

FORMAS DE MODELADO NOS LEITOS ROCHOSOS DOS RIOS NO SUL DE MOÇAMBIQUE

MARIA EUGÉNIA S. DE ALBERGARIA MOREIRA ¹

INTRODUÇÃO

A região Sul de Moçambique, cujo limite setentrional é o rio Save, faz parte da grande região da África Austral, e da sub-região natural que integra as províncias moçambicanas de Gaza e Maputo e as sul-africanas do Natal-Kwazulu, caracterizadas por condições de clima tropical seco (subárido no interior de Gaza), atenuado junto ao litoral e nas montanhas dos Libombos (MOREIRA, 1974), onde a subtropicalidade se acentua.

Os principais rios do Sul de Moçambique são, de norte para sul, o Save, o Limpopo, o Incomáti, o Umbelúzi e o Maputo (figura 1), cujos leitos actuais são escavados nas rochas vulcânicas dos Libombos, nos próprios terraços, ou nas formações arenosas plioquaternárias. Todos se caracterizam por ser leitos demasiado largos para o actual caudal dos rios, correspondendo a heranças de um período com clima mais pluvioso que o actual. A altura das margens em relação ao fundo do leito é pequena, em especial nos baixos cursos dos rios onde o encaixe se restringe ao enchimento flandriano. O declive médio dos perfis longitudinais é muito fraco, subplano na planície de Gaza e nos cursos do rio Tembe e Maputo.

Quando escavados em rochas consolidadas, de preferência duras e com minerais alteráveis, os fundos e as margens apresentam microformas embutidas, mais ou menos largas e profundas, designadas por marmitas e oriçangas, consoante a posição de ocorrência, no leito; assim, no fundo do leito, onde o processo morfogénico dominante é a erosão mecânica, formam-se as marmitas, comumente designadas por marmitas-de-gigante, enquanto nas paredes das margens se desenvolvem as oriçangas, em que o processo morfogénico mais eficaz é a corrosão bioquímica.

Muitos autores se dedicaram ao estudo destas formas de micromodelado embutidas nas rochas, quer relacionadas com os processos fluviais ou pluviais

¹ Investigadora do Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, Professora Catedrática da Universidade de Lisboa. Endereço do CEG no início do volume.

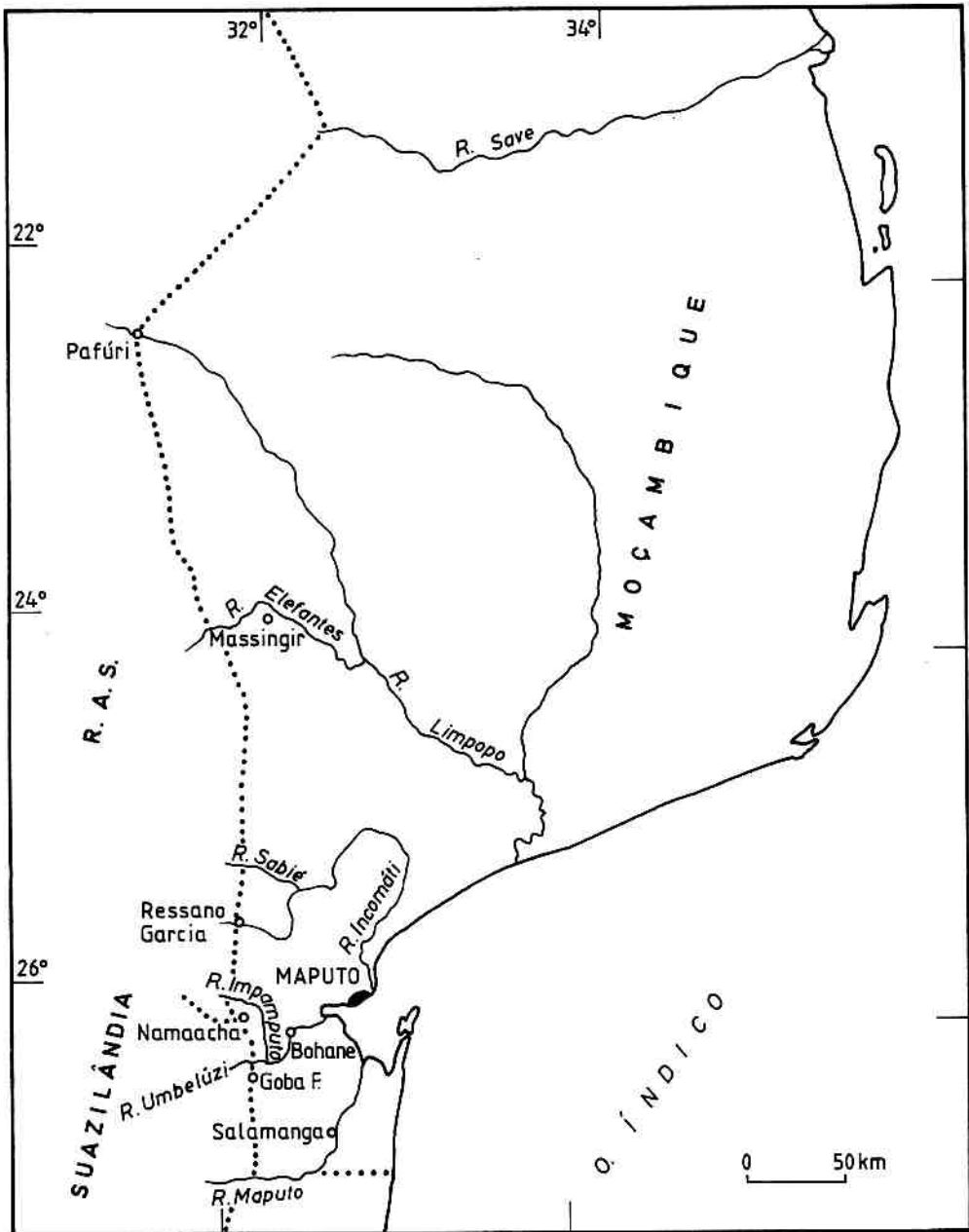


Fig. 1 - Localização dos Libombos e dos rios do Sul de Moçambique.

no domínio continental, quer dependentes dos processos marinhos no domínio litoral. O interesse pelos primeiros prevaleceu entre 1960 e fim da década seguinte, referindo-se a todas as latitudes, mas especialmente frequentes nas regiões intertropicais, sobretudo em climas áridos ou subáridos (AMARAL, 1974). Nas décadas de 1980 e 90 foram retomados os estudos sobre os processos em si, e sobre as formas de micromodelado litoral, especialmente em latitudes subtropicais e intertropicais, apesar de ocorrerem em outras latitudes.

Ilídio do Amaral foi o único geógrafo português a interessar-se por tais formas relativas ao modelado fluvial das regiões tropicais, quase sempre interpretadas como marmitas-de-gigante, quando próximas de um leito. Em trabalhos da década de setenta, sobre as formas e os processos da sua evolução nas rochas graníticas do Sudoeste de Angola, diferencia as *marmitas* (formas de erosão mecânica em leitos fluviais), das *oriçangas* (formas de alteração, em vertentes ou plainos) e dos *taffoni* (formas de erosão eólica), que descreve e ilustra magnificamente (AMARAL, 1973 e 1974), introduzindo na terminologia científica o nome de *oriçanga*, usado na América Central e no México, para designar as pequenas formas de corrosão litoral feitas pelos ouriços-do-mar nas rochas da faixa entremarés. No trabalho apresentado em 1974, AMARAL faz uma síntese dos conhecimentos até aí publicados, sobre estas formas e os processos que as originam, seguindo as teorias apresentadas por TWIDALE e COBIN em 1963.

CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DOS LEITOS DOS RIOS NO SUL DE MOÇAMBIQUE

O rio Save corre num leito muito largo, com fundo plano e margens arenosas muito baixas, com canais meandantes e anastomosados entre ilhotas e bancos de areia, lagos e pântanos de meandro abandonado, formas estas semifixadas por vegetação ripícola, raramente destruída pelas cheias que facilmente transbordam as margens, espalhando-se por quilómetros na planície semi-árida (nas cheias do ano 2000, a faixa de espalhamento das águas atingiu 60 km de largura em cada uma das margens, no baixo curso).

O rio Limpopo entra em Moçambique por um leito encaixado em terraços grosseiros (terraços médio e alto), localmente encouraçados, na Malvéria, e atravessa a planície semiárida de Gaza, meandrando no fundo de um largo leito encaixado na formação plioquaternária de areias vermelhas e no terraço baixo, também arenoso. As margens são baixas e no baixo curso multiplicam-se as ilhotas e os bancos arenosos. As cheias extraordinárias são frequentes e fortes, modificando a distribuição dos canais de escoamento e dos bancos fluviais, e inundando a planície marginal; a não ser pelo espalhamento dos nateiros de cheia, é difícil limitar a área de inundação, na topografia. As anuais facilmente transbordam as margens do leito normal (considerado o de águas altas), espalhando-se pelo leito maior, separado por um degrau quase imperceptível, da

extensa planície do Baixo Limpopo. No Alto Limpopo, pelo contrário, concentram-se no leito acelerando o escoamento e mobilizando os sedimentos muito grosseiros do fundo, tal como acontece com o afluente da margem direita, o rio dos Elefantes (MOREIRA, 1975). Este último, entra em território moçambicano no limite norte da cadeia dos Grandes Libombos, num leito com fundo rochoso plano e margens rochosas verticais, ainda talhadas em riolitos. No sector rochoso, o leito apresenta patamares extensos e pouco desnivelados, com marmitas profundas onde se acumulam calhaus e blocos de riolito e de rochas filonianas, duras e compactas, alguns provenientes do terraço alto, ferruginizado e com leitos encouraçados. Este terraço, possivelmente do Pleistocénico Médio ou Inferior, em alguns locais da margem direita, assenta num leito riolítico que também fora escavado em marmitas, muito maiores que as actuais. Nas margens acumulam-se depósitos grosseiros, mobilizados nas cheias.

O rio Incomáti, ao entrar em Moçambique, atravessa o sector norte da cadeia dos Grandes Libombos, encaixado numa garganta cortada nas rochas vulcânicas daquelas montanhas. As margens são escarpadas e o leito de fundo plano, onde a água circula sobre uma superfície rochosa de riolitos, com patamares e degraus. Ao correr na planície arenosa, o leito encontra-se escavado nos terraço médio e formações arenosas plioquaternárias e depois no próprio terraço baixo, de areias soltas; na foz, corre num leito muito largo, com grandes meandros bem inseridos na planície aluvial que se estende pela margem esquerda, numa faixa correspondente ao terraço baixo e ao cordão dunar recente da restinga da Macaneta. Na margem direita o rio corre encostado às areias e arenitos eólicos vermelhos em que está talhada a paleo-arriba holocénica (flandriana). No sector riolítico de Ressano Garcia, bem como no do afluente Sábié, o leito encontra-se escavado por marmitas, no fundo, e oriçangas nas margens.

O Umbelúzi, tal como o Incomáti, atravessa a cadeia dos Grandes Libombos por uma garganta de margens riolíticas abruptas, entre Goba-Fronteira e Goba, com o fundo do leito plano, com patamares e ressaltos, com ilhotas laterais onde se acumularam grandes blocos mobilizados durante as cheias. Na planície basáltica do Impamputo, o fundo do leito, actualmente submerso pelas águas da Albufeira dos Pequenos Libombos, era plano, estreito, com canais estreitos entre bancos de areia e calhau, com forma de calha entre as margens de basalto muito alterado, a que se sobrepõem as cascalheiras do terraço médio (MOREIRA, 1979). Perto de Bohane o leito maior alarga-se e os canais meandram no terraço baixo, arenoso e areno-lodoso, entre as margens, também arenosas. E assim continua até à abertura do estuário, onde as margens são talhadas nos lodos fluviomarinheiros do fundo da baía de Maputo, heranças do estuário flandriano. Também no sector riolítico os leitões deste rio e do afluente Impamputo apresentam marmitas e numerosas oriçangas nas vertentes riolíticas adjacentes.

O rio Maputo entra no território moçambicano num leito estreito e encaixado primeiro nos riolitos e basaltos dos Libombos, e depois nos arenitos e calcários eocénicos, que em Catuane estão sobrepostos por uma orla de cascalheiras do terraço médio; para jusante de Catuane (entre Catuane e Santaca e entre Salamanga e Bela Vista – CARTA GEOLÓGICA de Maputo, 1958) o leito alarga-se muito entre a margem esquerda arenítica e calcária e a margem direita arenosa (areias vermelhas plioquaternárias e areias de dunas pleistocénicas), e o canal meandra no fundo plano, em largos lacetes, numa profusão de ilhotas, lagos e pântanos resultantes do corte dos meandros debruados por pequenas escarpas e rampas lodosas na periferia das quais se fixa o mangal. As ilhotas são numerosas, bem como os pântanos marginais. Do estuário, na baía de Maputo, até quase à fronteira, o perfil longitudinal do leito é plano, com patamares rochosos apenas nas rochas vulcânicas dos Libombos, onde ocorrem marmitas.

Finalmente, o rio Futi apresenta um leito especial, muito estreito, com uma sucessão de baixas e pântanos sazonais, correndo entre sistemas de dunas litórais pleistocénicas, desde a fronteira meridional à baía de Maputo. Na estação húmida estas baixas ficam inundadas e entre elas estabelece-se um escoamento mal definido (devido à grande infiltração) que em águas altas se organiza até à baía de Maputo.

Neste trabalho pretende-se salientar apenas o modelado dos troços de leito rochoso, afinal comum aos rios Limpopo, Incomáti e Umbelúzi (com seu afluente Impamputo). Este modelado, característico de regiões com clima tropical seco é o de patamares com degraus (TRICART, 1969), onde são escavadas marmitas-de-gigante, ou apenas marmitas, com margens também rochosas em que se desenvolvem oriçangas (AMARAL, 1973 e 1974).

MARMITAS E ORIÇANGAS DOS RIOS INCOMÁTI E UMBELÚZI-IMPAMPUTO

No Sul de Moçambique, neste dois rios e seus afluentes encontram-se boas condições litológicas para o desenvolvimento de marmitas e oriçangas, microformas frequentes nos leitos rochosos e nas superfícies rochosas dos reversos das costeiras dos Libombos, e em alguns sectores das colinas basálticas. Estas formas do modelado de corrosão são típicas de regiões secas, onde a infiltração e a retenção de água se faz, essencialmente, ao longo das fracturas. Daí a importância da litologia e da estrutura na distribuição, na forma e nas dimensões de todo este modelado de marmitas e oriçangas.

Sob os terraços fluviais pleistocénicos é possível observar-se que o fundo dos leitos basálticos e riolíticos já era escavado em marmitas (MOREIRA, 1979). Também sob solos lateríticos da planície entre Bohane e Moamba, BARRADAS

(1962) descreve e apresenta fotografias de formas escavadas em rochas ácidas, com o fundo encouraçado por óxidos de ferro, entulhadas por bolsadas de solo coluvial.

O condicionamento da litologia e da tectónica

Os Montes Libombos constituem uma pequena cadeia vulcânica que, com disposição norte-sul, limita o bordo oriental do planalto baixo da África Austral (*Lowveld*), estendendo-se ao longo da fronteira de Moçambique com a República da África do Sul e o Reino da Suazilândia. Formados durante o Cretácico, por um vulcanismo de tipo fissural, e posteriormente bombeados pelo movimento da flexura da margem oriental do continente africano, apresentam-se em duas faixas de colinas estruturais, dissimétricas, que raramente ultrapassam 550 m nos Grandes Libombos e 300 m nos Pequenos Libombos. A estrutura é monoclinal, inclinada para leste, formando-se, assim, fiadas de colinas riolíticas entre depressões basálticas. Da erosão diferencial entre as rochas riolíticas, mais duras e menos meteorizáveis, e as restantes rochas alcalinas, resultaram formas de relevo do tipo costeira (MOREIRA, 1979).

A cadeia dos Libombos é formada por rochas vulcânicas intrusivas e extrusivas, de que se salientam os riolitos dos Grandes e dos Pequenos Libombos, de carácter pouco alcalino, os ignimbritos e tufos vulcânicos dos Grandes Libombos e os basaltos daqueles montes, da depressão inter-Libombos (ou depressão do Movene-Impamputo) e da planície do Movene, de carácter francamente alcalino. Estas rochas encontram-se afectadas por sistemas de fracturas reticulares com direcções NW-SE e NE-SW (MOREIRA, 1979 e 1983) que facilitam a formação de um manto de alterites grosseiras, espesso nos cimos aplanados ou largamente convexos, mas quase inexistente nas superfícies inclinadas das vertentes, especialmente onde não existe cobertura vegetal e as alterites são arrastadas pela escorrência, deixando desnuda a superfície rochosa, quase polida, onde o escoamento se espalha. Os processos termoclásticos acentuam a microfracturação tectónica das superfícies rochosas e condicionam a descamação em clastos, laminares nos riolitos, e em escamas esferoidais nos basaltos, contribuindo para a formação dessas coberturas regolíticas superficiais que alimentam a fracção grosseira dos coluviões e aluviões.

As marmitas – microformas do fundo dos leitos

Os patamares riolíticos do fundo dos leitos libomboenses do Incomáti e do Umbelúzi são planos, com degraus que não ultrapassam 1 m de altura. Neles se encontram embutidas marmitas cilíndricas, com um enchimento de blocos, calhaus e areias que as colmatam quase completamente, em especial nas que se encontram em posição mais marginal.

As marmitas apresentam forma oval ou elíptica, raramente arredondada, com dimensões que atingem 5,5 m de eixo maior, no rio Umbelúzi (Quadro I, Est. IA). No Incomáti ocorrem marmitas com dimensões maiores, com comprimento pouco superior a 7 m, mas não foi possível medi-las, mesmo na estação seca, porque se encontram no eixo do canal (Est. IB), onde a corrente, permanente, atinge grande velocidade. A dimensão média dos eixos maiores de 30 marmitas laterais medidas é de 2,2 m no rio Umbelúzi e 3,4 m no rio Incomáti.

Sendo o processo de desgaste mecânico da rocha, o mais eficaz no escavamento das marmitas, a maior dimensão e a profundidade mais elevada (1,1 m de profundidade média - Quadro I) das marmitas do rio Incomáti deve-se ao mais elevado caudal específico deste último rio, com mais energia cinética. Outros factos a ter em conta são o período de tempo em que se encontram submetidas à acção da corrente (tempo de erosão mecânica dominante), a granulometria dos sedimentos que retêm (sendo mecanicamente mais eficazes as areias, areões e calhaus) e o tempo de permanência da água nas marmitas (tempo de dominante alteração bioquímica). No rio Umbelúzi os sectores laterais do leito raramente são inundados na estação seca, pelo que a vegetação ripícola anfíbia cresce dentro das marmitas, fixando os sedimentos do enchimento e estabilizando o processo evolutivo por erosão. Possivelmente algumas destas formas laterais corresponderão, pelas suas dimensões, a um período mais húmido, ainda que recente.

O coalescimento de marmitas, no sentido da corrente, faz aumentar a dimensão do eixo maior. Este fenómeno é peculiar nos dois rios, e ocorre sobretudo no sector axial do leito, onde o movimento turbilhonar da corrente é mais activo e o alargamento das marmitas, com a consequente destruição dos septos de separação, é mais intenso.

Enquanto a forma é condicionada pela orientação da fracturação da rocha, o perfil transversal das marmitas é, em regra, simétrico, possivelmente por depender sobretudo do movimento turbilhonar da corrente e da sua carga sólida, que deixa estrias espiraladas nas paredes rochosas.

A profundidade das marmitas, superior a 40 cm, é difícil de avaliar, dado o enchimento de aluviões, predominantemente muito grosseiros. As marmitas laterais mais pequenas (eixo maior entre 55 e 100 cm) e activas (sem vegetação), têm de 40 a 67 cm de profundidade, dos quais entre 20 e 30 cm de enchimento arenoso, e com calhaus. Pelo elevado número de pequenas marmitas nelas embutidas, facto que não ocorre nas que estão preenchidas por blocos, concluímos que serão estas as marmitas mais activas, dada a facilidade com a areia é mobilizada pela água, dentro da marmita. O diâmetro médio dos sedimentos é de areão (riolítico) com 4,8 mm, muito mal calibrado, e rolado. Os calhaus são achatados (devido à forma de origem) a subsféricos. Os blocos, importantes no preenchimento das grandes marmitas, são essencialmente riolíticos e rolados, e, tal como nos terraços sobranceiros, são raros os subrolados, tanto no Umbelúzi como no Incomáti, e mesmo no Limpopo (MOREIRA, 1979).

As oriçangas – microformas das vertentes

Distinguem-se dois tipos destas pequenas formas embutidas na superfície dos afloramentos riolíticos dos Grandes Libombos, especialmente observadas entre Goba e Ressano Garcia. Diferenciam-se pelas dimensões e pela presença ou ausência de um regime de escoamento superficial canalizado ou difuso, de que, em parte, dependem as suas dimensões. Como o processo morfogénico fundamental parece ser a alteração bioquímica da rocha, designam-se de oriçangas. De facto, pela sua posição exterior ao leito de cheias, apenas durante as enxurradas estão submetidas à acção de uma corrente.

São cavidades elípticas, mais ou menos alongadas, por vezes sub-circulares, com dimensões médias entre 50 e 60 cm de eixo maior e 40 cm de eixo menor, e pouco profundas (Quadro II), com paredes lisas ou com rugosidades horizontais, inclinadas, em regra assimétricas, com o fundo plano e polido. Em todas as oriçangas observadas se verificou um depósito de areão rolado, riolítico ou de rochas filonianas, que cobre o fundo; os calhaus são mais raros. O polimento das paredes e o grau de rolamento do areão fazem apontar para processos ligados à erosão mecânica da corrente turbilhonar, durante as enxurradas, quando a água escorre por toda a superfície aplainada ou convexa da rocha. Neste caso, as paredes assemelham-se às das marmitas. Outras vezes, as paredes apresentam sulcos escalonados com rebordos rochosos de 2 a 5 mm salientes da parede, que marcam níveis de alteração bioquímica da rocha durante períodos de estagnação da água. A intensa actividade biológica diurna dos micro-organismos (incluindo algas) que vivem na água das oriçangas acidifica a mesma, dissolvendo os elementos solúveis dos feldspatos calcosódicos da rocha vulcânica. Assim, na secção inundada a parede rochosa da cavidade recua, deixando proeminente uma pequena saliência.

Estas oriçangas parecem ser, portanto, formas poligénicas, devidas à dissolução e à biocorrosão activa da água sobre os feldspatos, a que se junta a acção erosiva das correntes turbilhonares geradas pelo escoamento rápido da água numa superfície rugosa, com pequenas depressões. A dominância de um ou outro processo condiciona o diâmetro e a profundidade das oriçangas, a assimetria e a rugosidade das suas paredes, bem como o grau de rolamento e a composição litológica dos materiais que se acumulam nos seus fundos.

Encontram-se nos patamares das vertentes com afloramentos riolíticos, assimétricas no perfil, e alinhadas no seguimento de fracturas que se podem observar bem, e que, por vezes, se prolongam por várias dezenas de metros, visíveis depois do desmatamento destes montes. Ocorrem preferencialmente perto dos leitos dos rios Umbelúzi (em Goba – Fronteira), Impamputo (na cascata da Namaacha, Est. IIA) e Incomáti (Ressano Garcia, Est. IIB), onde foram medidos os eixos e a profundidade de 31 a 35 oriçangas em cada lugar (Quadro II). As dimensões máximas, de cerca de 1m de comprimento, ocorrem na área de maior proximidade da corrente fluvial, sobretudo na posição de patamares rochosos (Estampas IIA e IIB), onde a água estaciona e se chegam a desen-

volver algas clorofíceas, importantes nos processos de biocorrosão dos feldspatos alcalinos.

Um facto a reconhecer é o da uniformidade morfométrica das oriçangas de vertentes ligadas aos rios Incomáti e Impamputo, que é consequência de não dependerem do caudal fluvial, como acontece com as marmitas.

Sulcos e oriçangas – microformas dos interflúvios

Nas superfícies planas dos interflúvios da cadeia dos Libombos, onde a cobertura vegetal é muito pobre e aberta devido à sua exploração secular para o fabrico de carvão, ocorrem processos de fragmentação termoclástica e de alteração bioquímica ao longo das linhas de fracturação tectónica, originando pequenos regueiros alongados, inseridos de 3 a 25 cm na superfície rochosa. Esses chamados sulcos de alteração ou de corrosão, em regra geral, encontram-se preenchidos por rególito. A água das chuvas e do orvalho aí se acumula, permitindo o crescimento de vegetação e o consequente alargamento e aprofundamento dos sulcos, por alteração pedogénica (Est. IIIA). O seu processo morfogenético é sazonal, funcionando na estação húmida. No entanto, é de ter em conta a acção humectante do orvalho (cacimbo), na estação seca antes do nascer do Sol, infiltrando-se nas fissuras termoclásticas.

No cruzamento de fracturas, pelo mesmo processo de infiltração da água e pela alteração superficial dos feldspatos da rocha riolítica, formam-se microdepressões que estão na origem da formação de oriçangas alongadas ou subarredondadas, simétricas e pouco profundas (entre 3 e 25 cm), em regra com dimensões reduzidas (Quadro II, Namaacha; Est. IIIB), sobretudo quando comparadas com as que se desenvolvem nas margens dos leitos rochosos (Quadro I). A estagnação da água confere-lhes as paredes rugosas, com saliências concêntricas, tal como acontece com as oriçangas litorais da faixa supralitoral.

Frequentemente, estas pequenas oriçangas aparecem alinhadas ao longo de fracturas, onde chegam a coalescer em rosário, quando o fraco declive permite que canalizem a escorrência superficial. É este o padrão dominante da sua ocorrência no planalto da Namaacha (onde foram medidas 43 formas) e, com menor frequência, no de Goba.

CONCLUSÃO

Os leitos actuais dos rios do Sul de Moçambique foram traçados em fases climáticas mais húmidas que as actuais, dados a sua vasta largura e o seu encaixe, considerável nas montanhas e fraco nas planícies vestibulares. Nos sectores riolíticos, na travessia dos Grandes Libombos, ocorrem marmitas nos patamares do fundo dos leitos, atingindo mais de 7 m de comprimento; as grandes marmitas laterais encontram-se assoreadas e com vegetação, mas

existem marmitas de menores dimensões ainda activas. Nas vertentes formaram-se e formam-se oriçangas poligénicas, dissimétricas, menores e menos profundas que as marmitas. Em ambas se torna evidente o condicionamento da tectónica, na orientação e na forma alongada e assimétrica.

Nos interflúvios desenvolvem-se microformas de corrosão, também chamadas de oriçangas, pequenas e muito pouco profundas, mas com evidente condicionamento tectónico, tal como acontece com a formação dos sulcos.

Os processos que levaram à formação destas microformas do modelado permaneceram activos desde o Pleistocénico, pelo menos desde o interglaciar Eemiano, uma vez que em depósitos quer do terraço alto (Bohane) quer do médio, sobre riolitos (Pafúri) e sobre basaltos (Bohane), se encontram cortes com o leito rochoso talhado por marmitas preenchidas pelos sedimentos grosseiros dos terraços de acumulação, encouraçados os mais antigos.

BIBLIOGRAFIA

- AMARAL, I. do (1969) – Inselberge (ou montes-ilha) e superfícies de aplanção na bacia do Cubal da Anha, em Angola. *Garcia de Orta*, Lisboa, 17 (4): 475-526.
- AMARAL, I. do (1973) -Formas de inselberge (ou montes-ilha) e de meteorização superficial e profunda em rochas graníticas do deserto de Moçâmedes (Angola), na margem direita do rio Curoca. *Garcia de Orta*, Lisboa, Ser. Geogr., 1 (1): 1-34.
- AMARAL, I. do (1974). A propósito de formas escavadas em leitos fluviais e em vertentes de rochas graníticas no deserto de Moçâmedes (Angola). *Garcia de Orta*. Lisboa, Ser. Geogr., 2 (1): 1-18.
- BARRADAS, L. (1962) – *Esboço Agrológico do Sul de Moçambique*. Lourenço Marques, Instituto de Investigação Científica de Moçambique, II Plano de Fomento.
- CARTA GEOLÓGICA (PROVISÓRIA) da Província de Moçambique, 1958 – Maputo, Folha Sul-G-36/O, 1: 250 000. Serviços de Geologia e Minas de Moçambique, Lourenço Marques.
- MOREIRA, M. E. S. A. (1974) – As Modificações do Clima de Lourenço Marques à Namaacha. *Finisterra, Revista Portuguesa de Geografia*, Lisboa, IX (18): 212-244.
- MOREIRA, M. E. S. A. (1975) – The Paleoclimatic Significance of Petrographic Composition of Olifant's River Terraces Coarse Deposits, in Massingir. *Memórias do Instituto de Investigação Científica de Moçambique*, Lourenço Marques, Série B, Vol. 10: 101120.
- MOREIRA, M. E. S. A. (1979) – *A Bacia do Rio Umbelúzi (Moçambique). Estudo Geomorfológico*. Anexo I – Mapas, Anexo II – Processos Laboratoriais e Resultados das Análises. Tese de Doutoramento em Geografia Física. Centro de Estudos Geográficos, Lisboa, 337 + 18 + 87 p. pol.
- MOREIRA, M. E. S. A. (1983) – Aplicação da Transformada de Fourier ao tratamento de imagens, com exemplos de áreas em Moçambique e em Portugal. *Finisterra, Revista Portuguesa de Geografia*, Lisboa, XVIII (36) :333-349.
- TRICART, J. e CAILLEUX, A. (1969) – *Le modelé des régions sèches*. Paris, S.E.D.E.S.
- TWIDALE, C. R. e COBIN, E. M. (1963) – Gnammas. *Révue de Géomorphologie Dynamique*, Paris, 1-2-3 :1-20.

QUADRO I

Características morfométricas das marmitas dos rios Incomáti e Umbelúzi-Impamputo. L (eixo maior), I (eixo menor) e P (profundidade). Mx – máximo; M – média, Mi – mínimo. Medidas em metros.

	Axiais									Laterais					
	L			I			L			I			P		
	Mx	M	Mi	Mx	M	Mi	Mx	M	Mi	Mx	M	Mi	Mx	M	Mi
Incomáti	7	4,5	2,1	5	3,2	1	5,5	3,2	0,7	3,8	1,8	0,3	1,5	1,1	0,5
Umbelúzi	5,5	4,1	0,8	3	1,7	0,5	5	3,2	0,5	3	1,5	0,3	1,2	0,7	0,3
Impamputo	3,2	1,7	0,7	1	0,7	0,5	1	0,8	0,3	0,6	0,4	0,20	0,6	0,4	0,15

QUADRO II

Características morfométricas das oriçangas dos rios Incomáti e Umbelúzi-Impamputo, e do planalto da Namaacha. L (eixo maior), I (eixo menor) e P (profundidade). Mx – máximo; M – média, Mi – mínimo. Medidas em metros.

Mx	Vertentes									Somitais								
	L			I			P			L			I			P		
	M	Mi	Mx	M	Mi	Mx	M	Mi	Mx	M	Mi	Mx	M	Mi	Mx	M	Mi	
Incomáti	1,1	0,6	0,3	0,7	0,4	0,2	0,7	0,5	0,15									
Impamputo	1,2	0,6	0,2	0,8	0,4	0,2	0,5	0,4	0,2									
Namaacha										0,62	0,2	0,12	0,46	0,17	0,08	0,25	1,1	0,5



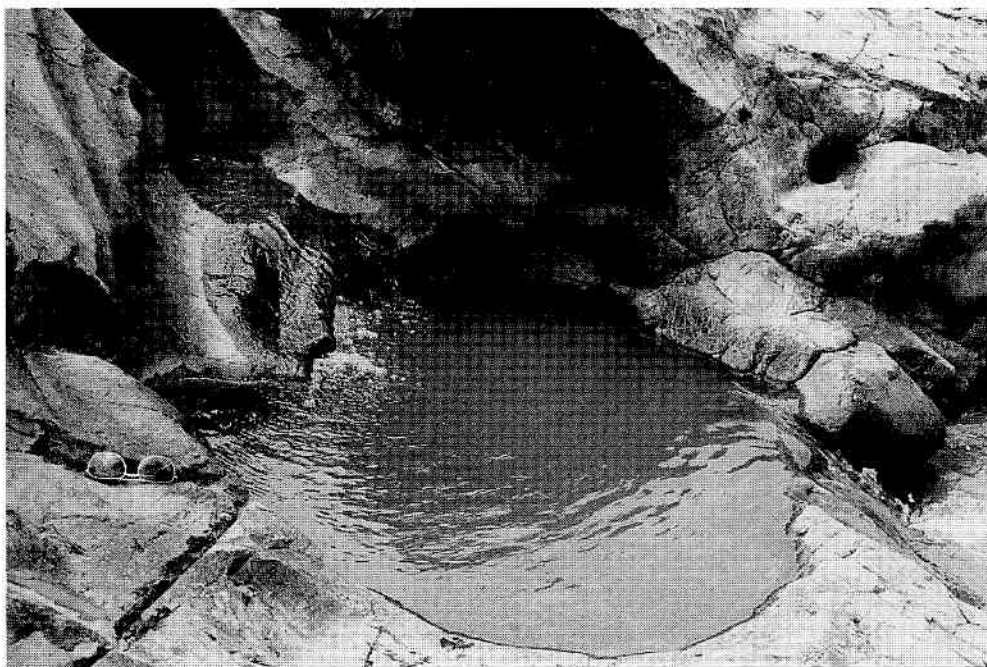
Est. 1A – Marmitas do fundo do leito nos patamares do rio Incomáti (ou Komati), com povoamentos de gramíneas (caniços), em Ressano Garcia.



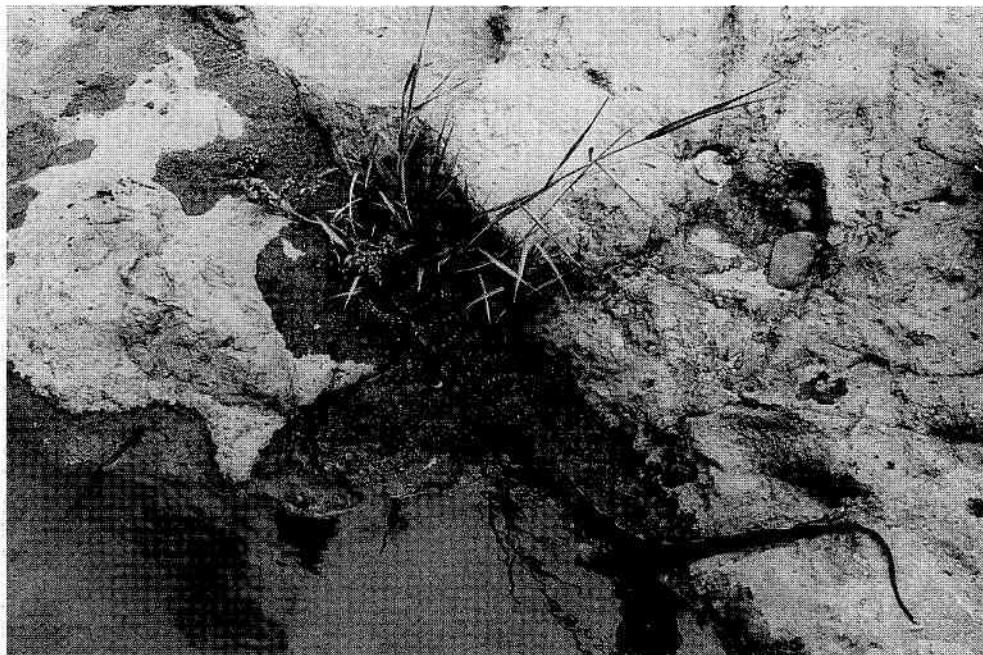
Est. 1B – Marmitas do fundo do leito nos patamares do rio Umbelúzi (ou M^obuluzi), com povoamentos de gramíneas (caniços), em Goba Fronteira.



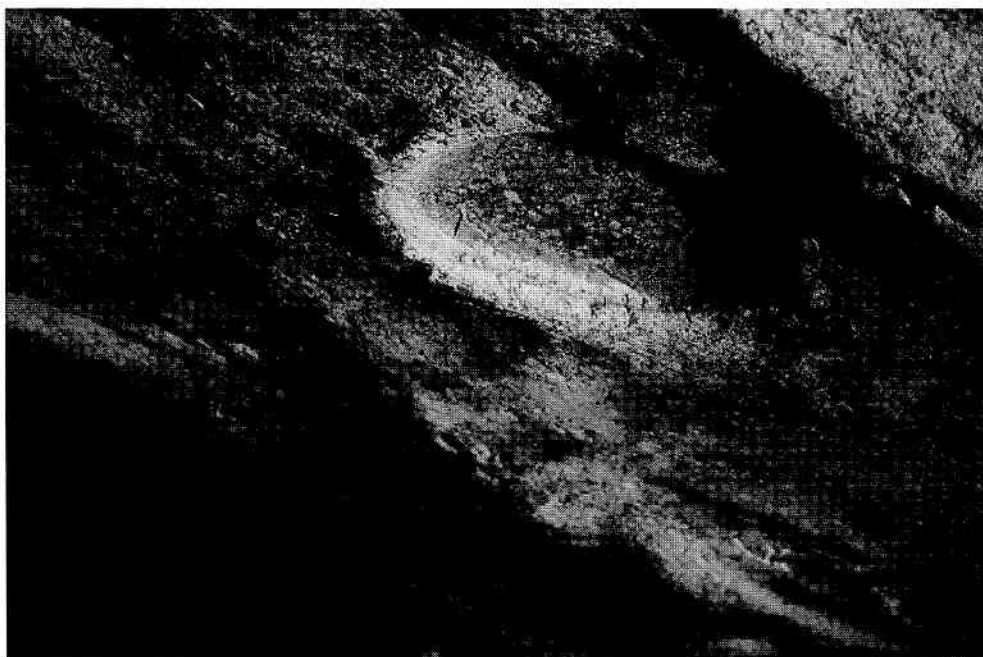
Est. II A - Oriçangas das vertentes do vale do rio Impamputo, nos Altos Libombos
- cascata da Namaacha.



Est. IIB - Oriçangas escalonadas, nas vertentes do vale do rio Incomáti, em Ressano Garcia.



Est. IIIA - Sulcos de corrosão ao longo de fracturas nos riolitos do planalto da Namaacha.



EST.III B - Oriçangas de planalto, no rebordo do planalto da Namaacha, a norte da cascata do Impamputo.