

# GARCIA DE ORTA

## SÉRIE DE GEOGRAFIA

VOL. 4 • N.º 1 e 2 • 1977



REVISTA DA  
JUNTA DE INVESTIGAÇÕES CIENTÍFICAS DO ULTRAMAR

L I S B O A

Sala .....  
Est. ....  
Tab. ....  
N.º .....

JUNTA DE INVESTIGAÇÕES CIENTÍFICAS DO ULTRAMAR

GARCIA DE ORTA

SÉRIE DE GEOGRAFIA

Vol. 4 • N.<sup>os</sup> 1 e 2 • 1977

CORPO EDITORIAL

ILIDIO DO AMARAL

JOSÉ FARINHA DA CONCEIÇÃO

ALVARO DINIZ CAMPOS AMORES

---

Preço de cada número 50\$00

---

Os pedidos de assinatura, ou de número avulso, devem ser dirigidos ao Serviço de Publicações da JUNTA DE INVESTIGAÇÕES CIENTÍFICAS DO ULTRAMAR, Rua de Jau, 54, Lisboa-3

# Paisagens morfológicas do deserto de Moçâmedes (Angola), entre os rios Curoca e Cunene (1.<sup>a</sup> parte)

ILÍDIO DO AMARAL

Professor da Universidade de Lisboa

Adjunto da Missão de Geografia Física e Humana do Ultramar

(Recebido em 19-X-1976)

Situado no canto sudoeste de Angola, o deserto de Moçâmedes oferece notáveis exemplos de sobreposição e modificação de paisagens, de uma dinâmica extremamente activa que contraria a velha ideia da imutabilidade dos fenómenos naturais em regiões áridas. Após uma introdução que corresponde à apresentação de aspectos fundamentais da geologia e das grandes linhas estruturais, das condições climáticas, dos tipos de coberturas de vegetação, dos tipos de solos e de uma proposta de quadros morfoclimáticos da área entre os rios Curoca e Cunene, a segunda parte do artigo é dedicada ao estudo de formas do relevo e dos processos da sua evolução. Deste modo, são analisados casos de fraccionamento, de meteorização e redução de blocos rochosos, tendo em conta factores de diversas naturezas, quer macroscópicos (fracturas, diaclases, xistosidade, etc.), quer microscópicos (comportamento de certos minerais, condições de permeabilidade das rochas, etc.). A apreciação de diversos perfis de vertentes em rochas graníticas, em rochas xistosas e noutras levaria à definição de características especiais, relacionadas sobretudo com as condições de aridez. Perfil típico muito geral é dado pelo contraste vigoroso entre as vertentes (rochosas) íngremes e as planuras regulares e de fracos declives, das quais se passa para as planícies aluviais. Do conjunto de elementos mereceram especial atenção os cones aluviais, definidos pelas suas características particulares e pelos processos da sua evolução, em comparação com formas análogas de outras regiões do Globo (como as das regiões áridas dos Estados Unidos da América. No deserto de Moçâmedes, como noutros desertos, é quase constante a abundância de detritos sobre as vertentes e sobre as planuras, nos interflúvios e nos leitos dos vales. Por toda a parte existem pavimentos pedregosos — *gibber plains*, *stony mantles*, *desert pavements*, além de conhecidos por nomes regionais, como *saï*, *serir*, *reg*, etc., que aqui são estudados quer sobre os cones aluviais, quer noutras localizações. Vistos durante muito tempo como resultantes de processos eólicos (de adensamento de fragmentos rochosos, por deflação eólica dos detritos finos), a sua evolução é muito mais complexa, contribuindo para ela diversos processos. O artigo termina com uma referência sobre as figuras ou padrões compostos pelos elementos dos pavimentos pedregosos.

Located in the Southwest corner of Angola, the Moçâmedes desert displays notable examples of landscape superposition and alteration with a dynamic extremely active which contradicts the old idea of the immutability of natural phenomena in arid regions. Subsequently to an introduction which corresponds to the presentation of fundamental geological features and great structural lines, climatic conditions, types of vegetation covers, types of soils and one proposal of morpho-climatic plates on the area between the rivers Curoca and Cunene, the second part of the work deals with the study of the relief shapes and the operations of its evolution. Thus, situations of fragmentations, meteorization and reduction of

rocky blocks are analysed having in mind elements of different kinds either macroscopic (rock fissures, diaclasses, schistosity, etc.) either microscopic (reactions of some minerals, conditions of rocks permeability, etc.). The recognition of various slopes profiles in granitic rocks, schistous rocks and other ones would lead to the definition of special characteristics, mainly connected with aridness conditions. A very common typical profile is given by the firm contrast between the abrupt slopes (rocky) and the uniform plains with poor slopes going straight to the alluvial plains. Among all the elements a special care was given to the alluvial cones specified by their individual characteristics and processes of their evolution in comparison with similar shapes in other regions of the Earth (such as the arid regions of the U. S. A.). In the Moçâmedes desert, as in another deserts, it is almost constant the copiousness of debris on the slopes and plains, on the interfluvials and valley-beds. Stony pavements can be found everywhere — gibber plains, stony mantles, desert pavements, also known by the local names of *saï*, *serir*, *reg*, etc. — studied either on the alluvial cones either on another localizations. Longtime regarded as consequential aeolian operations (of rocky fragments densification by aeolian deflation of thin debris) its evolution is much more intricated contributing to it many different procedures. The work ends with a reference to the forms and standards composed by the elements of rocky pavements.

## INTRODUÇÃO

Situado no canto sudoeste de Angola (fig. 1), o deserto de Moçâmedes oferece notáveis exemplos da sobreposição e modificação de paisagens, de uma dinâmica extremamente activa que contraria a velha ideia da imutabilidade dos fenómenos naturais em regiões áridas. São muito diversas as formas do relevo, as características geológicas, as condições climáticas, edáficas, biológicas, ecológicas e hidrológicas (ests. I, XVI e XVII). A complexidade das suas relações, as dificuldades da avaliação das suas múltiplas interferências constituem desafios aliciantes, muito embora, à primeira vista, o recorte nítido das formas e a desnudez das estruturas pudessem levar a pensar que a leitura e interpretação seriam assim mais facilitadas.

A evolução dos montes-ilhas (*Inselberge*) e dos plainos, a abertura, o alargamento e o aprofundamento dos vales, o transporte distante de massas volumosas de detritos, a elaboração de pavimentos pedregosos, de crostas e couraças, a construção de terraços, a acumulação de areias que formam dunas e maciços dunares, são exemplos, dentre muitos outros, que testemunham a existência de condições climáticas e acções morfogenéticas que terão sido ora semelhantes, ora diferentes das actuais. Assim, as formas que podemos observar actualmente são formas herdadas, marcadas pela sequência de efeitos modeladores até aos dos processos mais recentes<sup>(1)</sup>. A melhor impressão de

tais fenómenos pode ser obtida por qualquer observador atento à construção das dunas, ou das marcas de ondulação das areias (*sand-wind ripples*), de geometrias efémeras; ressaltam constantemente as interferências de processos diversos e das próprias formas com as condições climáticas mutáveis durante o ano.

Iniciada pela apresentação das características geográficas mais importantes, a ênfase desta primeira parte de «Paisagens morfológicas do deserto de Moçâmedes» é dada aos fenómenos de mobilidade e de acumulação de materiais a partir de observações efectuadas na área entre os rios Curoca e Cunene, o litoral e o maciço do Chamalinde-Iona (fig. 1). Juntamos informações reunidas no decorrer de ampla consulta bibliográfica, com a preocupação de darmos também um texto didáctico, uma vez que é praticamente nula a contribuição em língua portuguesa para os temas aqui incluídos. Numa segunda parte, ainda em acabamento, procuraremos mostrar que, se o vento, como agente de erosão, se limita a esculpir formas de pormenor em superfícies rochosas e a modificar pequenos relevos, em contrapartida as suas acções de transporte e de acumulação permitem criar formas espectaculares, tais como as dunas e os maciços dunares, filigranadas por *ripples*. Estão longe de oferecer a simplicidade dos esquemas utilizados em compêndios; no terreno, quer vistas do ar, quer do chão, são conjuntos complexos em que se associam tipos variados e de orientações diversas (est. I-C). A constante mobilidade das areias e a conseqüente alteração das formas dificultam ainda mais a melhor compreensão dos fenómenos. A inexistência de dados sobre as condições gerais e locais da circulação

(1) I. do AMARAL, «Formas de *Inselberge* (ou montes-ilhas) e de meteorização superficial e profunda em rochas graníticas do deserto de Moçâmedes (Angola), na margem direita do rio Curoca», Lisboa, 1973, pp. 1-34.

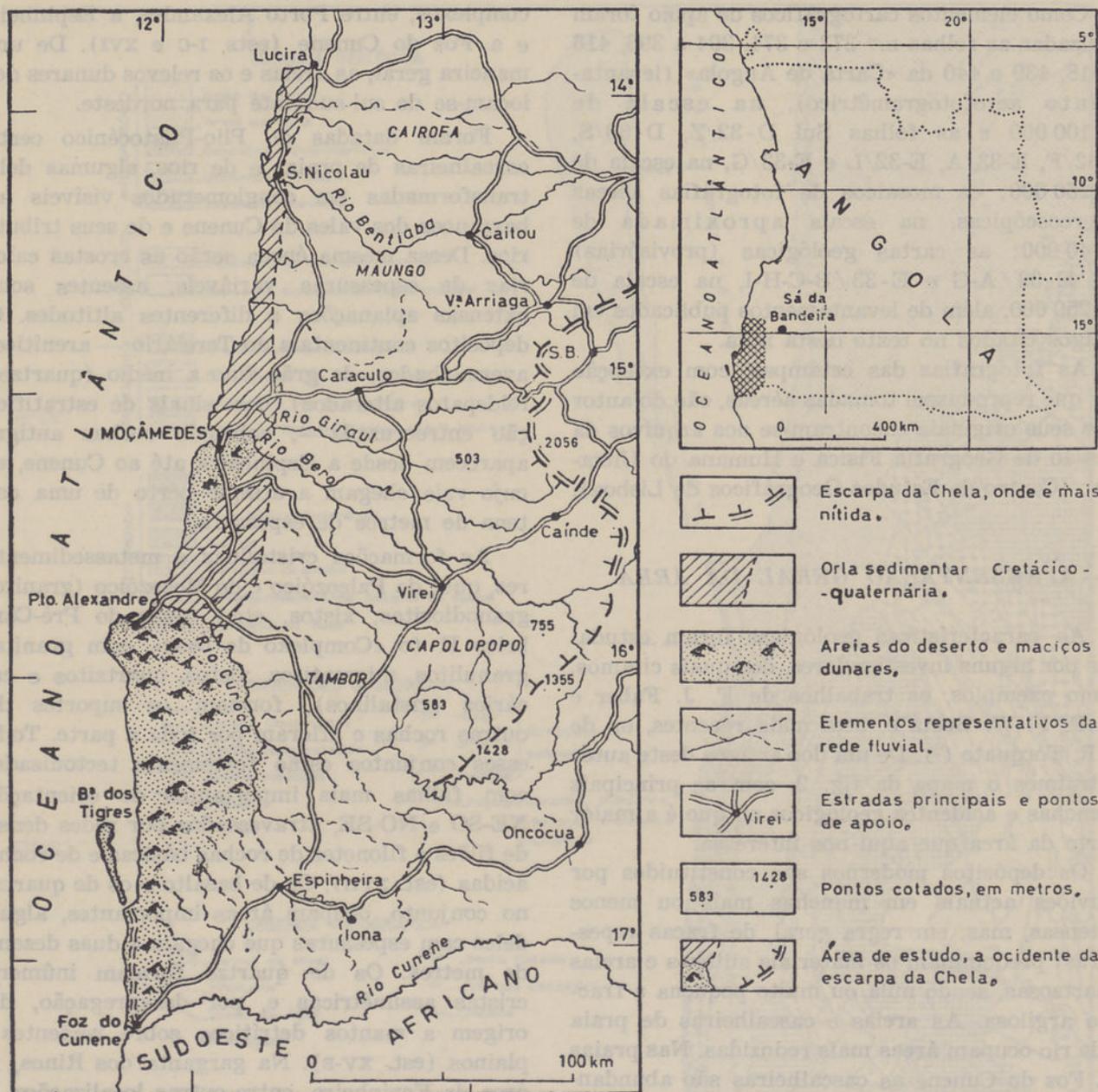


Fig. 1 — Mapa geral do Sudoeste de Angola, com algumas características que interessam a esta nota

atmosférica junto do solo, o conhecimento ainda incipiente da dinâmica do transporte dos materiais pelo vento, a insuficiência actual dos processos de avaliação das interferências das formas com aquela circulação, são os grandes obstáculos que prejudicam as tentativas de explicação. Por isso mesmo, sobre muitos pontos limitar-nos-emos a enunciar hipóteses que, como tais, exigirão confronto e demonstração.

Durante os trabalhos de campo, em várias ocasiões e nomeadamente de Agosto a Outubro de 1973, tivemos de novo a companhia e excelente colaboração do Dr. Joaquim Manuel Bragança Lino da Silva e de sua esposa (então do

Instituto de Investigação Científica de Angola e o primeiro também ligado ao Departamento de Geografia da Universidade de Luanda), a quem endereçamos os maiores agradecimentos e admiração; nestes incluímos de igual modo o Sr. F. Torrinha, preparador do sector de Biologia, e demais elementos que integravam a equipa que nos acompanhou. Aos Profs. C. A. de Matos Alves e A. M. Galopim de Carvalho, à Dr.ª Maria Fernanda Marcelo, ficamos a dever o favor das análises laboratoriais e notas sobre os materiais colhidos no terreno; ao Sr. Júlio Peres, a preparação da ilustração com base nos nossos esboços.

Como elementos cartográficos de apoio foram utilizadas as folhas n.ºs 373 e 374, 394 a 396, 416 a 418, 439 e 440 da «Carta de Angola» (levantamento aerofotogramétrico), na escala de 1:100 000 e as folhas Sul D-32/Z, D-33/S, E-32/F, E-33/A, E-32/L e E-33/G, na escala de 1:250 000; os mosaicos de fotografias aéreas estereoscópicas, na escala aproximada de 1:40 000; as cartas geológicas (provisórias) Sul E-33/A-G e E-33/B-C-H-I, na escala de 1:250 000, além de levantamentos publicados em artigos citados no texto desta nota.

As fotografias das estampas, com excepção das que reproduzem tomadas aéreas, são do autor e os seus originais encontram-se nos arquivos da Missão de Geografia Física e Humana do Ultramar (Centro de Estudos Geográficos de Lisboa).

## I — APRESENTAÇÃO GERAL DA ÁREA

As características geológicas foram estudadas por alguns investigadores, dos quais citamos, como exemplos, os trabalhos de F. J. Faber e de P. F. W. Beetz e, bem mais recentes, os de J. R. Torquato<sup>(2)</sup>. De um dos artigos deste autor extraímos o mapa da fig. 2, com as principais manchas e acidentes geológicos no que é a maior parte da área que aqui nos interessa.

Os depósitos modernos são constituídos por aluviões actuais em manchas mais ou menos extensas, mas, em regra geral, de fracas espessuras; predominam os materiais siltosos e areias quartzosas, sendo nula ou muito pequena a fracção argilosa. As areias e cascalheiras de praia e de rio ocupam áreas mais reduzidas. Nas praias da Foz do Cunene as cascalheiras são abundantes e com elementos de tal modo bem rolados que alguns aparecem como verdadeiras esferas. Dos depósitos modernos salientam-se as areias que cobrem áreas extensas, quer dispostas em mantos informes, quer em dunas e maciços dunares

complexos, entre Porto Alexandre, a Espinheira e a Foz do Cunene (ests. I-C e XVI). De uma maneira geral, as areias e os relevos dunares deslocam-se de sul-sudoeste para nordeste.

Foram datadas do Plio-Plistocénico certas cascalheiras de praias e de rios, algumas delas transformadas em conglomerados visíveis nos barrancos dos vales do Cunene e de seus tributários. Dessa mesma época serão as crostas calcárias de espessuras variáveis, assentes sobre extensas aplanções a diferentes altitudes. Os depósitos continentais do Terciário — areníticos, avermelhados, de grão fino a médio (quartzo e feldspatos alterados), com sinais de estratificação entrecruzada —, cobrindo rochas antigas, aparecem desde a Espinheira até ao Cunene, em cujo vale chegam a atingir perto de uma centena de metros de espessura.

As formações cristalinas e metassedimentares, quer do Paleozóico e do Mesozóico (granitos, granodioritos, xistos, etc.), quer do Pré-Câmbrico II (o «Complexo de base», com granitos, granulitos, migmatitos, xistos, quartzitos e calcários cristalinos), formam os suportes das outras rochas e afloram por toda a parte. Todos esses conjuntos estão fortemente tectonizados, com falhas mais importantes de orientações NE-SO e NO-SE, atravessados por redes densas de filões e filonetes de rochas básicas e de rochas ácidas (est. XVII). Os de basalto e os de quartzo, no conjunto, ocupam áreas importantes, alguns deles com espessuras que chegam a duas dezenas de metros. Os de quartzo formam inúmeras cristas assimétricas e, por desagregação, dão origem a mantos detríticos sobre vertentes e plainos (est. XV-B). Na garganta dos Rinos, na área da Espinheira, entre outras localizações, os xistos sericíticos, quase verticais, tendo na base espessas camadas de arcoses e no topo, em discordância angular, quartzitos, formam relevos extensos e importantes. Intrusões gabróicas (Pré-Câmbrico) e carbonatíticas (Mesozóico) são reconhecíveis em diversos lugares.

As condições do clima, tendo por base as medições feitas em três estações do litoral e algumas extrapolações de medidas de estações do interior, situadas fora da área em estudo, são conhecidas apenas de maneira muito geral (quadro 1). A temperatura média anual do ar é inferior a 20°C ao sul de Moçâmedes: Porto Alexandre, 19°C; Baía dos Tigres, 18°C; Baía dos Tigres-Saco, 16°C; e Foz do Cunene, 18°C. Para o interior as temperaturas médias anuais são mais elevadas, da ordem de 25°C no Virei e de

(2) F. J. FABER, *Bijdrage tot de geologie van Zuid-Angola (Afrika)*, Delft, 1926.

P. F. W. BEETZ, «Geology of South West Angola, between Cunene and Lunda axis», Joanesburgo, 1933, pp. 137-176.

J. R. TORQUATO, «Nota prévia sobre a geologia da região do Morro Vermelho (Baía dos Tigres)», Luanda, 1970.

Idem, «Origin and evolution of the Moçâmedes desert (Angola)», Luanda, 1970, pp. 29-38.

Idem, «Algumas considerações sobre os trabalhos de campo realizados na região da Baía dos Tigres (Foz do Cunene)», Luanda, 1971, pp. 105-123.

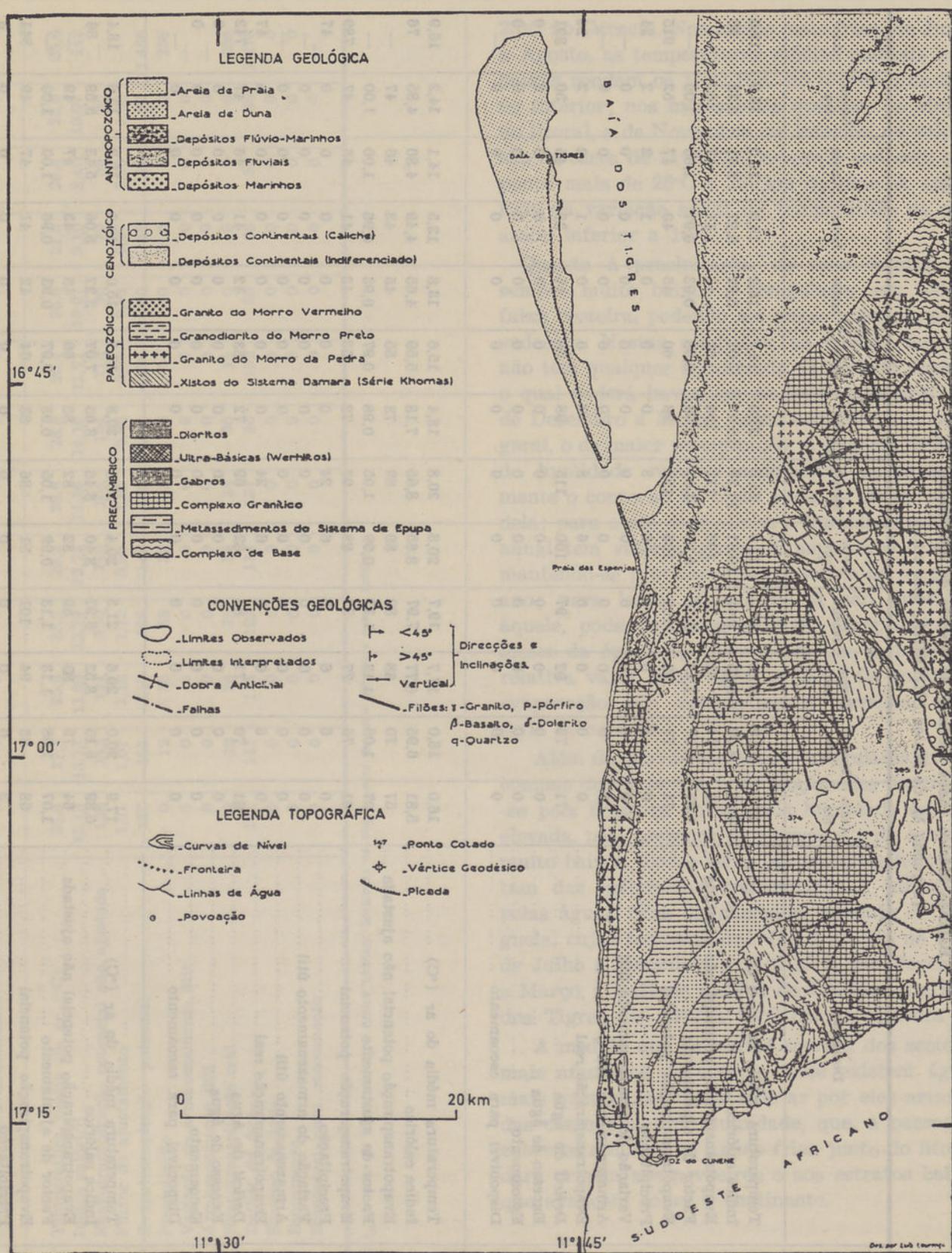


Fig. 2 — Elementos geológicos da região Baía dos Tigres-Foz do Cunene (seg. J. R. Torquato, «ob. cit.», Luanda, 1971, p. 121)

QUADRO I  
 Balanço hídrico (anos médios) do deserto de Moçâmedes  
 (segundo M. de Matos SILVEIRA, «ob. cit.»)

Localidades, coordenadas, anos médios e índices	Designação	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Ano
PORTO ALEXANDRE 15° 48' S 11° 51' E 10 m 1968-1969 $I_a = 97$ $I_H = 0$ $I_h = -58$	Temperatura média do ar (°C) ...	18,8	19,9	20,8	22,0	23,8	24,8	28,0	18,2	16,2	15,0	16,0	16,9	19,6
	Índice calórico ...	7,42	8,09	8,65	9,42	10,61	11,29	10,07	7,07	5,92	5,27	5,81	6,32	96
	Evapotranspiração potencial não ajustada ...	66	74	81	91	108	117	100	61	48	47	47	52	—
	Fator de ajustamento ...	1,07	1,07	1,13	1,12	0,98	1,05	0,98	0,98	0,93	0,97	1,00	1,00	—
	Evapotranspiração potencial ...	71	79	92	102	106	123	98	60	45	40	47	52	915
	Precipitação ...	0	0	0	5	6	8	0	0	0	0	1	2	24
	Varição do armazenamento útil ...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
	Armazenamento útil ...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
	Evapotranspiração real ...	0	0	0	5	6	8	0	0	0	0	1	2	24
	Deficit de água ...	71	79	92	97	100	115	98	60	45	39	45	50	891
Excesso de água ...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Escoamento ...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Disponível para escoamento ...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BAIA DOS TIGRES 16° 36' S 11° 43' E 1 m 1969-1970 $I_a = 94$ $I_H = 0$ $I_h = -56$	Temperatura média do ar (°C) ...	16,0	18,0	17,7	19,7	20,8	20,8	18,4	15,6	13,8	13,5	14,1	14,2	16,9
	Índice calórico ...	5,81	6,95	6,77	7,97	8,65	8,65	7,18	5,59	4,65	4,49	4,80	4,85	76
	Evapotranspiração potencial não ajustada ...	57	70	68	82	89	89	73	55	45	43	46	47	—
	Fator de ajustamento ...	1,07	1,08	1,13	1,13	0,99	1,05	0,98	0,97	0,93	0,96	1,00	1,00	—
	Evapotranspiração potencial ...	61	76	77	93	88	93	72	53	42	41	46	47	789
	Precipitação ...	0	0	0	5	6	24	0	0	0	0	0	0	47
	Varição do armazenamento útil ...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
	Armazenamento útil ...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
	Evapotranspiração real ...	0	0	0	5	6	24	0	0	0	0	0	0	47
	Deficit de água ...	61	70	71	88	82	69	72	53	42	41	46	47	742
Excesso de água ...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Escoamento ...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Disponível para escoamento ...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
FOZ DO CUNENE 17° 16' S 11° 48' E 5 m 1967-1968	Temperatura média do ar (°C) ...	17,9	20,0	20,6	21,3	20,4	20,5	20,8	18,2	15,0	14,6	15,3	15,6	18,4
	Índice calórico ...	6,89	8,15	8,53	8,97	8,40	8,46	8,65	7,07	5,27	5,06	5,43	5,59	86
	Evapotranspiração potencial não ajustada ...	64	79	83	89	82	82	85	66	45	43	47	49	—
	Fator de ajustamento ...	1,07	1,08	1,13	1,13	0,99	1,05	0,98	0,97	0,93	0,96	1,00	1,00	—
	Evapotranspiração potencial ...	68	85	94	101	81	86	83	64	42	41	47	49	841
	Precipitação ...	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	Varição do armazenamento útil ...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
	Armazenamento útil ...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
	Evapotranspiração real ...	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

	838	49	47	41	42	64	83	86	81	101	94	85	65	838
<i>I<sub>a</sub></i> = 99														
<i>I<sub>H</sub></i> = 0														
<i>I<sub>h</sub></i> = -59														
Deficit de água	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Excesso de água	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Escoamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponível para escoamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Temperatura média do ar (°C)	25,6	23,0	20,4	21,5	23,0	25,4	28,8	28,8	28,2	28,3	25,8	27,4	26,0	25,6
Índice calórico	142	10,07	8,40	9,10	10,07	11,71	14,16	14,16	13,72	13,79	11,99	13,13	12,13	142
Evapotranspiração potencial não ajustada	—	86	59	70	86	118	154	154	149	150	124	143	128	—
Fator de ajustamento	—	0,93	1,00	0,97	0,93	0,98	0,98	1,05	0,98	1,12	1,13	1,07	1,07	—
Evapotranspiração potencial	—	86	59	68	80	116	151	162	146	168	140	153	137	—
Precipitação	1 466	86	86	86	80	14	95	38	32	39	26	12	0	—
Varição do armazenamento útil	256	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
Armazenamento útil	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
Evapotranspiração real	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
Deficit de água	256	0	0	0	0	14	95	38	32	39	26	12	0	—
Excesso de água	1 210	86	59	68	80	102	56	124	114	129	114	141	137	—
Escoamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
Disponível para escoamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—

*I<sub>a</sub>* = índice de aridez; *I<sub>H</sub>* = índice de humidade; *I<sub>h</sub>* = índice hídrico. Indicadas as coordenadas de cada estação e o ano médio.

23°C no Caracul. Nos meses mais frios, de Junho a Agosto, as temperaturas médias mensais mais baixas rondam os 15°C-16°C no litoral e os 20°C no interior; nos meses mais quentes, de Março, no litoral, e de Novembro, no interior, os valores são de cerca de 21°C-22°C no canto sudoeste e de pouco mais de 26°C a 200 km do mar. A amplitude da variação anual da temperatura do ar é assim inferior a 10°C.

Quanto à precipitação, os seus valores são sempre muito baixos e irregulares em toda a faixa costeira, podendo ser quase nulos no canto sudoeste. Nestas condições, as médias mensais não têm qualquer significado. O período durante o qual poderá haver um ou outro aguaceiro vai de Dezembro a Março, sendo este mês, em regra geral, o de maior precipitação. A isopleta de 80 % de humidade relativa acompanha aproximadamente o contorno da costa e não se afasta muito dela; para oeste dessa linha a humidade relativa anual tem valores iguais ou superiores a 80 %, mantendo-se praticamente constante ao longo do ano; para leste, os valores já são inferiores àquele, podendo descer a 60 %, exceptuados os meses da época de chuvas, em que a humidade relativa varia entre 75 % e 85 %. Os totais da evaporação são extremamente elevados, como seria de esperar.

Além de chuvas escassas e irregulares, traços comuns dos desertos, o de Moçâmedes distingue-se pela frescura do ar, pela humidade relativa elevada, pela presença de nevoeiros e de estratos muito baixos. Todas estas particularidades resultam das influências transmitidas à atmosfera pelas águas frias da chamada corrente de Benguela, cujas temperaturas (às 8 h) vão de 15°C, de Julho a Setembro, a 21°C-22°C, em Fevereiro e Março, à latitude da Foz do Cunene e da Baía dos Tigres, de 16°C a 24°C em Moçâmedes (3).

À medida que os ventos sopram dos sectores mais afastados do oceano, onde existem águas mais quentes, as massas de ar por eles arrastadas carregam-se de humidade, que, à passagem sobre os sectores de águas frias junto do litoral, dará origem aos nevoeiros e aos estratos baixos que avançam sobre o continente.

(3) M. Matos da SILVEIRA, «Pesquisa de uma relação entre a variação anual da temperatura da água do mar na costa de Angola e a variação anual da precipitação no litoral e noutras regiões do território mais distantes do Oceano», Luanda, 1969.

Idem, «Estudo climático do distrito de Moçâmedes», Luanda, 1974.

Em geral as madrugadas são calmas, o nevoeiro vai-se dissipando à medida que o solo, por aquecimento, emite calor; antes do meio do dia o céu poderá apresentar-se limpo. A brisa marítima que se forma desde a manhã ganha intensidade gradualmente e, pelo meio da tarde, os seus golpes fortes (mais de 25 km/h a 30 km/h) são capazes de levantarem nuvens de poeiras e mesmo de areias finas. Antes do pôr do Sol, por enfraquecimento da energia solar e arrefecimento do solo, o nevoeiro volta a instalar-se sobre as terras do litoral.

As noites, com o predomínio das brisas de terra, são calmas, húmidas e nevoentas; uma importante condensação nocturna molha todas as superfícies.

Ocasionalmente, os ventos emitidos pelas células de altas pressões que se desenvolvem sobre as terras altas do interior arrastam para as do litoral massas de ar quente e seco, aquecido adiabaticamente na descida das escarpas vigorosas. Mas os ventos dominantes são os dos quadrantes de sul, em particular de sudoeste, que sopram durante todo o ano. Os ventos desempenham papel importante, como elementos do complexo ecológico do deserto.

O aquecimento da atmosfera torna o ar muito mais móvel; o calor transmitido pelo solo contribui para a criação de fortes gradientes verticais. São condições diárias frequentes as manhãs calmas, o aumento da intensidade dos ventos no decorrer do dia, o regresso da calmaria pela noite fora.

Durante as horas mais quentes, de maior mobilidade do ar, geram-se pequenos turbilhões, que arrastam os materiais finos e leves. Por vezes tais turbilhões adquirem dimensões maiores e consideráveis intensidades de fustigação das superfícies ou obstáculos encontrados nas suas trajectórias.

Há inter-relações diversas entre os fenómenos assim descritos; são notáveis as diferenças térmicas entre a atmosfera e o solo, sendo de considerar, em relação a este, a sua exposição, natureza geológica, coloração e revestimento.

Os efeitos do aquecimento diurno do solo fazem-se sentir com intensidades cada vez maiores à medida que nos deslocamos de Moçâmedes para o Sul. Por combinação com os do gradiente anticiclónico, são vulgares, na região da Baía dos Tigres-Foz do Cunene, especialmente durante a tarde, as rajadas do quadrante sudoeste, que chegam a exceder os 50 km/h, até valores de

70 km/h e mais (4). Os ventos de grande intensidade, mais frequentes nos meses de Abril a Junho, que levantam nuvens densas de poeiras e de areias, podendo até dobrar ou derrubar a vegetação, são conhecidos por «garroas».

Em trabalhos recentes sobre os solos e sobre as formações vegetais da área de Moçâmedes (5) ficaram definidas as grandes linhas que permitem uma proposta de um quadro morfoclimático geral (6). Assim, do Ocidente para o Oriente, poderemos caracterizar sectores hiperáridos, sectores áridos, subáridos e semiáridos (figs. 3 e 4). Os primeiros têm boa exemplificação na área entre Porto Alexandre, Espinheira e Foz do Cunene, praticamente sem vegetação. Quando esta existe é desértica, esporádica (*Odyssea paucinervis*, erva crepitosa, vivaz, de raízes muito desenvolvidas; *Sporobolus spicatus* e *Acanthosicyos horrida*, espinhosa sem folhas na maioria do ano e notável como fixadora de areias), acantonada em dunas movediças e marginando os poucos leitões que conservam alguma humidade (serve de exemplo *Phragmites mauritianus*, caniços com folhas de extremos acerados e contudentes).

As acções eólicas têm a predominância na modelação das formas do relevo; os processos hídricos gozam de influências menores, quer no plano local, quer mesmo no regional. Mas nem sempre será aqui que os ventos constroem os grandes edifícios dunares, em particular quando os materiais mobilizáveis não se encontram em quantidades suficientes.

As superfícies topográficas estão cobertas por areias, as dunas são de pequenas dimensões, associadas à presença de reduzidos acidentes topográficos ou de tufos de vegetação. A acção das águas é quase nula e mesmo as crostas salinas, herdadas de épocas anteriores e encobertas

(4) H. Duarte FONSECA, «Contribuição para o conhecimento da agitação marítima na faixa costeira de Angola», Luanda, 1971, p. 5.

(5) L. A. Grandvaux BARBOSA, *Carta Fitogeográfica de Angola*, Luanda, 1970.

*Carta Geral dos Solos de Angola, 3. Distrito de Moçâmedes*, Lisboa, 1963.

A. Castanheira DINIZ, *Características Mesológicas de Angola*, Nova Lisboa, 1973, pp. 269-290.

(6) Existem tentativas idênticas para o deserto do Namibe:

Richard F. LOGAN, *The Central Namib Desert, Southwest Africa*, Washington, 1960.

Helga BESLER, *Klimaverhältnisse und Klima geomorphologische Zonierung der zentralen Namib (Südwest-Afrika)*, Stuttgart, 1972.

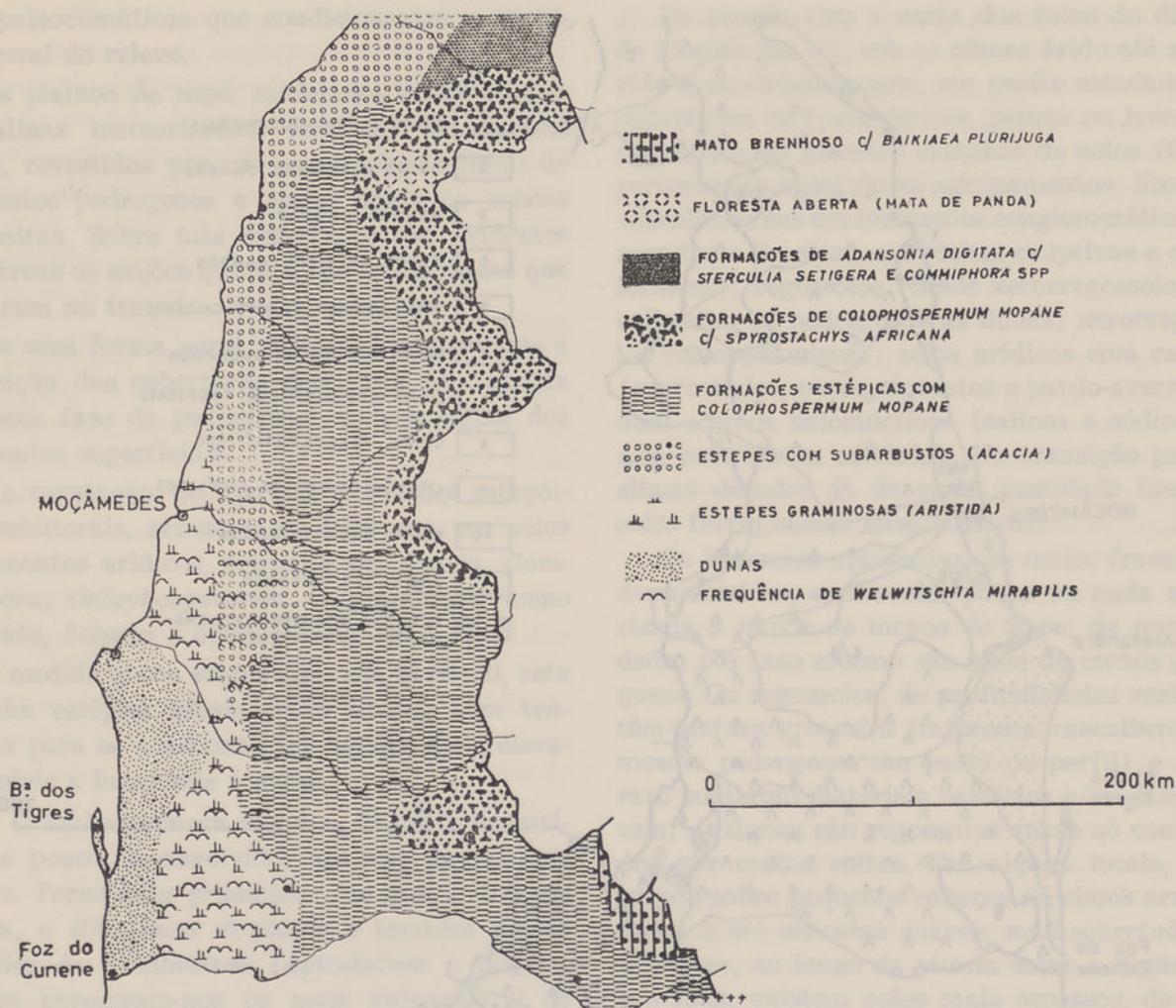


Fig. 3 — Esboço dos principais tipos de coberturas vegetais (seg. A. C. Diniz, *ob. cit.*, Nova Lisboa, 1973, p. 284)

por aluviões, não dão lugar a recristalizações actuais.

Num ou noutro lugar parece ter havido intervenção de processos hídricos de fraca intensidade, marcados por sinais de escorrência ligados a antigos canais de drenagem sobre superfícies inclinadas na base de vertentes ou à existência de capas argilosas nos fundos de pequenas bacias.

A antiguidade relativa de alguns desses processos é sugerida pela acumulação de gesso ou de compostos salinos em concreções superficiais e em formas difusas no subsolo; correspondem, certamente, a fases climáticas de menor secura e de condições mais favoráveis ao escoamento de águas pluviais ocasionais. Do mesmo modo se poderão interpretar os pavimentos conglomeráticos, por vezes com cimento ferruginoso, e que geralmente se ligam a desembocaduras de barrancos por onde terão corrido águas.

Envolvendo os sectores hiperáridos, os áridos apresentam maiores diversidades, tanto em latitude como em longitude; são mais evidentes as

divergências e os traços comuns das componentes geomorfológicas. Entre estes, os mais importantes correspondem à coexistência de processos de escoamento híbrido e de processos eólicos, combinando-se ou neutralizando-se, conforme os casos. Nesses ambientes conservam-se, com razoável nitidez, testemunhos de modelados mais complexos, tais como superfícies poligénicas de planaltos, pedimentos de dimensões desiguais e localmente escalonados; os efeitos morfológicos de encaixe assumem aspectos variados, umas vezes francamente incisos, mas de comprimentos modestos, nos planaltos cascalhentos, outras vezes em canais alinhados que reúnem drenos de funcionamentos episódicos sobre áreas de transição. Todavia, muito mais espectaculares são as acumulações de areias transportadas pelo vento.

A cobertura de vegetação é constituída por formações estepóides e estepes litorais, ralas e descontínuas, de ciclo vegetativo efémero, em solos arídicos pardos e fersialíticos, com abundantes e extensos afloramentos rochosos. São

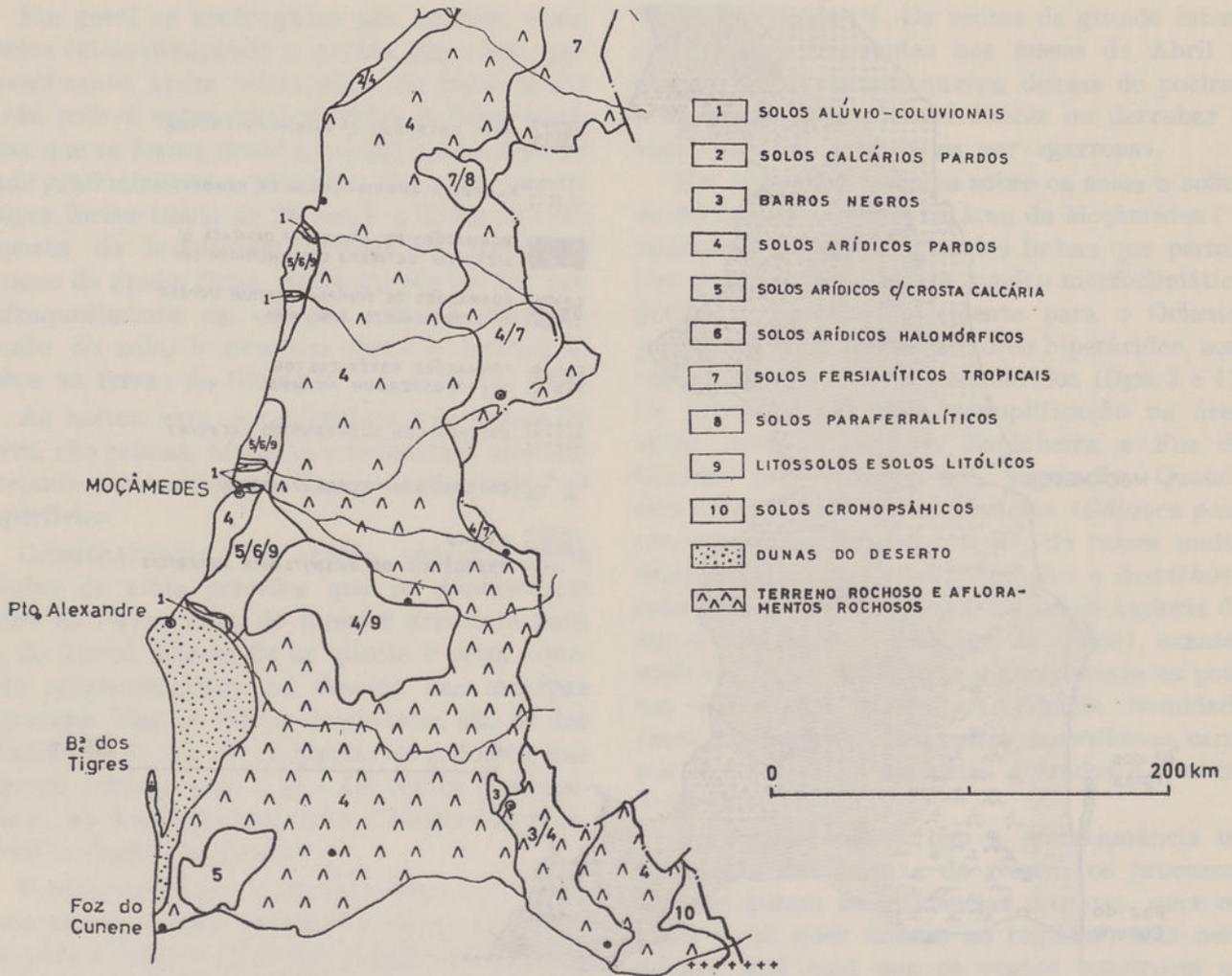


Fig. 4 — Esboço dos principais tipos de solos (seg. A. C. Diniz, *ob. cit.*, Nova Lisboa, 1973, p. 278)

vulgares *Aristida*, *Cissus*, *Salvadora*, etc., e povoamentos da famosa *Welwitschia* (7).

A vegetação adensa-se nas depressões; em contrapartida, nos cimos mais expostos aos ventos há uma quase total ausência de vegetação, salvo a presença de uma flora liquénica notável.

A *Aristida* (*prodigiosa*, *ordeacea*, *gracilior*, *papposa*, etc.) tem uma larga representação; as plantas têm a capacidade de reverdecer pela reconstrução do parênquima clorofilino em cada novo ciclo vegetativo. Na estepe graminosa aparecem a *Euphorbia virosa*, em grupos dispersos sobre areias quartzíferas grosseiras, a *Salvadora persica* em tufos sobre solos vários, o *Cissus uter* (o «odre-do-deserto») e o *C. currori* (de formas arborecentes, caules cilíndricos e inflorescências menores) e diversas compositas (est. II).

A *Welwitschia mirabilis*, agarrada ao solo, com taças e folhas subdivididas, abundante em

(7) Estes e outros elementos foram extraídos de L. A. G. BARBOSA, *ob. cit.*, Luanda, 1970.

algumas dambas, constitui o melhor símbolo deste deserto. Numa damba na base do chamado Morro do Soba, a oeste do segmento da picada Fazendas de S. João-Tambor, tivemos a ocasião de admirar um exemplar extraordinário, pela sua altura de cerca de 1,60 m (est. III-A).

Nas formações ribeirinhas predominam espécimes arbustivos e arbóreos de *Acacia albida*, *Tamarix usneoides* (ou por vezes *angolensis*); *Ficus* spp. muito dispersos, *Hyphaene benguelensis*, etc. (est. III-B).

Nos sectores subáridos a escorrência das águas ganha um papel mais predominante na dinâmica morfogenética actual. Elas exercem acção efectiva sobre as rochas mais ou menos intensamente meteorizadas e sobre os depósitos coluviais heterométricos ou sobre os aluviais em fundos de leitos largos e nos terraços; desenvolvem-se assim sistemas complicados de barrancos estreitos e fundos.

Mais do que nos outros sectores, estão aqui bem representados os testemunhos de alternân-

cias paleoclimáticas que condicionaram a evolução geral do relevo.

Os plainos de sopé, modelados sobre rochas cristalinas meteorizadas, ficaram, em muitos casos, revestidos por um manto descontínuo de elementos pedregosos e areias mais ou menos grosseiras. Sobre tais superfícies são evidentes as marcas de acções químicas de intensidades que variaram no tempo.

De uma forma geral pudemos verificar que a deposição das coberturas detríticas foi seguida por uma fase de pedogénese, com lavagem dos horizontes superficiais.

Na vegetação, do tipo das formações estepóides sublitorais, arbustivas e herbosas, em solos pardacentos arídicos, predominam *Acacia*, *Commiphora*, *Colophospermum*, e gramíneas, como *Aristida*, *Setaria* e outras.

À medida que a aridez aumenta para sul, esta mancha estépica afasta-se do litoral, com tendência para se acantonar em regiões mais elevadas, onde a humidade é maior.

O *Colophospermum mopane*, de porte normalmente pouco desenvolvido, aparece de mistura com a *Terminalia prunioides*, de 2 m a 3 m de altura, o *Rhigozum virgatum* e também várias espécies de *Combretum* (*apiculatum* e *oxystachyum* pareceram-nos os mais vulgares) e de acácias espinhosas; o substrato inferior é ralo mas rico em *Crotolaria* (*argyrea* e *damarensis*, entre outras), *Cassia italica*, *Lotononis platycarpus*. Entre as gramíneas avultam, como já referimos, *Aristida* (*papposa*, *gracilior*, *adscensionis*, *dinteri*, etc.), *Schmidtia kalaharensis* e outras que no fim da época seca deixam os terrenos com enormes peladas.

Próximo de leitos, conservando alguma humidade, as aluviões são povoadas por *Acacia albida* e *Combretum imberbe*, por *Sclerocarya*, *Ficus*, *Cordia* e ainda outras.

Na faixa de semiaridez as chuvas asseguram um mínimo de drenagem superficial guiada pelos canais de uma rede que, de certo modo, tem alguma organização. Vegetação e solos apresentam características diferentes das anteriores. Bosques secos, decíduos, e mosaicos de savana e estepe dão as notas principais da cobertura vegetal; a espécie mais característica é o *Colophospermum mopane*, o «mutiati», muito abundante nas proximidades das vigorosas escarpas do interior.

De acordo com a carta dos solos do distrito de Moçâmedes (8), sob os climas árido até semiárido e sub-húmido seco, em perfis estudados em superfícies de fraco declive, planas ou levemente onduladas, as grandes manchas de solos (fig. 4) pertencem aos seguintes agrupamentos: litossolos (xerolitossolos em formações conglomeráticas, em arenitos e limnitos, em rochas eruptivas e cristalofílicas); regossolos (desde xerorregossolos cascalhentos ou pedregosos às dunas; xerorregossolos cromopsâmicos); solos arídicos com calcário (encrostados, pardo-cinzentos e pardo-avermelhados) e solos halomórficos (salinos e sódico-salinos, com e sem calcário). Na transição para os climas dotados já de certa humidade ficam os solos ferruginosos (fersialíticos).

Os litossolos apresentam-se muito fracamente desenvolvidos, com rocha pouco ou nada meteorizada a partir de menos de 20 cm de profundidade; por isso mesmo são mais ou menos pedregosos. Os regossolos, de profundidades variáveis, têm textura grosseira (saibrosos, cascalhentos ou mesmo pedregosos em parte do perfil) e não é raro conterem materiais calcários e/ou sais solúveis; as dunas são regossolos quase só constituídos por areias soltas. Em alguns locais, como sucede sobre pequenos cabeços de cimos arredondados e em encostas suaves, mas sobretudo nas «chanas», ao longo da picada entre a Espinheira e o Iona, existem solos mais espessos, de cores vivas (desde laranja a avermelhada) e textura grosseira, de fraca compacidade e sem acumulações notáveis de calcário; são os xerorregossolos cromopsâmicos, formados sobre sedimentos não consolidados fornecidos pelos relevos de rochas eruptivas e cristalofílicas. Sobre eles a vegetação é de graminosas finas, de porte médio e em densidades fracas ou médias.

Mais espessos e desenvolvidos que os anteriores são os solos arídicos, arenosos e também argilo-arenosos, com algum ou bastante saibro quartzoso e feldspático, e por vezes até elementos rochosos grosseiros; sobre eles a vegetação é de mato aberto, xerofítico, com um estrato gramíneo fraco e mal distribuído, que, em regra geral, não existe durante os meses mais secos. Os arídicos com calcário revelam, nos seus perfis, concentrações de materiais calcários de origem secundária, bem como minerais do grupo das micas ou da montmorilonite. Assumem importante papel morfológico as crostas (de caliche) subsuper-

(8) *Carta Geral dos Solos de Angola, 3. Distrito de Moçâmedes, Lisboa, 1963.*

ficiais, em cornijas do rebordo de planaltos ou de vertentes de vales; quando desprovidas de materiais que as fossilizavam, demarcam as superfícies de planaltos. Nos arídicos sem calcário evidenciam-se níveis mais ricos em óxidos de ferro.

Os solos halomórficos têm acumulações de sais solúveis e/ou percentagens anormais de sódio no complexo de adsorção.

Do ponto de vista geomorfológico é interessante referir certas características particulares dos solos. De uma maneira geral, como é bem conhecido, os perfis pedogenéticos têm fraco desenvolvimento ou até nem existem. Por isso mesmo há quem prefira caracterizar os solos dos desertos pelos seus aspectos sedimentares e designá-los pelo termo geral de «sedossolos»: solos de origem fluvial, litoral, eólica, etc.; de textura grosseira, ou fina; solos salinos, ou não salinos<sup>(9)</sup>. Limitamo-nos a assinalar apenas tal tendência. De alguns exemplos de microtopografias estudadas no decorrer dos nossos trabalhos de campo, começaremos pelos padrões de pequenas fendas de dessecação que delimitam blocos poligonais irregulares, em depósitos finos, argilo-arenosos, que cobrem superfícies planas (est. IV). As fendas são geralmente rectilíneas, ou ligeiramente encurvadas, e os seus comprimentos, larguras e profundidades variam bastante de local para local, até mesmo entre pontos próximos. Em todo o caso, parece haver uma relação do tamanho médio dos blocos com o comprimento das fendas, a espessura da capa de sedimentos finos e as propriedades dos materiais subjacentes a estes.

Condições necessárias são, sem dúvida, as de existência dum manto argilo-arenoso, ou só argiloso, saturado em água e que, à medida que for secando, passará pelas fases plástica e sólida com redução de volume, até atingir o seu limite de contracção. Essa redução de volume é acompanhada de forças de tensão suficientes para desencadear processos de ruptura e consequente abertura das fendas.

A morfologia delas depende ainda de características particulares dos próprios materiais — granularidade, compacidade, quantidade de humidade intergranular —, a que se aliam outras externas, tais como a temperatura e a humidade no ambiente, a velocidade da evaporação.

É de supor que, de modo idêntico ao que sucede noutros ambientes climáticos, no caso de

haver uma certa homogeneidade dos tamanhos e das formas dos grãos, e em condições particulares da relação entre o conteúdo de água e a taxa de evaporação, se possam formar padrões hexagonais de fendas. Todavia, o mais geral, uma vez que os centros de contracção estão distribuídos ao acaso e que existem elementos bem grosseiros no depósito, é o desenvolvimento de padrões irregulares, delimitando blocos poligonais também irregulares.

As faces cimeiras dos blocos podem apresentar-se côncavas, convexas, planas ou irregulares. O primeiro caso parece associado aos processos mais rápidos de secagem e de subsidência das camadinhas mais superficiais; muitas vezes elas individualizam-se dos respectivos blocos e enrodilham-se.

Quando existem fortes percentagens de sal, em resultado da dessecação acompanhada de uma ligeira expansão dos materiais, a tendência é a do empolamento das camadinhas do cimo; em certos locais forma-se mesmo uma espécie de crosta, que se quebra com ruído característico quando pisada.

As faces planas estão mais ligadas à dessecação lenta de camadas relativamente mais espessas e com percentagens menores de sal.

São frequentes as formas de sobreposição de gerações de fendas; a uma rede de fendimento antigo, de fendas já fechadas por um cimento argilo-arenoso, poderão sobrepor-se outras, sem que haja necessariamente coincidências destas com as primeiras.

Para além das fendas acabadas de referir há outras, de maiores escalas, abertas nos mantos detríticos sobre as vertentes de fracos declives e sobre os plainos, isoladas ou em redes irregulares, contínuas ou não, rectilíneas ou curvilíneas.

A evaporação intensa, cuja influência pode chegar a níveis profundos, ao ponto de fazer rebaixar a faixa de capilaridade, será o maior responsável pela abertura de tais fendas. Uma vez formadas, elas modificam-se rapidamente por queda dos materiais das suas paredes, pela acção de escorrência veloz de águas pluviais, pelos retoques eólicos.

Em regra geral, as fendas dão locais de concentração de alguma humidade e, por isso mesmo, acabam por ser colonizadas pela vegetação. O mesmo sucede em relação às fendas antigas que tenham sido fechadas por materiais entulhados; os alinhamentos de vegetação permitem localizá-las.

(9) S. WESTERN, «The Classification of arid zone soils», Londres, 1972, pp. 266-297.

Em diversos pontos de áreas cobertas por mantos pedregosos pudemos verificar que a maioria dos fragmentos rochosos emergia de um nível de solo de tonalidades claras, de estrutura vesicular ou espumosa, de poucos centímetros de espessura, sobre outro de areias finas e *silt*, com agregados glomerulares, assentando, por sua vez, em horizonte mais compacto e escuro.

As faces exteriores daqueles fragmentos, mais escuras e envernizadas, faziam contraste com as outras, mais claras e sem verniz, mergulhadas na camada vesicular; ao nível do afloramento, a separação daquelas faces era marcada por cercadura azulada correspondendo, certamente, à localização de microecossistemas de algas, fungos e bactérias.

Estruturas vesiculares semelhantes às que acabamos de referir puderam ser observadas nos solos preenchendo as fendas e em solos aluviais finos, capazes de reterem as águas pluviais durante algum tempo. Nestes casos, após as águas se terem infiltrado lentamente nos solos dessecados, as condições permanentes de *secura* facilitam o desenvolvimento de gretas irregularmente distribuídas mas, quase sempre, em densidades elevadas. Sob as camadinhas superficiais e endurcidas, de cada bloco delimitado por gretas, pudemos ver níveis com estruturas vesiculares.

Contrariamente ao que tem sido afirmado por alguns investigadores que trabalham noutros desertos<sup>(10)</sup>, não nos pareceu que essas estruturas possam impedir o estabelecimento de vegetação. Mais adiante retomaremos o problema do papel que elas desempenham na evolução do relevo.

## II — AS FORMAS DE RELEVO E OS PROCESSOS DA SUA MODELAÇÃO<sup>(11)</sup>

Por toda a parte, nessas paisagens de aridez, são visíveis os efeitos quebradiços das deformações geológicas e dos processos da meteorização nas rochas. Juntas e falhas, cruzando-se em redes complicadas, são exploradas pela meteorização e pelos agentes da erosão; filões de espes-

suras variadas, desde alguns milímetros até vários metros, cortam as rochas, entrecruzando-se nas mais diversas direcções. Os efeitos da meteorização revelam-se por algumas características mais gerais: superficialidade e exiguidade dos solos; preponderância de crostas e pátinas (o verniz-do-deserto); selectividade do ataque, pela exploração mais activa de faixas e de pontos de menores resistências. As estruturas geológicas e as geometrias das formas apresentam-se com muita nitidez ao observador.

Em qualquer lado são importantes os fenómenos de desagregação mecânica e de alteração química das rochas — em blocos, em escamas, em glomérulos e grãos, em produtos já decompostos — sobre as vertentes e os plainos de sopé. Nos vales secos, quer nas «dambas» largas e fundas, quer mesmo nas «mulolas» menos diferenciadas, tal como nas depressões amplas, os fundos estão atapetados com detritos, predominando as areias e os areões grosseiros.

Muito embora faltem as águas correntes, os aguaceiros esporádicos, que caem sobre os solos dessecados e superfícies rochosas, podem produzir inundações efémeras nos barrancos e nos fundos de vales largos. O volume relativamente elevado de águas escoadas em tempo demasiado curto, as altas velocidades adquiridas sobre os declives pronunciados e descontínuos, permitem o transporte de grandes massas de detritos. Estes aumentam o poder erosivo dessas águas pluviais e vão alimentar os sectores de deposição; no trajecto, como naqueles sectores, os detritos ficam sujeitos às acções esmiuçantes e de decomposição. Criam-se, deste modo, elementos capazes de serem tomados e transportados pelos ventos, que, pelas condições de aridez regional, desempenham um papel muito importante como agentes morfogénicos.

As paisagens do deserto poderão ser esquematizadas pela apresentação de alguns tipos de formas, como as vertentes e os plainos, as montanhas e os montes-ilhas (*Inselberge*), os planaltos e os vales<sup>(12)</sup>, as dunas e os maciços dunaes, etc.

1 — Nos últimos anos os geomorfólogos têm procurado encontrar, pela maior utilização dos conhecimentos da tectónica de superfície e da petrografia, novos e valiosos argumentos para melhor entendimento dos processos de modela-

<sup>(10)</sup> O. H. VOLK e E. GEYGER, «Schaumböden als Ursache der Vegetationslosigkeit in ariden Gebieten», Berlin, 1970, pp. 79-95.

M. EVENARI, D. H. YAALON e Y. GUTTERMAN, «Note on soils with vesicular structure in deserts», Berlin, 1974, pp. 162-172.

<sup>(11)</sup> Processos eólicos e formas relacionadas com eles serão tratados noutro artigo (segunda parte).

<sup>(12)</sup> I. do AMARAL, «ob. cit.» na nota 1 deste texto, pp. 2-4.

ção das formas do relevo terrestre. O mesmo temos procurado fazer nos nossos trabalhos sobre o deserto de Moçâmedes, porquanto aí, pelas condições particulares da aridez, eles adquirem importância fundamental. Nesse sentido, acrescentaremos alguns dados aos que já enunciámos noutras notas (13).

São bem visíveis aspectos diversos do fraccionamento das rochas por estruturas ligadas a fenómenos de fracturação e de xistosidade. Começaremos pelos primeiros, tomados aqui no conceito genérico de «juntas» (de compressão, de distensão e de descompressão), sem quaisquer disposições específicas em relação à estratificação (14). Elas formam redes complexas que fraccionam as rochas numa multidão de blocos com vários tamanhos e configurações (ests. V, VI e VII-A), podendo sempre admitir-se que os fenómenos de fracturação tenham sido acompanhados por outros, de alongamento e de encurtamento; no conjunto definem características do comportamento das rochas quando atacadas pelos agentes da meteorização e da erosão.

Em regra geral, os fenómenos de extensão manifestam-se pela abertura de fendas mais ou menos paralelas entre si, normais ou oblíquas à direcção de alongamento, curvas ou mesmo entrecruzadas; muitas delas foram preenchidas, total ou parcialmente, por produtos de recristalização (calcite e quartzo), podendo ainda revelar efeitos de deformações posteriores.

Não é raro haver três sistemas de juntas quase em cruzamentos normais (NO-SE, NE-SO, N-S ou E-O), que dominam sobre outros. Ocorrem em inclinações diversas, verticais a sub-horizontais, simples ou em grupos, rectilíneas a encurvadas. A abertura e a frequência das juntas variam muito de lugar para lugar. No caso das rochas graníticas, com uma rede do tipo quadrangular, de malha relativamente apertada, diferenciam-se blocos cubicóides ou paralelepípedicos; uma vez que não faltam outras direcções, individualizam-se também blocos de formas geométricas irregulares e exóticas (ests. V, VI e VII-A).

(13) I. do AMARAL, «ob. cit.» na nota 1, Lisboa, 1973.

Idem, «A propósito de formas escavadas em leitos fluviais e em vertentes graníticas no deserto de Moçâmedes (Angola)», Lisboa, 1974, pp. 1-18.

(14) M. MATTAUER, *Les déformations des matériaux de l'écorce terrestre*, Paris, 1973, pp. 83-84, o termo é mais geral que o de diaclase, muitas vezes limitado a juntas grosso modo perpendiculares à estratificação.

Outras condições estruturais são as que se associam à xistosidade — quer a xistosidade propriamente dita, quer a folhação ou xistosidade cristalofilina, quer ainda a xistosidade de fractura —, aos microdobramentos, aos alinhamentos. Em qualquer dos casos, o que interessa é a existência dessas aberturas favoráveis à penetração dos agentes da meteorização e da erosão.

Menos acessíveis, mas de modo nenhum menos importantes, são certas características petrográficas, microscópicas e submicroscópicas. «Ces humbles détails des masses cristallines de l'écorce terrestre», no dizer de C. Grelou-Orsini a propósito das cavidades em cristais de quartzo (15), ganham realce cada vez maior nos estudos geomorfológicos.

Citaremos como exemplos, além das ditas cavidades, os casos da microfracturação de cristais; da existência de inclusões fluidas (líquidas ou gasosas) e sólidas (palhetas de mica, agulhas de rútilo e outras); dos contactos intergranulares e da presença de elementos menores.

Uma vez que pouco mais teríamos a acrescentar sobre a importância da microfracturação ao que já dissemos em trabalhos anteriores, vejamos os outros casos.

Vários autores têm posto em evidência como a meteorização das rochas graníticas é guiada, em grande parte, pela existência de cavidades nos cristais de quartzo (16), muito embora nem sempre se consiga saber ao certo se são efectivamente os granitos mais resistentes aqueles em que tais cristais têm redes menos densas de cavidades. De qualquer modo, nada obsta a aceitar que elas constituam vias de penetração de meteorização química, pontos e linhas de fraqueza tectónica das rochas ao comprometerem as resistências dos cristais.

Os estudos sobre as inclusões (17), sobre os contactos entre os cristais e sobre os corpos nos espaços quando os grãos não se adaptam muito bem são outros tantos caminhos importantes, para a explicação não só da génese e da evolução

(15) C. GRELOU-ORSINI, «Les cavités des quartz des principaux types de granites corses: contribution à l'étude de la résistance des roches cristallines», Paris, 1973, p. 586.

(16) Idem, «ob. cit.», pp. 585-591.

(17) S. TABER, «Quartz crystals with clay and fluid inclusions», Chicago, 1950, p. 47, refere-se à vulnerabilidade dos cristais de quartzo com inclusões aquosas às condições de glaciação e, por isso mesmo, ao uso desse conhecimento na determinação das temperaturas mínimas às quais estiveram submetidas as áreas em que existem.

dos corpos graníticos, mas também da eficácia dos processos da meteorização. Em diversas lâminas obtidas de amostras que colhemos no terreno, de rochas granulares, sobretudo graníticas, foi possível verificar fenómenos de microfracturação e de contaminação de quartzos e de feldspatos, da existência de cavidades com inclusões e da presença de minerais secundários que atestam a debilidade estrutural das rochas.

Também se tem procurado a explicação das formas do relevo terrestre a partir de teorias que invocam as diferenças do ataque das rochas, enquanto em posições profundas da crosta e depois quando exumadas; já há diversas tentativas do estabelecimento de critérios para a distinção entre os modelados atribuíveis aos processos de meteorização em profundidade e os outros devidos ao contacto directo com a atmosfera. A profundidade até à qual os blocos rochosos ficam sujeitos à meteorização depende não só da abertura das juntas e de outras estruturas análogas, mas também do grau de permeabilidade das rochas, e esta, por sua vez, de condições complexas.

Na passagem de zonas profundas para níveis de afloramento — e seja, de novo, o caso particular dos maciços graníticos — as rochas ficam submetidas aos efeitos antagónicos e simultâneos que resultam da supressão da carga sobrejacente e da diminuição de temperatura.

De acordo com B. Thénóz *et al.*, um deslocamento vertical de 2000 m, nas condições médias do grau geotérmico, provocaria uma diminuição de carga vertical da ordem dos 540 barias e um abaixamento de temperatura de cerca de 66°C; pelas tabelas de S. P. Clark, isso daria lugar a uma contracção de 0,8 ‰ para o quartzo, uma expansão de 0,22 ‰ para a ortose, uma contracção de 0,10 ‰ para a albite e uma expansão de 0,15 ‰ para a oligoclase<sup>(18)</sup>.

Tais diferenças explicam, por um lado, as diversidades de comportamento de deformação dos cristais; por outro lado, no que aqui mais nos interessa referir, as características de microporabilidade das rochas.

Nessa heterogeneidade mecânica são ainda de considerar a proporção do quartzo em relação aos outros, a dimensão e a forma dos cristais, as pressões de origem tectónica. São factores a ter em conta e que justificam o facto de a permea-

bilidade não ser homogénea, nem mesmo à escala do simples bloco.

Com efeito, experiências laboratoriais têm mostrado que na vizinhança de planos de ruptura (juntas) a diminuição de tensões é quase instantânea, ao passo que se torna cada vez mais lenta em direcção aos pontos mais afastados. Por isso mesmo, e em resultado da adição de efeitos, o máximo de porosidade tenderá a localizar-se nos ângulos que delimitam os blocos, onde acabam por se desenvolver superfícies encurvadas de isopermeabilidade crescente.

Se a permeabilidade for nula num dado plano ou face, esta passará a delimitar dois sectores de comportamentos diferentes, mesmo quando num mesmo bloco: um mais rapidamente alterável, em contraste com o outro quase inalterável. Pelo contrário, nos casos de permeabilidade progressiva, haverá condições favoráveis para a arenização regular de todo o bloco.

Vemos assim como o fenómeno resulta de processos complexos ligados à permeabilidade que, por sua vez, depende da heterogeneidade mecânica, de causas mecânicas externas, das condições climáticas.

B. Thénóz *et al.* chamaram ainda a atenção para a importância da presença da smectite (formada por acção de soluções carbónicas hidrotermais) e dos seus contactos com as águas meteóricas, favoráveis à rápida arenização de granitos<sup>(19)</sup>. Limitamo-nos a apontar mais este aspecto, como via a tentar noutras investigações.

Os geomorfólogos, seguindo outras vias, também têm dado notáveis contribuições sobre os fenómenos de meteorização das rochas.

Referiremos aqui, em particular, os trabalhos de Cliff D. Ollier.

Num artigo de 1965 procurou definir uma escala de termos da meteorização (em rochas graníticas) e dar um esquema dos diferentes processos<sup>(20)</sup>: *sheeting*, para a individualização de placas ou lajes rochosas espessas, ao longo de planos *grosso modo* paralelos à superfície topográfica do maciço, com pouca ou nenhuma presença de testemunhos de fenómenos de alteração química; *exfoliation*, reservado para a disjunção esferoidal, quando o processo teve lugar ou início em profundidade — com formas bem nítidas em rochas graníticas e basálticas; *flaking*, diferindo

(18) B. THÉNOZ, R. PÉRAMI e L. CAPDECOMME, «Sur l'arénisation et l'altération en boules des granites», Bordéus, 1968, pp. 51-52.

(19) B. THÉNOZ *et al.*, «ob. cit.», Bordéus, 1968, p. 56.

(20) C. D. OLLIER, «Some features of granite weathering in Australia», Berlim, 1965, pp. 291-295.

do anterior pelo facto de o processo se desenvolver subaereamente, sem continuação abaixo do nível do solo, que marca o afloramento do bloco ou do maciço; *case hardening*, para a formação de crostas (ou de pátinas espessas) de concentração de minerais, que revestem as superfícies rochosas; *granular desintegration* ou separação de grãos.

Dois anos depois, noutro artigo (21), o mesmo autor voltou àqueles temas, insurgindo-se contra o abuso do emprego de *exfoliation* para diversas formas (e diversos processos) apresentando o aspecto comum da individualização de capas ou folhas dispostas mais ou menos concentricamente em torno de um núcleo. Acrescentou então as definições de *sheeting* (formação de placas espessas, na sequência de fenómenos de descompressão das rochas, por ablação das massas sobrejacentes) e de outras formas menores, geralmente aceites como devidas à expansão das zonas superficiais dos blocos rochosos no decurso da meteorização.

É de notar que, já muito antes, em 1925 e 1926, E. Blackwelder classificara as causas possíveis dessa expansão em três grupos (22):

1. Expansão devida à variação da temperatura — fogo; faísca; variações térmicas (estacional, diária ou horária);
2. Expansão provocada por substância estranha — gelo; sais; radículas;
3. Expansão em resultado de modificações químicas — absorção de água por colóides; deterioração química de minerais.

Em 1969 C. D. Ollier produziu o primeiro livro sobre os processos da meteorização de rochas e de minerais e sobre os produtos resultantes, chamando a atenção para o factor tempo, quer através da velocidade da meteorização, quer desta ao longo de uma história geológica (23).

Finalmente, em 1971, mais uma vez sobre as

causas da meteorização esferoidal (24) apresentou várias hipóteses — expansão, descompressão, alteração química sob condições de volume constante, fenómenos semelhantes aos dos «anéis de Liesegang», microfracturas e outros mecanismos — e, a propósito de *flaking*, propôs que se distinguíssem *flakes* (elementos de espessuras geralmente uniformes) e *spalls* (elementos mais espessos a meio e com margens em bisel, chegando mesmo a ser cortantes).

Ainda dentro de tais linhas de pensamento, F. K. Brunner e A. E. Scheidegger, em artigo de 1973, após uma revisão crítica das ideias expostas por vários autores, apresentaram a proposta de um modelo teórico para a explicação dos fenómenos (25). Segundo os resultados obtidos por tratamento matemático de diversos parâmetros, o aparecimento de fissuras poderá considerar-se análogo a uma ruptura por tracção multiaxial (ruptura por tracções induzidas) numa compressão uniaxial. Supondo-se um estado de compressão triaxial, o modelo poderá explicar o paralelismo entre a superfície da rocha e a da «esfoliação», o aumento da espessura das placas com a profundidade, o desaparecimento da esfoliação a partir de uma certa profundidade, que nos granitos será da ordem dos 50 m.

Como caso particular, os autores acrescentaram um modelo diferente sobre a formação de placas ou lajes nas escarpas rochosas, na sequência do desenvolvimento de falhas progressivas iniciadas em zonas de fraqueza do sopé das paredes e que se estendem pelo interior da rocha, paralelamente à superfície.

Na natureza, os processos sobrepõem-se, somando-se ou contrariando-se para o resultado final. Uma mais rápida diferenciação dos blocos pode obliterar a conservação das placas ou lajes; a descamação, como o lascamento, tanto se manifestam nas placas extensas como nos pequenos blocos; a aceleração desses processos poderá impedir o desenvolvimento de outros, conduzindo a tipos de maior pormenor. Sobre qualquer dos casos podem intervir, com intensidades diferentes, os processos de desagregação, com produção de grânulos ou de grãos simples (ests. V a VIII).

2 — O estudo de vários perfis de vertentes leva-nos a definir alguns aspectos fundamentais. Em regra geral, na área desta nota, os perfis das

(21) C. D. OLLIER, «Spheroidal Weathering, Exfoliation and Constant Volume Alteration», Berlim, 1967, pp. 103-108.

(22) E. BLACKWELDER, «Exfoliation as a phase of rock weathering», Chicago, 1925, pp. 793-806.

Idem, «Fire as an agent in rock weathering», Chicago, 1926, pp. 134-140.

(23) C. D. OLLIER, *Weathering*, Edimburgo, 1969. Do mesmo autor é um livrinho mais recente, *Weathering and Landforms*, Londres, 1974.

(24) Idem, «Causes of spheroidal weathering», Amsterdão, 1971, pp. 127-141.

(25) F. K. BRUNNER e A. E. SCHEIDEGGER, «Exfoliation», Viena, 1973, pp. 43-62.

vertentes em rochas graníticas são convexo-côncavos, ou mesmo convexo-rectilíneos (ests. I-B e IX); em alguns casos as bases reentrantes dão formas em dossel. Apesar de os declives serem mais frequentes entre 10° e 35°, também são vulgares as inclinações mais fortes, como em perfis quase verticais de montes-ilhas. Os valores médios andam à roda de 25°-26°. Nas vertentes com inclinações superiores a 35° os materiais soltos dificilmente se mantêm imobilizados; em declives iguais ou superiores a 40° quase todos esses materiais se deslocam rapidamente para as bases.

Conforme as condições e estado de esmiuçamento dos detritos, dependendo ainda do transporte dos materiais junto dos sopés, assim as vertentes mantêm um perfil côncavo na sua parte inferior (pela acumulação de materiais), ou bem abrupto de rocha (desde que o escoamento dos detritos seja rápido e constante). Em qualquer dos casos, as passagens das vertentes para os plainos são sempre nítidas, reveladas pelo *knick* típico. Na época actual parece estar-se numa fase de erosão activa, porquanto são evidentes as rupturas das crostas (*case hardening*) e do verniz que cobrem as superfícies rochosas, dando-lhes tonalidades castanho-avermelhadas. A observação mostrou a generalidade do destacamento de placas espessas e da individualização de blocos, em diversas fases de evolução e de meteorização.

Nas rochas vulcânicas os declives das vertentes têm valores mais frequentes entre 17° e 35° e os valores médios são semelhantes aos das vertentes graníticas. Todavia, os perfis caracterizam-se por segmentos côncavos muito longos sob abruptos cimeiros (est. XI-B), pela imobilidade aparente das coberturas de blocos estreitamente encostados uns contra os outros, e também pela presença de solo rico em *silt* e argila, onde mergulha uma larga percentagem daqueles blocos. Estes apresentam-se revestidos por verniz-do-deserto, mas, ao contrário do que referimos para os graníticos, não é fácil distingui-los por gerações.

Os elementos basálticos ou andesíticos mostram superfícies bem conservadas e, em particular nos sectores internos, os efeitos dos agentes meteorizantes parecem limitados a formas de alteração dos minerais ferromagnesianos. Todavia, isto não significa, de modo algum, que não tenha havido meteorização. A prova dela está na abundância de solo fino, quer sobre as vertentes, quer junto das suas bases. A nossa sugestão é a de que, seguindo a meteorização uma certa direcção e havendo evacuação progressiva dos produtos resultantes, os blocos permanecem com aspec-

tos de elementos são. A textura das rochas desempenha papel importante no processo.

Sob as condições actuais, as vertentes graníticas são fontes de fornecimentos abundantes de areias e de cascalho fino. Dos grandes maciços, aos *Inselberge* mais simples, até aos modestos blocos, é notável a produção de detritos. No caso das rochas vulcânicas, as camadas superficiais estão quase sempre fixadas por solo e os grandes fragmentos raramente reagem às forças de deslocação que actuam sobre eles. Os produtos resultantes da meteorização têm calibres muito variados; contudo, uma larga percentagem é de elementos mais pequenos que os das areias médias.

As vertentes xistentas também se apresentam cobertas por detritos, que, em regra geral, são plaquetas de várias dimensões e formas (ests. X e XI-A). Em casos de orientações estruturais particulares, como sucede nos xistos sericíticos da garganta do Dr. Mota, ou nas proximidades da Espinheira, as vertentes têm sectores em parede lisa, pela separação de «pranchas» rochosas. No conjunto, dominam os perfis convexo-côncavos, menos regulares quando afloram filões de quartzo. Em muitos pontos, a partir desses filões nascem mantos detríticos alvejantes sobre as manchas escuras dos xistos e doutras rochas (est. X-B).

A partir da definição de classes de declives, vários autores têm procurado fixar limites de estabilidade das coberturas detríticas em vertentes de regiões desérticas. Ainda que a nossa recolla não seja suficiente para uma tentativa análoga, os valores medidos não se afastam muito daqueles que têm sido referidos em diversos trabalhos. A título de exemplo citamos as conclusões tiradas por M. A. Melton de observações que fez em vertentes do deserto de Sonora, no sul do Arizona<sup>(26)</sup>. As de menos de 28,5°, quer em rochas graníticas, quer em rochas vulcânicas, são altamente estáveis, enquanto as de valores de 28,5° até 36° são progressivamente instáveis; o limite superior de vertentes cobertas por detritos é o mesmo que o ângulo de repouso de detritos grosseiros e angulares. Com declives maiores que cerca de 36° são raras as vertentes cobertas por detritos, pois isso requer condições especiais, raras vezes presentes sob condições áridas. Aqueles dois valores, de 28,5° e de cerca de 36°, serão funções dos coeficientes de fricção das próprias rochas, não importa os tipos de movimentos dos

(26) M. A. MELTON, «Debris-covered hillslopes of the Southern Arizona desert — consideration of their stability and sediment contribution», Chicago, 1965, pp. 719, 724-726.

detritos (rolamento, deslizamento), nem outros factores determinando o actual declive.

Perfil típico, descrito em relação à maioria das regiões áridas e semiáridas do Globo, é dado pelo contraste vigoroso entre as vertentes montanhosas com declives íngremes e os plainos regulares e de fracos declives (7°-8° a montante, cerca de 1° a jusante), dos quais se transita para as planícies aluviais (fig. 5). A esses sectores

gua inglesa a utilizarem o termo de *desert piedmonts* (27). Aqui ocupar-nos-emos apenas dos cones aluviais, pois os *pediments* constituirão objecto de outra nota, que englobará tais formas em rochas do maciço antigo e em rochas da orla sedimentar do deserto de Moçâmedes.

Os cones, como elementos distintos das paisagens, são depósitos detríticos construídos geralmente a partir das desembocaduras de vales e barrancos que descem as montanhas; devido à diminuição brutal de potência, na passagem para as superfícies muito menos declivosas, os detritos são depositados (ests. XII e XIII). Diferem dos taludes de vertente pelo facto de estes serem constituídos predominantemente por acção de deslizamentos gravitacionais de materiais. Em plano, os cones tomam a configuração de leque aberto (ou de tronco de cone), com declives que diminuem para todas as direcções, para se ligarem quase gradualmente aos das superfícies de enchimento no fundo de vales ou de vastas depressões (est. XIII). Da coalescência de cones vizinhos resultarão formas mais amplas, em plano inclinado, mas conservando-se aqueles individualizados nas cabeceiras, separados por depressões intermédias (fig. 6).

As origens dos cones, as suas relações com as áreas montanhosas fornecedoras de detritos e com as superfícies de enchimento, que correspondem a níveis de base locais, ou mesmo regionais, têm sido investigadas em vários pontos do Globo, desde os de climas frios aos quentes, desde os húmidos aos secos, e têm alimentado larga controvérsia. A. Surell, em 1841, no primeiro estudo de carácter científico sobre as torrentes alpinas, pôs em relevo a presença dos cones aluviais (28). Mas devem-se aos investigadores norte-americanos as contribuições mais importantes, em estudos sobre tais formas das regiões desér-

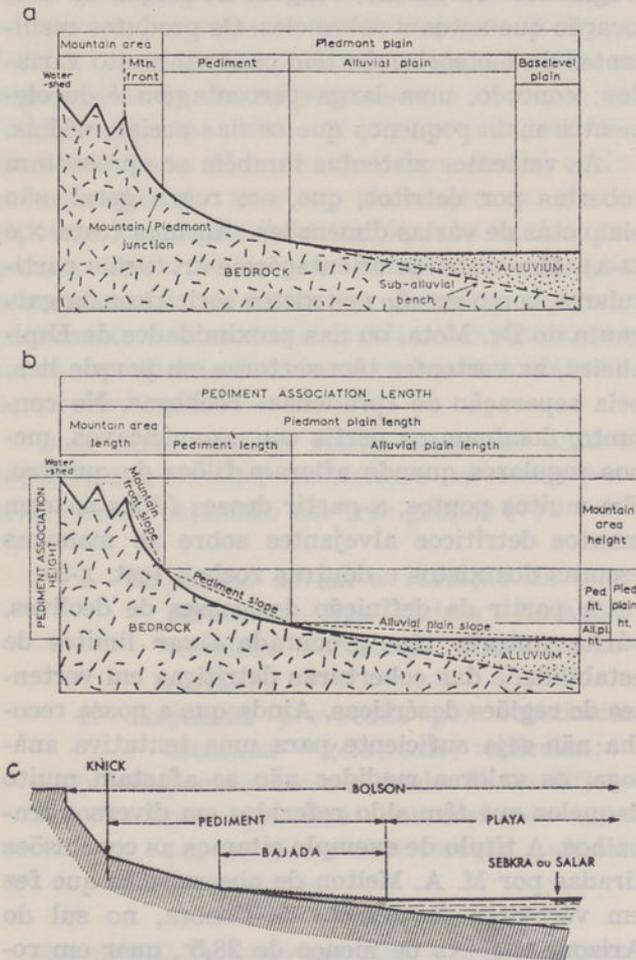


Fig. 5 — Perfil topográfico vulgar em regiões áridas a e b — componentes e qualidades morfométricas (seg. R. U. Cooke e A. Warren, *ob. cit.*, Londres, 1973, p. 172); c — relações de terminologia (seg. J. Demangeot, *ob. cit.*, Paris, s. d., p. 199)

intermédios têm sido atribuídas expressões descritivas, estranhas à língua portuguesa, mas de uso generalizado, como *pediments* dos autores americanos desde os fins do século passado, ou *glacis* dos investigadores franceses. Originalmente descritos como superfícies de aplanção, os *pediments* são-no em rochas mais resistentes e os *glacis* em rochas mais tenras. Muitos desses plainos desérticos, de topografias localmente complexas, incluem cones aluviais e *pediments* propriamente ditos, o que tem levado diversos autores de lí-

(27) A título de exemplos:

- Ben A. TATOR, «Pediment characteristics and terminology», Lancaster, 1952, pp. 295-317; 1953, pp. 47-53.
- Jean DRESCH, «Pediments et glacis d'érosion, pediplains et inselbergs», Paris, 1957, pp. 183-196.
- Idem, «Quelques réflexions sur les glacis: confusions et précisions», St.-Brieuc, 1972, pp. 299-304.
- R. U. COOKE e A. WARREN, *Geomorphology in Deserts*, Londres, 1973, pp. 172-227.
- J. DEMANGEOT, *Les Milieux Naturels Désertiques*, Paris, s. d., pp. 196-210.

(28) A. SURELL, *Études sur les torrents des Hautes-Alpes*, Paris, 1841.

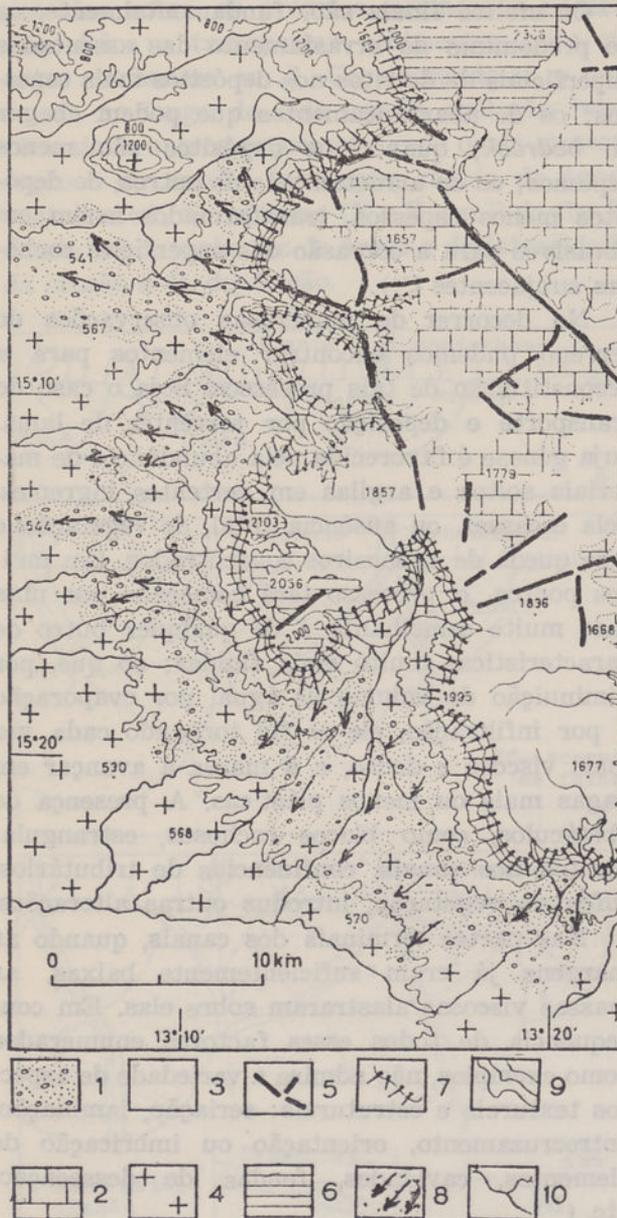


Fig. 6 — Cones aluviais, elementos topográficos e geológicos num sector da escarpa da Chela

1 — cones aluviais; 2 — calcários dolomíticos; 3 — rochas siliciosas; 4 — rochas graníticas; 5 — principais falhas; 6 — áreas de altitudes  $\geq 2000$  m; 7 — cornijas quartzíticas; 8 — direcções predominantes do transporte de detritos; 9 — curvas de nível, distanciadas de 200 m; 10 — principais linhas de água

ticas do Sudoeste dos E. U. A., sendo de referir, entre os primeiros, os de Grove K. Gilbert, de C. E. Dutton e de W. J. McGee (29), em finais do século passado.

Os cones são formas complexas, quer topográ-

fica, quer estratigraficamente. Em princípio, junto de cada ápex ficam as maiores altitudes e nas suas proximidades as mais fortes espessuras de sedimentos; nos sectores opostos, isto é, nas bases, as menores altitudes (fig. 6) e também as mais fracas espessuras de detritos. Os perfis longitudinais, entre um ápex e quaisquer pontos na base, são côncavos (ou multicôncavos); os transversais convexos (ou multiconvexos). Os detritos que os constituem, com grandes flutuações de calibres, vão desde os elementos mais finos, de argilas, de areias, aos grandes blocos; os depósitos raramente apresentam estratificação regular. A sua composição dependerá de vários factores, entre os quais se contam as famílias litológicas existentes nas áreas de arranque dos detritos, o grau de meteorização das rochas e dos seus produtos, as alterações epigenéticas após a deposição (30).

Nas regiões áridas e semiáridas, como a meteorização mecânica é muito importante, a maioria dos detritos apresenta-se pouco alterada (ou decomposta); as modificações singenéticas também têm pouca influência, uma vez que as distâncias de transporte são relativamente curtas e o tempo de contacto com as águas de intempéries é pequeno; as alterações epigenéticas, incluindo a adição de constituintes minerais dos cimentos, serão mais efectivas. Vários autores têm proposto classificações dos depósitos, entrando em linha de conta com os agentes fundamentais de transporte e deposição, independentemente da forma geral dos cones e dos locais de deposição. Como exemplo, transcrevemos a que foi apresentada por W. B. Bull, em 1964 (31):

Agentes	Características dos depósitos
Água, em regime fluvial.	Margens não discerníveis; geralmente areia ou silt; entrecruzado, laminado, ou maciço.
Tipos intermédios ...	Margens não nitidamente definidas; películas de argila à volta dos grãos de areia e vacúolos; acamação e elementos orientados.
Torrentes de lama ...	Margens abruptas bem definidas, avanços linguóides; argila a preencher parcialmente os espaços intergranulares; existência ou não de acamação e de orientação de fragmentos.

(29) G. K. GILBERT, *Report on the Geology of the Henry Mountains*, Washington, 1877, pp. 134 e 143-144.

C. E. DUTTON, *Report on the Geology of the High Plateaus of the Utah*, Washington, 1880, pp. 219-221.

W. J. MCGEE, «Sheetflood erosion», Nova Iorque, 1897, pp. 87-112.

(30) E. BLISSENBACH, «Geology of Alluvial Fans in semiarid regions», Nova Iorque, 1954, p. 182.

(31) W. B. BULL, *Alluvial Fans and Near-Surface Subsidence in Western Fresno County, California*, Washington, 1964, resumo da p. 39.

Sucedem, porém, que, num mesmo cone, poderão estar presentes os três tipos de depósitos, não sendo fácil a sua distinção quando se analisa um corte. Além do papel desempenhado pelas águas que correm concentradas em canais, têm sido descritas outras modalidades de transporte que permitem o deslocamento de massas volumosas de detritos. Referimos em particular os de tipo *mudflow*, estudados por diversos autores desde que, em 1897, W. J. McGee chamou a atenção para a importância dos fenómenos<sup>(32)</sup>.

Na terminologia internacional entraram expressões de língua inglesa cuja aplicação se foi generalizando, tais como *stream*, *streamflood*, *sheetflood*, que E. Blissenbach caracterizou como agentes fundamentais de deposição detrítica nos cones aluviais<sup>(33)</sup>, e outros que a seguir referiremos.

Assim, *sheetwash* passou a ser usado para a actividade erosiva e de transporte de águas não concentradas em fluxos definidos; inclui *rainwash* e o trabalho de regueiras divagantes, cuja concentração não é cumulativa, mas não inclui os canais entrançados, mais largos, dos leitos em desertos. A principal função de *sheetwash* é a do transporte de detritos desagregados pelos processos de meteorização; domina onde a água que corre sobre uma superfície é incapaz de se concentrar em fluxos efectivos e bem delimitados.

Nas terras áridas, o factor decisivo que entrava a concentração é a existência de detritos em quantidades que excedam a capacidade de transporte das águas.

O *sheetflood*, tal como foi descrito por W. J. McGee, é uma forma exagerada de *sheetwash*, que pode ocorrer em condições de aguaceiros excepcionalmente pesados, ou quando as águas saídas de um canhão de montanha se lançam velozmente sobre os plainos em mantos de espessuras variáveis e de frentes relativamente extensas. Na sequência disso, elas concentram uma tal massa de detritos que acabam por ficar saturadas e incapazes de cortarem ravinas com profundidades suficientes para aí concentrarem energia erosiva. As ravinas que venham a ser abertas desaparecem em pouco tempo, colmatadas com detritos que aí afluem de todos os lados.

(32) W. J. MCGEE, «ob. cit.», Nova Iorque, 1897, p. 108.

E. BLACKWELDER, «Mudflow as a geological agent in semiarid mountains», Nova Iorque, 1928, pp. 465-480.

(33) E. BLISSENBACH, «ob. cit.», Nova Iorque, 1954, p. 178.

Os efeitos finais são, fundamentalmente, os do predomínio do arrastamento das assentadas superficiais de detritos nos depósitos mais espessos; os de abarrancamentos que podem chegar ao *bedrock*, quando os depósitos são menos espessos; os do arrastamento de outros, de depósitos menos espessos, transformados assim em abrasivos para a corrosão das superfícies rochosas subjacentes<sup>(34)</sup>.

No decorrer de numerosas observações do terreno pudemos encontrar elementos para a reconstituição de tais processos. Seja o caso do transporte e deposição por torrentes de lama, cuja génese é favorecida pela abundância de materiais soltos e argilas em vertentes íngremes, pela escassez, ou ausência total, de vegetação e pela queda de aguaceiros concentrados. Em muitos pontos, o processo terá começado por uma fase muito semelhante à de qualquer outro de características muito mais fluídas; só que, por diminuição do volume de água, por evaporação e por infiltração, ele se foi tornando cada vez mais viscoso e denso, e a massa a avançar em vagas mais ou menos plásticas. A presença de obstáculos, como blocos rochosos, estrangulamentos nos canais, confluências de tributários, tufo de vegetação, introduz outras alterações.

Nas partes terminais dos canais, quando as margens já eram suficientemente baixas, as massas viscosas alastraram sobre elas. Em consequência de todos esses factores, enumerados como exemplos, não admira a variedade de aspectos texturais e estruturais: seriação, laminação, entrecruzamento, orientação ou imbricação de elementos, cavidades, fendas de dessecação, etc.<sup>(35)</sup>.

O estudo atento dos cones testemunha, de igual modo, a complexidade da sua evolução. O esquema da fig. 7, extraído de um artigo de Charles S. Denny<sup>(36)</sup>, mostra em A o aparecimento de cones na base de uma escarpa de falha e em B e C as modificações que podem sobrevir. Assim, por exemplo, detritos provenientes da montanha podem ultrapassar o cone 1, através de uma ravina, e dar um segmento 2, que, em parte, recobrirá o anterior. Pequenas ravinas

(34) W. M. DAVIS, «Sheetfloods and streamfloods», Nova Iorque, 1938, pp. 1337-1416.

(35) L. K. LUSTIG, *Clastic sedimentation in Deep Springs Valley, California. A study of the bolson environment and the formation of alluvial fans*, Washington, 1965, p. 132.

(36) C. S. DENNY, «Fans and pediments», New Haven, 1967, pp. 85-87.

nascidas sobre os próprios segmentos poderão dissecá-los e transportar sedimentos para um outro acréscimo em 3. Considerando-se o cone em si, ao longo de toda aquela evolução intervêm ainda outros processos, como os da meteorização e da erosão (passagem rápida de águas, ventos, etc.), de capturas (X e Y, em B da fig. 7), dando azo a variações de áreas e de intensidades da erosão e da deposição.

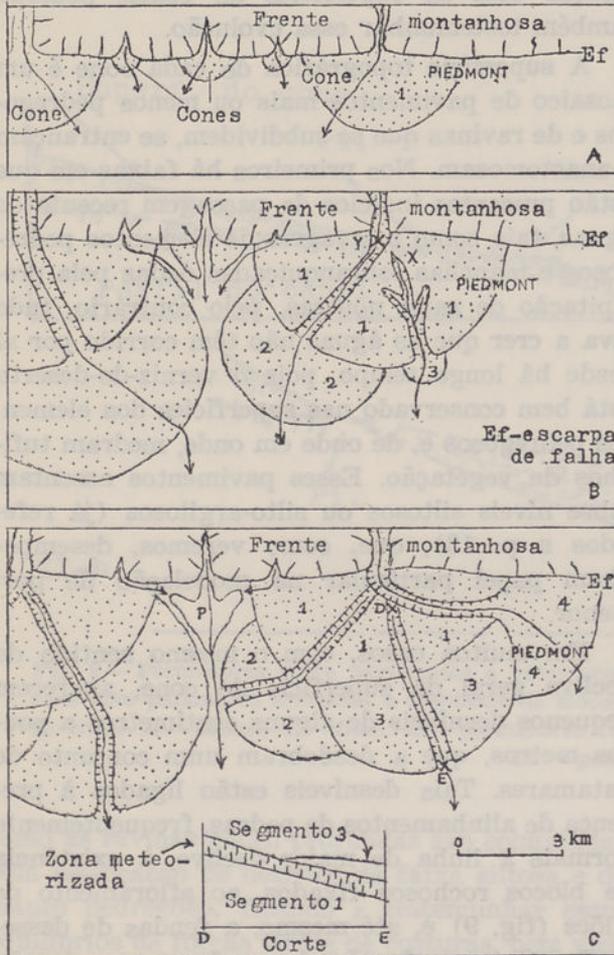


Fig. 7 — Desenvolvimento de cones aluviais (seg. C. S. Denny, «ob. cit.», New Haven, 1967, p. 86)  
 1 a 4 — cones e segmentos de cones; X e Y — pontos de tendência para fenómenos de captura; DE — perfil demonstrativo

De um modo geral, as ravinas sinuosas que têm origem nas próprias superfícies dos cones aparentam maiores capacidades de erosão que os canais ligados às torrentes montanhosas. Sucede ainda que é vulgar as torrentes curtas e mais declivosas terem cones pequenos e muito íngremes, e as menos declivosas e mais alongadas terem-nos mais achatados.

Os cones e as suas bacias de drenagem (a montante dos ápexes) são unidades hidrológicas que funcionam como partes de um sistema

aberto, porquanto qualquer modificação (climática, tectónica e outras) nas segundas reflectir-se-á nos primeiros (volume, velocidade, distribuição por tamanhos e locais de deposição dos detritos). Tem-se generalizado o emprego de métodos quantitativos no estudo dos problemas sobre os cones aluviais e a bibliografia já é abundante, com marcada predominância de autores norte-americanos de trabalhos sobre tais formas nas regiões semiáridas da Califórnia<sup>(37)</sup>. Os estudos laboratoriais, pela utilização de modelos, simulando e predizendo algumas das propriedades, constituem outras vias de investigação<sup>(38)</sup>.

Sendo geral o decrescimento do declive com o aumento da área, nem sempre os declives decrescem constante e progressivamente dos ápexes para as bases. No sector de vertentes escarpadas e alinhadas N-S, entre as Furnas e o Curoca (ests. XII e XVII), ou mesmo noutros ao norte e a leste da Espinheira, os perfis revelam segmentos de declives discordantes do declive geral.

Muito embora não nos tenha sido possível proceder a observações de pormenor, ficámos com a impressão de existirem aí aspectos idênticos aos que foram definidos por W. B. Bull em cones aluviais da parte ocidental do vale de San Joaquin, Califórnia<sup>(39)</sup>.

Segundo esse autor, serão causas prováveis de tais segmentos: as modificações climáticas que afectam as condições de erosão e de deposição dos materiais; as alterações locais e regionais dos níveis de base, representados pelos vales ou cursos de água que passem junto das bases dos cones; os movimentos tectónicos.

Mais uma vez se poderão pôr os problemas quer da simultaneidade, quer das intensidades relativas das variações capazes de afectarem a evolução das formas, não só dos cones, mas também das vertentes e dos terraços. W. B. Bull sintetizou numa figura dois casos fundamentais,

(37) W. B. BULL, *ob. cit.*, Washington, 1964, pp. 16-17.

Idem, *Geomorphology of Segmented Alluvial-fans in Western Fresno County, California*, Washington, 1964, p. 126.

C. S. DENNY, *Alluvial Fans in the Death Valley Region, California and Nevada*, Washington, 1965, pp. 55-56.

(38) R. LeB. HOOKE, «Processes on arid-region alluvial fans», Chicago, 1967, pp. 438-460.

(39) W. B. BULL, *Geomorphology of Segmented Alluvial-fans in Western Fresno County, California*, Washington, 1964, pp. 103-106.

que reproduzimos na fig. 8 e da seguinte maneira:

- I. Levantamento intermitente associado com gradientes fluviais progressivamente mais íngremes — assim, o segmento mais alto será o mais jovem, o ápex ficará imediatamente abaixo da área de máximo levantamento diferencial e o gradiente do canal na montanha tornar-se-á progressivamente mais íngreme se o encaixe não acompanhar o levantamento;
- II. Levantamento intermitente associado com gradientes fluviais progressivamente mais suaves — deste modo, o segmento mais baixo será o mais jovem, o ápex estará muito a jusante da área de máximo levantamento diferencial e o gradiente do canal de montanha tornar-se-á progressivamente mais suave se o encaixe exceder, em intensidade, a velocidade do levantamento.

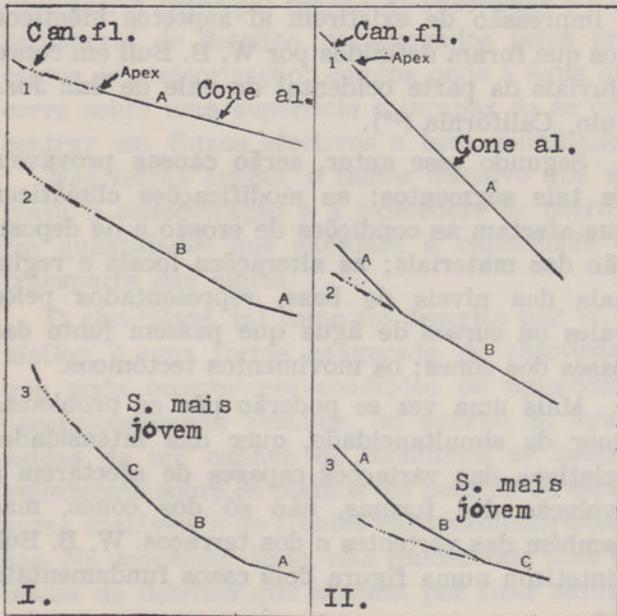


Fig. 8 — Casos de evolução de cones aluviais e canais fluviais (seg. W. B. Bull, *ob. cit.*, Washington, 1964, p. 106). A, B e C — superfícies de cones em evolução

Para qualquer dos casos, será importante ter em conta as inter-relações das variações climáticas com as modificações tectónicas. Por um lado, até mesmo nas regiões mais áridas, as acções das águas, ainda que pelo menos uma vez em algumas décadas, constituem causas fundamentais das incisões dos cones; muitas destas pode-

rão ser antigas, abertas em épocas de maiores precipitações, outras terão sido facilitadas pela existência de faixas menos resistentes ao escavamento. Por outro lado, perante certas profundidades dos entalhes e as suas relativas conservações, sendo reconhecidas as condições predominantes da aridez, teremos de admitir a contribuição de movimentos de soerguimento do relevo regional; ravinas suspensas e terraços, em ligação com as superfícies de cones, poderão também testemunhar essa evolução.

A superfície topográfica de cada cone é um mosaico de pavimentos mais ou menos pedregosos e de ravinas que se subdividem, se entrançam e anastomosam. Nos primeiros há faixas em que estão presentes indícios da passagem recente de águas, tais como a lavagem de elementos pedregosos e manchas esbranquiçadas dadas pela precipitação de sais; noutras, pelo contrário, tudo leva a crer que as águas não têm corrido por aí desde há longo tempo, pois o verniz-do-deserto está bem conservado nas superfícies dos elementos pedregosos e, de onde em onde, medram tufinhos de vegetação. Esses pavimentos assentam sobre níveis siltosos ou silto-argilosos (já referidos a p. 13), que, como veremos, desempenham papel particular na modelação de pormenor.

Em muitos casos, com o mesmo sentido do declive geral da superfície do cone, aparecem pequenos desníveis de alguns centímetros a poucos metros, que a desdobram num conjunto de patamares. Tais desníveis estão ligados à presença de alinhamentos de pedras, frequentemente normais à linha de maior declive, à existência de blocos rochosos fixados, ao afloramento de filões (fig. 9) e, até mesmo, a fendas de dessecação. Ora, em função dessas barragens locais, vão-se dando fenómenos de maior aproximação e acomodação de detritos, de regularização parcial dos perfis dos patamares. Tais movimentos, migratórios e de rotação, estão ligados às alternâncias de volume do substrato siltooso ou silto-argiloso, na sequência de importantes variações térmicas e de fases alternantes de embebedimento de água (em períodos menos secos) e de dessecação excessiva. Como seria de esperar, as resultantes mais fortes tomam as direcções dos maiores declives.

Com base nesse esquema de movimentos poder-se-ão explicar não só o constante arranjo e acomodação das peças dos pavimentos, mas também as possibilidades da sua sobrevivência como tais. Assim, por exemplo, é vulgar verificar

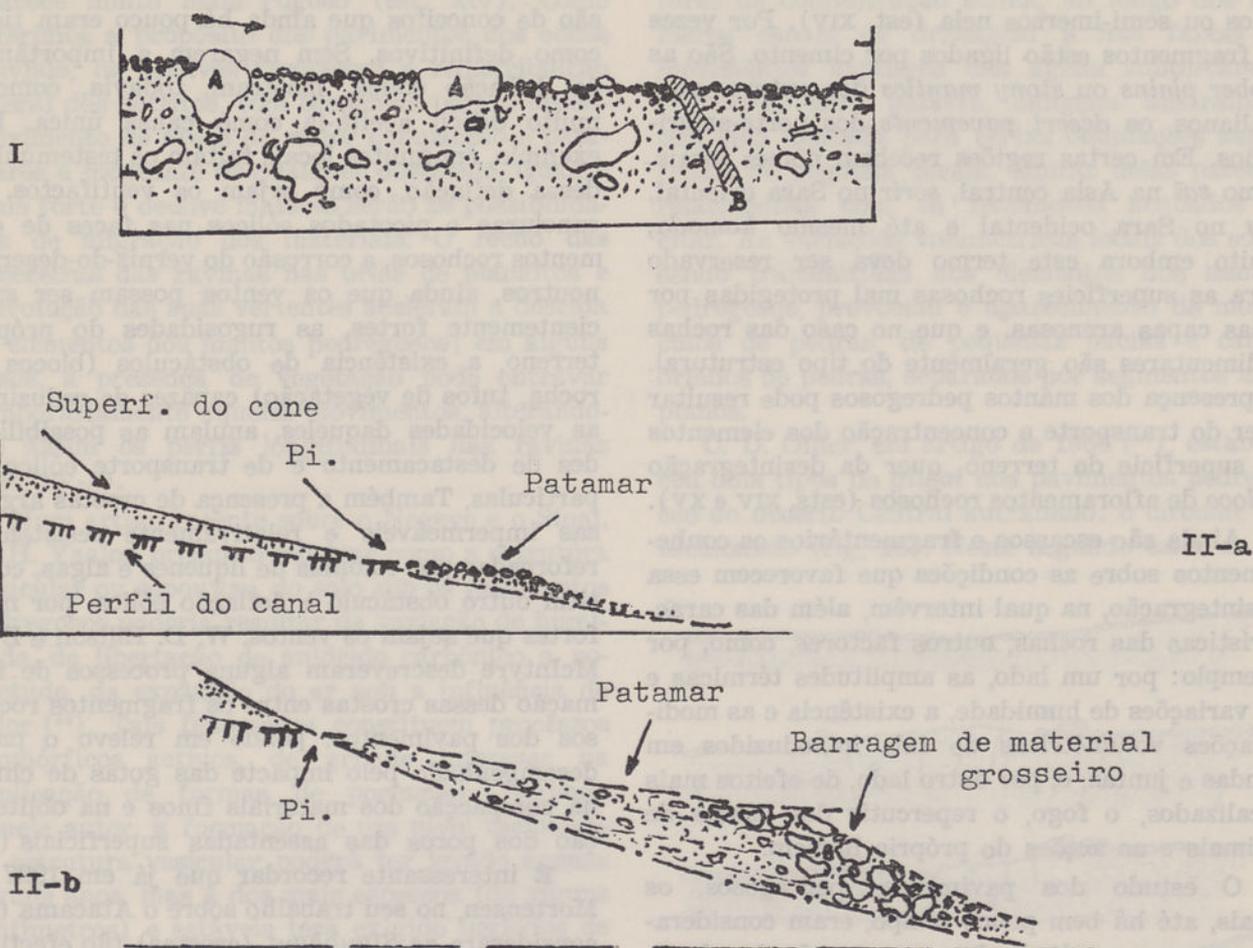


Fig. 9 — Pormenores sobre pavimentos e patamares na superfície de um cone aluvial: I — segmento de um cone com patamares formados a montante de blocos e de um filão; a seta indica o declive geral da superfície do cone; A — blocos; B — filão. II — pormenores relativos a patamares, em geral (a) e pontualmente (b); Pi. — ponto de inflexão

como as ravinas pouco profundas são colmatadas pela deslocação de detritos da faixa siltosa e do manto pedregoso, ficando a testemunhar esses equilíbrios de forças sinais de costuras, bem visíveis no terreno.

É evidente que, nos casos de abertura de ravinas profundas, de paredes subverticais, aquela explicação é menos aceitável. Todavia, para além da sua validade naquelas circunstâncias, outra existe, que é a de permitir a perspectiva do desenvolvimento gradual das formas através de fases de destruição e de reconstrução.

Os processos da erosão (no sentido mais lato) e da meteorização têm efeitos particulares noutros aspectos da evolução dos cones. Ao longo de muitos perfis longitudinais aparecem pontos de inflexão ou intersecção, em resultado do entrecruzamento de secções de perfis de escavamento com outras de perfis de deposição; pronuncia-se deste modo a complexidade da linha quebrada do perfil longitudinal geral. A presença desses

depósitos explica-se pelo facto de, por infiltração e evaporação, as águas perderem a competência de transporte dos materiais mais grosseiros que assim são depositados; formarão barragens porosas pelas quais se escoarão apenas os materiais mais finos (fig. 9, II).

Outras causas não menos importantes são as quebras de declive por fenómenos de subsidência. Em geral as águas conseguem ultrapassar esses acidentes por desvios laterais e, uma vez transpostos, podem voltar a concentrar-se, com aumento local da capacidade erosiva.

3 — No deserto de Moçâmedes, como noutros desertos, surpreende a abundância de detritos sobre as vertentes e sobre os plainos, nos interflúvios e nos leitos dos vales. Por toda a parte se oferece a visão de áreas extensas com pavimentos pedregosos, compostos por fragmentos de todos os tamanhos, angulosos ou arredondados, assentes sobre uma matriz de detritos mais

finos ou semi-imersos nela (est. XIV). Por vezes os fragmentos estão ligados por cimento. São as *gibber plains* ou *stony mantles* dos autores australianos, os *desert pavements* dos norte-americanos. Em certas regiões recebem nomes locais, como *sai* na Ásia central, *serir* no Sara oriental, *reg* no Sara ocidental e até mesmo *hamada*, muito embora este termo deva ser reservado para as superfícies rochosas mal protegidas por finas capas arenosas, e que no caso das rochas sedimentares são geralmente do tipo estrutural. A presença dos mantos pedregosos pode resultar quer do transporte e concentração dos elementos na superfície do terreno, quer da desintegração *in loco* de afloramentos rochosos (ests. XIV e XV).

Ainda são escassos e fragmentários os conhecimentos sobre as condições que favorecem essa desintegração, na qual intervêm, além das características das rochas, outros factores, como, por exemplo: por um lado, as amplitudes térmicas e as variações de humidade, a existência e as modificações volumétricas de sais introduzidos em fendas e juntas, e, por outro lado, de efeitos mais localizados, o fogo, o repercutir dos cascos de animais e as acções do próprio homem.

O estudo dos pavimentos pedregosos, os quais, até há bem pouco tempo, eram considerados como o resultado da concentração dos detritos mais grosseiros por deflação eólica dos produtos mais finos, tem alimentado larga controvérsia, de que R. U. Cooke e A. Warren apresentaram recentemente uma boa síntese (40). No geral, admitia-se que era aquela a melhor explicação, ainda que alguns autores aludissem a outros processos que poderiam contribuir para a explicação dos pavimentos pedregosos — escorrência das águas pluviais e remoção de detritos finos; efeitos das variações volumétricas de solos subjacentes, transmitidas aos mantos pedregosos; meteorização e multiplicação dos fragmentos rochosos; etc. W. Meckelein e M. Fürst terão sido dos primeiros a publicarem trabalhos extensos sobre a génese e a evolução de tais pavimentos das regiões áridas e semiáridas (41).

Outros autores têm contribuído para a revi-

são de conceitos que ainda há pouco eram tidos como definitivos. Sem negarem a importância da deflação eólica, mostram, todavia, como é muito difícil aceitá-la como causa única. Por exemplo, em muitos locais faltam os testemunhos dessa deflação, como sejam os ventifactos, as caneluras e picotados eólicos nas faces de elementos rochosos, a corrosão do verniz-do-deserto; noutros, ainda que os ventos possam ser suficientemente fortes, as rugosidades do próprio terreno, a existência de obstáculos (blocos de rocha, tufos de vegetação) capazes de reduzirem as velocidades daqueles, anulam as possibilidades de destacamento e de transporte eólico de partículas. Também a presença de crostas argilosas impermeáveis e relativamente resistentes, reforçadas por colónias de líquenes e algas, constitui outro obstáculo à deflação eólica, por mais fortes que sejam os ventos. W. D. Ellison e D. S. McIntyre descreveram alguns processos de formação dessas crostas entre os fragmentos rochosos dos pavimentos, pondo em relevo o papel desempenhado pelo impacte das gotas de chuva na compacção dos materiais finos e na obliteração dos poros das assentadas superficiais (42).

É interessante recordar que já em 1927 H. Mortensen, no seu trabalho sobre o Atacama (43), considerara as *Staubhaut* (crostas) tão efectivas como os próprios *Steichenpanzer* (pavimentos) na protecção dos materiais finos contra a deflação eólica. Outro caso em que esta poderá ter uma acção nula ou quase nula é o do afloramento de sedimentos finos humedecidos, uma vez que a aglutinação dos grãos pela água pelicular dificulta a sua remoção pelos ventos. Desde que haja dessecação dos sedimentos, destruição das crostas, ou afastamento dos fragmentos rochosos pondo a descoberto os produtos finos e soltos, então os processos eólicos virão a ganhar importância sobre todos os outros.

Em certos locais a densidade das pedras sendo grande, elas estão de tal modo intimamente reunidas que acabam por formar superfícies topográficas aparentemente lisas, quando comparadas com outras onde, por maior afastamento de tais elementos grosseiros, o chão

(40) R. U. COOKE e A. WARREN, *Geomorphology in Deserts*, Londres, 1973, pp. 120-135. De assinalar ainda, do primeiro autor, «Stone pavements in deserts», Nova Iorque, 1970, pp. 560-577.

(41) W. MECKELEIN, *Forschungen in der zentralen Sahara. Klimageomorphologie*, Braunschweig, 1959.

M. FÜRST, «Hammada-Serir-Erg. Eine morphogenetische Analyse des nordöstlichen Fezzan, Libyen», Berlim, 1965, pp. 385-421.

(42) W. D. ELLISON, «Soil erosion by rainstorms», Washington, 1950, p. 247.

D. S. MCINTYRE, «Soil splash and the formation of surface crusts by Raindrop impact», Baltimore, 1958, pp. 261-266.

(43) H. MORTENSEN, «Der Formenschatz der nordchilenischen Wüste. Ein Beitrag zum Gesetz der Wüstenbildung», Berlim, 1927, p. 24.

aparece muito mais rugoso (est. XIV). Como referimos a propósito dos pavimentos dos cones aluviais, os declives favorecem a redistribuição lateral dos detritos, com tendência para o desenvolvimento de áreas de maior compactação e patamares a montante de qualquer obstáculo. Quanto mais forte o declive maiores serão as possibilidades de migração dos materiais. O recuo das cabeceiras das ravinas nas orlas de planaltos e a evolução das suas vertentes aceleram a descida de elementos dos mantos pedregosos; em alguns casos, a presença de vegetação pode entrar temporariamente aqueles movimentos, alterando-se assim os perfis longitudinais das ravinas (est. XV-A).

Num artigo recente sobre o Negeve e o Sinai, D. H. Yaalon procurou mostrar como a estrutura vesicular ou esponjosa do solo sob os pavimentos pedregosos poderia resultar da variação de humidade, da libertação de anidrido carbónico e, sobretudo, da expansão do ar sob a influência do calor<sup>(44)</sup>. Tais fenómenos constituem processos geomórficos activos, de grande interesse na explicação de formas de pormenor. Segundo aquele autor, a formação de um nível incipiente de estrutura vesicular poderá ter levado apenas alguns anos, mas a dos mais espessos (de alguns centímetros) e estáveis terá exigido períodos de algumas centenas de anos. Fazendo intervir esse nível vesicular, bem como os outros, referiremos ainda os casos de possíveis movimentos ascendentes de fragmentos rochosos, fenómenos que, embora insuficientemente verificados no terreno, têm sido estudados em experiências laboratoriais<sup>(45)</sup>.

Aproximam-se muito daqueles outros relacionados com os ciclos de gelo e degelo em solos de climas periglaciares, e com os ciclos de solução e recristalização de sais em aluviões.

Nas regiões áridas e semiáridas, os efeitos de humedecimento (com expansão) e de dessecação (com retracção) dos solos são mais aparentes quando eles contêm percentagens elevadas de argilas expansivas, como a montmorillonite; os relacionados com sais são mais evidentes em sec-

tores de concentração salina, ao longo dos efémeros canais de drenagem e nas faixas de movimentos capilares das águas subterrâneas.

*Gilgai*, uma palavra indígena australiana, tem sido aplicada para certas ondulações superficiais de pequena escala. Muitas delas parecem relacionadas com os fenómenos acabados de citar. As variações volumétricas locais dos solos, sendo transmitidas aos elementos dos mantos pedregosos, provocam o aparecimento de montículos de pedras, de pequenas bacias e canais orlados de pedras, separados por segmentos mais planos.

C. D. Ollier, em artigo de 1966<sup>(46)</sup>, estabeleceu dois tipos de *gilgai* nos pavimentos pedregosos do deserto Central australiano: o circular e o escalonado (fig. 10). Neste segundo caso, as pe-

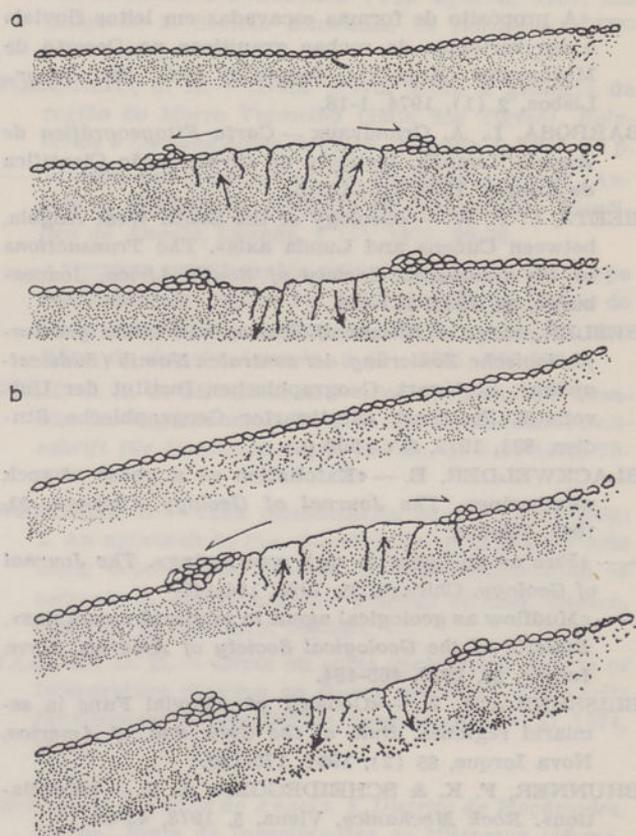


Fig. 10 — Tipos de *gilgai* (seg. C. D. Ollier, «ob. cit.», Londres, 1966): a — *gilgai* circular; b — *gilgai* escalonado

dras movem-se sobretudo no sentido do declive e até mesmo o pequeno degrau poderá deslocar-se em conjunto, particularmente quando existir na base do solo um leito de argila funcionando como lubrificante. Podendo assemelhar-se aos patama-

(46) C. D. OLLIER, «Desert gilgai», Londres, 1966, pp. 581-583.

(44) D. H. YAALON, «Note on some geomorphic effects of temperature changes on desert surfaces», Berlin, 1974, pp. 30-31, além do artigo já citado do mesmo autor e outros na nota 10 deste texto.

(45) M. E. SPRINGER, «Desert pavement and vesicular layer of some soils of the Desert of the Lahontan Basin, Nevada», Madison, 1958, pp. 64-65, descreve como conseguiu e mediu as subidas, de cerca de 1 cm, de seixos com 1-2 cm de diâmetro.

res descritos a p. 22, no entanto trata-se de formas e de processos diferentes.

Acerca das figuras ou padrões compostos pelos elementos dos pavimentos pedregosos poderíamos utilizar uma frase de L.-E. Hamelin e F. A. Cook, extraída do seu glossário ilustrado sobre fenómenos periglaciares — «os motivos decorativos da epiderme do solo são os fenómenos mais conhecidos e os mais confusos de toda

a periglaciologia»<sup>(47)</sup> —, porque, de igual modo, serve para as regiões áridas e semiáridas. Procurámos chamar a atenção para exemplos de mecanismos responsáveis por eles e para diferentes tipos. Mais uma vez estamos perante formas poligénicas; algumas delas serão recentes, mas outras sê-lo-ão de herança.

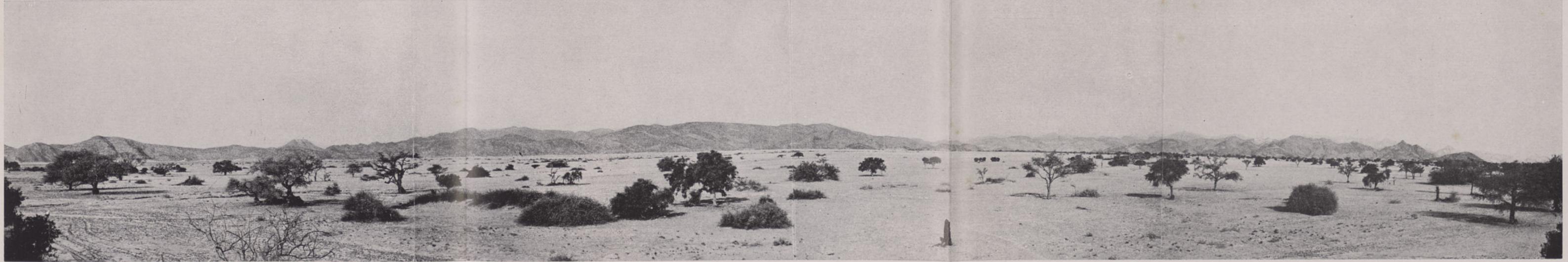
(47) L.-E. HAMELIN e F. A. COOK, *Le Périglaciaire par l'Image*, Quebeque, 1967, p. 140.

## BIBLIOGRAFIA

- AMARAL, Ilídio do — «Formas de *Inselberge* (ou montes-ilhas) e de meteorização superficial e profunda em rochas graníticas do Deserto de Moçâmedes (Angola), na margem direita do rio Curoca». *Garcia de Orta, Sér. Geogr.*, Lisboa, 1 (1), 1973, 1-34.
- «A propósito de formas escavadas em leitos fluviais e em vertentes de rochas graníticas no Deserto de Moçâmedes (Angola)». *Garcia de Orta, Sér. Geogr.*, Lisboa, 2 (1), 1974, 1-18.
- BARBOSA, L. A. Grandvaux — *Carta Fitogeográfica de Angola*. Luanda, Instituto de Investigação Científica de Angola, 1970, XII+323 p.
- BEEZ, P. F. W. — «Geology of the South West Angola, between Cunene and Lunda axis». *The Transactions of the Geological Society of South Africa*, Joanesburgo, 36, 1933, 137-176.
- BESLER, Helga — *Klimaverhältnisse und klima geomorphologische Zonierung der zentralen Namib (Südwestafrika)*. Stuttgart, Geographischen Institut der Universität Stuttgart (Stuttgarter Geographische Studien, 83), 1972, XIV+209 p.
- BLACKWELDER, E. — «Exfoliation as a phase of rock weathering». *The Journal of Geology*, Chicago, 33, 1925, 793-806.
- «Fire as an agent in rock weathering». *The Journal of Geology*, Chicago, 35, 1926, 134-140.
- «Mudflow as geological agent in semiarid mountains». *Bulletin of the Geological Society of America*, Nova Iorque, 39, 1928, 465-484.
- BLISSENBACH, E. — «Geology of Alluvial Fans in semiarid regions». *Bull. of the Geol. Soc. of America*, Nova Iorque, 65 (2), 1954, 175-190.
- BRUNNER, F. K. & SCHEIDEGGER, A. E. — «Exfoliation». *Rock Mechanics*, Viena, 5, 1973, 43-62.
- BULL, W. B. — *Geomorphology of Segmented Alluvial-fans in Western Fresno County, California*. Washington, U. S. Geological Survey, Prof. Paper 352-E, 1964, IV+(89-129).
- *Alluvial Fans and Near-Surface Subsidence in Western Fresno County, California*. Washington, U. S. Geological Survey, Prof. Paper 437-A, 1964, VII+71 p.
- COOKE, R. U. — «Stone pavements in Deserts». *Annals of the Association of American Geographers*, Nova Iorque, 60 (3), 1970, 560-577.
- COOKE, R. U. & WARREN, A. — *Geomorphology in Deserts*. Londres, B. T. Batsford, Ltd., 1973, XII+394 p.
- DAVIS, W. M. — «Sheetfloods and streamfloods». *Bull. of the Geol. Soc. of America*, Nova Iorque, 49, 1938, 1337-1416.
- DEMANGEOT, J. — *Les Milieux Naturels Désertiques. Cours de Géographie Physique*. Paris, Centre de Documentation Universitaire, s. d., 300 p.
- DENNY, C. S. — *Alluvial Fans in the Death Valley Region, California and Nevada*. Washington, U. S. Geological Survey, Prof. Paper 466, 1965, IV+62 p.
- «Fans and pediments». *American Journal of Science*, New Haven, 265 (2), 1967, 81-105.
- DRESCH, Jean — «Pédiments et glacis d'érosion, pédipains et inselbergs». *L'Information Géographique*, Paris, 22, 1957, 183-196.
- «Quelques réflexions sur les glacis: confusions et précisions». *La Pensée géographique française contemporaine — Mélanges offertes au Professeur A. Meynier*, St.-Brieuc, Presses Universitaires de Bretagne, 1972, 299-304.
- DINIZ, A. Castanheira — *Características Mesológicas de Angola*. Nova Lisboa, Missão de Inquéritos Agrícolas de Angola, 1973, IX+482 p.
- DUTTON, C. E. — *Report on the Geology of the High Plateaus of the Utah*. Washington, U. S. Geographical and Geological Survey of the Rocky Mt. Regions, 1880, 307 p.
- ELLISON, W. D. — «Soil erosion by rainstorms». *Science*, Washington, 111, 1950.
- EVENARI, M., YAALON, D. H. & GUTTERMAN, Y. — «Note on soils with vesicular structure in deserts». *Zeitschrift für Geomorphologie*, Berlim, 18 (2), 1974, 162-172.
- FABER, F. J. — *Bijdrage tot de geologie van Zuid-Angola (Afrika)*. Delft, Technische Boekhandel, 1926, 104 p.
- FONSECA, H. Duarte — «Contribuição para o conhecimento da agitação marítima na faixa costeira de Angola». *Mem. do Serviço Meteorológico de Angola*, Luanda, 9 (90), 1971, 1-37.
- FÜRST, M. — «Hammada-Serir-Erg. Eine morphogenetische Analyse des nordöstlichen Fezzan, Libyen». *Zeitschrift für Geomorphologie*, Berlim, 9 (4), 1965, 385-421.
- GILBERT, G. K. — *Report on the Geology of the Henry Mountains*. Washington, Government Printing Office, 1877, 160 p.
- GRELOU-ORSINI, C. — «Les cavités des quartz des principaux types de granites corses: contribution à l'étude de la résistance des roches cristallines». *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, Paris, 408-409, 1973, 585-591.
- Garcia de Orta, Sér. Geogr.*, Lisboa, 4 (1-2), 1977, 1-28

- HAMELIN, L.-E. & COOK, F. A. — *Le Périglaciaire par l'Image*. Quebeque, Les Presses de l'Université Laval, 1967, 237 p.
- HOOKE, R. LeB. — «Processes on arid-region alluvial fans». *The Journal of Geology*, Chicago, 75 (4), 1967, 438-460.
- LOGAN, R. F. — *The Central Namib Desert, Southwest Africa*. Washington, National Academy of Sciences (National Research Council Publ. 758), 1960, VIII+162 p.
- LUSTIG, L. K. — *Clastic sedimentation in Deep Springs Valley, California. A study of the bolson environment and the formation of alluvial fans*. Washington, U. S. Geological Survey, Prof. Paper 352-F, 1965, 131-192.
- McGEE, W. J. — «Sheetflood erosion». *Bull. of the Geol. Soc. of America*, Nova Iorque, 8, 1897, 87-112.
- McINTYRE, D. S. — «Soil splash and the formation of surface crusts by raindrop impact». *Soil Science*, Baltimore, 85, 1958, 261-266.
- MATTAUER, M. — *Les déformations des matériaux de l'écorce terrestre*. Paris, Hermann, 1973, XVI+493 p.
- MECKELEIN, W. — *Forschungen in der zentralen Sahara. Klimageomorphologie*. Braunschweig. Georg Westermann Verlag, 1959, 181 p.
- MELTON, M. A. — «Debris-covered hillslopes of the Southern Arizona Desert — consideration of their stability and sediment contribution». *The Journal of Geology*, Chicago, 73 (5), 1965, 715-729.
- MORTENSEN, H. — «Der Formenschatz der nordchilenischen Wüste. Ein Beitrag zum Gesetz der Wüstenbildung». *Abhandlungen Gesellschaft d. Wiss. Göttingen (Math.-Physik Klasse)*, Berlim, 12 (1), 1927, 191 p.
- OLLIER, C. D. — «Some features of granite weathering in Australia». *Zeitschrift für Geomorphologie*, Berlim, 9 (3), 1965, 285-304.
- «Desert gilgai». *Nature*, Londres, 212, 1966, 581-583.
- «Spheroidal Weathering, Exfoliation and Constant volume alteration». *Zeitschrift für Geomorphologie*, Berlim, 11 (1), 1967, 103-108.
- *Weathering*. Edimburgo, Oliver & Boyd, 1969, VIII+304 p.
- «Causes of spheroidal weathering». *Earth-Science Reviews*, Amesterdão, 7, 1971, 127-141.
- *Weathering and Landforms*. Londres, MacMillan Education, Ltd., 1974, VI+31 p.
- SILVEIRA, M. Matos — «Pesquisa de uma relação entre a variação anual da temperatura da água do mar na costa de Angola e a variação anual da precipitação no litoral e noutras regiões do território mais distantes do Oceano». *Mem. do Serviço Meteorológico de Angola*, Luanda, 6 (62), 1969, 29 p.
- «Estudo climático do distrito de Moçâmedes». *Mem. do Serviço Meteorológico de Angola*, Luanda, 13, 1974, 1-105.
- SPRINGER, M. E. — «Desert pavement and vesicular layer of some soils of the Desert of the Lahontan Basin, Nevada». *Proc. Soil Sci. Soc. of America*, Madison, 22 (1), 1958, 63-66.
- SURELL, A. — *Études sur les torrents des Hautes-Alpes*. Paris, 1841 (de citações de numerosos autores).
- TABER, S. — «Quartz crystals with clay and fluid inclusions». *The Journal of Geology*, Chicago, 58 (1), 1950, 37-48.
- TATOR, Ben A. — «Pediment characteristics and terminology». *Annals of the Association of American Geographers*, Lancaster, 42 (4), 1952, 295-317; 43 (1), 1953, 47-53.
- THÉNOZ, B., PÉRAMI, R. & CAPDECOMME, L. — «Sur l'arénisation et l'altération en boules des granites». *C. R. du 86<sup>e</sup> Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences (Vol. Spécial, 1967, des Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux)*, Bordéus, 1968, 51-57.
- TORQUATO, J. R. — «Nota prévia sobre a geologia da região do Morro Vermelho (Baía dos Tigres). *Relatórios e Comunicações do IICA.*, Luanda, 6, 1970, 49 p.
- «Origin and evolution of the Moçâmedes desert (Angola)». *Boletim do Instituto de Investigação Científica de Angola*, Luanda, 7 (2), 1970, 29-38.
- «Algumas considerações sobre os trabalhos de campo realizados na região da Baía dos Tigres (Foz do Cunene)». *Boletim do Instituto de Investigação Científica de Angola*, Luanda, 8 (2), 1971, 105-123.
- VOLK, O. H. & GEYGER, E. — «Schaumböden als Ursache der Vegetationslosigkeit in ariden Gebieten». *Zeitschrift für Geomorphologie*, Berlim, 14 (1), 1970, 79-95.
- WESTERN, S. — «The classification of arid zone soils: I. An approach to the classification of arid zone soils using depositional features. II. The classification of sedosols in South Arabia». *Journal of Soil Science*, Londres, 23 (3), 1972, 266-297.
- YAALON, D. H. — «Note on some geomorphic effects of temperature changes on desert surfaces». *Zeitschrift für Geomorphologie*, Berlim, Supplementband 21, 1974, 29-34.
- Carta geral dos solos de Angola. 3. Distrito de Moçâmedes*. Lisboa, Junta de Investigações do Ultramar (Memórias, n.º 45 — Segunda Série), 1963, 192 p.





A — Panorâmica da ampla depressão da Espinheira, tirada do acampamento do Parque do Iona



B — Um monte-ilha granítico e plainos, na área do Caracul



C — Campo de dunas e vertentes do vale do Cunene, perto da Foz do Cunene





A — Exemplos de *Cissus currori* em campo de pedras, numa aplanção do litoral



B — *Cissus uter*, conhecido por odre-do-deserto, fotografado a leste de Moçâmedes



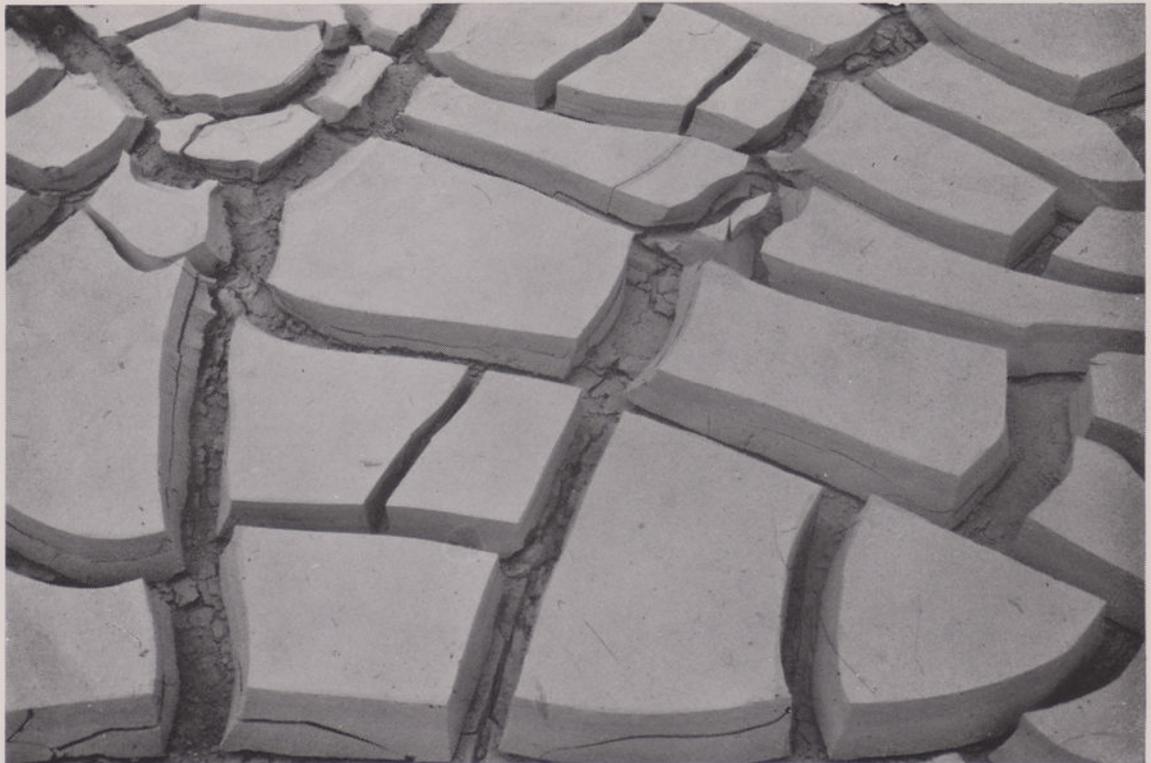
A — *Welwitschia mirabilis*, da qual o notável exemplar com cerca de 1,60 m de altura



B — Aspecto de um vale: vertentes íngremes, fundo aluvial, vegetação e animais



A — Sector de placas de argila sobre uma planura litoral, ao sul de Moçâmedes



B — Pormenores das placas de argila da estampa anterior



A — Um monte-ilha de blocos e pequenas cúpulas graníticas, na área das Furnas



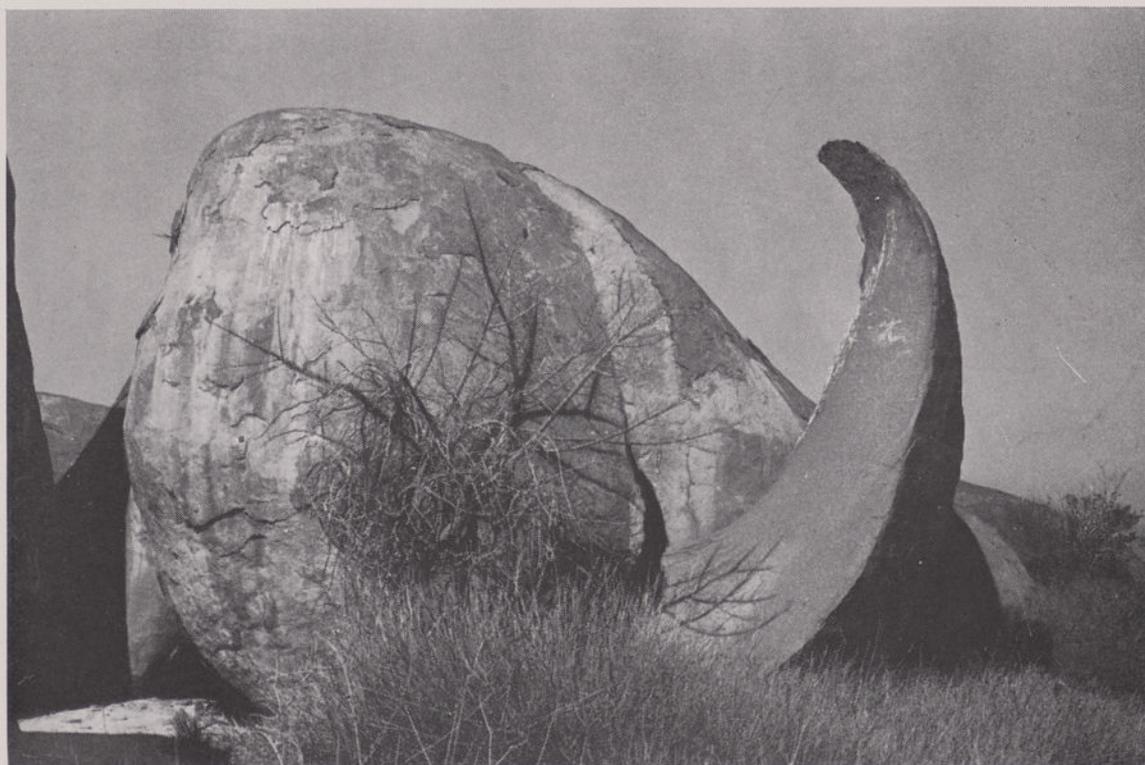
B — Juntas e blocos num relevo granítico das proximidades do Curoca



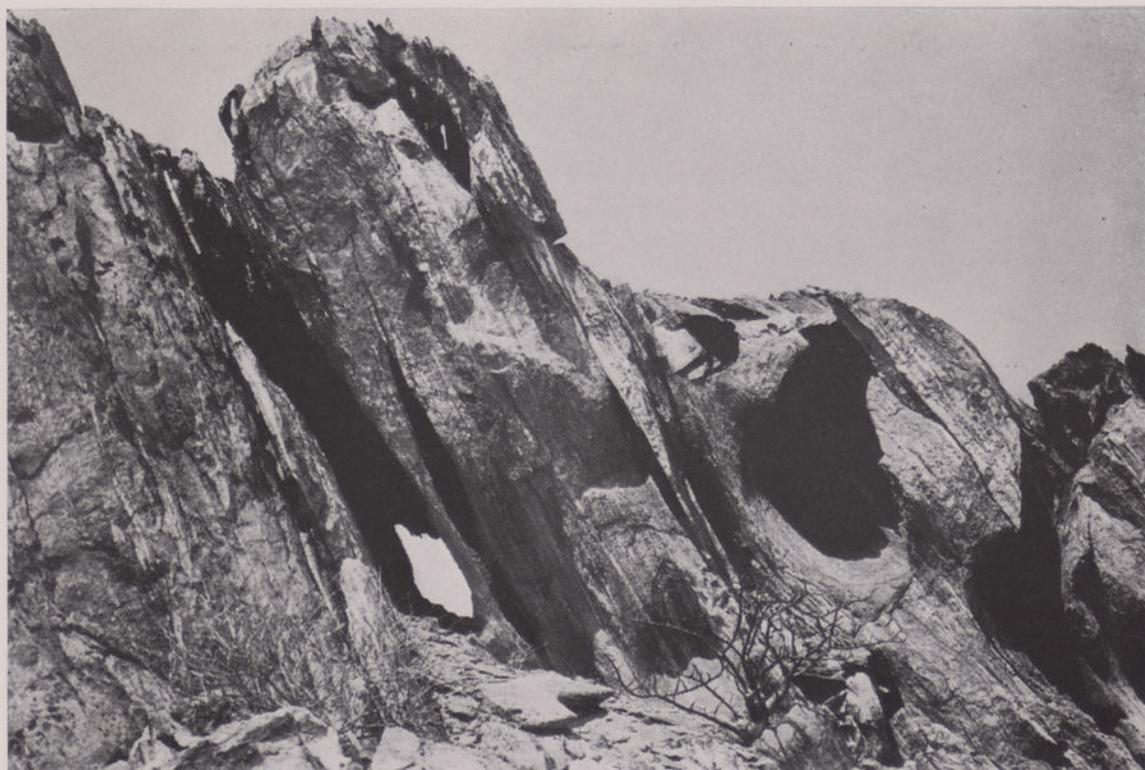
A — O fraccionamento de um grande bloco granítico por juntas de diversas orientações



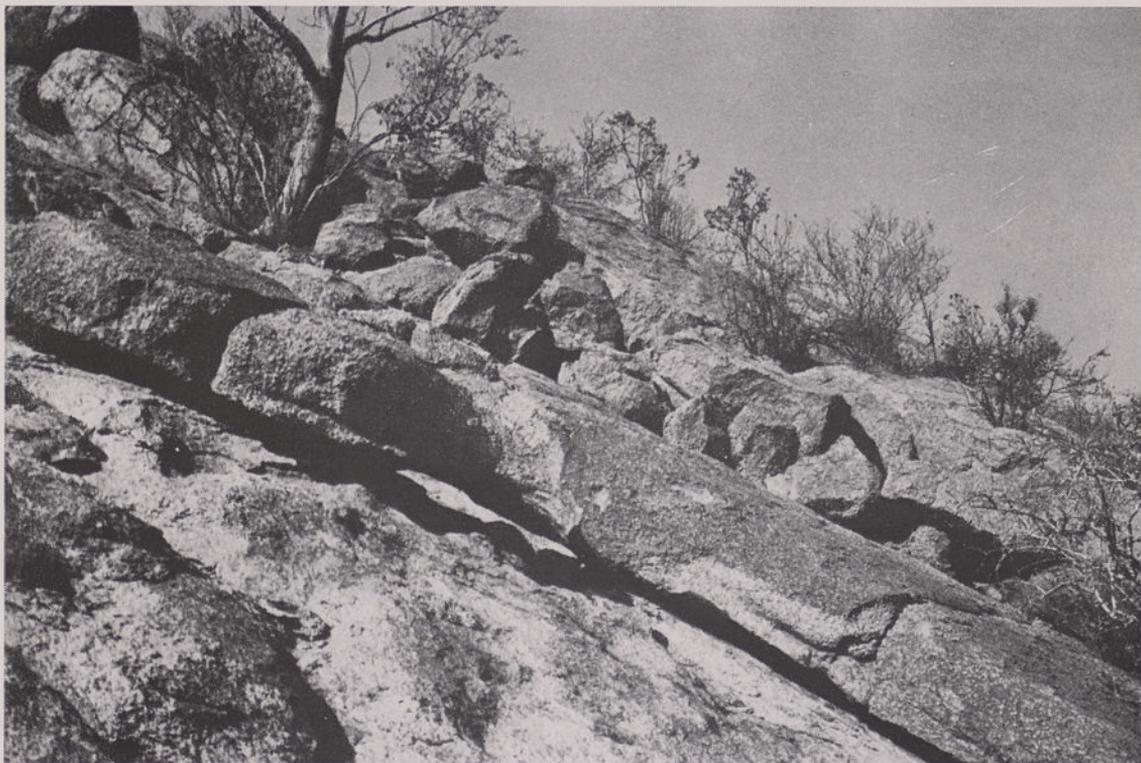
B — Afastamento e queda de fragmentes do que terá sido um bloco granítico maior



A — Modificação da posição de um fragmento de um bloco granítico, por destacamento e rotação



B — Formas de meteorização (e erosão eólica) num relevo gnáissico, perto da Espinheira



A — Destacamento de placas e vários tipos e fases de meteorização em vertente granítica dos arredores das Furnas



B — Descamação na superfície de um bloco granítico; à direita, o encurvamento de um elemento



A — Perfil em cúpula, dado pelas vertentes de um monte-ilha da área do Caracul



B — Pormenor de uma vertente granítica (com cavidades) e do ângulo vivo que faz com o plano de sopé



A — Perfis de vertentes em rochas xistentas e os contactos com o fundo aluvial de um vale



B — Vertente em xistos sericíticos da garganta do Dr. Mota, a caminho da Espinheira



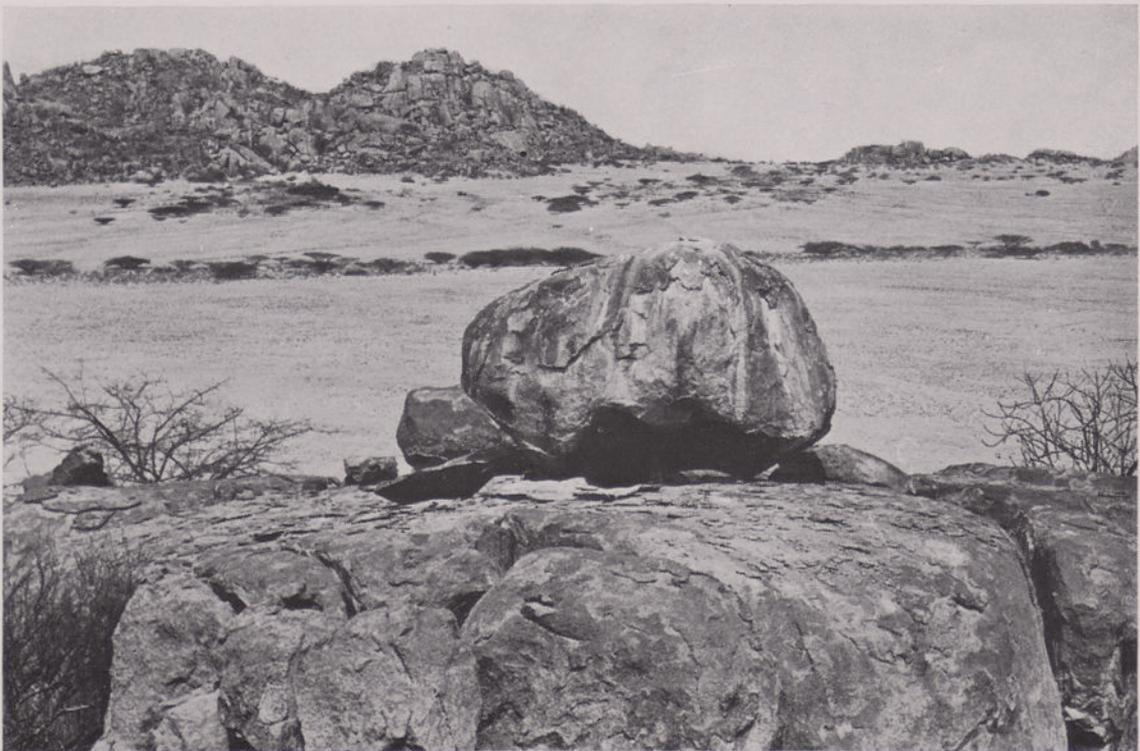
A — Relevo formado à custa de um filão potente de quartzo e perfis das vertentes



B — Um monte resultante da presença de chaminé de rocha vulcânica e as suas vertentes



A — Panorâmica de vertentes íngremes e da concorrência de pedimentos num fundo de vale largo



B — Pormenor de uma secção da estampa anterior, notando-se os vários elementos do relevo



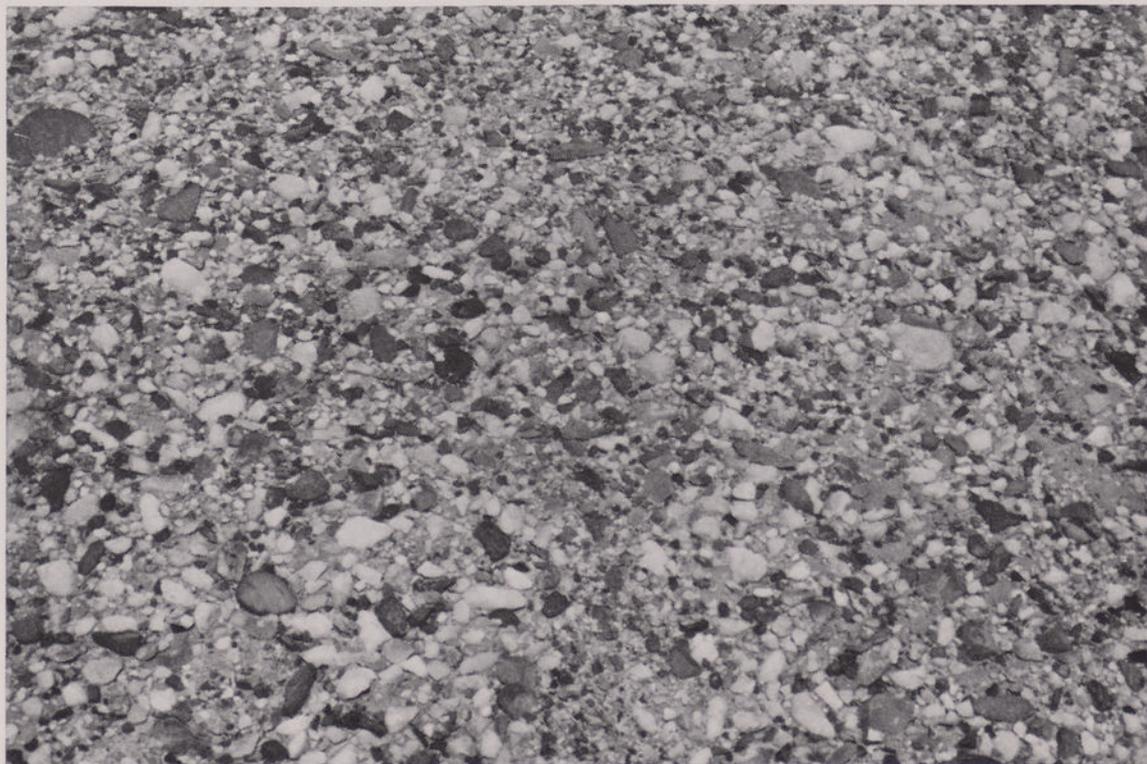
A — Vertentes íngremes, cones aluviais e plainos num vale entre a Espinheira e o Iona



B — Pormenor de um cone aluvial, extraído da área da estampa anterior



A — Aspecto de um pavimento pedregoso em que predominam os elementos soltos



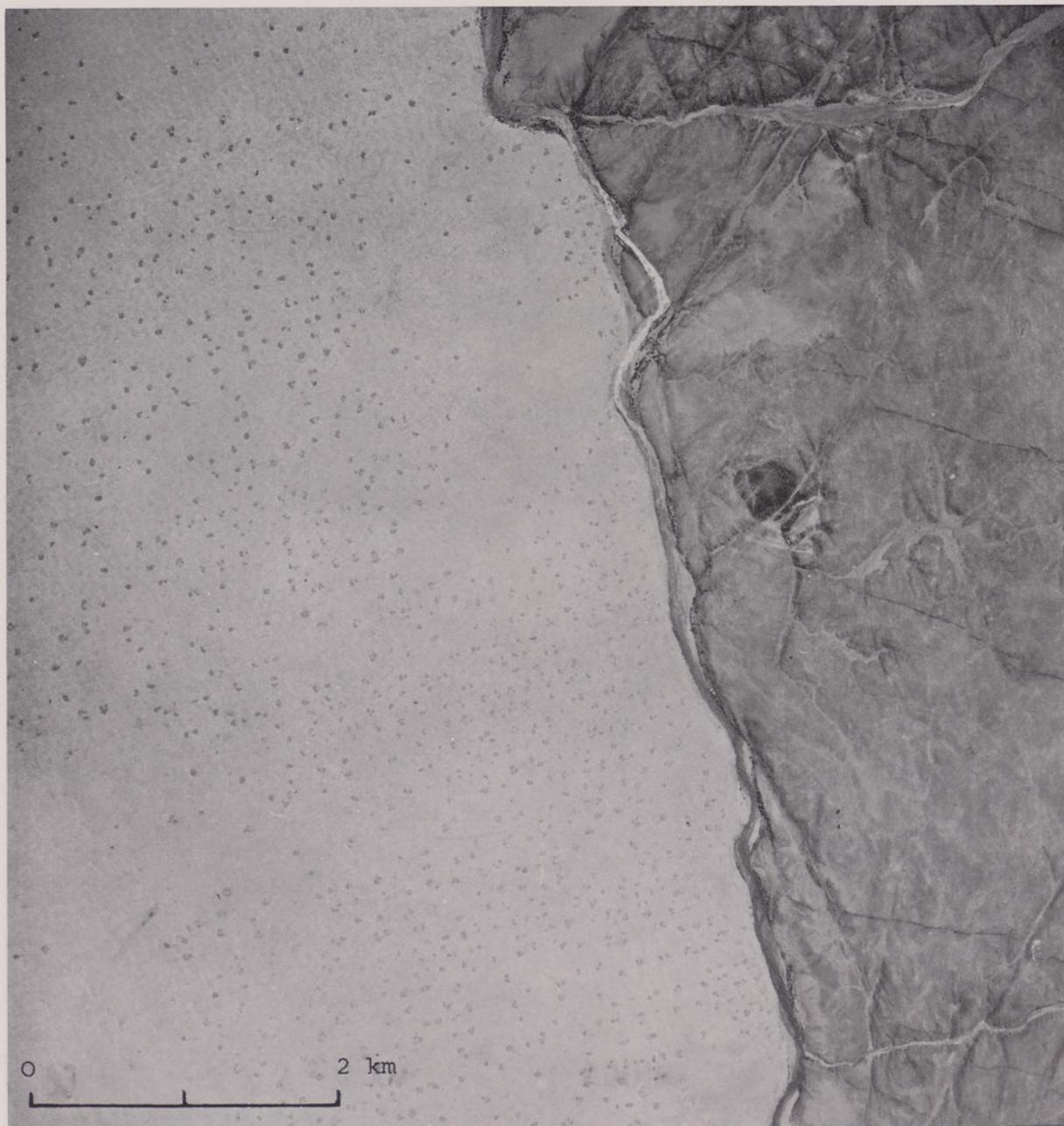
B — Pavimento pedregoso, compacto, onde os elementos estão densamente concentrados



A — Mobilidade de detritos sobre vertentes, modificada pela presença de tufo de vegetação



B — Mantos detriticos formados por desagregação de filões de quartzo leitoso em massas xistentas



Fotografia aérea de uma secção da bacia do Curoca, dando o contraste entre o deserto de areias e o deserto em rochas do maciço antigo



Fotografia aérea da área das Furnas, evidenciando as formas estruturais, os grandes fundos arenosos e a projecção dos cones aluviais

# Nota sobre o ecossistema do mangal no Sul de Moçambique

## (Paisagem da faixa litoral sob a influência de oscilação das marés)

MARIA EUGÉNIA S. DE A. MOREIRA-LOPES

Assistente de Geografia da Universidade de Lisboa. Ex-docente da Universidade de Lourenço Marques

(Recebido em 10-XII-1977)

Na costa de Moçambique, limitada pelos paralelos 10° 27' S (foz do rio Rovuma) e 26° 52' S (Ponta do Ouro), o ecossistema do mangal aparece sempre que se conjugam certos factores morfoclimáticos e edáficos da faixa intertidal. Como de norte a sul do país se mantêm as condições de clima tropical, com temperaturas médias entre 25°C e 23°C, humidade relativa alta e brisa marítima reforçada pela circulação geral, é a morfologia da faixa sujeita à oscilação das marés que determina o aparecimento do mangal. Consideraram-se, no Sul de Moçambique, os mangais estuarinos e os marinhos. Nos primeiros dominam as Rizoforáceas, especialmente a *Rhizophora mucronata*. Nos mangais marinhos das baías abrigadas com fundo pouco declivoso, a riqueza em espécies e a zonação das comunidades dependem do tipo de sedimentos que constituem o solo e da organização dos canais da maré. Sobre os fundos arenosos a espécie mais comum é a *Avicennia marina*; sobre os vasosos a *Rhizophora mucronata*, a *Bruguiera cylíndrica* e o *Ceriops tagal*; sobre os fundos rochosos de grés calcário ou coral morto, apenas indivíduos isolados de *Avicennia marina*.

The ecosystem of the mangrove appears in the coast of Mozambique between parallels 10° 27' S (mouth of the Rovuma river) and 26° 52' S (Ponta do Ouro), whenever the morpho-climatic and the edaphic factors of the intertidal area conjugate. The conditions of a tropical climate prevail in the north as well as in the south of the country, with average temperatures between 25°C and 23°C, a high relative humidity and a sea breeze reinforced by the general circulation; the existence of the mangrove is thus determined by the morphology of the strips of land which is subject to the oscillation of tides. The sea and estuary mangroves in the south of Mozambique have been considered. Several varieties of *Rhizophora* (mainly the *Rhizophora mucronata*) predominate in the estuaries. As for the mangroves in sheltered bays where the sea bottom is only slightly sloped, the variety of species and the zonation of the communities depend on the type of deposits which form the soil and on the organization of the tide channels. The *Avicennia marina* can usually be found on sand bottoms; the *Rhizophora mucronata*, the *Bruguiera cylíndrica* and the *Ceriops tagal* grow in the mud; several isolated instances of *Avicennia marina* can be found on the rocky bottom of dead coral reefs or beach-rock.

## INTRODUÇÃO

Na elaboração deste trabalho segue-se um raciocínio dedutivo, que consiste na desintegração dos conjuntos que formam a paisagem, desde o ecossistema até ao indivíduo na sua esfera vital. A ordem de desintegração é a seguinte: ambiente — paisagem — ecossistema — comunidade — população — indivíduo.

Num ambiente tropical foram inventariados alguns ecossistemas da paisagem influenciada pela oscilação das marés, pormenorizando-se o exemplo do mangal.

Desde 1935, o conceito de ecossistema proposto por Tansley, tem preocupado vários autores e tomado, segundo cada um, amplitudes diferentes.

Adopta-se aqui a definição proposta por Dansereau (1977): «*Ecossistema* é um espaço limitado, onde a ciclagem dos recursos através de um ou de vários níveis tróficos se efectua por agentes mais ou menos fixos e numerosos, utilizando, simultânea e sucessivamente, processos mutuamente compatíveis, que dão origem a produtos utilizáveis a curto ou a longo prazo.»

O mangal é um ecossistema helo-halófito lenhoso ou lenhoso-herbáceo característico da zona de balançamento das marés, nas regiões intertropicais. Define-se por uma convergência de condições ecotópicas específicas que possibilitam a vida de comunidades fito-zoológicas anfíbias, bem diferenciadas sob o ponto de vista ecológico. Como em outros ecossistemas da mesma zona, as comunidades do mangal distribuem-se espacialmente em andares, de acordo com a amplitude das marés, em período de águas vivas ou mortas.

A adaptação ecológica das diferentes populações faz-se em função do aproveitamento dos recursos ambientais: grande quantidade de energia luminosa, alternância diária ou semidiária de emersão-submersão, água salgada, solo móvel (por vezes fluido), elevadas humidade atmosférica e evaporação, vento, influência da salsugem (*embruns*).

Dentro dos limites da zona intertropical este ecossistema aparece em toda a faixa do estrão, banhada por águas quentes, que apresenta as seguintes condições geomorfológicas, edáficas e climáticas:

Planícies litorais extensas, de fraco declive, inundadas diariamente pelas marés mortas ou temporariamente

pelas marés vivas. Baías abrigadas com balanço positivo de acumulação-erosão. Margens dos estuários e dos canais de maré.

Fundos de natureza vasosa, areno-siltosa, arenosa ou mesmo nas fendas rochosas dos antigos recifes de coral ou dos grés costeiros.

Temperaturas médias da água e do ar elevadas (entre 18°C e 25°C). Forte insolação, humidade relativa elevada. Abundância de salsugem.

Alguns autores já referiram que a distribuição do mangal no Globo se faz de acordo com o trajecto das correntes marítimas quentes (Hueck, 1966). Daí a sua ausência nas fachadas ocidentais dos continentes, banhadas por correntes frias e os seus limites extratropicais nas costas de leste. Embora floristicamente empobrecido, o mangal aparece na Florida e nas Bermudas (a 32° N), no Japão (a 32° N, em Kiu-Siu), no golfo de Akaba, na Nova Zelândia (a 44° S) e na Tasmânia (a 46° S) (Schnell, 1971, e Walter, 1973) (fig. 1).

Floristicamente consideram-se dois domínios de mangal: o atlântico e o de leste. O primeiro é constituído pelos mangais das costas ocidentais da África e oriental da América e, segundo Van Steenis (Schnell, 1971), conta apenas 6 a 7 das 58 espécies conhecidas no Globo (fig. 2-A). O mangal de leste, distribuído pelas costas orientais da África e da Ásia e ocidental da América, Índia, Malásia, Norte da Austrália, ilhas do Pacífico e Nova Zelândia, é mais rico em espécies; apresenta 49 das 58 referidas (fig. 2-A). A repartição do número de espécies não é uniforme; segundo Macnae (Walter, 1973), o número de espécies diminui para ocidente e sul, como se pode observar na fig. 2-B.

## A PAISAGEM DA ZONA INTERTIDAL EM MOÇAMBIQUE

Apesar da grande extensão da costa em latitude, desde 10° 27' S (foz do rio Rovuma) até 26° 52' S (Ponta do Ouro), os recursos bioclimáticos provenientes da atmosfera são pouco variáveis. A situação de contacto terra-oceano e a exposição às massas de ar da circulação geral de leste (fig. 3) são responsáveis

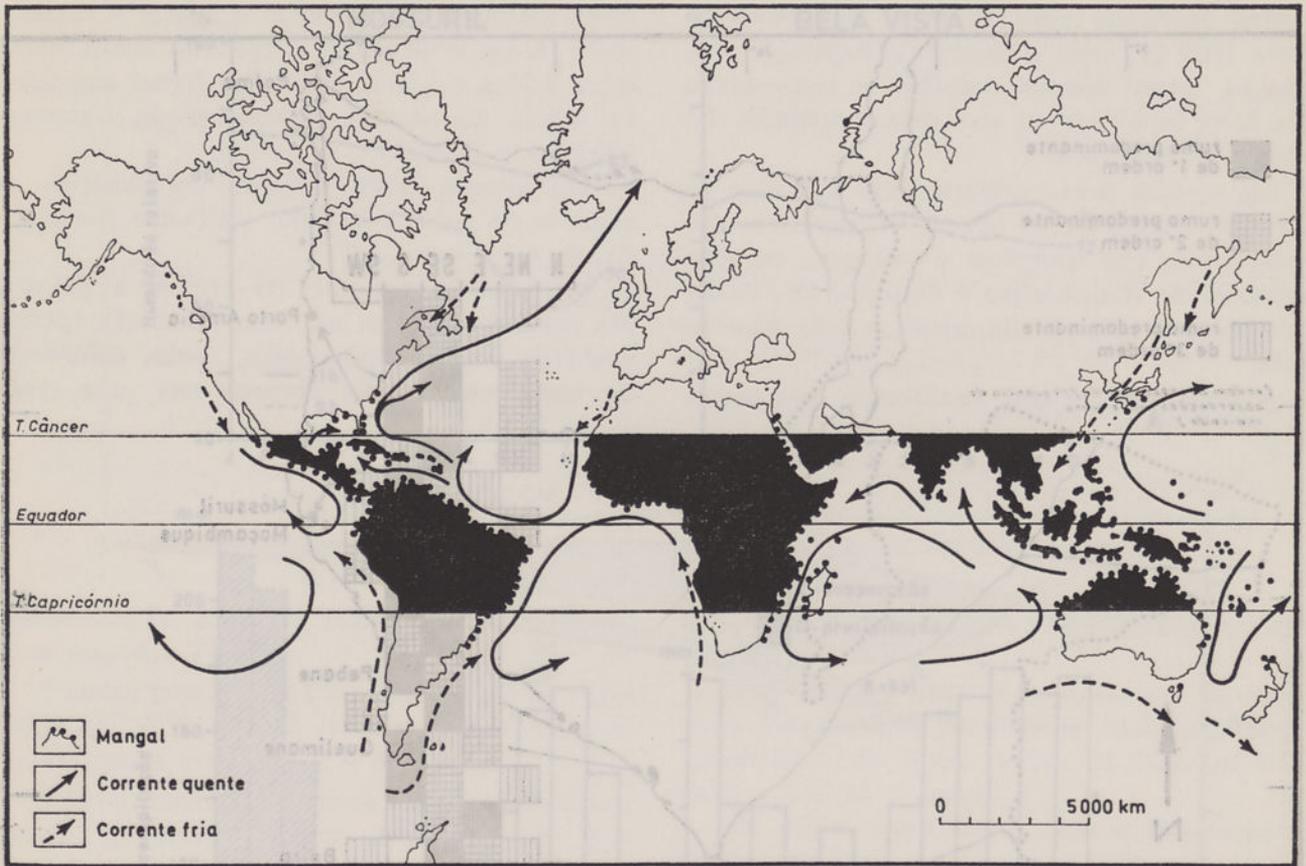


Fig. 1 — Distribuição geográfica do mangal de acordo com o trajecto das correntes marítimas

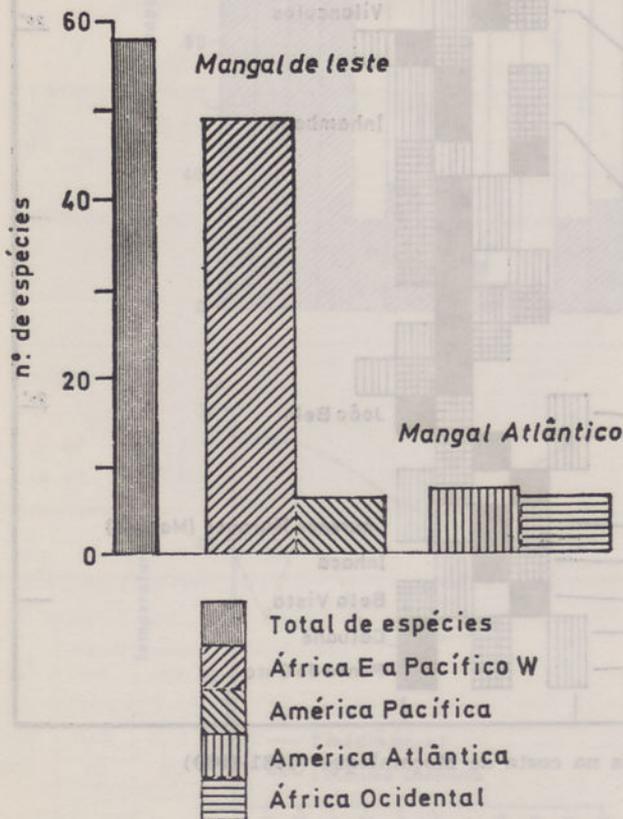


Fig. 2-A — Riqueza florística dos mangais atlântico e de leste

pela humidade relativa e pela evaporação sempre elevadas de norte a sul do país (figs. 4-A e 4-B).

A temperatura do ar na média anual regista apenas uma diferença de 2°C e as amplitudes térmicas médias anuais variam entre 6°C, em Mossuril, e 7°, em Bela Vista. A temperatura média do mês mais frio é sempre superior a 18° e durante o período considerado — 1931-1960 — não se verificaram temperaturas extremas negativas (fig. 4-C). Trata-se, portanto, de um clima

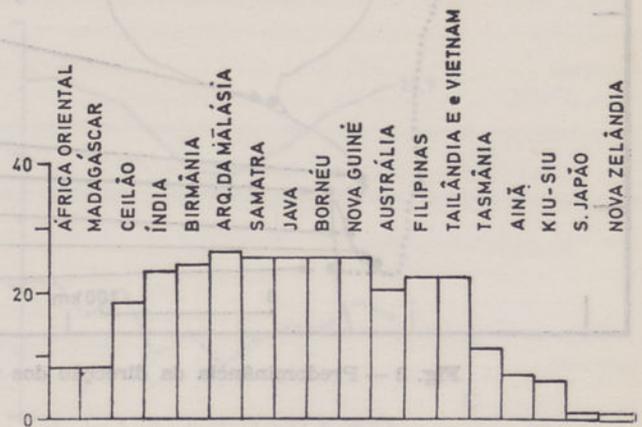


Fig. 2-B — Variação espacial do número de espécies no mangal de leste

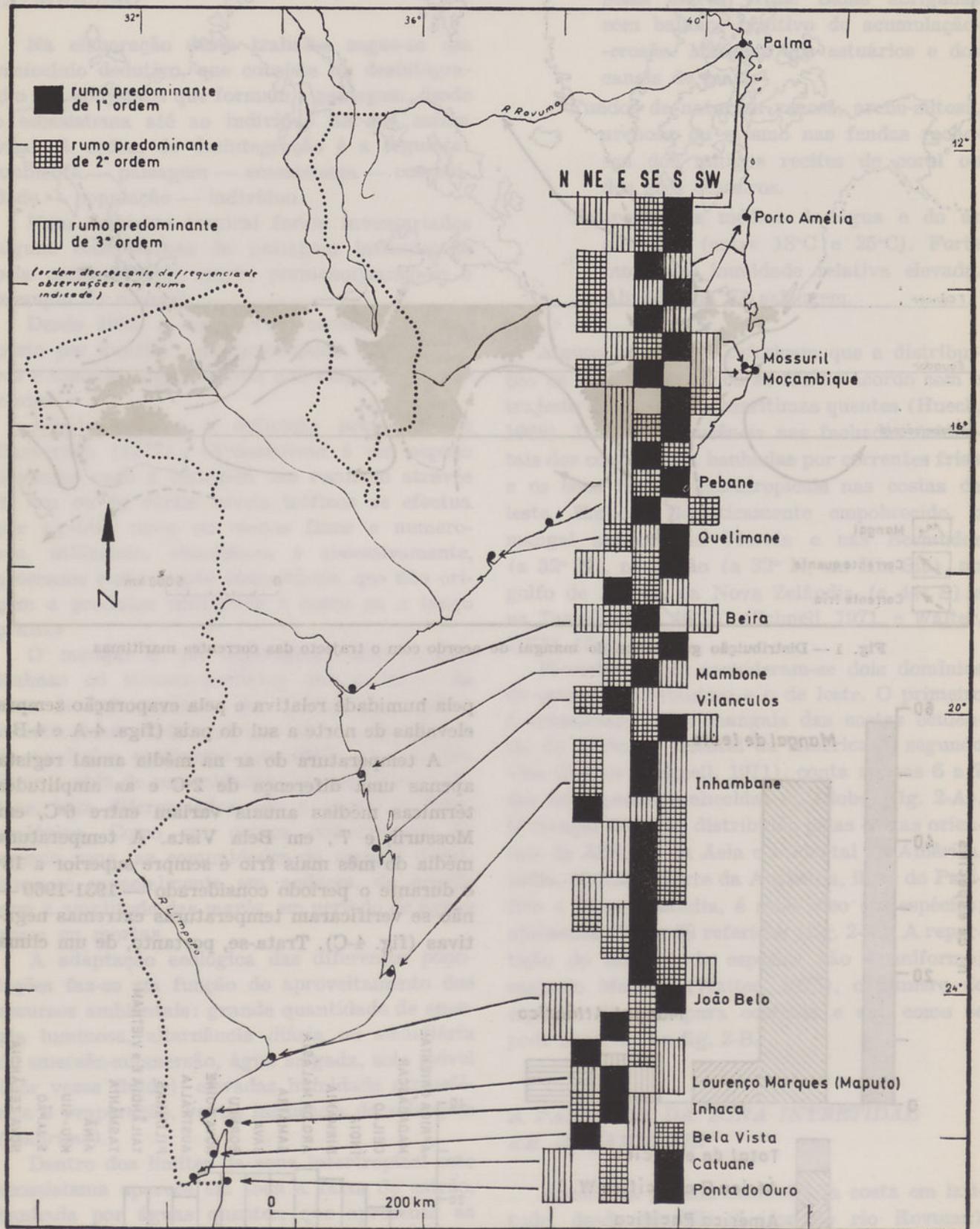


Fig. 3 — Predominância da direcção dos ventos na costa de Moçambique (1931-1960)

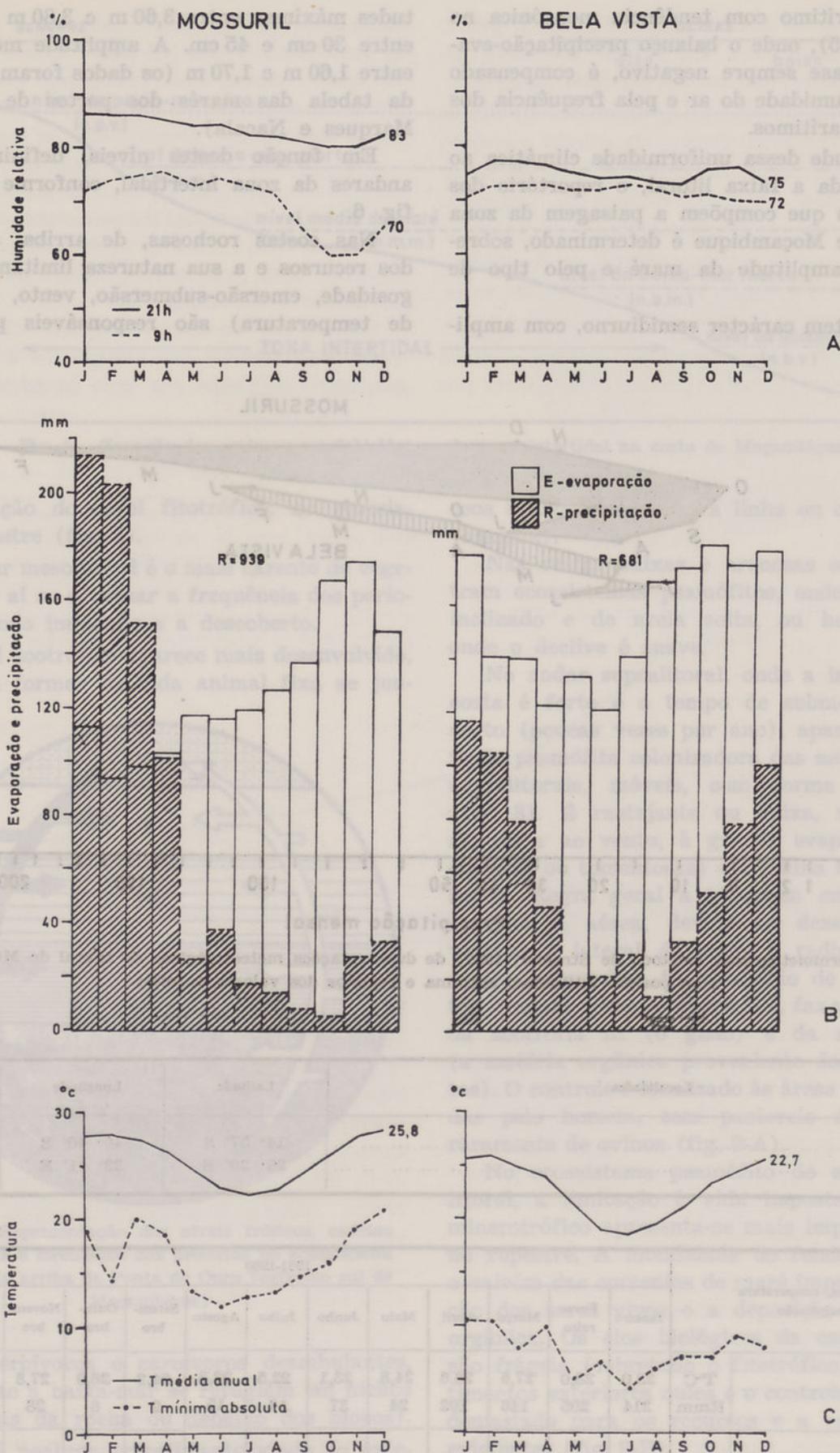


Fig. 4 — Variação anual de alguns elementos do clima no litoral de Moçambique durante o período de 1931-1960

tropical marítimo com tendência monçónica no Norte (fig. 5), onde o balanço precipitação-evaporação, quase sempre negativo, é compensado pela forte humidade do ar e pela frequência dos nevoeiros marítimos.

Em virtude dessa uniformidade climática ao longo de toda a faixa litoral, o reportório dos ecossistemas que compõem a paisagem da zona intertidal de Moçambique é determinado, sobretudo, pela amplitude da maré e pelo tipo de costa.

A maré tem carácter semidiurno, com ampli-

tudes máximas entre 3,60 m e 3,80 m e mínima entre 30 cm e 45 cm. A amplitude média varia entre 1,60 m e 1,70 m (os dados foram extraídos da tabela das marés dos portos de Lourenço Marques e Nacala).

Em função destes níveis, definiram-se os andares da zona intertidal, conforme mostra a fig. 6.

Nas costas rochosas, de arriba, a pobreza dos recursos e a sua natureza limitante (pedregosidade, emersão-submersão, vento, diferenças de temperatura) são responsáveis pela fraca

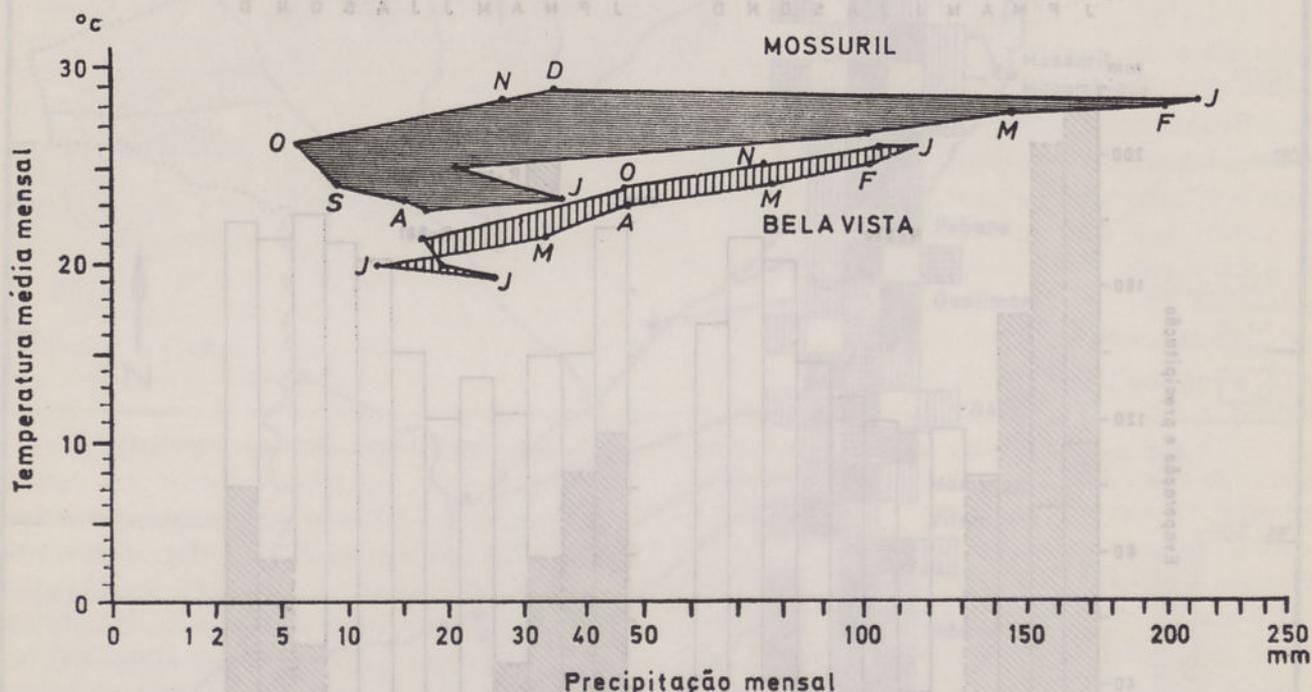


Fig. 5 — Termoietograma (método de Strahler, 1969) de duas estações meteorológicas do litoral de Moçambique, com posição latitudinal extrema e registos dos valores normais

Localidades	Latitude	Longitude	Altitude
Mossuril .....	14° 57' S	40° 40' S	15 m
Bela Vista .....	26° 20' S	32° 41' E	15 m

Localidades, temperatura e precipitação	1931-1960												Ano	
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro		
Mossuril .....	T°C	28,0	28,0	27,6	26,6	24,8	23,1	22,5	22,8	24,2	26,0	27,8	28,3	24,9
	Rmm	214	205	146	102	24	37	18	15	9	6	28	34	939
Bela Vista .....	T°C	25,8	25,8	24,8	23,8	21,4	18,8	18,6	19,6	21,2	23,2	24,4	25,4	22,7
	Rmm	116	104	78	46	18	20	27	13	33	46	78	102	681

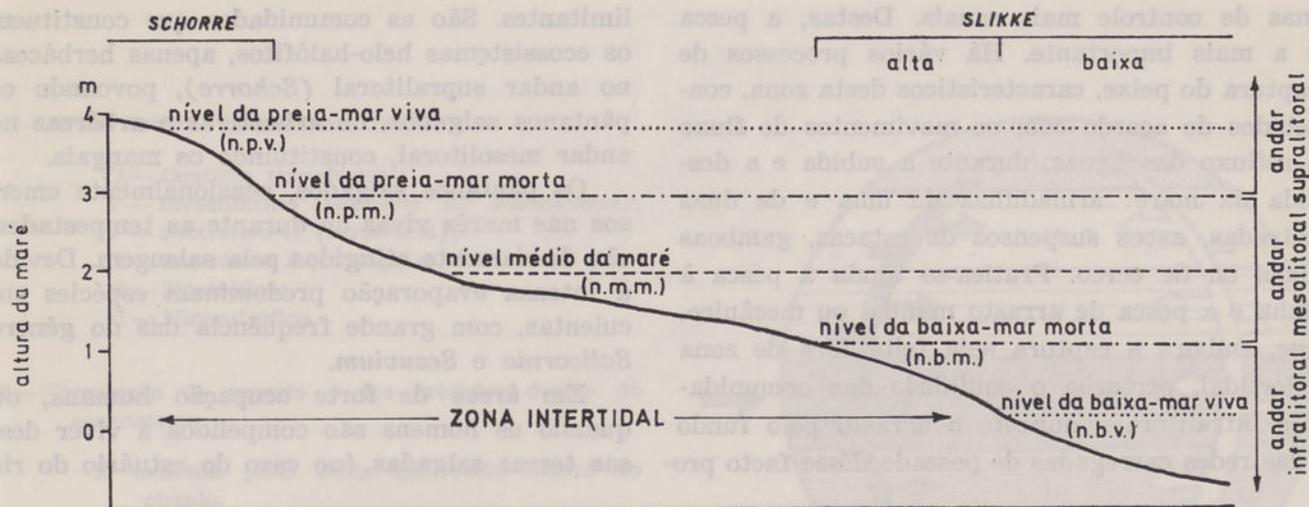


Fig. 6 — Zonação dos andares morfobiológicos da zona intertidal na costa de Moçambique

representação do nível fitotrófico, no ecossistema rupestre (fig. 7).

O andar mesolitoral é o mais carente de vegetação, por aí se acentuar a frequência dos períodos de fundo inundado e a descoberto.

O nível zootrófico aparece mais desenvolvido, porque às formas de vida animal fixa se jun-

ceos e algas e à pesca à linha ou com tridente (azagaia).

Nas costas baixas e arenosas ou se encontram ecossistemas psamófitos, onde o estrão é inclinado e de areia solta, ou helo-halófitos, onde o declive é suave.

No andar supralitoral, onde a inclinação da costa é forte e o tempo de submersão muito curto (poucas vezes por ano), aparece a vegetação psamófita colonizadora das *nebkas* (dunas supralitorais, móveis, com forma de doma) (fig. 8). É rastejante ou baixa, sempre bem adaptada ao vento, à grande evaporação (suculentas ou tomentosas) e à toalha freática profunda. Regra geral a biomassa subterrânea é superior à aérea, devido ao desenvolvimento vertical e lateral do sistema radicular e aos caules enterrados. A introdução de investimentos, embora fraca e esporádica, faz-se aos níveis da zootrofia III (o gado) e da minerotrofia (a matéria orgânica proveniente dos excrementos). O controle é localizado às áreas mais ocupadas pelo homem, com pastoreio de caprinos, raramente de ovinos (fig. 9-A).

No ecossistema psamófito do andar mesolitoral, a limitação à vida imposta pelo nível minerotrófico apresenta-se mais importante que no rupestre. A mobilidade do fundo arenoso e o vaivém das correntes de maré impedem a fixação dos seres vivos e a deposição da matéria orgânica. Os elos biológicos da cadeia trófica são frágeis (sobretudo o fitotrófico); os investimentos exteriores nulos e o controle, por vezes, demasiado para os recursos e a produtividade existentes (fig. 9-B).

O turismo balnear, a recolha de moluscos e gasterópodes arenícolas e a pesca são as for-

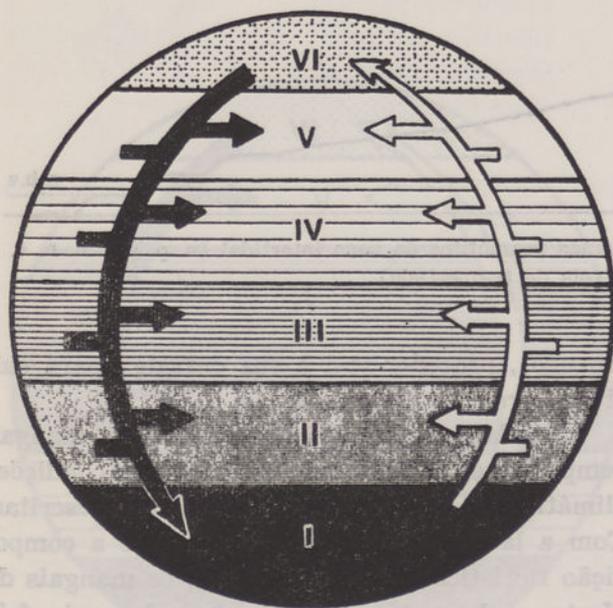


Fig. 7 — Representação dos níveis tróficos, cadeias energéticas e circulação dos produtos no ecossistema rupestre da arriba da Ponta do Ouro (extremo sul de Moçambique)

tam os herbívoros e carnívoros deambulantes, que durante a baixa-mar se refugiam em nichos (nas fendas da rocha ou debaixo dos blocos).

Não há nenhum investimento vindo do exterior (de outro ecossistema) e o controle noosférico limita-se à recolha de moluscos, crustá-

mas de controle mais usuais. Destas, a pesca é a mais importante. Há vários processos de captura do peixe, característicos desta zona, concebidos de acordo com os movimentos de fluxo e refluxo das águas, durante a subida e a descida da maré: armadilhas de uma e de duas entradas, sacos suspensos de estacas, gamboas fixas ou de cerco. Pratica-se ainda a pesca à linha e a pesca de arrasto manual ou mecânico, que, embora a captura seja feita fora de zona intertidal, perturba o equilíbrio das comunidades infralitorais, durante o arrasto pelo fundo das redes carregadas de pescado. Esse facto pro-

limitantes. São as comunidades que constituem os ecossistemas helo-halófitos, apenas herbáceas no andar supralitoral (*Schorre*), povoando os pântanos salgados, ou arbustivas e arbóreas no andar mesolitoral, constituindo os mangais.

Os pântanos salgados, ocasionalmente emergos nas marés vivas ou durante as tempestades, são diariamente atingidos pela salsugem. Devido à intensa evaporação predominam espécies suculentas, com grande frequência das do género *Salicornia* e *Sezuvium*.

Em áreas de forte ocupação humana, ou quando os homens são compelidos a viver dessas terras salgadas (no caso do estuário do rio

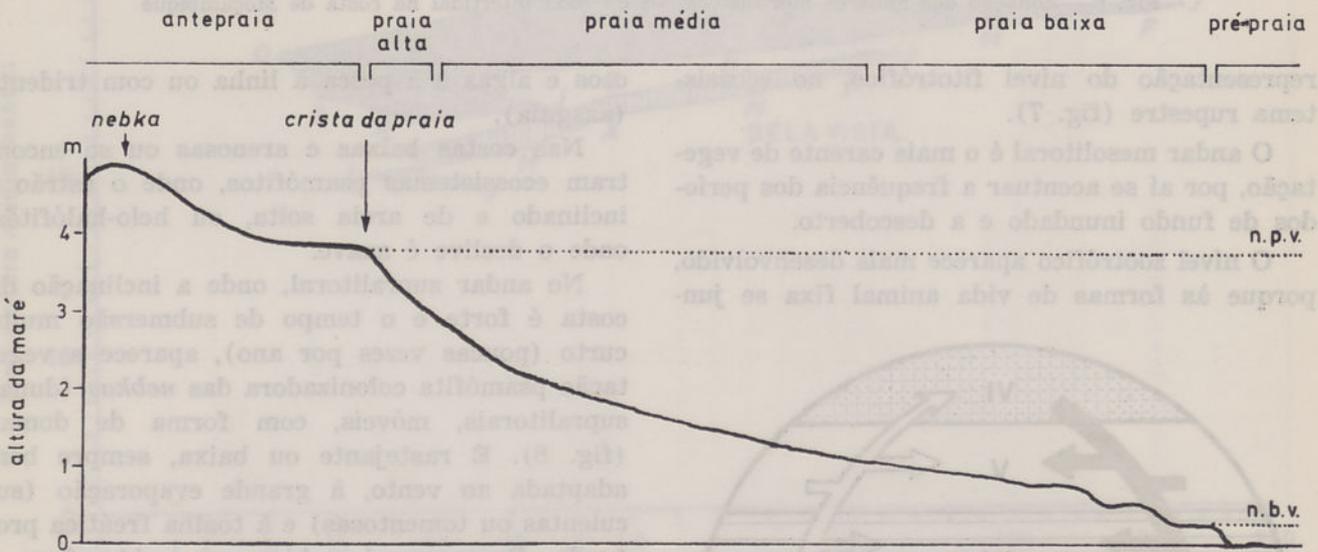


Fig. 8 — Aspectos geomorfológicos dos ecótipos dos ecossistemas psamófitos da zona intertidal (n. p. v. e n. b. v. representam nesta figura níveis de tempestade)

voca a destruição da flora infralitoral e da fauna ictiológica herbívora e a conseqüente migração das espécies carnívoras. Além disso, a dinâmica do fundo é alterada, aumentando o declive e a mobilidade dos sedimentos.

Quando o fundo arenoso é pouco inclinado na baixa *Slikke* (fig. 8) e as águas límpidas e com boa penetração de luz, no andar infralitoral nota-se a presença de extensos prados de gimnospérmicas marinhas, que possibilitam uma fauna herbívora bastante rica. Então a representação de pirâmide ecológica toma o aspecto da fig. 9-C. Acima ficou referido como este encaideamento pode ser perturbado pela pesca de arrasto.

Quando o estrão areno-vasoso ou siltoso tem um declive fraco, surgem faixas de ocupação por comunidades de vida anfíbia cuja adaptação ecológica anula, em larga medida, os factores

Govuro), proceder-se-á à sua dessalga para cultivar arroz ou pastagem.

O andar mesolitoral é ocupado por mangal, sempre que se manifestem todas as condições climáticas e ecotópicas inicialmente descritas. Com a latitude, só diferem o porte e a composição florística das comunidades; os mangais do Norte, onde a temperatura do mês mais frio varia entre 22°C e 23°C, são mais ricos em espécies e em indivíduos arbóreos. Aí, a *Sonneratia alba* está representada (fig. 10), o que não acontece nos mangais do Sul, onde a *Avicennia marina* e a *Rhizophora mucronata* são as espécies dominantes.

A composição florística dos mangais de Moçambique e dos prados salgados que fazem a transição destes para a savana está descrita, de uma forma generalizada, pelos autores que

1 — Níveis tróficos (Dansereau, 1977):

- VI — Controle (noosférico);
- V — Investimento (exterior ao ecossistema);
- IV — Zootrófico II (carnivoria);
- III — Zootrófico I (fitofagia);
- II — Fitotrófico;
- I — Minerotrófico.

2 — Circulação da energia e dos produtos dentro do ecossistema:

É indicada pelas setas que estão dentro do círculo.

3 — Chegada de investimentos exteriores:

É indicada pelas setas, a negro, exteriores ao círculo (na direcção do nível trófico onde se faz o investimento).

4 — A intensidade da cor dada pelas convenções é directamente proporcional à importância do nível trófico.

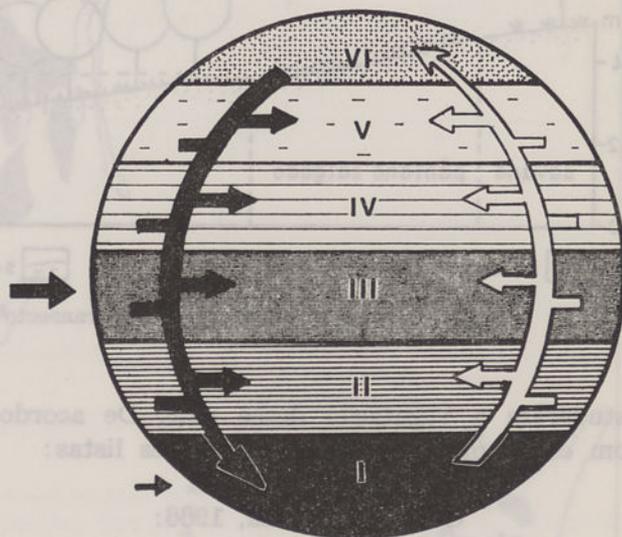


Fig. 9-A — Representação dos níveis tróficos, cadeias energéticas e circulação dos produtos no ecossistema psamófito do andar supralitoral (costa este da ilha da Inhaca)

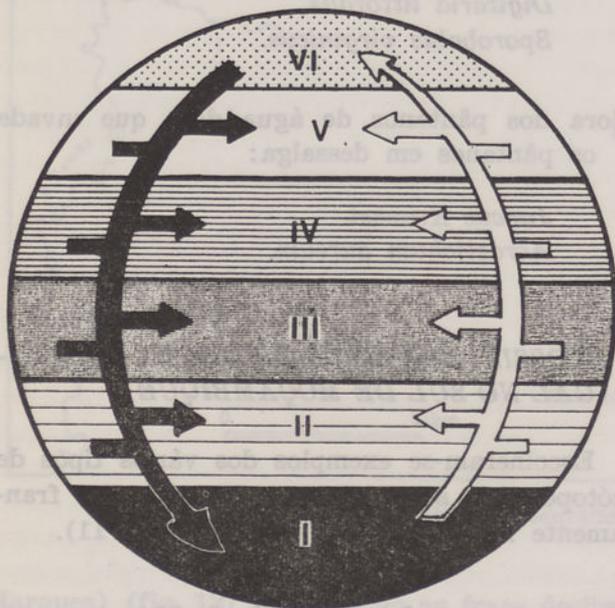


Fig. 9-B — Representação dos níveis tróficos, cadeias energéticas e circulação dos produtos no ecossistema psamófito do andar mesolitoral de um estrão arenoso (praia do Inhassoro, Sul de Moçambique)

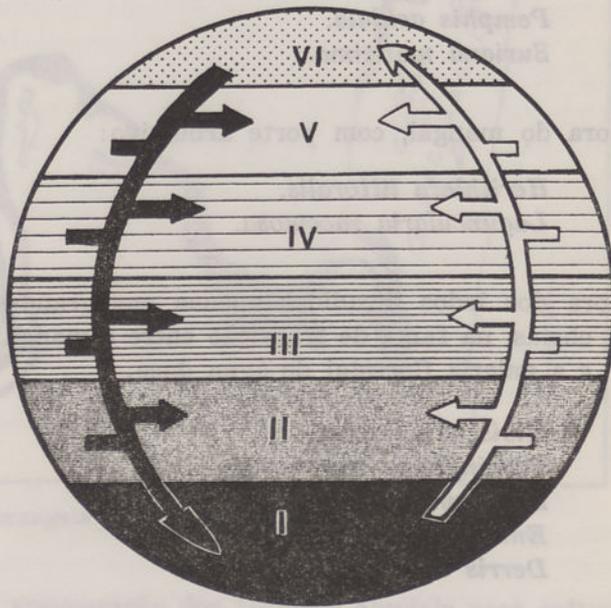


Fig. 9-C — Representação dos níveis tróficos, cadeias energéticas e circulação dos produtos no ecossistema psamófito do andar infralitoral (praia da costa oeste da ilha da Inhaca)

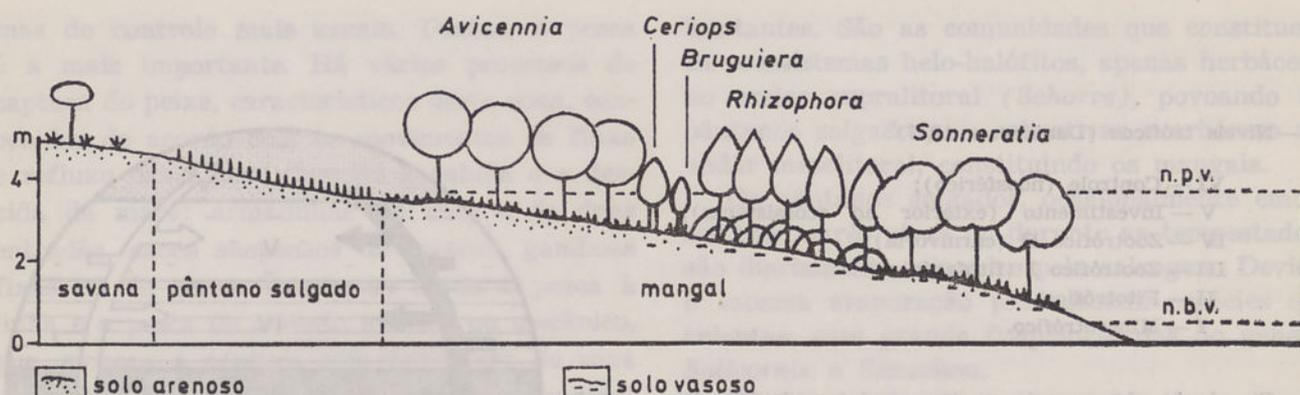


Fig. 10 — Esboço de um transecto num mangal do Norte de Moçambique

estudaram a vegetação desse país. De acordo com eles, apresentam-se as seguintes listas:

Gomes de Sousa, 1966:

Flora do mangal, com possibilidade de forte arbóreo:

*Avicennia marina*.  
*Sonneratia alba*.  
*Rhizophora mucronata*.  
*Bruguiera gymnorrhiza*.  
*Ceriops tagal*.  
*Pemphis acidula*.  
*Suriana maritima*.

Flora do mangal, com porte arbustivo:

*Herithiera littoralis*.  
*Laguncularia racemosa*.

Flora dos lodos invadidos apenas nas grandes cheias, na faixa de transição entre o mangal e a galeria florestal de água doce:

*Hibiscus tiliaceus*.  
*Barringtonia racemosa*.  
*Syzygium guineense*.  
*Entada phaseoloides*.  
*Derris trifoliata*.

Macnae & Kalk, 1962:

Flora do mangal (espécies arbustivas e arbóreas):

*Avicennia marina*.  
*Rhizophora mucronata*.  
*Bruguiera cylindrica*.  
*Ceriops tagal*.

Espécies herbáceas associadas à *Avicennia* e ao *Ceriops*:

*Lumnitzera racemosa*.

Flora dos pântanos salgados, herbácea:

*Arthrocnemum perenne*, var. *radicans* (pioneiro).  
*Sesuvium portucalastrum* (pioneiro).  
*Salicornia perrieri*.  
*Chenolea diffusa*.  
*Digitaria littoralis*.  
*Sporobolus virginicus*.

Flora dos pântanos de água doce que invade os pântanos em dessalga:

*Juncus Kraussi*.  
*Acrostichum aureum*.

## O ECOSSISTEMA HELO-HALOFITO DO MANGAL NO SUL DE MOÇAMBIQUE

Escolheram-se exemplos dos vários tipos de ecótopos que suportam mangal, em meio francamente marítimo e em estuário (fig. 11).

### Mangal dos estuários da baía de Maputo

Essencialmente constituídos por *Rhizophora mucronata* e *Ceriops tagal*, junto às desembocaduras, os mangais estuarinos prolongam-se para montante apenas com *Rhizophora*, até ao limite de penetração da maré de salinidade.

Tomando para toda a baía a amplitude da maré registada no porto de Maputo (ex-Lourenço

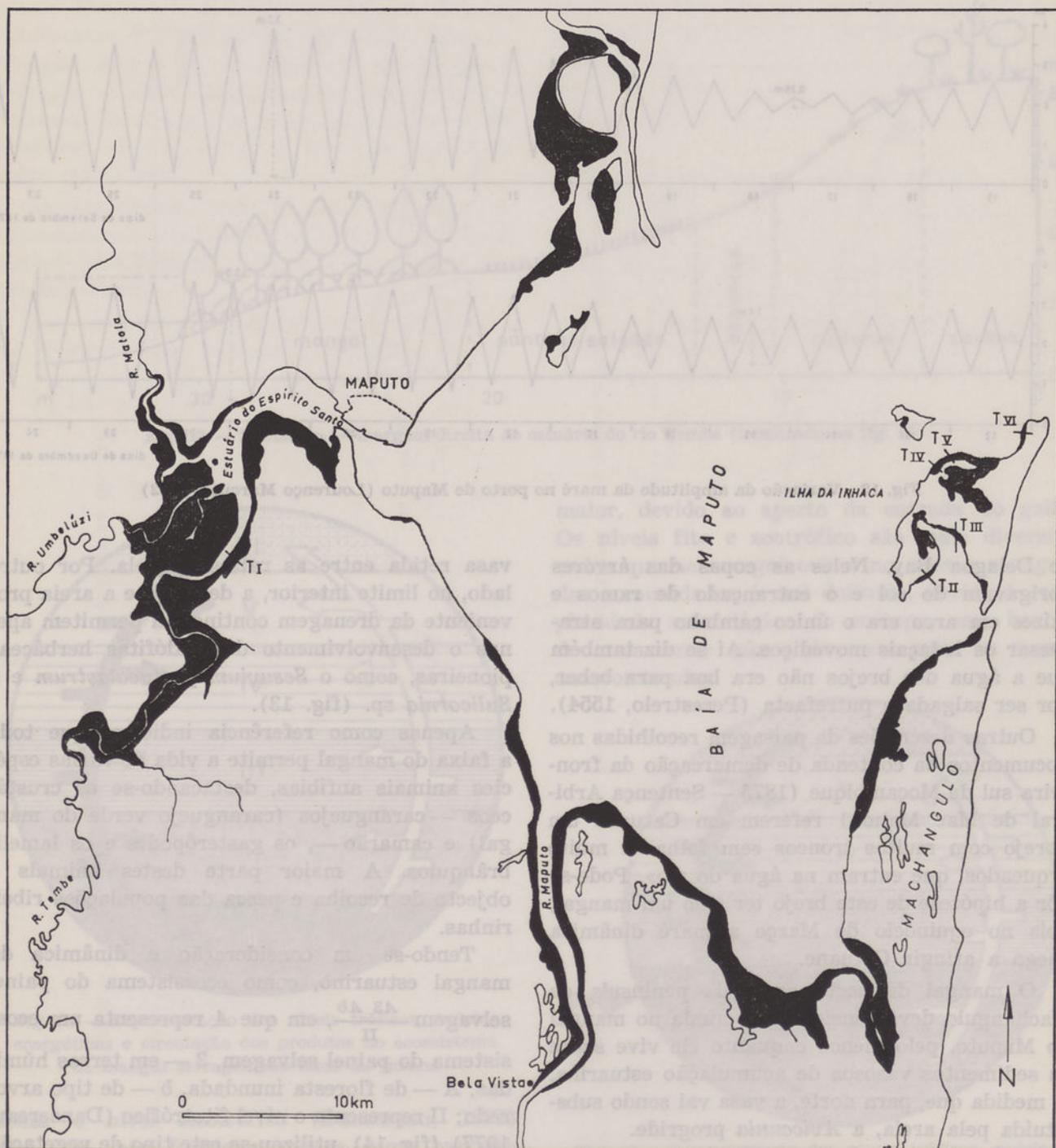


Fig. 11 — Distribuição geográfica dos mangais no Sul de Moçambique

Marques) (fig. 12) e atendendo ao fraco declive da parte terminal dos perfis longitudinais dos rios Matola, Tembe e Maputo, era de esperar que as faixas de mangal que marginam os seus estuários se prolongassem bastante para o interior. Todavia, a sua extensão primitiva foi reduzida à actual pela acção do homem.

O corte das árvores para obtenção de madeira, a derruba sistemática de toda a vegetação brejosa para a irradiação da doença do sono,

a recuperação dos terrenos aluviais para cultivo de arroz ou pastagem e as obras de canalização dos leitos destruíram as condições ecológicas de sobrevivência e disseminação dos mangais.

Os brejos salgados da baía de Maputo já aparecem descritos nas relações dos naufrágios da costa sudeste de África narradas na *História Trágico-Marítima* (vols. I a IX), entre 1552 e 1622. Nesses relatórios descrevem-se como brejos os lugares que rodeavam as bocas dos rios

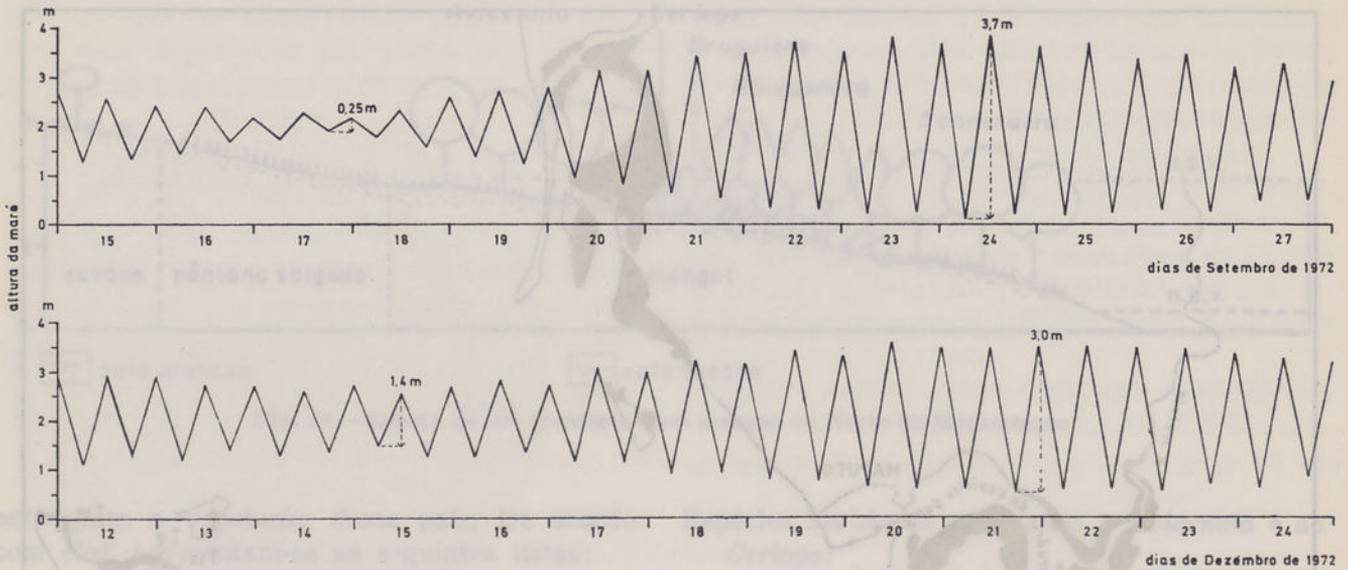


Fig. 12—Variação da amplitude da maré no porto de Maputo (Lourenço Marques, 1972)

de Delagoa Bay. Neles as copas das árvores abrigavam do sol e o entrançado de ramos e raízes em arco era o único caminho para atravessar os lodaçais movediços. Aí se diz também que a água dos brejos não era boa para beber, por ser salgada e putrefacta (Perestrelo, 1554).

Outras descrições da paisagem recolhidas nos documentos da contenda de demarcação da fronteira sul de Moçambique (1875 — Sentença Arbitral de Mac Mahon) referem em Catuane um «brejo com muitos troncos sem folhas e muito arqueados, que entram na água do rio». Pode-se pôr a hipótese de este brejo ter sido um mangal, pois no equinócio de Março a maré dinâmica chega a atingir Catuane.

O mangal da costa oeste da península de Machangulo deve considerar-se ainda no mangal do Maputo, pelo menos enquanto ele vive sobre os sedimentos vasosos de acumulação estuarina. À medida que, para norte, a vasa vai sendo substituída pela areia, a *Avicennia* progride.

Dos três rios que formam o estuário do Espírito Santo — Matola, Tembe e Umbelúzi — é neste último que o mangal é menos extenso, devido à escassez de aluviões vasosas, à maior inclinação do leito e ao impedimento artificial de penetração da maré com a captação de água dos Serviços Municipais de Água e Electricidade para abastecimento de água à cidade de Maputo.

Estes mangais estuarinos, se não forem impedidos na sua dinâmica, crescem no limite exterior por autodisseminação das plântulas, que, germinadas na árvore-mãe, se enraízam na

vasa retida entre as raízes daquela. Por outro lado, no limite interior, a dessalga e a areia proveniente da drenagem continental permitem apenas o desenvolvimento das halófitas herbáceas pioneiras, como o *Sesuvium portucalastrum* e a *Salicornia* sp. (fig. 13).

Apenas como referência indica-se que toda a faixa do mangal permite a vida de várias espécies animais anfíbias, destacando-se os crustáceos — caranguejos (caranguejo verde do mangal) e camarão —, os gasterópodes e os lameli-brânquios. A maior parte destes animais é objecto de recolha e pesca das populações ribeirinhas.

Tendo-se em consideração a dinâmica do mangal estuarino, como ecossistema do painel selvagem  $\frac{A^3 Ab}{II}$ , em que *A* representa um ecossistema do painel selvagem, 3 — em terras húmidas, *A* — de floresta inundada, *b* — de tipo arvoredo; *II* representa o nível fitotrófico (Dansereau, 1977) (fig. 14), utilizou-se este tipo de vegetação no ordenamento da paisagem na foz do rio Limpopo. Como este curso de água transporta grande quantidade de carga sólida em suspensão, o assoareamento da barra põe problemas à navegação; uma das soluções adoptadas para controlar a sedimentação dentro do estuário foi a plantação de um mangal de *Rhizophora mucronata*, que cresceu rapidamente e está em progressão. A utilização deste ecossistema no painel rural  $\frac{B^2 Fb}{II}$

em que *B* representa um ecossistema do painel rural, 2 — com exploração de plantas lenhosas, *F* — de plantação, *b* — de tipo arvoredo; *II* repre-

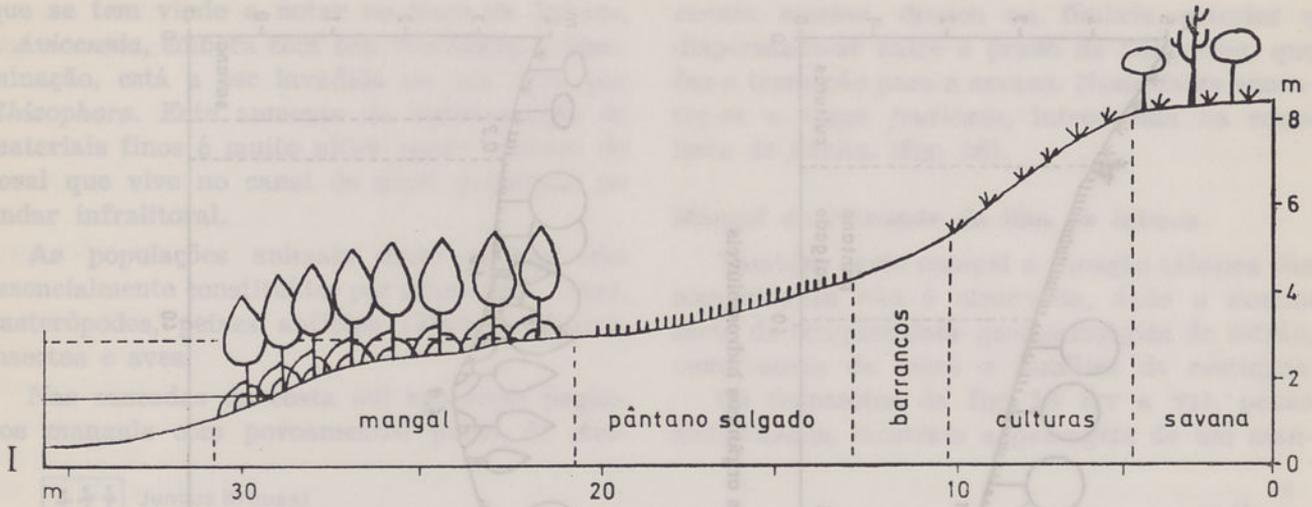


Fig. 13 — Transecto I—margem direita do estuário do rio Tembe (localizado na fig. 11)

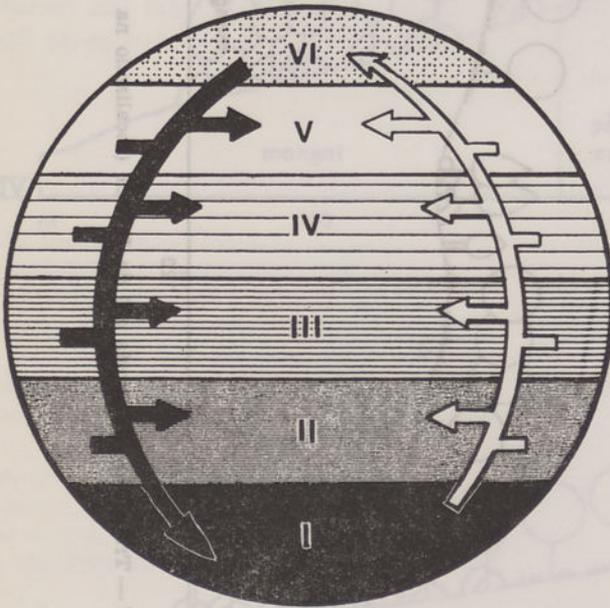


Fig. 14 — Representação dos níveis tróficos, cadeias energéticas e circulação dos produtos no ecossistema de mangal selvagem no Saco da Inhaca

senta o nível fitotrófico (Dansereau, 1977) (fig. 15), não funciona apenas como barreira de sedimentação (queda energética por choque da carga contra as raízes), mas ainda como processo de recuperação dos terrenos interiores para orizicultura. Além disso, este mangal constitui uma frente que reduz o impacto das cheias sobre as margens.

#### Mangal do Saco da Inhaca

É o mangal dos regolfos marinhos pouco profundos, onde não chega drenagem continental de tipo concentrado. A salinidade é alta, devido à evaporação, e a amplitude da maré um pouco

maior, devido ao aperto da entrada do golfo. Os níveis fito e zootrófico são mais diversificados que no mangal estuarino, mas a zonagem das comunidades é mal definida, devido à complexidade morfológica do ecótopo, com bancos de areia entre canais de maré mais ou menos anastomosados.

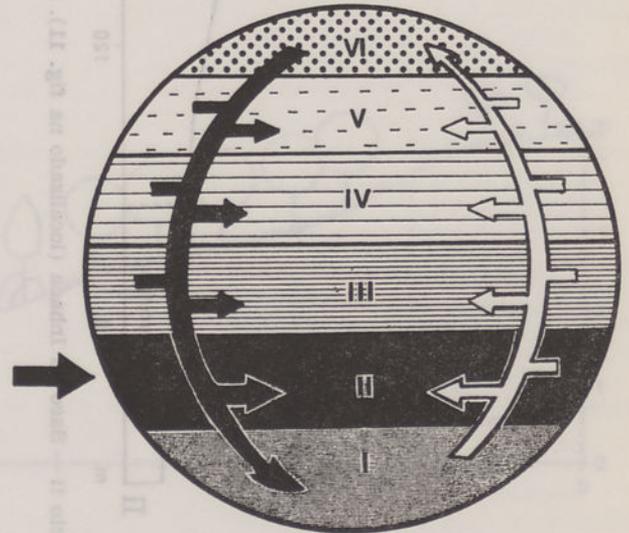


Fig. 15 — Representação dos níveis tróficos, cadeias energéticas e circulação dos produtos no ecossistema de mangal cultivado na margem esquerda do estuário do rio Limpopo

O povoamento dominante é de *Avicennia marina*, que ocupa preferencialmente a faixa interior e os bancos de areia (figs. 16 e 17). A comunidade das Rizoforáceas, com representação de *Rhizophora mucronata*, *Ceriops tagal* e *Bruguiera cylindrica*, ocupa as baixas vasosas dos canais de maré, onde a percentagem de matéria orgânica é mais elevada e o período de inundação mais longo. Devido ao envasamento progressivo

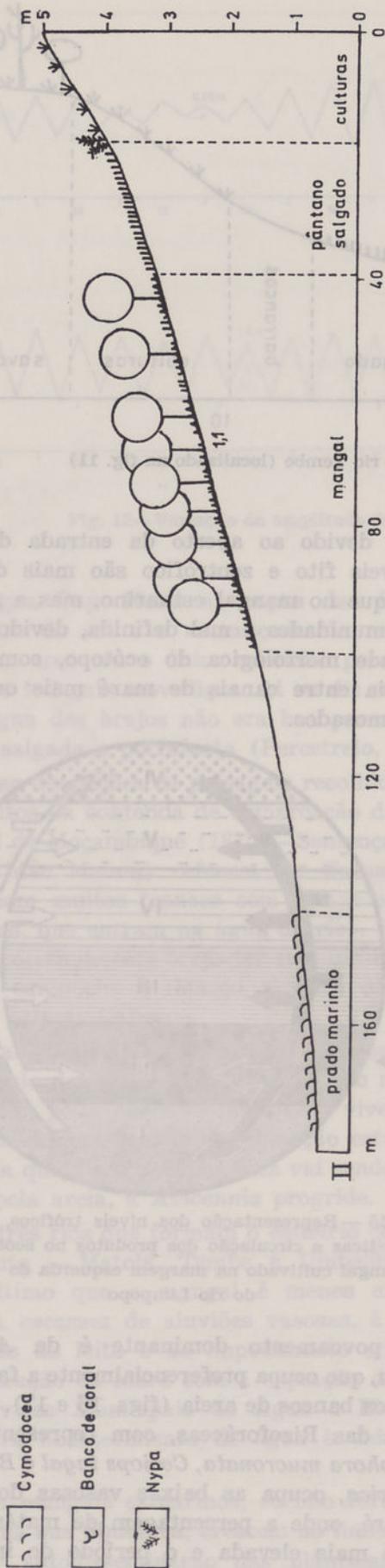


Fig. 16 — Transecto II — Saco da Inhaca (localizado na fig. 11). 1.1 = percentagem de compostos orgânicos hidrossolúveis

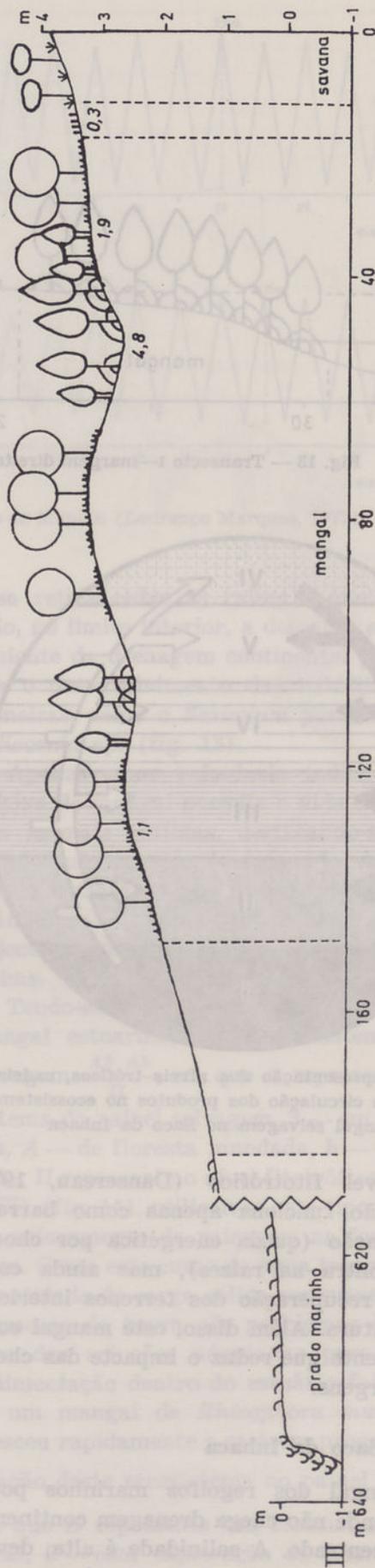


Fig. 17 — Transecto III — costa sul da Inhaca (localizado na fig. 11)

que se tem vindo a notar no Saco da Inhaca, a *Avicennia*, embora com boa vitalidade e disseminação, está a ser invadida na sua área por *Rhizophora*. Este aumento de sedimentação de materiais finos é muito nítido sobre o banco de coral que vive no canal de maré principal, no andar infralitoral.

As populações animais deste mangal são essencialmente constituídas por crustáceos (*Uca*), gasterópodes, peixes anfíbios (*Periophthalmus*), insectos e aves.

Nas enseadas da costa sul aparecem pequenos mangais com povoamentos puros de *Avi-*

*cennia marina*, densos na fimbria exterior e dispersando-se entre o prado de *Salicornia*, que faz a transição para a savana. Nesta faixa encontra-se a *Nypa fruticans*, introduzida na costa leste de África (fig. 16).

#### Mangal do Noroeste da ilha da Inhaca

Também neste mangal a zonação clássica das comunidades não é observada, dado o mesmo facto da complexidade geomorfológica do estrão, com canais de maré e famílias de restingas.

Os transectos da fig. 18 (IV a VI), pouco distanciados, mostram a passagem de um man-

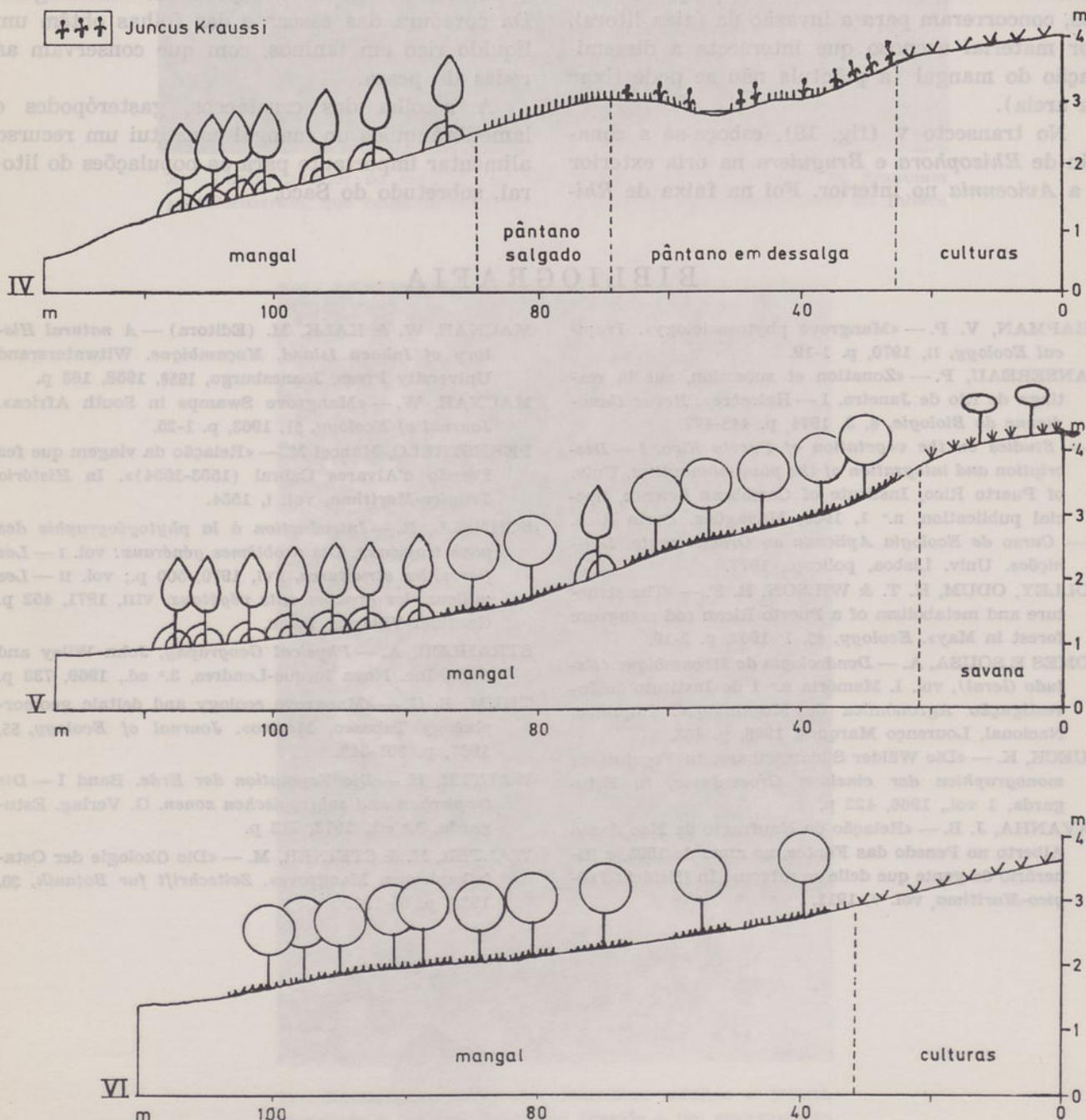


Fig. 18 — Transectos IV, v e VI — Noroeste da Inhaca (localizados na fig. 11)

gal apenas de *Rhizophora mucronata* a um mangal apenas de *Avicennia*.

No transecto IV (fig. 18), o canal de maré encosta ao pântano. Daí uma faixa marinha de *Rhizophora mucronata*, de porte arbustivo e em regressão nítida (sem plântulas jovens e com poucos frutos). O pântano marinho que se lhe segue para o interior, onde dominara a *Salicornia*, está a ser progressivamente invadido por *Juncus Kraussi*, devido à dessalga. A dessalinização do pântano deve-se ao aterro dos canais de maré que o irrigavam, para a construção do aeródromo. Estas obras, deixando a nu algumas dunas interiores, e as areias dos próprios aterros, concorreram para a invasão da faixa litoral, por material arenoso que intersecta a disseminação do mangal (a plântula não se pode fixar na areia).

No transecto V (fig. 18), esboça-se a zonação de *Rhizophora* e *Bruguiera* na orla exterior e a *Avicennia* no interior. Foi na faixa de *Rhi-*

*zophora* deste mangal que se encontrou o valor mais elevado de concentração de matéria orgânica — 8,3%.

No transecto VI (fig. 18), quase sobre a raiz da restinga, a única espécie lenhosa é a *Avicennia*, associada à *Salicornia*, *Sezuvium* e *Arthrocnemum*. Embora rico em espécies, o prado salgado é muito estreito, porque tem sido aproveitado para agricultura.

Os mangais da Inhaca constituem reserva natural, daí a sua melhor conservação. Os habitantes da ilha utilizam madeira de mangal-branco (*Avicennia*) no fabrico de remos e de embarcações, mas vão buscá-la à ponta do Machangulo. Da cozedura das cascas e das folhas obtêm um líquido rico em taninos, com que conservam as redes de pesca.

A recolha dos crustáceos, gasterópodes e lamelibrânquios do mangal constitui um recurso alimentar importante para as populações do litoral, sobretudo do Saco.

## BIBLIOGRAFIA

- CHAPMAN, V. P. — «Mangrove phytosociology». *Tropical Ecology*, II, 1970, p. 1-19.
- DANSEREAU, P. — «Zonation et succession, sur la restinga de Rio de Janeiro. I — Halosère». *Revue Canadienne de Biologie*, 6, 3, 1974, p. 448-477.
- *Studies on the vegetation of Puerto Rico. I — Description and integration of the plant-comunities*. Univ. of Puerto Rico, Institute of Caribbean Science, Special publication, n.º 1, 1966, Mayagüez, Porto Rico.
- *Curso de Ecologia Aplicada ao Ordenamento. Definições*. Univ. Lisboa, policop., 1977.
- GOLLEY, ODUM, H. T. & WILSON, R. F. — «The structure and metabolism of a Puerto Rican red mangrove forest in May». *Ecology*, 43, 1, 1962, p. 9-19.
- GOMES E SOUSA, A. — *Dendrologia de Moçambique (Estudo Geral)*, vol. I. Memória n.º 1 do Instituto de Investigação Agronómica de Moçambique. Imprensa Nacional, Lourenço Marques, 1966, p. 463.
- HUECK, K. — «Die Wälder Südamerikas». In *Vegetations monographien der einzelnen Grossräume*, II, Estugarda, 1 vol., 1966, 422 p.
- LAVANHA, J. B. — «Relação do Naufragio da Nao Santo Alberto no Penedo das Fontes, no anno de 1593, e itinerário da gente que delle se salvou». In *História Trágico-Marítima*, vol. V, 1911.
- MACNAE, W. & KALK, M. (Editora) — *A natural History of Inhaca Island, Moçambique*. Witwatersrand University Press, Joanesburgo, 1958, 1958, 163 p.
- MACNAE, W. — «Mangrove Swamps in South Africa». *Journal of Ecology*, 51, 1963, p. 1-25.
- PERESTRELO, Manoel M. — «Relação da viagem que fez Fernão d'Alvares Cabral (1553-1554)». In *História Trágico-Marítima*, vol. I, 1554.
- SCHNELL, R. — *Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. Les problèmes généraux*: vol. I — *Les flores, les structures*, XVI, 1970, 500 p.; vol. II — *Les milieux, les groupements végétaux*, VIII, 1971, 452 p. Gauthier-Villards, Paris.
- STRAHLER, A. — *Physical Geography*, John Wiley and Sons, Inc. Nova Iorque-Londres, 3.<sup>a</sup> ed., 1969, 733 p.
- THUM, B. G. — «Mangrove ecology and deltaic geomorphology Tabasco, Mexico». *Journal of Ecology*, 55, 1967, p. 301-343.
- WALTER, H. — *Die Vegetation der Erde. Band I — Die tropischen und subtropischen zonen*. G. Verlag. Estugarda, 3.<sup>a</sup> ed., 1973, 743 p.
- WALTER, H. & STEINER, M. — «Die Ökologie der Ostafrikanischen Mangrove». *Zeitschrift für Botanik*, 30, 1936, p. 65-193.



A — Limite interior do mangal com *Avicennia marina*, uma faixa de *Sesuvium portulacastrum*, que constitui o caminho, e a savana (à direita). Saco da Inhaca



B — *Rhizophora mucronata*: indivíduos adultos e jovens, invadindo a área da *Avicennia* (devido a um envasamento progressivo). Saco da Inhaca



A — *Ceriops tagal*: indivíduos adultos e jovens, no limite da área da *Avicennia*, perto de um canal de maré. Saco da Inhaca.



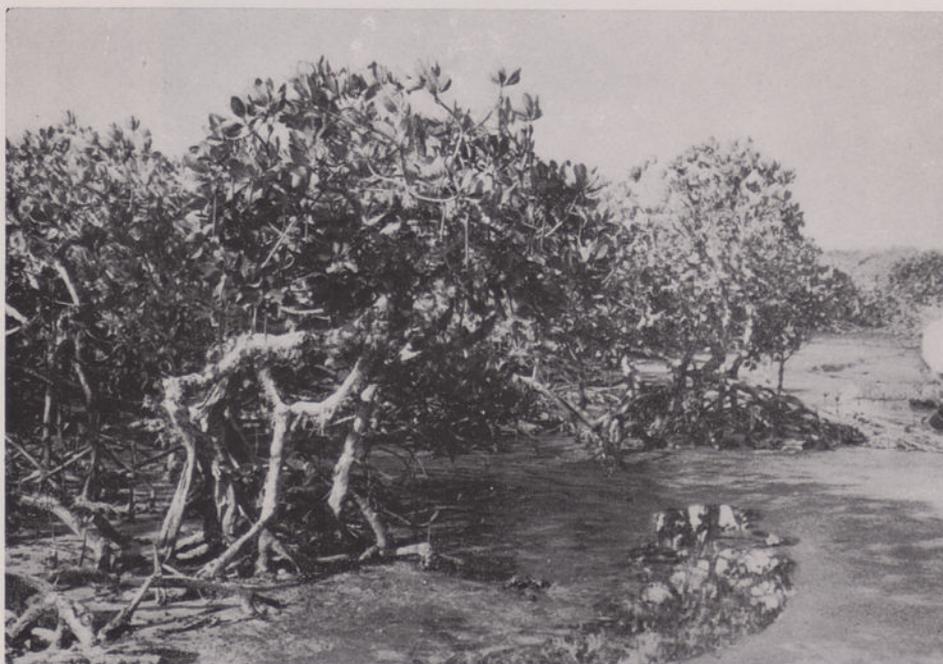
B — Pormenor da frutificação do *Ceriops tagal* (Abril)



Mangal de *Avicennia marina*, pântano de *Salicornia perrieri* orlado de *Nypa fruticans*. Saco da Inhaca durante uma baixa-mar equinocial



A — *Nypa fruticans*, na transição do pântano salgado para a savana do interior.  
Saco da Inhaca



B — Mangal velho de *Rhizophora mucronata*, em regressão. Noroeste da Inhaca



Aspecto do mangal do estuário do Espírito Santo





AMARAL, Ilídio

Paisagens morfológicas do deserto de Moçâmedes (Angola), entre os rios Curoca e Cunene (1.ª parte)

*Garcia de Orta, Sér. Geogr.*, Lisboa, 4 (1-2), 1977, p. 1-28

Após uma introdução que corresponde à apresentação de aspectos fundamentais da geologia e das grandes linhas estruturais, das condições climáticas, dos tipos de coberturas de vegetação, dos tipos de solos e de uma proposta de quadros morfoclimáticos da área entre os rios Curoca e Cunene, a segunda parte do trabalho é dedicada ao estudo pormenorizado de formas do relevo e dos processos da sua evolução.

AMARAL, Ilídio

Morphological views of the Moçâmedes desert (Angola) between the Curoca and the Cunene rivers (1th part)

*Garcia de Orta, Sér. Geogr.*, Lisboa, 4 (1-2), 1977, p. 1-28

Beginning with an introduction which corresponds to the presentation of fundamental geological features and great structural lines, climatic conditions, types of vegetation covers, types of soils and one proposal of morphoclimatic plates on the area between the rivers Curoca and Cunene, the second part of the work deals with a detailed study of the relief shapes and the operations of its evolution.

MOREIRA-LOPES, Maria Eugénia S. de A.

Nota sobre o ecossistema do mangal no Sul de Moçambique (Paisagem da faixa litoral sob a influência de oscilação das marés)

*Garcia de Orta, Sér. Geogr.*, Lisboa, 4 (1-2), 1977, p. 29-44

Nos estuários e nas baías abrigadas da costa de Moçambique, onde se conjugam os factores morfoclimáticos e edáficos que permitem a vida do mangal, este ecossistema aparece, representado por *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera cylindrica* e *Ceriops tagal*.

MOREIRA-LOPES, Maria Eugénia S. de A.

Note on the mangrove ecosystem in the South of Mozambique (The landscape of the intertidal area)

*Garcia de Orta, Sér. Geogr.*, Lisboa, 4 (1-2), 1977, p. 29-44

The ecosystem of the mangrove appears in the intertidal area of Mozambique coast, whenever the morphoclimatic and edaphic factors permit its development. The most important species are: *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera cylindrica* and *Ceriops tagal*.

Morphological views of the Moçâmedes desert (Angola) between the Curroa and the Cunene rivers (1st part)

AMARAL, Ildio

Garcia de Orla, Sér. Geogr., Lisboa, 4 (1-2), 1977, p. 1-28

Beginning with an introduction which corresponds to the presentation of fundamental geological features and great structural lines, climatic conditions, types of vegetation covers, types of soils and one proposal of morpho-climatic plates on the area between the rivers Curroa and Cunene, the second part of the work deals with a detailed study of the relief shapes and the operations of its evolution.

Note on the mangrove ecosystem in the South of Mozambique (The land-escape of the intertidal areas)

MOREIRA-LOPES, Maria Eugénia S. de A.

Garcia de Orla, Sér. Geogr., Lisboa, 4 (1-2), 1977, p. 29-44

The ecosystem of the mangrove appears in the intertidal area of Mozambique coast, whenever the morpho-climatic and edaphic factors permit its development. The most important species are: *Avicennia marina*, *Rhizophora miconata*, *Brauneria cylindrica* and *Ceriops tagal*.

Paisagens morfológicas do deserto de Moçâmedes (Angola), entre os rios Curroa e Cunene (1.ª parte)

AMARAL, Ildio

Garcia de Orla, Sér. Geogr., Lisboa, 4 (1-2), 1977, p. 1-28

Após uma introdução que corresponde à apresentação de aspectos fundamentais da geologia e das grandes linhas estruturais, das condições climáticas, dos tipos de cobertura de vegetação, dos tipos de solos e de uma proposta de quadros morfoclimáticos da área entre os rios Curroa e Cunene, a segunda parte do trabalho é dedicada ao estudo pormenorizado de formas de relevo e dos processos da sua evolução.

Nota sobre o ecossistema do mangal no Sul de Moçambique (Paisagem da faixa litoral sob a influência de oscilação das marés)

MOREIRA-LOPES, Maria Eugénia S. de A.

Garcia de Orla, Sér. Geogr., Lisboa, 4 (1-2), 1977, p. 29-44

Nos estuários e nas barras abrigadas da costa de Moçambique, onde se conjugam os fatores morfoclimáticos e edáficos que permitem a vida do mangal, este ecossistema aparece, representado por *Avicennia marina*, *Rhizophora miconata*, *Brauneria cylindrica* e *Cerriops tagal*.

## INSTRUÇÕES AOS AUTORES

A Série de Geografia de *Garcia de Orta* publica artigos sobre os vários ramos das ciências geográficas (Geografia Matemática, Geografia Física, Geografia Humana, etc.) quer no aspecto de ciência pura, quer no da sua aplicação. Poderá, também, incluir pequenas notas geográficas, noticiário científico, recensões ou críticas bibliográficas.

Os artigos podem ser escritos em português, inglês, francês, espanhol, italiano ou alemão, e compreenderão os seguintes resumos: a) Um na língua em que foram escritos os textos; b) Outro em português; c) E ainda outro em inglês (de preferência) ou francês no caso dos artigos escritos em língua diferente destas.

Os originais devem ser submetidos a qualquer dos membros do Corpo Editorial: Prof. Doutor Ilídio do Amaral, Centro de Estudos Geográficos, Faculdade de Letras, Lisboa-4, ou Eng.<sup>os</sup> José Farinha da Conceição ou Alvaro Diniz Campos Amores, Centro de Geografia do Ultramar, Rua de Jau, 54, Lisboa-3.

Os autores devem enviar os originais em duplicado, dactilografados a dois espaços e de um só lado, em formato A4 (210 mm x 297 mm); a primeira página deve ter o título do artigo, os nomes dos autores (sendo desejável no máximo dois apelidos) e respectivos organismos e moradas; a segunda página deve repetir o título e os autores, seguindo-se-lhes os resumos, texto, etc.; devem ainda indicar a qual dos autores (sua morada completa e telefone) deverão ser enviadas as provas para revisão e quantas separatas extra pretendem adquirir (ver o último parágrafo destas instruções).

As tabelas e figuras devem ser reduzidas a um número mínimo e apresentadas separadamente em tamanho maior, para permitir uma melhor reprodução. As legendas das tabelas e das figuras devem ser indicadas numa folha à parte e claramente referenciadas. As tabelas e gráficos devem ser traçados a preto sobre fundo branco (por exemplo a tinta-da-china negra sobre papel vegetal), suficientemente contrastados para permitir uma boa reprodução, e as fotografias devem ser também a preto e branco, sobre papel brilhante. Os quadros e tabelas deverão ser elaborados, sempre que possível, de molde a permitirem a publicação na mancha normal da revista. Só em casos muito especiais poderão ser consideradas reproduções a cores.

É desejável que o número de páginas de cada artigo, incluindo as gravuras e tabelas, não exceda, em princípio, 20 páginas dactilografadas (o correspondente a cerca de 10 páginas impressas). No caso de o trabalho não poder ser reduzido a este tamanho, poderá: a) Considerar-se a sua divisão em duas ou mais partes, a publicar como se fossem artigos independentes; b) Ser remetido para publicação noutra seriada mais adequada da Junta de Investigações Científicas do Ultramar; c) Ou, excepcionalmente, ser decidida pelo Corpo Editorial a sua publicação como um todo em *Garcia de Orta*.

As referências devem ser indicadas no texto por meio do nome do autor (sem iniciais dos prenomes, a menos que estritamente necessário para distinguir dois autores com o mesmo apelido) e pelo ano de publicação, sendo apresentada uma lista das referências no fim do trabalho, por ordem alfabética e conforme as normas portuguesas em vigor (NP-405 e NP-139). Exemplos: a) No texto: (Vale & Cunha, 1969) ou Vale & Cunha (1969); b) Na lista bibliográfica:

(artigo) VALE, J. Cardoso do & CUNHA, A. Froença da — «Estudo cromatográfico e químico do óleo essencial de *Eucalyptus maideni* F. Muell., de Angola». *Garcia de Orta*, Lisboa, 17 (3), 1969, 307-314.

(livro) PEREIRA, Benjamim — *Máscaras Portuguesas*. Lisboa, Junta de Investigações do Ultramar, 1973, 158 p., 111 est., bibliogr. numerosa.

As provas devem ser corrigidas e devolvidas ao respectivo membro do Corpo Editorial o mais rapidamente possível. Para facilitar a correcção das provas, será enviado aos autores um texto-exemplo com os vários sinais usados pelos revisores.

No caso de um só autor, este terá direito a 50 separatas gratuitas, e no caso de vários autores estes terão em conjunto direito a 100 separatas gratuitas. Em qualquer dos casos, os autores, ou os organismos da Junta a que estes pertençam, poderão encomendar qualquer número de separatas extra, que lhes serão debitadas ao preço de custo.

## SUMÁRIO

- Paisagens morfológicas do deserto de Moçâmedes (Angola), entre os rios Curoca e Cunene (1.ª parte) — Ilídio do Amaral ... .. 1*
- Nota sobre o ecossistema do mangal no Sul de Moçambique (Paisagem da faixa litoral sob a influência de oscilação das marés) — Maria Eugénia S. de A. Moreira-Lopes ... .. 29*