

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL - DEC
ÁREA DE ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS - AERH

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Período : Julho 95 à outubro 95

ORIENTADOR : Prof. RAIMUNDO SERGIO SANTOS GÓIS

Aluna : ADRIANA JACI SILVA DOS SANTOS

-Outubro/1995-




Biblioteca Setorial do CDSA. Agosto de 2021.

Sumé - PB

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
ÁREA DE RECURSOS HÍDRICOS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO



Raimundo Sérgio Góis

Orientador - RAIMUNDO SÉRGIO SANTOS GÓIS
DEC/CCT/UFPB

Adriana Jaci Silva dos Santos

ADRIANA JACI SILVA DOS SANTOS

CAMPINA GRANDE, PARAÍBA

APRESENTAÇÃO.

Este relatório descreve as atividades desenvolvidas durante o estágio supervisionado, da aluna Adriana Jaci Silva dos Santos sob a orientação do Prof. Raimundo Sérgio Santos Góis, no curso de Graduação em Engenharia Civil AERH/UFPB/CCT/CAMPUS II, e tem como finalidade a implantação de uma metodologia para processamento de dados pluviométricos, preenchimento de falhas e homogeneização de dados, com a utilização de software específico para arquivos de dados pluviométricos da SUDENE (SUPERINTENDENCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE)

INDICE

1.0 - INTRODUÇÃO	3
2.0 - COLETA DOS DADOS	4
3.0 - PROCESSAMENTO DOS DADOS	4
4.0 - PREENCHIMENTO DE FALHAS	5
4.1 - MÉTODO DE PONDERAÇÃO REGIONAL	5
4.2. - MÉTODO DE REGRESSÃO LINEAR SIMPLES	6
4.3 - MÉTODO DE PONDERAÇÃO REGIONAL COM BASE EM REGRESSÃO LINEAR SIMPLES	6
4.4 - MÉTODO DO VETOR REGIONAL	7
5.0 - FERRAMENTA COMPUTACIONAL	8
5.1 - FLUXOGRAMAS DO SOFTWARE APLU	8
6.0 - APLICAÇÃO	10
7.0 - CONCLUSÃO	10
ANEXO 1	12

1.0 - INTRODUÇÃO

"A hidrologia é uma ciência que se baseia na observação dos processos envolvidos no meio físico natural, isto é, trata da água na terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas e sua relação com o meio ambiente, incluindo sua relação com as formas vivas", chow, 1959.

A utilização da hidrologia em recursos hídricos é determinada como Engenharia Hidrológica que se concentra no estudo do comportamento físico da ocorrência, aproveitamento da água na bacia hidrográfica, quantificação dos recursos hídricos no tempo e no espaço e avaliação do impacto da modificação da bacia hidrográfica sobre o comportamento dos processos hidrológicos.

Para analisar a sazonalidade da ocorrência de precipitação num determinado local utiliza-se dados históricos, já que os fenômenos provocados pelos processos hidrológicos na bacia hidrográfica são eventos meteorológicos, cuja previsão é medida à médio e longo prazo, pois não se dispõe de explicações determinísticas suficientes.

No tratamento dos dados pluviométricos há necessidade do preenchimento de falhas dos mesmos, e homogeneização devido a frequência com que os dados apresentam erros como: dias sem coleta de dados, imprecisão dos instrumentos, erros de leitura, etc.

As metodologias utilizadas são as mais diversas possíveis. Neste trabalho procuramos utilizar uma metodologia que se adequasse às particularidades da região Nordeste e às condições dos dados históricos disponíveis.

O software aqui utilizados considera os estudos, desde a seleção dos postos pluviométricos envolvidos até a saída dos arquivos de dados homogeneizados.

2.0 - COLETA DOS DADOS

No estudo aqui desenvolvido utilizamos os arquivos de dados pluviométricos diários da SUDENE. Apartir das coordenadas geográficas limites da área a ser analisada, foi utilizado o software APLU, para a obtenção de postos pluviométricos que pertencem a mencionada área e que contém além da pluviometria diária os seguintes dados: nomes dos postos, códigos, altitudes, latitudes e longitudes.

3.0 - PROCESSAMENTO DOS DADOS

O processamento dos dados dos arquivos da SUDENE nestes estudos, consistiu basicamente das seguintes etapas :

1. Identificação das possíveis falhas, valores duvidosos, períodos sem informação, etc.
2. Cálculos dos coeficientes de regressão linear, fatores de peso para cada posto, e consequentemente confecção de tabelas para preenchimento de falhas de cada posto inserido na área pesquisada.
3. Homogeneização dos dados utilizando o método do vetor regional.
4. Utilização do programa APLU que desenvolveu os mesmos cálculos acima de forma automática.

4.0 - PREENCHIMENTO DE FALHAS E HOMOGENEIZAÇÃO

A seguir são apresentados os métodos utilizados no estudo, que são os seguintes:

Método da Ponderação Regional, Método da Regressão Linear Simples, Método da Ponderação Regional com Base em Regressão Linear Simples e Método do Vetor Regional., utilizados pelo programa APLU em ligação FORTRAM, e ambiente DOS.

4.1 - MÉTODO DE PONDERAÇÃO REGIONAL

É o método utilizado para preenchimento de falhas de séries pluviométricas mensais ou anuais, que visa homogeneizar períodos de informações e a análise estatística das precipitações de um grupo de postos, com pelo menos 3 postos e que possuam uma série de no mínimo 10 anos de dados pluviométricos a equação des método é a seguinte :

$$Y=1/3[y_m x_1 / x_{m1} + y_m x_2 / x_{m2} + y_m x_3 / x_{m3}]$$

Onde :

y - precipitação à ser estimada

x₁, x₂, x₃ - precipitação correspondente ao dado que se quer preencher em estações vizinhas

x_{1m}, x_{2m}, x_{3m} - precipitações médias nas estações vizinhas.

4.2. - MÉTODO DE REGRESSÃO LINEAR SIMPLES

Este método consiste no estabelecimento da análise do coeficiente de correlação do posto com falha em relação ao vizinho. As correções foram obtidas pelo ajuste da reta (2) cujo o ajuste é feito pelo método dos mínimos quadrados.

$$Y=A+B.X \quad (2)$$

Onde:

Y - precipitação à ser corrigida

X - coeficiente angular da reta

A - constante

B - precipitação do posto correlacionado

4.3 - MÉTODO DE PONDERAÇÃO REGIONAL COM BASE EM REGRESSÃO LINEAR SIMPLES

Consiste em estabelecer regressões lineares entre o posto com dados a serem preenchidos Y, com cada um dos postos vizinhos. Para cada regressão linear efetuada obtém-se o coeficiente de correlação r_{yx} , e fatores de peso W, para cada posto.

$$W_{X1} = r_{yxj} / (r_{yx1} + r_{yx2} + \dots + r_{yxn})$$

onde:

W_{X1} - fator de peso entre cada posto y e x_1

r_{yx} - coeficientes de correlação entre os postos citados

A soma de todos os fatores de peso deve ser igual a 1, o valor a se preencher para cada posto deve ser obtido através da equação

$$Y = x_1.w_{x1} + \dots + x_n.w_{xn}$$

Onde:

x_1, \dots, x_n - são precipitações correspondentes nos postos vizinhos

4.4 - MÉTODO DO VETOR REGIONAL

Este método tem como objetivo a homogeneização dos dados e consiste em definir uma série cronológica, sintética, de índices pluviométricos anuais (mensais), extraída por um método de máxima verossimilhança da informação mais provável contida nos dados de um conjunto de estações de observações agrupadas regionalmente. Através da determinação de dois vetores ótimos, L e C, cujo o produto é a matriz P. Onde L é um vetor coluna de dimensão n que recebe o nome de vetor regional que contém índices para toda região e estão relacionadas com alturas, precipitação de cada posto por meio dos coeficientes contidos no vetor C, que é o vetor linha de dimensão m que representa os coeficientes característicos de cada estação

Seja P a matriz de n observações (precipitações) ao longo do tempo em m estações localizadas numa região considerada homogênea.

$$p_{ij}^c = k p_{ij}$$

Onde

p_{ij}^c - precipitação corrigida

$$k = 1 / \epsilon + 1$$

$$\epsilon_{ij} = 1/r \sum [(p_{ij} - L_i C_j) / P_{ij}]$$

Onde:

ϵ_{ij} - desvios médios entre os valores observados e calculados, correspondentes ao período com tendência a ser corrigida

r - número de observações do período

5.0 - FERRAMENTA COMPUTACIONAL

No processamento dos dados pluviométricos foi utilizado o software APLU cujo fluxograma é apresentado a seguir, no item 5.1. ANEXO !

5.1 - FLUXOGRAMAS DO SOFTWARE APLU

A seguir são expostos os fluxogramas do software APLU, que foi dividido sequencialmente em: PROGRAMA PRINCIPAL, SUB-ROTINA SELEÇÃO, SUB-ROTINA PANOLR, SUB-ROTINA VETREG.

O programa principal inicialmente exige a entrada do nome do arquivo de dados pluviométricos, em seguida executa a sub-rotina SELEÇÃO, então mostra o número de postos selecionados. Ler os dados dos postos selecionados são lidos os arquivos de dados diários, mensais e resumos mensais são criados. Se o número de postos selecionados for menor que 1 a execução é encerrada, caso contrário, chama a sub-rotina PANOLR, e depois a sub-rotina VETREG para os devidos cálculos e encerra a execução. FIGURA 1.

A sub-rotina SELEÇÃO tem como opção : selecionar área «1» ou código «2». Se for para selecionar área é solicitada as coordenadas do canto superior direito e canto inferior esquerdo. Se for selecionar o código é solicitado o código do posto. Então é feita a seleção, propriamente dita, obedecendo à esta última resposta. Se foi selecionada a área é perguntado

deseja criar arquivo de distâncias entre os postos, se a resposta for sim o arquivo DISTANCE.DAT será criado. Será então, gerado o arquivo AASURF, com dados para serem plotados os postos, ou posto, pelo utilitário SURFFER, sendo encerrada a execução desta sub-rotina. FIGURA 2.

A sub-rotina PANOLR, calcula o número de anos observados e o número de anos com falhas, em seguida faz o ajuste de períodos, ou seja, identifica qual o menor ano (ano inicial) e o maior ano (ano final) lidos nos postos, e ajusta os períodos de todos os postos para a mesma amplitude, calcula o coeficiente de regressão e correlação linear, fator de peso e preenche as falhas dos postos correlacionados, terminado o preenchimento de falhas é emitido com todos os dados lidos e os preenchimentos, encerrando a execução desta sub-rotina. FIGURA 3.

Sub-rotina VETERG, conforme o procedimento descrito anteriormente na sub-rotina PANOLR é feita a leitura dos dados e o ajuste dos períodos, é calculado o vetor regional inicial, em seguida são impressos os resultados parciais : DESVIO MÉDIO, NÚMERO DE PARCELAS UTILIZADAS, VETOR DE COEFICIENTES E VETOR REGIONAL. Se o desvio não for mínimo é calculada uma nova estimativa para o vetor regional. Quando esta condição for satisfeita, serão calculadas as Precipitações Corrigidas. Então é emitido o relatório final com os dados : Precipitações Lidas, Precipitações Corrigidas, Desvio e Desvio Acumulado, em seguida o relatório é completado com as Médias das Precipitações Lidas e a Média das Precipitações Corrigidas, encerrando a execução desta sub-rotina. FIGURA 4.

6.0 - APLICAÇÃO

através da digitação do extremo direito superior com coordenadas cartesianas $6.77, 37.26$ e extremo esquerdo inferior com coordenadas cartesianas $7.46, 37.89$. Foi selecionada a área da Bacia Pluviométrica de Emas, com área selecionada foi escolhido o posto 3 Catingueira para exemplificar a execução do programa APLU. (ANEXO 2)

7.0 - CONCLUSÃO

A confiabilidade dos resultados obtidos, e a rapidez com que foram processados os dados pluviométricos, permitem-nos concluir que a metodologia aplicada é bastante eficaz para o objetivo proposto.

BIBLIOGRAFIA

ABRH/EDSSP(1993), Hidrologia Ciência e Aplicação, Porto Alegre, Editora Universitária

UFPB/ATECEL (1995), Plano Estadual e Sistema de Gerenciamento, Potencialidades Hídricas da Paraíba, SEPLAN/ATECEL

ANEXO 1

FLUXOGRAMA DO PROGRAMA APLU

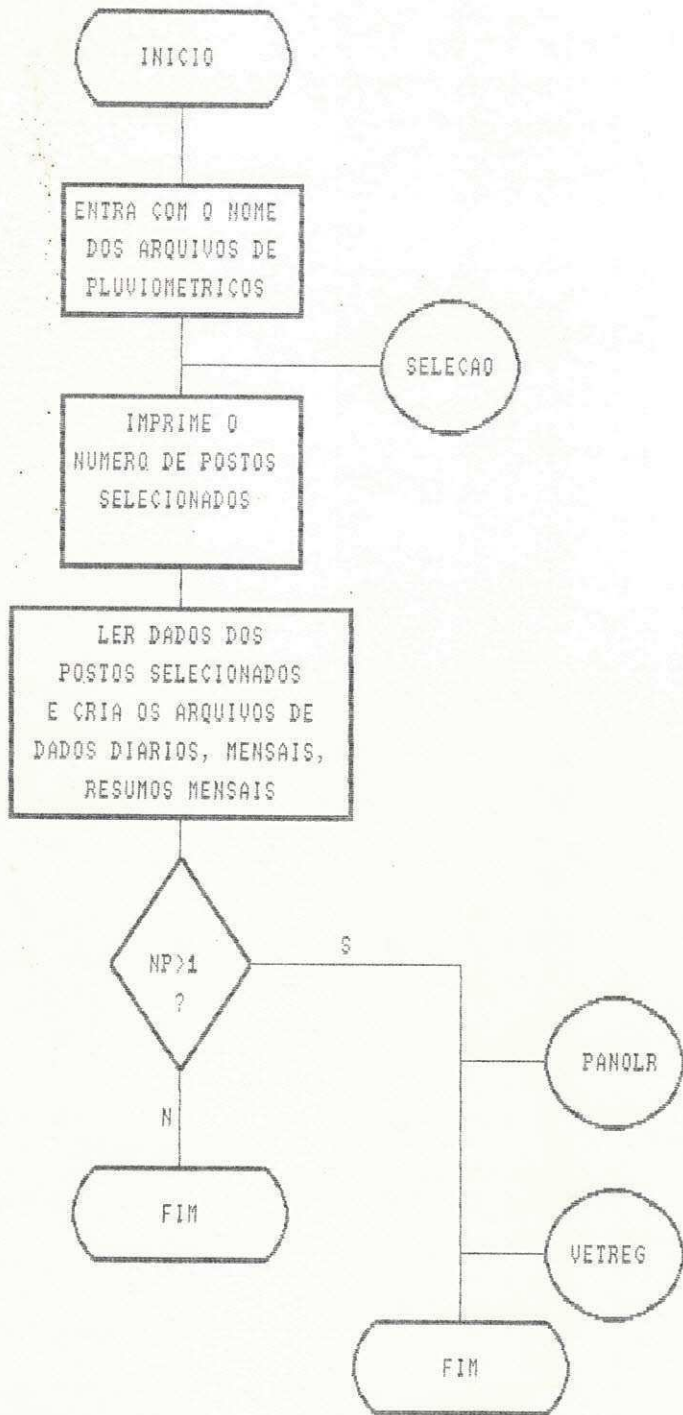


Figura 1

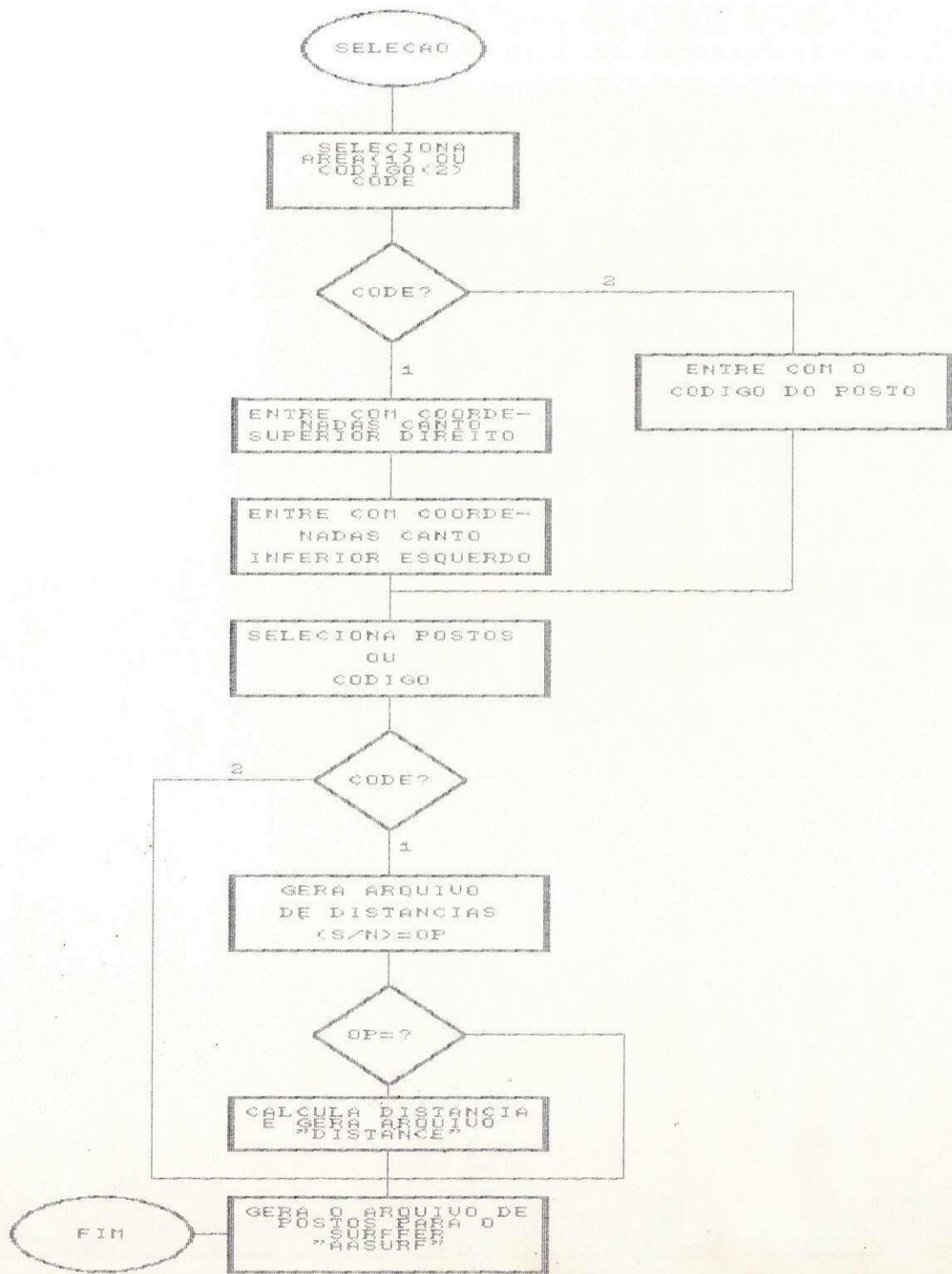


Figura 2

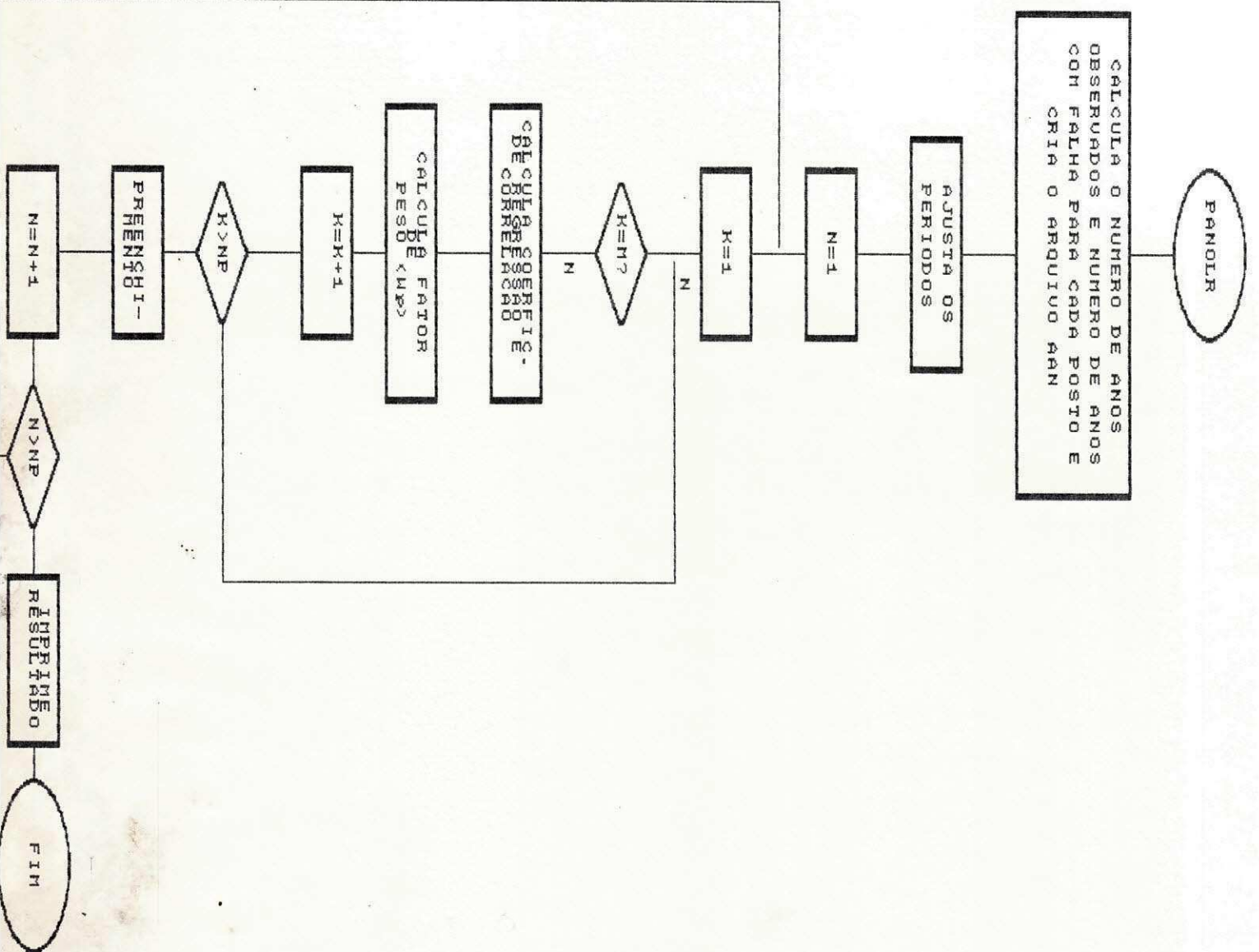


Figura 3

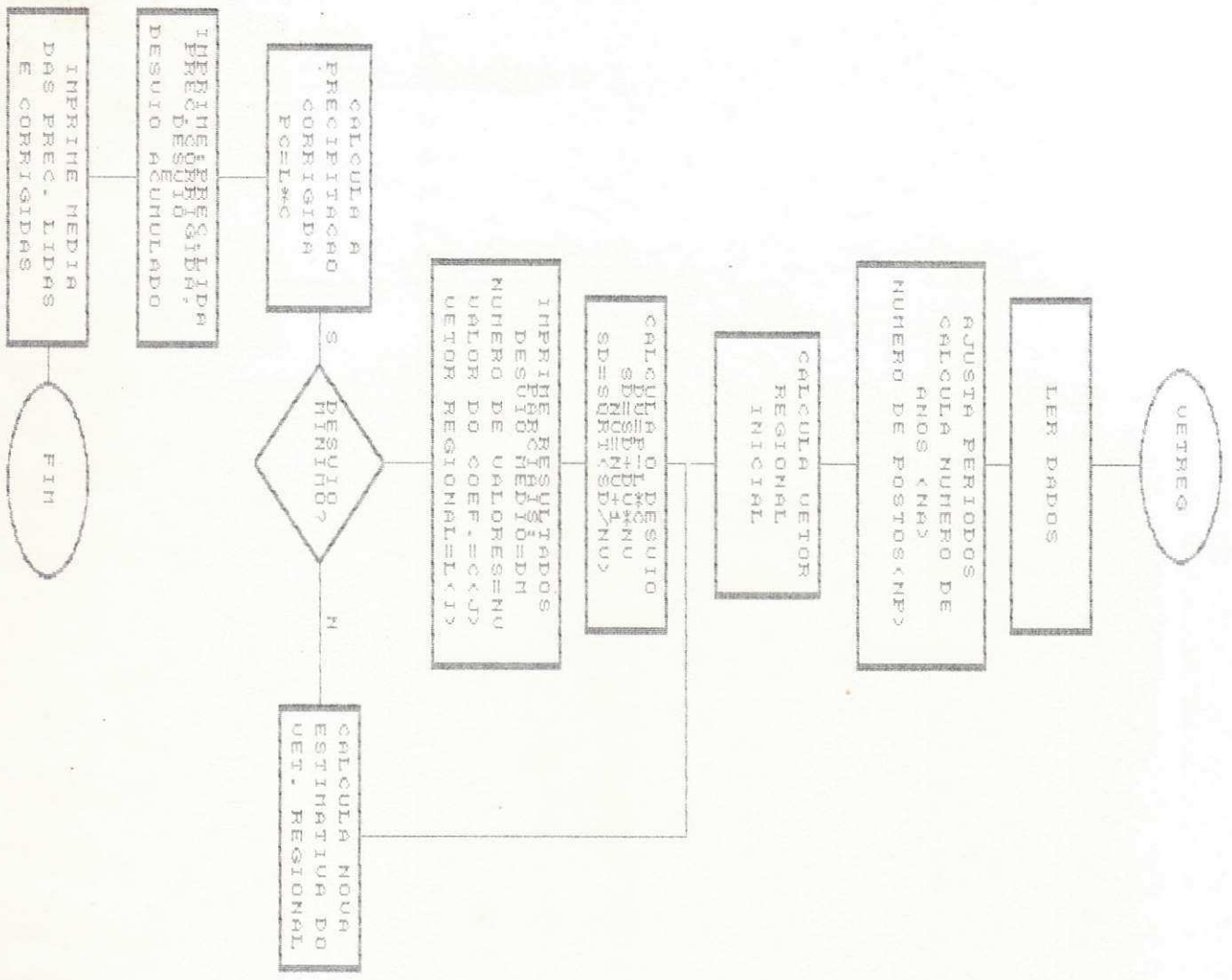


figura 4

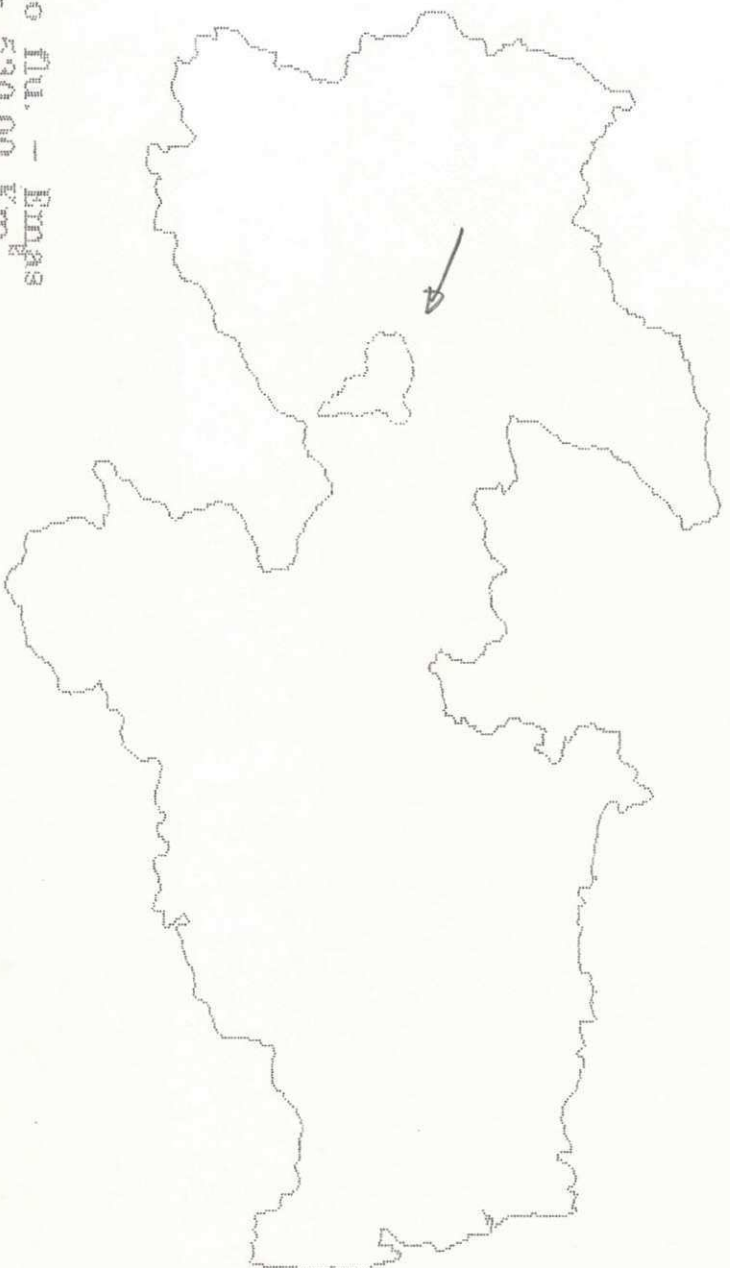
ANEXO 2

EXEMPLO DA EXECUÇÃO DO PROGRAMA APLU

Bacia Posto Fluviométrico (Emas)

Estado da Paraíba

Estacao Flu. - Emas
Area - 530.00 Km²
Perimetro - 134.50 Km
Comprimento dos Cursos D'agua - 707.50 Km
Densidade de Drenagem - 1.32 Km²/Km



Figuras

metros

-5.50

-6.00

-6.50

-7.00

-7.50

-8.00

-8.50

-9.00

-39.50 -39.00 -38.50 -38.00 -37.50 -37.00 -36.50 -36.00 -35.50 -35.00 -34.50 -34.00

Longitude

PRECIP. ANUAL E MEDIA(NORMAL) EM MILIMETROS

POSTO : 1 = 3847218

NUMERO DE ANOS OBSERVADOS: 6

NUMERO DE ANOS SEM FALHAS: 5

ANO	ORDEM	PREC. ANUAL
1983	1	201.4
1984	2	510.6
1985	3	849.4
1986	4	665.6
1987	5	347.7
1989	6	-9.9
MEDIA		514.9

POSTO : 2 = 3847505

NUMERO DE ANOS OBSERVADOS: 8

NUMERO DE ANOS SEM FALHAS: 6

ANO	ORDEM	PREC. ANUAL
1983	1	177.1
1984	2	437.3
1985	3	932.9
1986	4	663.2
1987	5	242.0
1988	6	602.0
1989	7	-9.9
1990	8	-9.9
MEDIA		509.1

POSTO : 3 = 3847555

NUMERO DE ANOS OBSERVADOS: 43

NUMERO DE ANOS SEM FALHAS: 35

ANO	ORDEM	PREC. ANUAL
1923	1	285.0
1924	2	939.0
1925	3	-9.9
1931	4	388.0
1932	5	-9.9
1933	6	225.0
1934	7	-9.9
1935	8	641.0
1936	9	560.0
1938	10	-9.9
1939	11	579.2
1940	12	792.0
1941	13	347.0
1942	14	303.0
1943	15	322.0
1944	16	232.0
1945	17	232.0
1946	18	251.1
1947	19	-9.9
1948	20	385.8
1949	21	308.3
1950	22	288.6
1951	23	235.6
1952	24	277.3
1953	25	286.9
1954	26	278.4
1955	27	282.4
1956	28	388.3

1958	30	236.4
1959	31	253.5
1960	32	688.4
1961	33	543.3
1962	34	429.6
1963	35	578.4
1964	36	664.9
1965	37	418.4
1966	38	578.2
1967	39	485.3
1968	40	584.5
1969	41	552.7
1970	42	-9.9
1971	43	-9.9
MEDIA		424.0

POSTO : 4 = 3847979

NUMERO DE ANOS OBSERVADOS: 4

NUMERO DE ANOS SEM FALHAS: 3

ANO	ORDEM	PREC. ANUAL
1983	1	431.0
1984	2	621.3
1985	3	811.8
1990	4	-9.9
MEDIA		621.4

POSTO : 5 = 3857044

NUMERO DE ANOS OBSERVADOS: 68

NUMERO DE ANOS SEM FALHAS: 56

ANO	ORDEM	PREC. ANUAL
1926	1	243.7
1927	2	221.2
1928	3	124.3
1929	4	645.0
1930	5	-9.9
1931	6	446.0
1932	7	298.0
1933	8	222.1
1934	9	-9.9
1935	10	677.3
1936	11	286.4
1937	12	282.8
1938	13	101.1
1939	14	397.9
1940	15	598.4
1941	16	275.3
1942	17	-9.9
1943	18	247.1
1944	19	406.7
1945	20	242.7
1946	21	151.9
1947	22	141.4
1948	23	92.1
1949	24	62.1
1950	25	185.1
1951	26	53.4
1952	27	23.8
1953	28	67.0
1954	29	43.2
1955	30	186.9
1956	31	79.7
1957	32	38.1
1958	33	-9.9

1959	34	-9.9
1960	35	-9.9
1961	36	-9.9
1962	37	-9.9
1963	38	354.3
1964	39	775.5
1965	40	339.7
1966	41	378.7
1967	42	338.6
1968	43	497.5
1969	44	640.2
1970	45	-9.9
1971	46	391.1
1972	47	390.0
1973	48	278.8
1974	49	-9.9
1975	50	553.9
1976	51	286.8
1977	52	704.5
1978	53	-9.9
1979	54	305.6
1980	55	-9.9
1981	56	480.3
1982	57	306.0
1983	58	221.7
1984	59	379.9
1985	60	478.5
1986	61	606.4
1987	62	223.6
1988	63	467.6
1989	64	556.1
1990	65	299.1
1991	66	259.8
1992	67	204.0
1993	68	77.6
MEDIA		314.9

PRECIPITACOES ANUAIS CORRIGIDAS

POSTO	ANO	ORDEM	PREC.OBS	PREC.COR
1	1923	1	.0	.0
1	1924	2	.0	.0
1	1925	3	.0	.0
1	1926	4	.0	243.7
1	1927	5	.0	221.2
1	1928	6	.0	124.3
1	1929	7	.0	645.0
1	1930	8	.0	.0
1	1931	9	.0	446.0
1	1932	10	.0	298.0
1	1933	11	.0	222.1
1	1934	12	.0	.0
1	1935	13	.0	677.3
1	1936	14	.0	286.4
1	1937	15	.0	282.8
1	1938	16	.0	.0
1	1939	17	.0	397.9
1	1940	18	.0	598.4
1	1941	19	.0	275.3
1	1942	20	.0	.0
1	1943	21	.0	247.1
1	1944	22	.0	406.7
1	1945	23	.0	242.7
1	1946	24	.0	151.9

1	1948	26	.0	.0
1	1949	27	.0	.0
1	1950	28	.0	185.1
1	1951	29	.0	.0
1	1952	30	.0	.0
1	1953	31	.0	.0
1	1954	32	.0	.0
1	1955	33	.0	186.9
1	1956	34	.0	.0
1	1957	35	.0	.0
1	1958	36	.0	.0
1	1959	37	.0	.0
1	1960	38	.0	.0
1	1961	39	.0	.0
1	1962	40	.0	.0
1	1963	41	.0	354.3
1	1964	42	.0	775.5
1	1965	43	.0	339.7
1	1966	44	.0	378.7
1	1967	45	.0	338.6
1	1968	46	.0	497.5
1	1969	47	.0	640.2
1	1970	48	.0	.0
1	1971	49	.0	391.1
1	1972	50	.0	390.0
1	1973	51	.0	278.8
1	1974	52	.0	.0
1	1975	53	.0	553.9
1	1976	54	.0	286.8
1	1977	55	.0	704.5
1	1978	56	.0	.0
1	1979	57	.0	305.6
1	1980	58	.0	.0
1	1981	59	.0	480.3
1	1982	60	.0	306.0
1	1983	61	201.4	.0
1	1984	62	510.6	.0
1	1985	63	849.4	.0
1	1986	64	665.6	.0
1	1987	65	347.7	.0
1	1988	66	.0	540.1
1	1989	67	.0	556.1
1	1990	68	.0	299.1
1	1991	69	.0	259.8
1	1992	70	.0	204.0
1	1993	71	.0	.0

