

Universidade Federal da Paraíba
Campus II - Campina Grande - Pb
Centro de Ciências e Tecnologia
Departamento de Engenharia Civil
Área de Engenharia de Recursos Hídricos

Relatório

Estágio Supervisionado

Título

“Desenvolvimento de softwares com vistas a seleção, análise e processamento automático de dados pluviométricos”

Aluno: Israel Iarley Liberato da Costa

Orientador: Raimundo Sérgio Santos Góis

Campina Grande

Maio -1996



Biblioteca Setorial do CDSA. Maio de 2021.

Sumé - PB

ÍNDICE

1.0 - Apresentação	01
2.0 - Introdução	02
3.0 - Objetivos	03
4.0 - As precipitações	03
4.1 - <i>Classificação das precipitações</i>	04
4.2 - <i>Pluviometria</i>	05
5.0 - Métodos Aplicados	05
5.1 - <i>Método da ponderação regional</i>	06
5.2 - <i>Método da regressão linear</i>	07
5.3 - <i>Método do vetor regional</i>	08
5.4 - <i>Método da ponderação regional com base em regressões lineares</i>	12
6.0 - O programa	12
6.1 - <i>A regionalização através do vetor regional</i>	13
7.0 - Resultados obtidos	14
8.0 - Conclusão	17
9.0 - Bibliografia	17
10.0 - ANEXOS	18

1.0 - Apresentação

O presente relatório refere-se às atividades relacionadas ao estágio supervisionado que tem como título, **Desenvolvimento de Software com vistas à Seleção, Análise e Processamento Automático de dados Pluviométricos** realizadas junto ao projeto de pesquisa “IMPLANTAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA AS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DA PARAÍBA E REGIONALIZAÇÃO DE PARÂMETROS”, em desenvolvimento pela Área de Recursos Hídricos com o apoio da FAQESQ/Pb que tem como objetivo a utilização de características fisiográficas e hidrometeorológicas das bacias na determinação de parâmetros de modelos matemáticos, e a regionalização destes em outras bacias hidrográficas do Estado da Paraíba.

Este estágio iniciou-se em agosto de 1995, com o aluno do curso de Engenharia Civil, Israel Iarley Liberato da Costa sob a orientação do professor Raimundo Sérgio Santos Góis, da Área de Recursos Hídricos - Departamento de Engenharia Civil do Centro de Ciências e Tecnologia da UFPB - Campus II.

2.0 - Introdução

O estado Paraíba, localizado na região Nordeste do Brasil, ocupa uma área de aproximadamente 56.000 Km², grande parte da qual está inserida na parte semi-árida, onde a precipitação média anual é inferior a 800 mm e normalmente concentrada em 2 ou 3 meses e de forma torrencial. Verifica-se nesta região uma escassez de água mesmo para as finalidades básicas como abastecimento urbano e rural, que muitas vezes se prolonga por 2 ou 3 anos seguidos. Considerando o crescente aumento econômico e populacional do estado e o conseqüente aumento da demanda de água para consumo humano, uso industrial e para fins agrícolas, é necessário que se desenvolva estudos detalhados e consistentes que permitam a médio e longo prazo implantar estratégias de desenvolvimento dos recursos hídricos compatíveis com as peculiaridades e necessidades da região.

Necessariamente para o desenvolvimento destes estudos é preciso que se disponha de séries históricas de pluviometria e fluviometria, objetivando uma melhor discretização do fenômeno natural da escassez as chuvas, possibilitando a aplicação de metodologias que melhor se adequem às necessidades da região.

O problema primordial para a formação destas séries é a insuficiência de dados observados e/ou a inconsistência destes valores observados, ocasionadas por falhas e/ou erros grosseiros pôr parte tanto do operador como do aparelho (conseqüência da má manutenção). Podemos citar como erros mais freqüentes:

- a) preenchimento errado do valor na caderneta de campo;
- b) valor estimado pelo observador, por não se encontrar no local no dia da amostragem;
- c) crescimento de vegetação ou outra obstrução próxima ao posto de observação;
- d) danificação do aparelho;
- e) problemas mecânicos no registrador gráfico (pluviógrafo);

Como o preenchimento manual de falhas demandam muito tempo e um conhecimento pormenorizado dos processos analíticos dos dados observados, surge a necessidade de automatizar estes processos através do uso de métodos computacionais com o desenvolvimento de programas que atendam às necessidades aqui apresentadas.

3.0 - Objetivos

Este estudo tem como objetivo primordial o desenvolvimento e teste de programas para o preenchimento de falhas em séries históricas de pluviometria, tanto para valores anuais como mensais utilizando o método da ponderação regional com base em regressões lineares simples. Objetiva ainda este trabalho a homogeneização dos dados através do vetor regional.

4.0 - As precipitações

A precipitação é entendida em hidrologia como toda água proveniente do meio atmosférico que atinge a superfície terrestre. Neblina, chuva, granizo, saraiva, orvalho, geada e neve são formas diferentes de precipitações. O que diferencia essas formas de precipitações é o estado em que a água se encontra.

A ocorrência de precipitações numa bacia durante o ano e sua distribuição são fatores determinantes para quantificar, entre outros, a necessidade de irrigação de culturas e o abastecimento de água doméstico e industrial. A determinação da intensidade da precipitação é importante para o controle de inundação e a erosão do solo. Pôr sua capacidade para produzir escoamento, a chuva é o tipo de precipitação mais importante para a hidrologia, e particularmente no Nordeste do Brasil por ser o único tipo de ocorrência.

As características principais da precipitação são o seu total, a sua duração e a sua distribuição temporal e espacial. O total precipitado não tem significado se não estiver ligado a uma duração. Pôr exemplo, 100 mm pode ser pouco em um mês, mas é muito em um dia ou, ainda mais, numa hora. A ocorrência da precipitação é um processo aleatório que não permite uma previsão determinística com grande antecedência uma vez que os fatores que regem o fenômeno das chuvas é bastante variável tanto no espaço como no tempo. O tratamento dos dados de precipitações para a grande maioria dos problemas hidrológicos é estatístico.

4.1 -Classificação das precipitações

Conforme o mecanismo fundamental pelo qual se produz a ascensão do ar úmido, as precipitações podem ser classificadas em:

Convectivas: quando em tempo calmo, o ar úmido for aquecido na vizinhança do solo, podem-se criar camadas de ar que se mantêm em equilíbrio instável. Perturbado o equilíbrio, forma-se uma brusca ascensão local do ar menos denso que atingirá seu nível de condensação com formação de nuvens e, muitas vezes, precipitações. São as chuvas convectivas, características das regiões equatoriais, onde os ventos são fracos e os movimentos de ar são essencialmente verticais, podendo ocorrer nas regiões temperadas pôr ocasião do verão (tempestades violentas). São, geralmente, chuvas de grande intensidade e de pequena duração, restritas a áreas pequenas. São precipitações que podem provocar importantes inundações em pequenas bacias.

Orográficas: quando ventos quentes e úmidos, soprando geralmente do oceano para o continente, encontram uma barreira montanhosa, elevam-se e se resfriam adiabaticamente havendo condensação do vapor, formação de nuvens e ocorrência de chuvas. São chuvas de pequenas intensidade e de grande duração, que cobrem pequenas áreas. Quando os ventos conseguem ultrapassar a barreira montanhosa, do lado oposto projeta-se a sombra pluviométrica, dando lugar a áreas secas ou semi-áridas causadas elo ar seco, já que a umidade foi descarregada na encosta oposta.

Frontais ou ciclônicas: provêm da interação de massas de ar quentes e frias. Nas regiões de convergência na atmosfera, o ar mais quente e úmido é violentamente impulsionado para cima, resultando no seu resfriamento e na condensação do vapor de água, de forma a produzir chuvas. São chuvas de grande duração, atingindo grandes áreas com intensidade média. Essas precipitações podem vir acompanhadas pôr ventos fortes com circulação ciclônica. Podem produzir cheias em grandes bacias.

4.2 - Pluviometria

As grandezas que caracterizam uma chuva são:

Altura pluviométrica (P ou r): é a espessura média da lâmina de água precipitada que recobriria a região atingida pela precipitação, admitindo-se que essa água não se infiltrasse, não se evaporasse, nem se escoasse para fora dos limites da região. A unidade de medição habitual é o milímetro de chuva, definido como a quantidade de precipitação correspondente ao volume de 1 litro pôr metro quadrado de superfície;

Duração (t): é o período de tempo durante o qual a chuva cai. As unidades normalmente utilizadas são o minuto ou a hora;

Intensidade (i): é a precipitação por unidade de tempo, obtida com a relação $i = P/t$. Expressa-se normalmente em mm/h ou mm/min. A intensidade de uma precipitação apresenta variabilidade temporal, mas, para análise dos processos hidrológicos, geralmente são definidos intervalos de tempo os quais são considerados constantes;

Frequência de probabilidade e tempo de recorrência (T_r): a precipitação é um fenômeno de tipo aleatório. Na análise de alturas pluviométricas (ou intensidades) máximas, o tempo de recorrência (T_r) é interpretado como o número médio de anos durante o qual espera-se que a precipitação analisada seja igualada ou superada. O seu inverso é a probabilidade de um fenômeno igual ou superior ao analisado, se apresentar em um ano qualquer (probabilidade anual). Pôr exemplo, uma precipitação com 1% de probabilidade de ser igualada ou superada num ano tem um $T_r = 100$ anos. No caso da análise de precipitações extremas mínimas deve-se mudar a interpretação no sentido da superação ocorrer por defeito (valores menores que o analisado). Neste caso T_r é o inverso da probabilidade de não-excedência.

5.0 - Métodos Aplicados

O processo de preenchimento de falha apresentam vários métodos para a sua execução, muitos dos quais são bastante sistematizados e baseados em instrumentação matemática concisa, o que oferece resultados que condizem com a realidade. Pode-se citar entre outros, os métodos utilizados neste trabalho. Estes métodos são apresentados a seguir:

- Método de ponderação regional

- Método da regressão linear
- Método do vetor regional
- Método da ponderação regional baseado em regressões lineares

O último método apresentado é a composição do método, da ponderação regional com o método da regressão linear. O método da ponderação regional com base em regressões lineares apresenta melhores resultados que aqueles obtidos pelos métodos isoladamente. Esta metodologia apresenta duas alternativas: a primeira se constitui no método da ponderação regional com base em regressões lineares simples; e a segunda no método da ponderação regional com base em regressões lineares múltiplas. Na regressão simples a correlação é feita tomando o posto pluviométrico a ser corrigido e relacionando-o isoladamente com cada um dos selecionados dentro de uma determinada área de abrangência do mesmo. Na regressão múltipla a relação dos postos em estudo é feita com varios postos da região ao mesmo tempo. Este último método não é meta do nosso estudo, portanto não será aqui detalhada.

5.1 - Método da ponderação regional

É um método simplificado normalmente utilizado para o preenchimento de séries mensais ou anuais de precipitações, visando a homogeneização do período de informações e à análise estatística das precipitações. Este método consiste na seleção de pelo menos três postos que possuam no mínimo dez anos de dados e que estes apresentem confiabilidade. Esta confiabilidade pode ser facilmente vista através da simples observação dos valores dos postos vizinhos na mesma unidade de tempo. Para um posto Y que apresente falhas, as mesmas são preenchidas com base na seguinte equação

$$Y = \frac{1}{3}(y_m \cdot X_1/X_{m1} + y_m \cdot X_2/X_{m2} + y_m \cdot X_3/X_{m3}) \quad (5.1.1)$$

onde y = a precipitação do posto Y a ser estimada; x₁, x₂, e x₃ = as precipitações correspondentes ao mês (ou ano) que se deseja preencher, observadas em três estações vizinhas; y_m = a

precipitação média do posto Y ; x_{m1} , x_{m2} , x_{m3} = as precipitações médias nas três estações circunvizinhas.

Os postos vizinhos escolhidos devem estar numa região climatológica semelhante ao posto a ser preenchido. Pôr exemplo, quando um posto se encontra próximo a um divisor importante como a Serra do Mar, mesmo havendo outro posto geograficamente próximo do outro lado do divisor, este não deve ser escolhido, pois provavelmente os mesmos terão comportamentos distintos devido à precipitação orográfica. O preenchimento efetuado pôr esta metodologia é simples e apresenta algumas limitações, quando cada valor é visto isoladamente. O resultado estatístico da precipitação não sofre significativamente com as limitações deste preenchimento, o valor preenchido é utilizado para homogeneizar séries de precipitações para a análise estatística regional.

5.2 - Método de Regressão Linear

Um método mais aprimorado de preenchimento de falhas consiste em utilizar a regressão linear simples ou múltipla. Na regressão linear simples, as precipitações do posto com falhas e de um posto vizinho são correlacionadas. As estimativas dos dois parâmetros da equação podem ser obtidas graficamente ou através do critério de mínimos quadrados. No primeiro caso, num gráfico cartesiano ortogonal são plotados os valores correspondentes aos dois postos envolvidos e traçada, a sentimento, a reta que passa pelo ponto definido pelos valores médios das duas variáveis envolvidas e de melhor ajuste a nuvem de pontos. No ajuste pôr mínimos quadrados utiliza-se esta metodologia devendo-se ter o cuidado de escolher um período comum de observação representativo.

Na regressão múltipla a pluviometria do posto a ser preenchido (Y) é correlacionada com as correspondentes observações de vários postos vizinhos, através da equação seguinte:

$$y_{ci} = a_0 x_{1i} + a_1 x_{2i} + \dots + a_{n-1} x_{ni} + a_n \quad (5.2.1)$$

onde n = o número de postos considerados, a_0, a_1, \dots, a_n = os coeficientes a serem estimados, e $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ni}$ = as observações correspondentes registradas nos postos vizinhos. Uma outra alternativa pode ser a relação potencial do tipo

$$y_{ci} = a_0 \cdot x_{1i}^{a_1} \cdot x_{2i}^{a_2} \cdot x_{3i}^{a_3} \dots x_{ni}^{a_n} \quad (5.2.2)$$

Esta expressão é linearizada através do uso dos logaritmos dos valores das variáveis envolvidas. Ainda, existe a possibilidade de se introduzir no lado direito das equações 4.2.1 e 4.2.2 outras variáveis explicativas adicionais, tais como características topográficas e climáticas da região.

5.3 - Método do Vetor Regional

O método do vetor regional, desenvolvido por Hiez (1977, 1978) constitui outra alternativa para realizar as análises de consistência e preenchimento de dados pluviométricos em níveis mensal e anual. O vetor regional é definido como uma série cronológica, sintética, de índices pluviométricos anuais (ou mensais), oriundos da extração por um método de máxima verossimilhança da informação mais provável contida nos dados de um conjunto de estações de observação, agrupadas regionalmente.

Seja P a matriz de n observações (precipitações) ao longo do tempo em m estações localizadas numa região considerada homogênea ou seja que apresentam as mesmas condições hidrometeorológicas:

$$P = \begin{vmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1m} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nm} \end{vmatrix}$$

O método consiste em determinar dois vetores ótimos, **L** e **C** cujo produto é uma aproximação da matriz **P**. O vetor **L** é um vetor coluna de dimensão **n** que recebe o nome de vetor regional, enquanto que o vetor **C** é um vetor linha de dimensão **m** que representados coeficientes característicos de cada estação. O vetor **L** contém índices que são únicos para toda a região e estão relacionados com as alturas precipitadas em cada posto pôr meio dos coeficientes contidos no vetor **C**. A estimativa da altura precipitada no ano *i*, no posto *j*, resulta, portanto, $p_{ij} = l_i \cdot c_j$.

Para cada mês (ou ano), correspondente a uma estação, existirá uma diferença entre os valores observado e estimado, de modo que é possível estabelecer uma matriz **D** de diferenças (ou erros), cujos elementos são calculados segundo:

$$d_{ij} = p_{ij} - l_i \cdot c_j \quad (5.3.1)$$

Os elementos da matriz **L** e **C** são determinados pela minimização quadrática da matriz **D**. A soma dos quadrados das diferenças é

$$FO = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m d_{ij}^2 \quad (5.3.2)$$

Diferenciando a equação 5.3.2 com relação as incógnitas l_i e c_j e igualando cada expressão a zero, resulta um sistema não-linear de $n+m$ equações e $n+m$ incógnitas cuja solução é:

$$c_j = \sum_i^n l_i \cdot p_{ij} / \sum_i^n l_i^2; j = 1, \dots, m \quad (5.3.3)$$

$$l_i = \sum_j^m c_j \cdot p_{ij} / \sum_j^m c_j^2; i = 1, \dots, n \quad (5.3.4)$$

A solução do sistema pode ser obtida mediante um processo iterativo, partindo de uma estimativa inicial do vetor regional. É prática comum adotar para a estimativa inicial do *i*-ésimo

valor do vetor **L** a média aritmética das precipitações registradas nas m estações no ano (ou mês), ou seja:

$$l_i = 1/m \sum_j^m p_{ij} \quad (5.3.4)$$

Com essa estimativa inicial, resolve-se a equação 5.3.3. Obtidos os elementos do vetor **C**, aplica-se o mesmo processo par recalculer os elementos do vetor **L**. Segundo os autores, o processo converge rapidamente. Obtido o vetor **L** é preciso calcular os erros relativos segundo a expressão:

$$e_{ij} = d_{ij} / (l_i \cdot c_j) = [p_{ij} / (l_i \cdot c_j)] - 1 \quad (5.3.5)$$

e os valores acumulados:

$$E_{ij} = \sum_i^k e_{ij} - 1/2 \cdot \sum_i^n e_{ij} \quad \text{para } 1 \leq k \leq n \quad (5.3.6)$$

Os erros acumulados obtidos pela expressão 5.3.6 são plotados em função do tempo, originando um gráfico denominado *duplo-acumulativo*, relativo às séries observadas e gerada com base no vetor regional. Cabe destacar que o segundo termo do lado direito da equação 5.3.6 (representa a média da soma acumulada dos erros relativos), é incorporado à equação para permitir a centralização do gráfico.

O método procura identificar, neste tipo de gráfico, desvios anormais apresentados pelas séries. Basicamente, existem dois tipos de desvios anormais: **isolados** - resultam de erros grosseiros de medição ou de transcrição. São identificados pôr uma variação abrupta e pontual do gráfico duplo cumulativo; e **sistemático** - correspondem aos defeitos nos aparelhos e/ou às mudanças do local de instalação dos mesmos.

Os critérios utilizados na correção dos desvios dependem da análise de cada caso particular, mas, em geral, um desvio isolado só pode ser corrigido diante da certeza de que o

mesmo não é correto. Nesse caso, se faz a substituição desse valor pelo estimado, através do vetor regional. Se o gráfico apresentar desvios sistemáticos, a correção se realiza segundo as equações seguintes:

$$p_{ij}^c = k \cdot p_{ij} \quad (5.3.7)$$

sendo

$$k = 1 / (e_{ij} + 1) \quad (5.3.8)$$

e

$$e_{ij} = 1 / r \sum_i^r [(p_{ij} - 1_i \cdot c_j) / p_{ij}] \quad (5.3.9)$$

onde

p_{ij}^c = a precipitação corrigida; e_{ij} = ao desvio médio, entre valores observados e calculados, correspondente ao período com tendência a ser corrigida; r = ao número de observações do dito período.

Se o regime pluviométrico da região é caracterizado por uma marcada variabilidade sazonal, é possível que seja necessário determinar mais de um vetor para cada ano (vetores em nível sazonal ou, ainda, mensal). O método apresenta várias vantagens sobre o tradicional enfoque de Dupla Massa, pois, além de trabalhar com informações “*mais provável*”, baseado em parâmetros estatísticos mais condizente possível e que podem ser a média, a moda etc, é de fácil implementação computacional e possibilita o seu uso em trabalhos de regionalização hidrológica.

5.4 - Método da ponderação regional com base em regressões lineares

Este método é uma combinação dos métodos da ponderação regional e o método da regressão linear e consiste em estabelecer regressões lineares entre o posto com dados a serem preenchidos, Y, e cada um dos postos vizinhos, X₁, X₂, ... ,X_n. De cada uma das regressões lineares efetuadas obtém-se o coeficiente de correlação r, e estabelecem-se fatores de peso, um para cada posto. A expressão fica

$$W_{xj} = r_{yxj} / (r_{yx1} + r_{yx2} + \dots + r_{yxn})$$

sendo W_{xj} = o fator de peso entre os postos Y e X_j, r_{yxj} = o coeficiente de correlação entre os postos citados e n = o número total de postos vizinhos considerados. A soma de todos os fatores de peso deve ser a unidade. Finalmente, o valor a preencher no posto Y é obtido por

$$y^c = x_1 W_{x1} + x_2 W_{x2} + \dots + x_n W_{xn}$$

onde, para simplificar a notação, foi suprimido o subíndice i nas observações dos postos vizinhos e no correspondente valor calculado.

6.0 - O Programa

O programa em desenvolvimento por pesquisadores da Área de Engenharia de Recursos Hídricos apresenta etapas que representaram fases do estudo e desenvolvimento do software, objetivando o processamento de dados de pluviometria.

O mesmo baseia-se na metodologia da ponderação regional baseado em regressões lineares simples. Estes dois métodos já foram anteriormente abordados cabe agora fazer uma melhor exposição sobre o programa desenvolvido suas fases, e procedimentos.

Em algumas fases do estudo tornou-se conveniente o desmembramento em sub-programas, podendo desta forma ser compilado em separado e facilitar a compreensão de cada etapa isoladamente.

As fases estão a seguir relacionadas e serão posteriormente explicitadas em datalhes:

- seleção
- análise
- processamento automático

Os fluxogramas apresentados no ANEXO I explicam melhor o processo de execução do citado programa.

6.1 - A regionalização através do vetor regional

A finalidade do uso da vetor regional no preenchimento de falhas é basicamente a homogeneização dos dados lidos de forma a poder regionaliza-los.

O programa é fundamentado nos seguintes aspectos: apartir dos arquivos base que constam de dados diários de pluviometria, os mesmos utilizados para a seleção, análise e processamento, define-se os parâmetros de entrada, matrizes que constituem-se em um vetor coluna, $L(i)$ de dimensão igual ao número de anos observados, definido como vetor regional que contém índices para toda região e esta relacionados com a precipitação em cada posto por meio de coeficientes contidos na matriz linha $C(i)$ com dimensão igual ao número de postos selecionados e que representam os coeficientes característicos de cada estação. Observa-se em seguida um ajuste e cálculo do número de anos, ao qual denomina-se (NA) e o número de postos denominado (NP).

Inicia-se o cálculo do vetor regional onde se entra com um vetor inicial, e ocorre o processamento objetivando a minimização de erros pôr um processo de cálculo do desvio padrão apartir das matrizes que são formuladas quando da leitura dos dados. Com esse processo de interação tenta-se chegar a um valor que se aproxime dos dados originais sem com tudo perder a representatividade do método.

O fluxograma deste método é apresentado no ANEXO I.

7.0 - Resultados Obtidos

Como exemplo dos resultados obtidos com aplicação do software desenvolvido apresentamos os postos selecionados pelo programa em uma área compreendida entre as latitudes 7° 00" e 7° 30" e as longitudes 35° 30" e 36° 00". Os postos selecionados foram:

Postos Inseridos na Área

Ord.	Codigo	Nome do Posto	Lat.	Long.	Alt.	Ano I	Ano F.	Anos
1	3847188	Pocinhos	7° 04"	36° 04"	642	1923	1993	70
2	3847698	Catolé	7° 19"	36° 00"	470	1962	1980	18
3	3848145	Alagoa Nova	7° 04"	35° 47"	500	1911	1993	82
4	3848174	Alagoa Grande	7° 03"	35° 38"	180	1910	1990	80
5	384828	Campina Grande	7° 13"	35° 52"	508	1910	1985	75
6	3848429	Campina Grande	7° 14"	35° 52"	508	1964	1985	21
7	3848431	Campina Grande	7° 12"	35° 50"	508	1962	1968	06
8	3848579	Inga	7° 17"	35° 37"	144	1910	1994	84
9	3848741	Fagundes	7° 21"	35° 48"	520	1962	1993	31

A seguir ilustraremos apenas os resultados apresentados pelo posto Campina Grande, código 3848429. É importante salientar que os valores mensais que os valores -9.9 apresentados a seguir constituem falhas, que serão preenchidas pela metodologia anteriormente salientada. Os valores mensais abaixo correspondem aqueles do arquivo da SUDENE (TABELA 1).

TABELA 1

PRECIPITAÇÃO MENSAL MEDIA (NORMAL) EM MILIMETROS

POSTO: 1

CODIGO: 3848429

NOME: CAMPINA GRANDE

LATITUDE: 7.14

LONGITUDE: 35.52

ALTITUDE: 508

NUMERO DE ANOS OBSERVADOS: 22,00

NUMERO DE MESES OBSERVADOS: 264,00

NUMERO DE MESES SEM FALHA S(NMSF)

NMSF	20	20	19	19	21	20	20	19	18	16	18	20
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

1965	46.1	10.9	15.5	173.2	85.3	138.8	30.4	52.1	-9.9	-9.9	7.3	49.6
1966	0.0	110.2	44.3	77.2	49.6	125.5	285.6	49.2	76.5	4.4	88.9	7.0
1967	6.0	13.5	75.8	153.2	115.1	122.4	-9.9	95.0	.0	52.1	1.6	10.0
1968	117.6	72.8	65.0	86.7	144.8	66.0	111.0	27.8	9.4	-9.9	.0	3.2
1969	53.4	15.5	01.5	-9.9	136.7	241.7	-9.9	-9.9	-9.9	-9.9	-9.9	-9.9
1970	-9.9	-9.9	-9.9	-9.9	34.1	101.9	133.4	152.8	0.0	6.2	0.0	0.0
1971	-9.9	-9.9	-9.9	101.1	-9.9	-9.9	131.2	-9.9	59.1	66.8	32.7	3.1
1972	14.4	1.7	0.0	0.0	0.0	-9.9	0.0	0.0	-9.9	-9.9	-9.9	-9.9
1973	70.7	0.0	0.0	79.0	0.0	0.0	108.9	45.8	43.9	13.5	10.6	25.1
1974	99.3	43.2	-9.9	-9.9	109.8	92.6	205.9	-9.9	-9.9	-9.9	6.7	4.1
1975	53.7	.2	57.5	49.1	122.0	108.0	269.2	54.9	57.8	5.1	17.0	41.6
1976	18.4	73.3	63.2	67.8	116.7	30.2	99.3	6.5	2.1	60.9	-9.9	35.0
1977	65.9	17.2	35.0	242.5	77.0	120.5	185.1	51.8	93.2	27.5	4.6	8.9
1978	1.5	55.9	94.3	178.7	145.9	113.6	108.8	55.2	78.9	5.1	13.6	17.9
1979	28.6	9.9	33.2	76.8	147.3	108.4	90.1	17.5	100.2	4.1	49.3	1.9
1980	50.1	71.7	101.1	105.7	73.0	96.2	32.8	30.5	7.0	37.6	13.9	16.6
1981	43.3	39.5	81.3	33.7	43.3	66.0	44.3	14.1	22.0	5.2	49.1	59.1
1982	9.6	113.8	58.5	74.3	114.7	134.6	53.8	66.6	39.7	.8	10.9	20.3
1983	7.9	34.5	87.6	71.3	97.0	64.6	45.9	56.5	8.9	-9.9	-9.9	1.9
1984	31.8	16.5	73.9	161.2	139.1	76.4	124.2	84.8	28.4	18.8	7.3	1.0
1985	21.5	216.3	164.2	305.4	66.3	114.5	167.8	41.5	24.0	0.4	12.9	23.1
MEDIA	44.5	49.4	81.7	115.1	90.3	102.6	118.1	51.2	40.5	19.8	18.4	16.5

Os viores da tabela II, correspondemaos valores com as falhas preenchidas utilizando postos que distem até 50 Km de distância.

TABELA II

PRECIPITAÇÕES MENSAIS CORRIGIDAS

POSTO: 1

CODIGO: 3848429

NOME: CAMPINA GRANDE

LATITUDE: 7.14

LONGITUDE: 35.52

ALTITUDE: 508

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1910	52.8	31.9	123.0	103.3	84.6	63.0	89.0	13.6	.0	20.6	23.9	59.3
2	1911	52.3	37.7	151.2	17.8	80.9	59.1	59.1	107.5	4.7	9.4	9.4	60.4
3	1912	64.7	162.7	134.8	85.4	166.1	146.5	91.0	87.6	26.7	24.1	27.8	1.9
4	1913	8.1	111.4	71.9	138.4	111.8	110.4	146.0	94.2	12.0	13.5	7.1	23.8
5	1914	166.1	75.7	119.4	95.8	167.4	204.2	212.9	239.8	33.4	5.0	9.4	3.0
6	1915	31.5	4.1	19.0	87.4	75.1	93.8	103.8	84.9	16.0	3.0	6.3	31.5
7	1916	6.5	6.8	146.7	58.7	160.5	209.0	37.3	15.0	1.6	2.9	12.0	13.5
8	1917	47.2	128.6	164.5	40.0	112.2	60.6	52.4	28.5	61.4	4.2	8.9	25.9
9	1918	70.6	101.5	65.6	52.7	106.8	154.8	68.9	69.4	48.4	4.0	1.7	18.9
10	1919	12.4	17.9	3.8	41.7	10.6	151.2	171.2	102.6	93.4	13.9	13.0	13.1
11	1920	33.9	8.6	143.7	99.3	115.7	119.7	123.3	3.9	11.3	35.0	8.6	105.1
12	1921	65.8	55.5	120.1	60.2	121.0	79.3	132.3	43.1	47.9	1.7	13.4	49.1
13	1922	30.7	9.8	45.8	181.6	118.3	188.9	152.8	106.5	7.1	2.5	37.9	6.6
14	1923	34.0	90.3	7.7	63.6	25.5	95.5	112.6	35.7	8.8	5.7	21.9	6.0
15	1924	36.4	113.6	191.9	325.8	186.8	94.8	90.2	66.6	16.5	8.8	6.7	4.4
16	1925	56.4	48.7	75.1	128.2	81.0	95.7	85.5	44.1	45.4	7.0	7.1	26.2
17	1926	51.3	119.1	214.6	246.5	80.2	144.2	49.7	22.9	13.7	8.4	8.3	25.2
18	1927	7.7	84.7	129.4	137.4	89.1	55.3	182.1	20.3	12.3	2.9	3.2	28.4

19	1928	92.1	26.0	99.2	144.0	138.8	79.4	72.4	33.8	51.7	12.6	4.0	16.8
20	1929	3.5	92.7	178.5	73.2	68.9	77.7	93.4	45.6	19.7	9.2	18.7	33.2
21	1930	25.2	20.8	79.0	51.2	36.5	103.6	51.9	10.7	0.7	14.6	14.4	23.9
22	1931	26.8	139.3	74.1	202.6	96.9	221.8	112.8	108.2	40.3	13.1	15.3	13.9
23	1932	106.7	20.3	33.8	41.7	73.6	115.6	120.2	17.3	84.3	14.1	2.5	2.8
24	1933	74.7	99.2	18.3	145.4	46.7	68.4	54.7	17.2	14.0	6.5	6.3	26.8
25	1934	5.2	96.3	228.8	60.8	198.9	62.3	27.6	34.3	24.3	7.7	9.9	42.6
26	1935	28.6	97.6	165.4	254.4	81.8	154.3	127.6	60.3	10.6	13.0	15.4	7.9
27	1936	16.8	209.0	57.0	18.8	86.2	312.7	122.7	30.4	10.5	17.5	1.9	3.0
28	1937	3.9	38.1	26.7	153.4	134.1	172.3	59.7	70.8	10.5	6.7	11.7	11.4
29	1938	27.7	17.8	74.1	88.7	88.6	26.1	28.7	76.2	25.3	9.1	18.7	8.7
30	1939	9.9	45.8	96.1	39.4	117.7	27.7	110.5	140.7	10.3	91.6	44.5	10.4
31	1940	43.9	99.1	134.5	130.5	247.1	176.5	90.4	82.8	29.6	4.7	.5	25.2
32	1941	5.4	27.2	213.9	138.7	48.7	66.3	91.8	74.1	26.7	19.5	17.6	30.0
33	1942	1.4	55.0	29.2	50.6	135.3	67.0	68.8	108.3	9.8	8.0	6.7	38.1
34	1943	42.8	69.7	35.3	28.2	66.7	78.6	143.4	44.1	42.2	6.3	6.3	16.9
35	1944	37.0	6.7	51.9	129.7	58.1	80.3	90.7	58.8	32.4	20.9	13.0	24.0
36	1945	19.1	95.4	34.9	50.8	172.6	162.1	103.0	69.0	20.0	20.2	12.4	10.3
37	1946	84.4	24.9	68.4	36.7	70.5	87.9	36.9	30.8	10.6	1.1	5.3	33.1
38	1947	41.3	28.3	127.9	80.2	113.4	77.9	65.0	30.1	24.9	6.3	28.7	41.9
39	1948	11.8	19.6	142.0	48.2	167.5	131.9	171.4	53.6	32.9	18.2	21.7	10.0
40	1949	35.4	18.7	23.3	84.1	173.6	94.6	40.1	81.8	15.3	13.3	56.1	11.4
41	1950	19.7	23.7	69.9	161.9	100.9	37.6	62.8	57.1	21.3	6.3	.5	25.2
42	1951	7.6	11.2	15.3	37.3	74.6	264.9	60.7	24.6	7.3	9.0	24.9	24.8
43	1952	11.9	13.2	90.8	23.2	43.7	84.1	30.9	59.4	9.1	9.0	1.6	6.7
44	1953	14.0	2.7	22.5	58.4	51.6	149.3	68.8	49.2	2.3	5.1	42.9	1.4
45	1954	8.7	9.5	24.4	51.7	189.5	86.8	54.1	31.9	5.2	.3	6.0	3.1
46	1955	18.1	26.3	123.7	61.4	62.3	60.1	55.8	60.8	8.9	26.5	6.0	16.7
47	1956	22.7	46.1	84.6	123.5	62.4	105.5	91.1	103.7	22.2	8.4	2.7	12.6
48	1957	56.3	.7	99.1	106.7	15.6	56.2	37.0	26.4	2.2	3.1	3.0	15.1
49	1958	5.6	18.0	19.9	17.2	95.0	55.0	124.3	48.5	13.9	1.0	.3	1.9
50	1959	14.9	34.3	22.6	60.0	81.3	105.4	71.3	68.6	15.3	1.5	6.6	3.2
51	1960	19.5	4.2	206.5	77.8	52.4	116.6	94.8	34.1	13.3	1.4	2.2	15.1
52	1961	179.0	68.5	157.6	100.7	94.5	82.1	120.2	38.1	15.2	13.8	2.5	5.1
53	1962	11.4	41.0	46.7	37.9	120.5	122.4	15.7	47.2	56.3	4.4	1.7	31.3
54	1963	17.1	43.4	126.0	95.0	47.8	55.2	60.9	30.4	9.3	2.0	32.8	95.6
55	1964	150.3	71.6	.0	150.3	77.8	130.1	133.4	70.9	77.7	8.0	4.7	.2
56	1965	46.1	10.9	15.5	173.2	85.3	138.8	30.4	52.1	37.2	6.9	7.3	49.6
57	1966	.0	110.2	44.3	77.2	49.6	125.5	285.6	49.2	76.5	4.4	88.9	7.0
58	1967	6.0	13.5	75.8	153.2	115.1	122.4	123.1	95.0	.0	52.1	1.6	10.0
59	1968	117.6	72.8	165.0	86.7	144.8	66.0	111.0	27.8	9.4	6.1	.0	3.2
60	1969	53.4	15.5	101.5	103.8	136.7	241.7	245.3	60.5	14.6	8.5	6.5	3.6
61	1970	20.0	22.0	101.3	138.7	34.1	101.9	133.4	152.8	0.0	6.2	0.0	0.0
62	1971	12.6	11.5	49.0	101.1	106.7	59.7	131.2	53.7	59.1	66.8	32.7	3.1
63	1972	14.4	1.7	0.0	0.0	0.0	93.1	0.0	0.0	52.1	13.3	3.6	49.0
64	1973	70.7	0.0	0.0	79.0	0.0	0.0	108.9	45.8	43.9	13.5	10.6	25.1
65	1974	99.3	43.2	116.0	225.5	109.8	92.6	205.9	41.5	65.1	10.0	6.7	4.1
66	1975	53.7	0.2	157.5	49.1	122.0	108.0	269.2	54.9	57.8	5.1	17.0	41.6
67	1976	18.4	73.3	63.2	67.8	116.7	30.2	99.3	6.5	2.1	60.9	11.5	35.0
68	1977	65.9	17.2	35.0	242.5	77.0	120.5	185.1	51.8	93.2	27.5	4.6	8.9
69	1978	1.5	55.9	94.3	178.7	145.9	113.6	108.8	55.2	78.9	5.1	13.6	17.9
70	1979	28.6	9.9	33.2	76.8	147.3	108.4	90.1	17.5	100.2	4.1	49.3	1.9
71	1980	50.1	71.7	101.1	105.7	73.0	96.2	32.8	30.5	7.0	37.6	13.9	16.6
72	1981	43.3	39.5	281.3	33.7	43.3	66.0	44.3	14.1	22.0	5.2	49.1	59.1
73	1982	9.6	113.8	58.5	74.3	114.7	134.6	53.8	66.6	39.7	.8	10.9	20.3
74	1983	7.9	34.5	87.6	71.3	97.0	64.6	45.9	56.5	8.9	24.5	0.4	1.9

75	1984	31.8	16.5	73.9	161.2	139.1	76.4	124.2	84.8	28.4	18.8	7.3	1.0
76	1985	21.5	216.3	164.2	305.4	66.3	114.5	167.8	41.5	24.0	.4	12.9	23.1
77	1986	64.4	115.9	156.7	156.4	91.3	118.0	117.7	109.3	50.0	22.3	43.4	26.0
78	1987	19.8	28.1	136.1	162.5	29.7	130.1	104.0	26.8	15.7	6.8	1.0	1.0
79	1988	28.4	52.6	193.3	140.3	77.3	70.9	130.3	66.2	28.1	3.0	12.8	31.2
80	1989	5.8	5.4	68.8	197.9	122.9	83.9	117.5	95.7	4.1	7.2	18.3	46.2
81	1990	13.9	47.0	5.9	84.8	87.6	107.4	95.6	105.8	19.5	26.2	1.9	2.1
82	1991	9.5	16.0	165.1	68.8	149.7	50.6	60.5	87.3	6.8	17.2	12.2	.0

Os resultados da homogeneização para o mesmo posto pluviométrico com o uso do vetor regional estão apresentados no ANEXO II, sendo que, nos valores que se apresentam antecidos por asterisco, ocorreu a homogeneização e por conseguinte a criação de uma série histórica de 80 anos o que permite o seu uso em estudos de engenharia.

8.0 - Conclusão

Os métodos estudados resolvem um dos mais significativos problemas relacionados a hidrologia, que é a inconsistência de dados e por conseguinte o preenchimento de falhas para a formação de séries históricas.

Os resultados apresentados são confiáveis e refletem de uma forma empírica o fenômeno não registrado, viabilizando grande parte dos estudos hidrológicos.

9.0 - Bibliografia

ABRH,EDSSP. 1993. Hidrologia ciência e aplicação, Porto Alegre, Editora Universitária

SILVEIRA, R.L., 1973. Hidrologia. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS.

VILLELA, S. M. 1975. Hidrologia aplicada, São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1975.

ANEXOS

ANEXO I

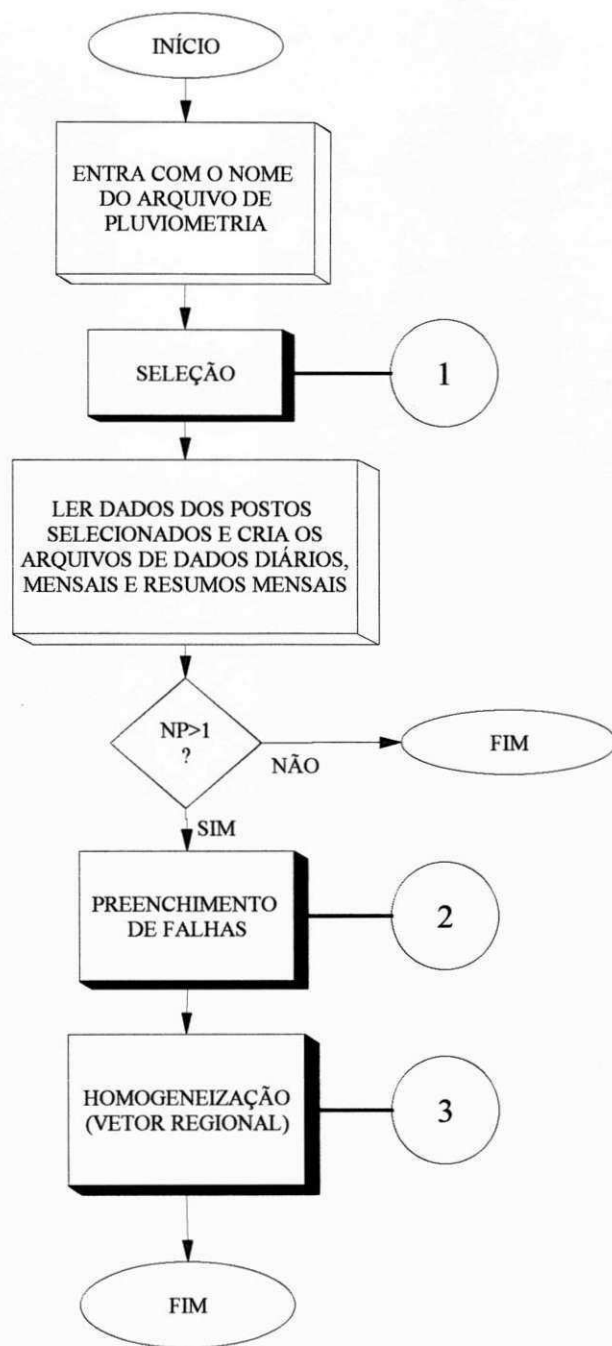
No ANEXO constam:

Fluxograma do programa principal

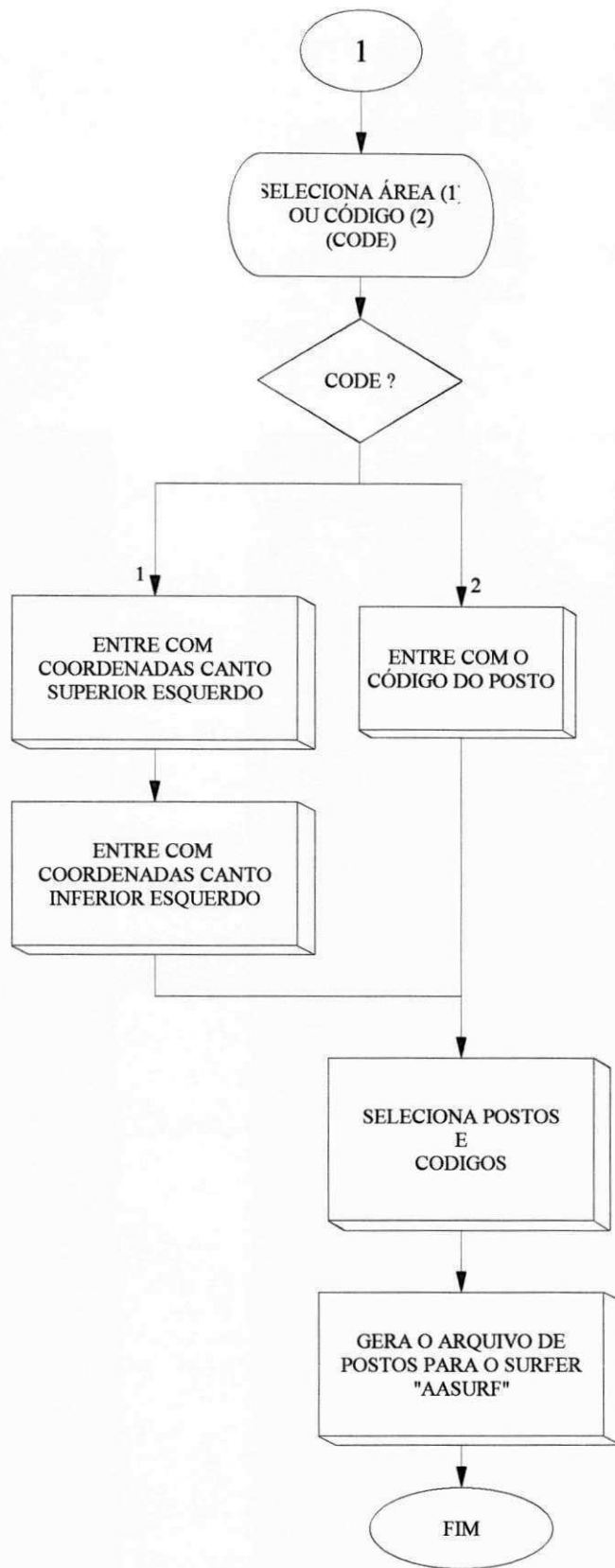
Fluxograma do sub-programa de seleção

Fluxograma do sub-programa de análise, e preenchimento de falhas

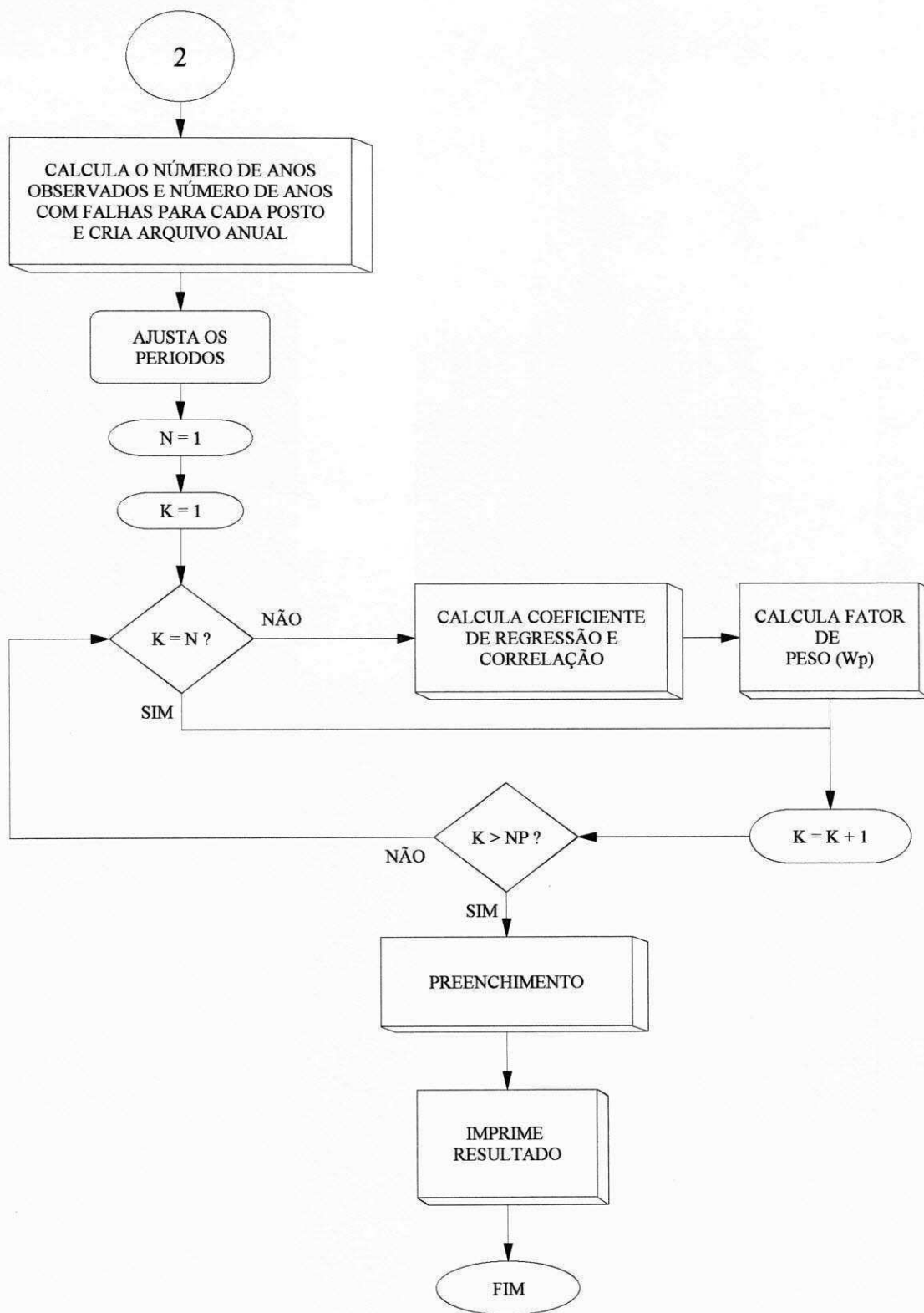
Fluxograma do sub-programa do vetor regional



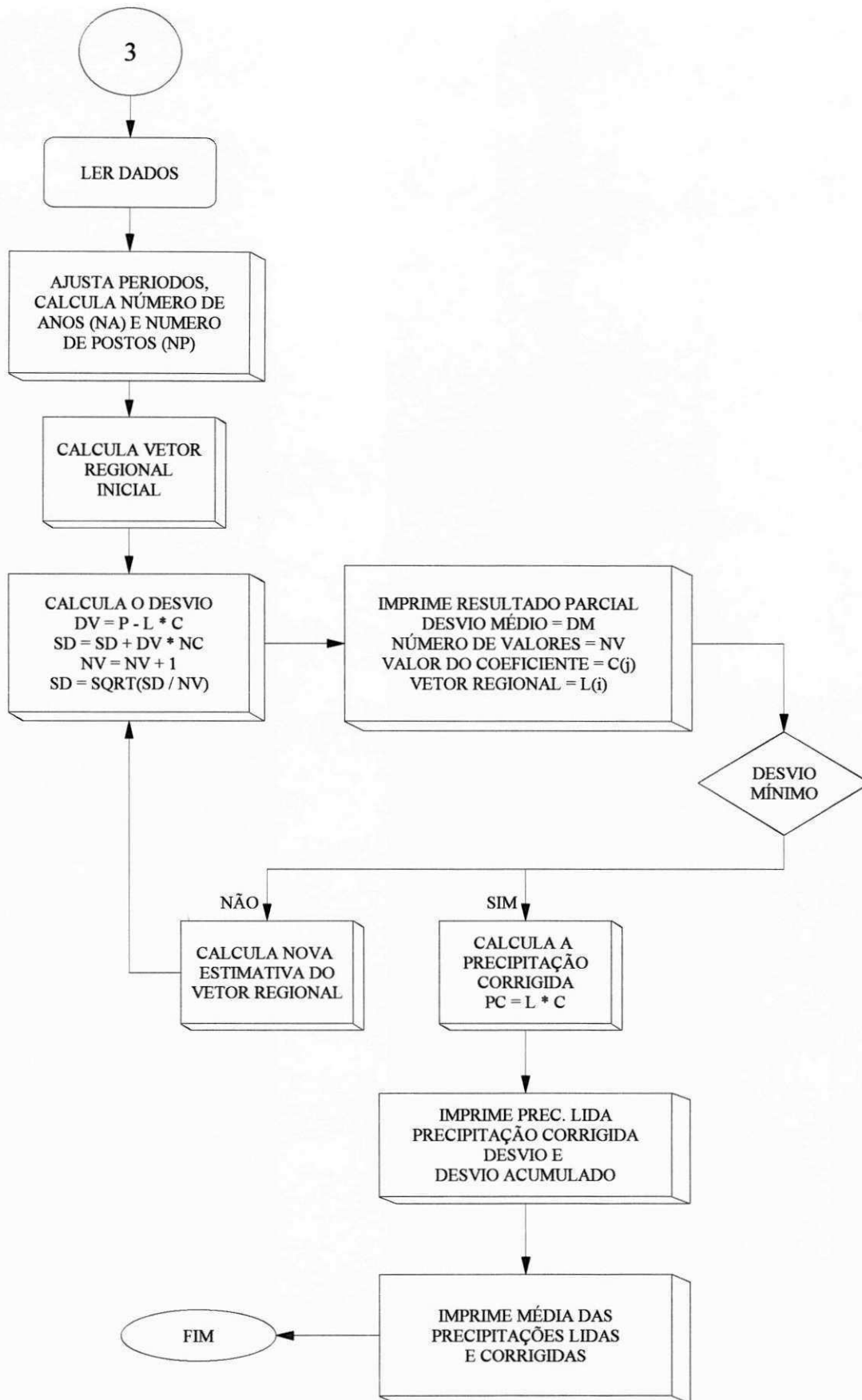
Fluxograma do programa principal



Fluxograma do sub-programa de seleção



Fluxograma do sub-progrma de análisee preenchimento de falhas



Fluxograma do sub-programa vetor regional

ANEXO II

ESTUDO A NIVEL MENSAL

POSTOS INSERIDOS NA AREA.

ORD	CODIGO	NOME DO POSTO	LAT	LONG	ALT	ANOI	ANOF	ANOS
1	3847188	POCINHOS	704	3604	624	1923	1993	70
2	3847698	CATOLE	719	3600	470	1962	1980	18
3	3848145	ALAGOA NOVA	704	3547	500	1911	1993	82
4	3848174	ALAGOA GRANDE	703	3538	180	1910	1990	80
5	3848428	CAMPINA GRANDE	713	3552	508	1910	1976	66
6	3848429	CAMPINA GRANDE	714	3552	508	1964	1985	21
7	3848431	CAMPINA GRANDE	712	3550	508	1962	1968	6
8	3848579	INGA	717	3537	144	1910	1994	84
9	3848741	FAGUNDES	721	3548	520	1962	1993	31

POSTO : 6

ANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1910	52.8*	31.9*	123.0*	103.3*	84.6*	63.0*	89.0*	13.6*	.0	20.6*	23.9*	59.3*
1911	52.3*	37.7*	151.2*	17.8*	80.9*	59.1*	59.1*	107.5*	4.7*	9.4*	9.4*	60.4*
1912	64.7*	162.7*	134.8*	85.4*	166.1*	146.5*	91.0*	87.6*	26.7*	24.1*	27.8*	1.9*
1913	8.1*	111.4*	71.9*	138.4*	111.8*	110.4*	146.0*	94.2*	12.0*	13.5*	7.1*	23.8*
1914	166.1*	75.7*	119.4*	95.8*	167.4*	204.2*	212.9*	239.8*	33.4*	5.0*	9.4*	3.0*
1915	31.5*	4.1*	19.0*	87.4*	75.1*	93.8*	103.8*	84.9*	16.0*	3.0*	6.3*	31.5*
1916	6.5*	6.8*	146.7*	58.7*	160.5*	209.0*	37.3*	15.0*	1.6*	2.9*	12.0*	13.5*
1917	47.2*	128.6*	164.5*	40.0*	112.2*	60.6*	52.4*	28.5*	61.4*	4.2*	8.9*	25.9*
1918	70.6*	101.5*	65.6*	52.7*	106.8*	154.8*	68.9*	69.4*	48.4*	4.0*	1.7*	18.9*
1919	12.4*	17.9*	3.8*	41.7*	10.6*	151.2*	171.2*	102.6*	93.4*	13.9*	13.0*	13.1*
1920	33.9*	8.6*	143.7*	99.3*	115.7*	119.7*	123.3*	3.9*	11.3*	35.0*	8.6*	105.1*
1921	65.8*	55.5*	120.1*	60.2*	121.0*	79.3*	132.3*	43.1*	47.9*	1.7*	13.4*	49.1*
1922	30.7*	9.8*	45.8*	181.6*	118.3*	188.9*	152.8*	106.5*	7.1*	2.5*	37.9*	6.6*
1923	34.0*	90.3*	7.7*	63.6*	25.5*	95.5*	112.6*	35.7*	8.8*	5.7*	21.9*	6.0*
1924	36.4*	113.6*	191.9*	325.8*	186.8*	94.8*	90.2*	66.6*	16.5*	8.8*	6.7*	4.4*
1925	56.4*	48.7*	75.1*	128.2*	81.0*	95.7*	85.5*	44.1*	45.4*	7.0*	7.1*	26.2*

1926	51.3*	119.1*	214.6*	246.5*	80.2*	144.2*	49.7*	22.9*	13.7*	8.4*	8.3*	25.2*
1927	7.7*	84.7*	129.4*	137.4*	89.1*	55.3*	182.1*	20.3*	12.3*	2.9*	3.2*	28.4*
1928	92.1*	26.0*	99.2*	144.0*	138.8*	79.4*	72.4*	33.8*	51.7*	12.6*	4.0*	16.8*
1929	3.5*	92.7*	178.5*	73.2*	68.9*	77.7*	93.4*	45.6*	19.7*	9.2*	18.7*	33.2*
1930	25.2*	20.8*	79.0*	51.2*	36.5*	103.6*	51.9*	10.7*	.7*	14.6*	14.4*	23.9*
1931	26.8*	139.3*	74.1*	202.6*	96.9*	221.8*	112.8*	108.2*	40.3*	13.1*	15.3*	13.9*
1932	106.7*	20.3*	33.8*	41.7*	73.6*	115.6*	120.2*	17.3*	84.3*	14.1*	2.5*	2.8*
1933	74.7*	99.2*	18.3*	145.4*	46.7*	68.4*	54.7*	17.2*	14.0*	6.5*	6.3*	26.8*
1934	5.2*	96.3*	228.8*	60.8*	198.9*	62.3*	27.6*	34.3*	24.3*	7.7*	9.9*	42.6*
1935	28.6*	97.6*	165.4*	254.4*	81.8*	154.3*	127.6*	60.3*	10.6*	13.0*	15.4*	7.9*
1936	16.8*	209.0*	57.0*	18.8*	86.2*	312.7*	122.7*	30.4*	10.5*	17.5*	1.9*	3.0*
1937	3.9*	38.1*	26.7*	153.4*	134.1*	172.3*	59.7*	70.8*	10.5*	6.7*	11.7*	11.4*
1938	27.7*	17.8*	74.1*	88.7*	88.6*	26.1*	28.7*	76.2*	25.3*	9.1*	18.7*	8.7*
1939	9.9*	45.8*	96.1*	39.4*	117.7*	27.7*	110.5*	140.7*	10.3*	91.6*	44.5*	10.4*
1940	43.9*	99.1*	134.5*	130.5*	247.1*	176.5*	90.4*	82.8*	29.6*	4.7*	.5*	25.2*
1941	5.4*	27.2*	213.9*	138.7*	48.7*	66.3*	91.8*	74.1*	26.7*	19.5*	17.6*	30.0*
1942	1.4*	55.0*	29.2*	50.6*	135.3*	67.0*	68.8*	108.3*	9.8*	8.0*	6.7*	38.1*
1943	42.8*	69.7*	35.3*	28.2*	66.7*	78.6*	143.4*	44.1*	42.2*	6.3*	6.3*	16.9*
1944	37.0*	6.7*	51.9*	129.7*	58.1*	80.3*	90.7*	58.8*	32.4*	20.9*	13.0*	24.0*
1945	19.1*	95.4*	34.9*	50.8*	172.6*	162.1*	103.0*	69.0*	20.0*	20.2*	12.4*	10.3*
1946	84.4*	24.9*	68.4*	36.7*	70.5*	87.9*	36.9*	30.8*	10.6*	1.1*	5.3*	33.1*
1947	41.3*	28.3*	127.9*	80.2*	113.4*	77.9*	65.0*	30.1*	24.9*	6.3*	28.7*	41.9*
1948	11.8*	19.6*	142.0*	48.2*	167.5*	131.9*	171.4*	53.6*	32.9*	18.2*	21.7*	10.0*
1949	35.4*	18.7*	23.3*	84.1*	173.6*	94.6*	40.1*	81.8*	15.3*	13.3*	56.1*	11.4*
1950	19.7*	23.7*	69.9*	161.9*	100.9*	37.6*	62.8*	57.1*	21.3*	6.3*	.5*	25.2*
1951	7.6*	11.2*	15.3*	37.3*	74.6*	264.9*	60.7*	24.6*	7.3*	9.0*	24.9*	24.8*
1952	11.9*	13.2*	90.8*	23.2*	43.7*	84.1*	30.9*	59.4*	9.1*	9.0*	1.6*	6.7*
1953	14.0*	2.7*	22.5*	58.4*	51.6*	149.3*	68.8*	49.2*	2.3*	5.1*	42.9*	1.4*
1954	8.7*	9.5*	24.4*	51.7*	189.5*	86.8*	54.1*	31.9*	5.2*	.3*	6.0*	3.1*
1955	18.1*	26.3*	123.7*	61.4*	62.3*	60.1*	55.8*	60.8*	8.9*	26.5*	6.0*	16.7*
1956	22.7*	46.1*	84.6*	123.5*	62.4*	105.5*	91.1*	103.7*	22.2*	8.4*	2.7*	12.6*
1957	56.3*	.7*	99.1*	106.7*	15.6*	56.2*	37.0*	26.4*	2.2*	3.1*	3.0*	15.1*
1958	5.6*	18.0*	19.9*	17.2*	95.0*	55.0*	124.3*	48.5*	13.9*	1.0*	.3*	1.9*

1959	14.9*	34.3*	22.6*	60.0*	81.3*	105.4*	71.3*	68.6*	15.3*	1.5*	6.6*	3.2*
1960	19.5*	4.2*	206.5*	77.8*	52.4*	116.6*	94.8*	34.1*	13.3*	1.4*	2.2*	15.1*
1961	179.0*	68.5*	157.6*	100.7*	94.5*	82.1*	120.2*	38.1*	15.2*	13.8*	2.5*	5.1*
1962	11.4*	41.0*	46.7*	37.9*	120.5*	122.4*	15.7*	47.2*	56.3*	4.4*	1.7*	31.3*
1963	17.1*	43.4*	126.0*	95.0*	47.8*	55.2*	60.9*	30.4*	9.3*	2.0*	32.8*	95.6*
1964	150.3	71.6	.0	150.3	77.8	130.1	133.4	70.9	77.7	8.0	4.7	.2
1965	46.1	10.9	15.5	173.2	85.3	138.8	30.4	52.1	37.2*	6.9*	7.3	49.6
1966	.0	110.2	44.3	77.2	49.6	125.5	285.6	49.2	76.5	4.4	88.9	7.0
1967	6.0	13.5	75.8	153.2	115.1	122.4	123.1*	95.0	.0	52.1	1.6	10.0
1968	117.6	72.8	165.0	86.7	144.8	66.0	111.0	27.8	9.4	6.1*	.0	3.2
1969	53.4	15.5	101.5	103.8*	136.7	241.7	245.3*	60.5*	14.6*	8.5*	6.5*	3.6*
1970	20.0*	22.0*	101.3*	138.7*	34.1	101.9	133.4	152.8	.0	6.2	.0	.0
1971	12.6*	11.5*	49.0*	101.1	106.7*	59.7*	131.2	53.7*	59.1	66.8	32.7	3.1
1972	14.4	1.7	.0	.0	.0	93.1*	.0	.0	52.1*	13.3*	3.6*	49.0*
1973	70.7	.0	.0	79.0	.0	.0	108.9	45.8	43.9	13.5	10.6	25.1
1974	99.3	43.2	116.0*	225.5*	109.8	92.6	205.9	41.5*	65.1*	10.0*	6.7	4.1
1975	53.7	.2	157.5	49.1	122.0	108.0	269.2	54.9	57.8	5.1	17.0	41.6
1976	18.4	73.3	63.2	67.8	116.7	30.2	99.3	6.5	2.1	60.9	11.5*	35.0
1977	65.9	17.2	35.0	242.5	77.0	120.5	185.1	51.8	93.2	27.5	4.6	8.9
1978	1.5	55.9	94.3	178.7	145.9	113.6	108.8	55.2	78.9	5.1	13.6	17.9
1979	28.6	9.9	33.2	76.8	147.3	108.4	90.1	17.5	100.2	4.1	49.3	1.9
1980	50.1	71.7	101.1	105.7	73.0	96.2	32.8	30.5	7.0	37.6	13.9	16.6
1981	43.3	39.5	281.3	33.7	43.3	66.0	44.3	14.1	22.0	5.2	49.1	59.1
1982	9.6	113.8	58.5	74.3	114.7	134.6	53.8	66.6	39.7	.8	10.9	20.3
1983	7.9	34.5	87.6	71.3	97.0	64.6	45.9	56.5	8.9	24.5*	.4*	1.9
1984	31.8	16.5	73.9	161.2	139.1	76.4	124.2	84.8	28.4	18.8	7.3	1.0
1985	21.5	216.3	164.2	305.4	66.3	114.5	167.8	41.5	24.0	.4	12.9	23.1
1986	64.4*	115.9*	156.7*	156.4*	91.3*	118.0*	117.7*	109.3*	50.0*	22.3*	43.4*	26.0*
1987	19.8*	28.1*	136.1*	162.5*	29.7*	130.1*	104.0*	26.8*	15.7*	6.8*	1.0*	1.0*
1988	28.4*	52.6*	193.3*	140.3*	77.3*	70.9*	130.3*	66.2*	28.1*	3.0*	12.8*	31.2*
1989	5.8*	5.4*	68.8*	197.9*	122.9*	83.9*	117.5*	95.7*	4.1*	7.2*	18.3*	46.2*
1990	13.9*	47.0*	5.9*	84.8*	87.6*	107.4*	95.6*	105.8*	19.5*	26.2*	1.9*	2.1*
1991	9.5*	16.0*	165.1*	68.8*	149.7*	50.6*	60.5*	87.3*	6.8*	17.2*	12.2*	.0