

4 ANÁLISE DOS DADOS RECOLHIDOS

4.1 Recolha dos dados de investigação

4.2 Exploração dos dados

4.1 Recolha dos dados de investigação

Quando se aumenta o intervalo de tempo sobre o qual se estimam grandezas climáticas, diminui o erro da análise. De modo a tornar os dados sobre clima compatíveis e comparáveis, a Organização Meteorológica Mundial definiu uma norma segundo a qual se devem adoptar conjuntos de 30 anos consecutivos, preferencialmente começando no primeiro ano de cada década (1931 - 60, 1941 - 70, ...). Os apuramentos estatísticos relativos a estes intervalos são designados por Normais Climatológicas e os respectivos valores por normais.

As observações meteorológicas são valores medidos (ainda que eventualmente com algumas imprecisões) num determinado ponto. A sua utilização prática depende duma avaliação, por vezes subjectiva, da sua “representatividade” na região.

Mas na África sub-saariana as condições meteorológicas e climáticas receberam uma análise pouco detalhada.

Em Moçambique, a distribuição de estações meteorológicas é, dum modo geral, insuficiente: mais densa no litoral e em regiões mais povoadas; no restante território é claramente deficiente. Ainda assim, quando comparado com outros países africanos, possui uma rede de estações climáticas com um número relativamente alargado, pelo que, ainda é possível encontrar uma série de dados contendo um número de anos com registos contínuos, em alguns casos superiores a duas décadas. Mas a maioria dos postos possui um registo curto ou com grande número de falhas. Quando comparado com os padrões

ocidentais, seja a densidade da rede, seja a amplitude dos registos existentes, são manifestamente reduzidos.

Quanto aos elementos pluviométricos, "podemos dar-nos por satisfeitos" (Romano, 1955) se a sua ausência não é total, mas por norma são em número muito escasso. A existência de irregularidades no funcionamento dos postos, devido aos mais variados motivos, tem como principal consequência o pequeníssimo número de anos completos. Consequentemente a precipitação média daí resultante tem valores que são pouco consistentes.

A situação conjuntural de Moçambique, com a Guerra Civil pós-independência e com a consequente desestruturação do sistema de recolha de dados, à qual se associou uma profunda crise sócio-económica, agrava muito mais a situação e determina que o fim do período considerado para a recolha de dados meteorológicos/climáticos, termine em 1970.

Em função de todos os condicionalismos mencionados, há necessidade de aplicar técnicas estatísticas de cálculo para períodos de tempo muito curtos, juntando conceitos teóricos disponíveis para facilitar a extrapolação das condições, de modo a encontrar um padrão aceitável de ocorrências das condições climáticas.

Devido à escassez de dados de escoamento, foram utilizados dados de precipitação, sendo esta variável uma das mais utilizadas para a caracterização de secas, pois não sofre interferência humana. A principal desvantagem associada à sua utilização é não levar em linha de conta a existência de infra-estruturas de armazenamento, como albufeiras e aquíferos, as quais permitem efectuar uma transferência de água de épocas húmidas para épocas secas. Contudo, este problema não se coloca em Moçambique.

Pelo conjunto das observações disponíveis, os valores utilizados situam-se entre 1941 até 1970 (um período considerado normal, ainda que em alguns postos de período incompleto, possam fornecer valores médios aceitáveis em zonas de reduzida ocupação). As estações meteorológicas consideradas foram Xai-Xai, Chokwé, Mabote, Chicualacula, Chigubo, Pafúri, Mapai e Mabalane (Quadro 6). Os critérios de selecção basearam-se na situação geográfica, que se pretendia abrangente da Bacia, mas também nos valores disponíveis e

na simultaneidade de registos, de modo a tornarem-se o estudo o mais representativo possível.

Locais de observação

Local	Latitude (Sul)	Longitude (E)	Altitude (m)
Mabote	22° 03'	34° 07'	143
Chicualacula	22° 05'	31° 41'	452
Pafúri	22° 27'	31° 20'	215
Mapai	22° 44'	32° 03'	254
Chigubo	22° 50'	33° 31'	102
Mabalane	23° 51'	32° 38'	84
Chokwé	24° 32'	33° 00'	33
Xai-Xai	25° 03'	33° 38'	4

Quadro 6

4.2 Exploração dos dados

Um das condições fundamentais para o desenvolvimento de qualquer região são as disponibilidades hídricas. O conhecimento dos valores climo-hidrológicos permite calcular o balanço hídrico, isto é, saber a quantidade de água que é transferida da atmosfera para a Terra, e vice-versa, o que possibilita identificar situações de excesso ou défice, ao longo do ano.

A temperatura média anual na Bacia apresenta valores praticamente constantes, com um valor médio de 24°C (Quadro 7) , sendo os valores médios anuais mais baixos no litoral (23°C) e os mais elevados no interior (25°C).

A temperatura média do mês mais quente é de 28°C (Janeiro, excepto em Mapai que é Fevereiro), e a menor temperatura 26°C; a temperatura média do mês mais frio oscila entre 18°C e 20°C , em Junho ou Julho, consoante os locais (Quadro 7).

Temperatura do Ar, em °C (valores médios mensais e anuais)

Local	Meses												Ano
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Mabote	25,4	24,4	24,6	23,4	20,8	17,7	18,0	20,1	21,8	23,7	25,2	25,0	22,5
Chicualacula	26,2	25,8	24,7	22,9	20,5	18,5	18,4	20,0	22,7	24,1	24,9	25,8	22,9
Pafúri	28,4	28,1	27,2	25,4	21,7	19,0	19,2	21,0	24,5	27,0	27,8	28,4	24,8
Mapai	26,9	27,2	25,9	24,4	21,8	19,1	18,7	20,9	23,0	25,2	26,3	27,0	23,8
Chigubo	27,6	27,6	26,2	26,0	21,6	19,6	19,8	21,5	24,2	25,2	26,7	27,3	24,5
Mabalane	27,8	27,3	26,6	24,1	20,6	18,4	18,6	20,4	23,5	24,9	25,2	27,5	23,7
Chokwé	27,3	27,0	25,8	24,2	21,4	18,8	18,5	20,2	22,7	24,6	26,0	26,8	23,6
Xai-Xai	26,2	26,2	25,3	23,6	20,9	19,6	18,3	19,8	21,6	23,4	24,6	25,8	22,9

Quadro 7

Os valores médios das temperaturas máximas diárias do mês mais quente variam entre 30 e 32°C no litoral e 34°C na região central.

Os valores médios das temperaturas mínimas diárias do mês mais quente (Janeiro) e mais frio (Junho), variam entre 30° e 35°C, 9°/12°C respectivamente.

A amplitude média da variação anual da temperatura oscila entre 9°C na região de Mabalane, Pafúri e Mapai, e 8°C nas restantes. Em Pafúri ocorre a maior amplitude térmica mensal (19°C em Julho). Verifica-se assim uma influência marítima em toda a Bacia.

Relativamente à precipitação, a Bacia Hidrográfica situa-se entre as isoietas dos 350 e 1000 mm. O clima é chuvoso na região de Xai-Xai, onde os valores médios da precipitação total rondam os 1000 mm; semi-árido em parte da região central e na área de Pafúri, onde se verificam os valores mínimos da precipitação média anual (300/400 mm); e moderadamente chuvoso no resto da região (Quadro 8).

A época das chuvas inicia-se em Outubro no litoral, em Novembro nas regiões intermédias e só em Dezembro nas zonas fronteiriças.

Quantidade de Precipitação, em mm (valores médios mensais e anuais)

Local	Meses												Ano
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Mabote	106	135	82	24	13	10	3	7	11	22	63	121	597
Chicualacula	88	107	46	32	6	14	4	2	12	18	76	87	492
Pafúri	78	63	36	20	5	6	1	3	7	16	46	76	357
Mapai	71	65	44	22	5	5	2	0	6	24	65	56	363
Chigubo	137	143	41	27	14	11	4	2	2	24	56	131	562
Mabalane	86	87	22	31	15	10	6	5	18	23	49	80	432
Chokwé	109	140	66	42	20	15	10	13	17	37	66	87	622
Xai-Xai	98	175	92	107	67	56	38	34	32	65	86	107	957

Quadro 8

O fim da época das chuvas verifica-se em Janeiro na região interior (Pafúri, Mapai), atrasando-se de Norte para Sul da Bacia, de Fevereiro a Junho. Como consequência, a duração do período seco (precipitação total mensal inferior a 60 mm, de acordo com Gonçalves, 1974) é de 4 a 9 meses (Quadro 9, figura 13), diminuindo do interior para o litoral.

Local	N.º meses secos (P. T. mensal < 60 mm)
Mabote	7
Chicualacula	8
Pafúri	9
Mapai	8
Chigubo	9
Mabalane	9
Chokwé	7
Xai-Xai	4

Quadro 9

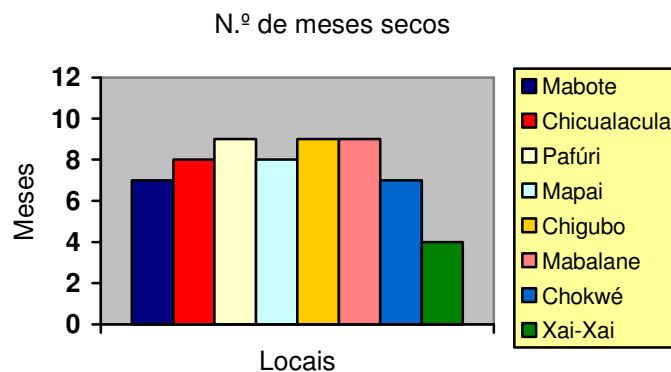


Figura 13

Para além da quantidade total da precipitação, é também significativo conhecer o número de dias em que esta ocorre ($P \geq 0,1$ mm). Os valores mais baixos (Quadro 10) ocorrem em Pafúri, Mabote e Mapai, onde a precipitação está muito concentrada em alguns meses (aproximadamente 3). O mesmo se verifica relativamente à contribuição do semestre menos chuvoso para o número de dias de precipitação anual, com valores que variam entre os 19% e 22 %, na maioria dos locais. No litoral, especialmente em Xai-Xai, para além de ser maior o número de dias com precipitação, é também mais importante a contribuição do semestre menos chuvoso. Para ambas as situações, há um aumento do litoral para o interior, confirmando-se a influência marítima.

Número de dias com precipitação e contribuição de semestre menos chuvoso

Local	Número de dias de $P \geq 0,1$ mm		
	Ano	Semestre menos chuvoso	
	valores médios		% em relação ao valor médio anual
Mabote	34	7	21
Chicualacula	59	13	22
Pafúri	30	6	20
Mapai	36	7	19
Chigubo	55	12	22
Mabalane	39	10	26
Chokwé	72	25	35
Xai-Xai	102	41	40

Quadro 10

Visto a precipitação estar concentrada em alguns meses (entre Outubro e Abril ocorre cerca de 95% da precipitação total), isso corresponde a uma grande irregularidade inter-anual, ainda que menos acentuada no litoral.

Local	Humidade Relativa do Ar valores médios às 9 horas (%)
Mabote	71
Chicualacula	64
Pafúri	62
Mapai	69
Chigubo	69
Mabalane	-
Chokwé	71
Xai-Xai	72

Quadro 11

Quanto à humidade relativa do ar (Quadro 11), na região litoral os valores médios anuais atingem ou ultrapassam ligeiramente os 72%, pelo que se confirma a influência da proximidade do Oceano Índico. No resto da província o ar é mais seco, atingindo valores mais baixos (varia entre 62% e 64%).

O balanço hídrico estabelecido é fundamentalmente climatológico, ou seja, corresponde ao balanço das quantidades de água que são transferidas da atmosfera para o Globo, e deste para a atmosfera. Os valores obtidos e a sua variação ao longo do ano podem dar origem a situações de excesso ou défice de água, em determinado local ou região.

Os valores médios anuais de evapotranspiração registados nas estações, situam-se em 2300 mm e 1700 mm, apresentando contudo pouco significado devido ao curto período da série de dados e das falhas existentes na observação.

Os valores da evapotranspiração potencial (ETP, Quadro 12) foram calculados segundo o método de Thornthwaite, registando valores médios anuais entre 1100 mm e 1500 mm (o mais baixo em Mabote com 1117 mm; o mais alto em Pafúri com 1484 mm).

Relativamente à evapotranspiração real (ETR, Quadro 12), calculada segundo o método de Thornthwaite, considerando para armazenamento de água útil no solo 100 mm, o valor mais baixo regista-se no Pafúri (357 mm) e o mais elevado em Xai-Xai (957 mm).

Evapotranspiração potencial e real. Défice e excesso de água. Valores médios anuais (mm). Índices climohidrológicos (%)

Local	ETP	ETR	Défice de água	Excesso de água	Aridez	Humidade
Mabote	1117	597	520	0	46,6	0,0
Chicualacula	1173	492	681	0	58,1	0,0
Pafúri	1484	357	1127	0	75,9	0,0
Mapai	1317	365	952	0	72,3	0,0
Chigubo	1398	592	806	0	57,6	0,0
Mabalane	1319	432	887	0	67,2	0,0
Chokwé	1289	622	667	0	51,7	0,0
Xai-Xai	1174	957	217	0	18,5	0,0

Quadro 12

O défice de água (Quadro 12) é definido pela diferença entre a evapotranspiração potencial e a evapotranspiração real. Os valores médios anuais são 1127 mm em Pafúri (valor mínimo), e 217 mm em Xai-Xai (máximo).

Tendo em conta o excesso de água (Quadro 12), definido pela diferença entre a precipitação e a evapotranspiração, mais o armazenamento útil no solo (100 mm), não se verifica, em nenhum dos oito locais, excesso de água.

O índice de aridez (Quadro 12) é calculado a partir do quociente entre o valor total anual de défice de água e o valor da evapotranspiração potencial do ano. Apresenta valores médios anuais entre os 18,5% em Xai-Xai e 75,9% em Pafúri, respectivamente o mínimo e máximo da Bacia.

O índice de humidade (Quadro 12), definido pelo quociente entre o valor total anual do excesso de água e a evapotranspiração potencial no ano, é nulo em todos os locais, visto ser nulo o excesso de água.

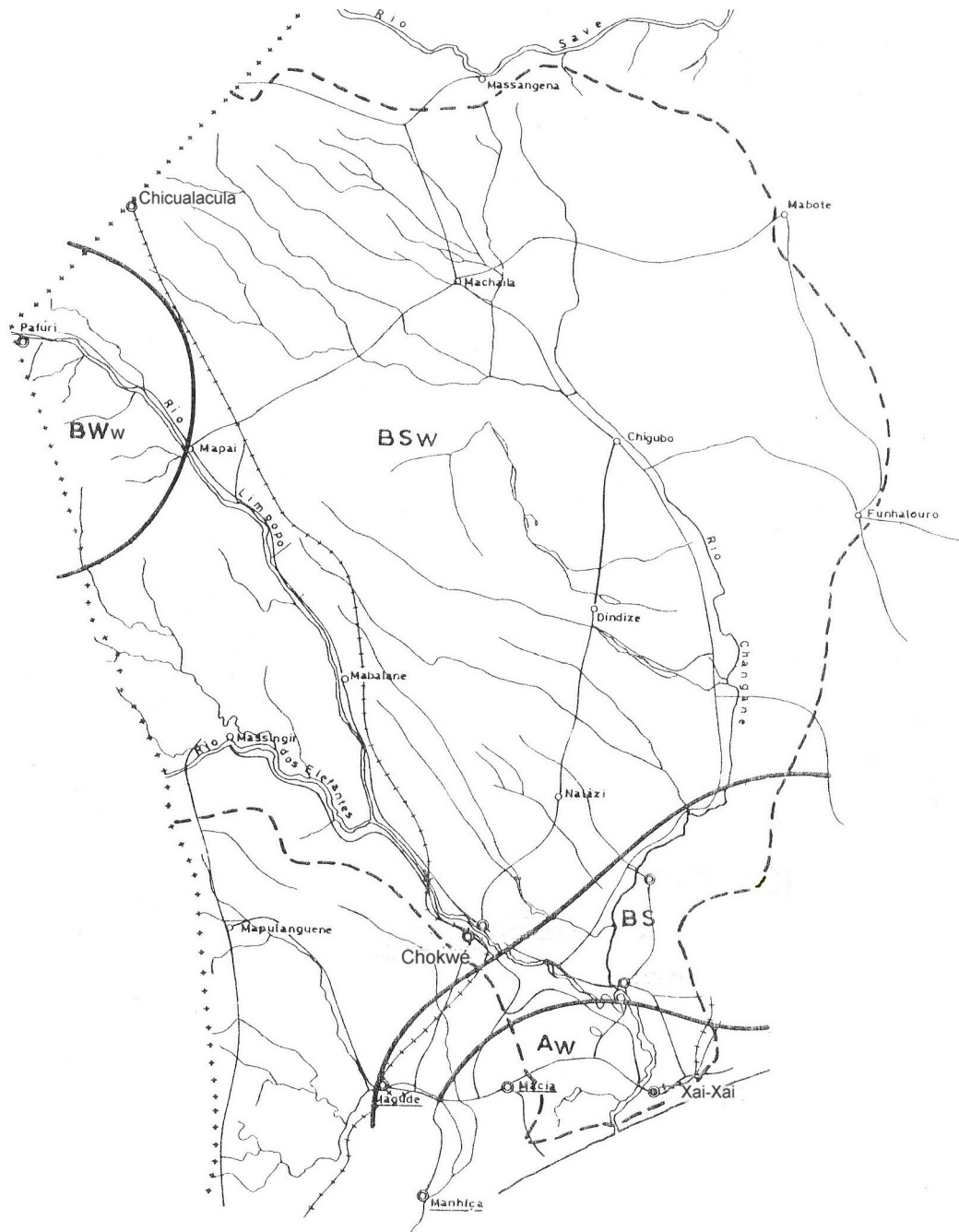
Segundo o critério de classificação de Köppen, predomina na província o clima de tipo seco de estepe, com estação seca no Inverno. Contudo, na zona de Pafúri e Mapai, existe o clima seco de deserto, no Sul o clima seco de estepe, mas na fachada litoral ocorre o clima tropical chuvoso de savana (Quadro 13, figura 14).

Relativamente à zonas climáticas, segundo o critério de Thornthwaite, o clima é predominantemente semi-árido, árido (em Pafúri, Mapai e Mabalane) e sub-húmido seco no litoral, megatérmico, sem excesso de água em todos os meses e com défice de água em toda a bacia (Quadro 13).

Local	Classificação Climática	
	THORNTHWAITTE	KÖPPEN
Mabote	Semiárido, 2º mesotérmico, sem excesso de água	Seco, estepe, Inverno seco (BSw)
Chicualacula	Semiárido, megatérmico, sem excesso de água	Seco, estepe, Inverno seco (BSw)
Pafúri	Árido, megatérmico, sem excesso de água	Seco, deserto, Inverno seco (BWw)
Mapai	Árido, megatérmico, sem excesso de água	Seco, deserto, Inverno seco (BWw)
Chigubo	Semiárido, 2º megatérmico, sem excesso de água	Seco, estepe, Inverno seco(BSw)
Mabalane	Árido, megatérmico, sem excesso de água	Seco, estepe, Inverno seco(BSw)
Chokwé	Semiárido, 2º megatérmico, sem excesso de água	Seco, estepe, Inverno seco (BSw)
Xai-Xai	Sub-húmido seco, megatérmico, excesso nulo de água	Tropical Chuvoso, savana, Inverno seco (Aw)

Quadro 13

A seca rigorosa ou grandes inundações, são fenómenos extremos, que regularmente afectam a bacia. Os intervalos entre estes acontecimentos excessivos de precipitação estão a ficar mais curtos (Quadro 14), enquanto a sua intensidade está a aumentar.



- - - Limites da bacia hidrográfica do Limpopo, em Moçambique

Zonas climáticas segundo o critério de classificação de Köppen

Fig. 14

Parece existir uma correlação entre La Niña (baixas temperaturas à superfície das águas do mar na zona equatorial do Oceano Pacífico) e a pluviosidade anormalmente alta na África Austral, e concretamente em Moçambique. O inverso verifica-se com o El-Niño, situação

oposta, à qual se associam secas no país. Apesar da correlação existente na maior parte dos anos, a mesma não é suficiente para permitir previsões com rigor científico. Certo é o facto de em anos secos, o vento soprar predominantemente de terra para o mar, enquanto em anos húmidos, ele sopra , frequentemente, com o sentido inverso.

SECAS	CHEIAS
1917-18	1848
1961-65	1893-94
1981-82	1915
1991-92	1955
1994-95	1958
2002-03	1967
	1972
	1975
	1977
	1981
	2000

Quadro 14

Fonte : Christie e Hanlon, 2001

Como a precipitação está concentrada em alguns meses, com grande irregularidade inter-anual, o fluxo dos rios é, também, altamente variável, seja ao longo do ano ou mesmo de ano para ano.

De acordo com Sogreah (1993), citado pela FAO (2004), mais de 75% do volume anual de água transportada pelo rio Limpopo ocorre durante apenas 3 meses, entre Janeiro e Março, o que é extremamente reduzido, mesmo quando comparado com outros rios no Sul de Moçambique. De referir ainda que o semestre seco, entre os meses de Maio a Outubro, representa menos de 10% do fluxo anual.

O coeficiente de variação anual do caudal é de 1,07 para o Limpopo em Mapai e 0,61 para o rio dos Elefantes em Massingir.

Para além da grande irregularidade dos caudais naturais, estes valores estão também relacionados com a gestão dos recursos efectuada nos países vizinhos. Muitas barragens foram construídas no Zimbabué e África do Sul, o que leva à extracção de quantidades consideráveis de água do rio Limpopo (Quadro 15), sendo os seus efeitos sentidos em Moçambique, especialmente durante a estação seca.

Anos	Extracção de água (África do Sul, Botswana, Zimbabué) milhões m ³	
	Limpopo	Elefantes
1980	1173	1038
1990	1385	1188
2000	1723	1254

Fonte: FAO, 2000

Quadro 15

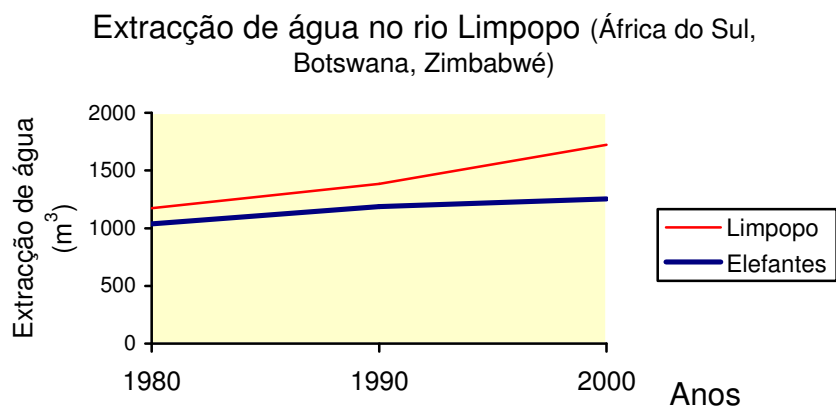


Figura 15

Em Moçambique regista-se uma grande vulnerabilidade hídrica, com alta dependência em recursos hídricos compartilhados. A extracção de água nos países rio acima, associada à alta vulnerabilidade do fluxo, reduz a disponibilidade hídrica e aumenta a vulnerabilidade sentida no sector inferior da bacia hidrográfica do Limpopo.

A grande instabilidade climática, nomeadamente a grande variabilidade e imprevisibilidade pluviométrica, originam chuvas irregulares, concentradas e ocasionais e dão origem a elevado risco climático. Condicionam a existência de chuva útil (aquela que cria reservas, alimenta os aquíferos e compensa as perdas), o calendário agrícola e toda a organização sócio-tradicional, bem como as práticas religiosas (domínio do mágico-religioso). A elevada evaporação significa que o solo seca mais rapidamente e reduz a disponibilidade de água. O elevado risco de seca agrícola, em função do sistema de cultura predominante, é igualmente influenciado pela variação quanto ao início e fim do período de chuva efectiva, daí resultando um risco associado ao calendário das sementeiras.

Quando as cheias atingiram Moçambique, em 2000 (foi considerada a pior desde 1848; a probabilidade estatística de ocorrência de um fenómeno com aquela dimensão é muito reduzida; resultou da conjugação de vários ciclones, que se deslocaram lentamente para interior e não ao longo da costa), elas foram muito extensas, de longa duração e com grande quantidade de água, tendo provocado centenas de mortos e meio milhão de desalojados. As colheitas ficaram destruídas e as infra-estruturas danificadas. Estima-se que o total de perdas tenha atingido os 20% do Produto Nacional Bruto, com o crescimento económico a diminuir de 8% em 1999, para os 2% em 2000. As inundações também destruíram ou danificaram 500 escolas primárias e 7 secundárias (Banco Mundial, 2006). Esta experiência revela a forma como os acidentes climáticos podem diminuir, em grande escala, os ganhos do desenvolvimento. Em Moçambique, são as famílias pobres das planícies ao longo das margens dos rios que mais sofrem com as cheias.

A segurança alimentar depende da produção de alimentos, a qual tem origem num sector bastante heterogéneo, de pequena dimensão, apoiado por uma rede de mercados que é incipiente e mal distribuída. A produção é de baixa produtividade, devido ao reduzido nível tecnológico das famílias camponesas, fraca especialização, elevada incerteza quanto à distribuição da precipitação o que condiciona o rendimento agrícola.

Os MSF desenvolveram um sistema destinado a classificar cada distrito de Moçambique segundo vários graus de vulnerabilidade (Quadro 16).

Gaza tem, de entre todas as províncias de Moçambique, o maior número de distritos com situação de vulnerabilidade estrutural, em especial os quatro localizados mais a norte

Vulnerabilidade estrutural na Província de Gaza

Província de Gaza	Risco severo de seca	Risco moderado de seca	Risco de inundações	Auto-suficiência (meses)	Vulnerabilidade estrutural
Xai-Xai		X	X	10-12	Nenhuma
Bilene-Macia		X	X	10-12	Nenhuma
Manjacaze		X	X	10-12	Nenhuma
Chokwé	X		X	10-12	Nenhuma
Chibuto	X		X	10-12	Nenhuma
Guijá	X			7-9	Ligeira
Massingir	X			7-9	Ligeira
Mabalane	X			5-6	Económica
Massagena	X			5-6	Económica
Chicualacuala	X			5-6	Económica
Chigubo	X			3-4	Insegurança alimentar

Quadro 16

Fonte: MSF-CIS (1998)

(Chibubo, Chicualacuala, Massagena e Mabalane). Estes são especialmente áridos (a precipitação é reduzida e bastante irregular), o que aumenta o risco de ocorrência de seca, com solos pobres e reduzido potencial agrícola, em que a população produz menos de metade das suas necessidades alimentares (para menos de 6 meses). A fraca circulação de moeda, o reduzido acesso aos mercados, que em parte é devido às grandes distâncias e ao mau estado de conservação das vias de comunicação, e a ausência de outras fontes de rendimento, contribuem para que a população dessas regiões viva em situação de crónica insegurança alimentar, especialmente agravada em anos de crise climática (cheias ou secas). Daí que a população que vive em situação de subnutrição atinja valores tão elevados no país (Quadro 17), certamente também na província, e em especial nas áreas rurais.

A zona sul, costeira e alguns distritos com influência marítima produzem alimentos suficientes durante a maior parte do ano. Aí os solos pobres são compensados pela precipitação mais elevada e os melhores acessos favorecem a ligação aos mercados dos principais centros urbanos.

População Subnutrida em Moçambique (%)	
1990/1992 ^a	66
2001/2003 ^a	45
2002/2004 ^b	44

Fonte: a) PNUD, 2006
b) PNUD, 2007

Quadro 17

Em Gaza, a redução das refeições, a procura de actividades temporárias para aumento dos rendimentos, a apanha de lenha, o processamento de carvão, a intensificação da caça e da pesca, a diversificação dos sistemas de cultivo, ou as remessas dos emigrantes na África do Sul, são algumas das estratégias utilizadas para assegurar a segurança alimentar, variando as mesmas consoante os distritos e o seu grau de vulnerabilidade. A gestão da pobreza e as respostas às situações de instabilidade passam também pela capacidade de deslocação, como sejam as migrações temporárias.

População abaixo do limiar de pobreza em Moçambique (%)	
1996/97	69
2002/2003	54

Fonte: PNUD, 2006

Quadro 18

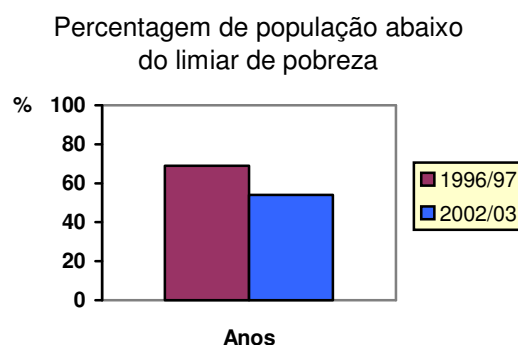


Figura 16

A pobreza de Moçambique está também relacionada com a grande dependência da agricultura de sequeiro, muitas vezes praticada em regime de itinerância, destinada ao auto-consumo, num cenário de precipitação altamente variável, com secas frequentes.

De salientar algumas estratégias tradicionais de produção, como seja a diversificação de campos agrícolas e das respectivas produções: nas terras baixas, localizadas nas margens dos rios onde os terrenos poderão ser mais férteis, produz-se milho, feijão, amendoim ou mandioca; nas serras, terrenos mais altos, menos férteis são escolhidas plantas mais resistentes à secura, como por exemplo o sorgo, mapira ou mexoeira, consoante as regiões.