar e possibilidade de poluição atmosférica.

Kukla et al. (1986) mostraram também que a tendência de aquecimento observada nos últimos anos, modificando a temperatura média à superfície em escala global e hemisférica, pode estar relacionada com o crescimento urbano, uma vez que os efeitos de ilha de calor urbano produzem uma grande variação na temperatura, similar ao relacionado com o aumento do efeito estufa dos gases na atmosfera.

Ao fazerem comparação, Kukla et al. (1986) analisaram os efeitos de aquecimento da temperatura do ar no período de 1941- 1980, sobre o norte americano. Utilizaram estações observacionais para medir temperatura nos centros urbanos e seus arredores, mostraram haver significativas alterações de temperatura nas áreas urbanas, formando ilhas de calor, onde as temperaturas eram bem mais elevadas do que nas áreas circunvizinhas.

Segundo (Mayer,1990) a definição sobre clima urbano ideal é uma diretriz que caracteriza as qualidades de clima da cidade. Segundo esta definição, os aspectos de ar puro e as condições bioclimáticas devem ser consideradas.

Lombardo (1990) comenta que as cidades contribuem para alteração do balanço de energia, gerando bolsões sobre áreas urbanas, denominadas ilha de calor, fenômeno que reflete a interferência do homem na dinâmica dos sistemas ambientais.

Lombardo (1990) mostra ainda que a radiação solar que entra na cidade é menor, devido à grande quantidade de aerossóis. Por outro lado, ocorre o aumento da radiação emitida pela cidade, no espectro de ondas longas causadas por temperaturas de superfície mais elevadas, com as áreas de crescimento vertical intenso, ruas asfaltadas e pouca área verde, fazendo com que não haja trocas turbulentas e grande parte da energia volte à superfície urbana através da reemissão radiativa de ondas longas pela atmosfera.

Seabra (1991) faz ver que as condições ambientais tem na temperatura e umidade relativa os elementos mais essenciais. Observando a cidade de São Paulo, notou que os problemas ambientais precisam ser tratados em diferentes escalas, Nas áreas metropolitanas as variações de temperatura são significativas, pois, considerando o fenômeno ilha de calor urbana, há um gradiente de temperatura de 10°C entre a área rural, onde existe arborização, menos construção e densidade de pessoas, e aqueles bairros industriais e de operários com alta população, onde se encontram temperaturas elevadas, uma vez que faltam alamedas e áreas verdes.

Kimura & Takahashi (1991) adotaram um modelo numérico e classificaram as superfícies em várias categorias (áreas construídas, áreas verdes, pavimentadas, de solo nu e superfície de água), para analisar os efeitos do uso do solo e do aquecimento antropogénico na temperatura do ar da área metropolitana de Tóquio; encontraram uma formação de ilha de calor no centro da cidade, de 3^o C a noite e cerca de 1^o C para o período do dia.

Maitelli (1994) ao estudar o clima urbano de Cuiabá, utilizando três abordagens: uma análise estatística de série temporal do período de 1920-1992; medidas de temperatura e umidade relativa do ar em pontos fixos e transectos móveis e medidas verticais para determinar o balanço de energia, encontrou ilha de calor de 5°C na estação seca, e concluiu que a urbanização influenciou positivamente nas temperaturas mínimas médias.

Maitelli (1995), avaliando as relações entre clima e vegetação nas cidades tropicais, concluiu que a vegetação das áreas urbanas, quando utilizada de forma adequada, pode minimizar efeitos indesejáveis de temperatura, vento e precipitação.

Oliveira et al. (1995) estudaram as alterações de temperatura e umidade relativa do ar, causadas pela urbanização da cidade de Belém. Onde foram utilizados dados de nove postos de observação localizados na área intensamente urbanizada do município de Belém, um posto na ilha de outeiro, que caracteriza o clima mais litorâneo e sem influência de urbanizações intensas e outro situado no município de Benevides, com características rurais. Observou-se uma tendência para maior aquecimento no centro da cidade, enquanto na orla litorânea, os valores de temperatura foram mais baixos. Pois os prédios localizados na orla litorânea, impedem a circulação da brisa, a qual contribui para amenizar o aquecimento no centro. Sendo possível detectar formação de ilha de calor no centro da cidade. A umidade relativa diminuiu no mesmo sentido do aumento da temperatura do ar.

Lombardo (1996) constatou que a vegetação ameniza as variações de temperatura do ar, pois interceptam a radiação solar absorvendo, refletindo e transmitindo, contribuindo assim para diminuir a intensidade da ilha de calor da cidade, fazendo com que muitos autores afirmem que a qualidade de vida urbana pode ser avaliada pela quantidade de vegetação existente em relação às edificações.

Zamparoni (1996) compararam as variações de temperatura e umidade relativa do ar em duas cidades de pequeno porte do estado de Mato Grosso – Barra do Bugres e Tangará da Serra, com população de 22.229 e 39.840 habitantes, respectivamente. Os resultados mostraram que em Barra do Bugres (alt.400m), os valores

da ilha de calor foram de 4,0°C na estação chuvosa de 5,4°C e na estação seca. Na cidade de Tangará da Serra, observou-se apesar da altitude mais elevada, a maior diferença da temperatura urbano/rural, o que pode estar relacionado ao uso do solo urbano diferenciado.

Spronken-Smith (1996) afirmou que, durante o dia, as árvores são importantes para o resfriamento ao nível do solo, principalmente através da sombra. Resfriamento devido a evaporação é apropriado para ter um impacto desprezível na temperatura do ar, ao nível da superfície, quando o ar frio é rapidamente misturado na camada limite urbana. Durante a noite, pelo contrário, o resfriamento é reduzido embaixo das árvores porque estas impedem a liberação da radiação para o espaço. Na proporção que o tamanho do parque aumenta, um volume maior de ar é resfriado, aumentando o potencial de advecção de ar frio além das fronteiras dos parques.

Figuerola & Mazzeo (1998) estudaram estatisticamente a ilha de calor urbana em Buenos Aires, sua variação com os dias da semana, estações do ano, cobertura de nuvens, direção e velocidade do vento. Utilizaram dados de um período de três anos, com diferenças de temperaturas horárias entre a cidade de Buenos Aires e o Aeroporto. O valor médio da ilha de calor máximo, sentida no inverno foi de 4,6 °C com ventos leves e cobertura de nuvens, e de 3,6°C com ventos e condições de nebulosidade. Fortes ventos na cidade em direção as áreas rurais e ventos do rio sobre a cidade facilitaram a ocorrência da inversão da ilha de calor (área rural mais quente do que a cidade). A ilha de calor inversa ocorreu em 20% das vezes sobre o total de 22.000 horas estudadas. Outro fator importante observado foi a grande atividade da cidade. O valor médio do máximo da ilha de calor sentida entre os dias de semana e os finais de semana foi de 1°C, com ventos fracos e pouca cobertura de nebulosidade. Os valores médios horários foram analisados dependendo dos dias da semana e as variações não foram significativas nos meses quentes.

Silva (1998) estudando o clima urbano das cidades de Campina Grande e Patos, nos períodos de inverno e verão, através de observações com transecto móvel na cidade de Patos, mostraram que a falta de arborização pode contribuir para aumentar a temperatura em até 1,8°C sobre rua asfaltada e 1,3°C em rua de calçamento.

Ao analisar os resultados obtidos nas duas cidades estudadas (Silva, 1998), concluiu que não é aconselhável o uso de cores escuras nas paredes, pois isto também contribui para elevar a temperatura. Em Patos, verificou-se uma diferença de 5,0°C do lado sombreado para o lado ensolarado numa parede de cor azul.

2.2. UMIDADE RELATIVA DO AR

Como um dos constituintes do ar atmosférico, o vapor d'água tem como característica ser variável em quantidade, de acordo com disponibilidade de água no local e energia do meio. Apesar de ser um elemento variável em tempo e espaço, é extremamente importante, tanto no aspecto físico associado as suas características moleculares, como no aspecto fisiológico, decorrente de sua dependência pelos seres vivos (Ometto, 1981).

Hage (1975), analisando os efeitos do crescimento urbano no comportamento da umidade relativa do ar em Edmonton e comparando-os a dados de duas estações climatológicas situadas em área urbana, concluiu que a cidade era mais seca em todos os horários quando as taxas de umidade relativa do ar é mais úmida à noite, considerando o teor de umidade absoluta.

Ometto (1981) considera que o vapor d'água é um dos constituintes variáveis do ar atmosférico, chegando a ter até 4% em volume. Esse volume é determinado pela temperatura do ambiente, pois a capacidade de contenção do vapor d'água é função da temperatura do ar.

Adebayo (1987), estudando alguns aspectos de condições de umidade relativa em Ibadan, mostrou que eles são afetados pela urbanização, enquanto a diferença média rural-urbana foi cerca de 3% às 9:00h, aumentando para cerca de 5% às 15:00 h. Tais tendências aparentes foram a diferença na infra-estrutura da superfície entre as áreas

rural e urbana, o efeito da população da cidade, as variações diurnas e sazonais na evapotranspiração e o efeito da cobertura vegetal da zona rural.

Balling & Brazel (1987), ao investigarem o impacto da rápida urbanização em Fênix, Arizona, observaram que mudanças na quantidade das razões de evaporação são uma resposta ao inchaço urbano, aumento de temperatura e velocidade de vento, decréscimo no ponto de orvalho e da umidade relativa, havendo alterações substanciais nas condições de superfície. A razão destas mudanças foi a troca das terras agrícolas por paisagens urbanas, fazendo com que houvesse um decréscimo de evapotranspiração, resultando em uma maior proporção de energia sendo convertida em aquecimento da atmosfera, ou seja, um aumento na evapotranspiração potencial. Conseqüentemente, alterações no sentido de aumentar a umidade relativa do ar.

Stulpnagel et al. (1990), estudaram os efeitos causados pela ausência de vegetação, que também contribuem para modificar o clima urbano, pois as plantas exercem uma influência positiva no clima, principalmente sobre a temperatura e a umidade relativa do ar.

Lombardo (1990), ao analisar as condições ambientais e a qualidade de vida nas cidades em crescimento acelerado e de grandes aglomerações, concluiu que a vegetação desempenha importante papel nas áreas urbanas, e através dela pode-se avaliar a qualidade de vida de sua população. Quanto maior a cidade, mais desconfortável será a vida de seus habitantes.

Maitelli et al. (1991) mostraram que a transformação do espaço natural de forma abrupta, repercute em desequilíbrios ambientais na área atingida e circunvizinhança. A implantação de uma cidade modifica significativamente a paisagem local com o processo de urbanização e substituição da vegetação natural. A concentração de construções, impermeabilização do solo através do asfaltamento das ruas e avenidas, aumento do fluxo de pessoas e automóveis, fatores urbanos característicos, contribuem para alterar o comportamento das variáveis climatológicas a nível local que repercute a nível regional, com destaque a umidade relativa do ar.

Spronken-Smith (1994), observando a contribuição relativa do resfriamento evaporativo, e, conseqüentemente a umidade relativa do ar, a geometria da superfície e as diferenças térmicas ocasionadas pelo resfriamento noturno em parques urbanos, concluiu que uma largura ideal para o parque ter acúmulo máximo de resfriamento radiativo seria de aproximadamente 7,5 vezes a largura da fronteira margem do parque, porém parques maiores tem efeitos maiores, na medida em que aumenta a cobertura das árvores.

Sette (1996) estudou o clima da cidade de Rondonópolis-MT, através das correlações entre a estrutura urbana (uso do solo, morfologia e funções), topografia e as atividades climáticas de superfície. Os resultados do trabalho usando estações micrometeorológicas fixas mostraram que a máxima magnitude da ilha de calor em Rondonópolis acontece durante o dia, nos horários de máximo aquecimento tanto na estação chuvosa quanto na estação seca. Os resultados também possibilitaram a compreensão dos efeitos da urbanização na temperatura (ar e solo), na umidade relativa do ar e na precipitação.

2.3 – PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

A precipitação basicamente determina a vegetação local e o sistema agrícola a ser implantado, com exceção apenas de locais que utilizam irrigação como meio suplementar. Segundo Dantas (1997), grande parte dos riscos climáticos presentes em um investimento agrícola é oriunda da falta ou excesso de chuvas, principalmente nas regiões tropicais, onde é grande a dependência da precipitação, o que resulta em grande instabilidade na produção.

Bowen (1926) foi o primeiro a desenvolver estudos do balanço de energia sobre uma superfície natural, determinando a razão entre os fluxos de calor sensível e de calor latente numa superfície de água, em função da pressão do vapor e da temperatura observada sobre a superfície, por ocasião do processo de evaporação. Essa relação foi

denominada de Razão de Bowen, que poderá ser utilizada na estimativa do fluxo de vapor d'água, correlacionando-o assim, com o existente na atmosfera local, conseqüentemente com a precipitação.

Landsberg (1981) analisou as alterações que ocorrem com os elementos temperatura, umidade relativa do ar e precipitação quando em contato com área urbanizadas, afirmando que existe uma probabilidade crescente de precipitação nas cidade em que há uma conseqüência natural do aumento da poluição atmosférica, da turbulência e da convecção térmica.

Chandler (1962) concluiu que a cidade modifica o clima através das alterações em superfície, produzindo aumento de calor e da precipitação, assim como modificações na ventilação e umidade. Destacou, também, que há alteração na composição da atmosfera e aborda o problema da concentração de poluentes em cidades industrializadas.

Kollmorgen & Kollmorgen (1976) apresenta uma relação baseada em aspectos qualitativos entre as florestas e as chuvas no mundo, particularmente no EUA, citando vários exemplos na história desse país, inclusive nas zonas, onde, com a diminuição ou aumento das matas, alterou-se também a pluviosidade.

Oke et al. (1981) usaram a parametrização do balanço de energia sobre uma área Suburbana no sul de Vancouver, Canadá, com efeito de ilha de calor, comparando com uma área rural. Utilizaram instrumentos para medir radiação líquida, densidade de fluxo de calor sensível e calor latente turbulento armazenados na superfície rural, constatando valores da razão de Bowen de 0,46 para a área rural e 1,28 para a área suburbana, tendo estes resultados refletidos na precipitação.

Ao fazer a comparação sobre umidade relativa do ar entre a cidade e o campo, Adebayo (1987) mostrou que a redução da cobertura vegetal e a quantidade de água retida sobre a superfície são os principais fatores responsáveis pela baixa umidade relativa do ar nas cidades, embora tenha encontrado elevados níveis de precipitação na

zona urbana mais, do que no campo, mas a rápida drenagem das águas explica a pequena quantidade de evapotranspiração nas cidades.

Oke (1987) e Arya (1988) afirmaram que o processo de urbanização e a poluição do ar afetam a transferência de radiação, aumentando o número de núcleos de condensação no ar, assim propiciando aumento da precipitação. A densidade e a geometria dos prédios criam uma superfície rugosa que influencia a circulação do ar e o transporte de calor e de vapor d'água. Os materiais de construção e o asfaltamento aumentam o aquecimento das ruas, exacerbando o armazenamento de calor, e a impermeabilidade do solo aumenta a possibilidade de enchentes. Estes fatores, associados a outros, alteram o balanço de energia e favorecem a formação de ilhas de calor urbanas.

Com relação às diferenças de precipitação, no que se refere à quantidade e distribuição, é importante ressaltar o albedo da superfície, cobertura de nuvens, circulação geral e constituição da atmosfera com respeito aos gases e aerossóis. Algumas análises de séries de precipitação foram feitas por muitos investigadores de forma global ou para regiões específicas. Folland (1992) e Srikanthan & Stewart (1991) concluíram estudos científicos com séries temporais de precipitação, evidenciando flutuações em diferentes intervalos de tempo com tendência significativa para os termos de longo período.

Heino (1996) afirma que a urbanização tende a diminuir a umidade relativa do ar. O efeito da urbanização na umidade relativa do ar pode ser explicado pela presença de superfícies secas, menos evaporação e drenagem rápida das águas precipitadas.

Cabral (1997) realizou uma análise das alterações climáticas da cidade de São Paulo, no período de 1987 a 1995, relacionando com a expansão de sua mancha urbana. Para o trabalho, foram analisados e comparados, os dados de temperatura do ar, precipitação e umidade relativa, de várias estações climatológicas, tanto em nível sazonal como anual, através de métodos estatísticos de análise de séries temporais, visando detectar a existência e magnitude de tendências mais significativas. Os resultados também mostraram um aumento nos valores pluviométricos nas últimas décadas.

3 – MATERIAL E MÉTODOS

3.1– DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Foram utilizados dados de temperatura e umidade relativa do ar e precipitação referentes ao período de 1963 a 1998 das estações de João Pessoa ($07^{\circ} 07'S$; $034^{\circ}53'W$; 05m), Campina Grande ($07^{\circ} 13'S$; $35^{\circ} 52'W$; 508 m) e São Gonçalo ($06^{\circ} 50'$; $38^{\circ} 19'$; 235 m), todas localizadas no Estado da Paraíba Figura 3.1.

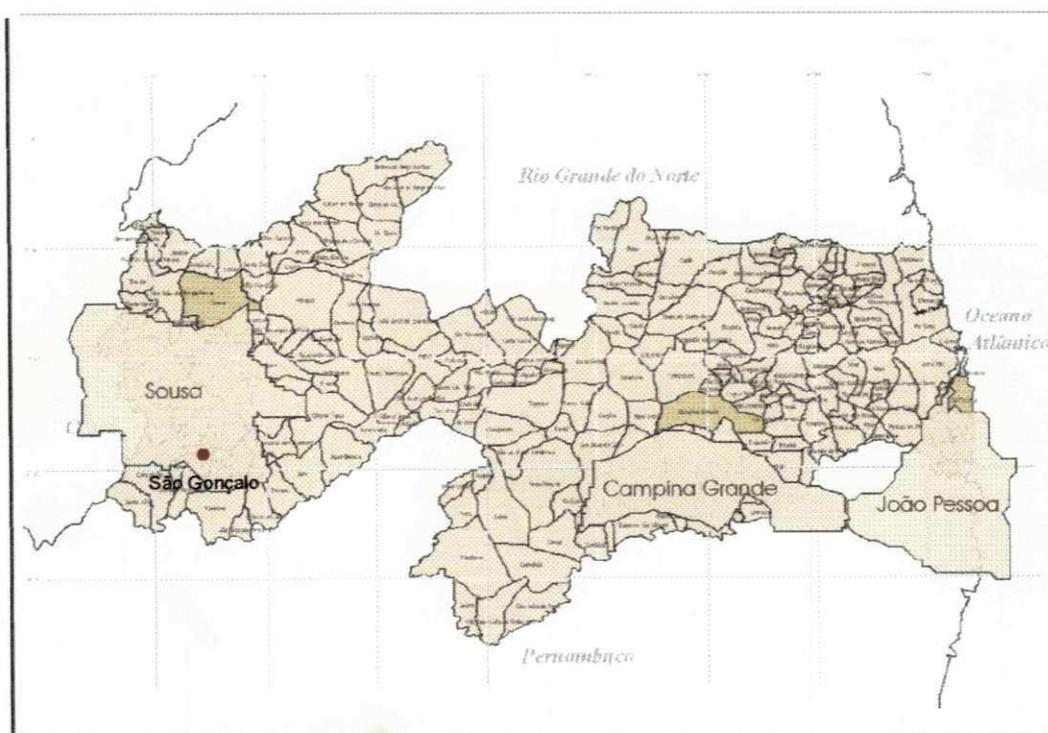


Figura 3.1 - Localização das estações de São Gonçalo, Campina Grande e João Pessoa – Pb. (Fonte: Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto - LMRS)

Inicialmente foram feitas as correções e preenchimento de falhas dos mencionados dados. Alguns dados de temperatura foram corrigidos de acordo com metodologia utilizada por Cavalcanti (1984) e nas correções dos dados de umidade relativa do ar e precipitação, utilizou-se as normais climatológicas, e o método descrito por Bristot (1999).

Após as devidas correções, avaliou-se as tendências de temperatura e umidade relativa do ar e precipitação por meio de médias móveis obtidas pelas sequências das médias aritméticas, da seguinte forma (citado por Spiegel, 1985):

$$\bar{Y} = \frac{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_N}{N};$$

ou

$$\bar{Y} = \frac{Y_2 + Y_3 + \dots + Y_{N+1}}{N};$$

ou ainda,

$$\bar{Y} = \frac{Y_3 + Y_4 + \dots + Y_{N+2}}{N}, \text{ etc.} \quad (3.1)$$

onde:

\bar{Y} = média móvel de ordem N;

Y_i = média anual dos elementos;

ΣY_i = totais móveis de ordem N;

N = número de anos.

Em seguida foram estabelecidos os subperíodos correspondentes aos submúltiplos do período total de dados (1963-1998), ou seja, série de 36 anos, distribuída da seguinte forma:

N = 6, equivalente às séries de 6 anos, definindo os subperíodos: 1963-68, 1969-74, 1975-80, 1981-86, 1987-92 e 1993-98.

N = 9, definindo as séries de 9 anos equivalente aos subperíodos: 1963-71, 1972-80, 1981-89 e 1990-98.

N = 12, definindo as séries de 12 anos, equivalente aos subperíodos: 1963-74, 1975-86 e 1987-98.

Obtidas as médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar e precipitação em cada subperíodo mencionado anteriormente, verificou-se os efeitos da urbanização nas referidas médias, quando comparadas entre os subperíodos e em cada mês do ano.

Para fins de comparação das médias de temperatura e umidade relativa do ar e precipitação entre os subperíodos já citados, considerando-se neste caso a mesma série de dados, utilizou-se a análise estatística, por intermédio do teste *t* de Student, descrita da seguinte forma (citado por Ferreira, 1996):

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\left[\bar{s}^2 \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right) \right]^{\frac{1}{2}}} \quad (3.2)$$

Onde:

t = é o teste de Student calculado naquele nível de probabilidade (5%).

\bar{x} = média do elemento meteorológico (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação) das amostras.

\bar{s}^2 = variância média dos dados.

N = tamanho da amostra 1.

N = tamanho da amostra 2.

Para ilustrar os elementos meteorológicos utilizados neste trabalho em outro período de observações, estão mostrados na Tabela 3.1 as normais climatológicas referentes ao períodos 1961-1990 publicada pelo Departamento Nacional de Meteorologia (1992) das estações de João Pessoa, Campina Grande e São Gonçalo.

Tabela 3.1 – Normais Climatológicas do período 1961-1990.

Meses	João Pessoa			Campina Grande			São Gonçalo		
	T(°C)	U(%)	P(mm)	T(°C)	U(%)	P(mm)	T(°C)	U(%)	P(mm)
Jan	25,8	75	81,1	23,9	79	40,9	27,3	60	120
Fev	25,2	75	137,5	25	72	54,6	26,5	67	183,7
Mar	28,2	81	238,4	24,7	86	99,8	26,1	73	248,6
Abr	25,5	79	312,9	24,5	86	129,2	25,9	74	178,2
Mai	27	81	307,9	23,3	88	94,5	23,4	70	72,5
Jun	26,2	81	381,5	22,3	91	106,7	25,1	65	48,8
Jul	23,7	87	290,2	20,1	90	123,9	26,2	59	23,3
Ago	25,4	75	202,1	21,7	86	58,1	26,3	54	21,6
Set	27,5	67	40,7	21,7	84	38	26,5	53	14,1
Out	27,7	73	57,5	23,6	79	16,9	27,8	51	20,3
Nov	27	74	44,9	24,2	72	18,7	27,8	52	23
Dez	24,1	74	37,4	24,6	79	21,4	27,9	54	49,2
Ano	26,1	76,8	2132,1	23,3	82,7	802,7	26,4	61	1000,3

Considerando a influência da urbanização na temperatura e umidade relativa do ar e precipitação, a Tabela 3.2 mostra o crescimento populacional de João Pessoa, Campina Grande e São Gonçalo no período compreendido entre 1960 e 1996 publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 1996. Nesta Tabela observa-se que houve um aumento significativo da população total de João Pessoa e Campina Grande, em torno de 284% e 175% respectivamente e para São Gonçalo, houve aumento da população total de 16%, tendo uma população rural considerável.

Tabela 3.2 – Crescimento Populacional de João Pessoa, Campina Grande e Sousa* (1960-1996).

João Pessoa	Anos	Total	Urbana	Rural
	1960	142.916	135.820	7.096
	1970	210.402	176.142	6.467
	1980	293.607	290.247	3.360
	1991	443.600	443.600	
	1996	549.363		
C. Grande				
	1960	123.759	116.226	7.533
	1970	174.649	164.864	9.785
	1980	225.887	222.102	3.785
	1991	268.017	264.473	3.544
	1996	340.316		
Sousa *				
	1960	50.911	12.350	38.561
	1970	45.257	25.113	20.144
	1980	53.982	34.017	19.965
	1991	53.784	38.812	14.972
	1996	59.325		

* dados populacionais de São Gonçalo.

Em função dos resultados obtidos, finalmente foi realizada a classificação climática utilizando-se o período de dados (1963 – 1998) e comparada em seguida com a classificação já existente pelo método de Köppen, ou ainda, estabelecer alguns critérios para identificar até certo limite as variações dos elementos analisados.

3.2– CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Os climas das localidades em estudo segundo a classificação de Köppen, de acordo com Silva (1987), são:

- João Pessoa - é do tipo Asi, considerado como tropical úmido; o período chuvoso vai de janeiro a agosto, com total anual médio de precipitação de 1600 mm; verão seco, sendo a variação de temperatura média mensal do ar ao longo do ano praticamente desprezível;

- Campina Grande - é do tipo Aw'i, considerado como tropical úmido; no período chuvoso ocorre de março a julho, com um total anual médio de precipitação de 765 mm; estação seca ocorrendo do inverno para o outono, com temperatura média anual de 22,7^oC, variando pouco ao longo do ano,
- São Gonçalo - é do tipo Awig, considerado como tropical úmido; o período chuvoso dá-se de janeiro a abril, com um total anual médio de precipitação de 800 mm; estação seca ocorrendo no inverno para o outono, com temperatura média anual variando pouco ao longo do ano.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 – TENDÊNCIAS

4.1.1 – Temperatura do Ar

As Figuras 4.1, 4.2 e 4.3 mostram as tendências de temperaturas médias anuais em João Pessoa, Campina Grande e São Gonçalo utilizando-se médias móveis de 6, 9 e 12 anos. As mesmas mostram que em João Pessoa existe claramente tendência de aumento de temperatura do ar no período 1963-98, bem caracterizadas nas Figuras mencionadas. A mesma tendência, porém com característica mais acentuada ocorre também em Campina Grande, no período 1963-98, com destaque principalmente para a média móvel de 9 anos. Em São Gonçalo, mesmo não estando tão evidenciada a tendência de aumento de temperatura do ar, quando considera-se as médias móveis de 6 anos, verifica-se que ao considerar-se as médias móveis de 9 e 12 anos, ocorre indubitavelmente esta tendência, no mesmo período.

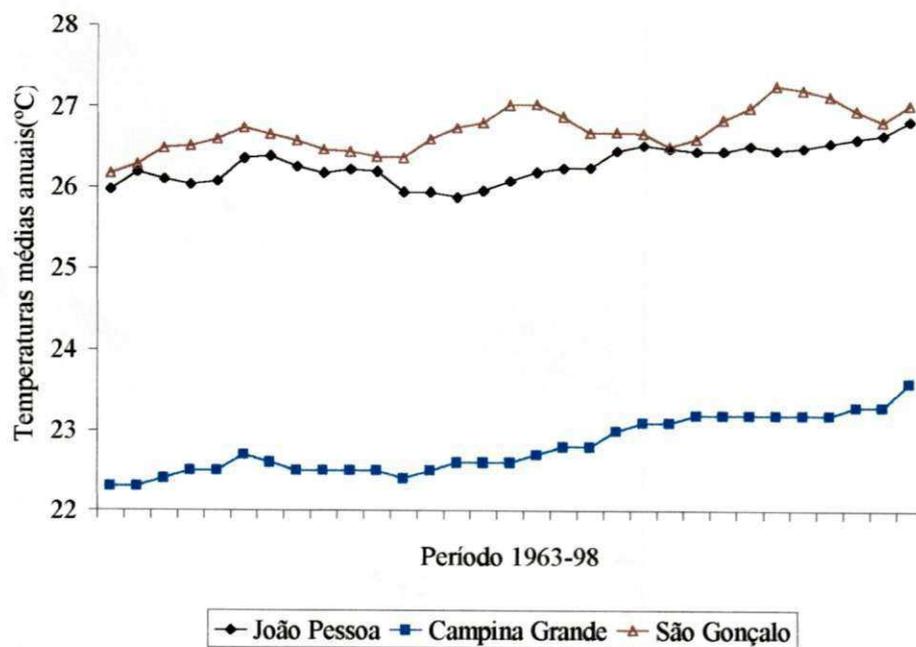


Figura 4.1 – Tendências de temperaturas médias anuais utilizando médias móveis de 6 anos.

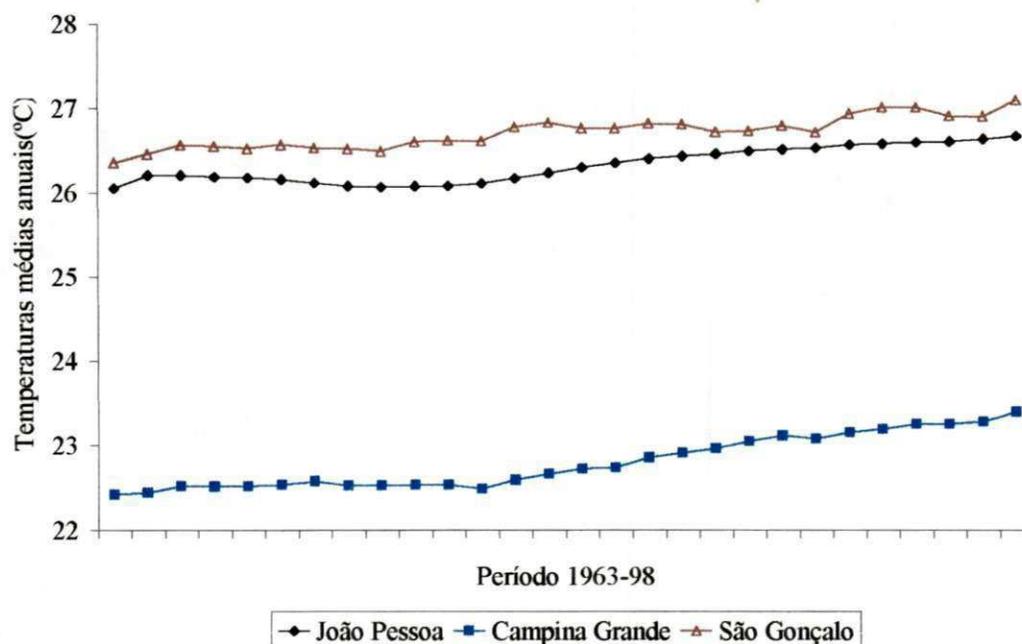


Figura 4.2 – Tendências de temperaturas médias anuais utilizando médias móveis de 9 anos.

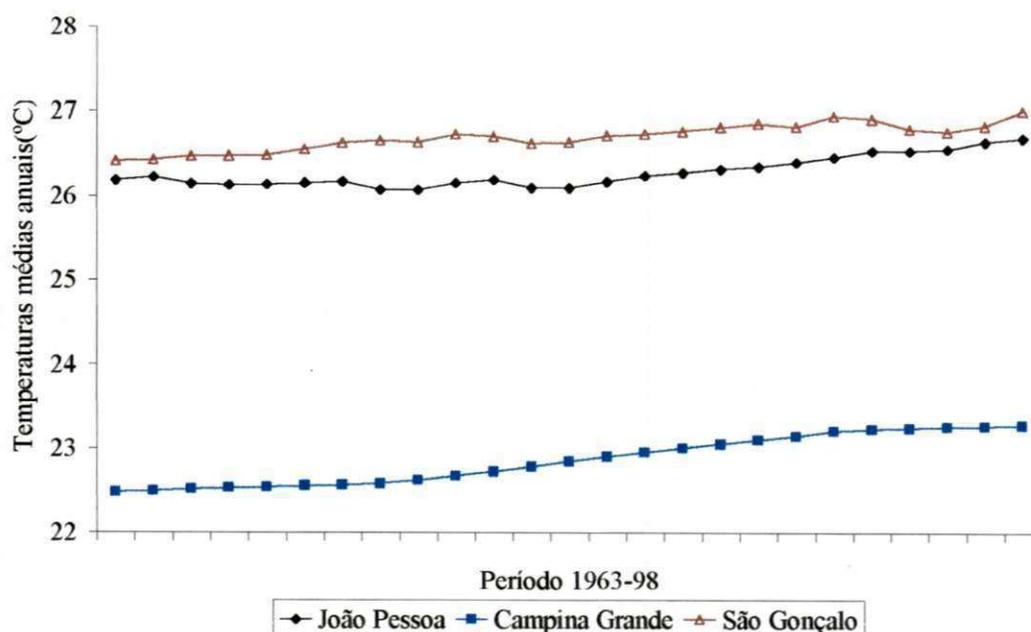


Figura 4.3 – Tendências de temperaturas médias anuais utilizando médias móveis de 12 anos.

Maitelli (1996/97), analisando as tendências climáticas em Cuiabá de 1920 a 1992 e associando-as ao crescimento populacional, verificou que as temperaturas médias e mínimas médias mostraram tendências positivas, enquanto as temperaturas máximas mantiveram-se quase estáveis, as taxas de umidade relativa do ar tenderam a diminuir. Embora o maior crescimento urbano tenha ocorrido no período 1970-91, a influência da urbanização nas condições térmicas da cidade foi observada em todo o período analisado. Entretanto, a tendência de acréscimo nas temperaturas mínimas médias foram mais significativas no período 1970-92, sendo estas confirmadas nas tendências das observações realizadas às 20:00 horas (Maitelli, 1994).

4.1.2- Umidade Relativa do Ar

As Figuras 4.4, 4.5 e 4.6 evidenciam as tendências de umidades relativas do ar em João Pessoa, Campina Grande e São Gonçalo no período 1963-68, considerando-se as médias móveis de 6, 9 e 12 anos. Verificando as curvas de tendência da umidade relativa do ar em João Pessoa, constata-se claramente a tendência de diminuição da umidade relativa do ar neste local no período 1963-98. Da mesma forma, verifica-se através das mesmas Figuras que em Campina Grande existe a mesma tendência de diminuição da umidade relativa do ar, considerando-se o período 1963-98, portanto um pouco mais intensa. Em São Gonçalo, mesmo mostrando-se um pouco irregular a curva de tendência da umidade relativa do ar para médias móveis de 6 anos, constata-se mediante as Figuras 4.5 e 4.6 que há tendência bem evidente de diminuição da umidade relativa do ar no período 1963-98.

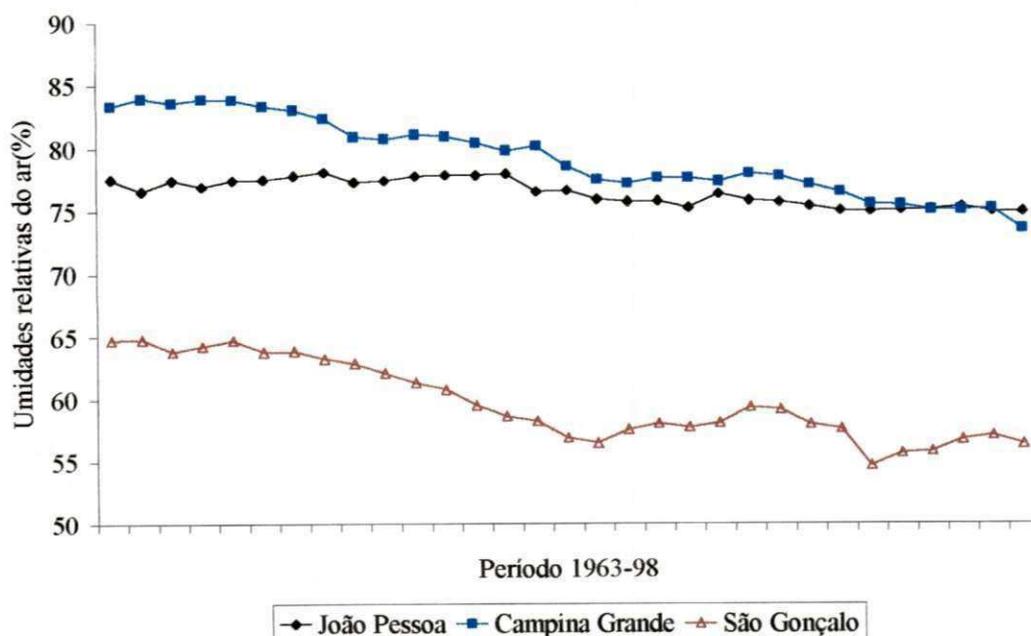


Figura 4.4 – Tendências de umidades relativas do ar utilizando médias móveis de 6 anos.

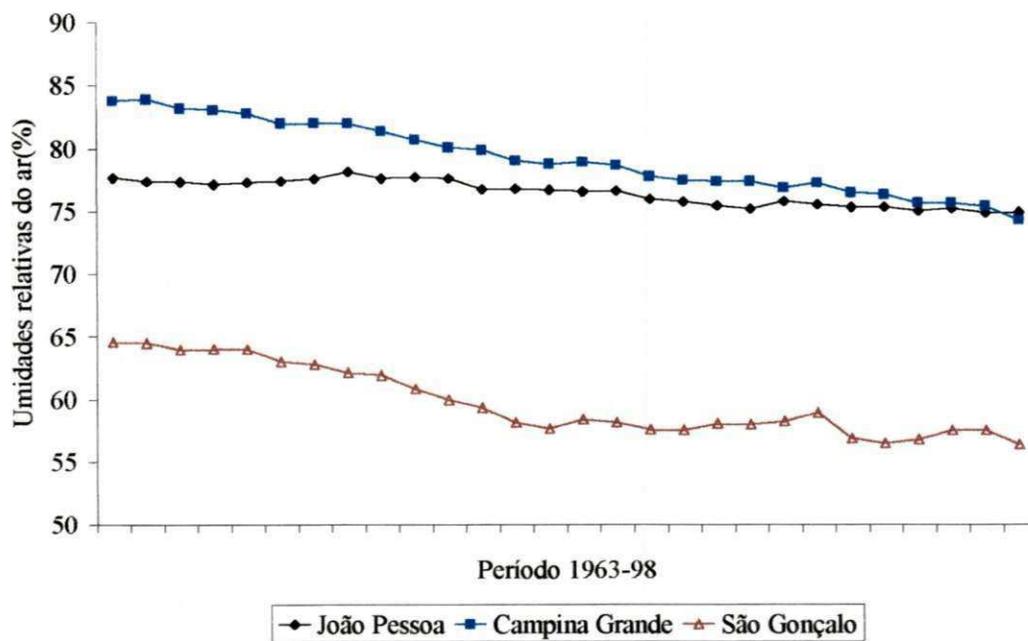


Figura 4.5 – Tendências de umidades relativas do ar utilizando médias móveis de 9 anos.

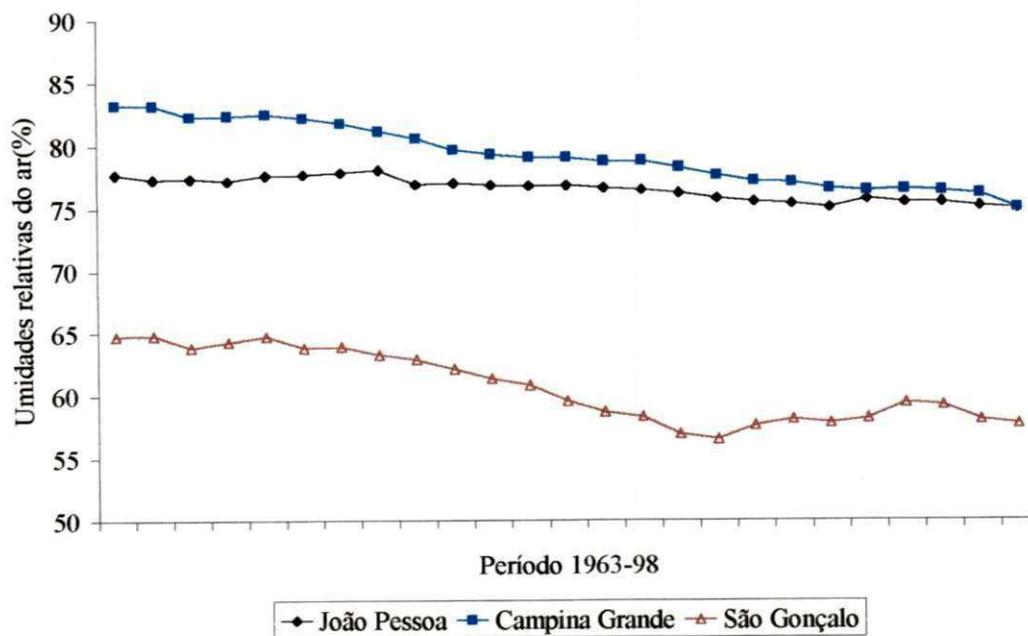


Figura 4.6 – Tendências de umidades relativas do ar utilizando médias móveis de 12 anos.

4.1.3 – Precipitação

As Figuras 4.7, 4.8 e 4.9 mostram as tendências de precipitação em João Pessoa, Campina Grande e São Gonçalo, quando considerou-se as médias móveis de 6, 9 e 12 anos. As mesmas revelam que em João Pessoa, a precipitação é caracterizada por períodos com tendência a aumentar ou diminuir, principalmente quando analisa-se a Figura 4.8. Em Campina Grande, a tendência da precipitação é sofrer pequenas variações no período 1963-98, evidenciadas tanto na Figura 4.7, como nas Figuras 4.8 e 4.9. Em relação a São Gonçalo, com exceção da Figura 4.7 onde esta constata uma tendência irregular da precipitação, verifica-se que nas Figuras 4.8 e 4.9, existe claramente tendência da precipitação diminuir no período 1963-98. De acordo com Silva et al. (1998), o conhecimento da tendência temporal das séries de precipitação pluvial do Nordeste do Brasil constitui uma importante informação para o planejamento agrícola e de recursos hídricos da região. Os mesmos concluíram que no período 1911-96, cerca de 90% das séries analisadas não apresentaram nenhuma tendência, e que em Traipu-AL e Taipu-RN houveram fortes tendências caracterizando, respectivamente, núcleos decrescentes e crescentes de precipitação.

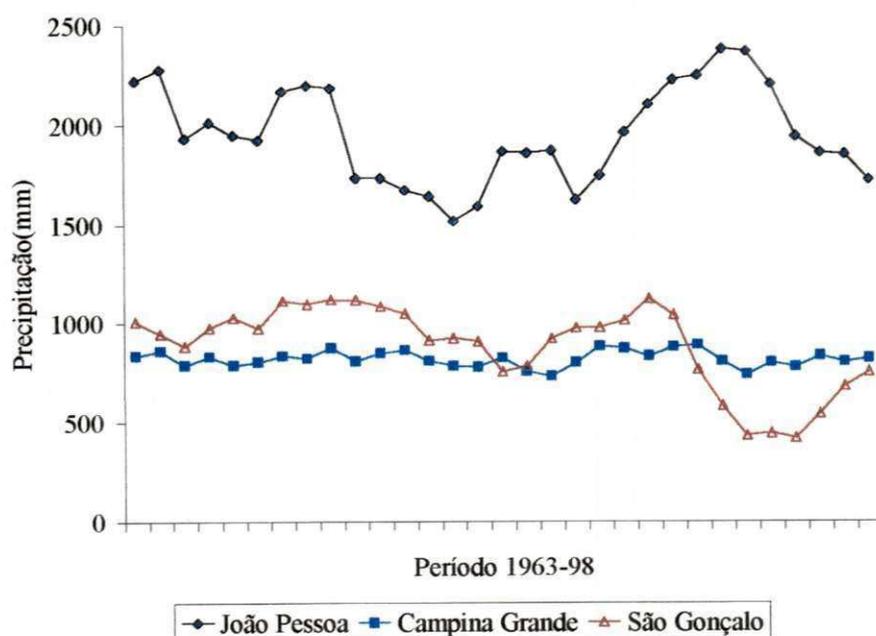


Figura 4.7 – Tendências de precipitação utilizando médias móveis de 6 anos.

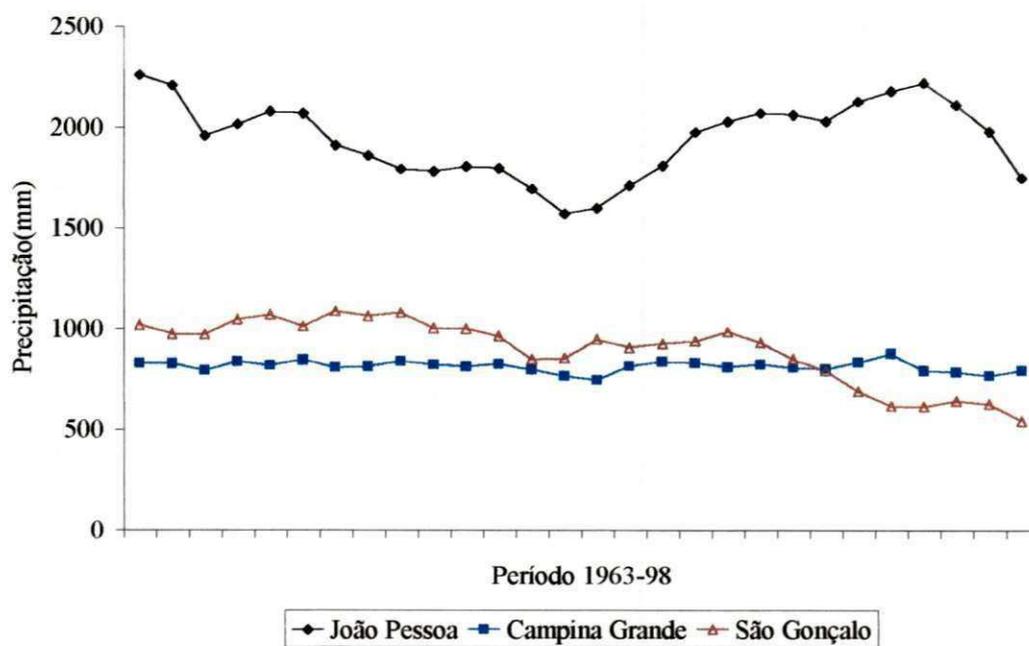


Figura 4.8 – Tendências de precipitação utilizando médias móveis de 9 anos.

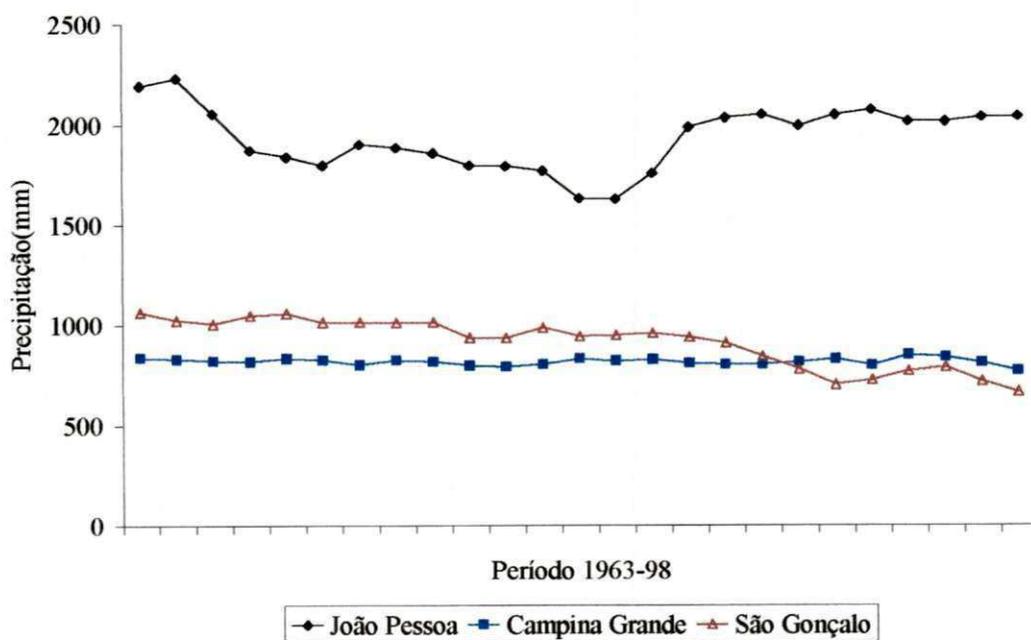


Figura 4.9 – Tendências de precipitação utilizando médias móveis de 12 anos.

4.2 – ANÁLISE DA SÉRIE DE 6 ANOS EM JOÃO PESSOA

4.2.1 – Temperatura do Ar

A Figura 4.10, mostra as curvas de temperaturas médias mensais referentes aos subperíodos 1963-68, 1969-74, 1975-80, 1981-86, 1987-92 e 1993-98, em João Pessoa. Nesta Figura observa-se que houve aquecimento no último subperíodo (1993-98) para os meses de janeiro e outubro em torno de $0,6^{\circ}\text{C}$; nos meses de fevereiro, março e abril o aumento foi de $1,1^{\circ}\text{C}$ e maio em torno de $1,3^{\circ}\text{C}$. Ao considerar-se aos meses de agosto e dezembro, houve aquecimento de $0,4^{\circ}\text{C}$ e $1,0^{\circ}\text{C}$ respectivamente, em relação ao subperíodo 1963-68. Nos meses de junho e setembro houve aquecimento de $1,0^{\circ}\text{C}$ e $0,7^{\circ}\text{C}$ para o subperíodo 1969-74 respectivamente, diminuindo no próximo subperíodo (1975-80), ficando em torno de $0,8^{\circ}\text{C}$ e $0,6^{\circ}\text{C}$ respectivamente. Nos subperíodos 1981-86, 1987-92 e 1993-98 a temperatura voltou a aumentar em aproximadamente $0,6^{\circ}\text{C}$ e $0,5^{\circ}\text{C}$ relativo aos meses de junho e setembro. No mês de julho, houve aumento de temperatura em torno de $0,6^{\circ}\text{C}$ entre os subperíodos 1963-68 e 1981-86, mantendo-se constante em $25,1^{\circ}\text{C}$, nos dois últimos subperíodos (1987-92 e 1993-98). Em novembro, houve uma diminuição no período 1975-80 de $0,4^{\circ}\text{C}$, aumento no período 1981-86 de $0,5^{\circ}\text{C}$, onde, nos dois últimos subperíodos a temperatura voltou a aumentar em torno de $0,7^{\circ}\text{C}$ em relação ao período 1963-68 e $0,5^{\circ}\text{C}$ em relação ao período 1981-86. O aumento da temperatura do ar em João Pessoa, deu-se praticamente todo o ano, com exceção dos meses de junho, setembro e novembro, que tiveram temperaturas anômalas, onde esperava-se que houvesse temperaturas mais elevadas no último subperíodo (1993-98), mas mesmo assim, as temperaturas comparadas ao primeiro período (1963-68) mostraram-se mais elevadas, principalmente nos últimos subperíodos, os quais podem estar relacionados ao crescimento urbano (Tabela 3.2). Segundo Landsberg (1981) e Oke (1987), o aumento populacional constitui-se em parâmetro importante no aquecimento, uma vez que o mesmo implica em

intensas modificações da superfície urbana e na utilização de fontes que aumentam os gases no ar como, por exemplo, os veículos automotores e processos industriais.

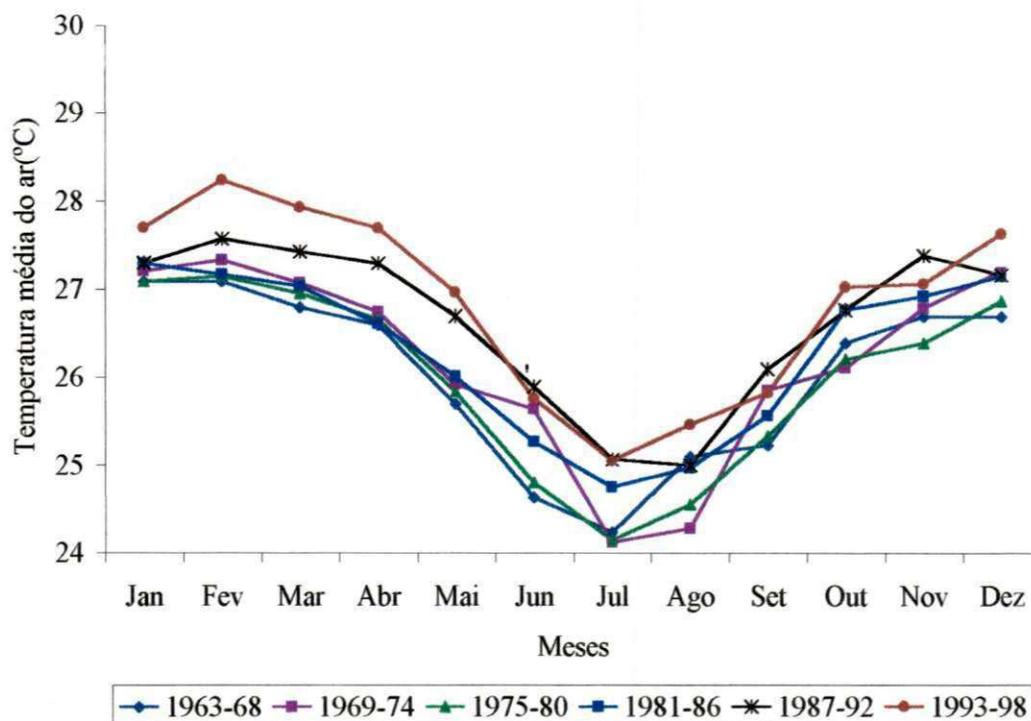


Figura 4.10 – Temperaturas médias mensais referentes às séries de 6 anos em João Pessoa –Pb.

4.2.2 – Umidade Relativa do Ar

Analisando o comportamento mensal da umidade relativa do ar, nos subperíodos de 1963-68,1969-74,1975-80,1981-86,1987-92,1993-98 em João Pessoa (Figura 4.11), verifica-se que nos dois últimos subperíodos (1987-92 e 1993-98) para os meses de janeiro, fevereiro, março, agosto, setembro e dezembro houve uma diminuição de 5,2%, 2,2%, 2,7%, 4,6%, 4,0% e 2,0 %, respectivamente. Para os meses de junho e julho, uma diminuição de 2,8% e 2,2% respectivamente, para os subperíodos (1981- 86, 1987-92, 1993-98). Quanto ao mês de abril, constatou-se um aumento de 2,0% no subperíodo 1981-

86, em relação aos três primeiros subperíodos, voltando a diminuir 2,8% nos dois últimos subperíodos; no mês de maio, aumentou a umidade relativa do ar em 2,0%, nos três subperíodos (1969-74, 1975-80, 1981-86) e nos dois últimos subperíodos mostrou uma queda de 2,4%. No mês de outubro, houve uma diminuição significativa de 13,7% para o subperíodo (1981-86) e aumentou nos dois últimos subperíodos de 10,4 % em relação ao subperíodo (1981-86). Para o mês de novembro nos subperíodos 1981-86 e 1987-92 houve uma diminuição de 1,4% em relação aos demais subperíodos. Esta diminuição da umidade relativa do ar ocorreu em função do aumento de temperatura, pois em alguns casos, nos mesmos subperíodos também houve aquecimento, assim como a contribuição através das alterações do uso do solo e na implementação do processo urbano. Segundo Maitelli (1994), estudando as variações climatológicas médias de Cuiabá, verificou que o comportamento da umidade relativa do ar na cidade mostrou tendência negativa, isto é, de diminuição, com valor de 0,026% por ano, o que demonstra a influência da elevação de temperatura promovida pelo tecido urbano, conseqüentemente, a superfície vegetada é substituída pela urbanização, diminuindo as taxas de evapotranspiração, as quais modificaram as condições de umidade do relativa ar.

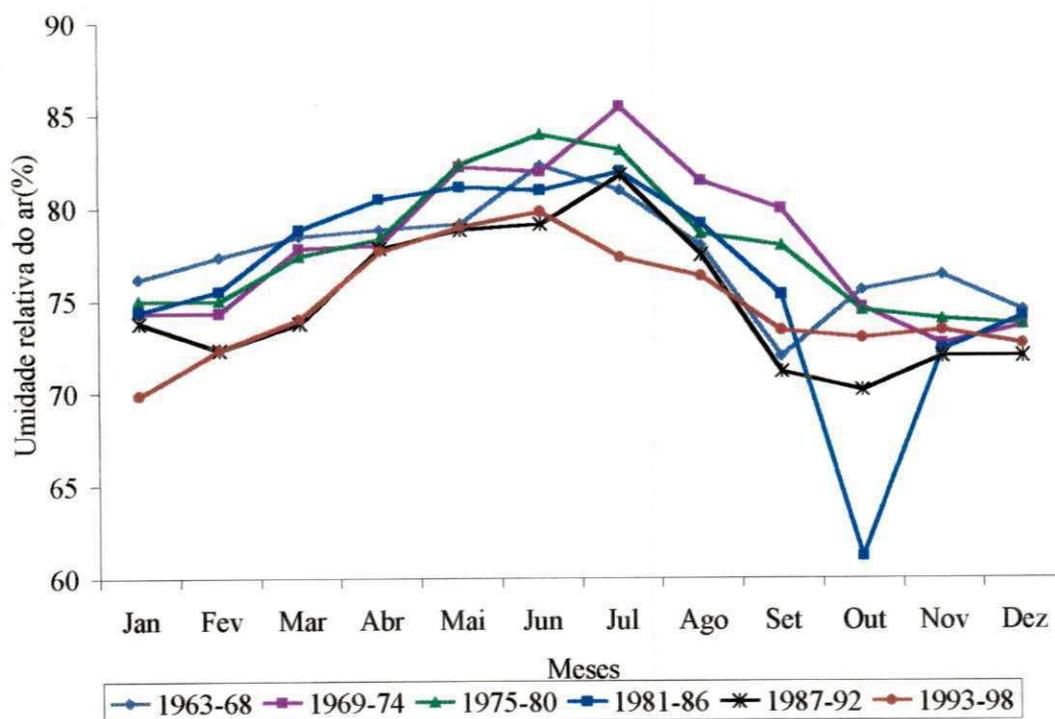


Figura 4.11 – Umidades relativas médias mensais referentes às séries de 6 anos em João Pessoa –PB.

4.2.3 – Precipitação

A precipitação pluvial mensal em João Pessoa (Figura 4.12) relativa aos subperíodos de 1963-68, 1969-74, 1975-80, 1981-86, 1987-92 e 1993-98 revela que nos meses de janeiro e junho choveu acima da média, respectivamente 73,8 e 324,1 mm, nos dois primeiros subperíodos (1963-68 e 1969-74). Em fevereiro, a média foi de 112,1 mm, tendo os subperíodos (1963-68, 1975-80, 1981-86) chovido acima desta média. Março e maio as médias foram 218,0 e 305,6 mm, respectivamente e a precipitação foi acima destas médias para os subperíodos de (1963-68, 1969-74, 1981-86) e nos meses de abril e julho isto ocorreu para os subperíodos de (1963-68, 1969-74, 1987-92), com médias de 311,2 e 318,3 mm, respectivamente. No mês de agosto, nos subperíodos (1969-74, 1981-86) a precipitação foi acima da média sendo a mesma de 169,9mm. Em setembro os quatro primeiros subperíodos choveram acima de 85mm (média), havendo uma diminuição pluviométrica nos demais subperíodos. No mês de outubro a precipitação foi acima da média (41,9 mm) nos dois subperíodos (1969-74, 1975- 80). Nos subperíodos (1975-80, 1981-86 e 1993-98), no mês de novembro, a precipitação foi acima da média (32,1 mm). O mês de dezembro a média foi de 35,8mm, chovendo acima desta média nos subperíodos (1963-68, 1975-80, 1981-86, 1987-92). Observou-se que geralmente, no subperíodo 1993-98, houve uma redução da precipitação em relação aos outros subperíodos, e que João Pessoa chove praticamente todo o ano, havendo uma diminuição da precipitação nos meses de outubro, novembro e dezembro, ou seja, em outras palavras, a estação chuvosa (precipitação acima da média) em João Pessoa, de acordo com Dantas (1998), estende-se de março a agosto, podendo estender-se em alguns casos até setembro, e que, as chuvas da pré-estação chuvosa (janeiro e fevereiro) são geralmente suficientes para superar a deficiência hídrica da estação menos chuvosa (outubro, novembro e dezembro).

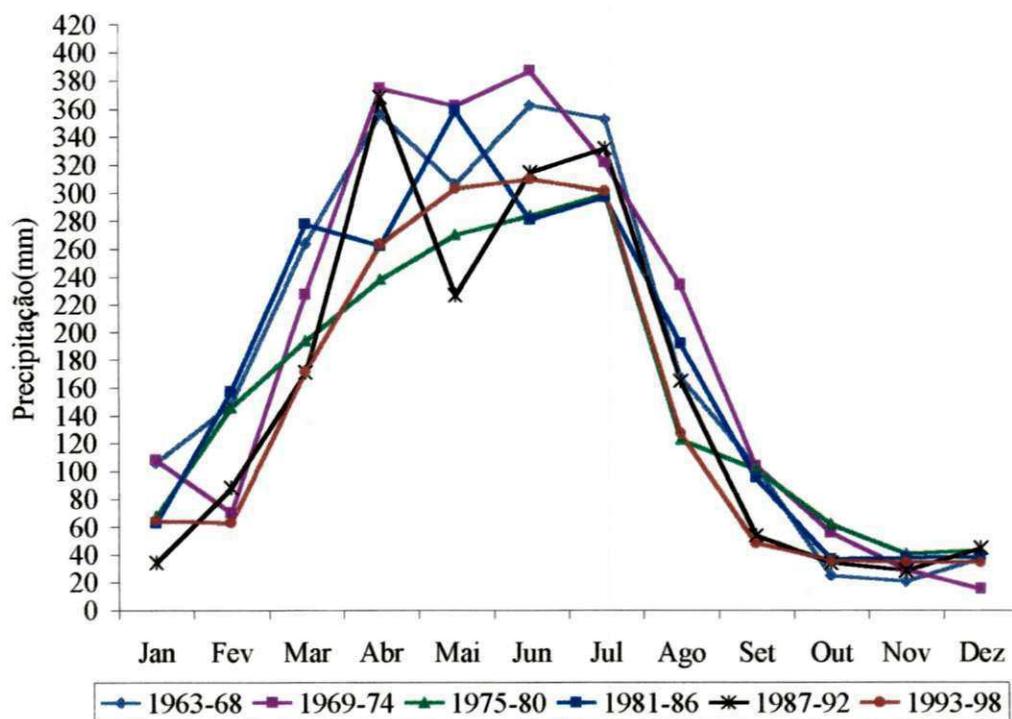


Figura 4.12 – Precipitações médias mensais referentes as séries de 6 anos em João Pessoa – PB.

4.3 – ANÁLISE DA SÉRIE DE 6 ANOS EM CAMPINA GRANDE

4.3.1 – Temperatura do Ar

Analisando as médias mensais de temperatura do ar para os subperíodos 1963-68, 1969-74, 1975-80, 1981-86, 1987-92 e 1993-98, em Campina Grande (Figura 4.13), verificou-se que houve um aquecimento nos três últimos subperíodos acima citados, com valores de 1,1°C nos meses de janeiro, julho, outubro e novembro, 1,5°C no mês de abril, 1,6°C nos meses de maio e setembro, 1,2°C em junho e 1,0°C em agosto. A temperatura para os meses de fevereiro e março, aumentou no subperíodo (1969-74) de 0,7°C e 0,8°C respectivamente, em relação ao primeiro subperíodo (1963-68), sendo que nos subperíodos (1975-80 e 1981-86) houve uma diminuição de temperatura de 0,2°C e 0,3°C (fevereiro e março) relativo ao período (1969-74), voltando a aumentar nos dois últimos subperíodos (1987-92 e 1993-98) cerca de 0,8°C e 0,7°C em relação ao subperíodo (1969-74) e de 1,4°C e 1,5°C (fevereiro e março) em relação ao primeiro subperíodo (1963-68). Para o mês de dezembro a temperatura média foi de 23,5°C para os subperíodos (1963-68, 1969-74, 1975-80 e 1981-86), tendo um aumento de 0,7°C no subperíodo (1987-92) e de 1,2°C em relação aos subperíodos acima citados. Notou-se que a temperatura média mensal de Campina Grande nos últimos subperíodos, elevou-se, provocando um aquecimento em todos os meses. Segundo Silva (1998), em estudos realizados sobre o microclima e influência das superfícies de asfalto, calçamento e de praça no aquecimento urbano, conduzidos por experimentos microclimáticos urbanos nos períodos de inverno (julho-agosto) e verão (dezembro), nas cidades de Campina Grande e Patos, concluiu que,

tanto na cidade de Campina Grande como em Patos (devido à climatologia) e por extensão em outras cidades do Nordeste Brasileiro, o asfalto e o revestimento de paralelepípedo são fatores que contribuem para a formação de ilhas de calor, pois ao absorverem grande quantidade de radiação solar contribuem para um maior aquecimento das cidades.

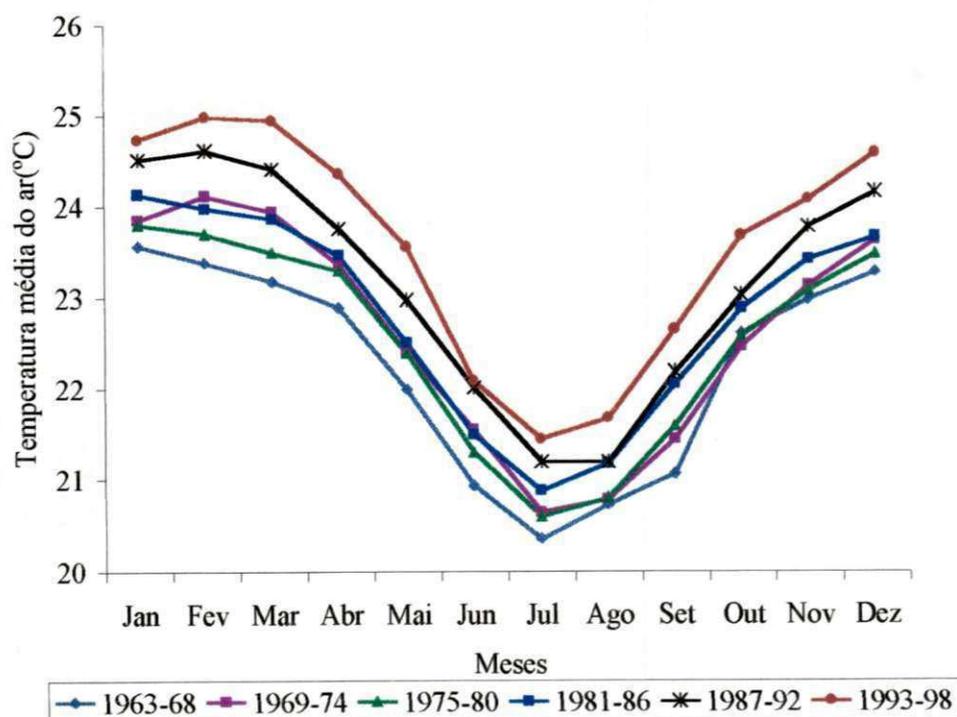


Figura 4.13 – Temperaturas médias mensais das séries de 6 anos em Campina Grande – PB.

4.3.2 – Umidade Relativa do Ar

Observando os subperíodos de 1963-68, 1969-74, 1975-80, 1981-86, 1987-92 e 1993-98, em relação a umidade relativa do ar, em Campina Grande (Figura 4.14), a mesma mostrou que houve uma diminuição nos últimos três subperíodos (1981-86, 1987-92 e 1993-98), para os meses de janeiro a novembro, com valores de 10,0 %, 10,4%, 12,0%, 6,7%, 4,7%, 6,7%, 6,0%, 5,3%, 8,7%, 8,1% e 6,5%, respectivamente. Quanto ao mês de dezembro, houve uma diminuição da umidade relativa do ar, nos subperíodos (1963-68, 1969-74, 1975-80 e 1981-86), valendo salientar que essa diminuição foi brusca (77,8% para 60,6%) no subperíodo 1981-86 e nos subperíodos (1987-92 e 1993-98) houve um aumento de umidade relativa do ar, em relação ao subperíodo 1981-86 de 8,7% e em relação ao subperíodo 1963-68 foi de 1,1%. Mesmo com aumento nos últimos dois subperíodos em relação ao período 1981-86, a umidade relativa do ar em Campina Grande tendeu a diminuir, onde se explica o aumento para este subperíodo (1981-86) devido a influência da temperatura e a precipitação. Heino (1996) afirmou que a urbanização tende a diminuir a umidade relativa do ar e o efeito pode ser explicado pela presença de superfícies secas, havendo assim, menos evaporação e drenagem rápida das águas precipitadas.

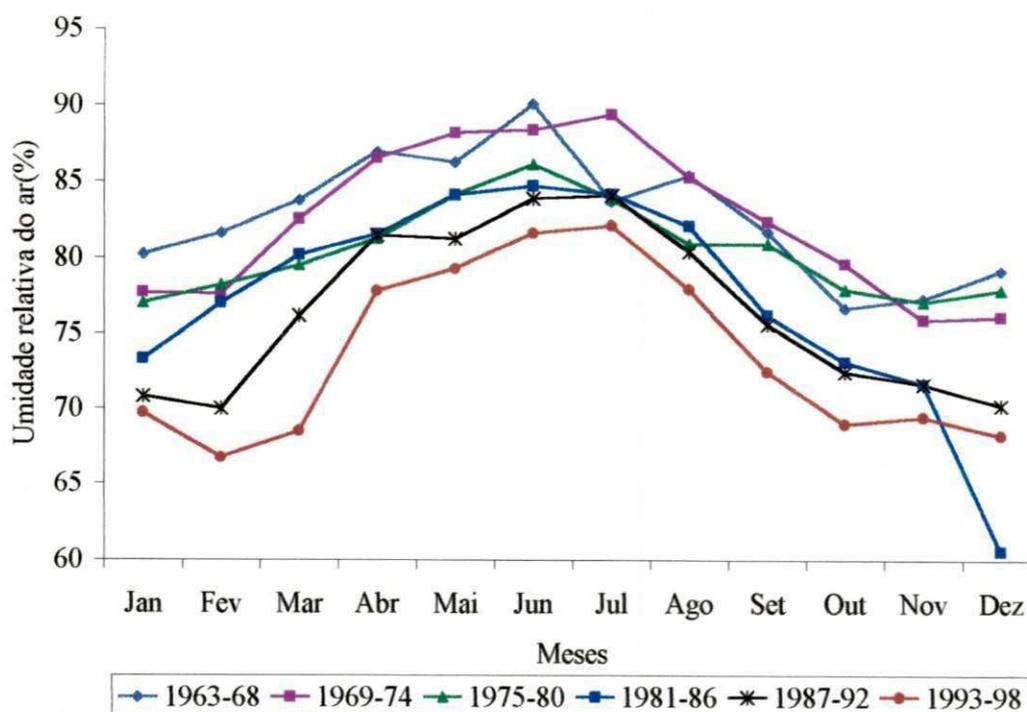


Figura 4.14– Umidades relativas médias mensais referentes as séries de 6 anos em Campina Grande – PB.

4.3.3 – Precipitação

O índice de precipitação pluvial Campina Grande (Figura 4.15), para os subperíodos 1963-68, 1969-74, 1975-80, 1981-86, 1987-92 e 1993-98, apresenta nos meses de janeiro, maio e setembro, chuvas acima das médias 36,3 mm, 97,5 mm e 36,4 mm, para os subperíodos 1963-68, 1969-74 e 1981-86, respectivamente. No mês de fevereiro a média foi de 65,4 mm, sendo 86,0 mm e 135,0 mm relativos aos subperíodos (1963-68 e 1981-86). Em março, a média pluviométrica foi de 104,4 mm, onde os subperíodos (1963-68, 1981-86 e 1987-92) essas médias foram de 114,0 mm, 141,5 mm e 119,6 mm, respectivamente. Para o mês de junho, nos subperíodos 1969-74, 1975-80 e

1993-98, choveu acima da média (111,6 mm). Em julho, nos subperíodos 1963-68, 1969-74, 1975-80 e 1987-92, as chuvas foram também acima da média (129,9 mm). No mês de agosto a média pluviométrica foi de 60,1 mm, tendo os subperíodos 1969-74 e 1987-92 chovido acima desta média. Em outubro, para os subperíodos 1969-74 e 1981-86, a precipitação foi acima da média (15,3 mm). No mês de novembro a média foi de 22,4 mm; para os subperíodos 1963-68, 1981-86 e 1993-98, foram 24,4 mm, 36,4 mm e 27,3 mm respectivamente. Em dezembro, os subperíodos 1963-68, 1975-80 e 1981-86 apresentam precipitações de 32,1 mm, 23,9 mm e 23,8 mm, relativos aos mesmos subperíodos, sendo estes caracterizados como chuvosos por situarem-se acima da média (21,0 mm). Constatou-se que Campina Grande, no último subperíodo 1993-98, houve uma diminuição pluviométrica para todos os meses, com exceção dos meses de junho e novembro que tiveram precipitação acima da média. Em estudos realizados por Houghton et al. (1990,92) de acordo com os resultados da integração numérica de um modelo MCGA (Modelo de Circulação Geral da Atmosfera), baseados no aumento de CO₂, a temperatura média do globo aumentaria de 1,5°C a 5,0°C e conseqüentemente haverá uma redução gradativa na precipitação no Nordeste do Brasil (NEB) em torno de 120 mm para os quadrimestre predominantemente mais chuvoso (fevereiro a maio) até o ano 2030.

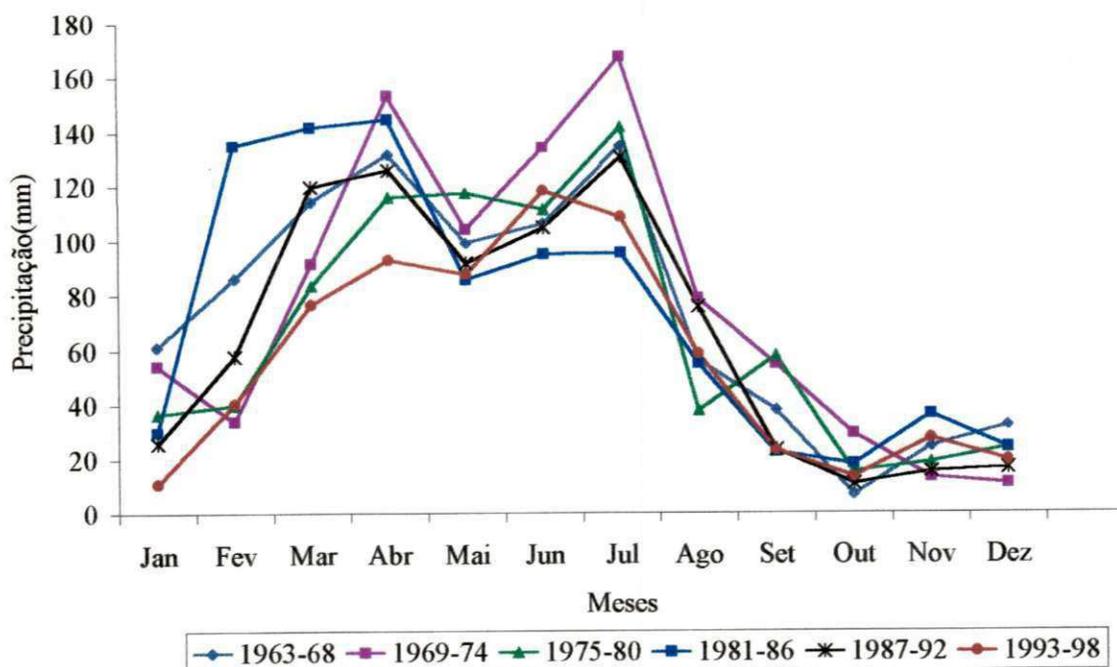


Figura 4.15 – Precipitações médias mensais referentes às séries de 6 anos em Campina Grande – PB.

4.4 – ANÁLISE DA SÉRIE DE 6 ANOS EM SÃO GONÇALO

4.4.1 – Temperatura do Ar

Na Figura 4.16, tem-se o comportamento mensal de temperatura do ar de São Gonçalo, para os subperíodos de 1963-68, 1969-74, 1975-80, 1981-86, 1987-92 e 1993-98. Observa-se nesta Figura que no mês de janeiro do subperíodo 1963-68, a temperatura média mensal foi de 26,9°C, aumentando em 0,5°C nos subperíodos (1969-74, 1975-80, 1981-86 e 1987-92), voltando no subperíodo 1993-98 à média inicial de 26,9°C. No mês de fevereiro, a temperatura aumentou em relação ao primeiro subperíodo em torno de 0,5°C para os subperíodos de 1969-74, 1975-80 e 1981-86, aumentando em 1,0°C no subperíodo 1987-92, em relação ao primeiro, diminuindo no subperíodo de 1993-98 em 0,8°C em relação ao subperíodo 1987-92. Em março, a temperatura manteve-se constante para os subperíodos (1963-68, 1969-74, 1975-80 e 1981-86) com temperaturas de 25,9°C, elevou-se em 0,6°C para os dois últimos subperíodos (1987-92 e 1993-98). No mês de abril, a temperatura nos dois últimos subperíodos, aumentou cerca de 0,4°C em relação aos demais subperíodos. Em maio a temperatura praticamente manteve-se constante. Em Junho, houve um aquecimento de 1,0°C para os subperíodos 1969-74, 1975-80, 1981-86 de 1,0°C em relação ao subperíodo inicial (1963-68); para o subperíodo 1987-92 houve um aumento de 1,5°C em relação ao subperíodo 1963-68 e de 0,5°C em relação aos subperíodos (1969-74, 1975-80 e 1981-86), caindo a temperatura no subperíodo 1993-98 em 0,5°C em relação aos subperíodos citados anteriormente e 1,0°C em relação ao primeiro subperíodo.

Em julho, a temperatura manteve-se constante nos três primeiros subperíodos com temperatura de 25,1°C, aumentando em torno de 0,6°C nos três últimos subperíodos. No mês de agosto, no subperíodo 1963-68 a temperatura foi 25,9°C aumentando para 26,4°C e mantendo-se constante para todos os subperíodos. Em setembro nos subperíodos (1969-74, 1975-80, 1981-86 e 1987-92), a temperatura foi de 27,4°C

representando um aumento de $0,6^{\circ}\text{C}$ e para o subperíodo 1993-98, houve um aumento de $0,5^{\circ}\text{C}$ em relação aos subperíodos (1969-74, 1975-80, 1981-86 e 1987-92), e em relação ao primeiro subperíodo de $1,1^{\circ}\text{C}$. Em outubro, no subperíodo de 1963-68 a temperatura foi de $27,3^{\circ}\text{C}$; para os subperíodos 1969-74, 1975-80, 1981-86 e 1987-92, e manteve-se constante em $28,0^{\circ}\text{C}$ e para o subperíodo de 1993-98 a mesma foi de $28,5^{\circ}\text{C}$. Em novembro, os subperíodos 1969-74, 1975-80 e 1981-86, a temperatura permaneceu constante ($28,0^{\circ}\text{C}$), ou seja, aumentando $0,5^{\circ}\text{C}$ em relação ao primeiro subperíodo (1963-68); para o período 1993-98 houve um aumento também de $0,5^{\circ}\text{C}$, em relação aos subperíodos que permaneceram constante e uma diferença de temperatura de $1,0^{\circ}\text{C}$ em relação ao período inicial.

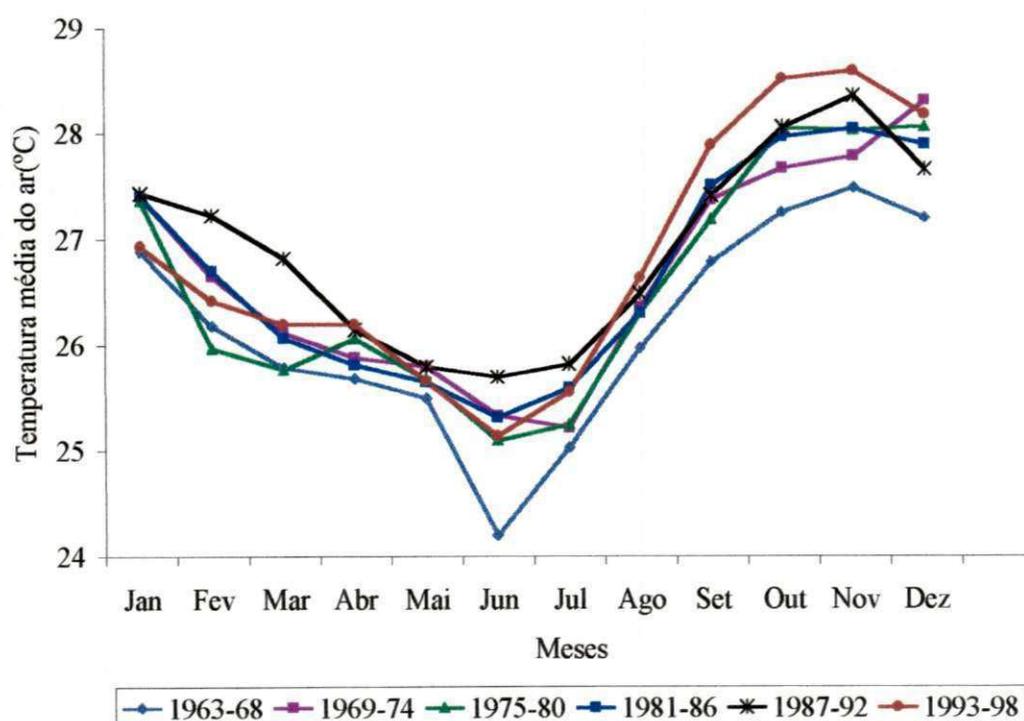


Figura 4.16 – Temperaturas médias mensais referentes às séries de 6 anos em São Gonçalo – PB.

Para o mês de dezembro, o período 1963-68, a temperatura média mensal foi $27,2^{\circ}\text{C}$, aumentando para $28,1^{\circ}\text{C}$ e permanecendo constante para os demais subperíodos. Analisando a variação de temperatura em São Gonçalo, esperava-se haver um aquecimento mais elevado nos últimos subperíodos, mas como é uma cidade de porte

pequeno, a urbanização ainda não ter influência negativa no clima e por outro lado a sua localização é beneficiada por um alto índice pluviométrico (janeiro a abril) diminuindo a temperatura e conseqüentemente a umidade relativa do ar tende a aumentar. Em estudo realizado por Mendonça (1996), o mesmo explica que a temperatura é amenizada em lugares mais abertos com presença de vegetação, além disso, a topografia local desempenha papel fundamental na distribuição da energia calorífica.

4.4.2 – Umidade Relativa do Ar

A Figura 4.17 apresenta a umidade relativa do ar em São Gonçalo para os subperíodos de 1963-68, 1969-74, 1975-80, 1981-86, 1987-92 e 1993-98. Nesta figura para o mês de janeiro a umidade relativa do ar diminuiu nos quatro primeiros subperíodos em torno de 7,2%, aumentando nos subperíodos (1987-92 e 1993-98) em relação ao subperíodo 1981-86 de 2,2% e 3,7%, respectivamente. No mês de fevereiro, no subperíodo 1975-80 a umidade relativa do ar aumentou em 2,6% em relação aos dois subperíodos (1963-68 e 1969-74); nos subperíodos 1981-86 e 1987-92, houve uma diminuição em relação (1975-80) de 11,9% e 8,0% respectivamente. Nos meses de março, abril e junho no subperíodo 1969-74 aumentou 3,1%, 2,1% e 2,1% respectivamente em relação ao primeiro subperíodo, e nos subperíodos 1975-80, 1981-86 e 1987-92 diminuiu 12,1% em relação ao subperíodo (1969-74) e para o subperíodo 1993-98 houve um aumento de 7,8%, 0,7% e 2,5% respectivamente em relação ao mesmo. No mês de maio, houve uma diminuição da umidade relativa do ar de 0,6% no período 1969-74 em relação ao subperíodo 1963-68 e esta diminuição nos subperíodos 1975-80 e 1981-86 foi em torno de 4,2% e 7,6% respectivamente, aumentando nos subperíodos 1987-92 e 1993-98, de 1,2% e 2,4% respectivamente, em relação ao subperíodo 1969-74.

Em julho, no subperíodo 1969-74 houve um aumento de 1,5% em relação ao primeiro subperíodo; no subperíodo 1975-80 em relação aos dois primeiros foi de 6,5%, aumentando no subperíodo 1987-92 em 1,5% em relação ao subperíodo 1975-80 e de 11,3% comparados com o subperíodo 1969-74 e para o último subperíodo (1993-98)

diminuiu 1,9% em relação ao subperíodo 1987-92 e de 13,2% comparado ao subperíodo 1969-74. Em agosto, a umidade relativa do subperíodo 1963-68 aumentou gradativamente para os demais subperíodos, ou seja, de 47,8% aumentou para 59,0% no último subperíodo 1993-98. No mês de setembro, a umidade relativa diminuiu nos subperíodos 1969-74 e 1975-80 cerca de 4,3% e 9,8% respectivamente, relacionando ao subperíodo inicial; no subperíodo 1981-86, voltou a aumentar 5,6% em relação aos subperíodos 1969-74 e 1975-80, onde voltou a diminuir nos subperíodos 1987-92 e 1993-98, em 3,4% e 8,3% respectivamente em comparação ao subperíodo 1981-86, tendo uma diferença entre os subperíodos 1963-68 e 1993-98 de 12,5%. Em outubro, a umidade relativa do ar diminuiu nos dois subperíodos, 1969-74 e 1975-80, aumentando 1,8% e 2,0% para os subperíodos 1981-86 e 1987-92 respectivamente, em relação ao subperíodo 1975-80 e para o subperíodo 1993-98 houve uma diminuição tanto em relação ao período (1981-86 e 1987-92) que foi de 2,7% como os demais subperíodos em 8,9%. Em novembro e dezembro, a umidade relativa diminuiu paulatinamente para todos os subperíodos, podendo serem tomados como referências os primeiros e últimos subperíodos e esta diminuição foi de 6,4% e 3,8% respectivamente.

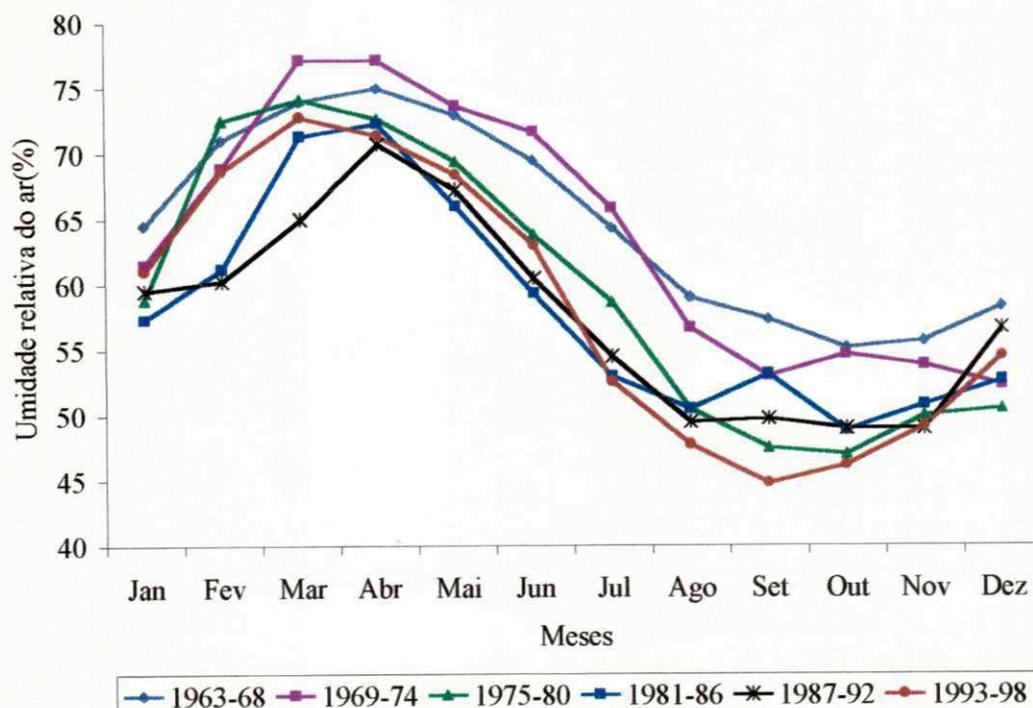


Figura 4.17 – Umidades relativas médias mensais referentes às séries de 6 anos em São Gonçalo – PB.

4.4.3 – Precipitação

Na Figura 4.18 analisa-se os índices pluviométricos de São Gonçalo, distribuídos nos subperíodos 1963-68, 1969-74, 1975-80, 1981-86, 1987-92 e 1993-98. A mesma mostra que no mês de janeiro choveu consideravelmente, tendo os subperíodos 1969-74 e 1993-98 chovido acima de 118,8 mm (média). No mês de fevereiro, a pluviosidade foi acima da média (169,8 mm), para os subperíodos (1963-68, 1969-74, 1975-80 e 1981-86). Em março, a média pluviométrica foi de 232,2 mm, tendo para os subperíodos 1963-68, 1975-80, 1981-86 e 1987-92 índices médios de 268,2 mm, 227,1 mm, 258,8 mm e 267,2 mm, respectivamente. No mês de abril, a média de precipitação foi de 206,3 mm, os subperíodos de 1963-68, 1969-74 e 1987-92 foram acima desta média. Maio choveu acima da média (79,4 mm) nos subperíodos de 1963-68 e 1993-98. Em junho, a média de precipitação foi de 44,7 mm, chovendo acima desta média nos dois primeiros, e no subperíodo de 1993-98. Julho, choveu acima da média pluviométrica (21,9 mm) nos subperíodos de 1969-74 e 1975-80. No mês de agosto, a média da precipitação foi 9,0 mm, tendo os períodos 1969-74, 1981-86, 1987-92 e 1993-98, sido acima desta média com valores de 9,9 mm, 11,5 mm, 14,4 mm e 13,4 mm, respectivamente. Em setembro, os subperíodos 1975-80 e 1993-98 foram abaixo da média pluviométrica (8,4 mm). Outubro, a média de precipitação foi 19,6 mm, estando abaixo desta média os subperíodos de 1963-68 e 1993-98. Em novembro, os subperíodos 1975-80, 1981-86 e 1993-98, foram acima da média de precipitação (17,8 mm) e o mês de dezembro, só os dois últimos subperíodos tiveram precipitação acima da média (57,2 mm). O período chuvoso de São Gonçalo é de janeiro a abril, havendo uma diminuição pluviométrica para o restante do ano.

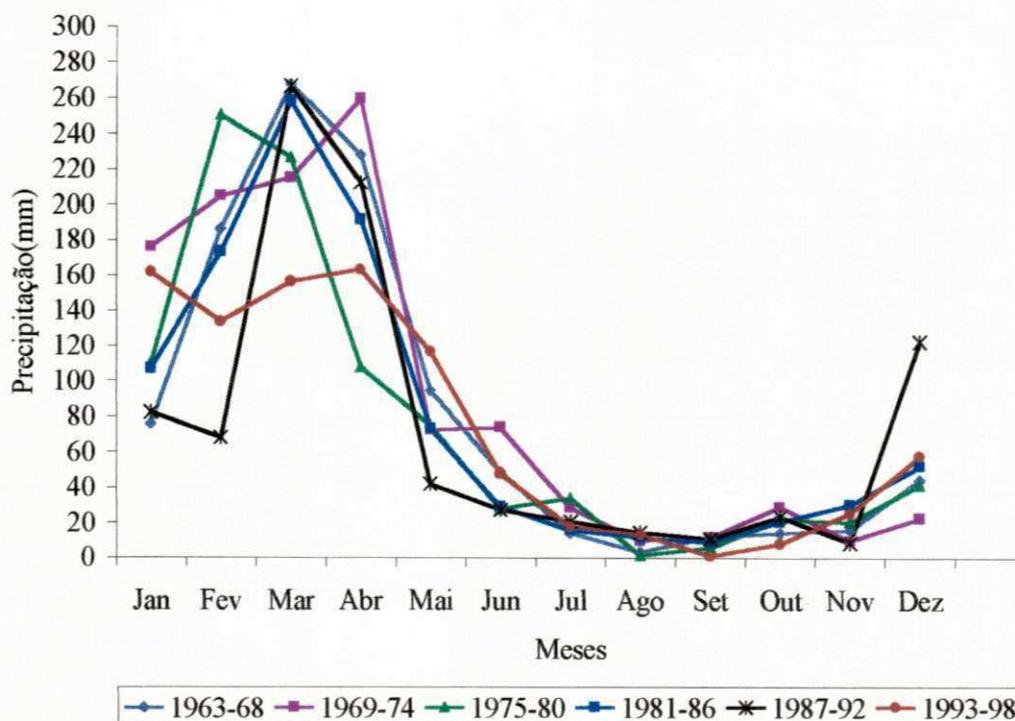


Figura 4.18 – Precipitações médias mensais referentes às séries de 6 anos em São Gonçalo – PB.

4.5 – Análise da série de 9 anos em João Pessoa

4.5.1 – Temperatura do ar

A Figura 4.19 mostra as temperaturas médias mensais referentes aos subperíodos 1963-71, 1972-80, 1981-89 e 1990-98, em João Pessoa, demonstrando haver um aumento na temperatura para todos os meses do ano, no último subperíodo (1990-98) em relação à media dos demais subperíodos, em torno de $0,6^{\circ}\text{C}$ No mês de janeiro, $0,8^{\circ}\text{C}$ em março, junho e agosto, $0,9^{\circ}\text{C}$ em fevereiro e julho e de $1,0^{\circ}\text{C}$ para os meses de abril e maio. Para os meses de setembro, outubro e novembro nos subperíodos (1972-80 e 1981-

89), as temperaturas elevaram-se em $0,7^{\circ}\text{C}$, $0,7^{\circ}\text{C}$ e $0,6^{\circ}\text{C}$ respectivamente, em relação ao subperíodo 1963-71.

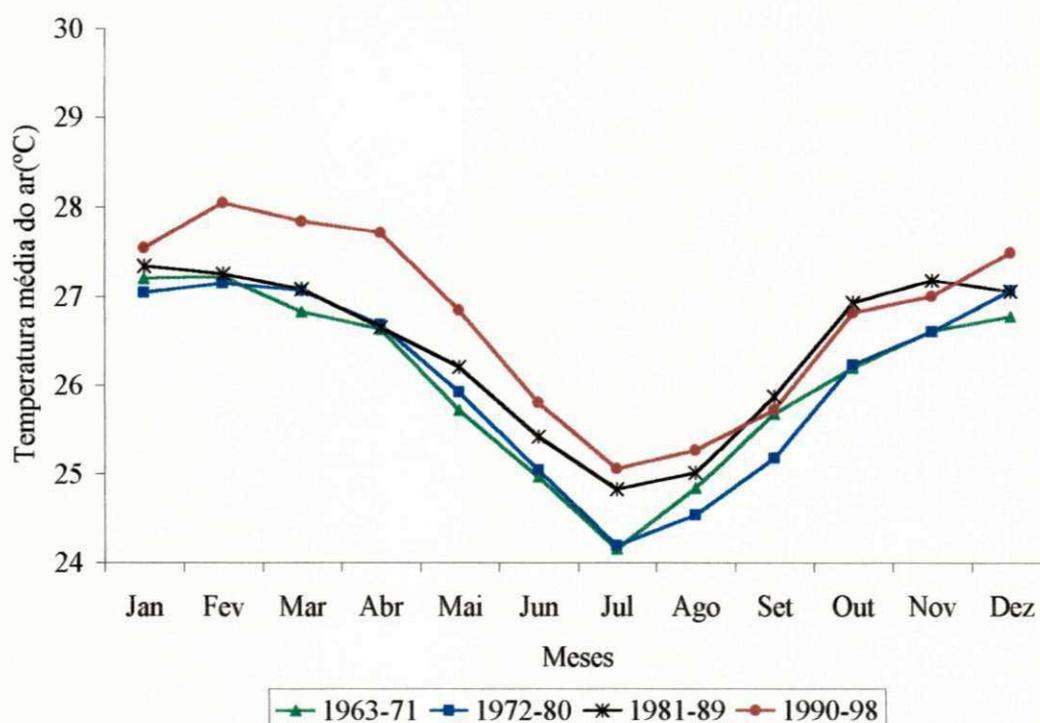


Figura 4.19 – Temperaturas médias mensais referentes as séries de 9 anos em João Pessoa – PB.

4.5.2 – Umidade Relativa do Ar

Na Figura 4.20, a umidade relativa do ar apresenta comportamento mensal para os subperíodos 1963-71, 1972-80, 1981-89 e 1990-98 em João Pessoa, mostrando que a umidade relativa do ar diminuiu no período 1990-98, nos meses de janeiro, fevereiro, março, maio, junho, julho e agosto em torno de 4,7%, 3,1%, 4,5%, 0,8%, 2,9%, 5,0% e 3,1% respectivamente. Para o mês de abril, a umidade relativa do ar média no subperíodo 1963-71 foi de 79,6%, diminuindo no subperíodo 1972-80 em 2,5%, aumentando no

subperíodo 1981-86 cerca de 3,2% em relação ao subperíodo 1972-80 e voltando a diminuir no subperíodo 1990-98 em torno de 3,3% comparando ao subperíodo de umidade relativa mais elevada (1981-89). Para os meses de maio, setembro e dezembro no subperíodo 1972-80, a umidade relativa do ar aumentou 2,0%, 3,3% e 1,0%, respectivamente, em relação ao subperíodo 1963-71, voltando a diminuir no período 1981-89 em 2,1%, 4,5% e 0,9% respectivamente e no subperíodo 1993-98 continuou diminuindo em torno de 2,8%, 5,5% e 2,4% respectivamente, em relação ao subperíodo 1972-80 e em relação ao subperíodo 1963-71 em torno de 0,8%, 2,2% e 1,4%, respectivamente. Nos meses de outubro e novembro o aumento da umidade relativa deu-se no último subperíodo 1990-98 em torno de 11,1% e 0,9%, respectivamente, em relação ao subperíodo 1981-89 e em relação ao subperíodo 1963-71, houve uma diminuição em torno de 1,4% e 2,1% respectivamente.

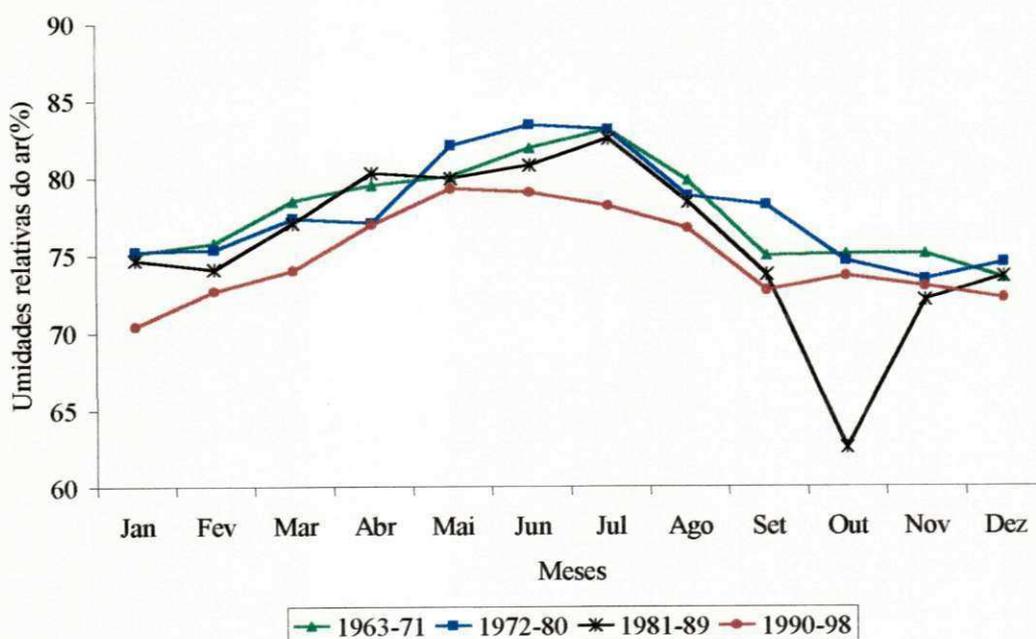


Figura 4.20 – Umidades relativas médias referentes às séries de 9 anos em João Pessoa – PB.

4.5.3 – Precipitação

Na Figura 4.21 observa-se a pluviosidade média mensal, referentes aos subperíodos 1963-71, 1972-80, 1981-89 e 1990-93, em João Pessoa, mostrando que nos meses de janeiro, junho, setembro e outubro, choveu acima da média, respectivamente 74,9 mm, 325,3 mm, 85,4 mm e 42,2 mm nos dois primeiros subperíodos (1963-71 e 1972-80). Para fevereiro e maio, as chuvas nos períodos 1963-71, 1972-80 e 1981-89 foram acima das médias 112,1 mm e 305,3 mm, respectivamente. Para os meses de março, abril, julho e agosto choveu acima das médias de 219,1 mm, 311,2 mm e 169,6 mm respectivamente, para os subperíodos de 1963-71 e 1981-89. Quanto aos meses de novembro e dezembro choveu acima das médias de 32,3 mm e 35,3 mm apenas no subperíodo 1981-89. Percebe-se por meio desta figura, que houve uma redução de pluviosidade no último subperíodo (1990-98) em todos os meses, e que os meses de outubro, novembro e dezembro para todos os subperíodos são caracterizados, em termos de precipitação como aqueles meses que definem muito bem o trimestre mais seco do litoral.

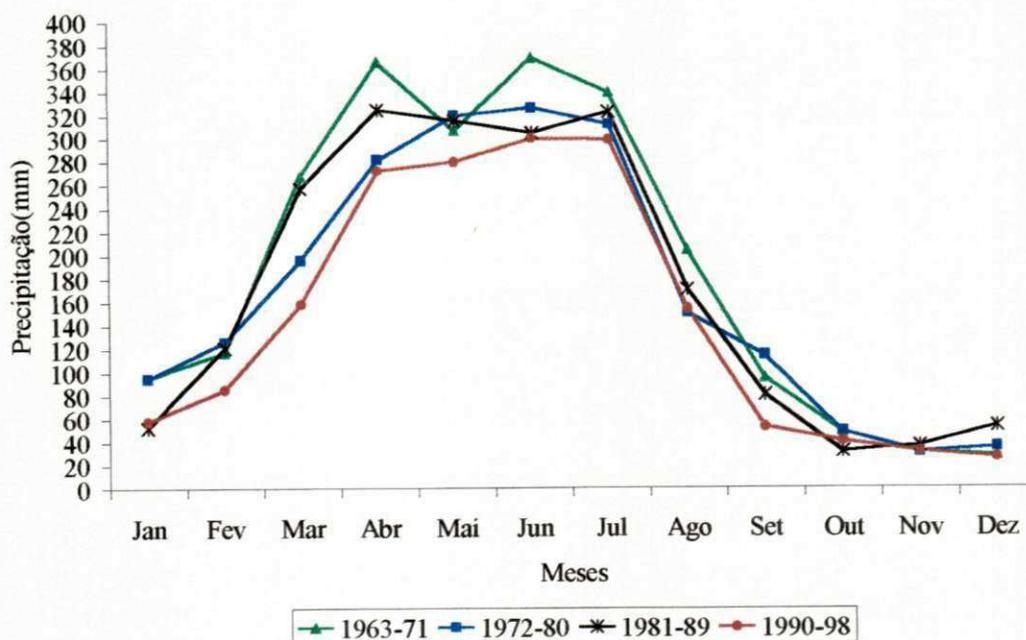


Figura 4.21 – Precipitações médias mensais referentes às séries de 9 anos em João Pessoa – PB.

4.6 – ANÁLISE DA SÉRIE DE 9 ANOS EM CAMPINA GRANDE

4.6.1 – Temperatura do Ar

Na Figura 4.22 evidenciam-se as médias mensais de temperatura do ar em Campina Grande, referentes aos subperíodos 1963-71, 1972-80, 1981-89 e 1990-98. Nesta figura constata-se que nos meses de janeiro, fevereiro e março no subperíodo 1981-89, houve aquecimento em torno de $0,6^{\circ}\text{C}$ em relação aos subperíodos anteriores, e que no subperíodo 1990-98, este aquecimento variou de $1,0^{\circ}\text{C}$ a $1,2^{\circ}\text{C}$. Nos demais meses, o aquecimento do subperíodo 1981-89 foi em média $0,5^{\circ}\text{C}$, elevando-se para aproximadamente $1,0^{\circ}\text{C}$ no subperíodo 1990-98, também tomando como referência aos subperíodos 1963-71 e 1972-80.

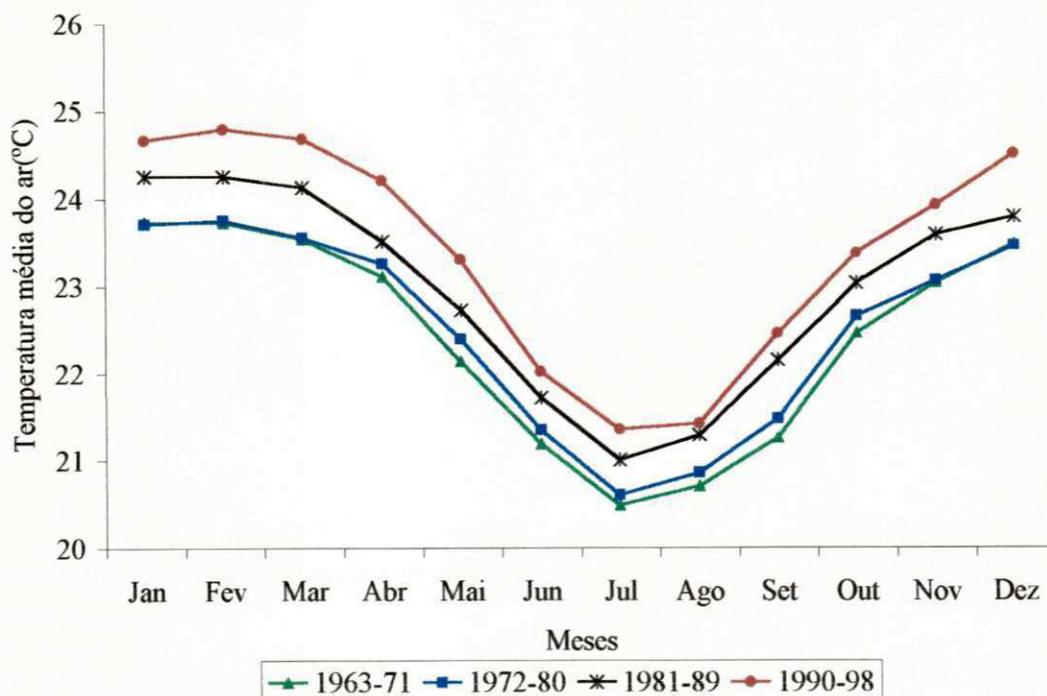


Figura 4.22 – Temperaturas médias mensais referentes às séries de 9 anos em Campina Grande – PB.

Um destaque importante é que, no último subperíodo (1990-98), as menores alterações da temperatura do ar ocorreram no trimestre outubro-novembro-dezembro, demarcador da estação de transição entre as estações mais fria e mais quente do ano.

4.6.2 – Umidade Relativa do Ar

A Figura 4.23 mostra a umidade relativa do ar média mensal em Campina Grande nos subperíodos 1963-71, 1972-80, 1981-89 e 1990-98. Como era de se esperar, o aumento na temperatura do ar em torno de $0,6^{\circ}\text{C}$ nos meses de janeiro, fevereiro e março no subperíodo 1981-89 em relação aos subperíodos anteriores, provocou uma diminuição na umidade relativa do ar de aproximadamente 4%, e que no subperíodo 1990-98, quando este aumento oscilou de $1,0^{\circ}\text{C}$ a $1,2^{\circ}\text{C}$, conseqüentemente a umidade relativa do ar diminuiu de 9% a 12%. Nos demais meses, também houve coerência dos resultados, ou seja, no subperíodo 1981-89, quando a temperatura elevou-se em média $0,5^{\circ}\text{C}$, a umidade relativa do ar diminuiu, em média, 3% a 4% atingindo 6% a 7% em média no subperíodo 1990-98, quando o aumento de temperatura foi maior ($\approx 1,0^{\circ}\text{C}$).

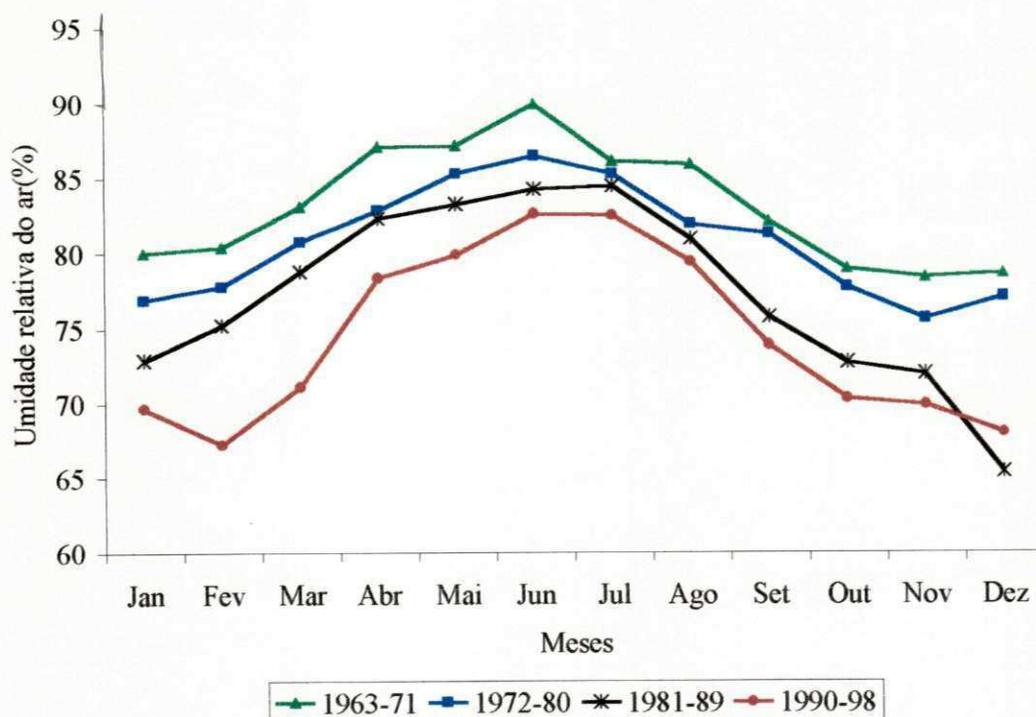


Figura 4.23 – Umidades relativas médias referentes às séries de 9 anos em Campina Grande – PB.

4.6.3 – Precipitação

A pluviosidade média mensal em Campina Grande, Figura 4.24, relativa aos períodos 1963-71, 1972-80, 1981-89 e 1990-98, mostra que no mês de janeiro, assim como nos últimos meses do ano, existe tendência de redução da precipitação, principalmente quando se considera séries deste tipo (9 anos), distribuídos desta forma salvo casos particulares em que possa existir influências externas ao domínio de atuação dos sistemas predominantes na região, provocando maiores precipitações em anos isolados. Nos outros meses, com exceção de julho, que também demonstrou nestas séries, tendência de redução da precipitação, o que na maioria dos anos vem identificando o final da estação chuvosa, a precipitação teve menos flutuações, de forma que possa caracterizar diante de sua complexidade, algum tipo de afirmação no sentido de aumento ou diminuição deste elemento meteorológico em qualquer mês.

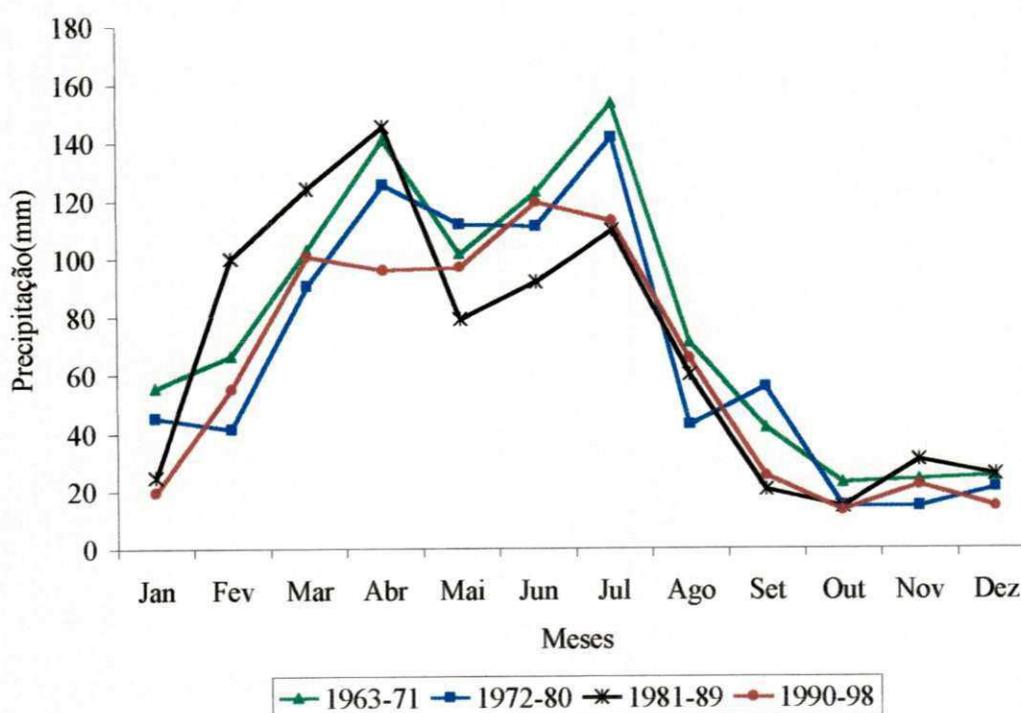


Figura 4.24 – Precipitações médias mensais referentes às séries de 9 anos em Campina Grande – PB.

4.7 – ANÁLISE DA SÉRIE DE 9 ANOS EM SÃO GONÇALO

4.7.1 – Temperatura do Ar

A Figura 4.25 mostra as médias mensais de temperatura do ar nos subperíodos 1963-71, 1972-80, 1981-89 e 1990-98 em São Gonçalo. No mês de janeiro, no período 1963-71, a temperatura do ar foi de 27,1°C, aumentou 0,3°C nos subperíodos 1972-80 e 1981-89 em relação ao subperíodo 1963-71, e no subperíodo 1990-98 a temperatura do ar voltou a 27,1°C. No mês de fevereiro, a temperatura do ar diminuiu 0,3°C em relação ao subperíodo 1963-71, aumentando no subperíodo 1981-89 em relação aos dois primeiros subperíodos em torno de 0,5°C, e no subperíodo 1990-98 a temperatura do ar foi de 26,5°C. Nos meses de março, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro, aumentaram no último subperíodo (1993-98), em torno de 0,5°C, 0,4°C, 0,1°C, 0,7°C, 0,6°C, 0,5°C, 0,9°C, 1,2°C, 1,1°C e 0,6°C, respectivamente, em relação ao subperíodo 1963-71.

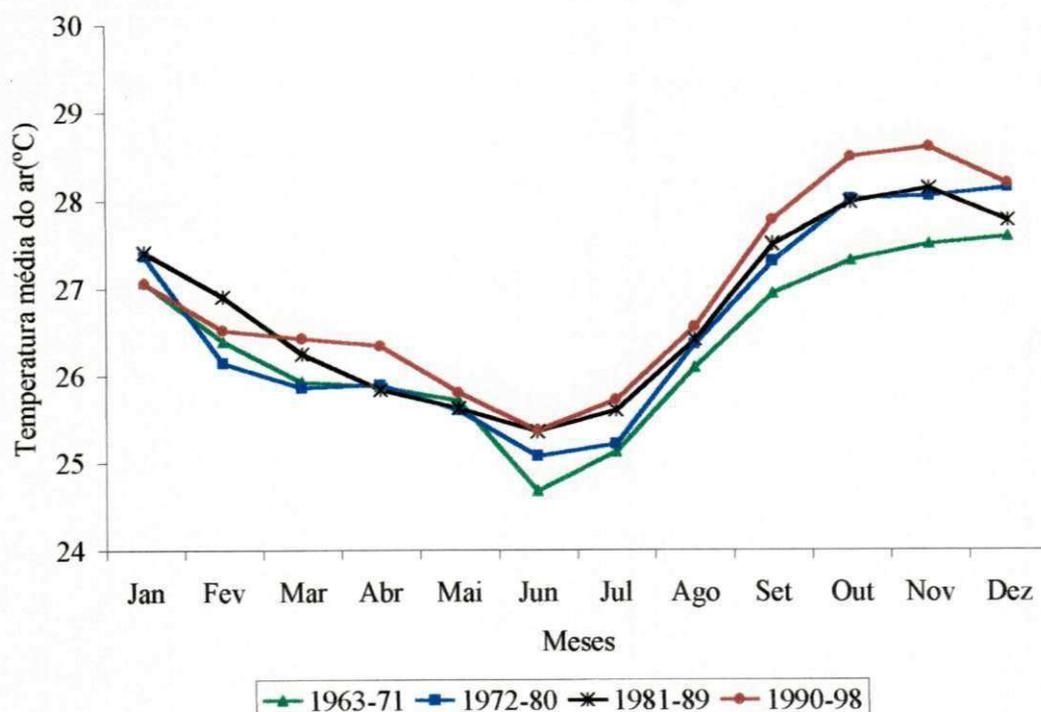


Figura 4.25 – Temperaturas médias mensais referentes às séries de 9 anos em São Gonçalo – PB.

4.7.2 – Umidade relativa do ar

Observando a Figura 4.26, a umidade relativa do ar, nos subperíodos 1963-71, 1972-80, 1981-89 e 1990-98 em São Gonçalo, a mesma revela que a umidade relativa do ar, diminuiu gradativamente no subperíodo 1990-98, nos meses de março, abril, maio, julho, agosto e novembro em torno de 5,0%, 4,9%, 5,0%, 11,75, 9,6% e 6,8% em relação ao subperíodo 1963-71. Para os meses de janeiro, fevereiro, junho e dezembro, houve um aumento no último subperíodo (1981-89) de 3,1%, 6,5% e 1,7%, respectivamente. Nos meses de setembro e outubro, apesar de um pequeno aumento da umidade relativa do ar no período 1981-89, a mesma diminuiu aproximadamente 10%, quando observa-se os valores da umidade relativa do ar do subperíodo 1990-98 em relação a 1963-71.

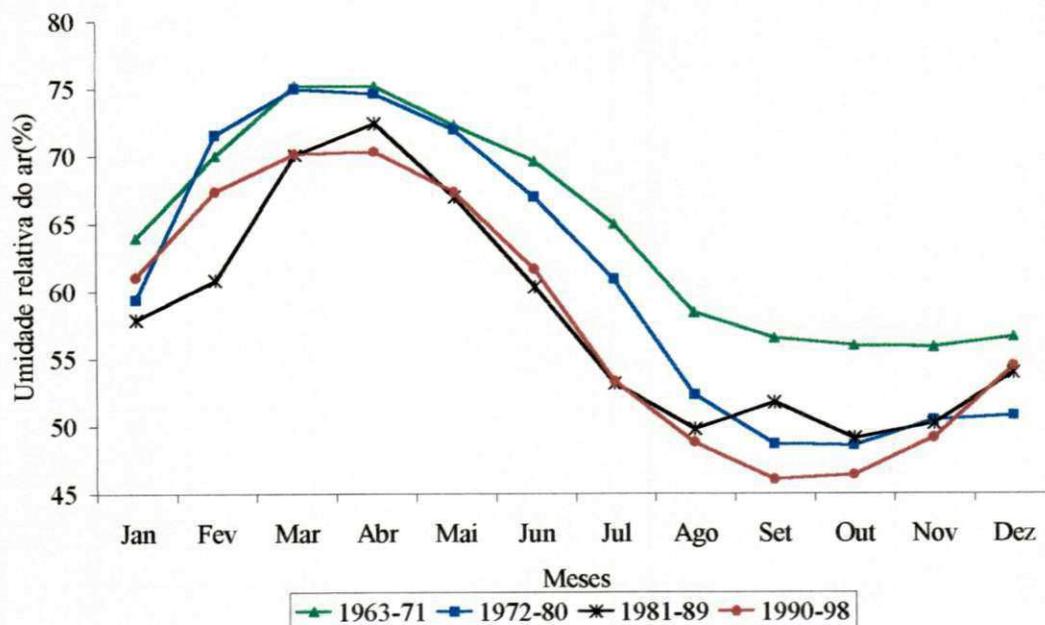


Figura 4.26 – Umidades relativas médias mensais referentes às séries de 9 anos em São Gonçalo – PB.

4.7.3 – Precipitação

Analisando a média pluviométrica de São Gonçalo nos subperíodos 1963-71, 1972-80, 1981-89 e 1990-98, Figura 4.27, constata-se que nos meses de janeiro e maio, no subperíodo 1990-98, houve aumento da precipitação, mostrando desta forma que neste período a mesma foi sempre suficiente para atender as necessidades hídricas locais, principalmente pelo fato destes meses marcarem o início e o final da estação chuvosa de São Gonçalo (Dantas,1998). Nos meses de agosto e novembro, além deste fato ter ocorrido no subperíodo 1990-98, ocorreu também no período 1981-89. No trimestre fevereiro-março-abril, caracterizado por ser o trimestre mais chuvoso deste local, houve pequena diminuição da precipitação no último subperíodo, de maneira que não comprometeu os índices pluviométricos desta série, e isto também refletiu no mês de julho.

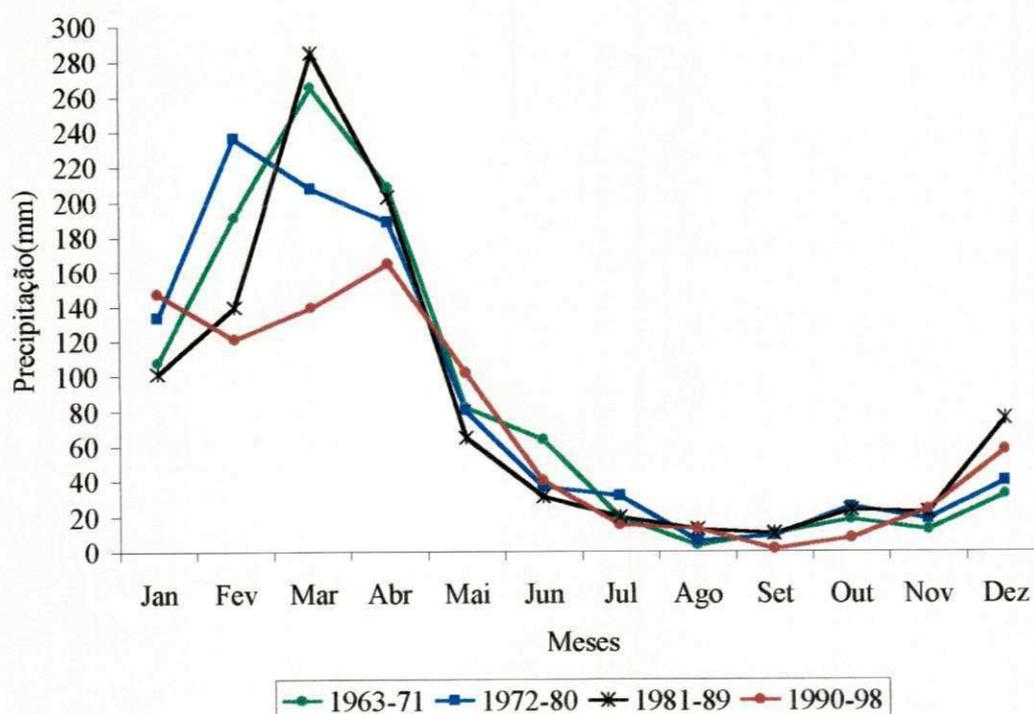


Figura 4.27 – Precipitações médias mensais referentes às séries de 9 anos em São Gonçalo – PB.

As maiores reduções de precipitação, de acordo com esta Figura, ocorreram nos meses de setembro e outubro, sido os valores de 1,2 mm e 7,6 mm estiveram bem abaixo das médias (7,7 mm e 18,7 mm) respectivamente. Finalmente, percebe-se por intermédio da mesma

figura, que nos meses de junho e dezembro existiu maior regularidade da precipitação, referente basicamente a todos os subperíodos estabelecidos nesta série de dados.

4.8 – ANÁLISE DA SÉRIE DE 12 ANOS EM JOÃO PESSOA

4.8.1 – Temperatura do Ar

A Figura 4.28 mostra as curvas de temperaturas médias mensais referentes aos subperíodos 1963-74, 1975-86 e 1987-98, em João Pessoa. Nesta figura observa-se que a temperatura do ar em João Pessoa aumentou em todos os meses do ano, nos últimos 12 anos. Nos meses de janeiro e novembro, a temperatura do ar elevou-se $0,4^{\circ}\text{C}$ em relação ao subperíodo 1963-74. Do período 1963-74 para o período 1987-98 em $0,8^{\circ}\text{C}$ para os meses de fevereiro, março e abril. No mês de maio, a temperatura do ar elevou-se em $1,0^{\circ}\text{C}$. Em outubro, a temperatura do ar aumentou em $0,7^{\circ}\text{C}$ e dezembro em $0,5^{\circ}\text{C}$. Nota-se ainda que, os meses de junho, julho, agosto e setembro ocorreu diminuição na temperatura em relação aos demais meses do ano, para todos os subperíodos, e também mostra um aumento de temperatura do ar em relação ao subperíodo inicial em torno de $0,7^{\circ}\text{C}$, $0,9^{\circ}\text{C}$, $0,5^{\circ}\text{C}$ e $0,4^{\circ}\text{C}$, respectivamente. Logo, mesmo estes meses pertencendo a estação mais fria do ano (estação de inverno), houve acréscimos de temperatura em relação aos outros subperíodos, comprovando que realmente está havendo um pequeno aquecimento nos centros urbanos. Mesmo João Pessoa estando em uma região costeira sofre influência da circulação local típica das áreas litorâneas. Em estudo sobre a circulação atmosférica no crescimento urbano, Haberfeld et al. (1996) afirmaram que áreas urbanas costeiras, devido ao desenvolvimento de ilha de calor, afetam o padrão do fluxo de ar em mesoescala e especificamente a propagação de brisa. A brisa influencia o transporte diurno de calor sensível e latente, bem como de poluentes. Por outro lado, a distribuição e as características geométricas das construções afetam não apenas o padrão geral do fluxo de ar, mas também determina a extensão da ventilação que pode ser alcançada em uma área urbana.

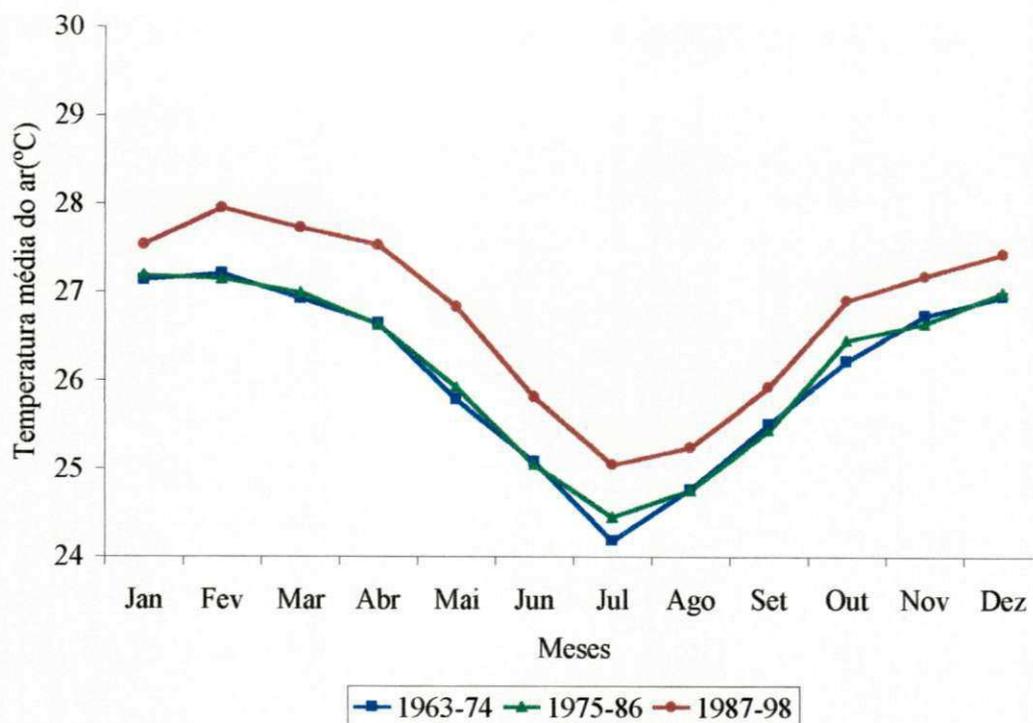


Figura 4.28 – Temperaturas médias mensais referentes às séries de 12 anos em João Pessoa –PB.

4.8.2 – Umidade Relativa do Ar

Na Figura 4.29 observa-se os subperíodos de 1963-74, 1975-86 e 1987-98, em relação a umidade relativa do ar em João Pessoa. Verifica-se que no último subperíodo 1987-98, a umidade relativa do ar diminuiu em relação ao subperíodo 1963-74, principalmente para os meses de janeiro, fevereiro, março e dezembro, onde registrou-se as temperaturas do ar mais elevadas, em torno de 27,5°C e 28°C. Nos meses de abril, maio, junho, julho e agosto, a umidade relativa do ar foi mais elevada em relação aos demais meses mas, mesmo assim, houve uma diminuição em torno de 0,7%, 1,5%, 2,7%, 3,7% e 2,9% em relação ao subperíodo 1963-74. Nos meses de setembro, outubro e novembro a diminuição da umidade relativa do ar foi cerca de 3,8%, 3,5 e 1,8% respectivamente, nos últimos 12 anos. Analisando juntamente a temperatura e a umidade relativa do ar, tendo a temperatura elevado-se nos últimos anos, houve conseqüentemente uma diminuição na umidade relativa do ar. Principalmente no verão (dezembro a março), registrou-se as

temperaturas mais elevadas e umidade relativa do ar baixa, invertendo-se no inverno (junho a setembro) registrou-se temperaturas menos elevadas e aumento na umidade relativa do ar.

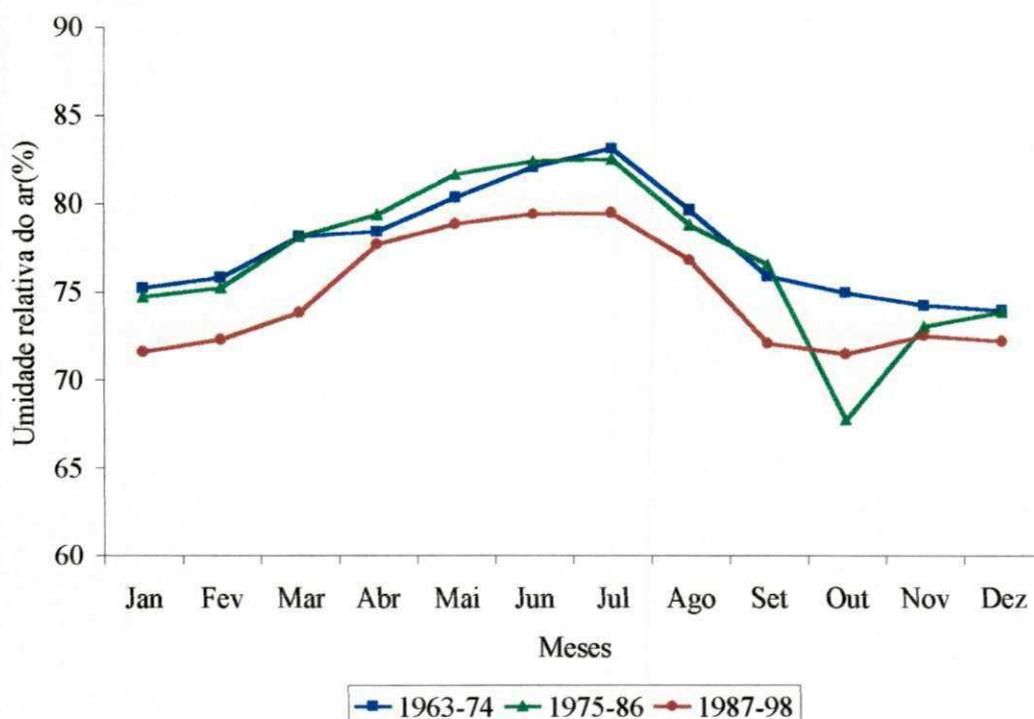


Figura 4.29 – Umidades relativas médias mensais referentes às séries de 12 anos em João Pessoa – PB.

4.8.3 – Precipitação

A Figura 4.30 representa o comportamento da precipitação para os subperíodos 1963-74, 1975-86 e 1987-98, para João Pessoa. Nesta Figura observa-se que nos meses de janeiro, fevereiro, março, agosto e setembro houve diminuição da precipitação, principalmente no subperíodo 1987-98, sendo a mesma menor nos meses de maio e outubro. Nos demais meses, não se caracterizou esta diminuição, fato este que mostra mais uma vez a dificuldade em se analisar a precipitação, simplesmente do ponto de vista da metodologia apresentada neste trabalho, sem levar em consideração outros efeitos, tanto do ponto de vista dinâmico da atmosfera como climatológico. Mesmo assim,

pode-se afirmar que em João Pessoa chove praticamente o ano todo, e que os anos de El Niño em 1982 e 1983 (Silva, 1996), considerados fortes, não refletiram tanto na precipitação de João Pessoa em função da sua posição geográfica, impedindo maiores conseqüências, pois sendo a mesma litorânea, as chuvas são mais freqüentes, evitando períodos longínquos de estiagem, onde as conseqüências são bem maiores e prejudiciais, verificadas para o restante do estado da Paraíba. Segundo Kousky(1980), na costa Norte-Nordeste do Brasil, verifica-se o desenvolvimento de uma linha de cumulonimbus ao longo da brisa marítima. A atividade a ela associada é responsável por uma quantidade apreciável de precipitação, podendo se propagar como uma linha de instabilidade em direção ao interior do continente. Dessa maneira, além das regiões costeiras, as áreas interiores também são beneficiadas pela precipitação induzida pela brisa do mar.

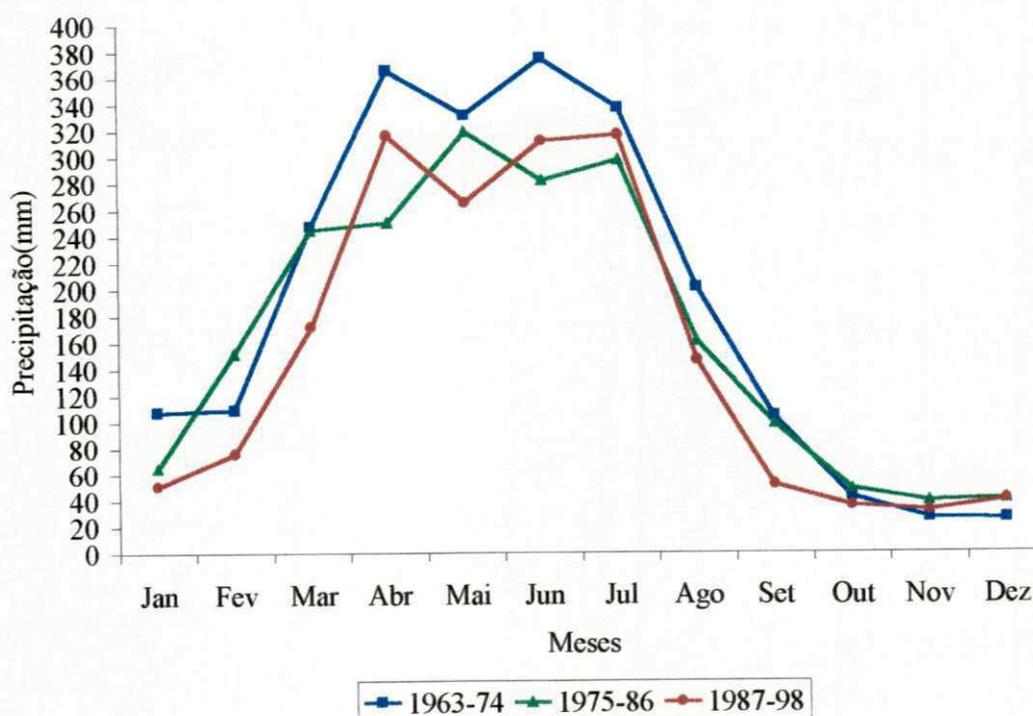


Figura 4.30 – Precipitações médias mensais referentes às séries de 12 anos em João Pessoa – PB.

4.9 – ANÁLISE DA SÉRIE DE 12 ANOS EM CAMPINA GRANDE

4.9.1 – Temperatura do Ar

Observando a Figura 4.31, relativa aos subperíodos 1963-74, 1975-86 e 1987-98, verifica-se que a temperatura do ar em Campina Grande, elevou-se nos últimos 12 anos (1987-98). Para os meses de janeiro, junho, novembro e dezembro, a temperatura do ar aumentou em torno de $0,9^{\circ}\text{C}$ em relação ao subperíodo 1963-74. Os meses de fevereiro e abril em torno de $1,0^{\circ}\text{C}$. Em torno de $1,1^{\circ}\text{C}$ em relação ao subperíodo 1963-74 para os meses de março, maio e setembro. Os meses de julho e outubro o aumento foi de $0,8^{\circ}\text{C}$. E para o mês de agosto, a temperatura do ar elevou-se em $0,6^{\circ}\text{C}$ em relação ao subperíodo 1963-74. Isto mostra que a cidade vem aquecendo-se nos últimos anos.

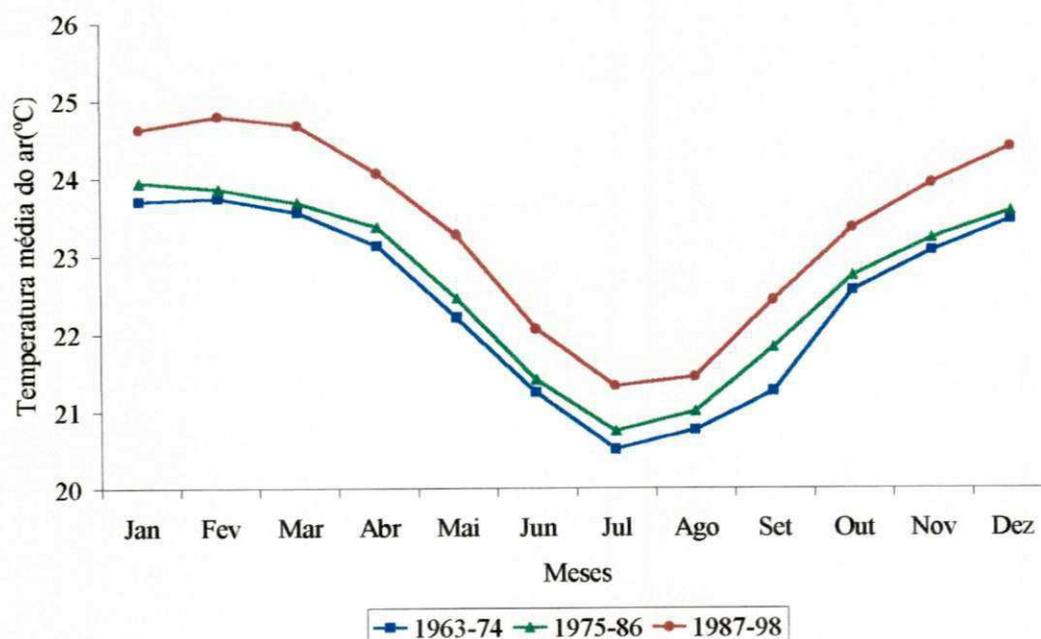


Figura 4.31 – Temperaturas médias mensais referentes às séries de 12 anos em Campina Grande – PB.

Analisando o comportamento diário da temperatura do ar a 1,5m acima das superfícies de asfalto, calçamento e praça, nos períodos de inverno e verão, na cidade de

Campina Grande, Silva (1998) comprovou que a temperatura do ar na estação meteorológica, que representa uma área mais ou menos em condições naturais, apresentou-se mais fria do que nas superfícies de asfalto, calçamento e praça, em ambos os períodos. A diferença de temperatura média diária entre a estação meteorológica chegou a 2,5°C, indicando uma grande influência da estrutura urbana no aquecimento da cidade.

4.9.2 – Umidade Relativa do Ar

Na Figura 4.32, analisando a tendência mensal da umidade relativa do ar, relativa aos subperíodos 1963-74, 1975-86 e 1987-98 em Campina Grande, percebe-se uma diminuição gradativa, principalmente quando comparados os primeiros 12 anos aos últimos 12 anos. Neste último subperíodo, (1987-98), os meses de janeiro, fevereiro e março, foram os meses que tiveram temperaturas mensais mais elevadas, conseqüentemente foram também os meses que registraram menor diferença de umidade relativa do ar, em torno de 8,6%, 10,8% e 10,9% respectivamente, comparado ao subperíodo 1963-74. Para os outros meses, analisando paralelamente à temperatura, observou-se que a umidade relativa do ar tendeu a diminuir, mesmo nos meses mais frios (maio, junho, julho e agosto) em torno de 7,0%, 6,5%, 3,5% e 6,2% respectivamente, sendo também observado que estes meses representam os que mais chove em Campina Grande.

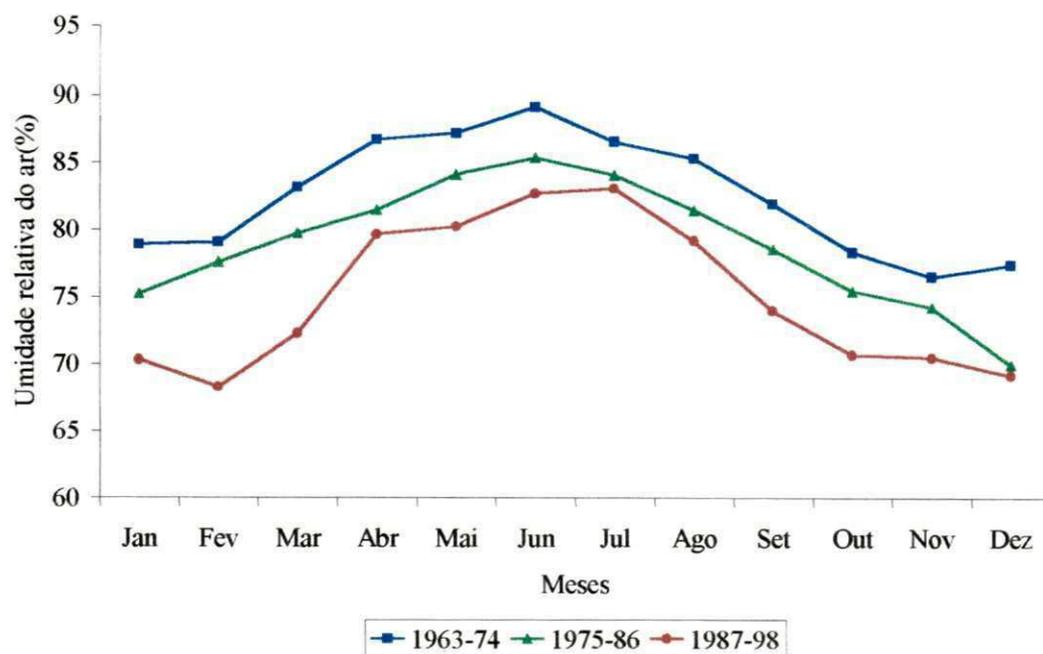


Figura 4.32 – Umidades relativas médias mensais referentes às séries de 12 anos em Campina Grande – PB.

4.9.3 – Precipitação

A pluviosidade média mensal em Campina Grande para os subperíodos 1963-74, 1975-86 e 1987-98 encontra-se na Figura 4.33. Nos meses de janeiro, abril, setembro e outubro houve realmente uma queda progressiva na precipitação do primeiro ao terceiro período em análise. Nos meses de maio e dezembro este fato ocorreu basicamente no último subperíodo (1987-98) de forma bem menos acentuada. Nos demais meses do ano, o que na realidade ocorreu foram flutuações no campo da precipitação, ocorridos principalmente no subperíodo 1975-86, de forma que fevereiro, março e novembro

analisar a precipitação sempre causa problemas, principalmente quando se verifica que as variações ou variabilidade de determinados fenômenos que afetam a precipitação geralmente surgem de maneira indefinida no que se refere à sua distribuição temporal e espacial, deixando de refletir periodicamente ou constantemente em determinado mês ou época do ano.

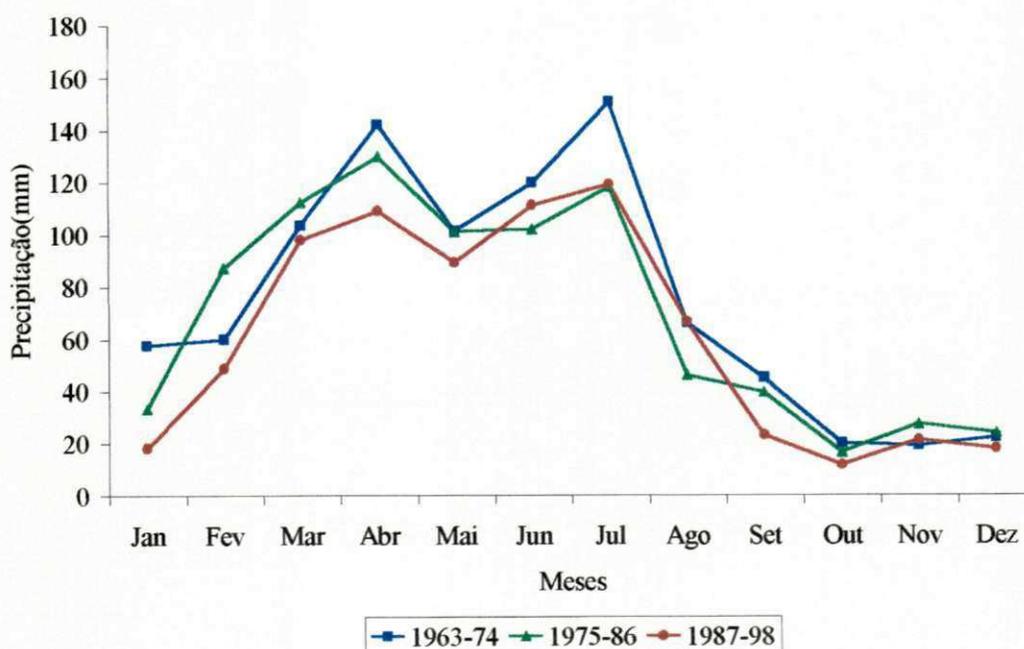


Figura 4.33 – Precipitações médias mensais referentes às séries de 12 anos em Campina Grande – PB.

4.10 – ANÁLISE DA SÉRIE DE 12 ANOS EM SÃO GONÇALO

4.10.1 – Temperatura do Ar

Analisando a Figura 4.34, a respeito das temperaturas médias mensais dos subperíodos 1963-74, 1975-86 e 1987-98, em São Gonçalo, observa-se que para os meses

de fevereiro, abril e agosto, a temperatura do ar elevou-se em $0,4^{\circ}\text{C}$ no último subperíodo. No mês de março, a temperatura do ar aumentou em $0,5^{\circ}\text{C}$ em relação ao subperíodo 1963-74. Em maio, manteve-se constante para todos os subperíodos. Para os meses de outubro e novembro, a temperatura do ar elevou-se em $0,8^{\circ}\text{C}$ comparando ao subperíodo 1963-74. E nos meses de janeiro e dezembro, a temperatura do ar do subperíodo 1975-86 foi mais elevada ($27,4^{\circ}\text{C}$ e $28,0^{\circ}\text{C}$) respectivamente, em relação ao subperíodo 1963-74 e 1987-98, ou seja, a temperatura elevou-se em $0,3^{\circ}\text{C}$ e $0,1^{\circ}\text{C}$, no período 1987-98. Pode-se ter como justificativa, o fato destes dois meses, no período (1975-86), havido um índice de precipitação, sendo também, estes meses considerados a pré-estação chuvosa do oeste da Paraíba.

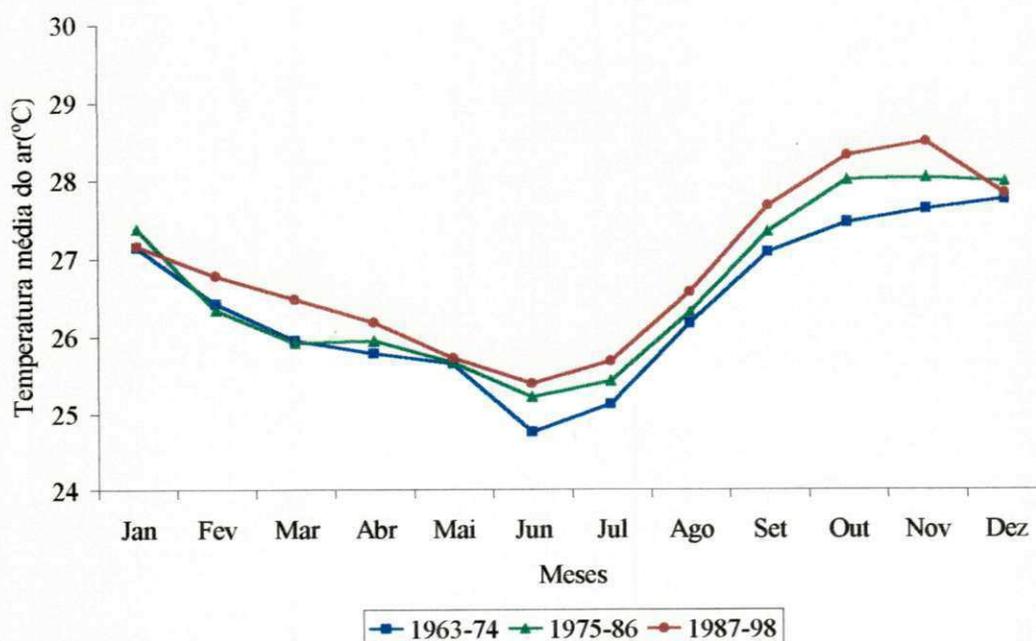


Figura 4.34 – Temperaturas médias mensais referentes às séries de 12 anos em São Gonçalo – PB.

4.10.2 – Umidade Relativa do Ar

Observando o comportamento médio mensal da umidade relativa do ar, nos subperíodos 1963-74, 1975-86 e 1987-98, em São Gonçalo, Figura 4.35, constata-se que

nos meses de fevereiro e abril, a umidade relativa do ar diminuiu em 5,0% no subperíodo 1987-98 em relação ao subperíodo 1963-74. Nos meses de março, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro e novembro, houve uma diminuição gradativa, principalmente em relação ao subperíodo inicial, cerca de: 6,3%, 5,4%, 8,7%, 11,7%, 9,2%, 8,2%, 7,5% e 5,7%, respectivamente. E para os meses de janeiro e dezembro, com respeito a umidade relativa do ar, observa-se um comportamento anômalo, pois a umidade relativa do ar para o subperíodo 1963-74, dos devidos meses, tiveram valores médios mensais de 63,0% e 55,3% respectivamente, tendo o próximo período de 12 anos (1975-86), diminuindo para 58,1% e 51,6%, relativo aos meses de janeiro e dezembro, logo o período 1987-98, prossegue um aumento na umidade relativa, 60,4% e 55,8% respectivamente. Esperava-se uma diminuição para todos os meses, no último período, mas a temperatura do ar, para estes meses (janeiro e dezembro), também variou, ou seja, diminuiu, e quanto aos subperíodos 1963-74 e 1987-98, foram os subperíodos de maiores índices pluviométricos em São Gonçalo, os quais justificam os aumentos da umidade relativa do ar e não a diminuição.

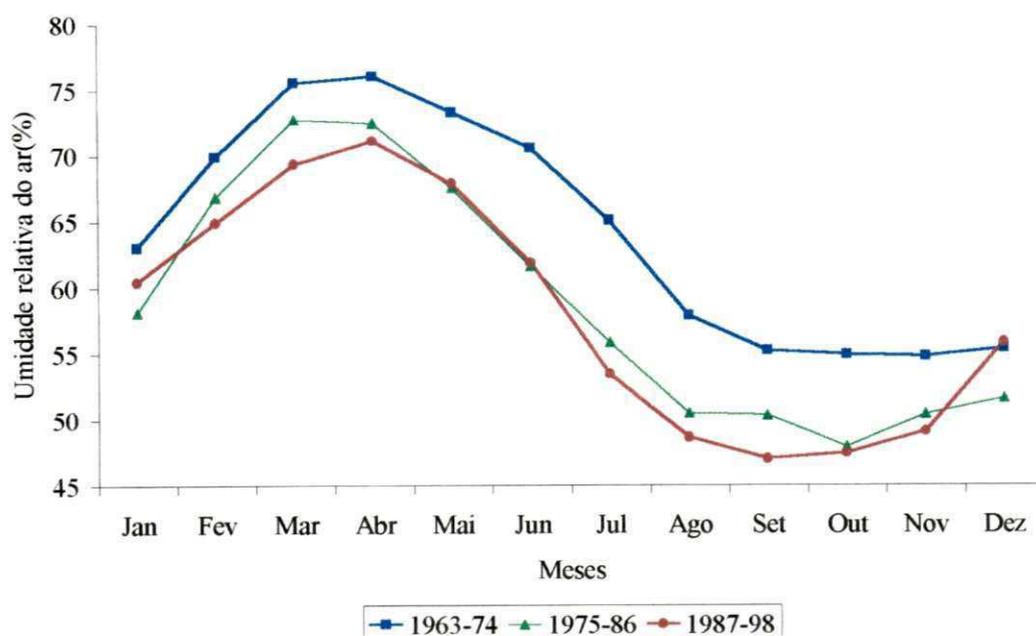


Figura 4.35 – Umidades relativas médias mensais referentes às séries de 12 anos em São Gonçalo – PB.

4.10.3 – Precipitação

Na Figura 4.36, observa-se os índices pluviométricos relativos aos subperíodos 1963-74, 1975-86 e 1987-98, em São Gonçalo, demonstrando que nos meses de fevereiro e junho, meses estes que marcam praticamente o início e o final da estação chuvosa em São Gonçalo, houve diminuição da precipitação de forma acentuada. O mês de dezembro indica o mês principal da pré-estação chuvosa, e neste caso, para esta série de dados, o mesmo revelou um crescimento bastante considerado ($> 100\%$), mostrando de certa maneira que em anos chuvosos, nesta região as chuvas concentram-se de dezembro até praticamente maio-junho. Está ainda evidenciado através desta Figura, que a precipitação média mensal do último subperíodo (1987-98) nos demais meses do ano, permaneceram em torno das médias mensais do período total dos dados (1963-98). Vale salientar porém que sempre leva-se em consideração a subjetividade da análise destes dados de precipitação, pelo fato de que a mesma não deixa claro a ação de um ou mais anos de precipitação muito abaixo ou muito acima da média, quando refere-se principalmente à períodos de 12 anos.

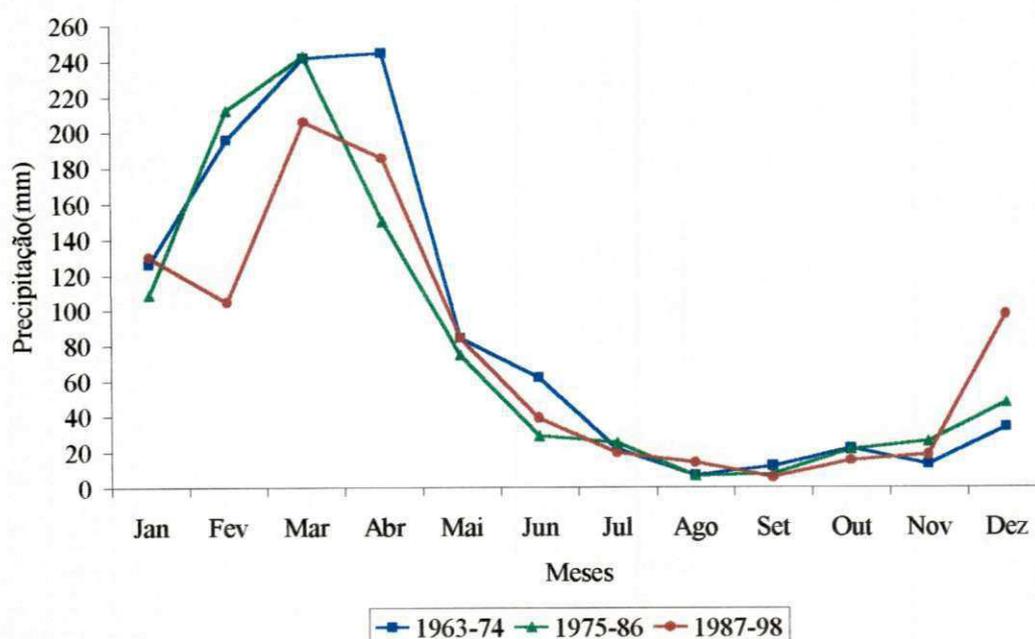


Figura 4.36 – Precipitações médias mensais referentes às séries de 12 anos em São Gonçalo – PB.

4.11 – ANÁLISE ESTATÍSTICA

4.11.1 – João Pessoa

Constata-se através da Tabela 4.1 que em João Pessoa ocorreu aumento significativo da temperatura do ar no subperíodo 1987-98, quando considerou-se as séries de 6 e 12 anos, não sendo constatado nenhuma alteração significativa da umidade relativa do ar em nenhum dos subperíodos analisados, independente das séries em destaque. No que concerne a precipitação, ocorreu diminuição significativa no subperíodo 1987-98, caracterizada pela análise das séries de 6 e 12 anos.

Tabela 4.1– Análise estatística * mediante o teste *t* de Student para João Pessoa – PB.

Período	\bar{t} anual(°C)	$\overline{\text{U.R}}$ anual (%)	\bar{P} anual (mm)
1963-68	26,0 a	77,5 a	2276,9 a
1969-74	26,2 ab	78,1 a	2296,9 a
1975-80	26,0 a	77,9 a	1873,6 b
1981-86	26,3 ab	76,3 a	2104,3 c
1987-92	26,6 bc	75,0 a	1767,0 d
1993-98	26,8 c	75,4 a	1761,6 d

Período	\bar{t} anual(°C)	$\overline{\text{U.R}}$ anual (%)	\bar{P} anual (mm)
1963-71	26,1 a	77,8 a	2207,4 a
1972-80	26,4 ab	77,8 a	2033,5 b
1981-89	26,5 ab	75,9 a	2070,0 b
1990-98	26,8 b	74,9 a	1755,0 c

Período	\bar{t} anual(°C)	$\overline{\text{U.R}}$ anual (%)	\bar{P} anual (mm)
1963-74	26,1 a	77,8 a	2177,0 a
1975-86	26,2 a	77,1 a	2002,7 b
1987-98	26,8 b	74,9 a	1816,1 c

*Letras iguais nas colunas identificam não haver diferença significativa através do teste *t* de Student ao nível de 5% de probabilidade.

4.11.2 - Campina Grande

A Tabela 4.2 revela que houve aumento significativo da temperatura do ar em Campina Grande no subperíodo 1987-98, quando considerou-se as séries de 6 e 12 anos, e no período 1981-98, quando foi considerada as séries de 9 anos. Com relação a umidade relativa do ar, houve diminuição significativa no subperíodo 1993-98, quando analisou-se as séries de 6 anos. A precipitação sofreu redução significativa no subperíodo 1993-98 para séries de 6 anos e no subperíodo 1987-98 para séries de 12 anos.

Tabela 4.2 – Análise estatística * mediante o teste *t* de Student para Campina Grande – PB.

Período	\bar{t} anual(°C)	$\overline{\text{U.R}}$ anual (%)	$\overline{\text{P}}$ anual (mm)
1963-68	22,2 a	82,8 a	889,7 ab
1969-74	22,6 ab	80,9 ab	923,9 a
1975-80	22,5 ab	80,5 ab	798,4 b
1981-86	22,8 bc	77,4 b	881,4 ab
1987-92	23,2 cd	76,6 b	796,5 b
1993-98	23,6 d	74,4 c	674,6 c

Período	\bar{t} anual(°C)	$\overline{\text{U.R}}$ anual (%)	$\overline{\text{P}}$ anual (mm)
1963-71	22,3 a	83,6 a	935,9 a
1972-80	22,4 a	81,1 ab	805,7 b
1981-89	22,9 b	78,5 bc	934,1 a
1990-98	23,3 b	75,0 c	747,4 b

Período	\bar{t} anual(°C)	$\overline{\text{U.R}}$ anual (%)	$\overline{\text{P}}$ anual (mm)
1963-74	22,4 a	82,6 a	909,7 a
1975-86	22,6 a	79,0 ab	839,2 a
1987-98	23,4 b	75,1 b	735,6 b

*Letras iguais nas colunas identificam não haver diferença significativa através do teste do *t* de Student ao nível de 5% de probabilidade.

4.11.3 – São Gonçalo

Em São Gonçalo, como está evidenciado na Tabela 4.3, ocorreu aumento significativo da temperatura do ar nos últimos subperíodos em relação aos primeiros subperíodos, para as séries de 6, 9 e 12 anos, e com relação a umidade relativa do ar, isto evidenciou-se quando foram considerados séries de 9 e 12 anos. Ainda na mesma tabela, verifica-se que houve redução significativa da precipitação no subperíodo 1987-98 em relação ao subperíodo 1963-74, considerando-se séries de 6 anos, redução significativa no período 1990-98 em relação aos demais subperíodos, considerando-se séries de 9 anos e redução significativa no subperíodo 1975-98 quando considerou-se séries de 12 anos.

Tabela 4.3 – Análise estatística * mediante o teste *t* de Student para São Gonçalo – PB.

Período	\bar{t} anual(°C)	$\overline{U.R}$ anual (%)	\bar{P} anual (mm)
1963-68	26,2 a	64,7 a	1007,9 ac
1969-74	26,7 b	63,9 ab	1115,5 b
1975-80	26,6 ab	59,6 bc	924,9 abcd
1981-86	26,8 b	59,7 bc	974,3 cd
1987-92	26,9 b	57,6 c	902,4 d
1993-98	26,8 b	60,0 abc	904,8 d

Período	\bar{t} anual(°C)	$\overline{U.R}$ anual (%)	\bar{P} anual (mm)
1963-71	26,4 a	64,6 a	1016,8 a
1972-80	26,6 ab	60,9 ab	1015,4 a
1981-89	26,7 ab	58,0 b	991,0 a
1990-98	26,9 b	58,0 b	834,4 b

Período	\bar{t} anual(°C)	$\overline{U.R}$ anual (%)	\bar{P} anual (mm)
1963-74	26,4 a	64,3 a	1061,7 a
1975-86	26,6 ab	58,8 b	949,6 b
1987-98	26,9 b	58,1 b	917,3 b

*Letras iguais nas colunas identificam não haver diferença significativa através do teste *t* de Student ao nível de 5% de probabilidade.

Levando-se em consideração o período de dados analisados (1963-98) e utilizando-se o método de classificação climática de Köppen, realizou-se a classificação climática de João Pessoa, Campina Grande e São Gonçalo, obtendo-se o seguinte:

- João Pessoa – Aw_i, caracterizado como clima tropical chuvoso, em que a temperatura média do ar de todos os meses é maior que 18°C (megatérmico), a precipitação anual (> 2000 mm) maior que 10 vezes a precipitação do mês mais seco (novembro), sendo esta menor que 60 mm, e a variação de temperatura média anual é menor que 5°C.
- Campina Grande – Am_i, caracterizado como clima tropical chuvosos, em que a temperatura média do ar em todos os meses é superior a 18°C (megatérmico), precipitação anual (> 800 mm) superior a 10 vezes a precipitação do mês mais seco (outubro), sendo esta inferior a 60 mm, e a variação de temperatura média anual é inferior a 5°C.
- São Gonçalo – Aw_i, correspondente a clima tropical chuvoso, em que a temperatura média do ar em todos os meses é superior a 18°C (megatérmico), precipitação anual (≈ 1000 mm) superior a 10 vezes a precipitação do mês mais seco (setembro), sendo esta inferior a 60 mm, e a variação de temperatura média anual é inferior a 5°C.

5. CONCLUSÕES

Em João Pessoa houve aumento significativo da temperatura do ar, em torno de 0,6°C, no subperíodo 1987-98.

A umidade relativa do ar em João Pessoa diminuiu progressivamente, porém com pequenas diferenças, de 1963 a 1998, não sendo significativos, e sendo justificada em parte, devido ao aumento de temperatura.

Em João Pessoa houve diminuição significativa da precipitação, de aproximadamente 16%, que corresponde a 300 mm, no subperíodo 1987-98.

A temperatura do ar em Campina Grande, no subperíodo 1987-1998, teve um aumento significativo, principalmente nos meses de fevereiro, março, abril e maio, em torno de 0,9°C.

Em Campina Grande, a umidade relativa do ar diminuiu significativamente de em média 79,6% para 74,4% no subperíodo 1993-1998.

Foi constatado que em Campina Grande ocorreu diminuição significativa da precipitação, de aproximadamente 180 mm para série de 6 anos, no subperíodo 1993-98, e para série de 12 anos, no subperíodo 1987-1998, essa diminuição foi de aproximadamente 140

mm, forma que independente da série utilizada, houve redução da precipitação nos últimos subperíodos.

Em São Gonçalo, a temperatura do ar aumentou significativamente, em torno de 0,6°C de 1963 a 1998, quando foram consideradas as séries de 6 anos, e aproximadamente 0,5°C quando considerou-se as séries de 9 e 12 anos.

A umidade relativa do ar em São Gonçalo sofreu uma diminuição significativa, em torno de 6%, no subperíodo 1975-1998, sendo essa redução caracterizada principalmente nos meses de junho, julho, agosto, setembro e outubro.

Constatou-se que em São Gonçalo, a precipitação diminuiu significativamente, aproximadamente 170 mm, no subperíodo 1990-98, quando considerou-se séries de 9 anos, e essa diminuição foi em torno de 130 mm, no subperíodo 1975-1998, quando considerou-se séries de 12 anos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEBAYO, Y. R. The effect of urbanization on some characteristics of relative humidity in Ibadan. **Journal of Climatology**, v.7, p.599-607, 1987.
- AYOADE, J.O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro – 4ª edição, Editora Bertrand Brasil, 1996,332p.
- ARYA, S. P.S. **Introduction to Micrometeorology**. INC,USA: Academic Press., 1988.
- BALLING, R. J. R.; BRAZEL, S. W. The impact of rapid urbanization on pan evaporation in Phoenix, Arizona. **Journal of Climatology**. v. 7, p.593-597, 1987.
- BOWEN, I. S. The ratio of heat losses by conduction and by evaporation from any water surface. **Phys. Ver.Ser.** Ithaca, v.2,n.27,p.779-787,1926.
- BRISTOT, G. Estimativa da necessidade de irrigação suplementar para algumas culturas no Estado do Rio Grande do Norte. Campina Grande: DCA/CCT/UEPB. **Dissertação de mestrado**, 1999, 130p.
- CABRAL,E. Análise das alterações climáticas da cidade de São Paulo (1987-1995) no contexto da expansão de sua mancha urbana. Cuiabá: **Dissertação de mestrado**. Departamento de Geografia, Universidade Federal de Mato Grosso, 1997.

- CAVALCANTI, E. P. Estimativa de temperatura do ar em função das coordenadas locais. **In: Congresso Brasileiro e II Latino Americano e Ibero de Meteorologia, II Anais,SBMET,1984.**
- CAYAN, D.; DOUGLAS, A. V. Urban influences on surface temperatures in the Southwestern United States During Recent Decades. **Journal of Climate and Applied Meteorology**. v.23,p.1520-1530, 1984.
- CHANDLER, T. J. London's urban climate. **Geog.J.** v.127,p.279-302 ,1962.
- DANTAS, R. T. Parâmetros agrometeorológicos e análise de crescimento da alface (lactuca sativa L.) em ambientes natural e protegido. Botucatu – SP. **Tese de doutorado, DCA/FCA/UNESP,1997, 112 p.**
- DANTAS,R.T. Caracterização da estação chuvosa em três municípios do Estado da Paraíba e aplicação da distribuição gama incompleta. **Atmosfera & Água**, v.2,n.3,1998.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais climatológicas (1961-1990). Brasília, 1992, 84 p.
- FERREIRA, P.V. **Estatística Experimental aplicada à Agronomia**, 2ª Edição,Maceió: Editora Universitária, 1996, 604p.
- FIGUEROLA, P. I.; MAZZEO, N. A. Urban-rural temperature differences in Buenos Aires. **International Journal of Climatology**,v.18,p 1709 – 1723, 1998.
- FOLLAND, C. K. Observed climate variability and change. **Climate Change**, p.135-170, 1992.
- HABERFELD, E.; MAYER, M.; BITAN, A; MATZARAKIS, A. First results of an urban wind climate study of Tel Aviv, Israel. **In: International Conference on Urban Climatology** . June 10 – 14. Essen, Germany, 1996, p.29
- HAGE, K. D. Urban-rural humidity differences, **Journal of Applied Meteorology**, v 14, p.1277 – 1283, 1975.

- HEINO, R. **Homogeneity of long-term urban records**. In: International Conference on Urban Climatology. June 10 – 14. Essen, Germany, 1996, p.61-63.
- HOUGHTON, J. T.; JENKINS, G.T; AND EPHRAUMS, J. J. **Climate change: The IPCC Scientific Assessment. Report prepared for TPCC by Working Group I**. University Press, Cambridge, 1990.
- HOUGHTON, J. T., CALLANDER, B. A. and VARNEY, S. K. **Climate change. The Supplementary Report for the IPCC Scientific Assessment**. University Press, Cambridge, 1992.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Ministério do Planejamento e Coordenação Geral. **Departamento de Censos**, 1996.
- KIMURA, F.; TAKAHASHI, S. The effects of land-use and anthropogenic heating on the surface temperature in the Tokyo Metropolitan Area: A Numerical Experiment. **Atmospheric Environment**, v. 25B, p.155-164, 1991.
- KOLLMORGEN, W.; KOLLMORGEN, J. A meteorologia da paisagem nas áreas de planícies. **Boletim Geográfico**, 34 (249). IBGE. Rio de Janeiro, v.34, 1976, p. 24-50.
- KOUSKY, V. E. Diurnal rainfall variations in northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, 108 (4) p. 488 – 498, Apr. 1980.
- KUKLA, G.; GAVIN, J.; KARL, T.R. Urban warming. **Journal of Climate and Applied Meteorology**, v. 25, p. 1265- 1270, 1986.
- LANDSBERG, H.E. **The urban climate**. New York: Academic Press, 1981.
- LOMBARDO, M. A. **Vegetação e clima**. III Encontro Nacional sobre Arborização Urbana. Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. Curitiba, Paraná, p. 01-03, 1990.
- LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles – o exemplo de São Paulo**. Editora Hucitec, p.224, São Paulo, 1996.
- MAITELLI, G. T.; ZAMPARONI, C. A G. P.; LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor em Cuiabá-MT: Uma abordagem de clima urbano**. Anais do 3º Encontro Nacional, de Estudo sobre o meio ambiente, V.I. Comunicações, Londrina –PR, p. 561-571, 1991.

- MAITELLI, G.T. Um Estudo tridimensional de clima urbano em área tropical continental: o exemplo de Cuiabá-MT. São Paulo: **Tese de Doutorado**, Deptº Geografia, FFLCH, USP, 1994.
- MAITELLI, G.T. Balanço de energia e modelos nos estudos do clima urbano. **Revista Mato Grossense de Geografia**, Ano 01, n.0 dez.,1995.
- MAITELLI, G.T. Crescimento urbano e tendências climáticas em Cuiabá – MT: Período de 1920 – 1992. **Revista Mato Grossense de Geografia**, Ano 02, n.01/02, p.151 – 165, 1996/97.
- MAYER, H. Die humanbioklimatologische Bewertung des Stadtklimas. **VDI Bericht Umweltmeteorologic**. Bd. 15 Dusseldorf, 1990.
- MENDONÇA, F.A. O clima e o planejamento urbano: a particularidade das cidades de porte médio e pequeno. **Boletim Climático**. Universidade Estadual Paulista. Ano 1, n.2, novembro de 1996.
- MONTEIRO, C. A. DE F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: IGEO, USP, Série Teses e Monografias, n.25, 1976.
- MUNN, R.E. **Descriptive micrometeorology**. Advances in Geophysic, Academic Press, vol.I, 1966, 199p.
- OKE, T. R.; KALANDAB. D.; STEYN, D.G. Parametrization of heat storage in urban areas. **Urban Ecology**. v. 5, p.45-54, 1981.
- OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. New York - Second Edition - Routledge, London, 1987.
- OLIVEIRA, M. C. F.; ROCHA, J. P. ; RIBEIRO, J. B. M. ; MOTA, G. V. **Estudo das alterações meteorológicas associadas à urbanização na grande Belém – PA**. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, IX Anais... Campina Grande: SBA, 1995, p.177-179.
- OMETTO, J.C. **Bioclimatologia Vegetal**, Editora Agronômica Ceres, 1981, 425p.

- SEABRA, O. C. L. A problemática ambiental e o processo de urbanização no Brasil. **Polis**, n.3, p. 15-21, 1991.
- SETTE, D. M. O clima urbano de Rondonópolis – MT. São Paulo: **Dissertação de mestrado**. Departamento de Geografia – USP, 1996.
- SILVA, A. P. L. da. Mudanças climáticas urbanas-Campina Grande: UFPB/CCT/DCA. **Dissertação de mestrado**, 1998.
- SILVA, M. A V. Atlas Climatológico do Estado da Paraíba – 2ª edição – Campina Grande, 1987, 122p.
- SILVA, S. T. A da. Influência do el niño-oscilação sul na distribuição espacial da precipitação no estado da Paraíba: UFPB/CCT/DCA. **Dissertação de mestrado**, 1996.
- SILVA, V. P. R. ; CORREIA, A A ; COELHO, M.S. Análise de tendência das séries de precipitação pluvial do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.1, p.111-114, 1998.
- SPIEGEL, M.R. **Estatística** – 2ª-edição. São Paulo: **Mc Graw-Hill do Brasil**, 1985, 454 p.
- SPRONKEN-SMITH, R. A. Energetics and cooling in urban parks. Vancouver: Unpubl.Ph.D. Thesis. **The University of British Columbia**, 1994, 204 p.
- SPRONKEN-SMITH, R. A. **Urban parks as “cool islands”** – A review. In: International Conference on Urban Climatology. June 10-14. Essen, Germany, 1996, p.132-133.
- SRIKANTHAN, R; STEWART, B. J. Analysis of Australian rainfall data with respect to climate variability and change. **Australian Meteorological Magazine**., v. 39, p. 11-20, 1991.
- STULPNAGEL, A. V.; HOBERT, M. ; SUKOPP, M. The Importance of vegetation for the urban climate. **Urban Ecology**, p. 175-193, 1990.
- WANNER, H. ; HERTING, J. A. Studies of Urban climates and air pollution in Switzerland. **Journal of Climate and Applied Meteorology**. v. 23, p.1614 – 1625, 1984.

ZAMPARONI, C. A. G. P., Ilha de calor em Barra do Bugres e Tangará da Serra – MT: uma contribuição ao estudo do clima urbano em cidades de pequeno porte em área tropical. **Dissertação de mestrado**. F. F. L. CH, USP, 1996.

ANEXOS

Anexo 01 - Dados médios mensais de temperatura (T_MÉDIA), umidade relativa do ar (UR_MÉDIA) e precipitação (P_MÉDIA) referentes às séries de 6 anos em João Pessoa - PB

Subperíodo	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1963-68	27,1	27,1	26,8	26,6	25,7	24,6	24,2	25,1	25,2	26,4	26,7	26,7
1969-74	27,2	27,3	27,1	26,8	25,9	25,6	24,1	24,3	25,9	26,1	26,8	27,2
1975-80	27,1	27,1	27,0	26,7	25,8	24,8	24,2	24,6	25,3	26,2	26,4	26,9
1981-86	27,3	27,2	27,0	26,6	26,0	25,3	24,8	25,0	25,6	26,8	26,9	27,2
1987-92	27,3	27,6	27,4	27,3	26,7	25,9	25,1	25,0	26,1	26,8	27,4	27,2
1993-98	27,7	28,2	27,9	27,7	26,9	25,8	25,1	25,5	25,8	27,0	27,1	27,7
T_MÉDIA	27,3	27,4	27,2	26,9	26,2	25,3	24,6	24,9	25,6	26,5	26,9	27,1

1963-68	76,2	77,3	78,5	78,8	79,2	82,3	81,0	78,0	72,0	75,6	76,4	74,5
1969-74	74,3	74,3	77,8	78,0	82,3	82,0	85,5	81,5	80,0	74,7	72,7	73,7
1975-80	75,0	75,0	77,4	78,3	82,4	84,0	83,2	78,7	78,0	74,5	74,0	73,8
1981-86	74,5	75,5	78,8	80,5	81,2	81,0	82,0	79,2	75,3	61,2	72,3	74,2
1987-92	73,8	72,3	73,8	77,8	78,8	79,2	81,8	77,5	71,2	70,2	72,0	72,0
1993-98	69,8	72,3	74,0	77,7	79,0	79,8	77,3	76,3	73,4	73,0	73,4	72,7
UR_MÉDIA	73,9	74,5	76,7	78,5	80,5	81,4	81,8	78,5	75,0	71,5	73,5	73,5

1963-68	106,1	147,9	264,3	357,2	307,1	363,8	354,1	168,3	104,3	25,1	21,0	37,6
1969-74	107,8	70,3	227,8	375,6	363,0	388,6	322,7	235,3	104,8	56,5	29,2	15,3
1975-80	67,4	145,8	194,3	238,6	270,9	284,4	299,9	123,3	102,2	62,5	40,7	43,6
1981-86	62,9	157,4	278,2	262,8	361,2	281,8	297,9	192,7	95,8	36,9	38,1	38,7
1987-92	34,1	88,2	171,4	369,2	227,4	315,5	333,4	165,5	54,2	34,3	28,7	45,2
1993-98	64,5	63,0	172,0	263,6	303,9	310,7	302,0	128,2	48,9	36,1	34,9	34,7
P_MÉDIA	73,8	112,1	218,0	311,2	305,6	324,1	318,3	168,9	85,0	41,9	32,1	35,8

Anexo 02 - Dados médios mensais de temperatura (T_MÉDIA), umidade relativa do ar (UR_MÉDIA) e precipitação (P_MÉDIA) referentes às séries de 9 anos em João Pessoa - PB.

Subperíodo	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1963-71	27,0	27,2	27,1	26,7	25,9	25,0	24,2	24,5	25,2	26,3	26,6	27,1
1972-80	27,4	27,3	27,1	26,7	26,2	25,4	24,8	25,0	25,9	27,0	27,2	27,1
1981-89	27,4	27,3	27,1	26,7	26,2	25,4	24,8	25,0	25,9	27,0	27,2	27,1
1990-98	27,6	28,1	27,9	27,7	26,9	25,8	25,1	25,3	25,7	26,8	27,0	27,5
T_MÉDIA	27,3	27,4	27,3	26,9	26,3	25,4	24,7	25,0	25,7	26,7	27,0	27,2

1963-71	75,1	75,8	78,5	79,6	80,1	82,0	83,2	79,9	75,0	75,1	75,1	73,6
1972-80	75,3	75,4	77,4	77,1	82,1	83,5	83,2	78,9	78,3	74,7	73,4	74,6
1981-89	74,7	74,1	77,1	80,3	80,0	80,9	82,6	78,5	73,8	62,6	72,1	73,7
1990-98	70,4	72,7	74,0	77,0	79,3	79,1	78,2	76,8	72,8	73,7	73,0	72,2
UR_MÉDIA	73,9	74,5	76,7	78,5	80,4	81,4	81,8	78,5	75,0	71,5	73,4	73,5

1963-71	94,7	117,0	266,8	366,2	306,9	369,5	340,1	204,1	94,9	48,5	31,4	27,3
1972-80	94,6	125,7	195,4	281,5	319,6	326,4	312,3	150,1	114,0	48,6	30,4	34,9
1981-89	52,8	120,7	256,5	325,0	315,4	305,0	323,2	170,4	80,5	31,2	36,1	53,2
1990-98	57,5	84,9	157,8	272,1	279,5	300,3	299,0	153,8	52,5	40,3	31,4	25,9
P_MÉDIA	74,9	112,1	219,1	311,2	305,4	325,3	318,7	169,6	85,4	42,2	32,3	35,3

Anexo 3 - Dados médios mensais de temperatura (T_MÉDIA), umidade relativa do ar (UR_MÉDIA) e precipitação (P_MÉDIA) referentes as séries de 12 anos em João Pessoa - PB

Subperíodo	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1963-74	27,1	27,2	26,9	26,7	25,8	25,1	24,2	24,8	25,5	26,2	26,8	27
1975-86	27,2	27,2	27	26,6	25,9	25,1	24,5	24,8	25,5	26,5	26,7	27
1987-98	27,5	28	27,7	27,5	26,8	25,8	25,1	25,3	25,9	26,9	27,2	27,5
T_MÉDIA	27,3	27,4	27,2	26,9	26,2	25,3	24,6	24,9	25,6	26,5	26,9	27,2

1963-74	75,3	75,8	78,2	78,5	80,4	82,2	83,3	79,8	76	75,1	74,4	74,1
1975-86	74,7	75,3	78,2	79,4	81,7	82,5	82,6	78,9	76,7	67,8	73,2	74
1987-98	71,6	72,3	73,9	77,8	78,9	79,5	79,6	76,9	72,2	71,6	72,6	72,3
UR_MÉDIA	73,9	74,5	76,8	78,5	80,3	81,4	81,8	78,5	74,9	71,5	73,4	73,5
1963-74	107	109	248	366	333	376	338	202	105	42,2	25,9	25,4
1975-86	64,9	152	245	251	320	283	299	161	98,7	48,5	39,3	40,9
1987-98	50,7	75,6	172	316	266	313	318	147	51,7	35,2	31,6	40
P_MÉDIA	74,2	112	221	311	306	324	318	170	85	42	32,2	35,4

Anexo 4 - Dados médios mensais de temperatura (T_MÉDIA), umidade relativa do ar (UR_MÉDIA) e precipitação (P_MÉDIA) referentes às séries de 6 anos em Campina Grande - PB.

Subperíodo	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1963-68	23,6	23,4	23,2	22,9	22,0	20,9	20,4	20,7	21,1	22,6	23,0	23,3
1969-74	23,9	24,1	24,0	23,4	22,4	21,6	20,7	20,8	21,5	22,5	23,2	23,7
1975-80	23,8	23,7	23,5	23,3	22,4	21,3	20,6	20,8	21,6	22,6	23,1	23,5
1981-86	24,1	24,0	23,9	23,5	22,5	21,5	20,9	21,2	22,1	22,9	23,4	23,7
1987-92	24,5	24,6	24,4	23,8	23,0	22,0	21,2	21,2	22,2	23,1	23,8	24,2
1993-98	24,7	25,0	25,0	24,4	23,6	22,1	21,5	21,7	22,7	23,7	24,1	24,7
T_MÉDIA	24,1	24,1	24,0	23,5	22,6	21,6	20,9	21,1	21,8	22,9	23,4	23,8

1963-68	80,3	81,7	83,8	87,0	86,3	90,2	83,8	85,5	81,8	76,8	77,4	79,3
1969-74	77,8	77,6	82,6	86,6	88,3	88,5	89,5	85,4	82,5	79,7	76,0	76,2
1975-80	77,0	78,2	79,5	81,3	84,2	86,2	84,0	81,0	81,0	78,0	77,2	78,0
1981-86	73,3	77,0	80,2	81,6	84,2	84,8	84,3	82,2	76,3	73,2	71,7	60,6
1987-92	70,8	70,0	76,2	81,5	81,3	84,0	84,2	80,5	75,7	72,5	71,7	70,3
1993-98	69,7	66,7	68,5	77,8	79,3	81,7	82,2	78,0	72,5	69,0	69,5	68,3
UR_MÉDIA	74,8	75,2	78,5	82,6	83,9	85,9	84,7	82,1	78,3	74,8	73,9	72,1

1963-68	61,0	86,0	114,0	131,6	99,1	106,2	134,8	56,1	38,0	6,4	24,4	32,1
1969-74	54,2	33,8	91,5	153,4	104,2	134,1	167,7	78,4	54,5	29,0	12,7	10,4
1975-80	36,5	39,9	83,4	115,6	117,2	111,4	141,8	37,7	57,6	15,0	18,5	23,9
1981-86	29,9	135,0	141,5	144,6	85,5	94,8	95,4	54,8	22,1	17,9	36,3	23,8
1987-92	25,7	57,5	119,6	125,8	91,6	104,7	130,8	75,6	23,2	10,4	15,1	16,5
1993-98	10,6	40,2	76,4	92,7	87,4	118,3	108,5	58,2	22,9	12,9	27,3	19,3
P_MÉDIA	36,3	65,4	104,4	127,3	97,5	111,6	129,9	60,1	36,4	15,3	22,4	21,0

Anexo 5 - Dados médios mensais de temperatura (T_MÉDIA), umidade relativa do ar (UR_MÉDIA) e precipitação (P_MÉDIA) referentes às séries de 9 anos em Campina Grande - PB.

Subperíodo	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1963-71	23,7	23,7	23,5	23,1	22,1	21,2	20,5	20,7	21,3	22,5	23,1	23,5
1972-80	23,7	23,8	23,6	23,3	22,4	21,4	20,6	20,9	21,5	22,7	23,1	23,5
1981-89	24,3	24,3	24,1	23,5	22,7	21,7	21,0	21,3	22,2	23,0	23,6	23,8
1990-98	24,7	24,8	24,7	24,2	23,3	22,0	21,4	21,4	22,5	23,4	23,9	24,5
T_MÉDIA	24,1	24,1	24,0	23,5	22,6	21,6	20,9	21,1	21,8	22,9	23,4	23,8

1963-71	80,0	80,4	83,1	87,2	87,2	90,0	86,2	86,0	82,2	79,0	78,4	78,7
1972-80	76,9	77,8	80,8	82,9	85,3	86,6	85,3	82,0	81,3	77,8	75,7	77,1
1981-89	72,9	75,2	78,8	82,4	83,3	84,3	84,6	81,0	75,8	72,8	72,0	65,4
1990-98	69,7	67,2	71,1	78,3	79,9	82,7	82,6	79,4	73,9	70,3	69,9	68,0
UR-MÉDIA	74,9	75,2	78,5	82,7	83,9	85,9	84,7	82,1	78,3	75,0	74,0	72,3

1963-71	55,4	66,4	103,2	141,1	101,6	123,2	154,1	71,2	41,8	22,7	24,0	24,9
1972-80	45,2	41,4	90,7	125,7	112,0	111,3	142,1	42,8	55,9	14,6	14,4	20,9
1981-89	24,6	100,1	124,2	145,8	79,2	92,2	110,0	60,1	20,3	14,4	30,6	25,5
1990-98	19,4	55,0	100,8	96,2	97,1	119,7	113,1	65,5	25,1	13,1	21,9	14,3
P_MÉDIA	36,2	65,7	104,7	127,2	97,5	111,6	129,9	59,9	35,8	16,2	22,7	21,4

Anexo 6 - Dados médios mensais de temperatura (T_MÉDIA), umidade relativa do ar (UR_MÉDIA) e precipitação (P_MÉDIA) referentes às séries de 12 anos em Campina Grande - PB.

Subperíodo	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1963-74	23,7	23,8	23,6	23,1	22,2	21,2	20,5	20,8	21,3	22,6	23,1	23,5
1975-86	23,9	23,9	23,7	23,4	22,5	21,4	20,7	21	21,8	22,8	23,2	23,6
1987-98	24,6	24,8	24,7	24,1	23,3	22,1	21,3	21,4	22,4	23,4	24	24,4
T_MÉDIA	24,1	24,1	24	23,5	22,6	21,6	20,9	21,1	21,8	22,9	23,4	23,8

1963-74	78,9	79,1	83,2	86,8	87,3	89,3	86,7	85,5	82,1	78,5	76,7	77,6
1975-86	75,2	77,6	79,8	81,5	84,2	85,5	84,2	81,6	78,7	75,6	74,4	70,1
1987-98	70,3	68,3	72,3	79,7	80,3	82,8	83,2	79,3	74,1	70,8	70,6	69,3
UR_MÉDIA	74,8	75	78,4	82,7	83,9	85,9	84,7	82,1	78,3	75	73,9	72,3

1963-74	57,6	59,9	104	143	102	120	151	66,3	45,3	20	19,1	22,2
1975-86	33,2	87,4	113	130	101	102	119	46,2	39,8	16,5	27,4	23,9
1987-98	18,1	48,8	98	109	89,5	112	120	66,9	23,1	11,7	21,2	17,9
P_MÉDIA	36,3	65,4	105	127	97,5	111	130	59,8	36,1	16,1	22,6	21,3

Anexo 7- Dados médios mensais de temperatura (T_MÉDIA), umidade relativa do ar (UR_MÉDIA) e precipitação (P_MÉDIA) referentes às séries de 6 anos em São Gonçalo – PB.

Subperíodo	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1963-68	26,9	26,2	25,8	25,7	25,5	24,2	25	25,9	26,8	27,3	27,5	27,2
1969-74	27,4	26,7	26,1	25,9	25,8	25,3	25,2	26,4	27,4	27,7	27,8	28,3
1975-80	27,4	25,9	25,8	26,1	25,7	25,1	25,3	26,3	27,2	28,1	28,1	28,1
1981-86	27,5	26,7	26,1	25,8	25,7	25,3	25,6	26,3	27,5	28	28,1	27,9
1987-92	27,2	27,2	26,8	26,2	25,8	25,7	25,8	26,5	27,4	28,1	28,4	27,7
1993-98	26,9	26,4	26,2	26,2	25,7	25,2	25,6	26,7	27,9	28,5	28,6	28,2
T_MÉDIA	27,2	26,5	26,1	26	25,7	25,13	25,4	26,4	27,4	28	28,1	27,9

1963-68	64,5	71	74	75	73	69,5	64,3	59	57,3	55,1	55,6	58,3
1969-74	61,5	68,8	77,1	77,1	73,6	71,6	65,8	56,6	53	54,6	53,8	52,3
1975-80	58,8	72,5	74,1	72,6	69,4	63,8	58,6	50,5	47,5	47	50	50,5
1981-86	57,3	61,1	71,3	72,3	66	59,3	53	50,5	53,1	48,8	50,8	52,7
1987-92	59,5	60,2	65	70,7	67,2	60,5	54,5	49,5	49,7	49	49	56,7
1993-98	61	68,6	72,8	71,4	68,4	63	52,6	47,8	44,8	46,2	49,2	54,5
UR_MÉDIA	60,4	67,0	72,4	73,2	69,6	64,6	58,1	52,3	50,9	50,1	51,4	54,2

1963-68	75,8	186,6	268,2	228,7	95,1	49,0	14,2	3,2	12,0	14,2	16,1	44,8
1969-74	176,1	204,9	215,4	260,5	72,8	74,2	28,6	9,9	11,6	29,1	9,6	22,5
1975-80	110,1	251,0	227,1	180,1	75,3	28,1	34,1	1,3	5,9	21,8	20,6	41,8
1981-86	107,0	173,7	258,8	192,0	73,6	29,4	15,8	11,5	8,7	20,7	30,5	52,6
1987-92	82,3	68,3	267,2	212,8	42,4	39,4	20,9	14,4	11,0	23,7	8,6	123,5
1993-98	161,7	134,2	156,7	163,6	117,2	48,0	18,0	13,4	0,9	8,0	21,3	58,1
P_MÉDIA	118,8	169,8	232,2	206,3	79,4	44,7	21,9	9,0	8,4	19,6	17,8	57,2

Anexo 8 - Dados médios mensais de temperatura (T_MÉDIA), umidade relativa do ar (UR_MÉDIA) e precipitação (P_MÉDIA) referentes às séries de 9 anos em São Gonçalo – PB.

Subperíodo	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1963-71	27,1	26,4	25,9	25,9	25,7	24,7	25,1	26,1	26,9	27,3	27,5	27,6
1972-80	27,4	26,1	25,9	25,9	25,6	25,1	25,2	26,4	27,3	28	28,1	28,2
1981-89	27,4	26,9	26,2	25,8	25,6	25,4	25,6	26,4	27,5	28	28,1	27,8
1990-98	27,1	26,5	26,4	26,3	25,8	25,4	25,7	26,6	27,8	28,5	28,6	28,2
T_MÉDIA	27,2	26,5	26,1	26	25,7	25,1	25,4	26,4	27,4	28	28,1	27,9

1963-71	63,9	70	75,2	75,2	72,3	69,7	65	58,4	56,6	56	55,9	56,7
1972-80	59,3	71,6	75	74,7	72	67	60,9	52,3	48,7	48,6	50,4	50,8
1981-89	57,9	60,8	70,1	72,4	67	60,3	53,2	49,8	51,8	49,1	50,2	54
1990-98	61	67,3	70,2	70,3	67,3	61,7	53,3	48,8	46	46,3	49,1	54,5
UR_MÉDIA	60,5	67,4	72,6	73,2	69,7	64,7	58,1	52,3	50,8	50	51,4	54

1963-71	108	192	266	209	82,1	64	19,5	3,62	10,1	18,1	12,4	32,7
1972-80	133	237	208	189	80,6	36,9	31,8	6,04	9,18	25,3	18,5	40
1981-89	101	140	285	203	64,9	31,5	19,7	12,8	10,4	23,7	22,3	76,2
1990-98	147	121	139	165	102	40,3	15,1	13	1,22	7,62	23,9	58,1
P_MÉDIA	122	172	225	192	82,4	43,2	21,5	8,86	7,73	18,7	19,3	51,7

Anexo 9 - Dados médios mensais de temperatura (T_MÉDIA), umidade relativa do ar (UR_MÉDIA) e precipitação (P_MÉDIA) referentes às séries de 12 anos em São Gonçalo – PB.

Subperíodo	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1963-74	27,1	26,4	26,0	25,8	25,7	24,8	25,1	26,2	27,1	27,5	27,7	27,8
1975-86	27,4	26,3	25,9	25,9	25,7	25,2	25,4	26,3	27,4	28,0	28,1	28,0
1987-98	27,2	26,8	26,5	26,2	25,7	25,4	25,7	26,6	27,7	28,3	28,5	27,9
T_MÉDIA	27,2	26,5	26,1	26,0	25,7	25,1	25,4	26,4	27,4	27,9	28,1	27,9

1963-74	63,0	69,9	75,6	76,1	73,3	70,6	65,1	57,8	55,2	54,9	54,8	55,3
1975-86	58,1	66,8	72,8	72,5	67,5	61,6	55,8	50,5	50,3	47,9	50,4	51,6
1987-98	60,4	64,9	69,3	71,1	67,9	61,9	53,4	48,6	47,0	47,4	49,1	55,8
UR_MÉDIA	60,5	67,2	72,6	73,2	69,6	64,7	58,1	52,3	50,8	50,1	51,4	54,2

1963-74	125,9	195,8	241,8	244,6	84,0	61,6	21,4	6,6	11,8	21,7	12,9	33,6
1975-86	108,6	212,2	242,9	150,0	74,4	28,7	25,0	6,4	7,3	21,3	25,6	47,2
1987-98	129,9	104,7	205,8	185,4	83,9	38,8	19,3	13,9	5,4	14,9	18,0	97,3
P_MÉDIA	121,5	170,9	230,2	193,4	80,7	43,0	21,9	9,0	8,1	19,3	18,8	59,4