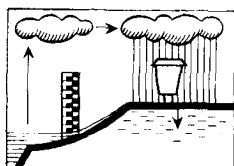


REPUBLICA DAS ILHAS DE CABO VERDE  
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO RURAL

Financiamento : F.A.C.  
Convenção 12/C/DCT/77/CAV  
Projeto 79/CD/77/CAV/II

## ESTUDO DE PRECIPITAÇÕES EM SÃO NICOLAU



J.C. OLIVRY

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRO O.R.S.T.O.M. DE DAKAR



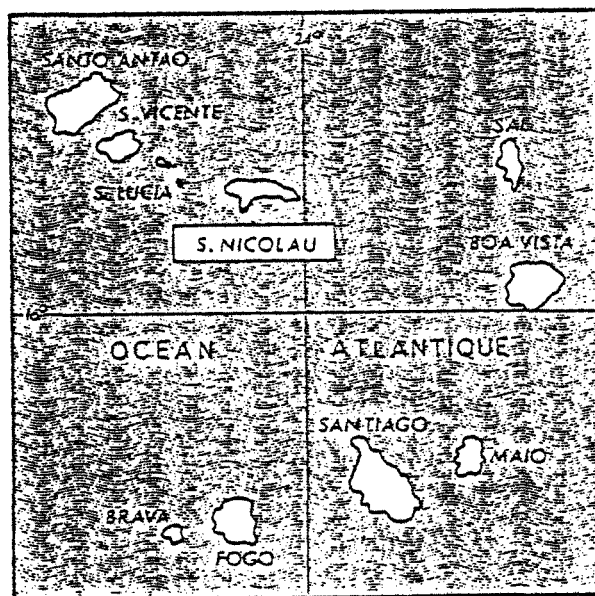
REPUBLIQUE FRANCAISE  
MINISTERE de la COOPERATION

REPUBLICUE des ILES du CAP VERT  
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ET TECHNIQUE OUTRE MER  
CENTRE ORSTOM de DAKAR  
Bureau Central Hydrologique BONDY

ESTUDO DE PRECIPITAÇÕES  
EM SÃO NICOLAU  
(REPÚBLICA DAS ILHAS DE CABO VERDE)

J.C. OLIVRY



TRADUÇÃO EM PORTUGUÊS : A.R. BARBOZA DE OLIVEIRA

BONDY - Avril 1981

ORSTOM Fonds Documentaire

17 AUG 1964

N°: ~~300000000~~ ex 1

## ÍNDICE DAS MATÉRIAS

1. Generalidades
2. Alturas de Precipitações Anuais
  - 2.1 Os Dados Brutos
    - 2.1.1. Análise dos Dados
    - 2.1.2. Controle da Homogeneização das Séries pelo Método de Comparação dos Totais Acumulados Anuais
  - 2.2 Reconstituição de Séries Cronológicas Homogêneas de Alturas de Precipitação Anuais
    - 2.2.1. Correlações das Séries de Dados Brutos
    - 2.2.2. Correlações entre Vila e Outras Estações, Somente com os Anos de Séries Completas
  - 2.3 Comparação entre as Médias Parciais nas Estações em Estudo
  - 2.4 Estimação da Altura Interanual de Precipitações Recebidas nas Diferentes Estações de São Nicolau
  - 2.5 Distribuição Espacial das Precipitações Médias Anuais em São Nicolau
    - 2.5.1. Carta das Isoietas Interanuais
    - 2.5.2. Volume das Precipitações em Ano Médio
  - 2.6 Estudo da Frequência de Precipitações Anuais
    - 2.6.1. Generalidades
    - 2.6.2. Os Resultados
  - 2.7 Variação da Pluviosidade em São Nicolau
3. A Repartição de Chuvas no Ano
  - 3.1 Alturas Mensais de Precipitação
  - 3.2 Número Médio de Dias de Chuva
  - 3.3 O Clima Árido de São Nicolau

.../...

- 4. Precipitações Diárias
  - 4.1 Estudo das Precipitações Diárias
  - 4.2 Intensidade das Precipitações
  - 4.3 As Precipitações Ocultas

-----

LISTA DE QUADROS

- 1 - Postos pluviométricos situados em São Nicolau antes 31.12.72
- 2 - Alturas de precipitações anuais observadas na Ilha de São Nicolau
- 3 - Alturas anuais de precipitações em 5 estações de São Nicolau
- 4 - Alturas Interanuais de precipitações
- 5 - Comportamento das leis de probabilidade
- 6 - Resultado do estudo frequencial das precipitações anuais em 7 estações da Ilha de São Nicolau
- 7 - Estimação das precipitações médias mensais
- 8 - Precipitações mensais características dadas a partir das séries de observações de São Nicolau
- 9 - Número médio de dias de chuva
- 10 - Mais fortes precipitações observadas nas diferentes estações em São Nicolau
- 11 - Parâmetros da lei de Goodrich  
Alturas de precipitações diárias com probabilidade de serem superadas

LISTA DE FIGURAS

- 1 - Situação do Arquipélago do Cabo-Verde  
Esboço dos mecanismos determinantes do clima em fevereiro e agosto
- 2 - Rede hidrográfica da Ilha de São Nicolau
- 3 - Controle da homogeneização das séries pelo método de comparação dos totais anuais acumulados
- 4 - Exemplos de correlações entre precipitações anuais dos diferentes postos e de Vila
- 5 - Carta das isoietas interanuais
- 6 - Ajustamento de diferentes distribuições estatísticas à série de 39 anos de altura de precipitações anuais em Vila de Ribeira Brava
- 7 - Análise frequencial das precipitações anuais, seguindo uma distribuição de Gumbel, em Calejão Campo e Calejão Posto
- 8 - Análise frequencial das precipitações em Cachaço e Praia Branca
- 9 - Ajustamento gráfico de uma lei de Gauss a Preguiça e Morro Alto
- 10 - Esboço Cartográfico de alguns resultados da análise frequencial das precipitações anuais em São Nicolau
- 11 - Alturas anuais de precipitações em 39 anos e evolução das médias móveis calculadas em 5 anos em Vila da Ribeira Brava e Saint Louis do Senegal
- 12 - Alturas anuais de precipitações em 39 anos e evolução móveis calculadas em 5 anos em Praia Branca
- 13 - Histograma das precipitações médias mensais em São Nicolau
- 14 - Variação de alguns valores característicos de precipitações mensais em São Nicolau
- 15 - Alturas de precipitação diárias para diferentes períodos de retorno em Preguiça, Vila, Cachaço et Praia Branca
- 16 - Histogramas das características notadas em Faja de Cima (Ribeira Grande)

## 1 - GENERALIDADES

A cerca de quinhentos quilômetros das costas do SENEGAL, está situado o Arquipélago das Ilhas de Cabo Verde, entre 15° e 17° de latitude Norte e 22°30' e 25° de longitude Oeste. É constituído de nove ilhas principais habitadas e seis pequenas ilhas desertas, divididas em dois grupos :

- Ao Norte, as ilhas ao vento : Ilhas do Barlavento
- Ao Sul, as ilhas abaixo do vento : Ilhas do Sotavento

A posição geográfica do Arquipélago tanto em latitude quanto em longitude explica seu clima particularmente seco.

Efetivamente o Arquipélago se situa nos limites Norte da subida do Fronte Intertropical durante o verão boreal, seguindo a massa de ar úmido gerador das precipitações. A estação chuvosa tem curta duração e frequentemente de fraca intensidade.

O Arquipélago na parte oriental do Oceano Atlântico, e como para as Ilhas Canárias, os ventos dominantes secos do Nordeste (Alísios) que sopram durante uma grande parte do ano, fazem um breve trajeto sobre o Oceano, não conseguindo obter uma grande umidade.

Finalizando este esboço, precisamos que o Arquipélago é submetido durante 8 meses as Correntes Frias das Canárias vindas do Nordeste, que se aquece progressivamente na direção Sul, e durante os meses de verão, a subida ao Norte da Contra-Corrente do Norte Equatorial, quente, e de direção Oeste-Sudeste.

A figura que segue (fig.1) resume algumas das características principais da situação geográfica do Arquipélago.

A Ilha de São Nicolau, faz parte do grupo de Ilhas do Barlavento do Arquipélago do Cabo Verde. Tem uma superfície de 343 km<sup>2</sup>, se alongando na direção Este-Oeste com 45 km, esta Ilha muito acidentada tem uma forma triangular, se tornando mais larga a Oeste em torno do Maciço do Monte.

Com uma população de 16.000 habitantes e com magros recursos em água, a Ilha de São Nicolau aparece como uma das mais vulneráveis das Ilhas do Cabo Verde aos efeitos da seca. Estes magros recursos são sentidos mais fortemente nos anos secos a São Nicolau.

A paisagem varia segundo as regiões da Ilha, e a influência do relevo é determinante. Encontra-se desertos de pedra ao Sul, e pequenos rios com bosques alpestres ao pé do Monte Gordo.

Os trabalhos hidrológicos nas duas bacias representativas das zonas mais povoadas da Ilha (Vila e Faja), começaram em 1978 prevendo precisar os mecanismos hidrológicos e das precipitações. Durante um curto período de estudos, não foi possível se determinar as características dos regimes pluviométricos, que, para serem bem conhecidos, precisam de um longo período de observação. Estas observações existem e são de duração, de densidade espacial e de qualidade muito variáveis segundo as ilhas, mas elas constituem uma quantidade de dados que convém explorar. Confiando a M. CALLEDE em 1978 a coleta das informações pluviométricas em todo o Arquipélago, a ORSTOM se propôs de reunir todas as observações efetuadas nas estações pluviométricas desde sua origem.

a partir destes dados de base que nos propomos aqui, um estudo das precipitações na Ilha de São Nicolau. Este estudo descreve os elementos característicos do regime de precipitações, mas procura também, com a ajuda da estatística, determinar diversos parâmetros que permitem de se conhecer os elementos e os limites de uma boa gerência dos recursos em água, e de ajudar a uma melhor compreensão dos mecanismos hidrológicos.

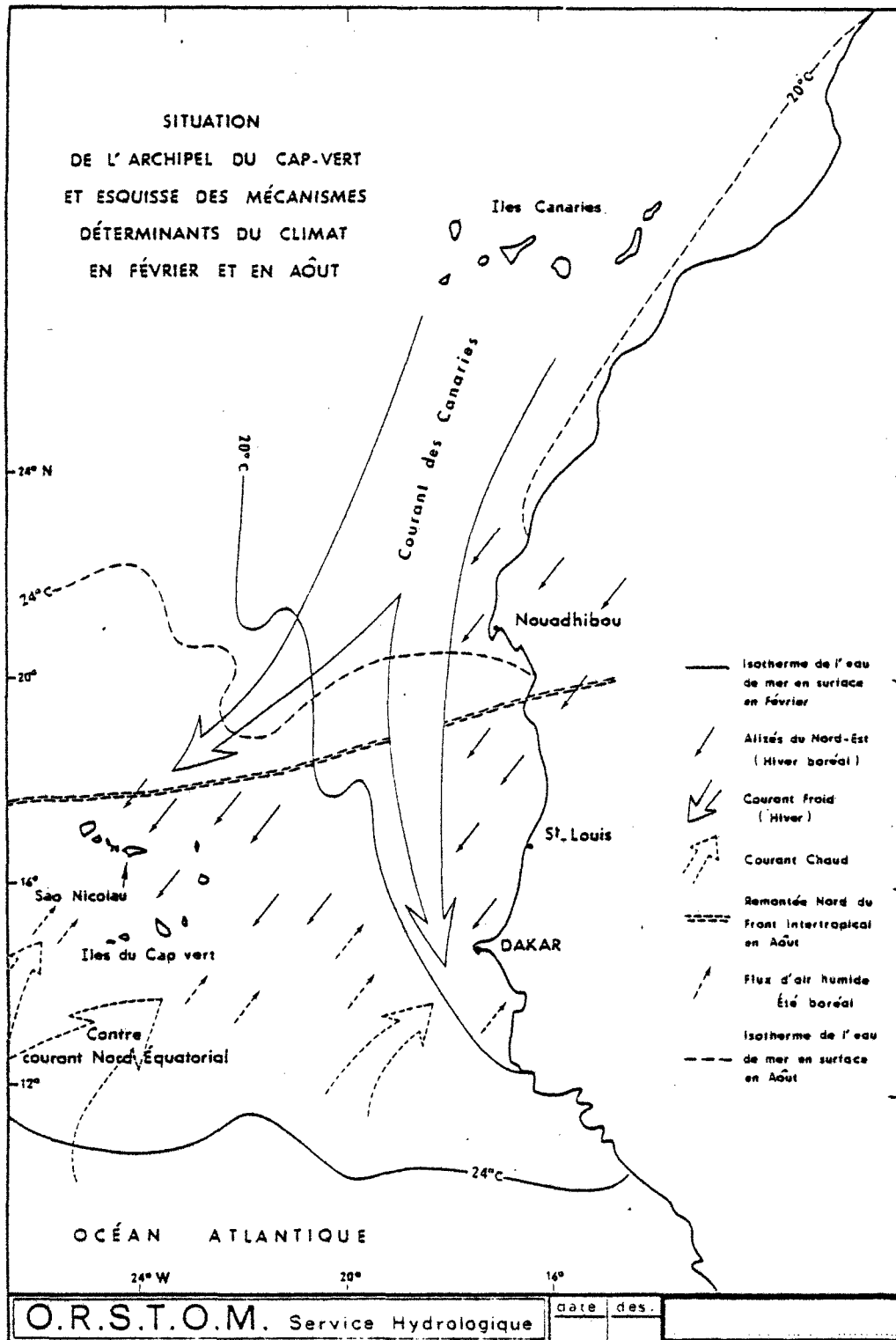
A rede de estações pluviométricas de São Nicolau tem 14 estações.

O quadro abaixo mostra a relação dos postos, o código informático, as coordenadas e a altitude.

POSTOS PLUVIOMETRICOS SITUADOS EM SÃO NICOLAU									
antes de 31 de dezembro de 1972									
4005	:	CABECALINEO	:	16°36'	:	N 24°20'	:	W 670	m
4010	:	CACEACC	:	16°37'	:	N 24°20'	:	W 725	m
4015	:	CALEIJÃO (CAMPO)	:	16°36'	:	N 24°18'	:	W 250	m
4020	:	CALEIJÃO (POSTO)	:	16°36'	:	N 24°18'	:	W 285	m
4025	:	CARRIGAL	:	16°33'	:	N 24°05'	:	W 15	m
4029	:	ESTANCIA DO BRAZ	:	16°40'	:	N 24°20'	:	W 25	m
4030	:	HORTEIÃO	:	16°36'	:	N 24°21'	:	W	
4035	:	MORRO ALTO	:	16°37'	:	N 24°11'	:	W 260	m
4036	:	MORRO BRAZ	:	16°38'	:	N 24°12'	:	W 50	m
4040	:	PRAIA BRANCA	:	16°38'	:	N 24°24'	:	W 190	m
4045	:	PREGUICA	:	16°34'	:	N 24°17'	:	W 52	m
4047	:	RIBEIRA DOS CALHAUS	:	16°38'	:	N 24°22'	:	W 950	m
4050	:	TARRAFAL	:	16°34'	:	N 24°22'	:	W 20	m
4055	:	VILA DA RIBEIRA	:	16°34'	:	N 24°22'	:	W 125	m
	:	BRAVA	:		:		:		

QUADRO 1





# ILE DE SAINT-NICOLAU

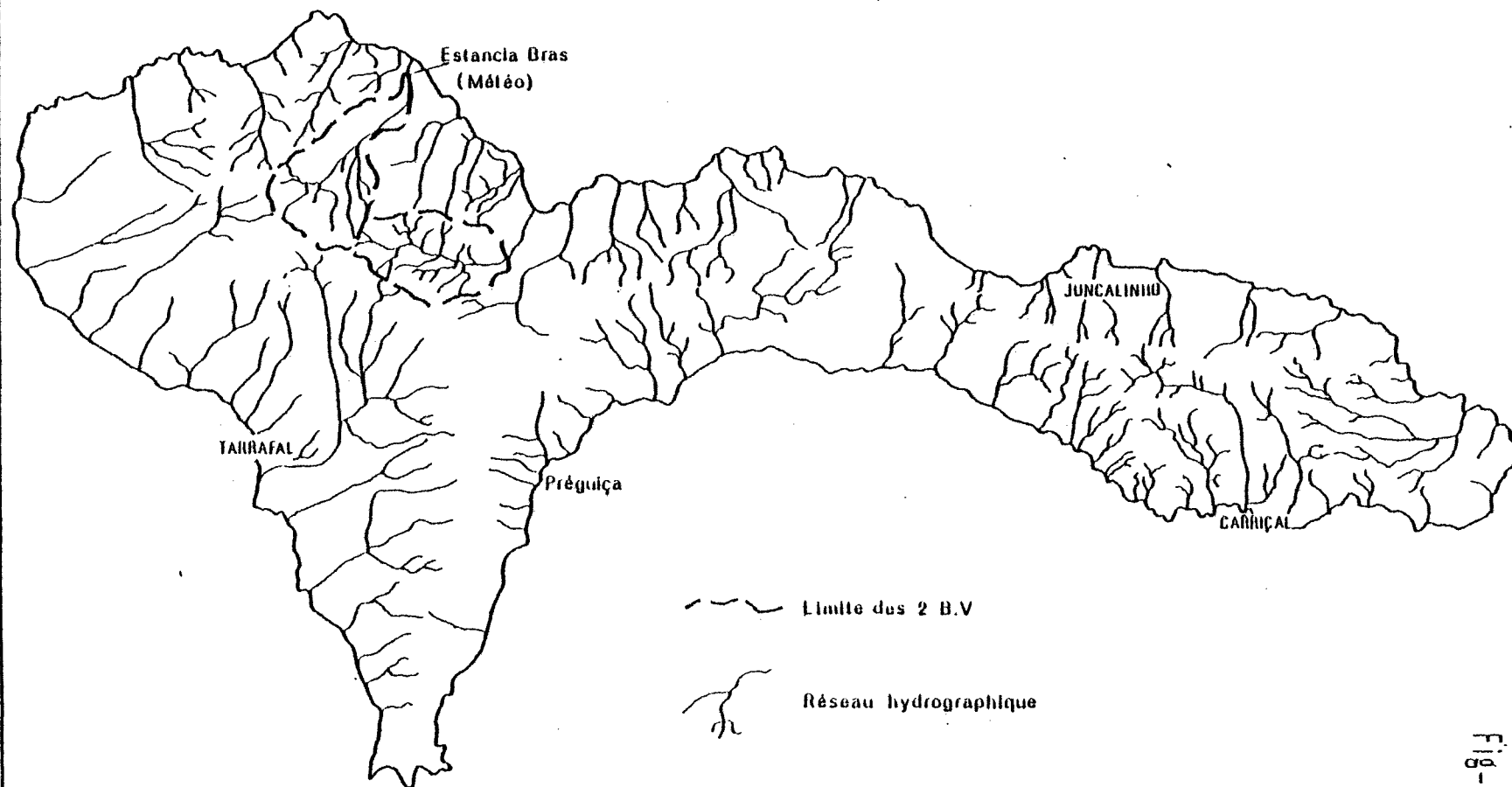


Fig-2

## 2 - ALTURAS DE PRECIPITAÇÕES ANUAIS

### 2.1 OS DADOS BRUTOS

#### 2.1.1 ANÁLISE DOS DADOS

As observações coletadas por J. CALLEDE, sobre os 14 postos da Ilha de São Nicolau, constituem uma amostragem heterogênea, e frequentemente descontínua :

- um só posto foi observado mais de 30 anos
- cinco postos foram seguidos mais de 20 anos
- nove postos foram seguidos mais de 10 anos

As observações foram interrompidas durante muitos anos, e seis estações foram abandonadas a partir de 1950.

Somente a estação de Vila da Ribeira Brava, foi observada sem discontinuidade de 1944 a 1979, ou seja durante 36 anos.

As notas são geralmente de boa qualidade, e os anos incompletos de número relativamente pequeno (37 anos incompletos sobre 224 postos-anos, ou seja 16,5 %) ; ainda é preciso acrescentar que 28 anos incompletos, ou seja 12,5 %, são os anos 1974, 1975, 1976 et 1977 para todos os postos em operação na Ilha.

Esses dados faltantes são : Em 1974, os meses de julho e novembro ; em 1975, faltam outubro, novembro e dezembro em 1976, junho, julho e outubro ; e em 1977 somente o mês de agosto foi encontrado nos arquivos. Isto pode ser observado em todos os postos operantes, aparentando ser um problema de arquivagem de dados. Os dados faltantes foram regroupados por ilha e podem ter sido guardados ou perdidos pelo responsável local. A segunda hipótese desta falta pode ser a negligência da coleta de dados nos meses sem precipitação, que não é totalmente abandonada, pois o período apresenta um forte déficit pluviométrico.

Para os outros anos incompletos (9 anos), os dados faltantes se encontram frequentemente, a dois meses sem precipitação, com exclusão de : Ribeira dos Calhaus, agosto de 1950 ; Tarrafal, outubro de 1950 ; e principalmente Cabeçalinho em 1964, onde somente o mês de janeiro foi anotado.

Finalmente para os anos de 1978 e 1979 (Campanha ORSTOM), somente os resultados da rede de São Nicolau são considerados aqui.

O quadro seguinte, mostra as alturas anuais de precipitação observadas nos diferentes postos de São Nicolau. Os valores dos anos incompletos foram colocados entre parênteses.

Em baixo do quadro foram anotados o número de anos de observação, a média bruta anual correspondente ao período de observações de cada posto, como também o desvio padrão correspondente. Estes valores não tem no seu conjunto uma grande significação, por causa dos diferentes períodos de observações de cada posto.

Um estudo de precipitações em São Nicolau deve procurar homogeneizar as séries de dados. Esta é felizmente possível graças a estatística e a série continua de observações coletadas a Vila da Ribeira Brava.

Quadro 2  
ALTURAS DE PRECIPITAÇÕES ANUAIS  
OBSERVADAS NA ILHA DE SÃO NICOLAU

ANO	A VILA de R. BRAVA	B PREGUIÇA	C R. dos CALHAOS	D TARRAFAL	E MORRO ALTO	F MORRO BRAZ	G PRATA BRANCA
1930							
1931							
1940							
1941		115.4					[413.0]
42		87.0					361.5
43		207.4					533.0
44	[162.6]	95.4					267.0
45	214.5	70.6	730.5	14.9		188.0	275.5
46	138.3	28.0	491.5	46.3		57.0	226.5
47	96.9	45.2	258.3	72.0		65.7	60.8
48	121.5	24.6	284.2	6.0		89.0	104.1
49	238.9	126.8	257.0	105.7		193.3	278.6
1950	725.3	179.2	[826.9]	[210.8]		361.8	712.3
51	248.2	86.6					
52	753.3	150.5					
53	454.5	148.0					
54	246.4	167.7					
55	297.3	190.3					
56	683.7	234.1					
57	411.6	177.7					
58	477.7	173.2					
59	86.4	13.7					
1960	243.9	59.3					
61	410.2				327.5		531.3
62	202.9				156.9		125.3
63	202.8				177.6		149.8
64	261.5				121.4		189.0
65	176.0				0.0		158.0
66	165.0				181.5		225.0
67	217.5						254.0
68	75.0				28.0		103.0
69	149.0				209.0		349.0
1970	108.1				134.0		234.0
71	76.2				153.0		112.5
72	2.0				0.0		0.0
73	107.0				91.5		95.5
74	[12]				[101.0]		[130.5]
75	[338.4]				[181.0]		[242.0]
76	[20.2]	[3.0]			[40.0]		[62.9]
77	[61.2]	[30.0]			[34.0]		[110.5]
78	144.9						
79	126.2						
1980							
n anos	36	22	6	6	16	6	27
média bruta	235.0	109.7	474.7	76.0	122.3	159.1	233.5
desvio padrão	190.3	69.3	253.1	75.6	87.0	115.9	165.0

QUADRO 2  
(continuação)

ANO	H HORTELÃO	I ESTANÇIA BRAS	J CARRIÇAL	K CALEJÃO POSTO	L CALEJÃO CAMPO	M CACHAÇO	N CABECALINHO
1930						259.0	
31						542.6	
1940							
41							
42							
43							
44							
45	278.9	258.0	46.9			788.5	
46	191.1	86.0	1.2			253.1	
47	184.0	165.5	4.3			394.2	
48	96.0	228.5	23.2			306.0	
49	268.6	275.0	207.5			317.5	
1950	246.4	713.0	7.3			999.1	
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58				320.1	213.3		
59				80.5	37.0		
1960				203.4	154.2		
61			125.7	327.7	255.5	631.1	
62			62.5	186.2	124.9	599.6	435.2
63			42.7	237.2	174.2	589.8	350.0
64			84.0	263.4	221.9	167.4	20.0
65			58.2	229.4		155.1	315.0
66				160.2		327.0	314.0
67				171.7		542.0	285.0
68				40.1		74.0	65.0
69				129.4	76.7	274.0	163.6
1970				131.0	108.7	221.0	160.0
71				85.1	73.5	222.0	154.0
72				8.4	4.9	19.1	10.0
73				77.1	55.9	174.8	113.0
74				3.8	8.2	96.9	30.5
75				260.3	263.0	395.5	162.6
76				14.0	18.5	94.1	39.6
77					31.5	129.1	31.6
78		92.3		169.3		348.5	
79		122.7		142.3		285.4	
1980							
n anos	6	8	11	21	16	27	16
média bruta	210.8	242.6	60.3	154.3	113.9	341.0	165.6
desvio padrão	68.6	203.6	61.5	97.8	89.6	233.6	135.6

### 2.1.2 Controle da Homogeneização das Séries pelo método de comparação dos totais acumulados anuais

A estação de Vila foi escolhida como posto de referência.

O método consistiu de uma comparação entre os totais pluviométricos anuais acumulados de Vila, e os das outras estações, ano por ano, num período comum de observação.

Este método é chamado Dupla Acumulação. Ele permite de se detectar as heterogeneidades ou anomalias, e eventualmente corrigir os erros sistemáticos (proveta não correspondendo ao pluviômetro, mudança de local, má qualidade nas observações etc...)

Os totais anuais acumulados das precipitações anuais da estação a controlar são colocados na ordenada e os de Vila na abscissa. Desde que as séries são homogêneas, se encontra uma reta de regressão única, onde a declividade é a média das declividades dos trechos sucessivos da curva. Uma heterogeneidade é colocada em evidência por uma quebra visível no traçado da reta (trecho de reta por uma anomalia momentânea, uma nova mudança das condições de medida das precipitações fazendo aparecer uma nova semi-reta tendendo seguir até a época atual ).

As implantações atuais sendo bem conhecidas, verificações sendo feitas no material de medida, é possível de se conhecer e de se decidir o período que teria um erro sistemático, e de se corrigir as observações em causa a partir da relação das declividades. Se as condições de medida são bem satisfeitas nos anos atuais, a correção deve ser feita no período anterior.

Este método foi aplicado as diferentes estações de São Nicolau.

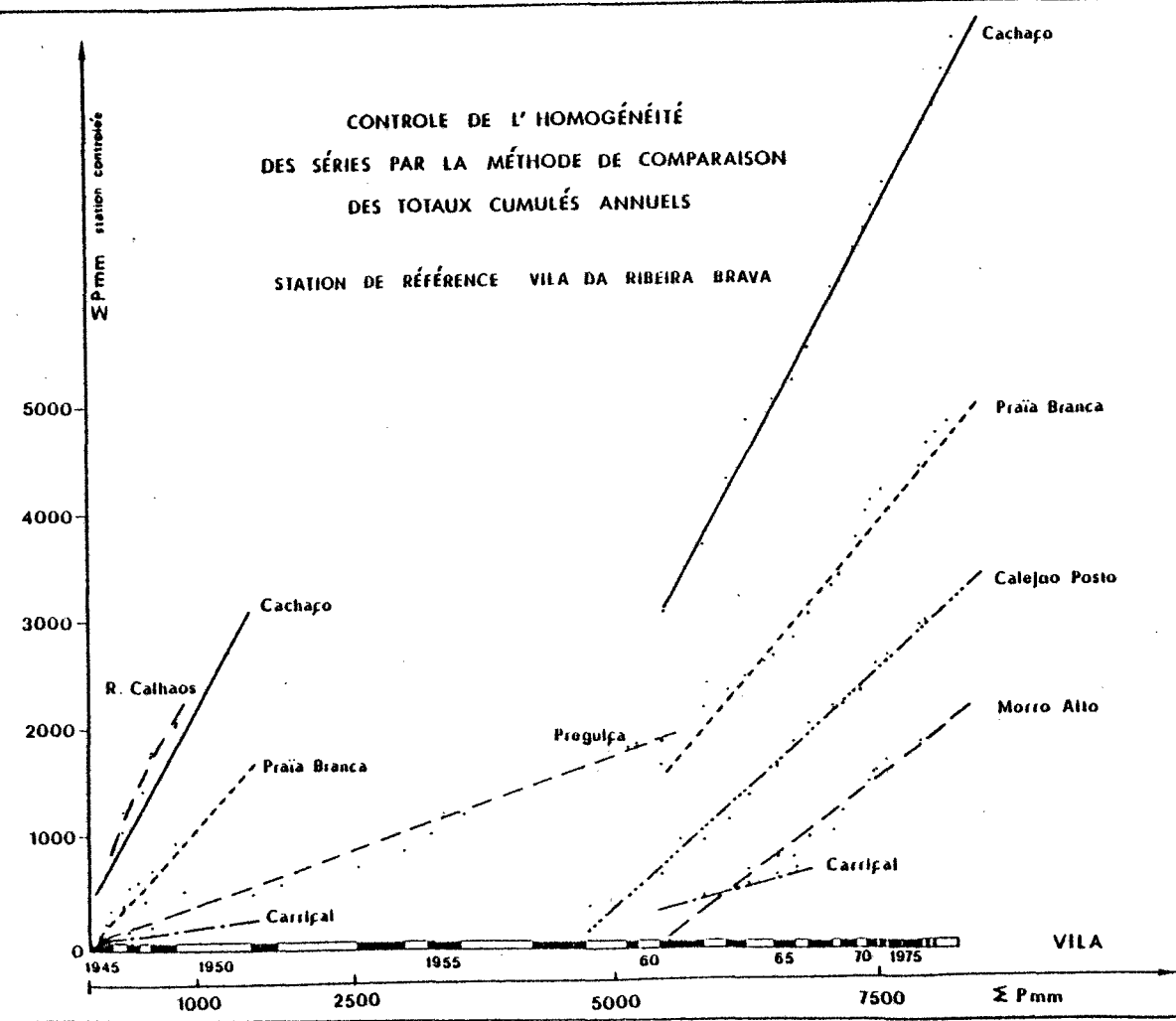
A figura 3 apresenta as retas de comparação estabelecidas. Na abscissa figura também os anos das alturas pluviométricas acumuladas em Vila.

Fora as flutuações locais ou acidentais, não foi notado no exame das retas, quebras determinantes.

Podemos pensar então, que nós nos encontramos em presença de séries homogêneas, e a sequência do estudo, será baseada na exploração dos dados brutos existentes.

O.R.S.T.O.M. Service Hydrologique

date des



## 2.2 Reconstituição de séries cronológicas homogêneas de alturas de precipitação anuais

A extensão dos dados existentes, que devem ser homogêneos e da mesma dimensão que os dados de altura média anual de precipitações em Vila de Ribeira Brava, supõe que existe uma ligação entre as precipitações ocorridas em Vila, e aquelas que ocorreram ao mesmo tempo, nas outras estações da Ilha.

Uma certa ligação, suposta simples, se traduz pelo ajustamento linear de uma função afim ( $Y = aX + b$ ) obtida a partir dos pares de valores  $x, y$  do período comum de observações nos postos considerados.

A determinação dos parâmetros de reta de regressão é completada com o cálculo do coeficiente de correlação, que mostra o grau de precisão ou a intensidade de ligação entre as duas variáveis. Um valor significativo deste coeficiente nos permite de estender a série curta ( $p$  pares de variáveis  $x, y$ ) e de obter para uma estação  $y$ , uma série com  $n$  valores ( $n$  variáveis  $x$ ).

### 2.2.1 Correlações das séries de dados brutos

Os cálculos chegaram aos seguintes resultados, onde são mencionados : a equação da reta de regressão, o coeficiente de determinação  $N^2$  e o coeficiente de correlação linear  $N$ .

- Regressão Vila (A) - Preguiça (B) sobre  $p = 19$  anos

$$P_b = 0,257 P_a + 28,7$$

com  $N^2 = 0,661$  e  $N = 0,813$

66 % da variância é explicada pela correlação

A ligação não é muito boa. O verdadeiro coeficiente de correlação tem 95 % de probabilidade de ser encontrado entre 0,57 e 0,92.

- Regressão Vila (A) - Morro Alto (E) com  $p = 16$  anos

$$P_e = 0,54 P_a + 41,7$$

com  $N^2 = 0,528$  e  $N = 0,727$

47 % da variância não é explicada pela correlação

O verdadeiro valor de  $N$  tem 95 % de probabilidade de ser encontrado entre 0,34 e 0,90.

- Regressão Vila (A) - Praia Branca (G) com  $p = 24$  anos

$$P_g = 0,901 P_a + 47,3$$

com  $N^2 = 0,785$  e  $N = 0,886$

- Regressão Vila (A) - Galejão Posto (K) com  $p = 21$  anos

$$P_k = 0,738 P_a + 27,7$$

com  $N^2 = 0,883$  e  $N = 0,94$

Menos de 12 % da variância não é explicada pela correlação

.../...



N tem 95 % de probabilidade de ter um verdadeiro valor compreendido entre 0,86 e 0,975.

- Regressão Vila (A) - Cachaço (M) com p = 25 anos

$P_m = 0,594 P_a + 209$   
com  $N^2 = 0,314$  e  $N = 0,561$   
somente 31 % da variância é explicada pela correlação  
esta ligação é péssima.

- Regressão Vila (A) - Cabeçalinho (N) com p = 14 anos  
Foram suprimidos os anos 64 e 75 incompletos

$P_n = 1,737 P_a - 19,2$   
 $N^2 = 0,855$      $N^2 = 0,925$   
O verdadeiro valor tem 95 % de probabilidade de ser encontrado entre 0,780 e 0,977  
esta ligação é muito boa.

## 2.2.2 Correlação entre Vila e as outras estações somente com os anos de séries completas

A mesma operação foi repetida, se considerando somente os anos sem lacunas de observação.

Vila (A) - Preguiça (B) - 16 anos  
 $P_b = 0,24 P_a + 34,3$      $N^2 = 0,602$      $N = 0,776$

Vila (A) - Morro Alto (E) - 12 anos  
 $P_e = 0,642 P_a + 28,1$      $N^2 = 0,516$      $N = 0,719$

Vila (A) - Praia Branca (G) - 19 anos  
 $P_g = 0,975 P_a + 31$      $N^2 = 0,816$      $N = 0,903$

Vila (A) - Carriçal (J) - 10 anos  
 $P_j = 0,465 P_a - 30,2$      $N^2 = 0,438$      $N = 0,662$

Vila (A) - Calejão Posto (K) - 18 anos  
 $P_k = 0,707 P_a + 37,7$      $N^2 = 0,855$      $N = 0,925$

Vila (A) - Calejão Campo (L) - 12 anos  
 $P_l = 0,514 P_a + 25,3$      $N^2 = 0,811$      $N = 0,900$

Vila (A) - Cachaço (M) - 18 anos  
 $P_m = 1,276 P_a + 124$      $N^2 = 0,604$      $N = 0,777$

Vila (A) - Cabeçalinho (N) - 11 anos  
 $P_n = 1,785 P_a - 25,5$      $N^2 = 0,817$      $N = 0,904$

Vila (A) - Ribeira dos Calhaos (C) - 6 anos  
 $P_c = 0,773 P_a + 277$      $N^2 = 0,523$      $N = 0,723$

Vila (A) - Tarrafal (D) - 6 anos  
 $P_d = 0,282 P_a + 3,8$      $N^2 = 0,778$      $N = 0,882$

Vila (A) - Morro Bras (F) - 6 anos  
 $P_f = 0,463 P_a + 40,6$      $N^2 = 0,895$      $N = 0,946$

.../...

Vila (A) - Hortelão (H) - 5 anos  
 $Ph = 0,985 Pa + 44,1 N^2 = 0,666 N = 0,816$

Vila (A) - Estância Bras (I) - 7 anos  
 $Pi = 0,901 Pa + 57 N^2 = 0,944 N = 0,972$

A consideração das séries menores, onde não aparecem os anos incompletos, não trazem uma melhoria da qualidade das regressões.

A ligação é sempre melhor com as séries completas, com excessão do posto Praia Branca onde e passa de 0,886 para 0,903, que não é um ganho muito significativo.

Para as séries curtas de 5, 6 e 7 anos, onde o cálculo da correlação foi mostrado no fim da relação, tem se que ter uma reserva quanto a confiança que devemos dar as regressões, mesmo para Morro Bras onde o coeficiente de correlação é bom e Estância Bras onde ele é muito bom.

Os gráficos da figura 4 ilustram as principais correlações estudadas, e permitem de mostrar o traçado e compara los.

Se as retas de regressão encontradas para preguiça, Praia Branca, Calejão Posto e Calejão Campo parecem significativas, não se pode dizer o mesmo para a estação de Cabeçalinho, pois as mais fortes precipitações na série comum com Vila são da ordem de 200 mm. A série completa de Vila tem valores maiores de 700 mm. A reconstituição da série de Cabeçalinho precisa de extrapolações muito grandes da curva de regressão, onde a linearidade conduzirá a valores máximos pouco prováveis, da ordem de 1300 mm.

No mais, a quantidade de dados reconstituídos não devem ser maiores que a relação da série observada. Este enfoque nos faz abandonar a extensão de dados em Estância Bras.

Finalmente, a reconstituição dos dados faltantes foi a partir de Vila para as seguintes estações :

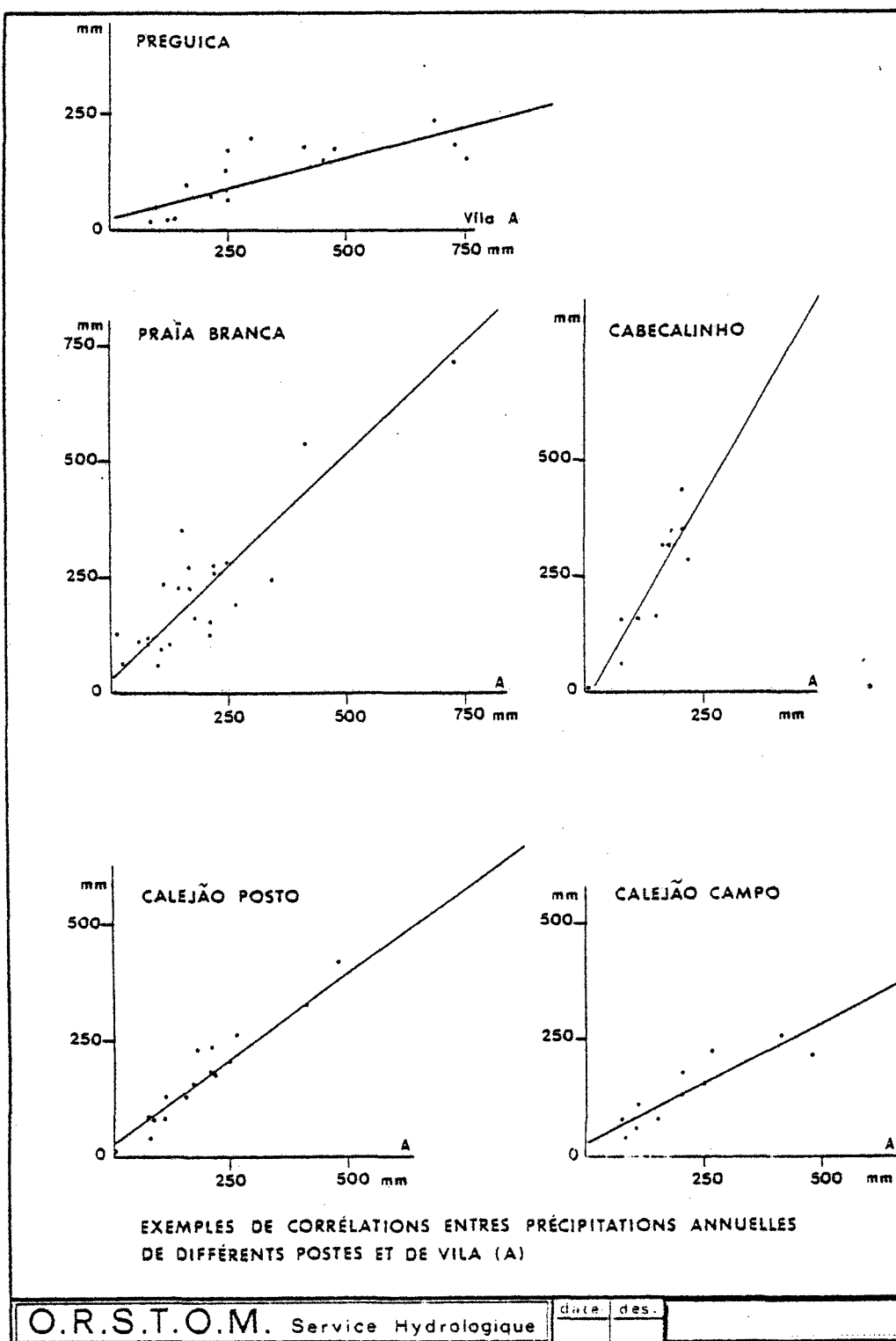
- Preguiça (a regressão não foi utilizada para valores fracos)
- Praia Branca
- Calejão Posto
- Calejão Campo

As observações de 1941, 1942 e 1943 em Praia Branca foram utilizadas para recostituir esses mesmos anos a Vila, e se ter uma série completa de 5 estações com 39 valores anuais de alturas de precipitação (1941-1979). Esses valores serão utilizados no estudo de frequência, e estão indicados no quadro que segue.

### 2.3 Comparação entre as médias parciais nas estações em estudo

O estudo de correlações chegou somente a uma extensão de dados em algumas estações mal repartidas, na Ilha de São Nicolau.

.../...



Quadro 3

ALTURAS ANUAIS DE PRECIPITAÇÕES EM 5 ESTAÇÕES DE SÃO NICOLAU  
(VALORES OBSERVAÇÕES E RECONSTITUÍDOS NO PERÍODO 1941-1979)

ANO	A VILA R.B.	B PREGUICA	G PRAIA BRANCA	K CALEJÃO POSTO	L CALEJÃO CAMPO
1940					
41	(391.8)	115.4	413.0	(316.8)	(226.7)
42	(339)	87.0	361.5	(277.9)	(199.5)
43	(314.9)	207.4	533.0	(407.7)	(290)
44	162.6	95.4	267.0	(147.7)	(108.9)
45	214.5	70.6	275.5	(186)	(135.6)
46	138.3	28.0	226.5	(129.8)	(96.4)
47	96.9	45.2	60.8	(99.2)	(75.2)
48	121.5	24.6	104.1	(117.4)	(87.8)
49	238.9	126.8	278.6	(204)	(148.2)
1950	726.3	179.2	712.3	(563.7)	(398.7)
51	248.2	86.6	(272.9)	(210.9)	(152.9)
52	753.8	150.5	(765.6)	(584)	(412.9)
53	454.6	148.0	(474.0)	(363.2)	(259)
54	246.4	167.7	(271.1)	(209.5)	(152)
55	297.3	190.3	(320.7)	(247.1)	(178.2)
56	683.7	234.1	(697.3)	(332.3)	(376.3)
57	411.6	177.7	(432.1)	(331.5)	(236.9)
58	477.7	173.2	(496.5)	320.1	213.3
59	86.4	13.7	(115.2)	80.5	37.0
1960	243.9	59.3	(268.7)	203.4	154.2
61	410.2	(134.0)	531.3	327.7	253.5
62	202.9	(80.8)	125.3	186.2	124.9
63	202.8	(80.8)	149.8	237.2	174.2
64	251.5	(95.8)	189.0	263.4	221.9
65	176.0	(73.9)	158.0	229.4	(115.8)
66	165.0	(71.0)	225.0	160.2	(110.2)
67	217.5	(84.5)	254.0	171.7	(137.2)
68	75.0	(48.0)	103.0	40.1	(63.9)
69	149.0	(66.9)	349.0	129.4	76.7
1970	108.1	(56.5)	234.0	131.0	108.7
71	76.2	(48.3)	112.5	85.1	73.5
72	2.0	(0)	0	8.4	4.9
73	107.0	(56.2)	95.5	77.1	55.9
74	12	(0)	130.5	3.8	8.2
75	338.4	115.5	242.0	260.3	263.0
76	20.2	3.0	62.9	14.0	18.5
77	61.2	30.0	110.6	(72.9)	31.5
78	144.9	(65.0)	(177.9)	169.3	(99.8)
79	126.2	(60.0)	(161)	142.3	(90.2)
m	248.8	91.1	275.8	211.3	154.2
s	190.1	60.3	187.6	142.4	101.6

Uma aproximação da distribuição espacial das precipitações anuais, supõe que se possa estimar os valores médios homogêneos para toda Ilha. Comparando as médias parciais dos diferentes postos nos diferentes períodos, procurou-se empiricamente :

- Verificar se a relação entre as médias parciais de uma mesma estação e para dois períodos determinados, é próxima da mesma relação para as outras estações, e em particular Vila. Isto constitui um primeiro índice de uma evolução no tempo, da chuva comparável a estação de Vila com todas da Ilha.
- Verificar que as relações de médias parciais de uma estação em comparação as médias parciais da estação de Vila são vizinhas nos períodos diferentes, que nos reafirma o estudo de regressões, e em particular, são vizinhas da relação encontrada em todo o período comum a estação de Vila.

Se essas duas considerações são verdadeiras para um certo número de estações, se terá uma forte probabilidade, para que ela seja verdadeira também, para as outras estações que tem uma série de observações única e curta. Então, será possível de se deduzir uma estimação da pluviometria média anual, a partir da média global de Vila, obtida em 39 anos.

Os cálculos mostram :

- 1) que a relação das médias calculadas nos períodos 1945-1950-1962 variam de 1,74 a 2,00, com 1,88 para Vila (4 estações).  
nos períodos 1945-1950 e 1961-1965, ela varia de 1,00 a 1,20, para 4 estações, incluídas Cachaço e Carriçal.
- 2) que as relações entre as precipitações médias calculadas para os diferentes períodos e as correspondentes de Vila São : 0,31 e 0,35 para Preguiça 0,80, 0,63 e 0,83 para Morro Alto - 1,08, 1,17, 0,92 e 1,17 para Praia Branca - 0,35, 0,30 e 0,32 para Carriçal - 0,85 e 0,90 para Calejão Posto - 1,99, 1,88, 1,71 e 2,04 para Cachaço - 1,41, 1,83 e, 1,57 para Cabeçalinho. (As diferentes relações são indicadas em ordem cronológica, e o último valor corresponde ao período comum com Vila).

Isto indica que a ligação Estação Vila, não varia no tempo de uma maneira muito significativa, e confirma a linearidade das regressões estudadas anteriormente (1).

(1) É conveniente de salientar que esta aproximação de médias parciais, não traz nenhum complemento de informação ao estudo de correlação, mas somente uma simplificação empírica, menos rigorosa, baseada na escolha de um coeficiente  $k$  de funções lineares  $Y = kX$ , e se encontra a declividade das retas de comparação de método de Dupla Acumulação, visto em 2.2.1.

A estimação da média interanual (39 anos) para as estações observadas no período 1945-1950, a partir da relação correspondente com Vila (Ribeira de Calhaos : 1,85 Tarrafal : 0,30 Morro Bras : 0,62 Hortelão : 1,1 - média ponderada entre 1,26 e 0,82 Estância Bras : 1,12), chega a resultados bem coerentes.

#### 2.4 Estimação da Altura Interanual de Precipitações recebidas nas diferentes estações de São Nicolau (39 anos)

Com o objetivo de comparar os resultados dos diferentes cálculos efetuados foi indicado no quadro que segue, os valores da altura interanual de precipitações :

- para a equação da reta de regressão
- para a média das eventuais séries reconstituídas
- para aplicação dos coeficientes k, indicados a média de Vila

Pode-se notar uma pequena divergência dos resultados.

A última coluna indica o valor arredondado da média interanual que será utilizada.

ESTACÃO	$P = aPVILA + b$	$\sum_{i=1}^{39} P_i$	k	$P = kPVILA$	P média : valor arredondado
A VILA da RIBEIRA BRAVA	248.8	248.8	1	248.8	250
B PREGUICA	92.6	91.1	0,35	87.1	90
C RIBEIRA dos CALHAOS	469.3	-	1,85	460.3	460
D TARRAFAL	74.0	-	0,30	74.6	75
E MORRO ALTO	176	-	0,80	199.0	200
F MORRO BRAZ	155.8	-	0.62	154.3	155
G PRAIA BRANCA	273.6	275.8	1.10	273.7	275
H HORTELÃO	(289.2)	-	1.1	274	275
I ESTANCIA BRAZ	281.2	-	1.12	278.7	280
J CARRICAL	85.5	-	0.32	79.6	80
K CALEJÃO POSTO	211.3	211.3	0.9	223.9	225
L CALEJÃO CAMPO	153.2	154.2	0.66	164.2	165
M CACHACO	442	-	2.0	497.6	500
N CABECALINHO	413	-	1.6	398.1	400

.../...

## 2.5 Distribuição Espacial das Precipitações Médias Anuais em São Nicolau

### 2.5.1 Carta das Isoietas Interanuais

A partir dos valores de alturas de precipitação médias anuais, de 14 estações de Ilha de São Nicolau, um esboço de curvas de mesma pluviometria (linhas de igual altura de chuvas) foi feito.

Ela é apresentada na carta figura 5. Esta carta nos leva a fazer alguns comentários :

A heterogeneidade espacial da repartição de chuvas em São Nicolau, constitui um fato evidente, tanto para os habitantes da Ilha, quanto para os viajantes, pela paisagem contrastante.

A parte mais úmida da Ilha está localizada na região Norte do maciço do Monte Gordo (1312 m), e suas articulações entre Praia Branca e Vila da Ribeira Brava. É a região da Ilha onde o relêvo é mais ondulado e as altitudes mais elevadas. As precipitações aumentam com a altitude, e isso permitiu de se apoiar o desenho das isoietas com o do relêvo.

Acima da isoietas 500 mm, tem-se uma falta de informação, mas é mais que provável que as alturas do Monte Gordo recebam em média mais do que 600 mm por ano. As partes meridionais da Ilha recebem uma precipitação muito fraca, tanto na parte Sudoeste (Barril, Tarrafal), quanto nas costas do Sul (Preguiça, Carriçal) da parte Oriental da Ilha.

De Barril a Castilhiano, a altura de precipitações interanuais é inferior à 100 mm.

A parte oriental da Ilha, a Leste de uma linha Vila-Preguiça, é pouco molhada, não somente sobre as costas do Sul, como também nas do Norte. De Morro Bras a Castilhiano, passa-se de uma pluviometria interanual de 150 mm, a somente 100 mm.

De Morro Bras a Vila, tem-se um ganho de precipitação, difícil a precisar nas regiões intermediárias (Mt. Bissau : 614 m) pois faltam informações. O desenho das isoietas fica em consequência impreciso e até um pouco otimista, quando apresenta a essas regiões uma pluviometria superior a 200 mm.

Os relêvos da parte Oriental da Ilha, são modestos e não provocam perturbações. A estação de Morro Alto, tem as precipitações mais abundantes que sobre o litoral Norte, e é provável que a altura de precipitação interanual seja superior a 200 mm, nesse conjunto de relêvos. No maciço da Grande Caldeira (706 m), entre Juncalinho e Carriçal, as precipitações interanuais poderiam chegar a 250 mm.

.../...





Finalmente, as bacias do Sudeste do Monto Gordo, beneficiam em altitude, de precipitações relativamente abundantes, seguidas das perturbações do Norte, quando passam a linha de cumeada. A isoleta 300 mm se situaria, a grosso modo, na altura de 800 m, e a altura de 600 m ela já seria de menos de 200 mm de precipitações interanuais.

O dorso montanhoso de Chão Benito, que separa Tarrafal de Preguiça, e se acaba em pleno Sul, na Punta de Vermelha, tem por outro lado uma fraca pluviosidade.

Um esboço como este não pode reproduzir exactamente a repartição das precipitações interanuais na Ilha de São Nicolau, mas ele dá uma boa imagem, no estado actual de observações, para permitir uma estimação do volume em água meteórica, em ano médio, nas diferentes regiões da Ilha.

### 2.5.2 Volume das precipitações em ano médio

A determinação da altura de precipitação média anual, recebida pela Ilha de São Nicolau, foi obtida por planimetragem das áreas compreendidas entre as isoietas.

A Ilha (343 km<sup>2</sup>) recebe em média 205 mm por ano, ou seja um volume de 70 milhões de m<sup>3</sup>.

Um quarto da Ilha recebe menos de 110 mm (média de 90 mm) ; e o outro quarto recebe mais de 250 mm (média de 340 mm).

## 2.6 Estudo da Frequência de Precipitações Anuais

### 2.6.1 Generalidades

Um estudo de frequências, consiste a estimar o período de retorno ou, a frequência de aparição de certas alturas de precipitação anuais, para cada estação, a partir da série de observações e ajustamento de uma lei de distribuição estatística.

As séries disponíveis, são julgadas mais representativas, quando dispõem de um grande número de anos de observação, tendendo a uma série infinita de dados. Um estudo estatístico não pode ser feito para estações com menos de 10 anos de observações como : Tarrafal, Carriçal, Estância Bras, Hortelão...

As alturas anuais foram classificadas em ordem, e suas frequências experimentais calculadas pela expressão

$$F = \frac{r - \frac{1}{2}}{N} \quad \text{onde } r \text{ é o número}$$

de ordem e N o número total de valores da série.

.../...

Um primeiro exame dos valores de precipitação anuais em São Nicolau, mostra uma irregularidade interanual que convém utilizar diferentes tipos de leis de distribuição, e se considerar as eventuais precipitações anuais nulas.

A utilização do cálculo automático, permitiu de se considerar e comparar o ajustamento de nove leis de distribuição, pelo método de Máximo de Semelhança, tendo os parâmetros de escala, a priori, positivos.

As distribuições significativas são :

- Lei de Laplace-Gauss ou Lei Normal
- Lei de Gumbel ou Dupla Exponencial
- Lei de Galton ou Gausso-Logarítmica
- Lei de Pearson III ou Gama Incompleta em  $x$
- Lei de Pearson V ou Gama incompleta em  $1/x$
- Lei de Goodrich ou Exponencial Generalizada
- Lei de Frechet
- Lei WRC-USA ou Gama de 1ª espécie
- Lei de Fuites

Comparar estas diversas distribuições, consiste procurar o melhor ajustamento, seja gráfico pelo traçado das diferentes curvas em diagrama Gausso-Logarítmico, com os valores experimentais, ou seja pelo cálculo de testes ( $K_2$ ) indicando a probabilidade de adequação da Lei.

Com exceção da Lei de Gauss, Normal, representada graficamente por uma reta, reta de Henry, o cálculo dos parâmetros das outras leis, conduz a distribuições hiper-normais, onde as curvas tem sua concavidade voltada em direção do eixo das precipitações.

## 2.6.2 Os Resultados

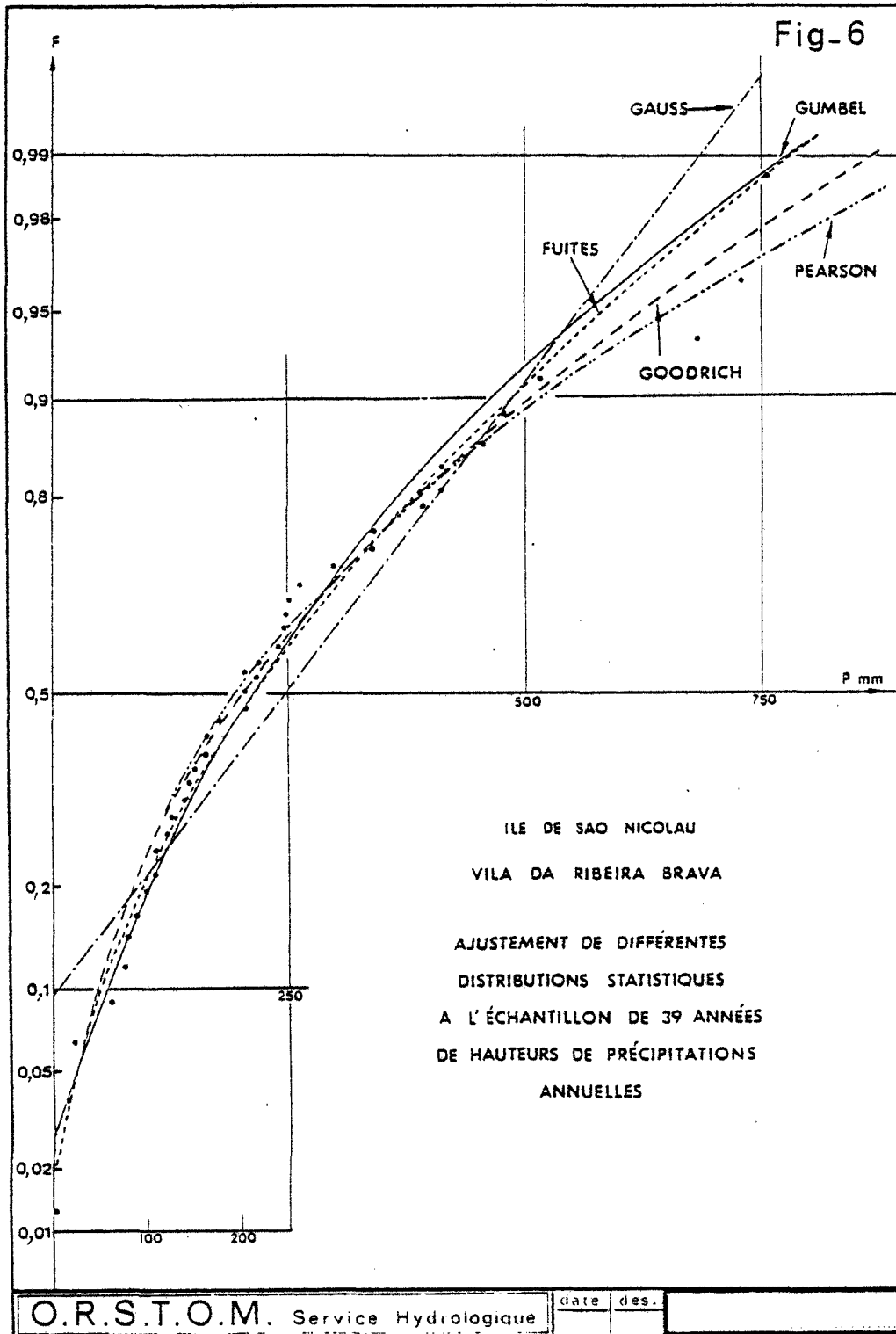
Os cálculos foram efetuados nas séries das seguintes estações :

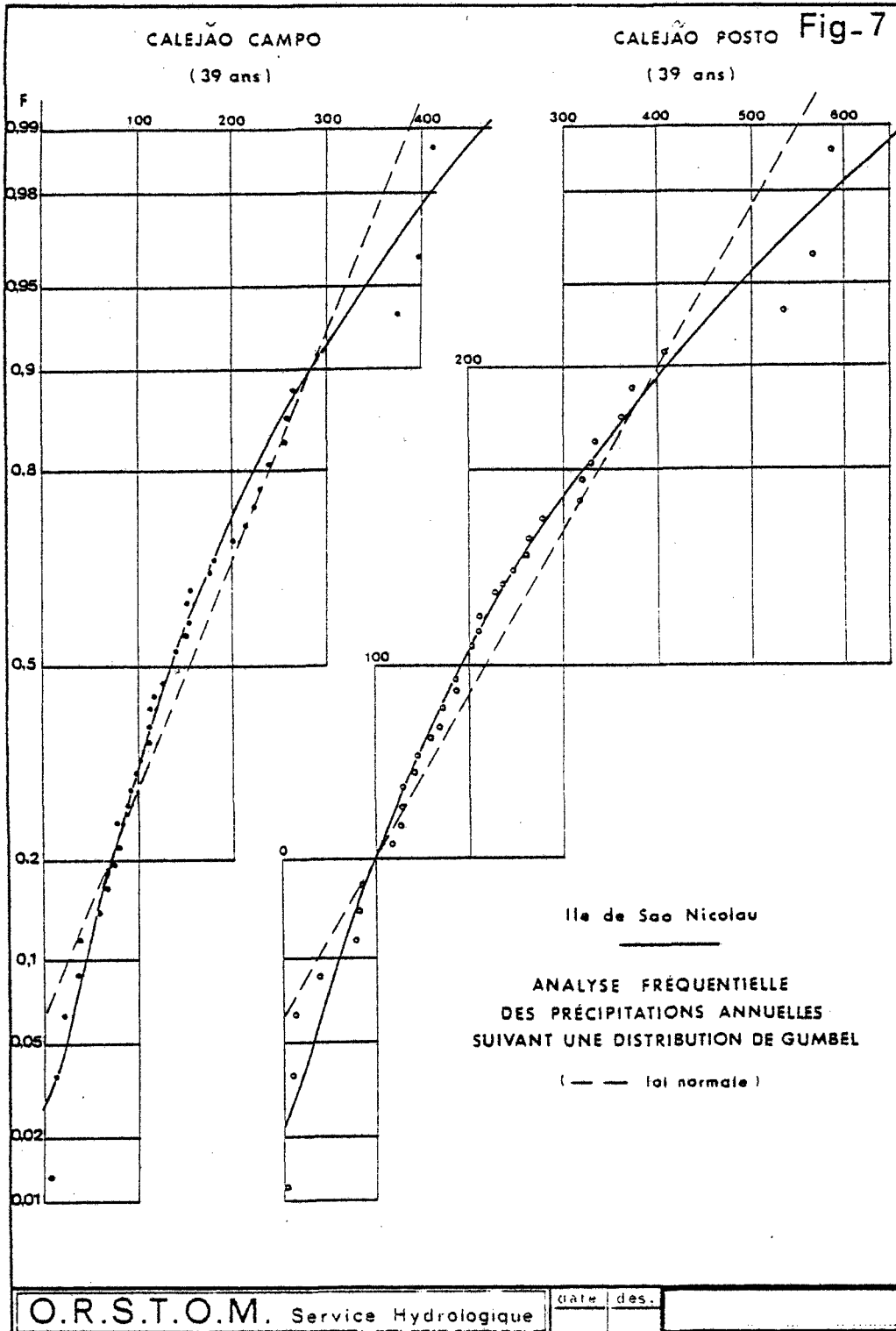
- Vila da Ribeira Brava
- Praia Branca
- Preguiça
- Calejão Posto
- Calejão Campo
- Cachaço
- Morro Alto

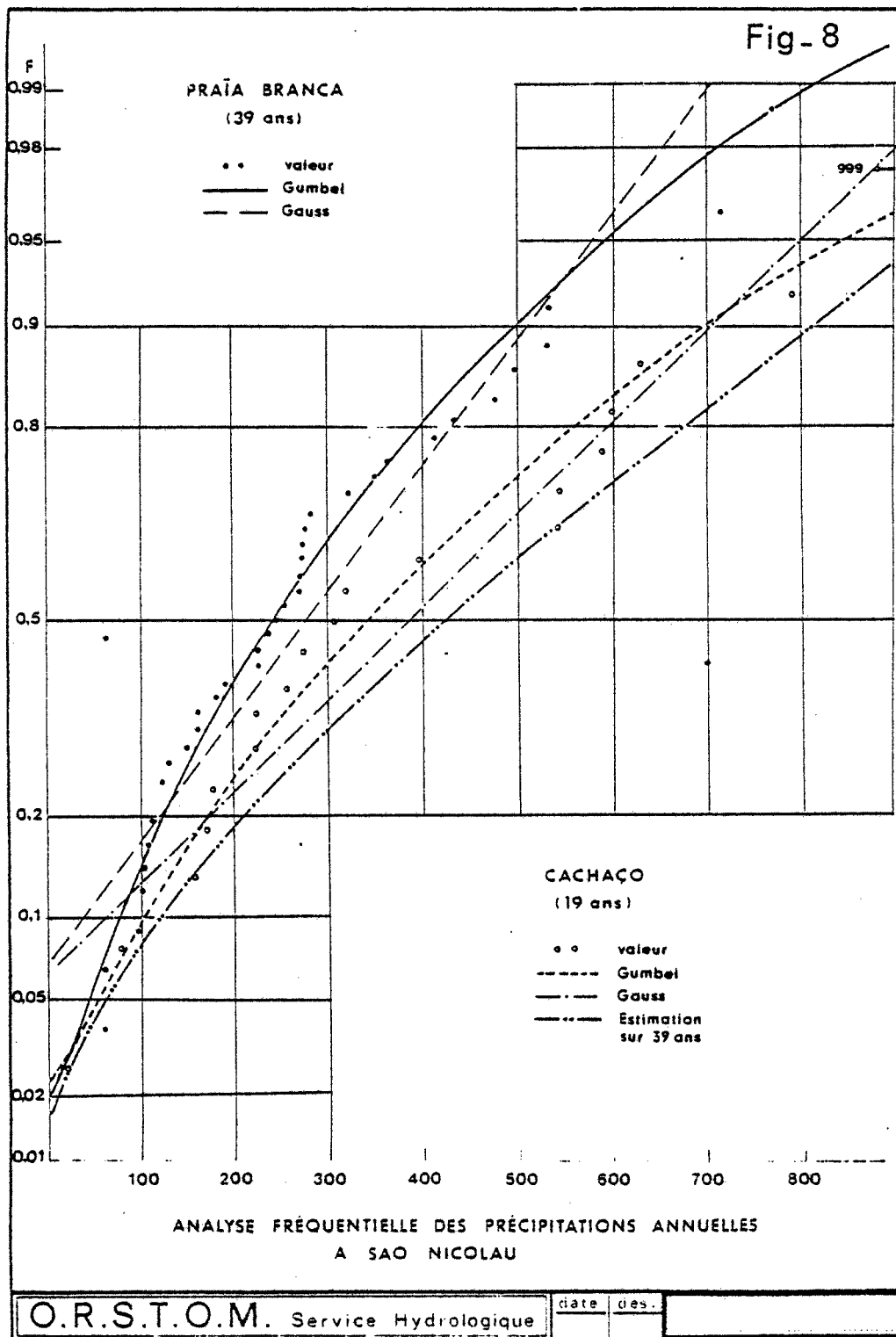
Para as cinco primeiras estações, foram consideradas as séries reconstituídas de 39 anos (2.2), depois de se ter verificado que não se teria muita distorção com a amostragem natural, de tamanho mais reduzido (1)\*.

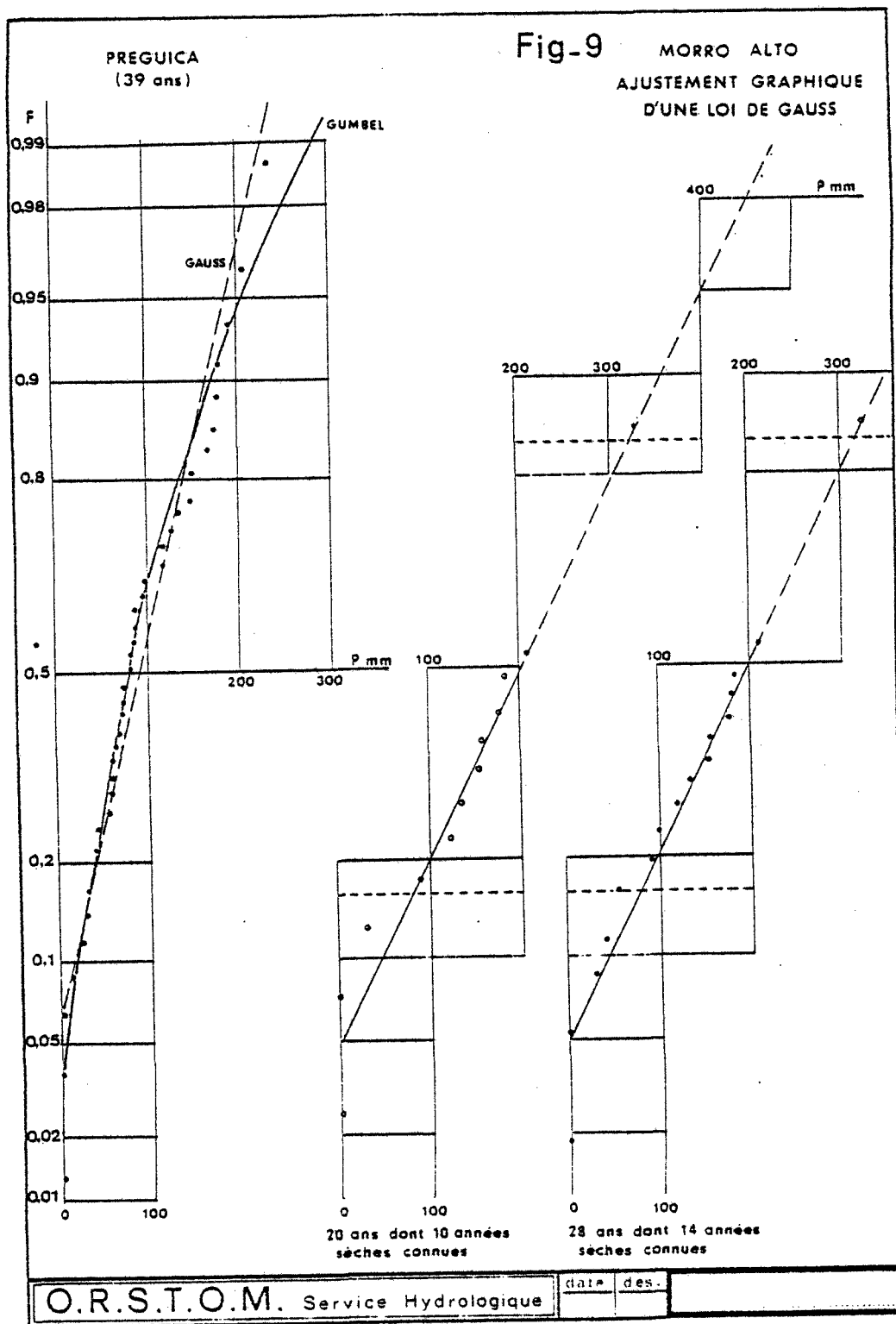
Os resultados dos ajustamentos das nove distribuições, mostraram que um certo número de leis devem ser abandonadas, pois conduzem a resultados aberrantes.

.../...









Para as outras, o teste de adequação permite de se estabelecer uma hierarquia.

No quadro seguinte, são indicadas as três melhores Leis para cada série de dados, com a sua porcentagem de probabilidade.

(1) A análise de frequência feita nas séries naturais das 5 estações, mostrou alturas de precipitações mais fracas do que a análise das séries de 39 anos, para os mesmos períodos de retorno. Isto é dado ao caráter deficitário do período de observação.

ESTACÃO	1	2	3
VILA (39 anos)	FUITES 64,4%	GUMBEL 53,7%	GOODRICH 47 %:
PRAIA BRANCA (39 anos)	GUMBEL 52,4%	FUITES 48,6%	GOODRICH 7 %:
PREGUICA (39 anos)	GUMBEL 70,7%	FUITES 50,4%	GAUSS 129%:
CALEJAO POSTO (39 anos)	GUMBEL 93,1%	FUITES 72,3%	GOODRICH 125%:
CALEJAO CAMPO (39 anos)	GUMBEL 96,1%	FUITES 95,4%	GOODRICH 674%:
CACHACO (19 anos)	FUITES 85,4%	PEARSONV84,7%	GALTON 84,8%:
			GUMBEL 826%:
MORRO ALTO (12 anos)	GAUSS 51,4%	GUMBEL 29 %	FUITES 136%:

#### Quadro 5

Para todas as estações, uma distribuição seguindo a Lei de Gumbel ou a Lei de Fuites, são sempre admitidas. Uma única Lei foi escolhida, para a Ilha de São Nicolau, e todos os resultados considerados, correspondem a distribuição de Gumbel.

A função de frequência da Lei de Gumbel, ou Duplamente Exponencial é :

$$F(x) = e^{-e^{\frac{x - x_0}{s}}}$$

onde :

F(x) é a frequência de não ultrapassagem  
e exponencial  
x variável  
x<sub>0</sub> parâmetro de posição ou moda  
s parâmetro de escala

O quadro seguinte, depois de mostrar as precipitações interanuais estimadas no parágrafo 2.4, da as características da distribuição de Gumbel :

.../...

Quadro N°6

RESULTADOS DO ESTUDO FREQUENCIAL DAS PRECIPITAÇÕES  
ANUAIS EM 7 ESTAÇÕES DA ILHA DE SÃO NICOLAU

Estação (N anos)	P mm média	Lei de Gumbel			Alturas de precipitação (mm) para frequências de não ultrapassagem											
		Parametros			0,01	0,02	0,05	0,10	0,2	0,5	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99	
		Escala Posição														
		Média et $C_v$	s	$P_0$	Anos secos				Períodos de retorno Mediana			Anos úmidos				
					100 anos	50anos	20 anos	10 anos	5 anos	2anos	5 anos	10anos	20anos	50anos	100anos	
VILA (39)	250	243,5 0,704	133,6	166,4	0	0	19,9	55	103	215	367	467	563	687	781	
PRAIA BRANCA (39)	275	271,5 0,640	135,4	193,4	0	0,7	44,8	80,4	129	243	396	498	596	722	816	
PREGUICA (39)	90	91,3 0,687	48,9	63,1	0	0,1	9,5	22,3	39,8	81	136	173	209	254	288	
GALEJÃO POSTO (39)	225	219,2 0,658	112,4	154,3	0	1,0	31,0	60,6	101	195	322	407	488	593	671	
GALEJÃO CAHO (39)	165	152,3 0,663	78,8	106,9	0	0	20,4	41,2	69,4	136	225	284	341	414	469	
(CACHAÇO) (19) Estimuação em 39anos	500	379,4 0,662	195,8	266,4	0	(0)	51,7	103	173	338	560	707	848	1030	1167	
					0	10	60	120	210	425	680	810	930	1130	1270	
(IDRHO ALTO) (12)	200	Lei de GAUSS 200 0,60	120	200	0	0	5	45	100	200	300	350	395	440	475	



- média e o coeficiente de variação, permitindo determinar o desvio padrão :  $= C_v \times X$
- parâmetro de escala  $s = 0,780$
- parâmetro de posição ou moda  $x_0 = x - 0,577 s$

As colunas seguintes indicam, por frequências ou períodos de retorno escolhidos em anos secos e úmidos, as alturas de precipitações anuais correspondentes.

#### Observações :

Para a estação de Cachaço, os resultados indicados devem ser considerados com uma certa reserva, tendo em conta da média de 19 anos de observações, bem inferior da que foi estimada.

A precipitação cincoentenar seca, não é provavelmente nula. A hipernormalidade da Lei não permite de se fazer uma correção simples dos valores encontrados. Pode-se estimar uma correção de 25 % à 10 %, nos valores extremos, e deve-se chegar a resultados próximos da realidade.

Para Morro Alto, que a série de 12 anos se situa essencialmente em período seco, prefere-se não apresentar um ajustamento segundo Gumbel, corrigido como por Cachaço. Admitiu-se que a distribuição segue uma Lei Normal e em seguida que os valores inferiores a média estimada de 200 mm, tenha frequências inferiores a 0,5. Na série de 12 anos, 10 valores são inferiores a 200 mm e são supostos representar os valores secos de uma série de 20 anos. Estes valores são afetados de suas frequências secas, e traçou-se para um ajustamento gráfico a reta de Henry, onde a prolongação, da os valores de precipitações para as frequências úmidas dadas. Repetindo a mesma operação para uma série de 16 anos, incluindo os anos de 1974 a 1977, onde certas reservas foram ditas em 2.1.1, chega-se ao mesmo resultado.

As figuras seguintes mostram as curvas da distribuição de Gumbel, e os pontos experimentais ou reconstituídos.

Como exemplo, damos para a estação de Vila (fig 6) as outras curvas de distribuição, onde o ajustamento é mais ou menos satisfeito. Nota-se que as curvas são bem vizinhas na parte média, e divergente nos valores extremos. É conveniente, porém, de se ser prudente na utilização das alturas de precipitações de frequências raras. A lei de Gumbel, chamada também Lei dos Valores Extremos, que foi considerada por um problema de homogeneidade para toda a Ilha de São Nicolau, não mostra diferenças marcantes com o ajustamento da Lei de Fuites, onde temos uma melhor relação no caso de Vila.

.../...

Afim de mostrar a intensidade da dissimetria positiva das distribuições, as figuras indicam também a reta de Henry, da Lei Normal (Gauss).

No caso de Cachaço e de Morro Alto, as figuras ilustram as observações que foram feitas anteriormente.

A distribuição espacial dos primeiros resultados da análise frequencial das precipitações anuais, a São Nicolau, se ordena regionalmente no modelo da carta de isoietas interanuais.

Um esboço catográfico de alguns valores característicos é mostrado na figura 10 :

Não foi apresentada a carta de altura de precipitações médias anuais ; a relação mediana/média está entre 0,85 e 0,90, com excessão de Morro Alto que é igual a 1, dada ao fato da escolha de uma distribuição Normal, e a este coeficiente próximo, se acha o desenho das isoietas interanuais.

A distribuição geográfica das precipitações anuais de frequência decenal úmidas e secas, são objeto dos dois esboços da figura.

É conveniente precisar que estas cartas não correspondem a repartição de chuvas a São Nicolau em ano decenal seco ou úmido. O cálculo da precipitação decenal, é válido para uma estação, e a probabilidade de se observar em todas as estações, no mesmo ano, uma precipitação decenal, é muito mais fraca. Em ano seco, por exemplo, se poderá observar para uma estação, uma altura de chuva de frequência decenal, e para outra uma altura mediana, em outro ponto uma chuva normal, e próximo uma frequência quinquenal.

O exame destas cartas mostram, a grosso modo, para toda Ilha, uma pluviometria decenal úmida dez vezes mais abundante que a pluviometria decenal seca.

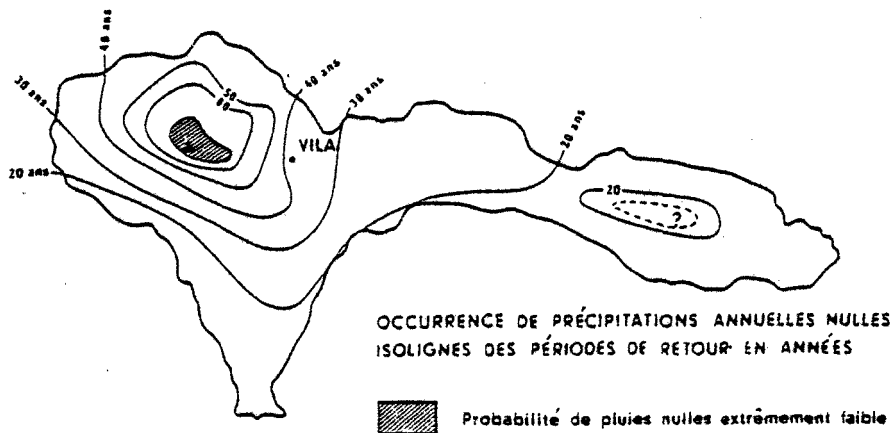
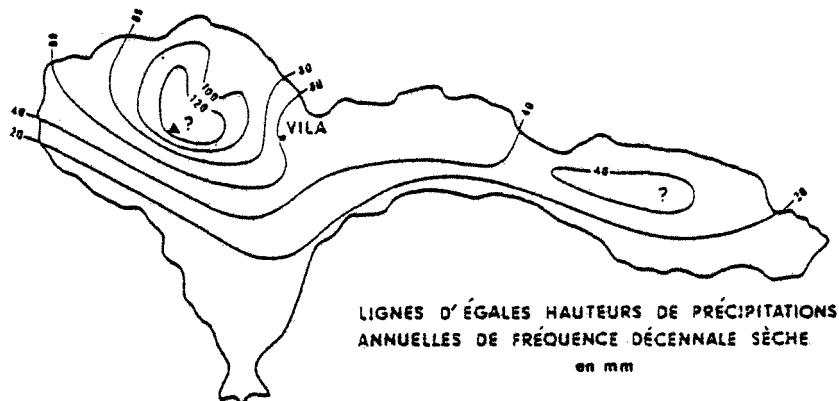
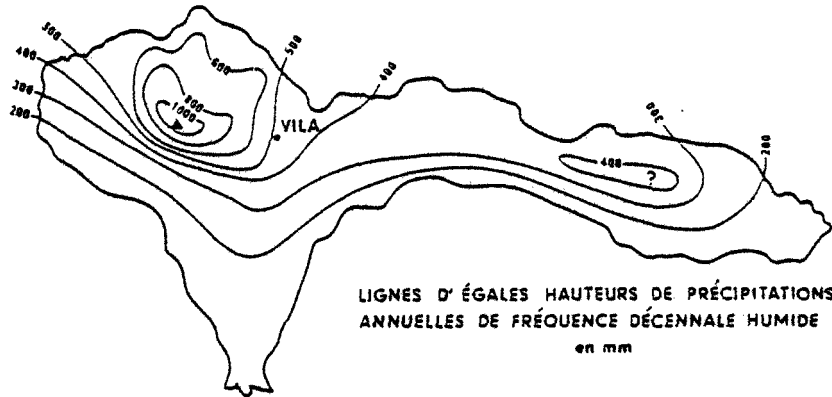
O terceiro esboço cartográfico, precisa a ocorrência de se observar as precipitações nulas, nas diferentes regiões da Ilha, segundo as curvas ajustadas a Lei de Gumbel. Curvas de igual período de retorno para  $P = 0 \text{ mm}$  foram traçadas, e mostram 20-25 anos para Preguiça e Morro Alto : 35 anos para Vila e 70 anos para Cachaço. Devem ser guardados, sobretudo, as variações relativas de uma estação a outra, pois, os períodos de retorno podem variar sensivelmente para uma mesma estação, com o uso de outras Leis, de ajustamento vizinhos.

A probabilidade de não se observar precipitações, uma vez cada 20 anos, somente na costa Sudoeste (Tarrafal) e ao Sul (Carriçal), pode ser bem otimista. Por outro lado, parece extremamente pouco provável, de não se observar a menor chuva nas alturas do Monte Gordo.

.../...

ESQUISSE CARTOGRAHIQUE DE QUELQUES RÉSULTATS DE  
L'ANALYSE FRÉQUENTIELLE DES PRÉCIPITATIONS ANNUELLES  
A SAO NICOLAU

Fig-10



## 2.7 Variação da Pluviosidade em São Nicolau

A pluviosidade de um ano, é definida pela relação altura de precipitações deste ano, e a altura de precipitações interanuais. Ela sera inferior a 1 no caso de precipitações deficitárias, e superior a 1 para as precipitações anuais excedentárias.

A altura de precipitações interanuais, sendo um parâmetro que evolui no tempo, função de novas observações, deve ser limitado a indicação das variações no tempo da pluviometria anual.

A evolução destas variações, está representada nas figuras 11 e 12 para Vila e Praia Branca (série reconstituída).

O cálculo das médias móveis, a cada 5 anos, permite uma melhor visão destas variações, notando-se que são fortes de um ano a outro.

Observa-se para Vila, depois de um período deficitário nos anos 40, uma década de precipitações abundantes de 1950 a 1960. Depois de 1960, a pluviosidade mostra um novo período de déficit, que se prolonga até os dias de hoje, onde um mínimo se situa entre 1972 e 1973. O atual período das secas que marca os 15 últimos anos, tanto em Cabo Verde como no continente Africano, é o mais longo e o mais marcado período de secas, em relação aos anteriores conhecidos na Africa (entre 1913 e 1940).

Essa persistência do período de precipitações deficitárias, conduz, aliás, a refutar no estado atual de conhecimentos, a existência de uma periodicidade determinada, dos ciclos secos e úmidos. Ela foi frequentemente estimada em 30 anos, pelos diferentes autores, mas sempre em períodos de observações muito curtos, e quase sempre localizados algumas estações somente, estavam em serviço no início do século, no continente Africano e com considerações históricas recentes muito qualitativas e subjetivas.

Estas observações não significam que não existam variações cíclicas, mas a eventual periodicidade deve ser ainda demonstrada, seja pelo complemento dos anos de observações (ao menos 60 anos), seja por um modelo geral da atmosfera, que permitirá um dia, por simulação, reproduzir estas variações (1).

Não existe sempre, um sincronismo entre os ciclos deficitários, de uma região a outra. Assim comparando-se a evolução das precipitações a Saint Louis do Senegal, situada na mesma latitude de São Nicolau, não se observa sistematicamente, variações coincidentes com a evolução das precipitações em Vila da Ribeira Brava.

- (1) M. ROCHE "Les Incidences Climatiques et Hydrologiques de la Sécheresse", em Techniques et Développement n°10 1973

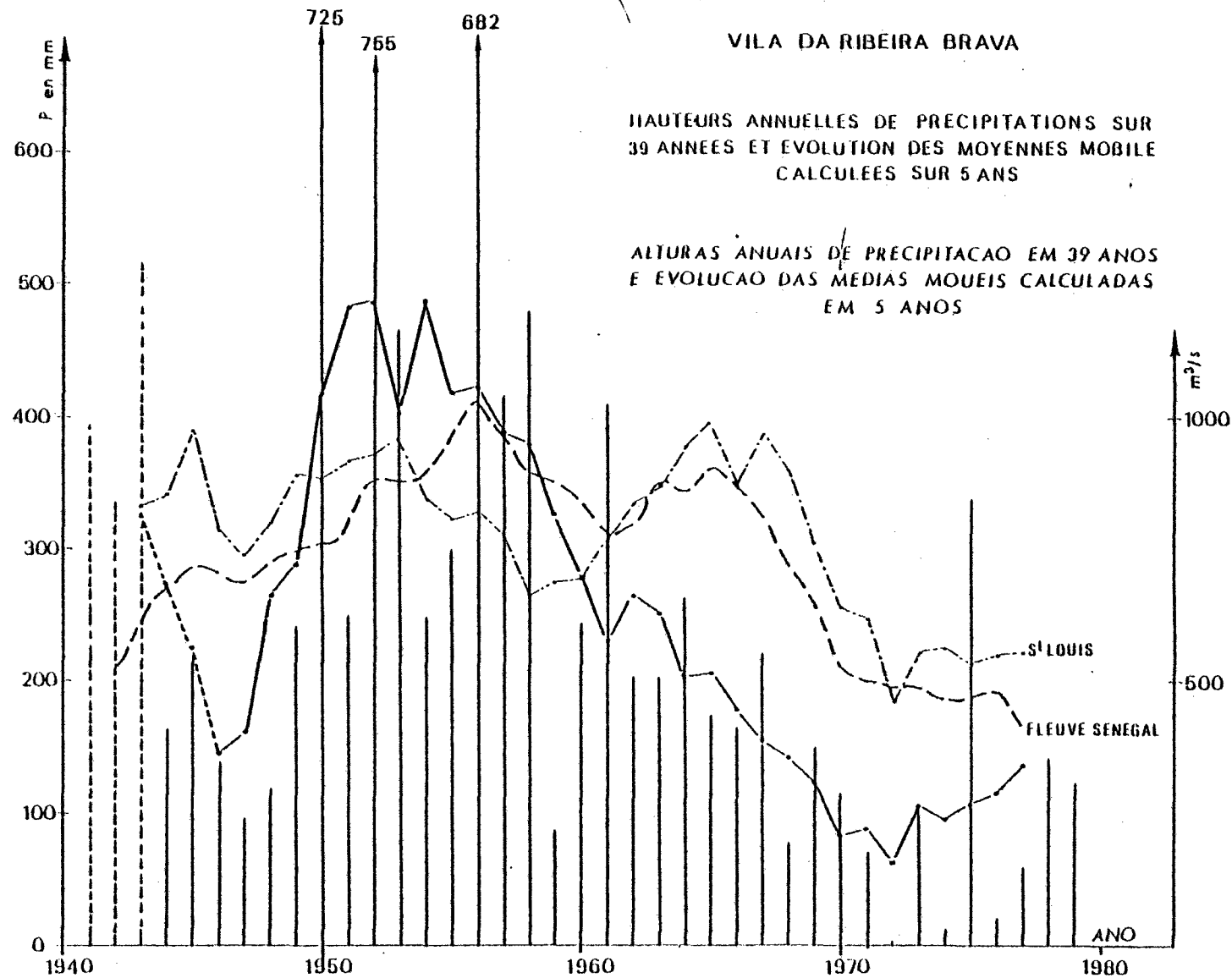


Fig - 11

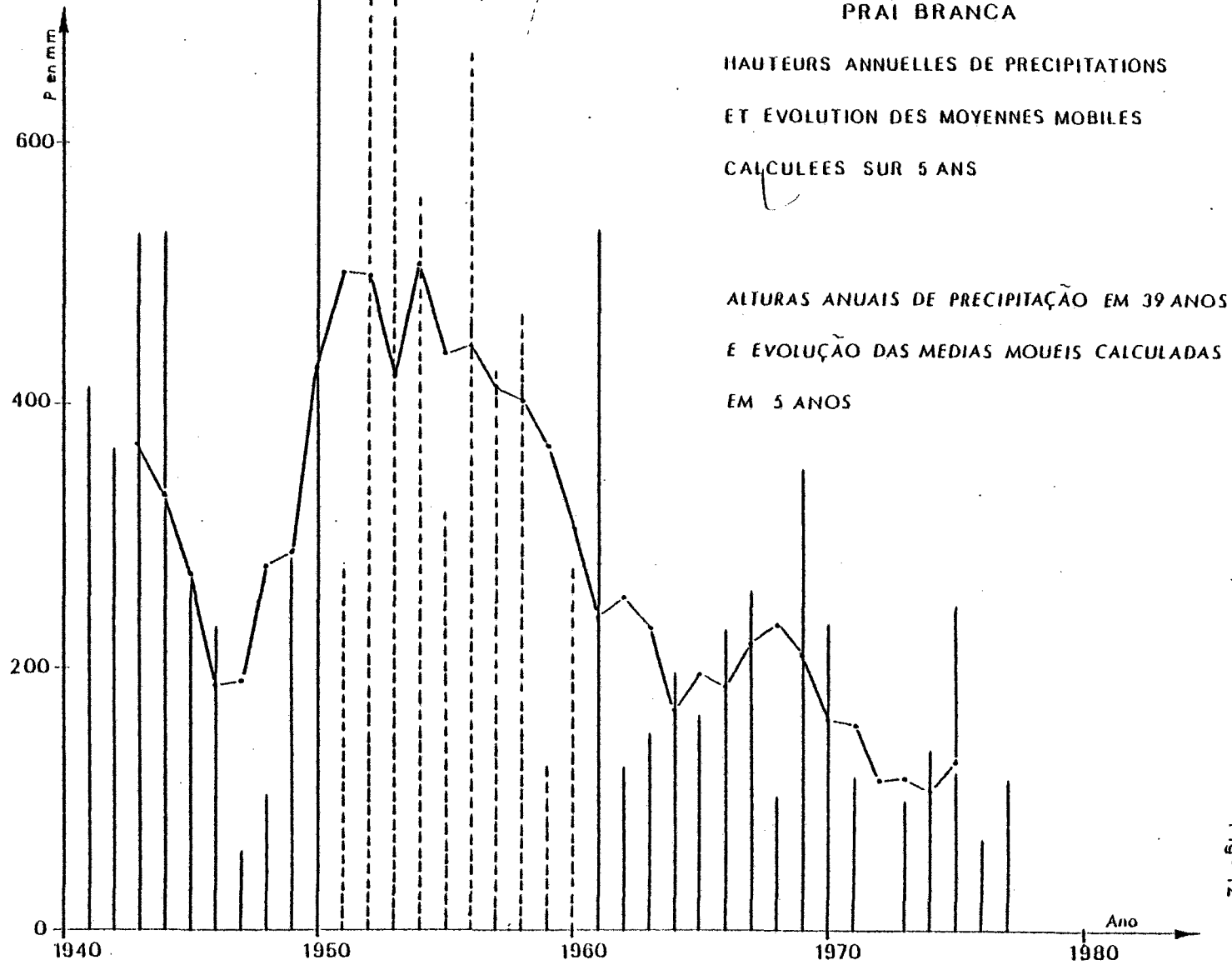


Fig - 12

Dentro dos limites, o único traço comum evidente seria as precipitações observadas depois de 1970, com uma coincidência bem particular dos mínimos de 1972. A evolução das médias móveis (5 anos) das precipitações de St Louis, mostra bem um período úmido no início dos anos 50 como em São Nicolau, mas, o atual período deficitário de Vila começou em 1959, durando mais de 20 anos. Observa-se em St Louis um período úmido bem marcado no meio dos anos 60. A evolução do escoamento do Rio Senegal, que integra as variações espaciais de pluviosidade do Extremo Oeste Africano, corresponde mais ou menos as precipitações de St Louis.

A falta de correlação entre os valores anuais, ou as médias móveis de Vila e St Louis, não permite então, a reconstituição de uma evolução das precipitações em Vila antes de 1940.

Não significa, pelo menos, que não exista a grosso modo, correspondência nos períodos de seca.

Poderemos supor, que a aparência geral dos mecanismos originários das precipitações deficitárias tem consequências mais marcantes, podem ser mais longas sem dúvida, mais precoces ou mais imediatas, na Ilha do Cabo Verde que no Continente Africano (efeito de inércia do Continente ?).

Um estudo mais detalhado das crônicas históricas permitirá, sem dúvida, de precisar a história recente dos períodos de secas. A fome que atinge periodicamente o povo Caboverdeano, são provavelmente uma boa indicação. Estas foram particularmente sentidas em :

- 1748-1750
- 1773-1775
- 1831-1833

- durante aproximadamente quinze anos, a partir de 1850, e sobre tudo em 1864-1886, de novo em 1885, depois em 1903-1904, nos anos 1920 e em 1941-1943.

### 3 - A Repartição de chuvas no Ano

#### 3.1 Alturas Mensais de Precipitação

Abordando este estudo de repartição de chuvas no ano, e em particular de alturas mensais de precipitação, encontra-se um confronto em uma série de dados de base, onde a heterogeneidade não existe somente de uma estação a outra, nos diferentes períodos de observação, mas também para uma mesma estação com dados mensais de tamanhos diferentes (caso dos anos incompletos).

Não será muito evidente esperar um ganho de informações satisfatórias, para um longo trabalho de extensão de dados mensais.

.../...

ESTIMACAO DAS PRECIPITACOES MEDIAS MENSAIS - QUADRO 7

Estações	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
VILA ==	1,6	3,3	0,3	0,0	0,2	0,1	9,2	33,7	95,1	41,4	30,0	11,3	250
(k = 1) %	0,6	2	0,1	0	0,1	0	3,7	22,3	38,1	15,6	12	4,5	100
PREGUIÇA ==	3,0	3,5	0,1	1,3	0,0	0	1,1	21,3	30,5	14,3	7	7,6	90
(k = 0,78) %	3,1	3,9	0,1	1,4	0	0	1,2	24,3	34,0	16,0	7,8	8,2	100
PRATA BRANCA ==	3,0	1,6	1,2	0	0	0	8,2	64,2	149,0	36,3	7,3	44,0	275
(k = 1,13) %	1	0,5	0,4	0	0	0	3,0	23,4	34,2	13,3	2,7	1,5	100
MORRO ALTO ==	1,3	1,3	0,2	0	0	0	12,3	63,1	97,3	11,3	11,2	0,3	200
(k = 1,53) %	0,9	0,6	0,1	0	0	0	6,4	31,6	48,6	5,9	5,6	0,3	
CALEIDO POSTO ==	2,3	4,0	0,4	0	0	0	12,3	61,9	97,7	23,7	17,6	5,1	125
(k = 1,42) %	1	1,3	0,2	0	0	0	5,5	27,5	43,4	10,5	7,3	2,1	100
CACERACO ==	9,3	4,7	1,0	0	0	0,4	31,4	135	221	64,3	24,1	3,3	300
(k = 1,4) %	1,9	0,9	0,2	0	0	0,1	6,3	27	44,2	12,9	4,3	1,7	100



Se limitando a um estudo das séries brutas dos dados disponíveis, é certo que o total anual das alturas de chuva média mensal possa divergir sensivelmente das médias anuais estimadas no capítulo anterior.

Afim de se conservar uma certa homogeneidade nos resultados apresentados aqui, as médias mensais estão afetadas de um coeficiente  $k$ , que exprime a relação pluviometria interanual/total das médias mensais do período de observação. Bem entendido que uma simplificação deste tipo, não é muito rigorosa.

O objetivo, sobretudo, consiste dar uma imagem da repartição mensal das precipitações, na Ilha de São Nicolau, e somente algumas estações representativas foram consideradas.

O quadro mostra as alturas médias mensais de precipitação, corrigidas pelo coeficiente  $k$ , assim que a percentagem de cada mês em relação ao total anual.

Um segundo quadro indica, para as mesmas estações consideradas, os valores característicos dos totais pluviométricos mensais, nos períodos de observação (1) :

- o máximo observado
- o quarto superior, ou o valor igual ou superior em 25 % dos casos
- a mediana observada, valor igual ou superior em 50 % dos casos
- o quarto inferior, valor igual ou superior em 75 % dos casos
- o mínimo observado não foi mencionado, pois ele é igual a zero em todos os casos, com exceção de Cachaço onde ele é 3,7 mm e 7,7 mm respectivamente em agosto e em setembro.

As figuras 13 e 14 dão uma representação gráfica deste quadro. Observa-se que os meses susceptíveis de receber precipitações estão entre julho e março. A probabilidade de se notar alguns traços de chuva entre março e junho, é praticamente nula.

A estação de chuvas é observada de julho a outubro, encontrando seu máximo em agosto e setembro. Setembro é o mês que tem as mais fortes precipitações médias. Neste mês são recolhidos 54 % das precipitações do ano médio em Praia Branca, entre 40 % e 50 % para Cachaço, Morro Alto e Calejão Posto ; a percentagem não é que 34 % a Preguiça e 38 % em Vila.

As precipitações médias dos meses de agosto e setembro representam 60 a 80 % do total de precipitações interanuais :

- 58,3 % em Preguiça
- 60,4 % em Vila
- 70,9 % em Calejão Posto

(1) Não é inútil sublinhar para o leitor não advertido, que estes valores mensais são independentes um do outro.

## PRECIPITAÇÕES MENSAIS CARACTERÍSTICAS

## DADAS A PARTIR DAS SÉRIES

## DE OBSERVAÇÕES DE SÃO NICOLAU - QUADRO 8

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ano
<b>VILA</b>													
Máxima	27,9	40,6	5	0,5	9,0	2,5	80,6	269,3	474,9	309,9	358	155	753,8
Quarto sup.	1,0	1	0	0	0	0	9	84,1	144	43,1	29	7,6	353,7
Mediana	0	0	0	0	0	0	0	36,8	58	12,0	1,0	0	214,5
Quarto inf.	0	0	0	0	0	0	0	15,2	13,5	0	0	0	114,8
<b>PREGUIÇA</b>													
Máxima	43,6	30,5	2,3	38,1	2,5	0	14,7	123,1	138,3	119,3	87,4	55,3	234,1
Quarto sup.	0	2,2	0	0	0	0	0	30,4	71,3	23,3	4,4	16,4	176,5
Mediana	0	0	0	0	0	0	0	22,9	24,2	1,3	0	0	121,1
Quarto inf.	0	0	0	0	0	0	0	7,0	1,9	0	0	0	64,9
<b>PRATA BRANCA</b>													
Máxima	60	18	21	0	0	0	124	172	403	233,3	79,6	41,0	712,3
Quarto sup.	0	0	0	0	0	0	2	99	185	31,5	1,8	0	278,6
Mediana	0	0	0	0	0	0	0	48	98,3	4,0	0	0	225,7
Quarto inf.	0	0	0	0	0	0	0	15,5	38,5	0	0	0	112,5
<b>MORRO ALTO</b>													
Máxima	18	13	0	0	0	0	68	120,2	188,5	60,6	60,0	0	327,5
Quarto sup.	0	0	0	0	0	0	6,8	66,0	93,3	5,0	0	0	179,6
Mediana	0	0	0	0	0	0	0	37,5	58,0	0	0	0	143,5
Quarto inf.	0	0	0	0	0	0	0	10,0	0	0	0	0	58,8
<b>CALEJÃO POSTO</b>													
Máxima	16,9	19,4	2,0	0,2	0	0,4	60,3	161,1	192,4	120,2	79,8	42,3	327,7
Quarto sup.	0	0	0	0	0	0	8,7	73,5	125,3	25,5	13,8	0	233,3
Mediana	0	0	0	0	0	0	2,0	29,9	35,7	3,7	2,2	0	163,9
Quarto inf.	0	0	0	0	0	0	0	14,5	10,6	0	0	0	82,8
<b>CACHAÇO</b>													
Máxima	70,0	23,0	8,8	0	0	6,2	194,0	303,7	675,0	192,0	177,5	76,2	999,1
Quarto sup.	0	0	0	0	0	0	31,0	113,1	221,1	69,0	9,0	1,7	539,8
Mediana	0	0	0	0	0	0	2,0	69,0	95,9	25,0	0	0	306
Quarto inf.	0	0	0	0	0	0	0	32,4	57,8	0	0	0	174,8

HISTOGRAMMES  
DES PRÉCIPITATIONS MOYENNES  
MENSUELLES  
A SAO NICOLAU

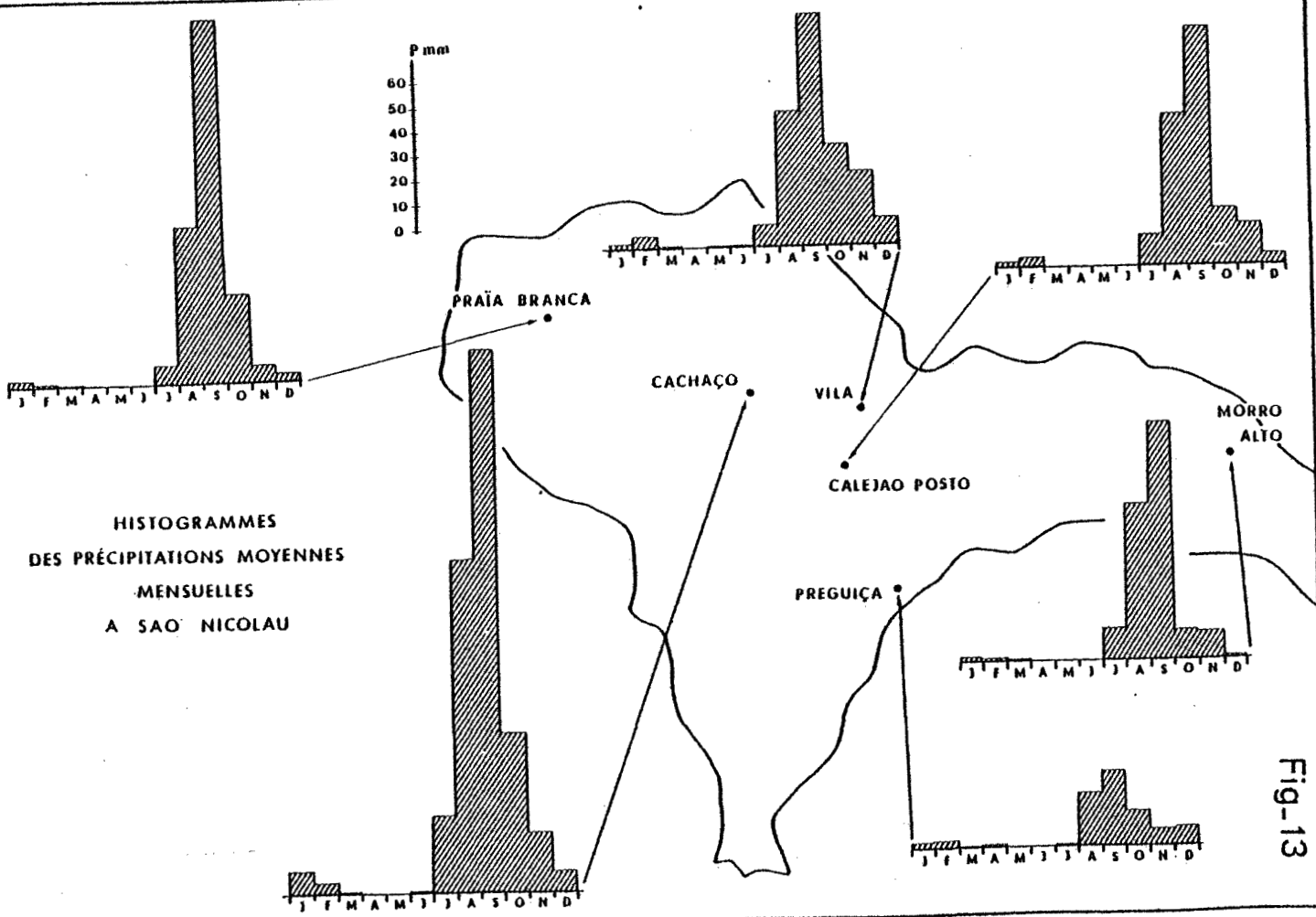
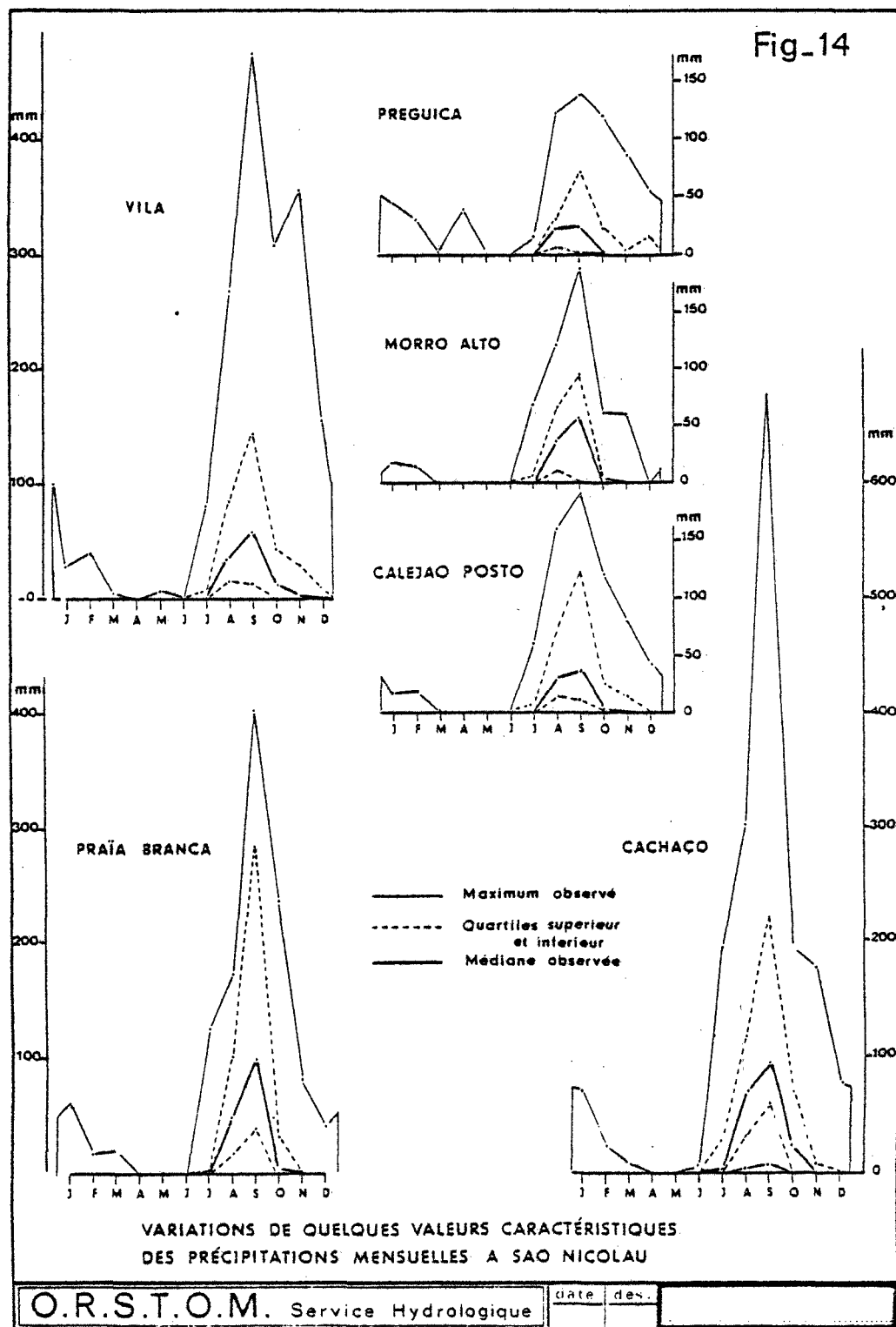


Fig-13

Fig-14



- 71,2 % em Cachaço
- 77,6 % em Praia Branca
- 80,2 % em Morro Alto

As diferenças de uma estação a outra, podem mostrar a imprecisão das determinações que foram feitas. Não é impossível de se ver a influência orográfica favorecendo as precipitações relativamente mais abundantes, em agosto e setembro em Cachaço, Praia Branca e mesmo Morro Alto.

As precipitações médias de julho, são frequentemente bem inferiores que as de outubro. São Nicolau tem a influência da massa de ar úmido na corrente do mês de julho (subida setentrional do Fronte Intertropical : FIT), mas isto não é notado imediatamente, em ano de precipitações normais.

A metade das precipitações de julho, mediana, são nulas ou praticamente nulas nas diferentes estações de São Nicolau, mas julho é bem característico como o início da estação de chuvas, e em outubro se caracteriza realmente o fim desta.

Um fenômeno de continuação das chuvas, é encontrado desigualmente de um ano a outro, e se manifesta de novembro a março. Este fenômeno é maior que um quarto das observações (quarto superior) para novembro e frequentemente dezembro. Ele é raramente observado em janeiro e fevereiro. As precipitações eventuais neste período são pouco abundantes.

No continente Africano, nas mesmas latitudes (Saint Louis do Senegal), as precipitações neste mesmo período tem um caráter bem mais excepcional. Pode ser, precisa-se estudar, a incidência de águas oceânicas mais quentes em superfície na Ilha do Cabo Verde, que sobre o litoral senegalense, durante este período do ano. A diferença de temperatura é de mais de 3°C. De maneira geral, a influência destas precipitações é negligente : ela representa para janeiro e fevereiro menos de 3 % do total anual (com excessão de Preguiça, que é sem grande significação ao fato do modo de cálculo adotado).

Considerando a definição de "mês seco" proposta por Gaussen ( $P_{mm} < 2t^{\circ}C$ ), só a estação de Cachaço teria em média três meses chuvosos, agosto, setembro e outubro.

As estações de Vila e Praia, com 9 a 10 meses secos, seriam uma transição com as estações de Calejão Posto e Morro Alto, onde só agosto e setembro são considerados meses secos.

.../...

Finalmente por Preguiça, mesmo o mês de setembro é considerado seco. Bem entendido, que a irregularidade interanual das precipitações mensais é muito grande, o que é uma característica da zona climática da Ilha de São Nicolau.

### 3.2 Número Médio de Dias de Chuva

O quadro apresenta, mês por mês, os valores médios do número de dias de chuva no período de observações, nos diferentes postos da Ilha.

O número médio anual de dias de chuva é dado, por um lado, pelo cálculo da média dos anos completos (número indicado entre parênteses), por outro lado pela soma das médias mensais.

Os períodos de observações tendo tamanhos bem diferentes, mostram resultados que devem ser considerados somente a título indicativo, para as estações de curta duração de observações. Para Cabeçalinho, os resultados dultosos foram colocados entre parênteses.

O número médio anual de dias de chuva variam de 14 a 17 dias, sobre as bacias do Norte do Monte Gordo. Não se nota uma aumento de dias de chuva em Cachaço e Vila, que não exclui um maior número de dias de chuva para os contrafortes mais elevados do Monte Gordo.

Em Preguiça, não foi observado em média, mais do que 9 dias de chuva por ano. Este número cai de 7 e 5 dias para Carriçal e Tarrafal, valores bem parecidos para as regiões mais secas da Ilha. A repartição mensal dá em média para Vila 1 dia de chuva em julho, 4 dias em agosto, aproximadamente 5 em setembro, menos de 2 em outubro, 1 dia em novembro e dezembro, 1 vez a cada 3 anos em janeiro e 1 vez cada 2 anos em fevereiro.

Os outros postos das regiões mais molhadas da Ilha, recebem em agosto e setembro, menos de 6 dias de chuva em média.

### 3.3 O Clima Árido de São Nicolau

O estudo das precipitações anuais mostrou uma ocorrência notável de precipitações nulas, na maior parte da Ilha, como assim, uma repartição no tempo de secas dramáticas.

A repartição mensal das precipitações médias, mostrou a raridade dos meses não secos : agosto e setembro não podem ser considerados meses chuvosos, segundo Gaussen, que sobre uma pequena parte da Ilha. Enfim, o número médio de dias de chuva no ano é muito fraco.

Todos estes elementos, fazem de São Nicolau uma ilha de clima árido, considerando as classificações geográficas e climatológicas.

.../...

## NÚMERO MÉDIO DE DIAS DE CHUVA

Quadro 9

Estações	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
VILA	0,34	0,48	0,13	0	0,06	0,03	1,06	3,79	4,51	1,70	1,24	0,89	14,37 (19)
PREGUIÇA	0,35	0,50	0,05	0,10	0,05	0	0,3	2,5	2,8	1,20	0,6	0,95	9,40 (20)
R. CALHAUS	1,4	0,4	0,2	0	0	0	1,4	3,6	2,6	0,6	0,6	0,6	11,4 (5)
TARRAFAL	0,16	0,33	0	0	0	0	0	0,60	2,2	0,4	0,6	0,4	5,0 (5)
MORRO ALTO	0,07	0,07	0	0	0	0	1,0	2,42	2,0	0,28	0,14	0	6,0
MORRO BRAZ	0	0	0	0	0	0	0,5	2,33	4,16	1,0	0,83	0,50	9,33 (6)
PRAIA BRANCA	0,4	0,31	0,31	0	0	0	0,45	3,72	4,63	1,22	0,59	0,40	12,09 (22)
HORTIÃO	0,83	0,16	0,16	0	0	0	0,16	3,0	3,2	0,4	0,5	0,4	9,2 (5)
ESTANÇIA BRAS	0,5	0,16	0,16	0	0	0	0,33	5,33	5,5	1,16	1,16	0,5	14,83 (6)
CARRIÇAL	0,09	0,19	0	0	0	0	0,7	1,9	2,7	0,5	0,4	0,3	6,8 (10)
CALEJÃO POSTO	0,62	0,43	0,12	0,06	0	0,06	1,5	5,62	5,10	1,29	1,18	0,62	17,13 (16)
CALEJÃO CAMPO	0,31	0,25	0,25	0	0	0	1,08	4,13	3,6	1,0	0,23	0,64	13,13 (11)
CACHAÇO	0,35	0,35	0,04	0,04	0	0,09	1,1	5,05	5,61	1,24	0,71	0,48	14,23 (18)
(CABECALINHO)	0	0,30	0,10	0,20	0	0	0	2,1	2,2	0,8	0,3	0,2	6,2 (10)

O índice de Aridez, definido por Martone, tem a expressão :

$$A = \frac{P}{T + 10} \quad \text{onde } P \text{ é a}$$

altura de precipitação média anual, em mm, e T a temperatura média anual, em °C ; é o de uso mais corrente nos estudos climatológicos.

A informação sobre as temperaturas são poucas (1); uma temperatura média anual de 20°C pode ser considerada para as regiões de fraca altitude.

Para Vila o Índice de Aridez é da ordem de 8 ; em Preguiça ele é de 3 ; a Morro Alto 5 ; para Praia Branca 9. Em Cachaço, onde a temperatura média é mais fraca, ele é ainda 14. As zonas mais elevadas tem um índice um pouco superior a 20.

Este Índice, menor quanto mais árido é o clima, permite de precisar o carácter de aridez das regiões da Ilha diferenciadas anteriormente. Assim, segundo Martone, as regiões orientais da Ilha e as regiões do Sul com  $A < 5$  fazem parte de uma região hiperárida.

As regiões de Vila, Praia Branca, e a Costa Norte, se encontram na zona de aridez desértica ( $A < 10$ ).

Somente as regiões na altura das bacias Norte, do Monte Gordo, se encontram na zona de semi-aridez ( $10 < A < 20$ ), ou tropical seca.

Um outro índice, o índice Xerotérmico  $I_x$ , definido por Gaussen como o número de dias secos, afectados eventualmente de um coeficiente k levando em conta a umidade relativa, durante a série contínua dos meses secos, conduz sensivelmente as mesmas conclusões.

Assim que em Preguiça, com  $k = 0,9$ ,  $I_x$  é da ordem de 320 (valor superior a Tarrafal e Carriçal) : o deserto absoluto. Para Vila ou Praia Branca, as medidas da umidade relativa (1) nos leva a um k da ordem de 0,8 e conduz a valores de  $I_x$  da ordem de 230 : região subdesértica.

$I_x$  será ainda superior a 200 (205 a 210) em Cachaço.

Este clima árido de São Nicolau é bem diferentes dos encontrados na África, e nos desertos continentais como o Sahara.

(1) Duas estações foram implantadas pela ORSTOM em 1978, em Faja de Cima e Estância Bras.



Ele é mais próximo aos climas de desertos costeiros tropicais e subtropicais, onde, as temperaturas não são tão altas, de pequenas amplitudes diárias e regulares durante o ano, onde a umidade relativa é sempre amportante graças, ao que parece, a proximidade de correntes marinhas frias vindas de latitudes mais altas. No nosso caso esta é a Corrente das Canárias, que tem a mesma direção dos alísseos, responsável também, dos desertos costeiros do Sul do Marrocos, e das costas atlânticas do Sahara.

#### 4 - Precipitações Diárias

Os estudos da ORSTOM sobre o escoamento de duas bacias hidrográficas, na Ilha de São Nicolau (Ribeira Grande e Ribeira Brava), começaram em 1978. Mostraram escoamentos, depois de fortes temporais, fracos ou ao contrário com cheias excepcionais. O estado de saturação dos solos e a quantidade de água caída são os principais fatores determinantes na origem das cheias.

Se fortes tempestades contribuem a uma pluviometria anual excedentária, elas não implicam no ganho de recursos em água da Ilha : as águas das ribeiras escoam rapidamente no mar ; ela é perdida para a realimentação de napas, para a evapotranspiração das culturas ; ela carrega os solos, apesar dos esforços do homem (obras anti-erosão).

Paradoxalmente, a existência de tempestades excepcionais é um fator limitante a reconstituição dos recursos em água.

Nos propomos neste capítulo, um estudo estatístico das chuvas excepcionais, considerando as séries disponíveis de precipitações diárias (1).

A intensidade das precipitações, que não apresentam observações representativas para que possamos fazer um estudo mais profundo, será mostrada em alguns exemplos registrados pela ORSTOM, desde 1978.

Finalmente terminaremos este capítulo, com algumas palavras sobre as precipitações ocultas.

(1) Para fazer estimações, considerou-se que geralmente a chuva recebida em 24 horas, corresponde a um só episódio pluvioso de duração diária, quando se estuda a relação chuva-vazão dos diversos eventos pluviométricos.

.../...

#### 4.1 Estudo das Precipitações Diárias

Indicou-se no quadro que segue, as 10 maiores precipitações observadas em 24 horas, em cada uma das estações pluviométricas da Ilha de São Nicolau, desde a origem das precipitações até 1977. Com períodos de observações variáveis, convém considerar estes resultados no plano puramente indicativo da informação disponível.

O mais forte temporal observado até 1977, foi coletado em Estância Bras, em 14 de outubro de 1950, com a altura de 215 mm.

O estudo frequencial das alturas de precipitações diárias, implica que se disponha de um número de anos completos de observação satisfatórios, para autorizar um tratamento estatístico. A ausência do detalhe diário para certas observações mensais, ou a ausência de coletas, conduz sempre a diminuir o tamanho da série a estudar.

Somente sete estações tem um número de anos de observações completos, sem terem um número mínimo ideal. Elas são :

- Vila da Ribeira Brava
- Calejão Posto
- Praia Branca
- Morro Alto
- Preguiça
- Cachaço
- Cabeçalinho

N

VILA	36	175,3	158,0	137,2	114,3	106,7	102,0	101,6	101,6	86,4	83,8
PREGUIÇA	22	79,7	63,2	60,0	53,8	50,4	48,8	47,4	42,3	39,4	39,2
2 dos CALEAUS	6	160,0	133,9	140,8	109,4	104	92,8	88	84,8	83,8	78
TARRAFAL	6	57	45	42	40	30	24,4	12,2	12	10,2	10
MORRO ALTO	16	152	104	78,7	60	50,6	49,5	48,0	46,0	46,0	45,0
MORRO BRAZ	6	70,4	52,3	51,0	48,0	39,7	34,4	32,0	31,5	30,1	28,5
PRAIA BRANCA	27	150	135	130	125	120	109	107	98	96,8	96,5
BORTILLO	6	91,2	59,2	51,2	51,2	48,2	48	38,4	38,4	36,8	35,2
ESTANCIA BRAS	6	215	121	98	85	75	56	50	48	45	35
CARRICAL	11	57,6	51,2	49,0	44,0	40,5	38,7	28,6	25,5	22,0	21,6
CALEJAO POSTO	19	143	85,4	80,0	79,8	71,0	65,8	58,0	53,0	49,5	41,0
CALEJAO CAMPO	16	151	101	94,3	80,0	54,0	43,0	40	40	37	37
CACHAÇO	25	188,1	185,5	158,0	140	112,5	110,5	107,5	101	96,3	95
CABECALINHO	16	126	90,0	80,9	80,0	80,0	62,0	61,0	60,0	54,7	52,0

QUADRO 10

N = Nombre d'année

.../...

Para estas sete estações, o tratamento consistiu, depois de uma classificação das chuvas diárias, procurar uma lei de distribuição do tipo Pearson III ou Goodrich, que se ajustasse. A lei de Pearson III não pode ser aplicada em séries curtas, e não daria resultados confiáveis, se levando em conta os poucos dias de chuva encontrados a cada ano, em São Nicolau. Somente a lei de Goodrich, permite de se chegar aos resultados que vão ser analisados neste parágrafo.

A lei de Goodrich, é uma expressão da distribuição exponencial generalizada, onde os parâmetros de escala "s" e de forma "d" são positivos.

Ela se escreve :

$$1 - F_1(x_1) = 1 - e^{-1/s (x_1 - x_0)^{1/d}}$$

onde :

- $F_1(x_1)$  frequência de se encontrar um valor igual ou superior
- e exponencial
- s parâmetro de escala (mesma dimensão que a variável  $x$ , correspondente ao desvio padrão da lei Normal)
- $x_0$  parâmetro de posição
- d parâmetro de forma

ou com um parâmetro de posição  $x_0 = 0$

$$1 - F_1 = 1 - e^{-(x/s)^{1/d}}$$

de onde se pode deduzir a altura de precipitações diária correspondente a uma dada possibilidade de ser esperada ou superada pela expressão :

$$\log x = d \log (\log(1/F_1)/\log e) + \log s$$

$$\log x = d \log (2,302 \log(1/F_1) + \log s)$$

O cálculo de  $F_1$  é obtido a partir do parâmetro de truncagem  $F_0$ .

Este parâmetro permite o cálculo do número médio de dias de chuva do ano N :

$$N = (1 - F_0) \times 365,25$$

e a frequência de se superar esta precipitação diária de probabilidade 1 vez em r anos é dada por :  $F_1 = \frac{1}{r N}$

.../...

Assim para Vila, o parâmetro  $F_0$  calculado é 0,9583, que dá o ajustamento :

$$N = (1 - 0,9583) \times 365,25 = 15,22 \text{ dias}$$

e  $F_1$  :

para a probabilidade anual  $1/15,22 = 0,0658$

para a probabilidade bienal  $1/30,4 = 0,0329$

decenal (1 vez cada 10 anos)  $1/152,2 = 0,00658$

10 vezes por ano  $10/15,22 = 0,658$

Os resultados da análise estatística são dados no quadro que segue.

As quatro primeiras colunas indicam os parâmetros da lei de Goodrich, para o ajustamento considerado. As colunas seguintes mostram as alturas de precipitações diárias, tendo a probabilidade de se igualarem ou se superar 5, 2, 1 vezes por ano e 1 vez cada 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos, os resultados dos períodos de retorno maiores devendo serem considerados com uma certa reserva. A última coluna dá o valor de N, número médio anual de dias de chuva calculados.

Uma análise crítica ao valor do parâmetro de truncagem  $F_0$ , e ao número anual médio de dias de chuva N, colocada em evidência anomalias gritantes, para os três postos que tem séries de observações inferiores a 20 anos :

- Calejão Posto : N é muito superestimado
- Morro Alto : N é provavelmente subestimado, as observações são essencialmente em período seco
- Cabeçalinho : N é subestimado em parte pelas mesmas razões que por Morro Alto, essa subestimação é mais flagrante, pois está situada numa das regiões mais molhadas da Ilha. Comparando as observações desta estação com a de Cachaço, mostra bem que o detalhe diário de Cabeçalinho, compreende de acumulos sistemáticos de chuvas diárias consecutivas.

Isto explica que os resultados calculados para esta estação foram julgados duvidosos, e por isso colocados entre parênteses no quadro.

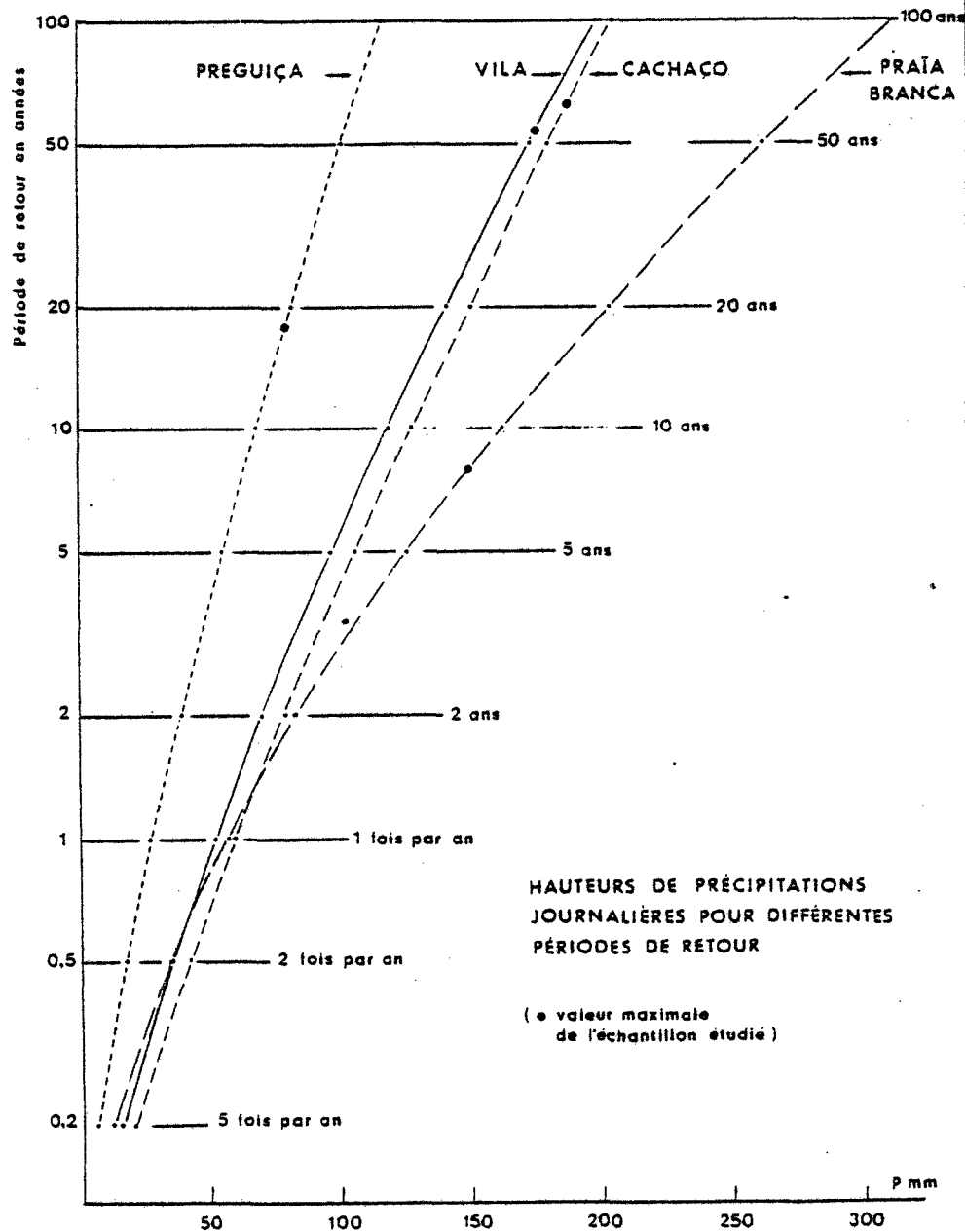
Apresenta-se na figura 15, as curvas alturas de precipitação diárias períodos de retorno, das quatro estações finalmente consideradas : Preguiça, Vila, Cachaço e Praia Branca. Os períodos de retorno foram indicados em coordenadas logarítmicas. A maior precipitação das séries estudadas para cada estação foram indicadas sobre as curvas.

.../...

QUADRO 11

Estação	Parametros da lei de GOODRICH				Alturas de Precipitações diarias tendo a probabilidade de ser igual ou maior										$N = \frac{1}{F_1}$
	n anos utilizados	d	s	$F_0$	5	2	1	uma vez cada							
								2	5	10	20	50	100		
														vezes por ano anos	
VILA de RIBEIRA BRAVA	33	1,362	13,19	0,9583	15,2	34,6	51,6	70,2	97,1	118,8	141,7	173,5	198,6	15,23	
(GALEJAO POSTO)	14	2,398	1,68	0,8993	(8,8	21,8	36,3	55,4	88,1	118,8	155,0	212	262)	(36,8)	
PRAIA BRANCA	23	1,704	10,55	0,9604	11,7	33,8	56,3	83,4	125,8	162,4	203	262	311	14,46	
PREGUICA	22	1,314	9,14	0,9718	6,0	17,5	27,8	39,1	55,4	68,6	82,4	101,5	116,5	10,30	
(MORRO ALTO)	14	0,869	25,55	0,9074	(	21,8	36,9	51,1	69,0	82,1	94,9	111,4	123,6)	(4,6)	
GAGIAÇO	20	1,236	17,39	0,9589	19,6	41,4	59,6	79,0	106,2	127,6	149,8	180	204	15,01	
(CADEGALINHO)	13	1,185	25,54	0,9799	(7,6	32,2	53,4	76,0	107,6	132,5	158,1	193,1	220)	(7,34)	

Fig-15



Estas curvas merecem alguns comentários :

A distribuição das chuvas extremas diárias de Freguiça, mostram bem, as fracas precipitações recebidas pelas regiões meridionais da Ilha. Uma altura de chuva diária de 100 mm, só é esperada a cada 50 anos. Pode-se pensar também, que as chuvas diárias a Tarrafal (costa Sudoeste) e Carriçal (costa Sudeste) é do mesmo tipo com, provavelmente, valores ainda mais fracos para períodos de retorno idênticos.

Para Vila, sua exposição ao Norte, mais a saída do Vale da Ribeira Brava, nos leva a ver alturas diárias de precipitações bem fortes, sem serem nem um pouco comparáveis com as de Praia Branca. O obstáculo orográfico do Monte Gordo, um pouco retirado, tem uma incidência média na abundância de grandes chuvas. Os temporais decenais e viciuais chegam a respectivamente a 120 e 140 mm.

Em Cachaço, estação situada na altitude do col que separa os vales da Ribeira Brava e Ribeira Grande, as chuvas diárias são, para os tempos de recorrência correspondentes, um pouco mais abundantes que em Vila. Observa-se frequentemente em zona intertropical, uma baixa em altitude das alturas de precipitação excepcionais, geralmente compensadas por um número maior de dias de chuva. A Cachaço, o número médio anual de dias de chuva é comparável ao de Vila, e por isso é estranho não se encontrar as chuvas diárias de fraca recorrência, bem mais fortes que em Vila (130 e 150 mm para as chuvas decenal e viciual).

Ao exame das chuvas diárias dos cinco anos incompletos não utilizados na análise, deve-se interrogar-se a representatividade das séries de 20 anos. Nas 10 mais fortes precipitações observadas, seis somente se encontram no período de 20 anos e 4 nos cinco outros anos, com em particular chuvas de 2º e 3º rang, de 5e e 7e rang.

No mais, se se considera os últimos 3 anos, 1978, 1979 e 1980, Cachaço recebeu 150 mm em 27/9/78, 100 em 21/9/79, 90,7 mm em 28/9/79 e 203,4 em 9/9/80 ; quatro valores que contam entre os 16 mais fortes observados na estação, isto é o maximum maximorum.

Assim esses oito anos (5+3) suplementares, viram a eles só, a metade das mais fortes precipitações recebidas em Cachaço, em 28 anos.

Por este fato, nos parece prudente aumentar os valores determinados no cálculo.

.../...

Por outro lado, o ajustamento calculado para Praia Branca indica valores fortes de alturas de precipitação diárias, para as frequências raras. Não é muito certo que se tenha feito uma superestimação dos resultados. Praia exposta ao Norte, se encontra no sopé de um círculo formado pelos contrafortes Oeste do Monte Gordo, susceptíveis de dar fortes perturbações geradoras de chuvas abundantes. A malha pluviométrica da ORSTOM, nas bacias de Ribeira Brava e Ribeira Grande, implantada em 1978, permitiu de se recolher algumas chuvas excepcionais, com uma abundância, que é raramente encontradas nas crônicas de observações anteriores.

Assim, em 27/9/78 foi medido 293,5 mm em Água das Patas, na Alta Bacia do Ribeira Brava. Em 9/9/80, 213 mm foram anotados no Monte Gordo. (lembrando : 215 mm medidos a Estância Bras em 14/10/50) (1).

Pode-se também evocar aqui, algumas ocorrências pluviométricas maiores, que passam da escala diária : de 27 a 29 de setembro de 1978 caiu em Pombas 320,8 mm em 3 dias ; de 20 ao 22 de setembro de 1950, Cachaço recebeu 287,5 e 322,5 mm em 4 dias ; Ribeira dos Calhaus recebia nesses mesmos 4 dias, 375,7 mm onde, 214,9 em 2 dias ; citamos também em 1961 os 270 mm medidos em 2 dias a Praia Branca.

Estas observações complementares, e as que foram feitas anteriormente para a estação de Cachaço, nos leva a considerar que a ocorrência de fortes precipitações, é maior do que aparece na curva traçada para Cachaço. Parece racional - e isso com um senso de prudência - de guardar a curva de distribuição de Praia Branca para toda a Região Norte diretamente submetida a influência orográfica do Monte Gordo : Praia Branca, Vale da Ribeira Prata, Ribeira dos Calhaus, Vale da Covoadá, Estância Bras, Faja, as alturas do Monte Gordo, Cachaço, Vale da Queimada, e Alto-Vale da Ribeira Brava. A chuva diária de probabilidade anual será de 60 mm. A chuva diária decenal será de 160 mm. A vical passará 200 mm, e a cada 50 anos (em termos de probabilidade) observá-se-á uma chuva de 260mm.

Vila da Ribeira Brava se situa no bordo das regiões precedentes, e marca uma transição com a parte oriental da Ilha. É provável que a costa Norte e o conjunto de relevos modestos, desta parte de São Nicolau, recebem precipitações diárias, onde a distribuição de valores extremos, deve se ordenar seguindo curvas intermediárias, entre Vila e Preguiça, tendo como peso nesta correlação a exposição e a altitude.

.../...

(1) F. Reis Cunha - Sinalizou mais de 500 mm em 24 horas, nas Ilhas do Cabo Verde



Na extremidade oriental da Ilha, se encontra as características das precipitações das regiões meridionais, como foi dito para Carriçal e Tarrafal, com alturas de precipitações diárias, provavelmente mais fracas que em Preguiça, com os mesmos períodos de retorno.

É mais delicado estimar a altura de chuvas excepcionais recebidas nas regiões de altitudes das bacias Sul do Monte Gordo. A prudência diz, que se guarde a eventualidade de precipitações diárias de recorrências dadas, mais abundantes que em Vila.

No termo desta análise, é preciso dizer, que somente um estudo mais detalhado de precipitações diárias, com base em novas observações, permitirá de se precisar uma cartografia, e a repartição das chuvas de frequência rara. Na África, liga-se muito bem as chuvas excepcionais, a altura interanual de precipitações. Em São Nicolau, esta ligação, se é sensível, é gravemente perturbada pelos efeitos da orografia e da exposição.

#### 4.2 Intensidade das Precipitações

No estado atual de conhecimentos sobre a Ilha de São Nicolau, não é possível de se fazer um estudo de intensidade de chuvas.

Um pluviógrafo foi instalado em Faja de Cima, em 1978 ; um segundo aparelho foi implantado em 1980, a montante de Vila, entre Talho e Pombas.

Os registros que são disponíveis, mostram, seja, de longas chuvas a fraca intensidade, do tipo oceânico ou monção, seja ao contrário, de chuvas onde a duração é breve e as intensidades fortes.

Como mostram os exemplos dados na figura 16, a abundância de uma chuva, não depende de um outro tipo de precipitações, e as chuvas excepcionais contém provavelmente os dois.

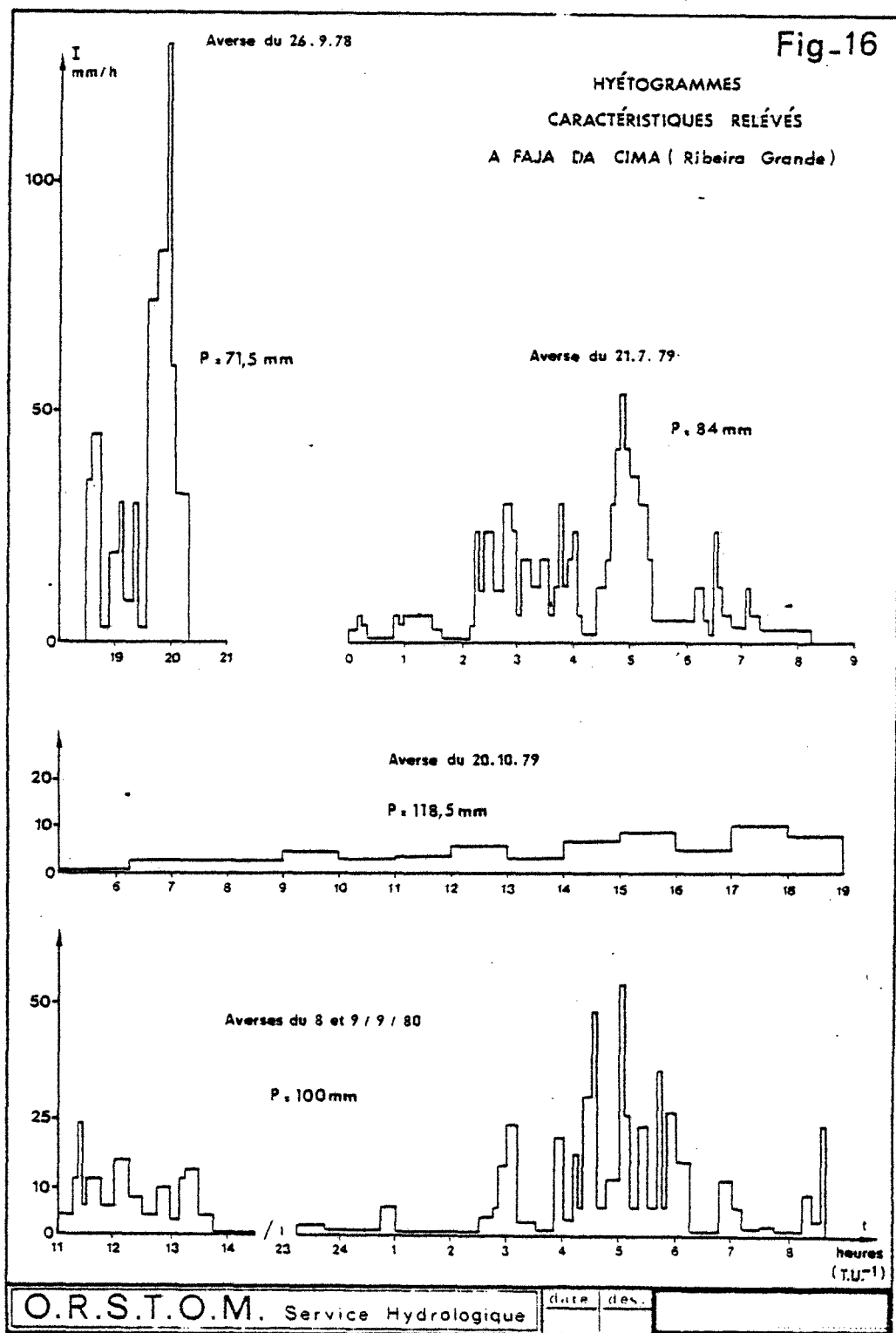
Os hietogramas não apresentam a forma geralmente observada na África Continental, mas, formas mais irregulares e frequentemente de chuvas intermitentes.

Nos dias fastos, a Ilha recebe muitos "grãos" espaçados...

#### 4.3 As Precipitações Ocultas

Certas partes da Ilha, apresentam uma forte nebulosidade que excede largamente a duração da estação de chuvas. São as Bacias Norte das regiões montanhosas que são afetadas por este nevoeiro, frequentemente persistente acima dos 400 m de altitude.

.../...



Esta nebulosidade é a origem das precipitações ocultas, como o orvalho, que aparecem na forma de pequenos depósitos nos pluviômetros, que devem ter uma participação não negligenciável, no balanço hídrico das regiões altas, principalmente sobre a vegetação, e em seguida sendo consumida pela evapotranspiração, que retarda, pelo menos, a sucção da parte úmida dos solos.

Este fenômeno é próximo dos nevoeiros observados nos desertos costeiros do Chile Setentrional e do Peru, onde uma magra vegetação pode se instalar (os Lomas) na ausência de precipitação efetiva.

A frequência de observação desta massa de ar saturada em umidade (nevoeiros), a quase permanência dos ventos dominantes de Nordeste, asseguram a renovação desta massa de ar úmido, garantindo um estoque de água importante nas altitudes, onde as precipitações ocultas representam uma pequena parte de águas para a vegetação.

F. Reis Cunha, propôs um sistema de captação de gotas de água do nevoeiro, por intermédio de uma malha de mosquitos, onde o tamanho limita a importância da quantidade coletada. Medidas devem ser feitas para precisar o interesse deste sistema, susceptível de se encontrar uma solução interessante, para as necessidades em água dos habitantes das regiões altas.

=====



BIBLIOGRAFIA

- BRUNET-MORET (Y) Etude de quelques lois statistiques utilisées en hydrologie. Cahier ORSTOM, série Hydrologie. Vol VI n°3, 1969.
- BURGEAP Rapport de Mission R 140. pp.261-279 Paris nov. 1974.
- CALLEDE (J) Recueil des données pluviométriques des Iles du CAP-VERT. (à paraître)
- DUBREUIL (P) Initiation à l'analyse hydrologique 216 p. MASSON et Cie. ORSTOM éditeur. Paris 1974.
- ESTIENNE (P) Climatologie. 366 p. Armand COLIN, collection U. Paris 1970.
- GODARD (A)
- GALLAIRE (R) Etude de deux petits bassins versants de l'Ile de São Nicolau. Campagne 1978. 33 p. Ronéo ORSTOM DAKAR 1979.
- OLIVRY (JC)
- CALVEZ (R)
- HOORELBECKE (R) Etude de deux petits bassins versants de l'Ile de São Nicolau. Campagne 1979 et 1980 (à paraître)
- ROCHE (M) Les incidences climatiques et hydrologiques de la sécheresse in Techniques et Développement, n°10 Novembre Décembre 1973
- REIS CUNHA (F) O problema da captação da água do nevoeiro em Cabo-Verde Garcia de Orta, Lisboa. Vol 12 n°4 pp. 719-756 1964.