

PERSPECTIVA DE EXPLORAÇÃO ECONÔMICA DOS FUNDOS  
DE ALGAS CALCÁRIAS DA PLATAFORMA CONTINENTAL  
DO NORDESTE DO BRASIL\*

Marc KEMPF\*\*

ABSTRACT

The Brazilian tropical shelf is characterized by the great extent, geographic and bathymetric, of organic sediments constituted by calcareous algae (Rhodophyceae, Corallinaceae, Melobesiae).

Nearshore free living calcareous algal gravel has economic uses in several maritime countries, principally as a neutralizes to improve acid soils. This is the case in Brittany, France, where a traditional harvesting was greatly increased in amount and improved by new industrial technics.

Good natural conditions for such an activity exist on the northeastern Brazilian coast, especially along its eastern part between Cabo São Roque and Rio São Francisco, where the algal gravel reaches the 20 m isobath, fairly close to the littoral. A study about the economic value of this gravel off Pernambuco was carried out. The reserve of raw material seems to be inexhaustible. The working Process would be relatively simple. The chemical composition of the sediment (percentage of calcium, magnesium and essential elements) is similar to that indicated for Brittany. Acid soils are presents in great extent, not only locally, but in whole Brazil, constituting a potential need of agricultural corrective. Further researches are recommended, specially agricultural experiments and economic studies about costs, transport and market.

\* Trabalho efetuado no Laboratório de Ciências do Mar da Universidade Federal de Pernambuco por solicitação do Governo do Estado de Pernambuco através da DIPER (Distritos Industriais de Pernambuco).

Trabalho previamente apresentado no 2º Colloque International pour l'Exploitation des Océans, Bordeaux, France, 1-4 Oct. 1974.

\*\* Instituto de Pesquisas da Marinha, rua Ipirú s/n, Ilha do Governador, ZC.32, Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

Vários anos de estudo das costas do NE do Brasil (KEMPF 1973b) mostraram a importância tomada pelas algas calcárias do grupo das Melobesiae (Rhodophyceae, Corallinaceae) no bentos dessa região. As Melobesiae estão presentes, com uma grande variedade de formas, em todos os níveis batimétricos da zona fótica: — algas incrustantes em placas em qualquer substrato duro da faixa litorânea, que podem conduzir, em associação com Gastropoda construtores da família Vemetidae, à constituição de uma verdadeira crista algal («algal ridge» dos autores de língua inglesa) no limite superior do piso infralitoral (LABOREL & KEMPF 1968), — algas incrustantes incorporadas nos edifícios recifais, em posição dominante cada vez que as condições ecológicas estiverem pouco favoráveis aos corais (KEMPF 1970a, b, c; LABOREL & KEMPF op. cit.; especialmente LABOREL 1967), — algas livres nas zonas pós-recifais, inclusive nos prados de fanerógamas, em forma de nódulos que podem atingir até 10 ou 15 cm e, em menor número, em forma de artículos ramificados (KEMPF 1970a; LABOREL - DEGUEN 1963), — algas livres e incrustantes, muito variadas em seus aspectos morfológicos, proliferando em toda a plataforma continental até o início do talude, tão abundantes que levam a depósitos autógenos de grande extensão batimétrica e geográfica, objeto do presente trabalho.

As Chlorophyceae calcificadas da família Codiaceae, próprias dos mares tropicais, também estão bem representadas, geralmente em associação com as precedentes: *Halimeda*, *Udotea*, *Penicillus*, etc.. As *Halimeda*, cujas espécies variam de acordo com as condições ecológicas, participam da sedimentação calcária na maioria dos biótopos, graças à acumulação de seus artículos depois da morte.

Esta abundância de algas calcificadas, e, especialmente, a enorme extensão ocupada pelos fundos a base de Melobesiae na plataforma continental, constituem um dos traços dominantes do

bentos do Brasil tropical, conferindo-lhe uma grande homogeneidade. Tudo concorre a dar a impressão que uma parte substancial da produção desses fundos, já relativamente baixa, pelo menos para a economia humana, seja desviada para a precipitação de calcário biológico.

Quando os fundos de *Melobesiae* livres da plataforma continental existem próximos ao litoral, como o caso, notadamente, entre Natal e o Rio São Francisco, torna-se possível considerar sua exploração econômica como fonte de calcário. Este problema encontra-se atualmente em estudo para o Estado de Pernambuco, em associação com o projeto da construção de um novo porto na proximidade de Recife, cuja atividade seria parcialmente dedicada à indústria dos fertilizantes. O exemplo da extração do cascalho de algas calcárias da Bretagne, França, fornece informações interessantes a esse respeito.

## OS FUNDOS À BASE DE ALGAS CALCÁRIAS NA PLATAFORMA CONTINENTAL BRASILEIRA (Fig. 1)

Os fundos à base de *Melobesiae* encontram-se desde a região amazônica até o Sul do Rio de Janeiro, numa extensão única no mundo, cerca de 4.000 km sem discontinuidade importante, entre o Rio Pará e o Cabo Frio. Ocupam a parte baixa da plataforma continental, entre um limite superior variável com as condições ecológicas locais e o início do talude com profundidades superiores a 100 m, como também todos os bancos oceânicos os mais próximos da superfície. A denominação «fundos à base de algas calcárias» é empregada aqui para todos os substratos resultantes da acumulação de algas calcárias, e onde as *Melobesiae* vivas estão sempre presentes na superfície do sedimento. Suas características geológicas e biológicas, como também sua distribuição, já foram publicadas (KEMPF 1970b, c, 1973a, c; KEMPF, COUTINHO & MORAIS 1968; KEMPF, MABESOONE & TINOCO, 1970; MABESOONE, KEMPF & COUTINHO 1973). Assim que

consta destes trabalhos, o exemplo de Recife pode servir de referência para toda a plataforma continental do Brasil tropical (Fig. 3): a presença de recifes não é permanente; manchas de lama de extensão muito variável podem ser associadas à faixa arenosa; a importância relativa dos fundos de areia quartzosa e de algas calcárias pode variar em proporções consideráveis; mas o esquema geral permanece constante.

Nos fundos por elas elaborados, as *Melobesiae* se apresentam sob forma de artículos ramificados livres, de nódulos verrucosos ou arborescentes, de blocos de tamanho variável dos quais os maiores são vivos apenas na face superior (Fig. 5, 6). São acompanhadas de uma certa quantia de areia calcária e de uma pequena fração de lama, também calcária, procedentes de sua própria destruição. A proporção da fração detrítica depende da vitalidade atual das algas. Artículos de *Halimeda* estão presentes no substrato em quantidade variável, podendo, em certos locais, chegar a ser dominantes. O teor do sedimento em carbonatos é sempre igual ou superior a 90%. Em regra geral, as *Melobesiae* ramificadas livres são mais representadas no horizonte superior da faixa, acima de 40 m de profundidade, onde os talos vivos constituem frequentemente a fração dominante do sedimento superficial. Os blocos e a areia detrítica são mais abundantes no horizonte inferior, constituindo, em parte, fundos relíquias onde a vitalidade das algas concrecionantes encontra-se atualmente reduzida. No seu limite inferior, estes fundos passam progressivamente para substratos biodetríticos onde os restos vegetais são substituídos aos poucos por fragmentos de origem animal, e onde a proporção de lama aumenta (lama pelágica). Próximo às extremidades N e S de sua área geográfica, observa-se uma restrição dos fundos de algas calcárias à parte inferior da plataforma, acompanhada de uma diminuição do poder concrecionante das algas e de uma passagem progressiva a fragmentos de origem animal.

A classificação sistemática das *Melobesiae*, baseada principalmente na estrutura dos órgãos reprodutores, que são as únicas partes do talo não calcificadas, ainda continua incerta no caso dos

exemplares brasileiros. Sua plasticidade morfológica conduz a uma grande variedade de formas ecológicas convergentes, que torna ilusória toda nomenclatura relacionada apenas com o aspecto exterior. No próximo, poderia-se falar, para os substratos onde predominam as formas ramificadas livres, de «fundos a base de Lithothamnieae», por analogia com os cascalhos descritos da Europa, onde são constituídos por espécies do gênero *Lithothamnium* («maërl» é o nome deste cascalho na Bretanha).

O pouco que se sabe a respeito da velocidade de crescimento das Melobesiae indica que esta deve ser muito lenta (JOHNSON 1961). ADDEY & McKIBBIN (1970), num estudo sobre o cascalho de algas da Ria de Vigo, na Espanha, a estimam em 1,8 mm/ano para *Lithothamnium calcareum* e em 0,7 mm/ano para *L. coralloides*. A multiplicação e a disseminação dos talos fazem-se unicamente por via de esporos (carposporos e tetraesporos), mas uma propagação por mudas é possível a partir das ramificações quebradas (CABIOCH 1970).

A espessura dos depósitos de algas calcárias brasileiras ainda não é conhecida. Pode-se deduzir de sua extensão, entretanto, que as condições ecológicas são muito favoráveis a sua formação; tais condições devem ter-se mantido por um longo período de estabilidade hidrológica, graças à circulação oceânica do Atlântico Sul, que (FELL 1967) estima constante desde o fim do Cretáceo.

Os principais fatores ambientais que influem sobre a vida das Melobesiae e permitem sua proliferação são: — uma intensidade luminosa suficiente, ainda que estas algas mostrem geralmente uma tolerância muito larga em relação à luz, — uma contribuição terrígena reduzida, — a estabilidade relativa do substrato original, — e uma boa renovação da água ao nível do fundo. A distribuição geral dos sedimentos a base de algas calcárias é, deste modo, ligada às características batimétricas e hidrológicas da margem continental do Brasil tropical (MABESOONE, KEMPF & COUTINHO 1973). A plataforma é de largura variável, mas apresenta uma homogeneidade de perfil

notável em toda extensão entre a boca do Rio Pará e o Cabo Frio: superfície plana e essencialmente localizada em profundidades inferiores a 50 m, ruptura de declive acentuada começando entre 60 e 80 m, talude abrupto em sua primeira parte. Na mesma região, as águas, provenientes originalmente da Corrente Sul-Equatorial, são pobres e transparentes. Ao mesmo tempo, as contribuições terrígenas são reduzidas, em virtude tanto da fraqueza das precipitações em todo o interior do NE como da configuração das grandes bacias hidrográficas desta parte do continente, que drenam a maior parte das águas para o N (Amazonas) e para o S (Prata). Ao N, entre o Rio Pará e o Cabo Orange, e ao S do Cabo Frio, pelo contrário, a ruptura de declive da plataforma localiza-se mais baixo e a faixa batimétrica incluída entre 50 e 200 m torna-se consideravelmente mais larga, ao mesmo tempo que as contribuições terrígenas aumentam (de uma maneira extremamente notável no caso do Amazonas que é responsável, a ele só, do transporte de quase 1/5<sup>o</sup> das águas doces do globo). Diante destes fatores mais importantes, a salinidade, salvo para as baixas muito mais fortes, como também a temperatura, atuam provavelmente apenas de maneira secundária.

## **A EXPLORAÇÃO DO CASCALHO DE ALGAS CALCÁRIAS NA BRETANHA, FRANÇA (Fig. 4)**

### **HISTÓRICO**

As algas calcárias são conhecidas em todos os mares do globo. Na verdade, não formam sempre depósito importantes ou em lugares de fácil acesso. Somente alguns países as utilizam de maneira artesanal para a agricultura local: França, Japão (GAUTIER, 1970), Inglaterra, Irlanda (CHAPMEN, 1950); LEVRING, HOPE, & SCHMID 1969). Entretanto, é apenas na França que esta atividade conheceu um desenvolvimento industrial recente.

Os depósitos de algas calcárias, ou «maërl», são empregados tradicionalmente na Bretanha pela agricultura da orla marítima. O sedimento é coletado por barcos areiros e empregado bruto na calagem das terras ácidas. Porém, desde os anos 60, sua

exploração chegou a um nível industrial: a tonelagem extraída aumentou consideravelmente; o produto passou a ser submetido a um tratamento e distribuído muito mais longe do seu local de origem (CNEXO) 1972; DO CHI TANG 1970; GAUTIER 1970, 1971). Simultaneamente, uma certa atividade artesanal subsiste.

## JAZIDAS

Na Bretanha, os fundos de *Melobesia* livres se apresentam como manchas localizadas em profundidades vizinhas de 20 m, em função do traçado da costa e do hidrodinamismo local. São os chamados «bancos de maërl». O da baía de Paimpol por exemplo, o mais intensamente explorado atualmente, está situado a uma profundidade de cerca de 20 m e tem uma extensão de 3 km<sup>2</sup> para uma espessura de cerca de 15 m. As algas responsáveis por sua elaboração são duas pequenas espécies livres de aspecto arborescente (2-3 cm), *Lithothamnium calcareum* (Pall.) Areschoug e *Lithothamnium coralloides* Crouan, que se acumulam na vizinhança imediata de seu lugar de formação (CABIOCH, 1970). O teor desses sedimentos em carbonatos é relativamente constante: 80% CaCO<sub>3</sub> e 10% MgCO<sub>3</sub>. Um grande número de oligo-elementos, dos quais alguns próprios ao meio marinho, estão igualmente presentes, como também matéria orgânica, cuja concentração depende em grande parte da flora e da fauna associadas ao substrato (Tab. 1).

## PRODUÇÃO

O cascalho de algas calcárias é explorado industrialmente por oito usinas de importância muito desigual, uma das quais, em expansão rápida desde 1970, tomou um lugar preponderante. A produção total é de cerca de 900.000 t/ano, sendo 600.000 apenas para a TRIMAC de Saint Malo (dados de 1972). Barcos areiros, os maiores com 300 a 600 t, são responsáveis pela extração, feita geralmente por meio de uma draga de caçamba. Um único barco empregado uma draga de sucção, mas a tendência atual deixa prever um aumento deste método. Após coleta, o cascalho é estocado no cais, ao ar livre. O tratamento industrial, muito

simples, consiste em secagem, moagem e ensacagem, segundo técnicas usadas nas fábricas de cimento ou de adubos. O produto final apresenta-se em forma de pó moido fino (37,5 u), fornecido principalmente em estado natural, ou enriquecido com diversos adubos. É comercializado essencialmente na região. Todavia, suas vendas se estendem cada vez mais, tanto para o interior da França, como também para o exterior (Inglaterra, Bélgica, Holanda, Alemanha, Dinamarca, Suíça), abrangendo um raio de mais de 1000 km do seu local de produção. As entregas regionais são feitas por caminhões, e os transportes destinados ao interior do país e à Europa continental por via férrea.

Ao lado desta atividade industrial, subsiste sempre uma certa utilização local de cascalho bruto, comprado diretamente pelos agricultores aos estabelecimentos de comercialização de areia, que mantem uma pequena extração de algas calcárias para este fim.

Os preços por tonelada são os seguintes (dados de 1972): — 10 F para o preço de custo do cascalho bruto numa exploração industrial, — 15 a 18 F para o cascalho vendido bruto pelos areiros, — cerca de 100 F, na saída da fábrica, para o cascalho moido a 37,5 u (ou seja quase dez vezes o preço de custo, já que a perda de peso durante o tratamento não passa de 10 a 15%). Este último preço varia na razão inversa do tamanho dos estabelecimentos, sendo a grande concentração industrial favorável à redução do preço final. Em contraparte, a importância do setor comercial das empresas aumenta, para impor, frente à concorrência dos calcários continentais no interior do país, um produto que perde de sua concorrência a medida que se afasta do local de extração, devido ao acréscimo dos custos de transporte.

## UTILIZAÇÃO

(1) Agricultura. A agricultura é, de longe, o principal consumidor de cascalho de algas calcárias, cuja ação benéfica é devida ao fornecimento mineral de Ca, Mg e oligo-elementos, como também a seu papel na melhoria da estrutura dos solos (CHALUMEAU 1964; COPPENET s/d; DETAILLE 1960; LOPES-BENITO 1963; TIMAC 1969). Ele serve principalmente à

correção do pH das terras agrícolas. De fato, a maioria das plantas cultivadas apresentam seu máximo de assimilação de sais minerais num pH próximo a 6,5, sem que seja necessário chegar até a neutralidade teórica TRUOG, *Soil Science*, 1948, in COPPENET op. cit.). A obtenção deste valor ideal é uma condição indispensável para um perfeito aproveitamento dos fertilizantes. O fornecimento de corretivo, cada vez que o pH do solo o requer, apresenta-se portanto como complemento obrigatório à prática racional da adubação.

A correção é feita segundo dois tipos de tratamento. A calagem de «fundo», reservada às terras ácidas, destina-se a elevar o pH original do solo e requer grandes quantidades de corretivo calcário, de preferência com ação lenta. Isto orienta o consumo para o produto bruto (cerca de 6 t/ha de cascalho bruto são necessárias, na Bretanha, a fim de obter um pH vizinho de 6, mas esta operação encontra-se praticamente terminada hoje em dia para quase todas as zonas agrícolas daquela área). A calagem de «manutenção», indispensável à maioria das terras, é destinada a compensar as perdas anuais por lixiviação do solo e exportação pelas culturas, e contenta-se de quantidades mais reduzidas, requerendo porém uma ação mais rápida; neste caso, o produto moido é o mais indicado (cerca de 800 kg/ha/ano no caso da Bretanha). Para o fornecimento de Mg, a relação Mg/Ca deste calcário de origem vegetal corresponde às exatas proporções recomendadas na agricultura. A diversidade em oligo-elementos é notável, mas sua respectiva quantidade não é suficiente para fazer do cascalho de algas um adubo completo. O NaCl nunca constitui inconveniente nas doses empregadas; ele é, alias, parcialmente eliminado pela estocagem do sedimento bruto ao ar livre.

(2) Pecuária. Na pecuária, o cascalho é utilizado com proveito como complemento de rações para aves, bovinos, suínos e, acessoriamente, peixes (CROUTTE 1959; DETAILLE 1960). Neste caso porém, a quantidade de Mg é insuficiente, contrariamente ao que se passa com as plantas na agricultura.

(3) Diversos. Outras aplicações do cascalho de algas podem ser citadas: — o tratamento das águas potáveis e industriais gra-

ças a sua ação remineralizante e neutralizante (NEVEU 1961), — a proteção antirradioativa do solo, — a ostreicultura, — os revestimentos rodoviários, — a proteção dos canais de navegação contra a deposição de argila.

## POSSIBILIDADE DE EXPLORAÇÃO DE CASCALHO DE ALGAS EM PERNAMBUCO

RECURSOS (Fig. 2,3,5,6)

Os substratos de algas calcárias existem na frente do Estado de Pernambuco em formação contínua sobre toda a parte média e inferior da plataforma continental, desde a isobata de 20m até profundidades superiores a 100m, no início do talude. A zona compreendida entre 20 e 30 m parece a mais indicada para uma exploração eventual, levando-se em conta os imperativos da profundidade, da distância do litoral e do desenvolvimento máximo das formas algais livres de pequeno tamanho. Convém afastar-se um pouco do seu limite superior, a faixa de transição de 18 a 20m, pois esta, estabelecendo-se sobre um fundo de areia quartzosa, contém uma certa percentagem de sílica.

A jazida está situada a uma profundidade ligeiramente superior à dos fundos de cascalho da Bretanha, mas, em compensação, encontra-se muito mais próxima dos sítios naturais disponíveis para uma infra-estrutura terrestre de desembarque e processamento.

O teor deste sedimento em Ca e Mg é totalmente comparável aos valores bretões e espanhóis (Tab.1). Uma pesquisa detalhada dos oligo-elementos resta a ser feita. Uma restrição deve ser assinalada para as zonas onde os artículos de *Halimeda* são abundantes, já que estas Chlorophyceae calcificadas mostram-se pobre em Mg e diminuiriam assim o teor global deste mineral (isto no caso de um emprego do cascalho em agricultura ou pecuária).

A espessura da jazida resta a ser avaliada. Não se sabe nada, também, da velocidade de crescimento das algas. Mas estas duas incógnitas são amplamente compensadas pela extensão da super-

fície ocupada. De fato, somente a faixa mais apropriada para exploração (Fig. 2,3) cobre cerca de 1.350 km<sup>2</sup>, o que, para uma espessura muito modesta e certamente bem subestimada de 1 m, representaria uma disponibilidade da ordem de 1.600 x 10<sup>6</sup> toneladas (peso específico do cascalho de 1,2), ou seja, ao ritmo de uma extração de 1.000.000 t/ano, uma reserva de mais de 1.500 anos. A título de comparação, a produção francesa de maërl é de cerca de 900.000 t/ano, das quais 800.000 procedem do único banco de Paimpol (3 km<sup>2</sup> e 15 m de espessura), o que não deixa de gerar preocupações quanto a sua sobrevivência (CABIOCH 1970). No caso de Pernambuco, o problema das reservas e de sua renovação está portanto longe de ser limitante.

O possível impacto desse tipo de exploração sobre a pesca pode ser estimado como muito fraco, em virtude mesmo da própria extensão da jazida e da pequena produção haliêutica da zona considerada. A pesca que é tributária da área ficou no estado artesanal e não representa uma renda elevada salvo, talvez, no caso limitado da lagosta. Os inconvenientes eventuais de uma indústria do cascalho seriam compensados pela criação dos empregos novos que se seguiria.

E necessário lembrar a existência, no Nordeste brasileiro, em todo lugar onde as condições são favoráveis, de uma extração artesanal de calcário recifal destinado à fabricação de cal. Blocos de corais e algas calcárias incrustantes são tirados dos recifes costeiros a baixa mar ou apanhados, quando soltos, nas lagoas pós-recifais. Tal atividade, normal enquanto fica limitada às necessidades das populações de pescadores, torna-se absolutamente intolerável quando se pensa em industrialização, como foi previsto em certo momento na costa dos Estados de Paraíba, Pernambuco e Alagoas. A exploração intensa necessária a uma atividade extrativa em larga escala implicaria na destruição dos recifes, tendo como consequência inevitável graves desequilíbrios físicos e biológicos na zona costeira. Existe também, em certas áreas pós-recifais, uma extração reduzida de areia de *Halimeda* utilizada em rações para animais. Esta atividade pode igualmente ser tolerada sem prejuízo enquanto ela se mantiver numa escala

limitada, notadamente quando explora as acumulações hidráulicas recifais. Entretanto, ela nunca deveria se estender aos prados de fanerógamas pós-recifais, que constituem importantes criadouros. Os artigos de *Halimeda*, de uma pulverização bem mais fácil que as *Melobesia*, são por outro lado praticamente desprovidos de Mg, sendo mais ricos em Ca. Nos dois casos citados, uma indústria baseada na exploração do cascalho de algas calcárias da plataforma parece ser a única solução para uma atividade de grande porte.

## PRODUÇÃO

Não existe nenhuma atividade de coleta de sedimento marinho na área, que poderia facilitar a passagem sem transição da extração da areia à do cascalho. Mas a natureza da jazida permite pensar no emprego de processos semelhantes àqueles utilizados na Bretanha. A exploração de sedimento marinho para a construção civil, atividade, esta, que se desenvolve rapidamente em vários países (HESS 1971), poderá também trazer novidades técnicas aplicáveis ao cascalho de algas calcárias. Por outro lado, as areias quartzosas situadas em frente do litoral pernambucano seriam facilmente dragáveis e constituiriam um excelente material para a construção.

A indústria do cimento é bem desenvolvida na região, o que poderia representar uma garantia para a tecnologia da transformação do produto bruto.

## UTILIZAÇÃO

Considera-se apenas, por enquanto, a utilização do cascalho na agricultura. O pH da maioria dos solos brasileiros é baixo (MENDES & BENNEMA 1965). O Estado de São Paulo, onde a agricultura é a mais desenvolvida, acusa por si só um déficit oficial de 2.000.000 t/ano de calcário. Uma boa parte dos solos do Nordeste, inclusive os de Pernambuco, é também ácida, necessitando da aplicação de um corretor para utilização normal de adubos dos quais precisa (LUCENA 1972). Em comparação com os valores

mundiais, o consumo de fertilizantes no Brasil em geral é fraco, e, no caso da região NE, insignificante. De acordo com LUCENA (op. cit.), em 1969 apenas 1,6% da superfície cultivada (146.000 ha em 8.770.000) recebeu uma aplicação de adubo, sendo que 90% foram consumidos pela cultura da cana de açúcar. A técnica de calagem é praticamente desconhecida na região. Contudo, deve constituir o complemento indispensável a um desenvolvimento racional do uso dos fertilizantes.

Por outro lado, um estudo agrônômico completo torna-se necessário a fim de determinar, num clima tropical as exigências dos solos a serem melhorados e das culturas que estes deverão suportar, como também a apresentação ótima do produto e as doses convenientes (neste domínio, os resultados europeus parecem de uma transposição difícil). Como nenhuma calagem de base foi realizada até agora, a demanda latente é muito importante na região. Portanto, o preço do corretor deveria ser tão baixo quanto possível, o que exige um produto pouco elaborado. De fato, é o fracionamento muito fino que eleva seu custo final. O comportamento de diferentes granulometrias em função das características do solo e do clima, notadamente debaixo de uma lexiviagem intensa, deverá ser determinado. É possível que uma moagem grosseira e pouco dispendiosa ( 1 mm) represente finalmente um compromisso aceitável; a fração fina asseguraria uma ação rápida e a fração grossa um efeito mais prolongado.

Por outro lado, a utilização do cascalho na pecuária tem que ser investigada igualmente, assim como diversas outras aplicações potenciais.

## MERCADO E PREÇO

A agricultura regional, a do Nordeste, apresenta-se carente de adubo e de corretivo calcário, mas é geralmente pobre. A agricultura rica, a do Sul, ou subvencionada, a da Amazônia, são afastadas do local de produção eventual: Recife — São Paulo — 2.900 km pela estrada, Recife — Belém — 2.000 km pela estrada ou pelo mar, e Belém — Manaus — 1.500 km pelo rio. É bem

verdade que o problema do transporte, também, não pode ser encarado da mesma maneira no Brasil como na Europa. Apesar de tudo, para distâncias tão importantes, devem-se examinar a disponibilidade e a competitividade de calcários de origem terrestre mais próximos dos locais de utilização. Pois a incidência do transporte sobre o preço de um produto de baixo valor/peso, como o calcário de algas, é um fator que não pode ser desprezado. Pela mesma razão, uma exportação eventual parece fora de cogitação nas condições atuais.

Uma estimativa tão precisa quanto possível do preço de custo global, de acordo com as diversas fases de uma exploração do cascalho, deverá ser efetuada, tomando-se em consideração as particularidades locais: — extração, — transformação (nula, sumária ou elaborada), — incidência do preço de transporte. As estradas de ferro só podem ter um papel puramente regional. Para os transportes de longa distância, somente as rodovias ou o mar são praticáveis. No caso dos fretes rodoviários N — S, de «retorno» para as regiões de maior concentração industrial do país, subsaturados, tarifas preferenciais poderiam ser obtidas.

## CONCLUSÃO

(1) As primeiras constatações parecem muito favoráveis à exploração do cascalho de algas calcárias do litoral de Pernambuco:

- o recurso em matéria prima existe em quantidade e em qualidade; a jazida é bastante conhecida;
- a exploração parece tecnicamente realizável, considerando-se o que se conhece da indústria do cascalho na França;
- as necessidades latentes da agricultura em corretivos calcários são consideráveis em virtude da extensão das terras ácidas, tanto na região nordeste como em grande parte do território brasileiro em geral.

(2) Por outro lado, um certo número de pesquisas complementares é indispensável ao prosseguimento deste projeto, no caso, estudos de ordem:

- agrônômica, visando a utilização e a apresentação ótima do produto;
- tecnológica, sobre a extração e a transformação da matéria prima;
- econômica, destinadas a avaliar o preço do custo global, a incidência do transporte, e, ao mesmo tempo, o mercado potencial.

#### BIBLIOGRAFIA

- ADEY, W.H. & D.L. McKIBBIN. Studies on the maërl species *Phymatolithon calcareum* (Pallas) nov. comb. and *Lithothamnium coralloides* Crouan in the Ria de Vigo. *Bot. mar.*, 13 (2): 100-106, 1970.
- CABIOCH, J. Le maërl des côtes de Bretagne et le problème de sa survie. *Penn ar Bed, Brest*, 7 (63): 421-429, 1970.
- CHALUMEAE, P. Un engrais marin: le maërl. *Cah. Ingén. agron. Paris*, 191: 29-31, 1964.
- CHAPMAN, V.J. *Seaweeds and their uses*. Methuen & Co, London: 287 p. 1950.
- CNEXO. L'exploitation du maërl. P. 79-106 in Rapport sur l'utilisation des algues, CNEXO, BIPE, Paris (mimeogr.). 1972.
- COPPENET, M. Le problème du chaulage à la lumière de la science agronomique moderne. *Comité d'Études et de Liaison des Amendements calcaires, Paris*: 32 p. S/d.
- CROUTTE, G. de, Fièvre aphteuse et carence minérale. *C.R. hebd. Acad. Agricult. France*, 12: 602-603. 1959.
- DETAILLE, J-Y. *Importance du maërl en agriculture*. Thèse Doct. Vétér., Ecole nat. vétér. Alfort, Paris: 61 p. 1960.
- DO CHI THANG. Etude des possibilités de développement en Bretagne d'activités liées à l'exploitation des Océans. 3. Le maërl. *CELIB, Rennes*: 12 p, (mimeogr.). 1970.
- DUVAL, L. Les amendements humiques et calcaires d'origine marine. *Bull. Mayenne-Sc.*: 58-64. 1966.
- FELL, H.B. Cretaceous and Tertiary surface currents of the oceans. *Oceanogr. mar. Biol., ann. Rev.*, 5: 317-341, 1967.
- GAUTIER, M. L'exploitation du maërl en Bretagne. *Penn ar Bed, Brest*, 7(63): 414-420, 1970.

- . Le maërl sur le littoral de la Bretagne. *Cah. océanogr., Paris*, 23 (2): 171-191, 1971.
- HESS, H. Marine sand and gravel mining industry of United Kingdom. *NOAA techn. Rep. ERL 213 MMTC 1*: 176 p., 1971.
- JOHNSON, J.H. *Limestone-building algae and algal limestones*. Dept Publ., Colorado School of Mines: 297 p., 1961.
- KEMPF, M. Nota preliminar sobre os fundos costeiros da região de Itamaracá (N do Estado de Pernambuco, Brasil). *Trab. oceanogr., Univ. Fed. Pernambuco*, 9/11, 1967/69 (1970): 95-110, 1970a.
- . A plataforma continental de Pernambuco (Brasil): nota sobre a natureza do fundo. *Idem*: 111-124, 1970b.
- . Notes on the benthic bionomy of the N-NE Brazilian shelf. *Mar. Biol.*, 5(3): 213-224, 1970c.
- . A plataforma continental da costa Leste brasileira, entre o Rio São Francisco e a Ilha de São Sebastião (10°30' - 25°lat.S): nota sobre os principais tipos de fundo. *An. 26º Congr. brasil. Geol., Belém Out.-Nov. 1972, Soc. Brasil. Geol.*, 2: 213 - 234. & *An. hidrogr., Min. Mar., Rio de Janeiro.*, 28, 1970 (1973): 113-171, 1973a.
- . Prospecções de fundo realizadas na plataforma continental do Norte, Nordeste e Leste do Brasil pelo Laboratório de Ciências do Mar, UFPE, ou com sua participação. *An. 26º Congr. Brasil. Geol., Belém Out.-Nov. 1972, Soc. Brasil. Geol.*, 2: 245-259. 1973b.
- . Shelf off Alagoas and Sergipe (Northeastern Brazil). 5. Station list and notes on benthic bionomy. *Trab. oceanogr., Univ. Fed. Pernambuco*, 13, 1972 (1973): 7-28, 1973c.
- , P.N. COUTINHO & J.O. DE MORAIS. Plataforma continental do N e NE do Brasil: nota preliminar sobre a natureza do fundo. *Min. Marinha, Rio de Janeiro, DG. 26 XI*: 579-600. & *Trab. oceanogr. Univ. Fed. Pernambuco*, 9/11, 1967/69 (1970): 9-26, 1968.
- . J.M. MABESOONE & I. de M. TINOCO. Estudo da plataforma continental da área do Recife (Brasil). I. Generalidades sobre o fundo. *Trab. oceanogr., Univ. Fed. Pernambuco*, 9/11, 1967/69 (1970): 125-148, 1970.
- LABOREL, J. *Les peuplements de madréporaires des côtes tropicales du Brésil*. Thèse Fac. Sci. Marseille AO 1856: 313 p. 1967.
- & M. KEMPF. Formações de vermetos e algas calcárias nas costas do Brasil. *Trab. Inst. Oceanogr., Univ. Fed. Pernambuco*, 7/8, 1965/66 (1967): 35-40, 1967.

- LABOREL-DEGUEN, F. Nota preliminar sobre a ecologia das pradarias de fanerógamas marinhas nas costas dos Estados de Pernambuco e da Paraíba. *Trab. Inst. oceanogr., Univ. Recife*, 3(1): 39-50, 1963.
- LEVRING, T., H.A.HOPPE & O.J.SCHMID. *Marine algae, a survey of research and utilization*. Cramde Gruyter & Co, Hamburg: 421 p., 1969.
- LOPEZ-BENITO, M. Estudio de la composición química del *Lithothamnium calcareum* (Aresch.) y su aplicación como corretor de terrenos de cultivo. *Invest. pesq., Barcelona*, 23: 53-70, 1963.
- LUCENA, V.G. de, Fertilizantes, um polo de desenvolvimento. *DIPER, Comp. Desenvol. indust. Pernambuco, Recife, Relatório*: 102 p. 1972.
- MABESOONE, J.M., M. KEMPF & P.N. COUTINHO. Characterization of surface sediments in the northern and eastern Brazilian shel  
*Belém Out.-Nov. 1972, Soc. Brasil. Geol.*, 2: 261-265. & *Trab. oceanogr., Univ. Fed. Pernambuco, Recife*, 13, 1972 (1973): 41-48, 1973.
- MENDES, W. & J. BENNEMA, As mais importantes limitações de uso agrícola dos solos brasileiros, sob o ponto de vista das condições ecológicas. *Agronomia, Rio de Janeiro*, 23(1-2): 1-19, 1965.
- NEVEU, M., Contribution à l'étude du traitement des eaux d'alimentation par le *Lithothamnium calcareum*. P. 60-68 in *Chimie et physicochimie des principes immédiats tirés des algues*, Coll. int. CNRS, 103, Dinard, Sept. 1960.
- TIMAC, Les algues marines pour l'agriculture et l'élevage. *Soc. TIMAC, St Malo*: 23 p. 1969.

Tab. 1 - TEOR EM MACRO- E MICRO-ELEMENTOS

	BRETAGNE, FRANÇA <sup>(1)</sup>			RECIFE <sup>(2)</sup>	RIA DE VIGO, ESPANHA <sup>(3)</sup>		OCEANO MUNDIAL <sup>(4)</sup>	
	Costa N	Costa E	Costa S		sed. bruto	Mélob. puras	Melobesiaie	<i>Halimeda</i>
CaCO <sub>3</sub>	80 - 85%	84%	83 - 87%	83,2%	81,7%	82,4%	75%	86,6%
CaO	45 - 48%	47%	46 - 49%	46,6%	45,7%	46,1%	42%	48,5%
MgCO <sub>3</sub>	10 - 15%	11%	9 - 12%	12,9%	12,1%	14,8%	14,2%	0,6%
MgO	4,8-7,2%	5,2%	4,3-5,7%	6,2%	5,8%	7,0%	6,8%	0,3%
N organ.	0,4-0,6%		0,08%		1,66%	1,58%		
K	0,15-0,20%		0,07%	0,06%	0,69%	0,64%	0,40%	0,45%
P	0,13-0,20%	0,04%	0,03%	0,03%	0,04%	0,04%		
S	0,40-0,70%	0,35%						
Na	0,17%			0,54%				
Cl	0,20%							
Sedimento bruto (maërl)						Melobesiaie	<i>Halimeda</i>	
						algas puras		

Oligo-elementos diversos ("maërl" da Bretanha), em ppm: Si: 4500 - Fe: 2000-2500 - I:500-1500 - Mn:350-450 - Al:200 - In: 200 - Sr:150 - B:80-150 - Sn:80-120 - Pb:50 - Cr:40-50 - F:40-50 - Cu:10-50 - Sn:10-50 - T:25-40 - Ni:5-10 As:5 - Mo:3 - Br:3 - Co:1-2 - Ag:1 & matérias orgânicas não nitrogenadas: 2-4%.

(1) Bretagne: Costa N= Baie de Paimpol; Costa E= plateau de Molène; Costa S= Iles Glénan. Segundo CHALUMEAU 1964, DUVAL 1966, GAUTIER 1970, TIMAC 1969.

(2) Recife: média

(3) Ria de Vigo: segundo LOPEZ-BENITO 1963.

(4) Oceano mundial: segundo JOHNSON 1961 ( Melobesiaie: 31 esp.; *Halimeda*: 5 esp).

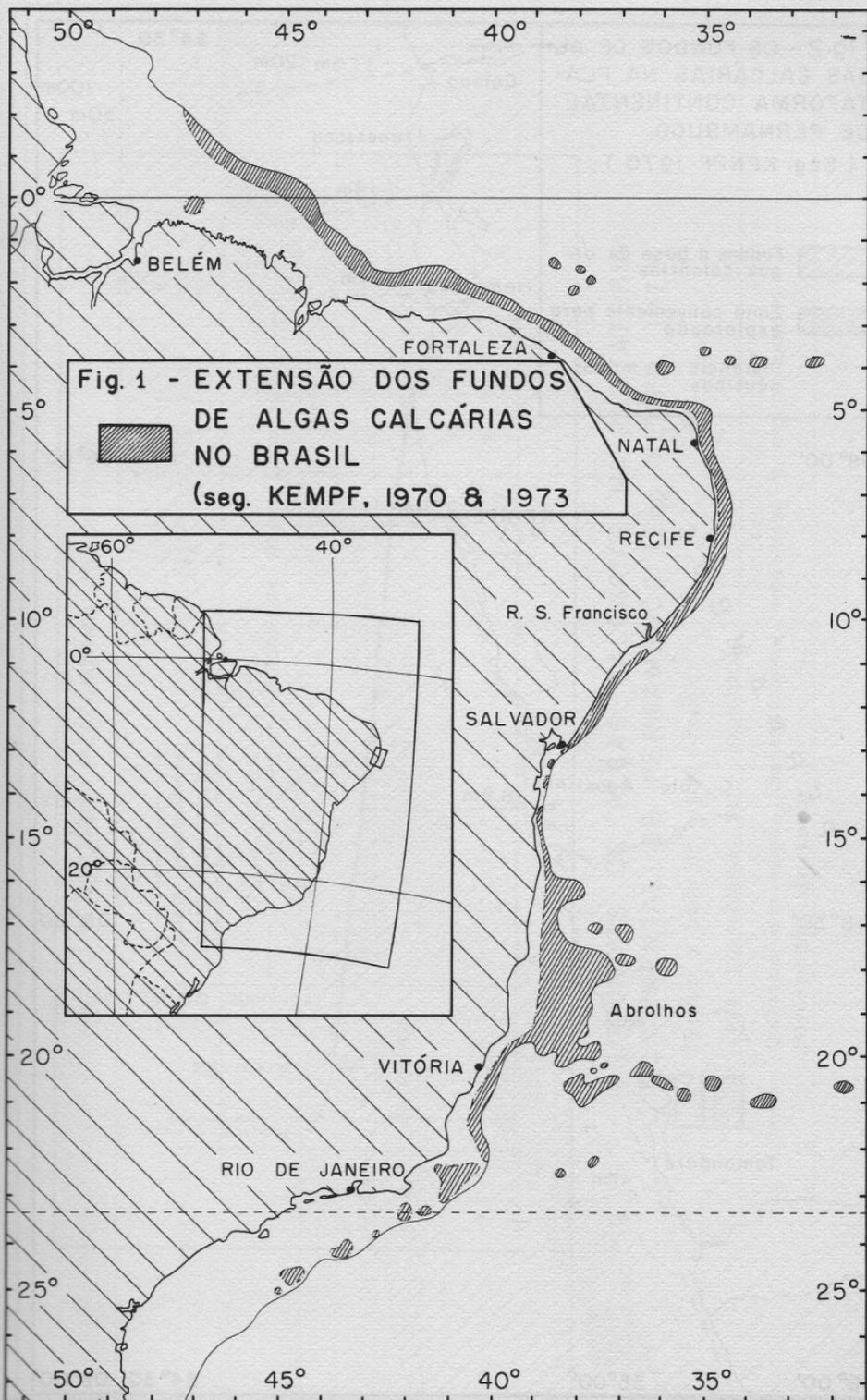
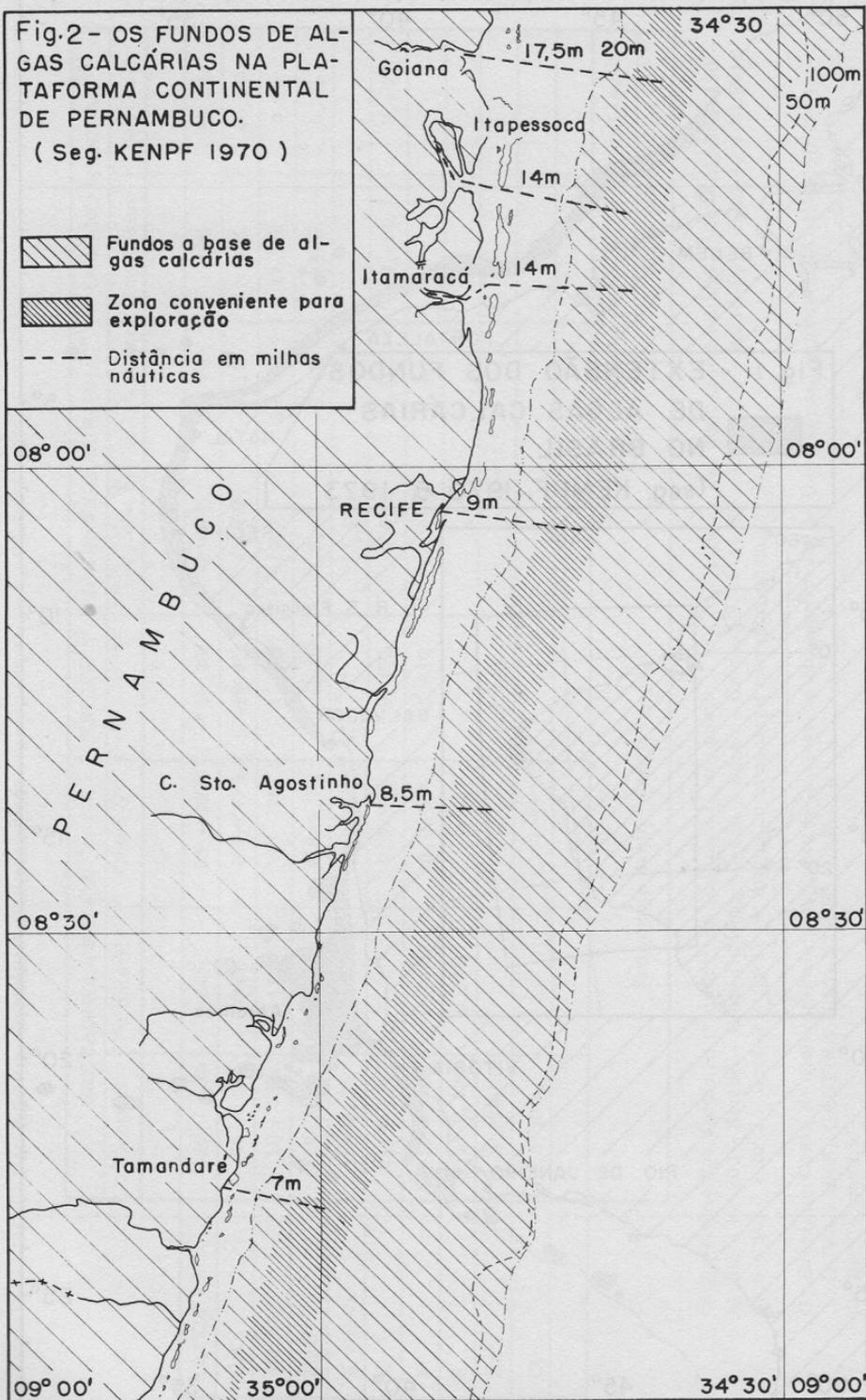
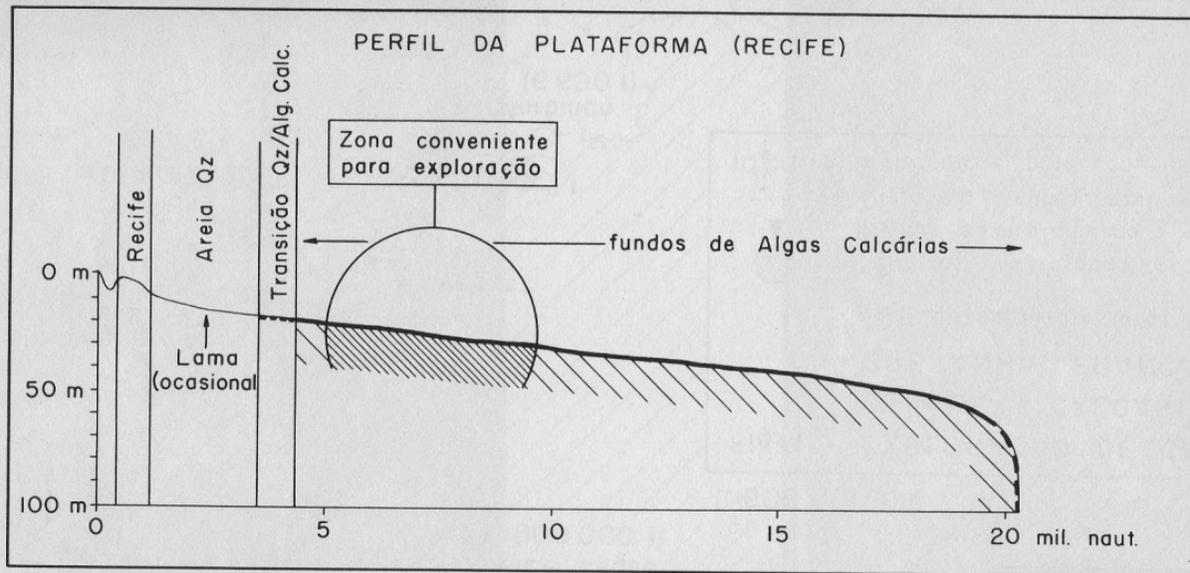


Fig.2- OS FUNDOS DE ALGAS CALCÁRIAS NA PLATAFORMA CONTINENTAL DE PERNAMBUCO.  
( Seg. KENPF 1970 )

-  Fundos a base de algas calcárias
-  Zona conveniente para exploração
-  Distância em milhas náuticas





**Fig. 3 - OS FUNDOS DE ALGAS CALCÁRIAS NA PLATAFORMA CONTINENTAL DE PERNAMBUCO (Seg. KEMPF, 1970)**



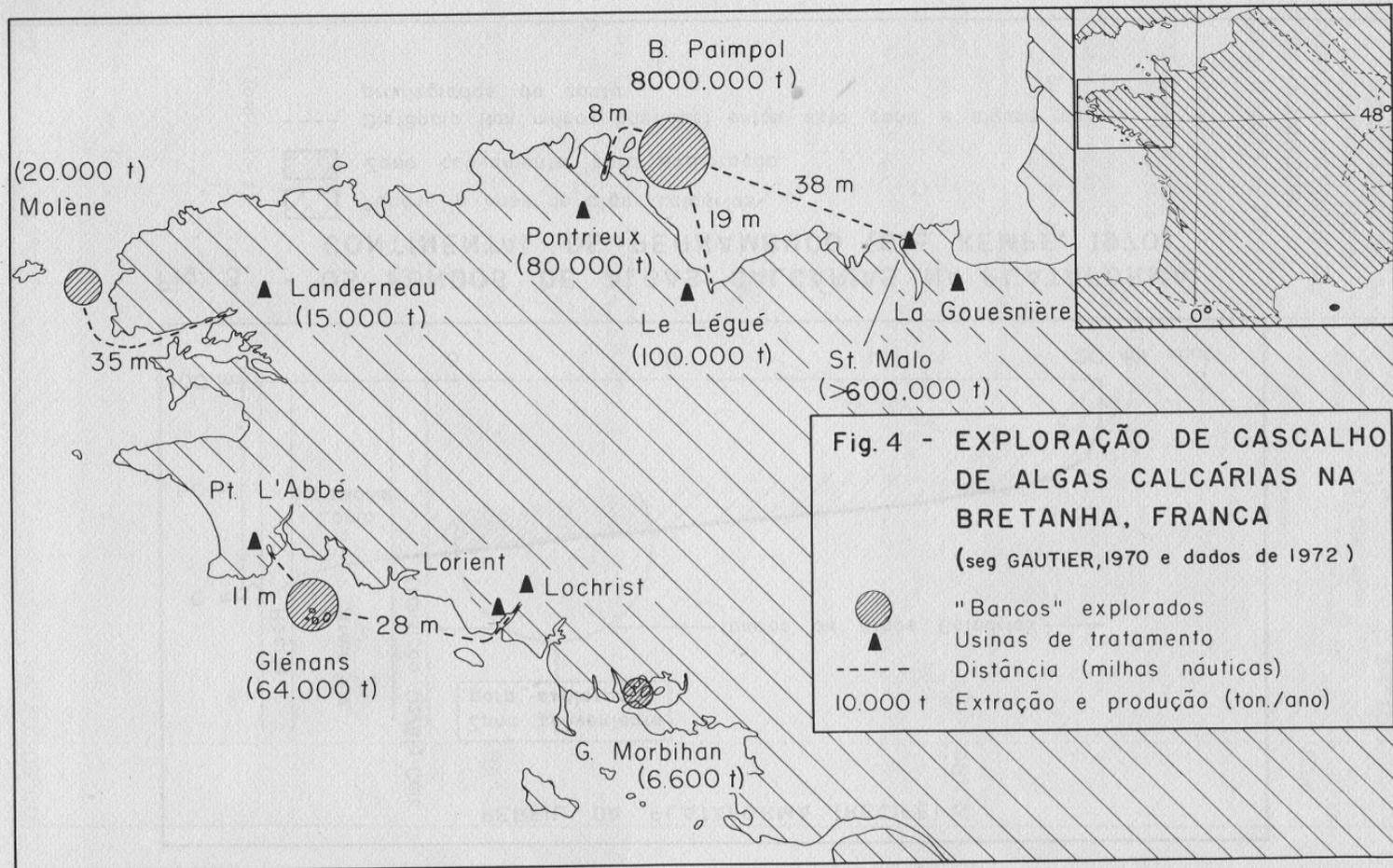
Fundos a base de algas calcárias



Zona conveniente para exploração



Distância (em milhas náuticas) entre esta zona e alguns pontos privilegiados da costa



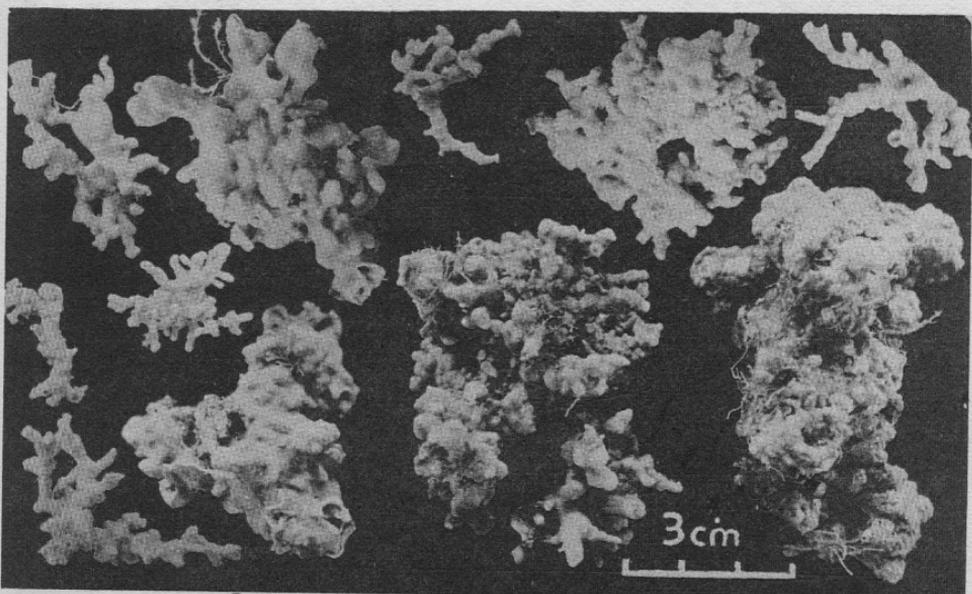
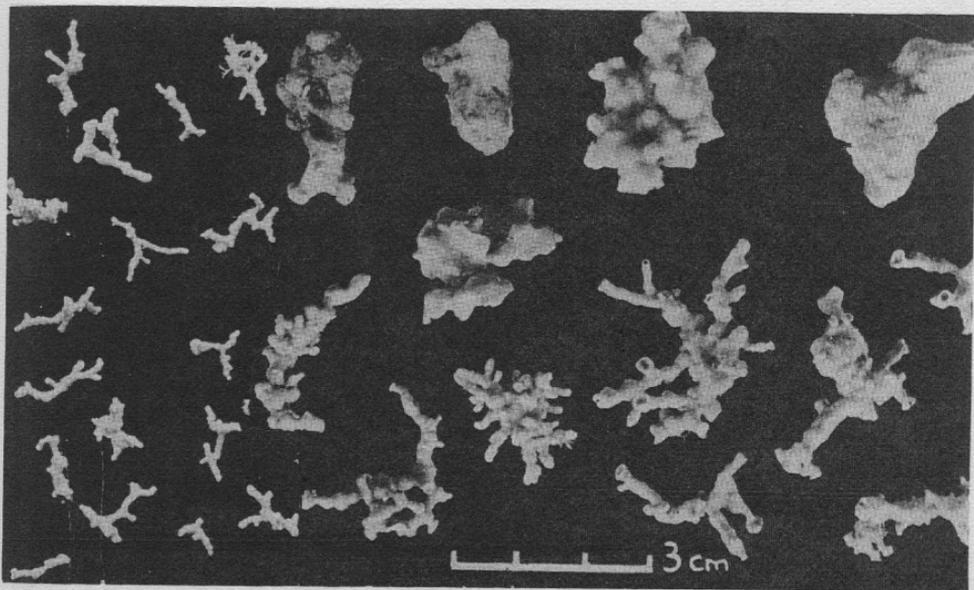


Fig. 5 - O cascalho de algas calcárias de Pernambuco: Melobesiae constitutivas.

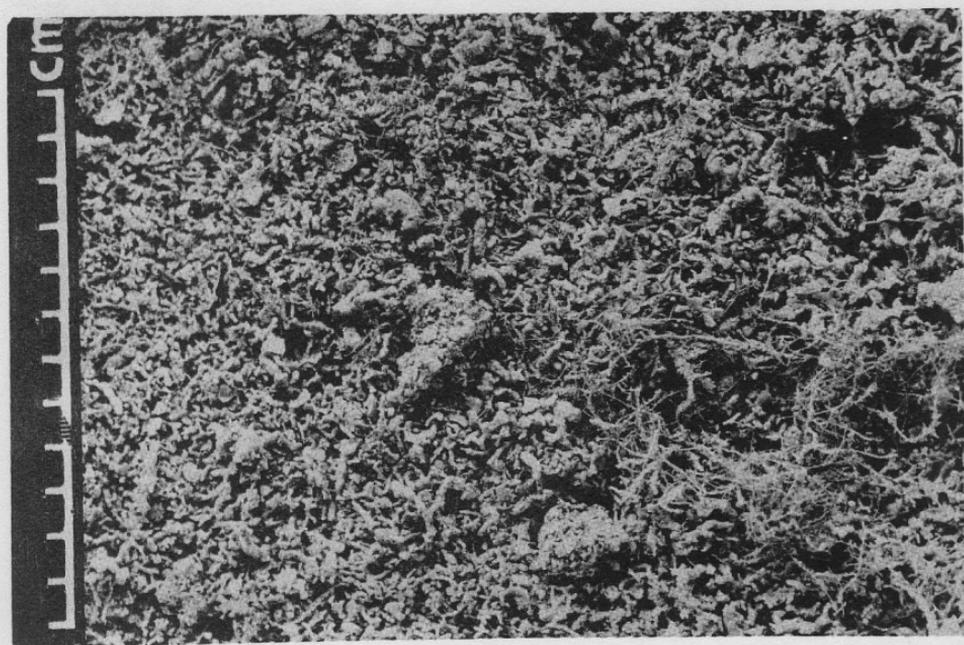
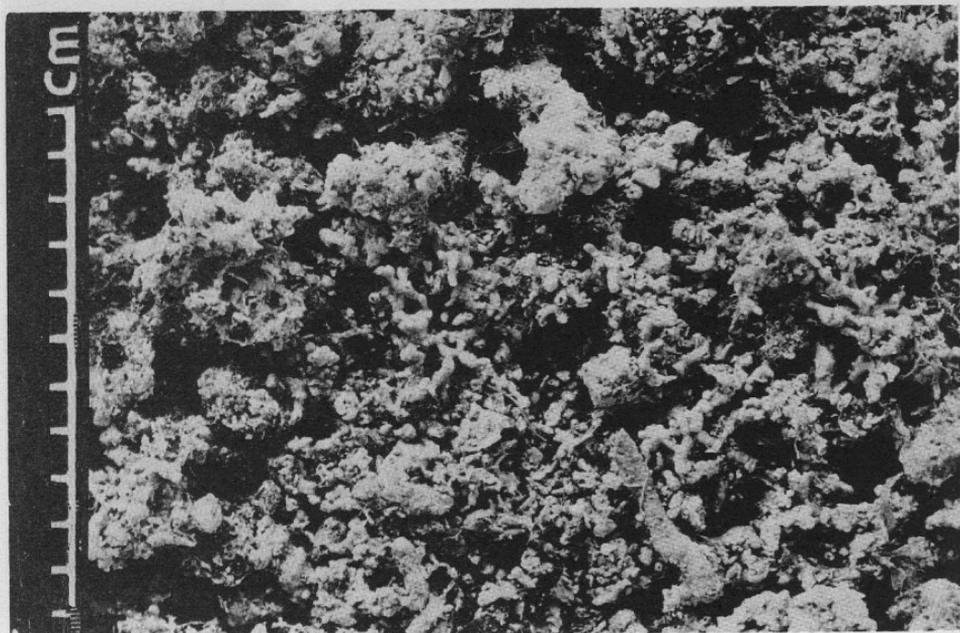


Fig. 6 - O cascalho de algas calcárias de Pernambuco: vários aspectos do sedimento bruto.

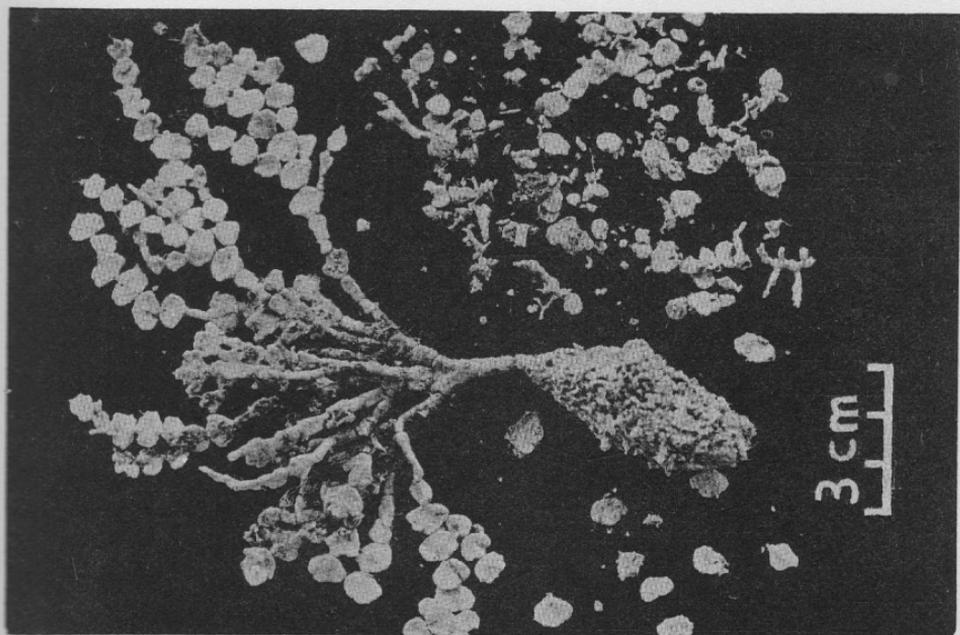
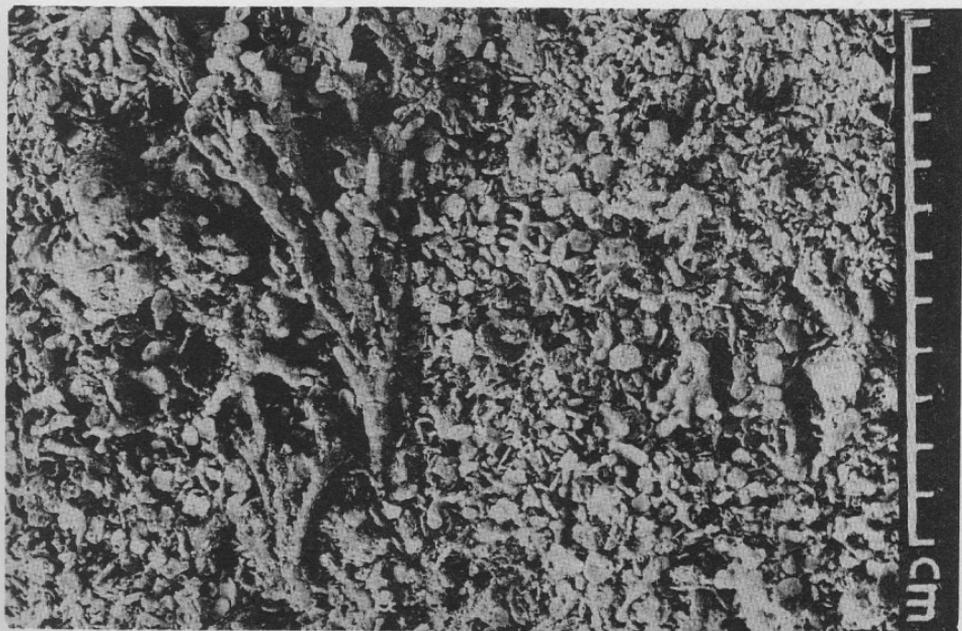


Fig. 7 - O cascalho de algas calcárias de Pernambuco: *Halimeda incrassata*, alga viva e fragmentos.