

Secretaria de Planejamento da Presidência da República
Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Diretoria de Divulgação — Centro Editorial

Boletim Geográfico

255

out./dez. de 1977 — ano 35

1 — A GEOGRAFIA E OS FENÔMENOS DE DOMINAÇÃO	5
2 — ESTUDO MORFOLÓGICO DO LITORAL E DAS BAIXADAS DO NORDESTE BRASILEIRO	20
3 — A MACROFLORA DO GONDWANA BRASILEIRO	80
4 — OCEANOGRAFIA FÍSICA — A IMPORTÂNCIA DO SEU CONHECIMENTO NA EXPLORAÇÃO DOS RECURSOS DO MAR	94
5 — O DESENVOLVIMENTO HIDRENERGÉTICO DO BRASIL	106
6 — O CLIMA DO ESTADO DO ACRE	112
7 — CLIMATOLOGIA DO BRASIL — 13	142
8 — BIBLIOGRAFIA	164
9 — NOTICIÁRIO	173

O Boletim Geográfico não insere matéria remunerada nem aceita qualquer espécie de publicidade comercial, não se responsabilizando também pelos conceitos emitidos em artigos assinados.

Boletim geográfico / Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística . — Rio de Janeiro : IBGE, 1943, abr. (A. 1, n. 1)-
Trimestral.

Mensal até 1951 ; Bimestral de 1952-1974.

Os 3 primeiros fascículos (1943, v. 1, n. 1-3) publicados sob o título "Boletim do Conselho Nacional de Geografia".

Variações na denominação do editor : Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Conselho Nacional de Geografia, Seção Cultural, 1943-1954 . — Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Conselho Nacional de Geografia, Divisão Cultural, 1954-1967 . — Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Instituto Brasileiro de Geografia, Divisão Cultural 1967-1969 . — Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Instituto Brasileiro de Geografia, Departamento de Documentação e Divulgação Geográfica e Cartográfica, 1969-1973 . — Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Departamento de Documentação e Divulgação Geográfica e Cartográfica, 1973-1977 . — Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Divulgação, Centro Editorial.

Numeração irregular : o v. 21 abrange o período de jan.-jun. 1963 . — v. 22, jul. 1963-jun. 1964 . — v. 23, jul.-dez. 1964.

Apresenta índices anuais e índices acumulados.

1. Geografia — Periódicos. I. IBGE.

IBGE. Biblioteca Central
RJ — IBGE/78-19

CDD 910.5
CDU 91(05)

sumário

A GEOGRAFIA E OS FENÔMENOS DE DOMINAÇÃO	PAUL CLAVAL	5
ESTUDO MORFOLÓGICO DO LITORAL E DAS BAIXADAS DO NORDESTE BRASILEIRO	CELESTE RODRIGUES MAIO	20
A MACROFLORA DO GONDWANA BRASILEIRO	JORGE HENRIQUE MILLAN	80
OCEANOGRAFIA FÍSICA — A IMPORTÂNCIA DO SEU CONHECIMENTO NA EXPLORAÇÃO DOS RECURSOS DO MAR	AFRANIO RUBENS DE MESQUITA	94
O DESENVOLVIMENTO HIDRENERGÉTICO DO BRASIL	FLÁVIO H. LYRA FLÁVIO MIGUEZ DE MELLO	106
O CLIMA DO ESTADO DO ACRE	ANTÔNIO GIACOMINI RIBEIRO	112
CLIMATOLOGIA DO BRASIL — 13 TROVOADA E NÉVOA SECA	ADALBERTO SERRA	142
BIBLIOGRAFIA	A Vegetação no Rio Grande do Sul LINDMAN, C. A. M. e FERRI, M. G.	164
	The Geography of Economic Systems BRIAN J. L. BERRY, EDGAR C. CONKLING e D. MICHAEL RAY	168
	Migraciones Internas — Teoría, Método e Factores Sociológicos JUAN C. ELIZAGA e JOHN J. MACISCO JR.	170
	Países y Ciudades — Comparación de Estrategias para el crecimiento urbano LLOYD RODWIN	170
	El Estudio de la Población PHILIP M. HAUSER e OTIS D. DUNCAN	170
	A Humanização do Meio Ambiente — Simpósio do Instituto Smithsonian (EUA) Weather Forecasting for Agriculture and Industry	171
	JAMES A. TAYLOR Society and Population	171
	DAVID M. HEER	171
NOTICIÁRIO	CNPq promove ampliação da gravimetria no País	173
	IX Conferência Cartográfica Internacional	173
	Estudo da Bacia Sedimentar do Jatobá	174
	Inventário Hidrológico do Nordeste	174
	Mapeamento do Estado de Minas Gerais	174

A ocupação do espaço e sua melhor distribuição vêm sendo objeto de constantes estudos por parte dos geógrafos. Após a Segunda Guerra Mundial, passaram a dedicar maior atenção ao assunto "sob a influência de novas pesquisas sociológicas e econômicas, a desigualdade dos estatutos, o exercício do poder e suas conseqüências para a organização do espaço".

Na tentativa de encontrar uma diretriz que sirva de base para a implantação de uma política espacial visando à formação de um quadro mais equilibrado do que aquele em que vivemos, onde as estruturas capitalistas drenam a mais-valia para as áreas já desenvolvidas", o professor Paul Claval, da Universidade de Paris, apresenta este valioso trabalho que, sem dúvida, constituirá importante subsídio para a discussão deste problema que afeta quase toda a humanidade.

A Geografia e os fenômenos de dominação

PAUL CLAVAL *

RESUMO

Durante muito tempo a Geografia negligenciou os fenômenos de dominação. Os marxistas foram os primeiros a analisá-los, sem se basearem, entretanto, em qualquer teoria rigorosa. Uma abordagem moderna deve distinguir o jogo do poder do jogo da autoridade e do jogo da influência: suas características espaciais não são idênticas. De modo geral, os efeitos de dominação estão intimamente ligados à arquitetura dos fluxos de informação e aos diferentes tipos de exterioridades. Há uma relação profunda entre a organização espacial das sociedades e as formas de poder por elas geradas.

I. A origem da reflexão sobre dominação e espaço

Durante muito tempo a Geografia não deu atenção aos fenômenos de dominação. Seu objetivo era explicar a diversidade regional da terra, limitando-se, assim, à paisagem; as relações de subordinação, de autoridade e de influência não são percebidas diretamente no espaço, mas sim no tamanho e luxo das casas e na hierarquia dos sinais exteriores de riqueza que frequentemente resulta de relações desiguais. A maioria dos autores não ousava ir além de algumas sugestões sobre as causas das tensões percebidas diretamente na própria aparência das

* O autor é professor da Universidade de Paris. Transcrito com autorização de *L'Espace Géographique*, n.º 3, tomo V, 1976.

coisas: não correriam o risco de esquecer o propósito da Geografia se se aventurassem a ir mais adiante na busca da explicação?

Em comparação com o método regional, a reflexão geral ocupava uma posição modesta. Existia, entretanto, um corpo de Geografia Econômica e um corpo de Geografia Política, enquanto que a Geografia Social revelava-se como desejável, embora não se soubesse por onde começar a organizá-la. Nesses campos mais abstratos, a pesquisa poderia deter-se mais nos efeitos de comando e na diversidade das possibilidades de ação de que dispõem os agentes geográficos. Ela dispunha de um instrumental teórico adequado.

Na tentativa de ser algo mais do que simples levantamento de recursos e de sistemas espaciais de exploração, a Geografia Econômica se servia parcial ou totalmente dos instrumentos da Economia Política. Esta havia-se constituído como um domínio teórico, a partir de um certo número de hipóteses simplificadoras, podendo, assim, formalizar facilmente suas interpretações. O modelo do homem econômico e do mercado de concorrência pura e perfeita eliminam intencionalmente os fatos de influência. As condições reais são freqüentemente muito diferentes das condições fixadas pelas hipóteses de base, o que se leva em consideração ao tornar flexível e alterar o quadro teórico. Organiza-se o quadro da dimensão desigual dos agentes, fala-se das grandes empresas, dos trustes, dos cartéis e dos acordos. Os modelos do oligopólio, do monopólio e da concorrência monopolista corrigem o que era demasiadamente simplista no esquema clássico. Entretanto, eles não passam de retoques e não formam um conjunto coerente, englobando todos os aspectos da vida econômica em um só sistema.

Os empréstimos da economia política levaram os geógrafos a insistirem no papel dos mercados no funcionamento do sistema econômico global: o essencial da economia espacial baseava-se no modelo clássico. Conhecia-se muito bem a função das grandes concentrações, falava-se da cartelização no desenvolvimento da indústria alemã no fim do século XIX e no início do século XX, ou ainda da importância dos trustes na América da mesma época — mas, nesse campo, utilizava-se muito mais a História do que a Economia, ficando-se, assim, a nível de descrição e de interpretação elementar.

A Geografia Política teve um destino diferente. Após um início promissor, ela se deixou comprometer, algumas vezes, em aventuras duvidosas, por não se ter aprofundado suficientemente nas origens dos fenômenos de poder e de autoridade. Ao fugir das tentações oferecidas pelos sistemas impregnados de ideologias não científicas, tornava-se prisioneira de um formalismo que era compartilhado pela maioria dos especialistas em Direito e em fatos políticos, pois não se distanciava o bastante da definição legal das estruturas de autoridade para que surgisse como um campo de pesquisa autônomo. Em muitas obras do fim do século passado e do início deste, a parte consagrada à análise das estruturas políticas se ocupa inteiramente da exposição da constituição e das grandes linhas da organização administrativa do país. A idéia de que possa haver matéria de estudo além das normas e dentro do jogo real da autoridade quase não atinge a maioria dos autores. As conseqüências deste estado de espírito são evidentes: o interesse pelo funcionamento das instituições nos territórios nacionais desaparece, pois presume-se que não mais exista qualquer diferenciação nos estatutos e no exercício da liberdade. Os problemas ligados às fronteiras são os únicos que parecem persistir.

Depois da Segunda Guerra Mundial a posição dos geógrafos se modificou. Sob a influência de novas pesquisas sociológicas e econômicas, a desigualdade dos estatutos, o exercício do poder e suas conseqüências para a organização do espaço atraíram cada vez mais a atenção. Na França, François Perroux dá ênfase aos fenômenos de dominação que modelam a Economia desde o início da década de 50, motivado pela influência do pensamento sociológico e, ao mesmo tempo, pela preocupação de explicar evoluções, até então negligenciadas: as que acentuaram progressivamente as disparidades entre as regiões no plano nacional, ou entre as nações no nível internacional. Quanto aos fenômenos de polarização, ele descreve situações espaciais cuja explicação deve ser procurada nas condições que originam uma crescente desigualdade, isto é, nos efeitos do poder.

Os geógrafos também se interessam pelos desequilíbrios regionais (Gravier, 1947) e internacionais; eles os descrevem e denunciam, mas não dispõem de instrumentos para interpretá-los; a intensificação das oposições não tem qualquer relação com as diferenças em termos de fatores naturais a que se reduz a interpretação da Geografia Econômica clássica. A análise das relações na cidade e no campo constitui o domínio onde eles se sentem mais à vontade, pois entre as massas camponesas pobres e as burguesias urbanas as tensões são múltiplas. A opulência de uns se alimenta da miséria dos outros; muitas cidades do mundo tradicional vivem da renda fundiária retirada das terras que controlam nas circunvizinhanças (Dugrand, 1963).

Durante muito tempo a explicação no mundo industrial ficou mais complicada do que no mundo rural: as grandes empresas têm direções longínquas que escapam ao investigador lo-

cal. Além disso, que perguntas lhes seriam feitas se por acaso fossem encontradas? O geógrafo não está preparado para compreender as decisões e a maneira pela qual elas são tomadas, mas ele percebe que o poder é extremamente concentrado. Para interpretar corretamente os fenômenos da Geografia Industrial, não conviria, em primeiro lugar, organizar o quadro dos que dispõem de autoridade? No decorrer da década de 50, os pesquisadores descobrem a função dos conselhos de administração. Eles estabelecem, com a mesma minúcia que os economistas, o jogo das participações, e assinalam as transformações que fazem com que o controle passe de um grupo para o outro. Dessa forma, eles têm a sensação de estarem explicando uma parte do que, até então, lhes havia escapado.

Em grande parte, esta mudança de atitude foi, sem dúvida, motivada pelo marxismo. Muitos jovens geógrafos, especialmente na França, se deixam seduzir pelo comunismo e são, frequentemente, os primeiros a se interessarem pelos fenômenos de dominação, desempenhando um papel decisivo na análise das relações nas cidades e nos campos. Entretanto, não são os únicos e nem sempre os iniciadores: ainda que o meio intelectual dos países anglo-saxões, impregnado da ideologia liberal, hesite diante de modelos que ressaltam os conflitos, as lutas e as tensões, os intelectuais na França deixam-se influenciar facilmente por modelos que não são tão mecânicos quanto os propostos pelos economistas e sim mais realistas, pois estão mais próximos da observação imediata. Talvez o marxismo tenha atuado em segundo plano, exercendo uma influência geral sobre o espírito da época — afinal, não é verdade que, já há muito tempo o ensino da história deu lugar à luta de classes, mesmo entre os professores contrários a qualquer idéia comunista ou socialista?

O interesse pelos fenômenos de dominação se desenvolveu com bastante rapidez em outros países latinos onde as condições sociológicas eram bem parecidas com as da França. Na Itália, esse processo foi mais lento em virtude do conservadorismo de alguns professores nomeados durante o período anterior, e na Espanha ele foi freado pela ideologia dominante. Entretanto, desde 1955, as idéias francesas são conhecidas na Itália, graças a autores como Lucio Gambi e Aldo Pecora; os estudos sobre o Mezzogiorno, referentes às reformas agrárias, concentram-se nas desigualdades próprias da sociedade italiana e nas condições que as criaram e as mantiveram. Nos países latino-americanos a tomada de consciência do subdesenvolvimento segue o mesmo caminho. Raul Prebisch é um dos primeiros a responsabilizar a ação das grandes potências pela degradação das condições econômicas que caracteriza a América Latina. Tais potências são a origem da deterioração das relações de troca que anula qualquer esforço que possa ser feito no sentido de promover o crescimento. Os geógrafos aderem rapidamente a essa linha de pensamento. A revolução cubana acelera o movimento.

Até 1965, aproximadamente, a Geografia anglo-saxã não participa do movimento: a profunda renovação que conduz à nova Geografia inspira-se na mais clássica das economias — especialmente nas reflexões dos economistas espaciais. Mesmo quando os pesquisadores tentam mostrar-se mais realistas, é para a economia que eles se voltam, adotando os modelos behavioristas de Kenneth Boulding, Herbert Simon ou James March. Isto permite introduzir novas idéias, ressaltar o papel das árvores hierárquicas e das estruturas de autoridade na elaboração das decisões, sem modificar, entretanto, a orientação geral dos estudos.

O desenvolvimento do movimento radical modifica progressivamente esta situação. A América descobre a pobreza em 1962 com a publicação da obra de Michael Harrington. Os jovens pesquisadores já não conseguem deixar de assinalar problemas que colocam em questão o sistema americano. Os estudos sobre os guetos, sobre a formação de zonas de pobreza e sobre a dominação do sistema por uma minoria de homens de negócio se multiplicam. Tais estudos utilizam, em grande parte, meios de formalização da nova Geografia, empregam com habilidade análises fatoriais, e se apóiam nos métodos da ecologia fatorial, tomados de empréstimo à Sociologia, enriquecendo-os. Em tudo isso a reflexão teórica é bem fraca, mas entre os economistas e os sociólogos há exemplos que devem ser considerados. Os antropólogos americanos foram os primeiros a conceber o homem como produto da aculturação, que é uma função do sistema social pelo qual ele é condicionado. A idéia se propagou entre os sociólogos através dos trabalhos de David Riesman e de William Whyte. Entre os economistas essa idéia se reúne às noções e aos esquemas propostos por Torstein Veblen no início do século. Os ensaios de Vance Packard ressaltam a importância dos consumos irracionais do dia-a-dia dos americanos. Como John Kenneth Galbraith não tarda em demonstrar, é preciso apelar para efeitos de dominação muito mais importantes, até então nem cogitados, para compreender a sociedade americana contemporânea: o poder da tecnoestrutura é totalmente preponderante na medida em que ela seja capaz de suscitar, através do condicionamento publicitário, uma demanda tal que assegure o equilíbrio e o crescimento do sistema.

Depois de alguns anos, a situação da pesquisa geográfica nos países anglo-

saxões se assemelha à das nações continentais da Europa; a influência das idéias marxistas cresce: ela se faz notar nas tomadas de posição de William Bunge (1971), tornando-se explícita nos últimos trabalhos de David Harvey (1973). Ela é mais indireta, e também mais discreta, nas publicações que Henry Brookfield (1971, 1972) consagra aos problemas da Melanésia e ao subdesenvolvimento, mas sua interpretação se apóia em esquemas do imperialismo tirados do pensamento marxista contemporâneo.

Até agora, em suas novas diretrizes, a Geografia americana tem-se aproveitado sobretudo da contribuição dos sociólogos e dos economistas. Além disso, por intermédio dos primeiros, ela vem incorporando freqüentemente boa parte do pensamento antropológico. As idéias propostas pelos políticos ocupam um lugar muito mais modesto que só começa a se afirmar nas pesquisas voltadas para a compreensão das organizações políticas (Soja, 1971), ou em certos trabalhos relativos à arquitetura dos espaços urbanos (Cox, 1972).

Assim, em menos de 20 anos os fenômenos de dominação tornaram-se objeto de curiosidade geral dos geógrafos. No início o objetivo era esclarecer certos aspectos da distribuição da produção que a teoria econômica clássica não consegue explicar. Com o tempo o campo de investigação se ampliou: aprendeu-se a reconhecer as imposições da dominação nas escolhas dos consumidores, na organização do espaço habitado e nos fenômenos de zoneamento e de segregação no interior das aglomerações urbanas. Nas ciências sociais a atenção se fixa cada vez mais na análise das estruturas hierárquicas e da autoridade, assim como na análise da influência e da repressão que elas ocasionam. A partir do momento em que se deixa de considerar o indivíduo como dotado de uma na-

tureza que lhe confere autonomia e constância, a formação do caráter individual torna-se um dos maiores problemas, pois resulta da pressão e da repressão que o grupo exerce sobre instintos e comportamentos que se desviam dos padrões estabelecidos. Isso só acontece quando o conhecimento psicológico passa a contribuir para a compreensão dos mecanismos da dominação: a fronteira entre as ciências sociais e as ciências humanas desaparece. Percebe-se, então, a profunda semelhança entre princípios marxistas e alguns princípios freudianos.

II. Os esquemas atuais de interpretação

É, assim, perfeitamente normal que a análise dos efeitos do poder ocupe na Geografia contemporânea um lugar cada vez mais importante, o que traduz a profunda transformação do conjunto das ciências sociais e humanas, o cuidado de construí-las sobre um corpo de hipóteses mais realistas e a vontade de utilizá-las para formar um quadro mais equilibrado do que aquele em que vivemos. Os geógrafos errariam em não aderir a este movimento. Julgaremos desde o interesse de sua disciplina até a originalidade do que poderão explicar nesse domínio, que se apresenta como fundamental para a inquietação contemporânea.

Quando são examinados os fundamentos da reflexão sobre os efeitos de dominação, a situação da pesquisa geográfica parece pouco animadora. Os pesquisadores recorreram a disciplinas vizinhas e utilizaram os instrumentos que lhes pareciam indispensáveis. Eles não se preocuparam em saber se tais instrumentos seriam adequados para que se considerasse o espaço e nem tentaram saber até que ponto o afastamento, a distância e a dificuldade de comunicação eram fa-

tores-chaves na dialética da liberdade e da dominação.

Portanto, na maioria dos casos, as teorias da dominação são fundamentalmente a-espaciais. Tomemos por exemplo a reflexão marxista: ela nasce do estudo de situações concretas e da análise de evoluções históricas. Nesse sentido, o livro que Henri Lefebvre (1972) consagrou a *La pensée marxiste et la ville* é exemplar: a partir de *La situation de la classe ouvrière en Angleterre* até *O Capital*, vêem-se diminuir as referências à realidade geográfica.

À medida que os princípios explicativos se tornam mais precisos, a investigação espacial perde sua utilidade: embora ela possibilite a formulação de problemas, a solução não é procurada nos fenômenos de distribuição e de localização. Os problemas essenciais estão mais além, no aparecimento das classes, na luta que elas desencadeiam e nas contradições que explicam as constantes transformações da sociedade. A Geografia só aparece, então, como um domínio secundário da investigação. Exige-se que ela especifique as condições próprias à evolução de cada sociedade, para que se saiba a que parte do esquema de interpretação é preciso apelar. Assim, este esquema é aplicado sem ser jamais colocado em questão pela diversidade das distribuições e das sociedades.

No fim do século XIX, a evolução do capitalismo mostra o aumento de tensão entre os países industriais e o resto do mundo. As grandes potências se lançam em políticas de conquista colonial. Não se deve, portanto, encarar esta situação como um sinal de crescentes contradições dentro do sistema capitalista e de um esforço para superá-las? Assim nasceram as teorias do imperialismo. Sabe-se de sua sorte a partir dos estudos de Rosa Luxemburg, de sua recente proliferação e também

das oposições que as caracterizam: segundo A. Emmanuel (1969), a desigualdade das trocas resulta, em parte, do aumento dos salários no sistema industrial e, segundo os pontos de vista clássicos, o efeito de dominação é atribuído à criação de estruturas capitalistas que drenam a mais-valia para as áreas já desenvolvidas. Em todo este florescer de estudos, só os de Samir Amin (1970) consideram o espaço, porém de maneira muito parcial e incompleta. As noções de centro e de periferia não se definem por situações topológicas; elas são explicadas pelo jogo dos fatores históricos do desenvolvimento da economia capitalista. O espaço não é, portanto, um fator explicativo, pois apenas facilita a descrição. A representação de áreas afastadas do principal foco de atividade, da direção e do progresso mostra o dinamismo desigual dos parceiros.

É evidente que nos diversos esquemas de dominação atuais há uma grande parcela de verdade, pois seu sucesso não é fortuito e eles permitem uma interpretação muito mais fiel do mundo contemporâneo, ao contrário dos modelos de harmonia por eles substituídos. Entretanto, pode-se perguntar se não estão sendo usados, indiscriminadamente, meios de explicação demasiado eficazes. Em matéria de pesquisa, há regras a serem respeitadas, como, por exemplo, apresentação de causas restritas; é perigoso empregar mecanismos demasiadamente gerais. Toda vez que se puder escolher entre dois modelos, um que apresente princípios frágeis e outro princípios sólidos, deve-se preferir o primeiro se ele abarcar a totalidade do fenômeno observado. Por quê? Porque se as condições se modificarem ou a interpretação não estiver boa, haverá grandes possibilidades de que surja alguma parte inexplicada que leve a uma reconsideração do problema e a um avanço no conhecimento. Escolhendo, logo de início, um princípio excessivamente eficaz,

evita-se esse risco de tal modo que se pode, durante muito tempo, ter como base um fundamento falso, sem que disso se tenha consciência. Esta é a objeção que se pode fazer à maioria dos esquemas de dominação atuais. A partir do momento em que sejam atribuídos poderes desiguais aos agentes geográficos, todos os fatos de distribuição podem ser explicados: para que tudo se integre, basta alterar o equilíbrio dos poderes atribuídos aos agentes ou alegar as contradições e a imprevisão de seus comportamentos.

Portanto, se o objetivo é atingir explicações que satisfaçam aos cientistas e se a Geografia é considerada como algo diferente de uma simples ilustração de princípios definidos pelas outras disciplinas sociais, parece-nos, então, indispensável um esforço no sentido de maior rigor: por que não avaliar o jogo do poder, da autoridade e da influência ao introduzir variáveis espaciais? Sob essa condição é que a Geografia, em vias de se aperfeiçoar, será diferente de uma simples aplicação de temas grosseiros de análise.

III. Elementos para uma teoria geográfica da dominação

Até aqui empregamos; indiferentemente, os termos poder, autoridade, influência e dominância. Se quisermos elaborar uma teoria válida da dominação será necessário distingui-los.

1. Exercer poder sobre alguém é ter a possibilidade de lhe impor sua vontade, de obrigá-lo a ajustar-se a um modelo de comportamento que, por si mesmo, ele não teria escolhido. Quando se possui autoridade, o exercício do poder torna-se mais fácil na medida em que os que a ele estão sujeitos aceitam o princípio da submissão a uma vontade exterior, conferindo-lhe o direito ou a possibili-

dade de interferir em alguns domínios de sua existência.

A influência toma formas mais diversas e muitas vezes mais indiretas do que o poder e a autoridade: ela não implica em anulação, imposta ou aceita, da capacidade de escolha da pessoa influenciada, resultando apenas de uma modificação de regras e valores que torna mais prováveis as soluções convenientes aos desejos ou anseios do beneficiário. Ela marca, portanto, uma redução do campo das decisões, pois as precede e prepara através de toda uma série de condicionamentos.

O termo dominação é mais vago do que os anteriores. É evidente que ele os engloba (eu domino as pessoas sobre as quais exerço poder, autoridade e influência), mas designa situações um pouco diferentes. Posso dominar uma pessoa agindo sobre o contexto em que ela se encontra, de tal maneira que as possibilidades a ela oferecidas se reduzam: as escolhas que me desagradam ou que ameaçariam minha posição passam a ser, para ela, impossíveis. Assim, limitando os rendimentos de certas classes da população, eu as domino e impeço o seu acesso a gastos que me desejo reservar. Os meios de dominação são mais diversos e indiretos que os de influência: podem ser econômicos, como no exemplo anterior, e sociais, pois os mecanismos atuais permitem que uma elite modele os gostos e as necessidades de uma população. A crítica moderna dos psicossociólogos habituou-se a reconhecer em tais efeitos de dominação o papel do inconsciente e a exploração voluntária das tendências profundas do ser por parte daquele que procura organizar o sistema social em seu próprio benefício.

Todos os aspectos da dominação implicam em comunicação entre os indivíduos: assim, vê-se, pela primeira vez, a intervenção das limitações espaciais

(Claval, 1973). A medida que aumenta a distância entre o emissor e o receptor de uma mensagem, a informação transmitida se empobrece: ela é filtrada no momento da codificação e da decodificação, e perturbada na transmissão pelo conjunto de ruídos. Depois de um certo limite, a comunicação torna-se impossível: trata-se do alcance máximo da mensagem. Este limite pode variar de acordo com o conteúdo, a importância da informação a ser transmitida e a tecnologia utilizada. De modo geral, ainda que sejam usados instrumentos modernos de telecomunicação, as relações a distância são inferiores às relações face a face no sentido de que são mais lentas, não se prestam tanto ao diálogo e são enfraquecidas pelas perdas na transmissão. Portanto, a distância afeta sensivelmente a dominação, mas o faz de diversas maneiras, segundo as modalidades desta.

12

O exercício do poder não exige investidas preliminares em matéria de comunicações, pois não implica em esforço para convencer as pessoas a serem dominadas pelos bons propósitos de sua ação. À primeira vista, isto minimiza as pressões exercidas sobre o sistema de comunicação e deveria facilitar a ação à distância. Entretanto, após certa reflexão, percebe-se que a função principal do sistema está sendo esquecida, isto é, o controle das instruções e das ordens dadas. Se os agentes não participam do mesmo sistema de valores, não há nada que garanta a execução das ordens, a não ser o medo de punições, represálias ou sanções. O funcionamento do aparelho repressivo pressupõe um fluxo de informações constantes e de grande valor: a vigilância não pode relaxar; ela requer uma ligação permanente entre os detentores da autoridade e os que são responsáveis pelas operações policiais. O alcance da relação de poder puro é geralmente pequeno, como prova o

exemplo dos sistemas políticos primitivos.

A autoridade exige uma ação prévia, de natureza pedagógica: ela se fundamenta na condição de que o conjunto das pessoas dominadas aceite uma regra segundo a qual confiem certas decisões a um centro exterior. Para tal, nem sempre a ação da propaganda é suficiente, pois só quando se submete à estrutura dos valores aceitos por todos é que atinge os grupos aos quais se dirige. Uma vez bem firme, a autoridade encontra condições mais fáceis de ação, o que não acontece com o poder puro: a ação da vigilância se relaxa à medida que as regras são interiorizadas pelos protagonistas. Num área cultural homogênea, dentro de um sistema de forte coesão, a ação da autoridade é pouco influenciada pela distância.

O exercício da influência encontra condições ainda menos vigorosas: não é mais necessário, como no caso anterior, obter o consentimento formal das pessoas a serem dominadas. Basta persuadi-las, muitas vezes sem que percebam, a modificarem seu sistema de valores, a aceitarem novas regras ou a rejeitarem as antigas. Para tal, podemos utilizar canais naturais de comunicação, ter como base os efeitos de contágio social e centrar toda a ação da propaganda sobre os elementos que desempenham um papel estratégico na evolução das atitudes do grupo. Conquistando a confiança das elites e contando com o apoio das figuras importantes das sociedades altamente hierarquizadas, chega-se facilmente a uma profunda atuação. A dominação será difusa e talvez também mais imprecisa em seus resultados do que quando baseada no exercício aberto de um poder ou de uma autoridade; porém o custo do funcionamento do sistema, em termos de informações, será muito menor, o que significa um alcance nitidamente maior.

As vias mais indiretas da dominação são as que levam à modificação do campo das possibilidades a partir das quais são feitas as escolhas. A própria natureza da assimetria explica o fato de que tal assimetria seja muitas vezes provocada por transformações não intencionais, isto é, involuntárias. Assim, os efeitos de demonstração resultam da livre difusão das técnicas de consumo através dos meios de comunicação de massa: apreende-se espontânea e muito rapidamente os comportamentos indispensáveis para tirar proveito de novos bens que passam a ser desejados. Desse modo, amplia-se o campo das possíveis escolhas em matéria de consumo, o que significa, numa sociedade de recursos limitados, uma redução da poupança e uma maior dificuldade de investimentos. Nesse caso, a limitação da liberdade dos dominados passa, primeiramente, por um aumento das tentações com as quais eles se defrontam; essa limitação não resulta de um cálculo maquiavélico dos ricos, mas sim da facilidade desigual de difusão dos conhecimentos: os que abrem novos caminhos à produção demoram mais a ser assimilados do que os que levam a aumentos da despesa.

Se o efeito de dominação for consciente, como no caso em que nasce no exercício do poder e da autoridade, ou inconsciente, como às vezes acontece quando apenas a influência e a dominação indireta estão em jogo, a função da distância é sempre tão perceptível que os limites de cada modalidade podem ser assinalados. O exercício direto do poder só é possível na área imediata, onde há facilidade de controle. Ele não pode atuar além dessa área, a não ser sob a forma de autoridade ou sob a forma de sistemas compostos que combinem exercício de poder e de autoridade. Para dirigir uma empresa em um país distante, dá-se, de bom grado, a essa empresa a forma de uma organização

moderna, ou seja, de uma burocracia, termo de conotações desagradavelmente negativo, mas menos ambíguo: utiliza-se um enquadramento que aceita a autoridade da direção, o que permite reparti-lo entre pontos afastados sem prejudicar a eficiência do sistema; sua tarefa é fiscalizar as operações locais e exercer um poder direto sobre os escalões inferiores da hierarquia. Na época histórica, a expansão das estruturas territoriais no domínio político sempre se baseou em tais princípios. Para a vida econômica, as condições são análogas. Antes do desenvolvimento da maquinaria agrícola, isto é, antes das primeiras décadas do nosso século, as grandes explorações não trouxeram qualquer vantagem direta ao domínio da produção agrícola. Entretanto, desempenhavam um papel fundamental sempre que era preciso visar a um mercado distante: Roma na Antiguidade, e a Europa Ocidental em relação às plantações que se multiplicam a partir do fim do século XVI no mundo tropical. A invenção de técnicas de dominação é a causa da ampliação da área organizada pela Europa ou a consequência da descoberta de novas terras e de novas oportunidades de lucro? Sem dúvida, tanto uma como outra. Vê-se neste exemplo a dificuldade encontrada na maioria dos estudos que tratam desses problemas: em muitos casos a assimetria das relações é antes uma defesa contra os efeitos do mal funcionamento causado pela distância do que a causa do aparecimento de grandes sistemas. Sem o controle das técnicas de enquadramento social, a criação de grandes espaços seria impossível; porém, sem a preexistência de grandes espaços, as motivações para utilizar tais técnicas seriam fracas ou nulas.

Por outro lado, quando os efeitos diretos do poder são bloqueados como, por exemplo, por uma ruptura política que quebre os elos de dependên-

cia entre um país e o estrangeiro, os efeitos indiretos de dominação não tardam a ser procurados ou a aparecer: eles são conciliáveis com níveis bem mais fracos de troca de informações. A lógica da independência exige que esta independência não seja total, a não ser que o país esteja cercado por uma cortina intransponível — seja de ferro ou de bambu. Só a este preço é que poderão ser reduzidos os níveis de comunicação, até que deixem de ser portadores de efeitos de dominação.

2. Para estudar os aspectos espaciais da dominação não basta considerar todos os obstáculos criados pela distância ao exercício do poder e dos seus substitutos; deve-se considerar também o papel do espaço nas possibilidades de escolha oferecidas aos agentes econômicos e ressaltar os efeitos de contágio que, ao criarem solidariedades entre localidades vizinhas, introduzem mecanismos há muito tempo negligenciados pelos politólogos e pelos geógrafos. A liberdade de viver e de agir é limitada pela possibilidade de usar recursos estratégicos. Nas economias pré-industriais a maioria desses recursos é tirado da terra, de modo que o sistema só pode ser igualitário se os solos cultiváveis forem repartidos entre os parceiros tão regularmente quanto possível. Daí surgiu o ideal jeffersoniano de democracia: para evitar os perigos criados pela desigualdade de bens, convém estabelecer o regime político sobre uma democracia social de pequenos proprietários, como se pode ver em certas regiões do leste dos Estados Unidos. Por outro lado, nas civilizações tradicionais o poder e a dominação têm como instrumento o domínio da terra pelas classes dirigentes.

O aparecimento das economias industriais modifica o problema: o capital torna-se fator estratégico da produção; aquele que o possui pode organizar a

seu modo toda a economia. Aqui, em geral, a análise se detém, ficando incompleta. Ela, aparentemente, não mais considera o espaço: o capital é móvel e a ordem se define em relação a elementos não localizados.

No momento da escolha, a capacidade de usar informações precisas e extensas e a habilidade de empregar todos os conhecimentos técnicos para resolver um novo problema pesam consideravelmente. As informações e os conhecimentos técnicos que determinam a transparência do meio e permitem prever o futuro com maior segurança são indispensáveis à elaboração de decisões eficazes. Num universo onde as mudanças são cada vez mais frequentes e profundas, o acesso à informação parece ser, muitas vezes, mais importante como fonte de influência e dominação do que o controle dos bens de equipamento.

A sociedade industrial torna-se rapidamente uma sociedade afluyente. A atividade produtiva ocupa apenas uma parte do tempo de cada indivíduo. As horas de lazer se prolongam. Para desfrutar a vida é importante encontrar num horizonte próximo um conjunto de oportunidades esportivas, sociais ou culturais que a valorizem. O poder e a influência encontram ocasião de se manifestarem em tais aspectos da interação coletiva, que se tornam cada vez mais importantes. Neste domínio o acesso aos bens desejados depende da organização dos fluxos que transportam a novidade, a arte e o valor, e de sua acessibilidade: nesses fatores encontram-se as condições que fixam os limites efetivos da liberdade.

Em nossa civilização o direito ao ensino (Bourdieu e Passeron, 1964) e o direito à cidade (Lefebvre, 1968) correspondem ao reconhecimento dessa aspiração fundamental à liberdade e ao desenvolvimento pessoal, mas não garantem o exercício efetivo da auto-

nomia se a publicidade e a instrução forem orientadas no sentido de favorecerem o interesse de minorias e se a organização do espaço não corresponder às expectativas e às necessidades da maioria. Nesse caso, os efeitos de dominação são freqüentemente dissimulados, indiretos e, portanto, difíceis de serem descobertos, podendo-se, às vezes, imaginá-los onde não existem. Este é o setor em que os instrumentos de análise são mais escassos: até que ponto a estruturação das redes de informação e dos espaços de relação afeta a liberdade individual? Até que ponto o indivíduo fica condicionado pelo contexto em que se encontra imerso, sem tê-lo construído ou mesmo desejado? A análise das formas da dominação torna-se cada vez mais complexa quando o interesse pelo controle das forças produtivas deixa de ser único e quando são considerados todos os outros instrumentos que podem criar ou transmitir influência.

3. Entretanto, diante de tais questões, a situação dos geógrafos não é inferior à dos outros pesquisadores em ciências sociais. Na medida em que o espaço seja um fator-chave, eles podem trazer elementos originais de solução. As recentes pesquisas sobre os efeitos externos o mostram. Em termos de uso da terra, em escala microgeográfica, raramente é possível restringir os efeitos de determinada utilização aos limites de uma pequena propriedade: o terreno que serve para construir uma usina, uma casa de campo ou uma praça de esportes não fica totalmente isolado de seus vizinhos. Ele é o ponto de partida ou de chegada de uma grande quantidade de fluxos como, por exemplo, bens, pessoas e informações. A maioria desses fluxos são canalizados pelo sistema de vias que permitem que as propriedades tenham acesso à circulação geral; mas nem sempre isso acontece. Os fluxos materiais seguem, às vezes, outros

caminhos: assim, as efluências gasosas se espalham na atmosfera e afetam a vizinhança tanto mais intensamente quanto mais fracos forem os ventos. Não é fácil, também, canalizar fluxos de informações: constroem-se muros para escapar da visão, mas cria-se, ao mesmo tempo, um transtorno para os vizinhos ao limitar o seu horizonte; é quase impossível diminuir o incômodo causado pelo barulho, a não ser pela distância. Quanto ao uso da terra, a existência desses fluxos múltiplos dá origem, portanto, a economias e desconomias externas, isto é, a efeitos que atingem os outros. As decisões da pessoa que ocupa um terreno têm repercussões entre os vizinhos que gostariam de obter apenas vantagens e evitar todas as desvantagens da coabitação.

Há 10 anos atrás, Davis e Whinston (1963, 1964, 1965) tentaram descobrir como se resolviam os conflitos de localização. Para tal utilizaram a teoria dos jogos, considerando dois jogadores, I e II, que podem se instalar em dois locais, A e B, isolados ou lado a lado (fig. 1). Cada um pode criar uma vantagem, uma desvantagem ou deixar seu parceiro indiferente: todas as situações são apresentadas em matriz de dupla entrada; as posições de cada jogador figuram, respectivamente, em linha horizontal e vertical; as três possibilidades referentes ao valor das exterioridades (positiva, nula ou negativa) definem as 9 grandes divisões do quadro; em cada uma delas figuram os ganhos e perdas acarretados pela localização no mesmo lugar ou pela localização independente: no total, o quadro compreende, portanto, 36 divisões de ganhos e perdas.

No caso em que as exterioridades são nulas (divisão central), o mecanismo do mercado é suficiente para resolver todos os problemas da localização. Nos outros casos o mesmo não acontece. Quando os atores criam mutuamente vantagens ou desvantagens, a solução é automática: no primeiro caso (divi-

JOGADOR I

		JOGADOR I					
		EXTERIORIDADES POSITIVAS		AUSÊNCIA DE EXTERIORIDADES		EXTERIORIDADES NEGATIVAS	
		A	B	A	B	A	B
EXTERIORIDADES POSITIVAS	A	2.2	0.0	2.0	0.0	2.-2	0.0
	B	0.0	2.2	0.0	2.0	0.0	2.-2
EXTERIORIDADES NULAS	A	0.2	0.0	0.0	0.0	0.-2	0.0
	B	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.-2
EXTERIORIDADES NEGATIVAS	A	-2.2	0.0	-2.0	0.0	-2.-2	0.0
	B	0.0	-2.2	0.0	-2.0	0.0	-2.-2

16

são I do quadro) eles se aglomeram; no segundo caso (divisão 8) eles preferem se afastar e se instalar independentemente um do outro. Da mesma forma, se um cria vantagens e o outro fica neutro (divisões 2, 4, 5 e 7) estabelece-se um equilíbrio. O mesmo não acontece nas divisões em que se vê um dos jogadores oferecer vantagens e o outro desvantagens (divisões 3 e 6 do quadro), pois, nesse caso, o jogador que cria uma vantagem (II na divisão 3) não tem qualquer interesse em se colocar ao lado do outro.

O comportamento de I é inverso. Não há solução aceitável para os dois, pois as vantagens e desvantagens não são repartidas equitativamente, um dá e não recebe, o outro recebe e não dá.

A partir daí, compreende-se como se definem certas estratégias espaciais, e de que modo a ordem territorial e a ordem hierárquica surgem como sistemas complementares e, em parte, substituíveis. Se realmente existir um sistema de autoridade em que o primeiro jogador possa se apoiar, ele consegue obter de seu vizinho importuno uma

compensação pelas perdas sofridas. O mesmo não acontece na ausência de uma organização hierárquica que obrigue o causador de problemas ou de inconvenientes a pagar. O primeiro jogador pode tentar negociar com o segundo e exigir uma indenização; mas na ausência de um árbitro ou de um poder impositivo, o segundo jogador tende a recusar. Assim, a situação continua a mesma. A única possibilidade razoável para o primeiro jogador é retirar-se e escolher outra localização, supondo que o importunador demore algum tempo para fazer o mesmo. O sistema gera, portanto, uma instabilidade generalizada dos jogadores: os que criam vantagens são substituídos pelos que criam desvantagens. Quando explorados, os primeiros tentam instalar-se num espaço em que disponham de autoridade para que se precavendam contra o constante aparecimento dos que criam desvantagens.

Este é o mesmo mecanismo que dá origem aos guetos e à maioria das segregações nas cidades norte-americanas e, em menor escala, nas grandes cidades da Europa atual (Cox, 1972; Harvey, 1973). Ao vê-lo assim desmontado, compreende-se porque esses fatos se generalizam nas sociedades em vias de democratização, e porque eram mais raros nas sociedades aristocráticas antigas. Estas eram estruturadas segundo uma ordem hierárquica independente do espaço, o que protegia as figuras mais importantes contra os causadores de problemas e de desexterioridades: elas podiam se precaver contra esses importunadores, fazer com que eles respeitassem as normas gerais e evitar que eles perturbassem o ambiente em que eram tolerados. A partir do momento em que se renuncie a uma ordem hierárquica independente, as condições mudam. Por incrível que pareça, justamente os importunadores — os que, de maneira geral, têm os rendimentos mais baixos por serem os menos integrados no corpo social —

é que são capazes de exercêr, no espaço local, um efeito de dominação: fato descrito pelos membros da escola de ecologia humana de Chicago, ao analisarem, um pouco ao acaso, a gênese da zona de transição, já que o termo dominância só era usado quando tomavam como modelo a sociologia botânica. Para escaparem desses efeitos indesejados de dominações, os ricos, geralmente, só encontram dois meios: um transitório, a fuga, que sempre se repete diante da chegada de novos criadores de exterioridades; o outro, definitivo, o desmembramento do espaço, a segregação: graças às normas de zoneamento, os importunadores são eliminados de certos territórios.

Assim, encontram-se no domínio das sociedades humanas as penetrantes observações que Layhausen (1965) já havia feito sobre certas sociedades animais: o papel do espaço nos fatos de hierarquização é complexo e fundamental. As sociedades raramente escapam ao estabelecimento de uma ordem de prioridade. Esta ordem pode ser absoluta e independente das condições de localização, como é o caso de muitos animais gregários entre os quais a dominância resulta de ataques espaçados, que não são constantemente contestados; ela também pode ser relativa, como é o caso da maioria das espécies territoriais: dentro de seu domínio, o macho desafiado por um concorrente é geralmente vencedor da disputa, ainda que, fora dele, seja quase sempre derrotado. Assim se formam tantas hierarquias quantos forem os territórios.

Vê-se, assim, que sentido pode ter a territorialidade entre os grupos sociais. As análises de Davis e Whinston mostram que, entre os homens, as condições não são muito diferentes das que existem entre os animais: a única pequena diferença é que o homem participa dos dois sistemas (mas não se trata de uma originalidade total, tendo

em vista o caso do gato que está sendo estudado pelo etólogo alemão) e, sobretudo, que ele pode passar de um para o outro. A existência de uma ordem hierárquica fixa, sem dúvida, facilita a vida para grupos aglomerados. As hierarquias móveis são responsáveis pelo desenvolvimento individual ou de cada subgrupo que se isola dentro de uma área.

4. Até que ponto a hierarquia é antes um produto direto do equilíbrio territorial do grupo do que um mecanismo independente que fixaria a autoridade a partir de outras bases? Esta é a questão que se é levado a colocar, ao analisar a formação dos sistemas de comunicação no centro de uma população dispersa.

A interação social supõe uma troca incessante, isto é, a passagem rápida de um interlocutor para outro. Nos sistemas de telecomunicações isto só é possível se todas as linhas passarem por um mesmo ponto. Quando é vasto o espaço sobre o qual deve ser estabelecida a transparência, a convergência de todas as linhas para um mesmo ponto implica em gastos consideráveis. A experiência mostra que as trocas são numerosas, sobretudo entre os parceiros mais próximos. Portanto, é mais econômico dotar o país de uma rede de centrais elementares de comutação que assegurem, sem grandes despesas, uma transparência elevada nas áreas próximas. Para passar de uma central a outra convém estabelecer postos de nível superior, isto é, criar uma hierarquia. Dessa forma, a estrutura piramidal corresponde, antes de tudo, a uma preocupação com a eficiência na solução de um problema de organização do espaço. Uma vez criada, esta hierarquia, a serviço da informação, pode tornar-se um dos fundamentos da dominação e do poder: os que atingem mais facilmente a transparência sobre grandes espaços levam vantagem sobre os outros e ocupam, natural-

mente, posições mais fortes no conjunto da rede de relações sociais.

Conclusão

Com os poucos dados apresentados, não temos a pretensão de dar uma visão sistemática e ordenada desse domínio imenso e mal explorado; o objetivo é mostrar que o espaço não é um elemento indiferente, como que acrescentado ao sistema social; ele faz parte desse sistema, condiciona seu funcionamento, facilita ou retarda os fatos de difusão dirigida gerados pelo exercício do poder, da autoridade e da influência. Ele é um dos instrumentos indispensáveis através do qual se definem as estruturas hierárquicas, permitindo dar-lhes certa flexibilidade: quando as hierarquias estáveis mostram-se demasiadamente sobrecarregadas, pode-se optar por hierarquias parciais e variáveis segundo os lugares; elas dão a cada um possibilidades relativamente equivalentes de desenvolvimento. Assim, a Geografia dos efeitos de dominação explica a dinâmica dos sistemas sociais contemporâneos, mostrando a relação necessária entre a multiplicação das organizações de forte estrutura interna e a expansão progressiva dos espaços de relação; ressalta, também, a parcela de irrealismo que existe no fato de se querer lutar, simultaneamente, contra as estruturas de autoridade, contra as forças de segregação e contra as hierarquias permanentes. Há, sem dúvida, possibilidades de conciliação que ainda não foram descobertas; convém pesquisá-las seriamente. Por enquanto, tem-se a impressão de que, por falta de uma reflexão mais profunda sobre o papel do espaço na vida social, o pensamento ocidental segue um caminho que conduz, sem que se perceba, a conflitos insolúveis. Parece-nos ser da competência da Geografia fazer o esforço necessário de análise e de divulgação no sentido de esclarecer a sociedade

contemporânea sobre as condições a serem respeitadas, em matéria de organização do espaço, para que o jogo social não presencie a multiplicação de tensões inúteis.

Os trabalhos conduzidos pelos sociólogos e economistas ressaltam a complexidade dos caminhos percorridos pela dominação: há muitos desvios dos quais ainda não tomamos consciência.

Isto promete novos problemas para a análise espacial: ela ainda não está preparada para solucionar os problemas de autoridade. À medida que esta análise abandonar, mais decisivamente, a ótica naturalista tradicional e se aproximar das outras disciplinas sociais, é natural que seja levada a considerar, com maior profundidade, os elementos fundamentais de qualquer análise referente a grupos humanos.

Os estudos geomorfológicos da costa do Nordeste brasileiro têm-se constituído em motivo de inusitado interesse por parte dos universitários. O presente trabalho apresenta uma reformulação dos tratamentos sistemático e regional expostos dissociadamente em trabalhos anteriores e visa a aspectos significativos da evolução paleogeográfica e das condições atuais dos seus processos.

A autora, geógrafa da SUPREN (IBGE), baseia suas interpretações em observações locais, análise de cartas topográficas e náuticas e fotografias aéreas.

Estudo morfológico do litoral e das baixadas do nordeste brasileiro

CELESTE RODRIGUES MAIO

1. INTRODUÇÃO

A morfologia litorânea do Nordeste brasileiro caracteriza-se pela seqüência do modelado maciço, interrompida apenas em alguns trechos por unidades particularizadas por perfis sinuosos.

A linha de costa tem duas orientações gerais divergentes: uma, aproximadamente WNW-ESE, abrange os Estados do Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte, outra, NE-S, iniciada no litoral oriental deste último estado, encontra os extremos meridionais no Estado da Bahia. Este fato constitui uma das condições essenciais que rege a variabilidade dos processos atuantes nas paisagens costeiras.

No Estado do Maranhão e, em parte, no Piauí os vales de regime perene, afetados pelas características do clima quente e úmido, são portadores de possante carga aluvial que contribui para a sedimentação crescente do litoral.

A leste destes estados a rede hidrográfica alcança a costa, impossibilitada de se lançar, exorreicamente, ao mar. Os cursos d'água que aí chegam apresentam reflexos das interferências do clima semi-árido peculiar ao interior, divagando entre as planuras e se convertendo em canais anastomosados. Essas amplas extensões arenosas tendem a se expandir, consecutivamente, em tratos fluviomarinhas, seqüenciados ora por faixas arenosas ora por

setores lacustres interditados por dunas.

A morfogênese desenvolvida ao longo do litoral oriental nordestino contrapõe-se a do primeiro mencionado, porque os ventos que aí atuam são integrantes do quadrante leste e dotados de umidade. A natureza dos processos intempéricos, caracterizada predominantemente pelo desenvolvimento químico, age sobre minerais e rochas, decompondo-os.

Após a desagregação, as alterações diagenéticas trocam os elementos jazentes nas planuras, convertendo-os em faixas paralelas — as restingas.

Quanto à extensão do planalto continental, outro fator de expressão considerável como apoio aos estudos de evolução costeira, apresenta-se reduzida nas proximidades do cabo de São Roque (Estado do Rio Grande do Norte) e cabo de Santo Agostinho (Estado de Pernambuco), mas ampla ao norte, oeste e sul desses dois acidentes.

As correntes marítimas constituem agente transportador e influentes na acumulação dos sedimentos costeiros. No Nordeste elas se desdobram da corrente Equatorial nas imediações do cabo de São Roque — uma toma a direção setentrional e outra segue para SSW (corrente do Brasil), com velocidade mais moderada do que a primeira e, ao impacto dos acidentes litorâneos, assume caráter local. Perde influência nos trechos onde incide normalmente à costa, sobretudo a partir da cidade de Maceió (Estado de Alagoas) para o sul.

Fenômeno altamente significativo, conquanto não generalizado, é o relativo às marés. Seus efeitos maiores estão no litoral setentrional, em torno do golfeão maranhense, onde chegam a atingir até 7,40 metros de altura.

Por este fato, a pororoca aí é evidente, até mesmo em alguns furos e igarapés; esses fenômenos rareiam, entretanto, para leste, apesar de se registrarem, aí também, marés altas.

As formas de relevo sedimentar dominantes no litoral norte cingem-se a amplas baixadas fossilizadas pela invasão dos depósitos cenozóicos, mormente os arenosos, que motivam a contorção das embocaduras fluviais, e a terraços fluviais.

Os sedimentos silicosos no litoral oriental estão intensamente associados às argilas e aos seixos. O meio ambiente enseja a gênese de sucessivas restingas, praias consolidadas e recifes.

A multiplicidade dos fatores morfogenéticos que originaram a diferença da natureza e frequência das formas do relevo, entre os dois litorais considerados, parece ter sido herança de pretéritas épocas geológicas.

Os diversos regimes das bacias fluviais refletem-se sobre alguns remanescentes que permaneceram esculturados na paisagem.

A contribuição sedimentar causada por paleoclimas diversos propiciou aos rios condições genéticas para a elaboração e evolução das formas litorâneas atuais.

O domínio sedimentar, acentuadamente arenoso, desenvolve-se a leste da ilha de São Luís, na área dos “lençóis”. Nesse local as areias carregadas pelo rio Parnaíba são deslocadas para oeste, envolvendo os baixos cursos fluviais e ilhas. Restingas e dunas represam as embocaduras que se transformam numa complexa rede labiríntica lagunar, como ocorre, por exemplo, com o rio das Preguiças.

Os ventos alísios de direção nordeste movem os grãos arenosos que, tangidos pelas vagas, passam a se depositar

a sota-vento, constituindo bancos, restingas e dunas. Esses processos de assoreamento são evidentes na baía de Cumã, no trecho compreendido entre a ponta de Itacolomi e a cidade de Alcântara. Perdem expressão, no entanto, em algumas reentrâncias costeiras, onde o fluxo e refluxo das marés misturam areias e argilas continentais.

Os depósitos sedimentares articulados pelas correntes internas dirigem-se, às vezes, para locais onde se acumulam em grandes proporções, a ponto de acarretarem sérios problemas de comunicação entre o mar e o continente. É o que se processa na colmatagem costeira, evidente a leste do golfo maranhense, entre a ponta dos Mangues e a baía das Preguiças.

A leste a paisagem cinge-se à justaposição das barras arenosas, alternadas com setores lacustres, porque os cursos finais dos rios divagam, meandricamente, ante o impulso das areias que se acumulam a oeste.

No litoral oriental a convergência de fatores ambientais específicos dota a paisagem periférica litorânea de características peculiares como restingas e recifes.

2. LITORAL

2.1. Significado paleogeográfico das restingas e recifes nordestinos

Retomados pelas vagas e depositados na faixa litorânea, os sedimentos se acumulam ao longo da costa, constituindo as restingas.

Alguns cordões arenosos interioranos, já litificados pelos aliósios, são hoje testemunhos das influências eustáticas passadas, afigurando-se a paleorestingas, que podem corresponder a antigas posições da linha costeira.

A ocorrência de acidentes periféricos litorâneos pode ser correlacionada ao relevo submerso, como se conclui da análise e interpretação das cartas topográficas e náuticas.

A comparação entre a costa e o continente permite estabelecer uma tentativa de reconstituição paleogeográfica do litoral do Nordeste.

As formas de restingas evoluem facilmente em alguns trechos, como domínio dos processos químicos. A litificação, através da halmirólise, converte-se, gradativamente, nas peculiares linhas de pedras — os recifes.

Dispostos sob a forma de bancos ou em faixas paralelas, os recifes são morfológicamente assimétricos em suas vertentes a barlavento e sota-vento. Uma classificação topológica acompanha, portanto, o seu estudo.

Emersos ou imersos, apoiados nas praias ou localizados a grande distância destas, os recifes podem reconstituir as antigas posições das linhas costeiras.

Restingas e recifes definem muito bem o litoral nordestino não só como acidentes mas também porque a sua presença exerce grande influência no modelado do interior — a sua retaguarda há sempre represamento de areias e vasas, contornando trechos lacustres.

Constituem, ademais, obstáculos naturais à navegação que se comunica precariamente com o interior através das barretas, isto é, aberturas transversais às linhas de pedra, nas proximidades das embocaduras fluviais.

A ocorrência dos recifes verificada no mundo inteiro por vários cientistas tem valido, segundo as posições em que se encontram, como trechos referenciais para provar a oscilação do equador térmico.

Para se conhecer a gênese desses relevos é indispensável penetrar-se na interação das condições naturais inerentes à sua existência.

A linha de costa que bordeja o mar nas imediações da ponta do Calcanhar (Estado do Rio Grande do Norte) tem direção NW-SE até a ponta dos Seixas (Estado da Paraíba), donde se inflete para SW até o Recôncavo baiano. Excetuando-se este último acidente, o litoral oriental nordestino caracteriza-se pela linealidade.

O perfil retilíneo da costa é explicado pela correlação estreita entre a localização dos cordões arenosos e os tipos de cursos fluviais.

As praias desenvolvem-se graças à carga aluvial dos rios perenes, mais significativa do que em certos trechos do litoral norte.

Os recifes, constituídos essencialmente por arenitos, ou contendo corais, são os acidentes externos do nosso litoral que defendem as formas localizadas à retaguarda contra a ação abrasiva marinha. Apresentam-se morfologicamente diferenciados entre os dois litorais. Enquanto ao norte formam bancos rarefeitos, no setor oriental se sucedem, paralelamente, uns aos outros ou ao próprio continente, como se fora réplicas, em estágio mais evoluído, das restingas fronteiriças.

A análise das Cartas Náuticas (1945-1949 e 1950) deixa transparecer a correspondência entre os feixes de areia e a presença e natureza dos cursos fluviais.

No litoral oriental do Nordeste essas referências falham nos trechos onde a hidrografia apresenta características intermitentes como, por exemplo, entre o Estado do Rio Grande do Norte e setor setentrional do Estado da Paraíba.

Ao se comparar mapas hidrográficos climáticos, para se elaborar o estudo da morfologia litorânea do Nordeste, nota-se que a maior concentração de umidade coincide com os locais de rios perenes e mais forte incidência de recifes, isto é, entre 6°30' e 9°40' de latitude sul.

Para esse trecho convergem cursos d'água, tais como Goiana, Ipojuca, Igarapu, Serinhaém, Formoso, Una, Persinunga e Porto Calvo, com nascentes nas zonas da Mata e do Agreste; o Capibaribe, o mais longo de todos, nasce no sertão semi-árido.

O trecho de maior frequência e extensão dos recifes situa-se entre as proximidades do rio Tabatinga (sul do Estado da Paraíba) e norte da cidade de Maceió. Sua presença é tão significativa que influi sobre a vida humana ribeirinha, conforme se depreende da interpretação das fotografias aéreas contidas neste trabalho.

A regularidade de ocorrência dos recifes é inerente, por conseguinte, ao regime hidrográfico.

Segundo Ab'Saber (1957): "os rios do Nordeste formam um magro sistema de cursos d'água de áreas semi-áridas, intermitentes e irregulares, dotados de fraquíssimo poder energético. Isto porque as cabeceiras dos rios nordestinos, ao contrário do que acontece com os do Brasil Sudeste, nascem onde as precipitações, em geral, são medíocres, e onde os vales, em vastos trechos de suas porções superiores e médias, são desprovidos do "quorum" de precipitações anuais suficientes para os alimentar permanentemente".

A associação que se procura efetuar entre clima e comportamento da rede fluvial é notável para elucidar o problema genético e evolutivo dos recifes.

Os depósitos arenosos e argilosos originados dos morros, tabuleiros e terraços



Foto 1 — Fotomontagem mostrando a posição dos “recifes-barreira” à vanguarda da capital pernambucana. Notar a retinidade desse acidente, concordante com a direção da costa. O obstáculo que ele impõe à cidade faz com que a comunicação marítima se efetue paralelamente, condicionada às posições das “barretas”. Em direção à planície a ocupação fez-se entre os braços do rio Capibaribe, facilitada pelas numerosas pontes.

(Serv. Aereofot. Cruzeiro do Sul S.A. O A 2375 — ns. 322 e 323)

são carreados pelos rios de direção nordeste. As suas águas, impregnadas de ácidos orgânicos, concentram-se nas praias, onde o carbonato de cálcio marinho cimenta as areias depositadas, esboçando-se aí a litificação das faixas. As águas de infiltração superficial sub-

metidas ao efeito de capilaridade se alteram no novo ambiente, concentrando óxidos ferruginosos sob a forma de crosta. Essas transformações, submetidas pelas restingas através da halmirólise, promovem sobre os colóides e sedimentos recém-depositados,

decorrentes, inclusive, de um ambiente onde domina PH diverso, um enrijecimento de setores de estratificação cruzada (fotos 2 e 3).

A cimentação provém dos elementos dissolvidos nas soluções que se depositam entre os grãos arenosos. Estes, misturando-se ao calcário ou ao óxido de ferro, transformam-se em arenito, com cimento calcário ou limonítico.

Conseqüente das temperaturas relativamente elevadas do Nordeste, os depósitos marinhos perdem umidade e as águas de infiltração liberam o cloreto de sódio, modificando as propriedades das rochas, por conterem calcário, pelo gás carbônico (fotos 3 e 4).

Essas linhas petrificadas ainda são evidentes, considerando a sua presença relacionada aos rios, no Estado do Rio

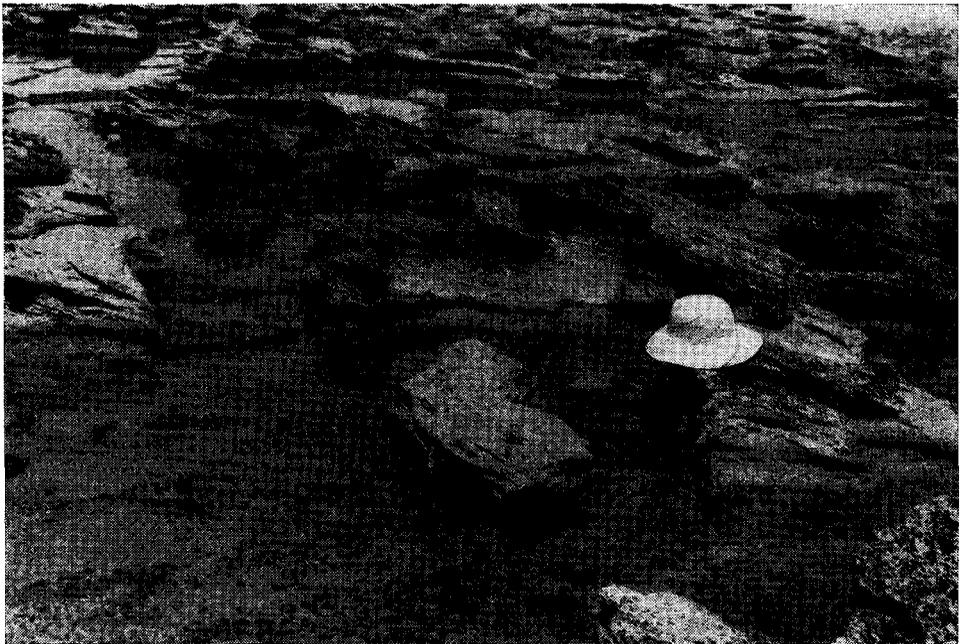


Foto 2 — Município de Natal — Rio Grande do Norte — Aspecto tomado da linha interna dos recifes areníticos, próximo a Natal. Observe-se a estratificação cruzada das camadas depositadas em épocas remotas e visíveis devido à erosão diferencial provocada pelo mar. Na cimentação verificada posteriormente influíram vários agentes, entre os quais sobressai o calcário. Algumas pequenas depressões, espalhadas entre os recifes “em franja”, acham-se preenchidas pela água salgada, onde se encontram moluscos, crustáceos e algas calcárias.

(Foto IBGE)

Grande do Norte, constituindo os chamados recifes “Ceará-Mirim” nas proximidades do rio do mesmo nome.

No Estado da Paraíba, em frente aos rios Mamanguape e Paraíba, eles se repetem e, neste último, seguem a restinga que abriga a foz do rio homônimo.

Os recifes, quando ainda em evolução e presos às restingas, são denominados “recifes-em-franja” (fotos 4 e 5).

No predomínio litológico e biológico, aliado à peculiar maneira de sua disposição, reside o fato generalizado de se atribuir aos recifes, na costa brasileira, denominações de “recifes de are-



Foto 3 — Município de Natal — Rio Grande do Norte — Exemplo típico de um recife “em franja” (arenito) nas praias de Natal. A consolidação desse cordão rochoso provém da cimentação sofrida pelas areias e outros sedimentos. Em virtude de ser protegido por outros recifes do tipo barreira, as vagas do mar o tocam apenas brandamente. A sua dissolução é consequência da ação das águas salgadas e areias recentes em movimento que, aproveitando os pontos menos resistentes, atacam os arenitos, calcários, destacando-se, portanto, séries contínuas de delgadas lâminas. Algumas pequenas marmitas decorrem do movimento turbilhonar elaborado pelas vagas que, em certos pontos, atravessam as “barretas” dos recifes externos. São, como os demais recifes “emersos”, testemunhos eustáticos, pois representam antiga linha de costa aflorada em virtude da instabilidade do nível do mar, presenciado no litoral brasileiro. As praias arenosas onde eles se apóiam são dominadas, como vemos na foto, por barreiras e dunas, num marcante contraste com a alvura da paisagem mais baixa.

(Foto IBGE)

nito” ou “de pedra” e “recifes de coral”, quando, na realidade, estes últimos identificam-se com os primeiros nos quais se apoiam.

Os recifes mostram dissimetria nítida — a vertente externa, voltada ao impacto das águas marinhas, apresenta-se com falésias, cristas de *Lithothamnium*, contrapondo-se à vertente interna, de declive suave, que se limita com as praias ou com as águas que o separa de outro recife. Nesse ambiente as cavernas são povoadas de animais e as lagoas retêm cardumes de peixes.

Em alguns trechos as águas salinas penetram, originando formas de disso-

lução devido aos movimentos recentes das areias que atacam os arenitos calcários, destacando a estrutura laminar.

As estratificações cruzadas, já referidas, refletem as fases e ambientes variados durante os quais os minerais se concentram.

Os recifes aparentemente deslocados da costa e, por conseguinte, denominados “recifes-barreira”, estão em situação diferente entre os dois litorais.

No litoral setentrional encontram-se rarefeitos. O afundamento desse trecho costeiro, maior do que o verificado a leste, parece ser argumento para a

sua presença, apenas sob forma de bancos.

Sondagens realizadas por Rush (1952) entre as duas costas nordestinas asseguram maiores abalos sofridos pelo litoral setentrional, mormente no trecho compreendido entre Touros e Areia Branca.

É, por conseguinte, no litoral oriental que as faixas de recifes se sucedem, às vezes, em ordem de duas ou três faixas paralelas entre si e à costa. As que se localizam mais externamente têm ação defensora não só das internas como também da própria costa contra a ação abrasiva marinha.

Funcionando como quebra-mares, essas "recifes-barreira" apresentam-se, por exemplo, como "duplos" no Es-

tado de Alagoas, entre os rios dos Paus e Porto de Pedras e entre os rios Camarajibe e Sapucaí (foto 6).

Ao sul de Camarajibe ordenam-se três recifes paralelos, um deles, localizado a 30 quilômetros a nordeste de Maciá, é constituído por arenitos superpostos a bancos de corais. Tal ocorrência pode oferecer argumentos para a hipótese da oscilação marinha quando numa fase, não muito distante da atual, no Quaternário, a linha de costa variou, sendo depositada grande quantidade de areias, em função de um nível de base diferente do atual.

Nas imediações do rio Santo Antônio-Mirim os "recifes duplos" são evidentes, escasseando-se, entretanto, em direção à capital alagoana.



27

Foto 4 — Município de Natal — Rio Grande do Norte — Entre o primeiro plano e o último nota-se o plantio de palmeiras que defende o casario contra a ação eólica constante. Uma área alagadiça ao fundo corresponde ao baixo curso do rio Potengi. Ao longo do estirâncio, em processo evolutivo crescente sobre as águas do maior, estão restingas paralelas. Os sedimentos silicosos diagenizam-se em contato com a praia, formando quebra-mares naturais — os "recifes-em-franja".

(Foto IBGE)



Foto 5 — Município de Natal — Rio Grande do Norte — Aspectos de um recife “em franja” nas proximidades de Natal, onde se percebe as duas formações diferentes que o constituem. Na periferia, em contato direto com a água do mar, está a superfície enrugada, domínio dos corais, enquanto na face interna a parte rochosa se acha proeminente. Separando esses recifes das areias da praia, encontra-se uma zona deprimida coberta pelas águas.

(Foto IBGE)

No Estado de Pernambuco há outros recifes paralelos, fronteiros à foz do rio Una. O mais externo é também o mais longo de todos, situado entre o extremo sul da embocadura do rio mencionado e o norte de Maragoji. É um dos mais extensos e nítidos recifes do litoral nordestino.

Ainda nesse Estado, envolvendo a “ria” do rio Formoso, há dois recifes curtos.

Na altura da cidade de Salvador existem outros recifes, como os de Baixa Verde, São Miguel, Jequiá e Cururipe. Ao norte do cabo de São Roque, onde se divisam os primeiros acidentes indicadores da mudança do litoral para oeste, os recifes diminuem de importância. As correntes dirigidas para oeste ou noroeste, sob efeito dos ventos

predominantes do nordeste, chocam-se ao impacto das águas do litoral norte. Conclui-se, daí, o desaparecimento das condições propícias à presença dos recifes que só reaparecem a oeste, no Estado do Ceará. Aí os efeitos climáticos úmidos assemelham-se aos do litoral oriental.

Na grande flexura costeira nordestina que dá a configuração geral ao Brasil desenvolvem-se colônias de corais. A ausência de correntes frias e grande luminosidade reinante concorrem para a existência de corais, como é observável nas bordas ocidentais oceânicas do mundo tropical.

Derruau (1956) engloba as influências grandes ou pequenas da natureza das correntes sobre esses edifícios calcários nas páginas 354 e 355, assim

distribuindo-as: "On ne trouve des récifs vivants que dans les mers tropicales non visitées par un courant froid, ni affetées par des remontées d'eau de fond froides, c'est-à-dire qu'ils sont absents sur la plus grande partie des côtes orientales des océans (Californie, Chili, Pérou, Sud-Ouest africain, côte saharinne). En revanche, ils sont fréquents, en dehors des eaux trop boueuses (comme celles que viennent polluer les fleuves de l'Asie des moussons), sur les côtes occidentales des océans tropicaux (Australie orientale, Brésil orientale), dans le Pacific Central et en mer Rouge".

De outro modo, a corrente quente — marítima sul equatorial — proveniente de Benguela (África) passa, no Brasil, na direção sudeste e tem temperatura mais elevada, que beneficia as costas brasileiras, favorecendo o meio biológico dos recifes. Andrade (1958), em estudo recente, observou que, à altura das Rocas, essa corrente está muito modificada em suas propriedades, pois como diz na página 11 do mencionado trabalho, "encontra-se aí o ambiente ótimo para o desenvolvimento dos corais, embora não haja importância nesse reparo, porque o recife das Rocas, como os de Fernando

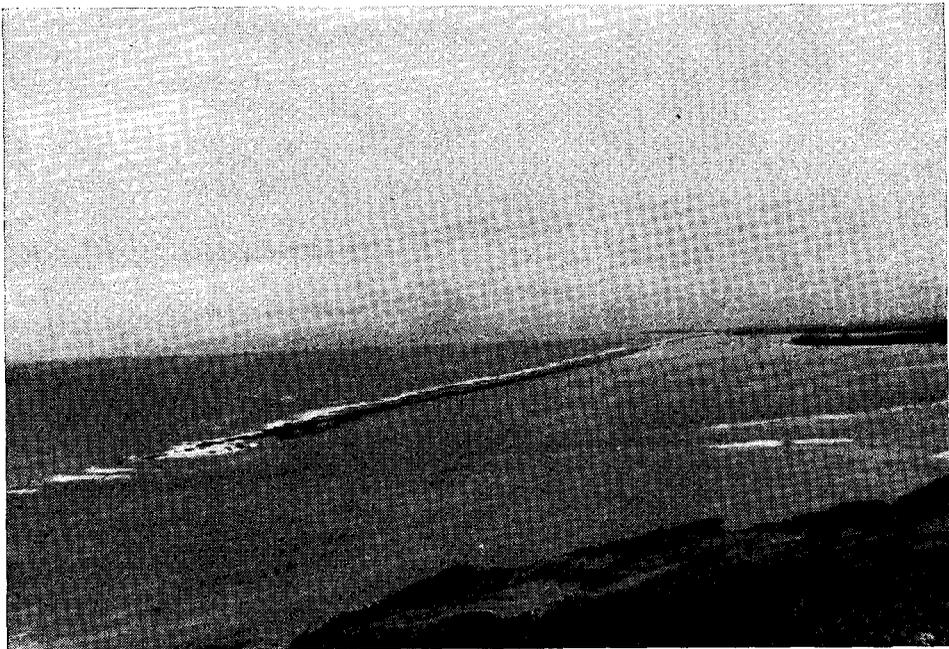


Foto 6 — Município de Cabo — Pernambuco — Os "recifes-barreiras" indicam os afloramentos das antigas linhas de praia. Refletem a topografia submersa, acompanhando, portanto, a subsidência moderna da faixa costeira. As vagas, impelidas pelos ventos, alcançam os obstáculos submarinos. A perda de força ocasionada pelo atrito motiva a deposição de sedimentos segundo a morfologia subaérea, e o modelado dos recifes passa a corresponder a da própria costa. Os estratos são acamados em épocas diversas e, conforme a modificação da direção das vagas, se superpõem em planos cruzados, como se nota no recife "em franja" no primeiro plano da foto. Afastados deste estão os "recifes-barreira" cujas vertentes a barlavento, ao se expor francamente à ação mecânica das ondas, propicia ambiente para a proliferação de colônias de corais. Nas vertentes a sota-vento, entretanto, as vagas penetram pelas "barretas", atingindo as praias com vigor atenuado. Essas aberturas representam os antigos locais das embocaduras dos cursos fluviais, hoje afogadas pela última transgressão marinha. Constituem, assim, os recifes testemunhos eustáticos que evidenciam antigas linhas costeiras devido à instabilidade do nível do mar.

(Foto IBGE)

de Noronha, é predominantemente construído por algas calcárias do gênero *Lithothamnium*, família das coralináceas”.

As condições naturais referidas favorecem as algas unicelulares (Zooxantelas) porque elas vivem facilmente com os polípeiros até a profundidade máxima de 30 metros, sendo impossível existirem a 40 metros. As temperaturas médias anuais do ar atmosférico, aproximadamente a 26°, enquadram-se no “ótimum” exigido por esses seres para construir os edifícios coraliíneos.

O desenvolvimento das colônias exige, inclusive, águas límpidas e oxigenação, daí proliferarem a barlavento dos recifes, onde se encontra o *habitat* dos *Millepora alcicornia*, Linneu, que, segregando carbonato de cálcio, prendem-se aos arenitos e uns aos outros, constituindo o domínio dos gastrópodos, crinóides, equinodermos, decápodos, esponjas e algas calcárias.

Nas vertentes calcárias dos recifes formam-se estruturas bréichicas, constituídas por pólipos, alcionários, briozóários e algas. Quanto aos primeiros, correspondem a lâminas de aragonita (carbonato de cálcio que se recristaliza em calcita).

As algas, predominantemente *Lithothamnium*, caracterizam os recifes nordestinos e desempenham o papel de fixadora dos calcários, precipitando os carbonatos a partir da água do mar e edificando degraus e estruturas cavernosas. O trabalho mecânico das vagas modela, nessas vertentes, plataformas de abrasão cujos blocos jazem nas proximidades, constituindo sérios entraves às embarcações.

Aludindo-se àquelas trocas mineralógicas, Artini (1919, p. 458) fala, a

respeito do meio químico-biológico, o seguinte:

“Dal punto di vista petrografico cio che ha di più notevole é la relativa ricchezza im Mg/CO³ di alcuni depositi medreporici, e particolarmente di quelli formati dalle alghe calcaree; inoltre, la presenza di carbonato di calcio in forma non di calcite, ma di aragonite, cioè della modificazione meno stabile più atta ad entrare in reazione di scambio metasomatico com soluzione magnesiache per formare della dolomite. Geologicamente, le formazioni a scogliere sono caratterizzate dalla mancanza di vera stratificazione, e dal loro divilluppo locale, mente i depositi contemporanei presentano una facies tutta diversa”.

De fato, as formas madreporicas têm sido encontradas nos recifes ao longo das praias nordestinas. Matthews e Harrison (1926), examinando os recifes de Pernambuco, dizem existirem, nos lugares abrigados das lagoas, madreporas, *Siderastras stellata* e *Favia leptophylla*. Incluem-se nessas ocorrências os radiolários, freqüentes nos cordões litificados do Nordeste e que, depositando carapaças silicosas, constituem o mais comum dos processos metassomáticos.

Jung (1958), lembrando os recifes coraliíneos do Jurássico superior de Lorena, diz que os recifes em banco são construídos por calcários microgranulares, representados por um acúmulo de sedimentos reduzidos a estado pulverulento.

As vertentes internas desses recifes deslizam gradativamente sob as águas, em perfil suave, desaparecendo ligadas

a bancos e "croas" arenosas; nesses locais as águas do "canal de embarcação", carreando a areia, desfavorece o meio ambiente para a vida dos corais.

Um dos agentes destruidores dos recifes é, sem dúvida, as vagas. Quando impulsionadas por fortes ventos podem solapar as vertentes expostas e provocar interrupções nos pontos mais fracos. As águas pluviais, também, quando caídas em profusão, diluem as salgadas, reduzindo as condições de vida dos animais e plantas marinhas. A ação mecânica das águas pluviais aliada à decomposição química provoca aberturas nos cordões petrificados por onde penetram as águas do mar, nos locais denominados "barretas". Isto se verifica em quase todos os recifes, podendo-se analisar, através de seus perfis, as reentrâncias ou interrupções localizadas em frente das embocaduras dos rios. A descarga fluvial desfavorece de tal forma a presença desses acidentes que eles desaparecem ao sul da foz do rio São Francisco, cujos sedimentos, muito argilosos, tomam direção sudeste. É o que atesta o Prof. Delgado de Carvalho: "esta ausência se verifica porque as águas do rio São Francisco são impelidas para o sul através das correntes gerais que geram junto às costas sul de Alagoas e da Bahia condições adversas".

Se condições paleoclimáticas alternadas, influentes sobre a hidrografia, dotando-a de caráter endorréico ou exorréico, desde o Plioceno até o Pleistoceno, "os vales, no dizer de Ab'Saber (1957), foram delineados em época de prolongada umidade que substituiu a fase acentuadamente semi-árida, na passagem do Terciário para o Quaternário". E, completando a explicação, torna o autor: "As condições atuais de semi-aridez não permitem a rede hidrográfica tocando o litoral, se não fossem os seus vales previamente formados".

As sondagens efetuadas na plataforma submarina do Nordeste indicam o soerguimento do bloco continental no Plioceno. A drenagem, obedecendo à inclinação das camadas para nordeste, impôs-se às estruturas sedimentares e cristalinas. Os tabuleiros inclinam-se em direção aos recifes e nos trechos onde os primeiros formam falésias pode-se reconstituir a paleotopografia do Terciário, uma vez que a sua continuidade deveria atingir os locais onde hoje se estabelecem os recifes. Tal hipótese se apóia no fato de ambas as formas de relevo apresentarem idênticos ângulos de inclinação.

É importante considerar-se, na explicação destes últimos fatos, os argumentos que tão bem têm sido aplicados às numerosas e variadas formas da paisagem litorânea do Brasil — os movimentos eustáticos.

Os recifes areníticos emersos parecem, conseqüentemente, corresponder a antigas linhas de praia, hoje inundadas e afetadas pela primeira transgressão marinha no início do Plioceno (Branner, 1904).

Nos trechos onde existem vários recifes paralelos, cada um deles se associa a uma antiga orla marítima, invadida, posteriormente, pelo mar em diversas fases alternadas até o Pleistoceno. Esses cordões litificados tiveram gênese em fases exorréicas, quando os rios dissecaram os tabuleiros, os morros e atingiram a orla marítima numa distância maior do que a atual.

Nos recifes emersos existem aberturas — "barretas" — até mesmo nos mais afastados da costa, correspondentes às posições antigas das embocaduras fluviais, situadas na mesma latitude, na costa atual.

Outro registro paleogeográfico é a ocorrência de seixos inseridos nos recifes de Mamanguape e Paraíba que,

por certo, prolongar-se-iam quilômetros sob o mar. O solapamento pelas vagas motivou a redistribuição dos seixos ao longo da antiga praia, sob condição de clima torrencial. Entre os recifes emersos é difícil estabelecer-se classificação tipológica porque as pesquisas efetuadas nesse campo de trabalho têm se limitado a observações locais ou mesmo confundindo recifes de arenito com aqueles capeados por corais, nas vertentes a barlavento. Andrade (1955), em estudo sobre a ilha de Itamaracá, refere-se à frequência das "barretas" nos cordões, como se tendo formado "sobe a ação das correntes de maré, penetrando a laguna e retornando ao mar, durante a formação do cordão".

Os recifes que contêm coral, situados entre a ponta do Calcanhar e o cabo de Santo Agostinho, estão localizados a 3,5 milhas distantes da costa.

A análise batimétrica indica a presença de corais nesse local até profundidades de 6,4 metros. Sabendo-se que as condições naturais não permitem o desenvolvimento desses seres além de 40 metros, a sua existência aí explica-se através da história geológica. A mesma isóbata de 40 metros é encontrada no paralelo da ponta dos Moleques (Estado do Rio Grande do Norte), enquanto se constatam níveis mais profundos, a 75 metros, na altura do porto de Cabedelo (Estado da Paraíba).

Os recifes paralelos situados sob o mar apresentam, às vezes, continuidade, assemelhando-se, segundo Guilcher (1954), a "barreiras-imersas" e aplicadas ao presente estudo em virtude das cotas se repetirem a pequenas distâncias, lembrando a mesma forma dos recifes quando emersos e afastados da linha costeira. Outros exemplos citados são os da isóbata de 46 metros, entre o cabo de Santo Agostinho e a ilha de Itamaracá; a 30 metros está

outra faixa de recifes submersos, entre a ponta da Tabatinga e a ponta Lucena.

A questão do eustatismo formulada parece ter tido enorme influência nos rios, formas, níveis de erosão e aparecimento dos recifes. Para o nosso litoral, em que não se encontram formações coralígenas além de 100 metros de profundidade, a teoria convence em parte. As falésias, os abruptos das barreiras, os vales afogados, guirlandados por esses cordões, exigem outras explicações — a subsidência. Para tanto, pode-se anexar as argumentações de Kuenen e Stearns, incluindo as duas diferentes teorias. Terrenos terciários, marcados por tabuleiros e barreiras, certamente do Cenozóico, sofreram, no Brasil, basculamentos de pequena amplitude, muito lentos, compensados facilmente pela contínua construção coralígena, e suficientes para as colônias não parecerem afogadas nas águas marinhas.

No Brasil as oscilações eustáticas de maior alcance que o movimento do solo sucederam-se alternadamente, remodelando, através de transgressões, a atual paisagem submersa do litoral oriental do Nordeste.

A instabilidade do nível do mar deu origem à transformação atual dos antigos "recifes em franja" em "recifes-barreiras-imersos".

A última transgressão quaternária ocorrida no Holoceno foi muito rápida, encontrando os corais dificuldades em compensá-la. Foi nessa época que surgiram as "barretas", réplicas de locais atingidos pelas águas das antigas embocaduras.

Afundamentos mais notáveis e invasão de águas marinhas observam-se no meio-norte, já sob condições adversas às exigidas para o desenvolvimento dos recifes.

Dos resultados científicos dos estudos acerca dos recifes, realizados em várias regiões da Terra, conclui-se que eles se disseminaram em grande escala na Terra de Grimel, na Sibéria e na Austrália, desaparecendo nas cercanias dos pólos e vindo a ocupar, atualmente, as regiões tropicais. Os recifes, pelo fato de serem habitados por seres especiais, parecem acompanhar a oscilação do equador térmico, nas diversas eras geológicas.

Seu estudo, mesmo daqueles que se acham fora das condições apontadas como, por exemplo, os existentes no litoral sul do Brasil e outros dos quais há indícios no interior do continente, representa magnífica oportunidade para se reconstituir a evolução dos climas passados.

Cordões arenosos e recifes definem maravilhosamente as costas litorâneas onde se alojam. Isto não se verifica somente no tocante ao seu próprio modelado mas também ao que podem proporcionar à paisagem situada no interior. Os trechos ribeirinhos, à retaguarda dessas formações, estão, geralmente, no Nordeste oriental, represados e preenchidos por lagunas ou mesmo protegendo e favorecendo a contínua deposição arenosa e vasosa.

E o modelado atual dos recifes, de coral ou arenito, obedece sempre às linhas batimétricas, acompanhando a sinuosidade da presente faixa costeira. As vagas impelidas pelos ventos esbarram primeiro nos obstáculos submarinos, quase ao nível do mar atual. Perdendo a força pelo atrito, depositam material segundo a sua morfologia submersa, conforme se pode observar nas isóbtas mais próximas que copiam a linha de costa emersa. Portanto, o contorno das linhas dos recifes, seguindo o da costa, não deixa de ser reflexo da paisagem submarina.

2.2. Morfogênese das baixadas costeiras

À superfície líquida que se estende na retaguarda dos recifes e restingas segue-se uma faixa anfíbia dominada por lençóis arenosos, constituindo as características praias nordestinas orladas por coqueirais. As formas altas que as interrompem — tabuleiros ou morros cristalinos — proporcionam-lhe, a um só tempo, pontos de apoio e material para sua evolução. Areias e argilas provenientes da desintegração das elevações da série “Barreiras” (Pliocênio) ou dos gnaisses e granitos do complexo cristalino são conduzidas ao litoral para posterior elaboração dos cordões de restingas, dunas, alagadiços, várzeas, lagunas e mangues. Em trechos desabrígados daquelas alongadas formas externas o mar exerce vigorosa ação abrasiva nos costões, esculpindo falésias que vem a fornecer sedimentos aos modelados recentes.

A extensão das baixadas varia, por conseguinte, conforme a posição assumida pelos acidentes mencionados em relação a sua distância do mar, à constituição petrográfica, à contribuição aluvial e à ação abrasiva das vagas.

As baixadas associam-se diretamente à morfologia costeira, remodelando, com os sedimentos recentes, as saliências ou colmatando as reentrâncias.

Os processos fluviomarinhos, expressos por vários agentes, conferem às baixadas aspectos morfológicos que promovem, em alguns trechos, a existência de unidades geográficas individualizadas.

Desde o Estado do Maranhão até o Estado da Bahia essas formas são constituídas ora por material de origem fluvial ora marinho e, por vezes, de ambos, refletindo os eventos da história geomorfológica e geológica que o interior do continente e o trabalho

do mar lhes imprimiram. Neste particular, não se pode deixar de lembrar a importância dos terraços de abrasão marinha, constituídos por material diverso dos referidos e que terão melhor referência no capítulo a eles dedicado.

As baixadas representam áreas de transição entre o oceano e os níveis elevados que se situam mais para o interior. Em outros locais, todavia, ocupam reduzidas áreas separadas por unidades morfológicas diversas, ou se prolongam em faixas cuja largura se apresenta variável na região costeira.

As baixadas nordestinas setentrionais e orientais apresentam características evidentemente diferenciadas entre si.

2.2.1. Baixadas Setentrionais

34

Ao norte as baixadas atingem tão grandes extensões em direção ao interior que chegam a constituir subunidades regionais, como a existente entre os Estados do Maranhão e Piauí. Domingues (1957, pp. 35/36) assim as limita entre os referidos estados:

“desde o rio Turiaçu, a oeste, até o limite Piauí—Ceará, ao sul, limita-se com a região amazônica; seus limites correspondem à linha que inclui as cidades de Pinheiro, Pindaré, Vitorino Freire e Lago de Pedra. Mais abaixo, ao sul, as cidades de Barra do Corda e Buriti Bravo marcam contato com a região das chapadas, estabelecido pela presença dos primeiros remanescentes daquele relevo tabular. A leste a planície penetra em território piauiense até encontrar os primeiros reversos das formas monoclinais da região das “cuestas”, incluindo parte dos Municípios de Batalha e Barras”.

Dos limites ocidentais da baixada maranhense até a ponta dos Mangues a orla marítima segue sobressaindo-se por um rendilhado que se limita a

leste com a extensão de formas continuamente baixas, prolongadas até as porções mais orientais da costa setentrional. Ilhas — como a de São Luís — baías, canais, mangues formam contrastes com a costa arenosa e retificada, desenvolvida a leste.

Alguns acidentes insulares acham-se próximos ao continente e separados destes por vários canais. Outros afiguram-se a promontórios, submersos parcialmente, como sucede à ponta Turi, fronteira à ilha de São Sebastião, que defende a baía dos Lençóis contra a abrasão marinha.

Há, por conseguinte, acidentes insulares ligados às formas continentais e outros já libertados deles. Isto se dá porque a erosão não modelou novas formas particularmente, quer pelo solapamento das margens quer pela agregação dos sedimentos à irregularidade de seus perfis. Exemplo está na ilha de Mangunça, separada do continente por uma baía.

O papel desempenhado pelos canais é significativo para a morfologia costeira, como se percebe em torno das ilhas maiores como as de São Luís e dos Caranguejos. Enquanto a primeira constitui o acidente insular de maior realce, ligada ao continente por canais longitudinais, a segunda, situada no fundo da baía de São Marcos, deixa visível o plano que a libertou do continente.

A presença das ilhas, aliada às numerosas embocaduras afogadas, entulhadas de aluviões, oferece aspectos de “rias” que se grupam, com maior frequência, no litoral compreendido entre os limites ocidentais com o Estado do Pará e a baía de Cumã. É um trecho muito recortado, cumulado de ilhas, baías, coraós, arrematadas pelos sedimentos fluviomarinhos, resultando numa costa de origem predominantemente marinha.

Os depósitos de areia projetam-se, na baixada, em franco avanço segundo a periferia marítima, enquanto os sedimentos fluviomarinhos, predominantemente fluviais, acomodam-se nos fundos das reentrâncias. Séries de canais se entrelaçam em seus trajetos, procurando saída para o oceano.

A deposição de areias, de muito maior significação a leste da baía de São Marcos, retifica o litoral desde a ponta dos Mangues (Maranhão), em direção ao Piauí, cobrindo trechos caracterizados pelos "Lençóis Grandes", até a baía das Preguiças e daí às proximidades de Tutóia; em menor extensão, os "Lençóis Pequenos" estendem-se interrompidos a leste pelos acidentes que compõem o delta do Parnaíba.

As formações arenosas nas regiões dos "Lençóis" deslocam-se, consecutivamente, para oeste, provindas, em parte, dos sedimentos transportados pelo rio Parnaíba. Restingas e dunas dificultam, neste trecho, os cursos d'água de atingirem diretamente o mar. Os bancos arenosos, tanto aí quanto no trecho anteriormente referido, ficam ao largo; dunas se formam não somente sobre eles como também mascaram, nas ilhas, as deposições subjacentes.

Os rios mais importantes carreiam os sedimentos para o litoral onde, trabalhados pelas vagas, depositam-se de preferência em direção oeste. Isto se verifica até mesmo nas ilhas. Assim, a partir da ilha de São Luís, notam-se formações arenosas a NW dos acidentes insulares onde, na própria baía de Turiaçu, penetram em cunha pela embocadura, acomodando-se à forma que esta apresenta.

Nesses trechos, os "pontos mortos", onde as correntes se anulam, o fluxo deposita material argilo-arenoso; o refluxo arrasta para o largo as areias finas e argilas. Muitos sedimentos se instalam nas reentrâncias das costas,

abrigadas pelos cabos, onde as correntes morrem. Sob as plataformas arenosas desses litorais as altas vagas reconduzem os sedimentos maiores ao limite extremo da praia. Nas marés seguintes as vagas menos fortes depositam material mais fino, completando, assim, o trabalho de regularização costeira.

As areias, dispostas em restingas, bancos e dunas, margeiam as faces das ilhas e do continente a barlavento das correntes aéreas dos alísios de nordeste. Tangidas, então, pelas vagas elas se acumulam a noroeste dos principais acidentes. É o que se observa em redor das ilhas de São Lucas, Mangunça, baía Cumã e do trecho que se estende da ponta de Itacolomi à cidade de Alcântara. Idêntico fenômeno se verifica nas ilhas de São Luís e Santana, a nordeste da baixada.

Os depósitos arenosos se reduzem à entrada das baías onde são interrompidos pelo fluxo e refluxo das marés que, mobilizando os sedimentos, dão como resultado alternância de leitos arenosos e argilosos. As areias se acumulam em proporções diferentes no fundo de algumas reentrâncias, impelidas pelas correntes internas e constituindo graves problemas para a navegação. Esses acúmulos arenosos, sob a forma de "secos", estão nos baixos cursos dos rios maranhenses. "São numerosos e pouco extensos, situando-se em quase todos os estirões (espaço de rio compreendido entre duas voltas do mesmo curso) do rio Itapicuru e, de modo geral, nos primeiros quilômetros a jusante das embocaduras dos seus afluentes, rios, riachos, igarapés, córregos, regatos" (Cunha, p. 169).

No trecho noroeste da baía de São Marcos as vagas, impelidas pelo vento nordeste e reforçadas pelas correntes de maré montante dirigidas para NW, arrastam as areias que disfarçam a topografia do estuário, emprestando,

antes de tudo, aspecto de enseadas, baías, cercadas por cordões de barragem. Ligada por furos e igarapés, a costa nordeste pertence à denominada mesopotâmia maranhense.

A colmatagem prossegue em evolução, também ocasionada pelos manguezais, no domínio das vagas; são mais notáveis a SE e S da baía de São José, SW da ilha de São Luís e em torno da baía de São Marcos.

O entulhamento das embocaduras no trecho das "rias" dá-se principalmente pela deposição consecutiva dos elementos coloidais. Os cursos fluviais encontrando aí o ambiente salino, contrário às suas condições salobras, deposita ao redor o material muito argiloso. Porções de flóculos vasosos aí se espalham, favorecendo o domínio dos manguezais.

36

Em alguns locais da baixada maranhense esses vegetais acham-se tão perfeitamente decompostos que formam associações semelhantes às turfeiras. E o processo de decomposição consecutiva do material orgânico dá ensejo à formação de húmus. Isto apresenta especial realce na costa NW do Maranhão, através do "vale" do Pericumã, abrangendo uma extensão que engloba os Municípios de Guimarães, Pinheiro, São Bento e Santa Helena. Essas ocorrências representam testemunhos de antigos lagos que sobrevivem hoje sob a forma de depressões contendo água.

Trata-se de uma área resultante, talvez, da coalescência de antigos estuários, semelhantes a outros existentes no golfo maranhense que, pela colmatagem, isolaram largos tratos de água doce.

Em quase toda a costa maranhense ocorrem esses depósitos de natureza muito ácida, pois resultam da decomposição das plantas aquáticas que aí se acumulam.

Muitos desses lagos seriam, lembrando a opinião de Ab'Saber (1956), as próprias embocaduras dos rios que aí desaguaram no Pleistoceno e que pelo trabalho de transgressão marinha se converteram em "rias".

Os rios ligam-se, geralmente, às lagoas na costa nordeste por meio de igarapés e furos, originando o fenômeno das "águas emendadas", principalmente entre os meses de abril a julho. Muitos braços, pela sua forma de representação quando observados nas cartas e mapas, podem dar idéia de regime perene, quando, na realidade, são lagos que se ligam ao rio principal.

Na costa que se desenvolve a leste desse trecho, lagoas e lagunas têm origens diversas das apresentadas no outro trecho. O rio das Preguiças é bem uma prova do que sucede com a sedimentação eminentemente arenosa desse trecho retificado.

Quanto ao afogamento desses baixos cursos, decorre, segundo Ab'Saber (1955/56), também "dos efeitos das superimposições a que foi submetida a baixada após o levantamento terciário. Conseqüentemente, no Pleistoceno, os estuários passaram a constituir as "rias" mencionadas.

A rede hidrográfica atual é dotada de características meândricas com os cursos d'água divagando indecisamente ante extensões amplas e inundáveis. Na maioria eles provêm de superfícies muito afastadas do litoral onde chegam, após longo percurso, proporcionando uma descarga poderosa. Os seus afluentes e os cursos menores passam por regiões essencialmente colmatadas, provocando acentuação dos problemas de inundaçãõ ao coincidirem com as marés que remontam os vales".

A esses fatos acresce-se o do regime pluviométrico de clima semi-úmido,

favorecendo a decomposição química das rochas e o conseqüente aluvionamento. A colmatagem da baixada é, sobretudo, acelerada por ocasião das maiores chuvas, quando os rios provenientes de diversas áreas atingem-na, modificando os talvegues através de longos percursos. Nos trechos inferiores serpenteiam de tal forma as planuras que nelas deixam engastados diversos trechos de leitos abandonados. Inúmeras lagoas decorrem desses fenômenos, fazendo confundir as suas águas com as dos rios menores e das marés. É por ocasião das cheias, também, que aparecem os canais, oriundos da oscilação dos baixos cursos, principalmente na periferia costeira, cercando as embocaduras e ilhas.

Ao cessarem as chuvas, o panorama reflete-se como um conjunto de depressões colmatadas.

Nos trechos maranhenses circunvizinhos ao Estado do Piauí a baixada reduz-se consideravelmente em largura, tornando-se uma planície quase paralela à linha costeira.

E a partir deste trecho, em direção ao litoral oriental, não se verifica mais a mesma sinuosidade e a costa prolonga-se maciça até o Recôncavo baiano.

Nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia as superfícies abrangidas pelas baixadas limitam-se ao litoral. Ao contrário, portanto, do que sucede no Maranhão e Piauí, esses trechos acompanham a direção da costa. Não se observa aí, por conseguinte, áreas cujas particularidades genéticas e morfológicas sejam individualizadas ao ponto de as separar como núcleos ou unidades geográficas nítidas, exceção feita ao Recôncavo baiano. Não se observa, também, nesses locais, uma seqüência clara de acidentes capaz de estabelecer limites

seguros com o interior. Aham-se disseminadas entre o mar e o interior, muito interrompidas ora pelos níveis sedimentares de tabuleiros e terraços ora pelos esporões cristalinos.

Do predomínio e natureza de seus sedimentos, as baixadas apresentam caráter local, decorrentes das condições geográficas diversamente atuantes sobre elas. Arenosas ou argilosas, expõem planos de inundação que motivam um complexo morfológico diversificado entre a orla marítima e o interior. A profusão de formas, dentro dos próprios terrenos quaternários, define a costa que tem diante de si uma rica contribuição aluvionar a combinar e a se ajustar aos recifes e cordões arenosos. Um verdadeiro jogo de interligações nota-se entre estes e os diversos planos das baixadas.

No litoral setentrional (Estado do Ceará e norte do Estado do Rio Grande do Norte) essas formas planas alcançam amplitudes consideráveis, mas no litoral leste a baixada se estreita muito. Nas cercanias da cidade de João Pessoa (Paraíba) ela se expande e toma largura também em Pernambuco, ao norte da cidade de Recife, dominando as praias, por exemplo, do rio Doce, Conceição, Maria Farinha e bordejando o litoral de Itamaracá, cerca mangues e terrenos alagadiços.

Nesse trecho os sedimentos invadem as embocaduras fluviais, penetrando pela bacia do rio Goiana, em extensas áreas colmatadas.

Ao sul da capital pernambucana a redução da largura se mantém até o Estado de Alagoas, donde somente próximo do Estado de Sergipe retoma largura em demanda ao território baiano.

A natureza das baixadas nordestinas provém, em parte, das condições cli-

máticas que determinam outros fatores a elas inerentes.

Desde o Estado do Ceará até a Paraíba, onde são caracterizadas por maiores larguras, acham-se no domínio das formações arenosas.

No primeiro estado mencionado a baixada se reduz sensivelmente e sob melhores condições oferecidas pelo rio Jaguaribe, principalmente entre Arneirós e o rio Poti, apresenta-se como destacada planura.

A jusante da cidade de Limoeiro, no curso inferior daquele rio cearense, principalmente na margem esquerda, as planícies aluviais têm muito maior expansão, isto porque na margem direita do referido leito encontram-se as ondulações da "cuesta" do Apodi. O movimento geral da sedimentação na costa setentrional se verifica sempre em sentido oeste.

A oeste, em áreas do Estado do Rio Grande do Norte, a baixada diverge em características, intrometendo-se pelos níveis de 100 a 300 metros de altitude e refletindo efeitos semi-áridos sobre a paisagem.

Na área da cidade de Macau se ampliam pela presença de maior número de rios que vêm em direção norte, perdendo-se antes de chegar ao mar. Observações feitas por Kegel (1957, p. 40) demonstram que "as extensões pleistocênicas e holocênicas se estendem de leste das falésias ao longo da praia das Barreiras até as do Rosado e ponta do Mel, sendo encerradas entre afloramentos da formação Barreiras naquelas falésias". Mariano Feio (1958) denominou esse conjunto de formas semelhantes de "baixo sertão".

No litoral oriental as baixadas repetem alguns aspectos das anteriores quanto ao domínio climático de condições mais úmidas que as da costa

leste-oeste. São planícies inundadas acompanhando a fímbria litorânea e insinuando-se entre as elevações terciárias e esporões cristalinos da Borborema.

É a partir do Estado da Paraíba para o sul que se notam os mantos de decomposição provenientes dos tabuleiros e morros cristalinos carregados pelas águas em direção ao mar.

No Estado de Pernambuco, notadamente nos baixos cursos dos rios e durante as cheias, quando no inverno os alísios atuam com mais intensidade induzidos pela massa fria polar antártica é que a contribuição aluvial tem muito maior importância.

Esses fenômenos são tão evidentes que Andrade (1955, p. 27) diz: "enquanto os processos mecânicos são refreados, os químicos e bioquímicos, pelo contrário, aceleram-se. Com temperaturas mais elevadas do que nas regiões temperadas e frias, tem a água maior poder dissolvente, intensificado, aliás, pelo anidrido carbônico, formado pela cobertura vegetal".

Andrade (1959, p. 1) diz que: "o trecho compreendido entre a ilha de Itamaracá e a baía do rio Goiana é uma secção de costa baixa, mista e epigênica, policíclicamente retificada no Quaternário pela reiterada formação de cordões litorâneos, restingas, tómbolos e flechas. À esquerda desses tómbolos operou-se a colmatagem recente de uma grande área, desde muito antes (Plioceno?), deprimida por basculamento da estrutura e degradação provavelmente cárstica: nessas áreas as transgressões continentais dos ciclos interglaciais e interestagiais do Pleistoceno tinham alagado um golfo hoje testemunhado pela ampla bacia de aluviões flúvio-marinhas onde se anastomosam os rios Catuama, Carrapicho, Botafogo, diante do povoado de Atapus".

2.2.1.1. *Golfão maranhense*

Para o interior da região em estudo expande-se a imensa superfície plana, alagadiça, revestida de campos e conhecida pela denominação de baixada ou campo dos Perises. A topografia, herdada dos fenômenos ocorridos numa antiga área existente entre a ilha de São Luís e o continente, é cortada por cursos d'água que sofrem a influência da maré até muito além das embocaduras. E a montante ainda se encontram lagos bordando as margens dos principais rios, como o Turiaçu, Pindaré, Mearim e Grajaú, com formas lacustres semelhantes às referidas no vale do Pericumã.

A presença desses acidentes é importante para se reconstituir a antiga fisiografia regional que correspondeu, outrora, nesses trechos, a um golfão.

E, mais uma vez, pode-se transcrever as explicações de Ab'Saber (1958, p. 71):

“o antigo golfo marinho que se iniciava a partir da baía de São Marcos atingia áreas situadas a 10-15 quilômetros da confluência atual do Pindaré-Mearim. As lagoas de barragem fluvial situadas no ângulo interno da confluência do Grajaú e do Mearim constituem, nesse sentido, ótimo ponto de baliza para a reconstrução do traçado antigo do litoral do fundo do golfão pleistocênico”.

Adianta ainda o autor que “é fácil chegar-se à conclusão de que os rios Pindaré, Grajaú e Mearim tenham tido embocaduras isoladas ao longo de um arco irregular que passaria entre o Pindaré, Mearim e Monção, infletindo-se para sudeste, até

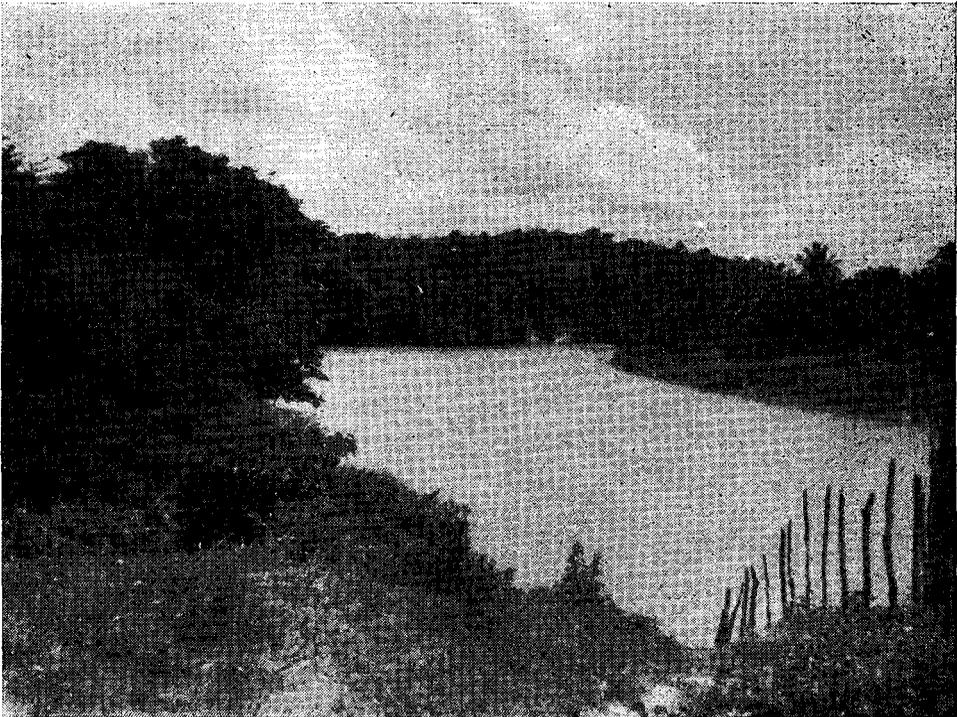


Foto 7 — Município de Rosário — Maranhão — O rio Itapicuru, no seu curso para jusante, através de níveis de terraços, carrega os sedimentos para as baixadas.

(Foto da autora)

passar a alguns quilômetros ao norte de Bacabal, dirigindo-se, depois, para nordeste até Perises. O Itapicuru, juntamente com o Monim, por seu turno, estava separado dessa grande "ria" antiga, indo diretamente à baía de São José ou de Guaxanduva, constituindo outra grande "ria" em seus derradeiros quilômetros de curso".

Hoje a influência da maré prossegue, fazendo-se sentir, por exemplo, nas proximidades da foz do rio Itapicuru, onde se faz notar até 184 quilômetros a montante. De Caxias para jusante o rio torna-se de planície (foto 7).

Existe, entretanto, alguma diferença na sedimentação efetuada no contato com o mar e o interior da baixada. Isto se verifica, como diz Ab'Saber (1958, p. 2), nos "processos de aluvionamento típicos das planícies do nível de base, em contraste com a sedimentação flúvio-marinha existente pouco mais ao norte, na zona que precede de imediato a ilha de São Luís. Nessa área semideltaica do baixo curso dos rios maranhenses aparecem tesos, lagoas e barragem fluvial nas indecisas áreas que se concentram no fundo do antigo golfo regional" (foto 8).



Foto 8 — Baixada dos Perises — Estado do Maranhão — Vista parcial de uma grande área que foi entulhada por sedimentos flúvio-marinhos. Durante grande parte do ano encontra-se coberta pelas águas, dificultando, assim, as atividades humanas.

(Foto da autora)

Com muita razão, fruto de suas observações locais, o referido geógrafo considera "esse conjunto de baixadas fluviais e flúvio-marinhas da região sub-litorânea do Maranhão uma espécie de *paysbas* da fachada atlântica daquele Estado brasileiro".

2.2.1.2. Delta do Rio Parnaíba

A morfologia de características deltaicas expõe-se, no Maranhão e Piauí, em função do comportamento de um dos mais importantes cursos fluviais do Brasil — o rio Parnaíba. No seu conjunto topográfico notam-se, então, três setores principais, a saber:

1. Da baía de Tutóia à baía do Caju — onde se acham grupadas ilhas como as do Paulino, Grande, Papagaio, Caju, Carrapato, separadas por canais. É um trecho muito recortado que somente encontra semelhança no oeste maranhense;
2. Da baía do Caju à baía das Canárias — com direção L-W — é o trecho retificado, contendo pequenas ilhas;
3. Da baía das Canárias à cidade de Amarração ou Luís Correia — trecho que encerra a ilha Grande entre as barras das Canárias, a oeste, e Igarçu, a leste. Trata-se de um acidente onde a abrasão marinha parece mais sensível, evitando que aí se acumulem sedimentos. A direção, aproximadamente NW-SE, corresponde a formas retificadas, formando ângulo com o outro acidente insular a oeste — a ilha das Canárias. Os ventos aí são de direção NE e as vagas se voltam para NW. Em conseqüência, a maior parte do interior deltaico é pantanosa, enquanto sua periferia é arenosa.

Há, por conseguinte, no conjunto deltaico diversidade morfológica; na vertente ocidental dominam canais, veios,

dependentes da sedimentação fluvial, enquanto na outra vertente existe a ação abrasiva marinha.

Examinando-se as cartas batimétricas, nos trechos do delta, percebe-se, através da distribuição das isóbatas, as diversidades de cotas entre as duas direções gerais apontadas para leste. Essas linhas aproximam-se consideravelmente da parte emersa, a leste, enquanto a oeste se distanciam pela sedimentação da plataforma mais rasa que proporciona diferenciações quanto ao talude submarino. As lobulações mais acentuadas a oeste resultam das consecutivas deposições aluvionais.

Se para leste predominam formas de abrasão e deposição marinha, para oeste do delta nota-se o predomínio do trabalho de aluviamento.

O carreamento das aluviões dirigido para NW se processa em razão do represamento, a leste, por intermédio das areias que retêm os cursos onde um dos mais possantes — o Igarau — consegue dominar esses processos, embora com dificuldade. Por isto o setor NW do delta (ilha Grande de Santa Isabel) toma a forma triangular.

As feições deltaicas nesses trechos parecem evidentes. Os trabalhos de construção superam os de abrasão, seccionando os cursos d'água. Os rios principais ou secundários constituem, também, planos de inundações. Avolumam-se por ocasião das cheias, emendando os diversos setores. Alguns braços do delta do rio Parnaíba instabilizam-se e outros, mais recentes, abandonam definitivamente as posições primitivas em consequência da progressão dos cordões e bancos arenosos.

A sedimentação crescente acarreta problemas sérios ao movimento dos navios porque as barras permanecem entulhadas. Somente a barra de Tu-

tóia oferece passagens mais acessíveis por estar abrigada pela ilha Grande do Paulino.

O comportamento dos principais cursos fluviais influi sobre o delta. O rio Parnaíba tem a maioria dos cursos sob regime temporário (margem direita) e rios perenes (margem esquerda) em pequena minoria.

Esta dissimetria reflete-se sobre o regime do rio principal da bacia, tomando características também intermitentes.

O rio Parnaíba nasce na "serra" de Tabatinga, no Estado do Piauí, e atinge 1450 quilômetros de extensão até a barra de Tutóia. Deste último local até a barra do Longá são mais 90 quilômetros na área deltaica; este último rio é intermitente, apresentando lagoa situada em um nível de base muito abaixo do curso fluvial.

O rio Longá, bem como outros afluentes, concorre para o acúmulo de sedimentos de tal modo que seus cursos desaparecem durante as cheias.

Durante as fases de inundações das margens as coroas se deslocam.

Dodt, à página 62, transcreve as observações:

"tendo-se derrubado em toda parte a mata de beira-rio, ficaram ribanceiras expostas às ações das enchentes a que não podem resistir, visto se comporem de um barro muito friável e arenoso. Isto produz um inconveniente porque se, por um lado, o rio ganha mais largura, perdendo a força de sua correnteza, por outro lado, aumenta diretamente o volume da areia que se acha dentro do leito do rio e dificulta, desta forma, seu transporte para o mar".

De grande importância é a existência dos "terraços de cheia" após as vazantes.

O rio Parnaíba, depois da inflexão que sofre para oeste no seu baixo curso, na latitude da cidade de Parnaíba, ruma para o norte, em meandros de grandes raios, deixando na planície bancos arenosos, amplos igarapés e canais que se anastomosam nas diferentes secções do rio, sempre na direção tomada por este, que deságua na baía das Canárias. Na altura da ilha das Poções subdivide-se e o rio Santa Rosa é o braço mais importante, tomando, inicialmente, direção W e depois NE, para desaguar na baía do Caju.

O Parnaíba liga-se ao Igarapu pelo igarapé São José e ao Santa Rosa pelo rio Santo Estevão e igarapé Santa Cruz. O Santa Rosa, mais sinuoso, deixa uma planície muito alagada; com seu afluente esquerdo, Mouú, contribui para a área mais pantanosa que se estende pela ilha Grande de Santa Isabel, formada nesse conjunto, que abrange o rio Parnaíba, direção NE-SW.

A morfologia do delta do Parnaíba, do interior em direção ao mar, começa a se definir, segundo Dodt (p. 65), "logo abaixo da ilha dos Tucuns, onde o rio Parnaíba se divide pela primeira vez, emitindo um braço para oeste (Santa Rosa) que segue depois paralelamente ao mar, deixando diferentes ilhas até alcançar Tutóia, onde está a sua principal saída".

Esses fatos explicam porque a planície deltaica se expande para o interior, seguindo os cursos d'água pressionados pelo fluxo da maré. Tanto assim que os canais, ao chegarem a Tutóia e à baía do Caju, têm a cor azulada na estiaagem.

Entre as baías de Mantible e Tutóia as águas de todos os canais correm em sentido oposto sob a influência das marés enchentes, percebendo-se o seu movimento dos extremos para o inte-

rior. Esses canais são destituídos de características fluviais, porquanto nas máximas preamares as vagas da maré remontante atingem a ilha das Poções.

A barra mais importante do delta do Parnaíba é a de Tutóia, enquanto a do Caju é muito mais estreita e sujeita a forte arrebentação, separando, assim, a ilha das Canárias, por séries de canais tortuosos.

No dizer de Ab'Saber (1956, p. 67), "os rios Parnaíba—Longá formam um vasto leque de sedimentos num largo desvão aberto pela erosão pós-pleiocênica, na fase de afogamento eustático moderado que criou inúmeras "rias" conhecidas ao longo da costa brasileira".

O delta é considerado ainda pelo mesmo autor como "a mais perfeita região deltaica da costa brasileira, porque as outras têm contra si o trabalho de areias diferentes emitindo suas flechas, tómbolos e restingas que barram sua foz".

Apesar de se ter apresentado algumas condições de formação deltaica do Parnaíba, sabe-se que sua forma ainda não se consumou. Assim, segundo Aziz Ab'Saber (1956), embora considere o delta também consequência do rio Longá, portanto, para o referido autor, delta Parnaíba—Longá, os processos morfogenéticos desenvolvem-se com certa complexidade. Esses fenômenos de aluvionamento para definir o delta, conquistando melhor o mar, sofrem retardamento na sedimentação por causa da presença de obstáculos naturais ao longo dos cursos que funcionam aí como verdadeiras barras, dificultando o carregamento durante o refluxo das marés.

Procurando-se, mais uma vez, justificar essa formação, completa a nossa interpretação a apreciação de Ab'Saber (1959, p. 51): "O delta do Parnaíba—

Longá comporta-se, superficialmente, mais como uma grande planície de nível de base de gênese complexa do que como um delta, não possuindo, sobretudo, um padrão de drenagem bem típico de um labirinto deltaico”.

Esta planície cenozóica limita-se com a grande bacia sedimentar do Parnaíba em cujos bordos se encontram facies marinhas. Dir-se-ia tratar-se de uma superposição de terrenos cenozóicos, capeando e preenchendo as sinuosidades dos terrenos mais elevados e os fundos dos vales. As maiores deformações estão nos bordos orientais da bacia, coincidindo com as formações neríticas (arenitos conglomeráticos, argilas, calcários, folhelhos devonianos) que representam transgressões marinhas paleozóicas. Do Devoniano aos terrenos mais recentes sucederam-se fases de tectonismo pouco acentuado, ocasionando dobras suaves.

Sobre esses depósitos devonianos existem, na bacia, depósitos carboníferos reveladores da seqüência de vários movimentos de balanço do continente que deram como resultado as transgressões marinhas sobre a planície, deltas e dunas costeiras. O próprio Carbonífero superior (formação Piauí) seria produto da coalescência de deltas que deveriam tomar grande expansão nos terrenos, pois que a profundidade das águas era insignificante. A presença dos arcózios, folhelhos, xistos betuminosos na formação Poti (Carbonífero inferior) comprova que nesta ocasião o meio era marítimo e costeiro, recorrendo as bacias, lagos, em contribuição também terrígena que se tornou continental na parte superior.

Os depósitos devonianos superiores (formação Longá) contendo folhelhos, siltitos e arenitos intercalados correspondem a mar raso e movimento alternado com mar tranqüilo. Kegel W. (1956, p. 39) diz que “neste sentido é interessante observar que, por vezes,

há delgadas (2 a 3 centímetros) camadas consecutivas de siltito com *ripple marks* de diversidade da direção em cada camada, havendo perturbações mútuas destes sinais de ondas, marcando-se, assim, diástemas de expressão local”.

O entulhamento da bacia prosseguiu pelo Permiano quando, após a formação Pedra de Fogo (inferior), sucederam-se outros movimentos. No Terciário os níveis mais elevados limitam-se ao litoral baixo, “sendo possivelmente idênticos às do Maranhão” (Oliveira e Lonardos, 1943).

2.2.2. Baixadas Orientais

As baixadas costeiras do litoral oriental apresentam aspectos diferenciados, morfologicamente, das setentrionais quer pela largura variável, em função da posição dos acidentes sedimentares cristalinos dos níveis de piemonte da Borborema, quer pela influência do domínio climático úmido.

A largura dessas baixadas é maior no Estado do Rio Grande do Norte onde os acidentes se mascaram pelos depósitos sedimentares recentes.

Nas imediações da cidade de Natal a baixada se estende de 19 a 28 quilômetros, largura esta que se amplia no Estado da Paraíba a partir, principalmente, da cidade de João Pessoa e se reduz a 10 quilômetros no Estado de Pernambuco.

A colmatagem revela processos avançados de evolução, e os rios como Potenji, Trairi, Curimataú, Ceará-Mirim, Paraíba e Mamanguape tem, na planície, os cursos baixos divagando entre lagoas e leitos abandonados e terminando por embocaduras afogadas.

No Estado da Paraíba a descarga mais poderosa é causada pelo rio do mesmo nome. Formaram-se várias ilhas em

frente a sua embocadura. A ilha da Restinga, a maior de todas, está embutida entre o continente e uma grande restinga sinuosamente infletida em direção ao norte (porto de Cabedelo) que parece tentar ligar-se ao continente. Numa grande planície inundada o rio Paraíba deixa mais nítidas as impressões do afogamento de sua foz. Destaca-se esse rio entre os dois estados pela amplitude e meandricidade do seu curso. Os meandros, com grandes e pequenos raios de curvatura, confundem-se nesse intenso emaranhado de águas ligadas.

Rios como o Jacuípe aí também chegam alimentando a riqueza aluvional. Na embocadura do Paraíba uma "ria" alongada no sentido sudoeste-nordeste propende a um entulhamento quase total. No Mamanguape repetem-se as mesmas características, porém muito menos complexas que no anterior.

Tal como se observa ao longo do baixo curso do Paraíba, sobretudo nas várzeas enxutas, o Ceará-Mirim, no Rio Grande do Norte, é acompanhado de engenhos e usinas de cana-de-açúcar que se beneficiam das riquezas aluviais.

Em Pernambuco sobressaem-se dessas planícies afloramentos cristalinos como os do cabo de Santo Agostinho e Pedra do Conde. Mergulham no mar, em pontões, estreitando consideravelmente lençóis arenosos. No Estado de Alagoas a redução explica-se pela presença quase contínua das barreiras que permitem apenas um delgado cordão de areias separando-as do oceano.

O trabalho consecutivo das praias, através desses aspectos, provêm, inclusive, da natureza hidrográfica e ação das correntes sobre as formas de deposição.

Foto 9 — Município de Goiana — Pernambuco — Exemplo de "ria" no rio Goiana. Observar a extensa planura aluvial coberta de manguezais desenvolvida após a formação da "ria". Em primeiro plano uma pequena elevação correspondente ao nível dos tabuleiros.

(Foto Umberto de Souza)





Foto 10 — Município de Recife — Pernambuco — Vista parcial do rio Capibaribe cujas cabeceiras se encontram nos terrenos cristalinos. Percorrendo grande extensão, esse rio, como numerosos outros no estado, no seu baixo curso, carregam grande carga de sedimentos que alimentam a larga região a jusante. A divagação do curso nesses terrenos baixos motiva zonas cujo entulhamento aos poucos se processa. À direita da foto vê-se um desses níveis inundáveis; acima deste o nível de 2 a 3 metros; e o de 7 metros mal disfarçado. Este último, bem como alguns mais elevados, tem sido relacionado a outros trechos do Nordeste, refletindo os movimentos eustáticos no Brasil. No último plano aparecem colinas modeladas diretamente no cristalino com seus clássicos perfis convexos.

(Foto IBGE)

Alguns cursos d'água que atingem o litoral nordestino oriental têm nascentes no sertão semi-árido onde o regime de chuvas é torrencial.

Os rios mais caudalosos, dissecando os níveis cristalinos e sedimentares, acarretam sérios problemas às baixadas (fotos 9 e 10).

As aluviões carregadas por esses cursos colmatam os trechos baixos dos rios que divagam sinuosamente nas planuras. Os rios de regime perene, como ocorre em alguns do Estado de Pernambuco, acentuam esses processos, mormente no inverno. Formam-se logo baixos níveis inundados, serpenteados

por cursos que avançam para o mar, com depósitos argilosos cuja carga sobrepuja a dos demais trechos litorâneos. Os leitos desses rios emendam-se a jusante (foto 11).

Ao norte do Estado de Pernambuco os rios São Lourenço, Carrapicho, Arataca, Botafogo, Congo, Igarapu e Desterro concorrem para a sedimentação em torno da ilha de Itamaracá, onde alguns níveis de "barreiras" acham-se represados por esses depósitos.

A baixada litorânea amplia-se em torno da cidade de Recife, seccionada por canais, ilhas e amparada pelos recifes.

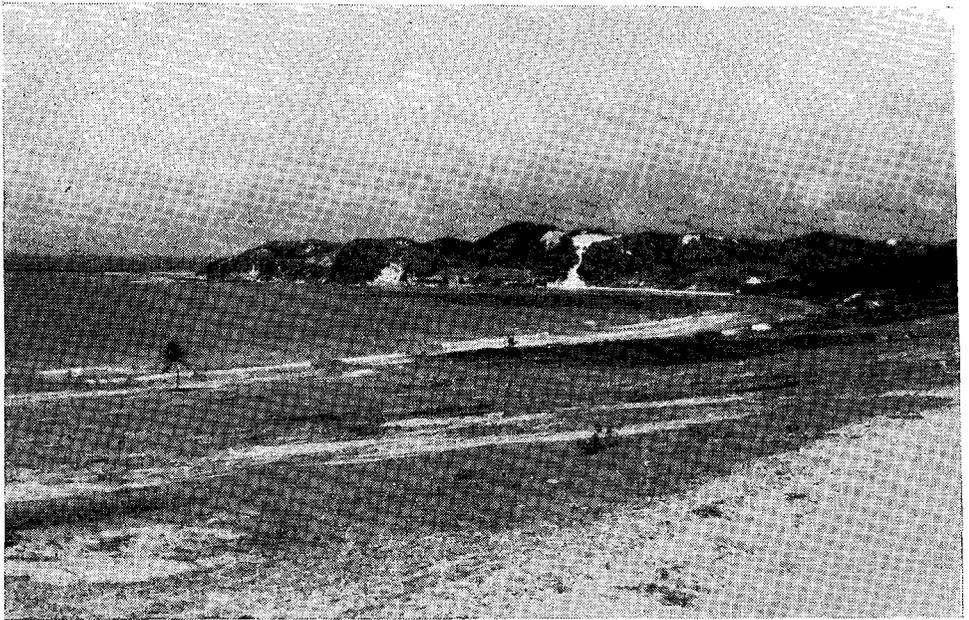


Foto 11 — Município de Natal — Rio Grande do Norte — Paisagem litorânea recente, muito típica na vertente oriental do Rio Grande do Norte, próximo a Natal. Os sedimentos arenosos provenientes dos rios que aí correm têm sido distribuídos ao longo do mar, num trabalho contínuo de crescimento dessas praias. O avanço contra as águas salgadas é acompanhado pelo crescimento das restingas onde os ventos regulares que aí sopram formam as dunas que avançam na direção do interior. Essas observações indicam terem elas se formado em épocas dominadas por semi-aridez mais forte que a atual. No momento do seu aparecimento o litoral não devia ocupar a posição atual. A linha de costa se localizava no trecho representado à esquerda. Foi deste ponto, talvez, que saiu a areia que deu origem às dunas. Posteriormente a planície litorânea parece ter sido destruída pelas vagas, permanecendo, entretanto, o alúvio da antiga praia. Hoje essa formação é representada por uma faixa de recifes.

(Foto IBGE)

Ao sul a baixada se interrompe ante as formas dos tabuleiros e a faixa sedimentar recente passa a ter menor importância ao norte do Estado de Alagoas.

2.2.3. Planícies de Inundação e Comportamento da Rede Hidrográfica

Opondo-se ao litoral oriental do Nordeste, onde as feições principais do modelado se referem predominantemente às restingas, recifes e tômbolos, no litoral setentrional a morfologia ressalta a incidência das dunas. As areias que as formam desviam a drenagem de sua direção normal em de-

manda ao oceano, apresentando emboaduras contorcidas.

As dunas caracterizam o litoral compreendido principalmente entre o Estado do Rio Grande do Norte e o trecho oriental cearense. São conseqüentes dos ventos de direção nordeste que as projetam para o interior, a mais de dez quilômetros de distância do mar, como se observa a sudoeste da cidade de Natal.

As dunas podem dar uma idéia irreal de suas alturas porque se encontram capeando restingas, dunas fósseis e os níveis sedimentares e cristalinos.

A ação eólica faz-se notar, inclusive, sobre os baixios, no costão nordestino,

onde se dá a mudança de direção do continente, como, por exemplo, em Maracaju, Rio do Fogo, Sioba. As dunas relacionam-se, algumas vezes, às saliências do perfil litorâneo, capeando parcialmente as restingas, como se observa nas pontas do Pitangui, Jacumã, Jenipabu, Negra, Tabatinga, Maman-guape, nos Estados do Rio Grande do Norte e Paraíba.

O trecho caracterizado pelo domínio das dunas situa-se entre o extremo setentrional do litoral e o rio Camarata, no Estado da Paraíba. Formam aí colinas cujas alturas oscilam entre 40 e 60 metros. A ação eólica constante projeta para o interior, rio acima, a areia que vai se confundir com os sedimentos fluviais recém-depositados. Por isto sobrevém a fossilização dos estuários, mormente nos rios do Estado do Rio Grande do Norte, onde entulham baías e "rias". As areias, em mistura com as argilas fluviais, recobrem-se de manguezais, embocadura acima, até onde se faz sentir a influência da maré.

Nesses locais os rios se reduzem, durante a estiagem, a verdadeiros leitos secos, recobertos pelas camadas de areia.

Não raro as dunas se superpõem, isto é, dunas recentes podem capear as mais antigas. As primeiras, quando móveis, apresentam crescimento gradativo e podem deslocar as barcanas, daí serem chamadas "vivas", tal como se observa no trecho do abaulamento costeiro.

Nas dunas antigas denominadas "fósseis" ou "mortas", pelo fato de já estarem fixadas, podem existir estratos cruzados que expressam a variação das direções dos ventos em épocas diferentes.

Entre esses dois tipos de dunas, a coloração das areias varia dos tons amarelado, para as atuais, ao avermelhado, para as antigas.

A fixação das dunas pela diagênese se processa, então, pelos efeitos da capilaridade, sob condição paleoclimática mais seca do que a reinante atualmente. A concentração do óxido de ferro se faz presente pela limonita que retém os grãos arenosos (Foto 12 e 13).

A esses tipos de dunas, no Estado de Pernambuco, Osório (1955) a elas se refere, segundo a hipótese paleoclimática, como "reflexos desérticos quando a região fora submetida a clima quente".

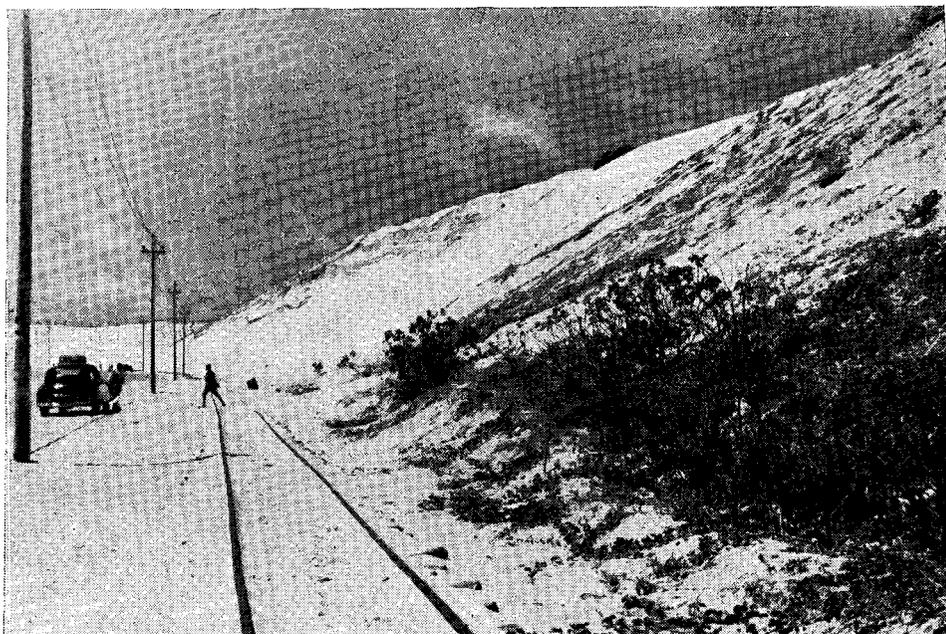
Esses fatos talvez possam ser posicionados no Eo-Pleistoceno, quando a região nordestina fora acometida por aquelas características climáticas.

As dunas apresentam-se também fixadas pela vegetação e as efêmeras se formam nos dias de ventos mais fortes e podem ser destruídas, posteriormente, por ocasião das marés equinociais ou das tempestades.

A ação dos ventos alísios de sudeste pode espalhar as areias a muitos quilômetros para o norte, em direção oposta a dos rios, como se verifica até Tabatinga, no Estado do Rio Grande do Norte. Os cursos finais dos rios mostram níveis esculpidos nas areias, testemunhando o deslocamento de suas posições em épocas passadas.

Alguns meandros abandonados, em locais arenosos, na atualidade, podem vir a constituir, no futuro, as provas de suas antigas direções.

Nesses trechos litorâneos, onde as areias represam as águas doces, as dunas limitam-se com lagunas. Os trechos finais dos rios acompanham paralelamente a costa, desviando-se do seu percurso normal para o mar, impostos pela ação eólica. É o que se observa com o rio Paraú, com a lagoa do mesmo nome e o rio do Meio, ambos no Estado do Rio Grande do Norte.



48

Foto 12 — Município de Fortaleza — Ceará — No litoral setentrional nordestino agrupam-se grandes colinas de areia de granulação muito fina cuja altura atinge várias dezenas de metros. A oeste da ponta de Mucuripe encontra-se uma baía onde está o porto do mesmo nome, que deverá ser um dos escoadouros da capital cearense. Os ventos do quadrante leste, pela sua atuação constante na mesma direção, levam os grãos de areia a se depositarem de maneira a que as elevações se disponham em extensos alinhamentos. Trabalhos de fixação das dunas por meio de vegetação de raízes profundas têm tornado mais transitável a ferrovia entre o porto e Fortaleza.

(Foto IBGE)



Foto 13 — Município de Natal — Rio Grande do Norte — Exemplo de dunas "fixas" no litoral do Rio Grande do Norte. Estando localizado fora do contato direto com o mar, esse tipo de duna se acha quase totalmente recoberto pela vegetação que a retém gradativamente. No sopé das colinas, entretanto, limitando-se com as depressões, desenvolvem-se arbustos, mercê da maior umidade reinante. À esquerda pode-se observar as encostas de uma colina moldada em rochas da série Barreiras.

(Foto IBGE)

As divagações dos rios acentuam-se mais nos locais da costa anteparados pelas restingas ou recifes que constituem aí pontos de barragem. Os cursos, conseqüentemente, são forçados a se interligarem até determinado local por onde eles conseguem fluir ao longo dos cordões arenosos. Esses locais onde as águas se emendam são denominados "olheiros", como os observados por Andrade (1957) entre os rios Riacho Mudo e Ceará-Mirim, no Estado do Rio Grande do Norte. Outro exemplo é o relativo aos rios Abiaí e Goiana, no Estado de Pernambuco, interligados por uma depressão alongada.

Nos Estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, onde os rios fluem entre cordões sinuosos, as embocaduras se expandem e, geralmente, o contato com o mar não pode ser realizado de modo direto. O fluxo e refluxo das marés obstruem de tal maneira as barras que conseguem fossilizar a "ria" do rio Ceará-Mirim, no Estado do Rio Grande do Norte. Deve-se este fato, em grande parte, ao trabalho das dunas.

Tornando-se mais locais, as dunas em Pernambuco escasseiam, perdem altitude e espessura, limitando-se apenas aos estuários, como na baía Formosa. Nas costas norte alagoanas se projetam sobre os tabuleiros, reaparecendo aqueles tipos encontrados nos Estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, isto é, as "dunas fósseis".

O litoral sul-paraibano e pernambucano é dominado pelas restingas, sendo poucas as dunas que as recobrem. As sucessivas faixas arenosas separam-se, às vezes, por depressões ainda em vias de colmatagem. As ilhas desse litoral basculado são interligadas por vários cordões. Assim, nos terrenos contíguos do mar, as zonas deprimidas ainda funcionam como lagoas.

Andrade, G. (1955, p. 56) diz que nos trechos circunvizinhos da ilha de Itamaracá "as areias das coroas vêm de longe, prolongadamente trabalhadas ao longo da costa e tangidas como dunas submarinas pelas correntes litorâneas. Em grande parte descobertos na baixa-mar das águas vivas, os *ripple-marks* destas "croas" permitem determinar a direção que leva seu deslocamento emigrado para o norte. São essas "croas" que formam as barras, bancos de acumulação de areia nas bocas de estuários e canais. Esses bancos, que não são deltas de marés, estão sempre vagarosamente cortados pelo vaivém das correntes de maré e é através deles que a navegação costeira tem acesso aos portos interiores".

Ao sul de Recife, onde os rios são divagantes, as embocaduras tendem a se fechar quando se trata de cursos que caminham quase paralelamente entre si: rios Jaboatão—Pirapama; Suapi—Tatuoca; Ipojuca—Merepe.

Entre essas duas porções litorâneas e ao norte de Alagoas as areias não desempenham o mesmo papel obstruidor, em virtude da presença dos terrenos elevados próximos às praias e também porque os rios apresentam fraco volume a montante.

É de suma importância o predomínio dos ventos do mesmo quadrante na direção e incidência das vagas, condicionando-se as areias, nos diversos pontos da costa, à variação dos alísios durante todo o ano. Ao norte do litoral, entre a Ponta do Calcanhar e o rio Ceará-Mirim, no Rio Grande do Norte, é notável o trabalho dos ventos alísios, aglutinando areias na direção sudeste e desviando as embocaduras dos rios nessa mesma direção (rios Fogo, Parauá e Ceará-Mirim).

No litoral, onde sobressai a atuação dos alísios de sudeste, o trabalho sobre as vagas resulta na deposição sedimentar para nordeste. Esse fato, ob-

servado a partir do rio Potenji até as latitudes de 8° e 30' sul, tem esclarecido a causa da existência de pontas salientes recobertas de areia, constituindo parte do fraco rendilhamento costeiro, exemplificadas nas pontas Negra, Tabatinga, Lucena, separadas por faixas regulares de restingas.

Há trechos do litoral, entretanto, onde o percurso das areias varia no decorrer dos doze meses do ano. Sujeitos à inconstância dos alísios, condicionam-se aos deslocamentos dos centros de alta pressão atmosférica do interior nordestino, provocados pela descida do equador térmico. Os rios, nesses pontos da costa, têm suas embocaduras perpendiculares ao mar, notando-se aí a ausência das barras arenosas tolhendo a entrada. A incidência das correntes aéreas de leste torna mais características as embocaduras dos rios ao sul do Cabo de Santo Agostinho (rios Suapi, Tatuoca, Formoso, Sirinhaém).

Os mesmos ventos incidem, contudo, na direção sul, onde a costa se volta para sudoeste, conseguindo infletir, através das deposições das vagas, as embocaduras dos rios para sudeste (rios Una, Maragoji, Porto Calvo, Santo Antônio Grande, Sapucaí).

A retificação litorânea prossegue, nos dias atuais, cercado as baías, embocaduras, lagoas, deixando na baixa-mar extensas "croas", base de futuros cordões litorâneos. Responsabilizando-se pelo desaparecimento das reentrâncias, as restingas funcionam também em Pernambuco, entulhando "rias" (Formoso), tal como as dunas no Estado do Rio Grande do Norte (Ceará-Mirim).

Algumas restingas mais afastadas, no interior, já se encontram consolidadas pela crosta limonítica de aliósio. As depressões ou alagadiços que as limitam são, aos poucos, preenchidas pela vegetação da periferia arenosa que vai, gradativamente, transformando esses

alagadiços em solo humoso. As dunas e restingas apresentam ainda aspecto duplo ao longo da paisagem costeira nordestina.

Nos recantos defendidos da ação devastadora dos ventos impetuosos a vasa pode ser observada. Assim, nesses lugares, quando também das proximidades de rios, a argila carreada em suspensão coloidal, alcançando as águas salgadas, atinge um meio onde as propriedades eletromagnéticas são diferentes, precipitando-se quase imediatamente. Malgrado a pobreza desses sedimentos, nas costas rio-grandense do norte e paraibana desenvolvem-se os manguezais, mais predominantes em Pernambuco. O mangue verdadeiro (*Rhizophora mangle*) o mangue cirriúba (*Avicenia tomentosa*), e o mangue branco (*Laguncularia racemosa*) se sucedem, não raro, sobre os cursos dos rios. Influenciados pelos movimentos das marés essas espécies se intercalam e inúmeras outras aparecem. Estão presentes nesses lugares úmidos solos poligonais, oriundos da retração das argilas despidas de vegetação.

No litoral leste do Nordeste o tipo de embocadura mais notável é o apresentado pelo rio São Francisco, o que permite abrir um parêntese neste estudo. Este rio, após longo percurso pelo interior, em terras de condições geológicas, geomorfológicas e climáticas variáveis, alcança as superfícies planas, desaguardo entre os Estados de Alagoas e Sergipe. Vasta planície aluvial aí se destaca em sentido oposto à apresentada pelo rio Parnaíba, isto é, aproximadamente NE-SW.

A influência dos sedimentos na construção das formas deltaicas atuais limita-se à margem esquerda do rio, nas proximidades da foz do rio Cururipe, no Estado de Alagoas e, na margem direita, ao norte do rio Picatuba, no Estado de Sergipe. O próprio rio São Francisco deságua a 24 milhas de Cururipe (foto 14).



DELTA DO RIO SÃO FRANCISCO

Foto 14 — Fotomontagem aérea de parte do delta do rio São Francisco. Nesta parte final do grande vale brasileiro se desenvolve vasta planície aluvial cuja suavidade topográfica é bem visível. Há uma série de restingas paralelas interrompidas por canais. Em contato com o oceano notam-se bancos de areia em semicírculo diante da embocadura do rio. Vários braços fluviais, paralelos ou perpendiculares ao curso principal, bem como ilhas aluviais, constituem os testemunhos mais evidentes do regime do rio nesse trecho, entre os Estados de Alagoas e Sergipe.

(Foto CHESF)

É interessante notar a forma apresentada pela embocadura, isto é, losangular, proporcionada pela disposição de extensas faixas arenosas, desenvolvidas em restingas, em ambas as margens do curso baixo. A partir, então, do leito principal, têm direções opostas, fechando os seus ângulos à medida que se aproximam daqueles limites mencionados.

Na margem direita o curso do rio Coxim ou Betume apresenta um rápido desvio de direção, formando um grande cotovelo. Percorre paralelo à costa, em ângulo cujo vértice se aproxima das praias arenosas mais ao sul. A margem esquerda do delta é dada pelo curso desse rio, desde o local onde muda de direção até antes de tocar o

leito do rio São Francisco, separado aí por tabuleiros.

Na margem esquerda o rio Mirituba limita a extensão arenosa, correndo também paralelo à costa.

No interior os limites são proporcionados pelos tabuleiros que se aproximam mais do leito, a jusante da cidade de Penedo, estreitando, consideravelmente, o vale e onde ocorre a série das Vazantes (sedimentos argilo-arenosos de estratificação falsa, intercalados por leitões de argilas), as vasas e os manguezais.

Desse trecho até o mar encontram-se numerosas ilhas de acumulação como São Pedro, Mandioquinha, Mato, Ma-

moeiras, Cachimbão, Gondim, Teresa, Piaçabuçu, Fitinha e Guaxinim.

Nas proximidades de sua foz o rio São Francisco se divide em dois braços, formando a ilha do Arambique. Um deles, longo e sinuoso — o Parapuça — recebe vários riachos provenientes do interior.

Toda a costa nesse trecho é muito baixa, e a barra é cercada de extensos areais que tomam, por vezes, aspectos de pontais, como o pontal da Barra ao norte, e o pontal do Samouco ao sul da embocadura.

Cercando os canais, a barra e margens do rio principal, as areias se dispõem em semicírculo, lançando-se a montante, principalmente na época das enchentes, isto é, entre os meses de outubro e março.

52

Os bancos arenosos, deslocados pelas marés, provocam a sedimentação das ilhas mais próximas à foz.

No conjunto, o delta do rio São Francisco apresenta, segundo Domingues, pequenas "rias" formadas pelos seus afluentes, que surgiram em virtude do aprofundamento dos seus leitos, posteriormente invadidos.

Hoje a regularização do delta prossegue promovida pelos ventos que impelem as vagas obliquamente à costa. Nas baixadas litorâneas as séries de lagoas e lagunas são represadas pelos sedimentos fluviomarinhos, enquanto ao norte do litoral, principalmente no Estado do Rio Grande do Norte, as formações lacustres derivam das posições incertas dos pequenos cursos represados pelas areias. Existem em função da mudança de direção dos pequenos cursos d'água que tentam desembocar no mar. Esses cursos, no trecho final (riachos, canais), acham-se de tal forma sob o domínio arenoso que se transformam, seccionados pelas

posições dessas formas. Ao sul do mesmo litoral oriental nordestino, com maior destaque no Estado de Alagoas, as pequenas depressões sujeitam-se às ações sedimentares das aluviões tangidas pelas vagas e cursos fluviais. No primeiro caso essas lagoas de barragem, em conjunto, formam, por vezes, seqüências paralelas ao leito principal, demonstrando a mudança do curso pela constância dos ventos sobre os areais. São exemplos mais notáveis na costa alagoana as do Norte, Mangalia, Azeda que continuam recebendo aluviões dos rios torrenciais provenientes das regiões mais altas do interior.

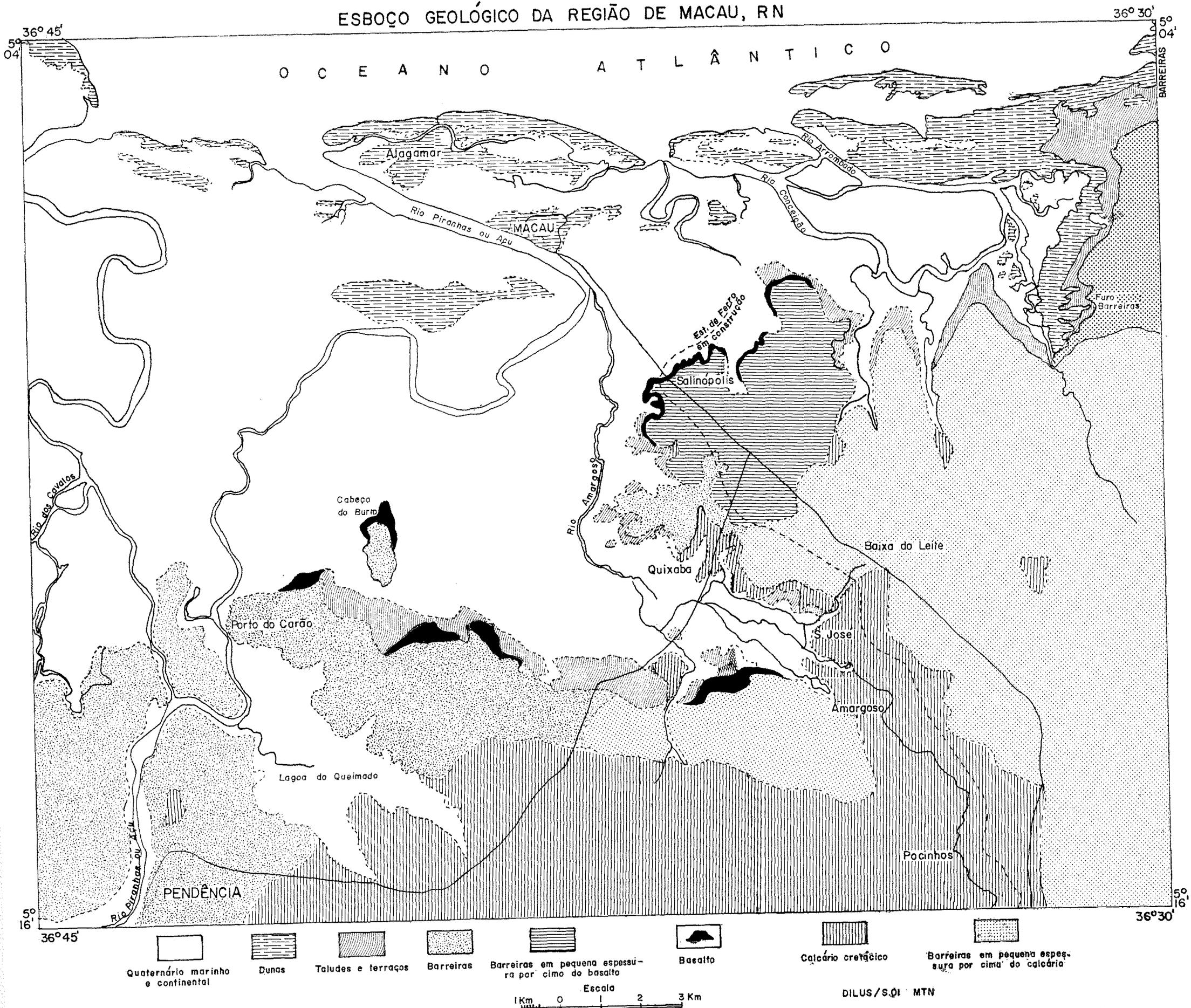
As lagoas e lagunas, pelo menos nos Estados de Alagoas e Paraíba, são testemunhos da invasão marinha em bacias interiores.

No segundo caso, porém, lembrar-se-ia a disposição das numerosas lagoas revelando os movimentos da crosta e do nível marinho em épocas passadas. Enfim, todo o desenvolvimento das baixadas do Nordeste advém de uma série de fatores muito complexos e variados, de acordo com o local onde elas se estabelecem.

Assim é que no litoral brasileiro, como diz Ab'Sáber (1959, p. 50/1) "a drenagem labiríntica é consequência da colmatagem flúvio-marinha das zonas de antigos golfos rasos, oriundos da transgressão glacioeustática (transgressão flandriana). Esses golfos, baías, "rias" foram colmatados pelos mangues e compartimentados pela sedimentação e águas de correnteza indecisa, desdobrando-se em canais, estuários e deltas internos, correspondendo a drenagens litorâneas e sublitorâneas".

Ao se examinar os trechos finais dos rios que rompem as baixadas costeiras nota-se certa uniformidade morfológica. Predominam, através de todo o Nordeste, formas derivadas do movimento de abaixamento do continente

ESBOÇO GEOLÓGICO DA REGIÃO DE MACAU, RN



Mapa 1 — Extraído de Wilhelm Kegel, "Contribuição ao estudo da bacia costeira do Rio Grande do Norte", in Boletim n.º 170, do Departamento Nacional da Produção Mineral — Divisão de Geologia e Mineralogia — Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, Serviço Gráfico do IBGE, 1957, p. 16/17.

e sua conseqüente invasão pelas águas marinhas. Os aspectos de "rias", mais numerosas no Maranhão e que se prolongam pelos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte, bem como por todo o litoral oriental, encontram neste último o exemplo mais evidente na baía de todos os Santos.

Trabalho associado ao das baixadas está o das várzeas inundadas. Elas formam um misto de sedimentos fluvio-marinhos, areno-argilosos, cercado as "rias", os vales afogados, os terraços a montante dos cursos d'água. A largura apresentada é muito variável entre as diversas porções do litoral nordestino. Andrade (1937), estudando-as na Paraíba, assegura que "no baixo curso do rio Mamanguape são mais estreitas que aquela existente no rio Ceará-Mirim ou Goiana, cujas larguras se situam entre 800 e 1 000 metros".

Ainda no mesmo Estado, porém em outro trabalho, o mesmo autor diz que o contribuição para a várzea ainda é grande porque o material provém, na maior parte, dos regimes secos, pobre em húmus. São areias grosseiras, angulosas, que torna a permeabilidade do terreno muito acentuada.

Já no litoral setentrional, segundo Kegel W. (1957), entre Apodi e Passagem Funda, as várzeas dispõem-se em grandes extensões ao longo do rio Moçoró, próximo à cidade do mesmo nome e ao longo do rio Upanema, próximo à povoação de Tabuleiro Grande (mapa 1).

As várzeas inundadas, portanto, complemento e conseqüência do mecanismo das baixadas, são resultantes da influência das marés que, subindo, conduzem o material marinho, confundindo-se com as aluviões (foto 15).

Reflexos ainda da poderosa ação da maré e da divagação dos rios, estão as várzeas inundadas, sendo em grande

percentagem arenosas (rios Ceará-Mirim e Paraíba no Rio Grande do Norte e Paraíba, respectivamente), e muito argilosas e ricas em húmus em Pernambuco.

Fora do alcance das marés, as várzeas enxutas representam antigos níveis de inundação nas próprias aluviões: 2 a 3 metros no Ceará-Mirim, considerados aí por Andrade (1957) como "retalhos isolados formando, às vezes, autênticos terraços fluviais". Pelo mesmo autor (1956), semelhantes níveis foram constatados em Pernambuco, no Pilar, Lance dos Cações, lagoa Seca, Tabatinga, entre Itamaracá e barra do rio Goiana, e no rio Formoso.

Nas pequenas enseadas abrigadas dos ventos e correntes litorâneas ainda se conservam certos níveis, alguns testemunhos das condições policíclicas que afetaram a morfologia litorânea atual. Nas circunvizinhanças de Recife a Natal, Andrade (1957) observou depósitos fluviais inseridos noutros materiais que possuem seixos com ângulos muito arredondados, indicando também, pelas suas posições, uma descarga considerável quando se encontravam acima da cota atual.

2.2.4. Remanescentes de Antigas Superfícies Elevadas

Os níveis elevados do embasamento cristalino ocupam menor extensão do que os sedimentares. Enquanto os primeiros referem-se, em grande parte do Nordeste, aos acidentes periféricos da Borborema, os segundos relacionam-se às estruturas sedimentares da série Barreiras.

O embasamento cristalino se faz notar no litoral setentrional, descontinuamente. Está capeado por estratos sedimentares na ilha de São Luís, mergulhando para o sul e aflorando sob aspectos de outeiros na baixada dos Perises.

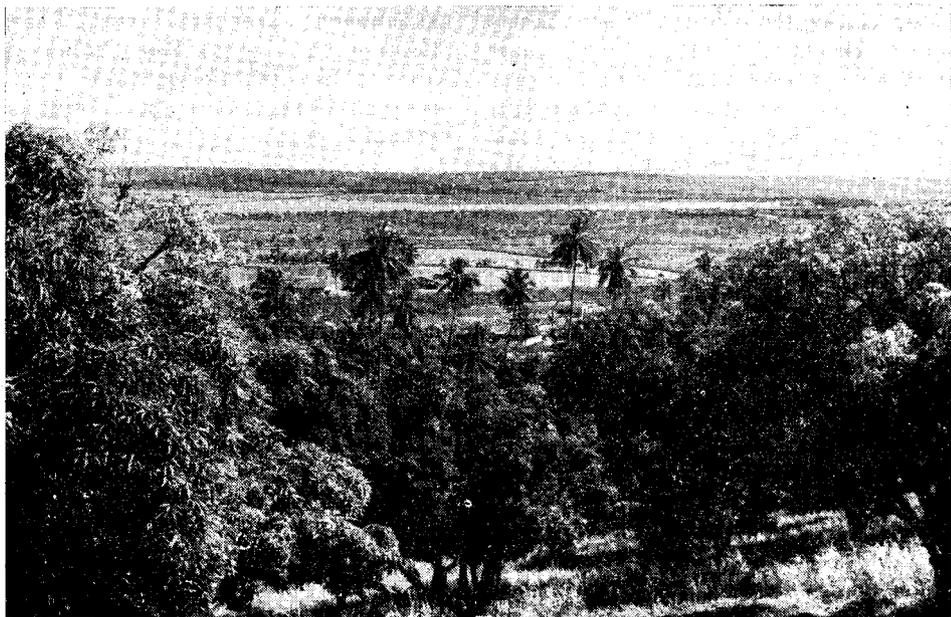


Foto 15 — Município de João Pessoa — Paraíba — Região de várzea inundada no vale do rio Sanhauá, afluente do rio Paraíba, em João Pessoa (Paraíba). Sobre os terrenos baixos, ao nível do mar, extensos emaranhados de águas salobras contornam a linha da costa. Os rios, com embocaduras afogadas, apresentam características de “rias”, constantemente entulhados pelos sedimentos arenosos e argilosos. Sobre os trechos mais argilosos dominam manguezais com diversas espécies de mangues. Ao fundo divisa-se níveis mais elevados, correspondendo aos de 35 e 65 metros, encontrados no litoral do Nordeste. Essas elevações modeladas em rochas pliocênicas pertencem aos tabuleiros muito planos que geralmente emolduram as praias recentes do litoral oriental nordestino. São, ademais, indícios de movimentos relativos do mar ocorridos em épocas bem recentes.

(Foto IBGE)

A leste a sua presença em relação ao nível do mar se nota desde os piemontes da Borborema, das colinas mamelonizadas das baixadas, até o mar, em altitudes decrescentes.

Nos Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba esses níveis se referem ao ciclo erosivo do “Baixo Sertão” (Feio, 1958) e se relacionam a 100 e 130 metros; 30 metros (Moçoró), 60 metros (rio Jaguaribe). Segundo o autor mencionado, o ciclo liga-se a um nível de base antigo, situado a 100 metros acima e deve ter sido conseqüente do levantamento da crosta, quando o mar se estabelecia a 100 metros de altitude. Como conseqüência, o litoral sofreu flexura, desenvolvendo-se uma plataforma litorânea na qual ficaram vários níveis aflorantes.

Nos estudos efetuados por Oliveira e Andrade (1968) entre a cidade de Recife e Ponta de Pedras (Estado de Pernambuco), tentando comprovar a diferença da intensidade do abalo da plataforma entre as duas direções apontadas, transparece que o embasamento cristalino se encontra à profundidade de 230 metros em Tijucoapapo e a 180 metros no extremo norte da ilha de Itamaracá.

Percebe-se agora, diante da realidade dos fatos apontados, que outras observações, quais sejam as contidas no Relatório Sísmico (1959, p. 3), atestam: “Conseqüentemente, a faixa sedimentar disposta quase horizontalmente discorda do embasamento muito mais dobrado. Entre as cidades de Natal e Recife a linha do contato cris-

talino-sedimento está demasiadamente próximo à costa, enquanto na região do Rio Grande do Norte profundidades maiores são atingidas”.

Ainda no mesmo relatório (páginas 3 e 4), as observações sísmicas ofereceram os seguintes resultados:

1. “Na faixa costeira compreendida entre Recife (Pernambuco) e Natal (Rio Grande do Norte) as profundidades do embasamento variam entre um mínimo de 30 metros e um máximo de 543 metros abaixo do nível do mar. As maiores destas profundidades foram obtidas perto das praias, em concordância com o mergulho suave do embasamento em direção ao oceano;

2. Em Touros (Rio Grande do Norte), correspondendo ao afastamento da linha de contato com o cristalino, em direção à linha de costa, uma profundidade maior de 838 metros abaixo do nível do mar foi atingida;

3. De Touros para oeste o embasamento desce continuamente, atingindo em Paraizinho e São Bento as profundidades de 955 metros e 1 253 metros, respectivamente abaixo do nível do mar;

4. Uma linha de refração próximo a Areia Branca (Rio Grande do Norte) colocou o embasamento em uma profundidade estimada em mais de 2 000 metros abaixo do nível do mar, naquela cidade”.

Os níveis cristalinos e localizações do vulcanismo (70) vêm oferecer uma preciosa série de informações a respeito da costa nordeste do Brasil, conseqüente, na maior parte, dos movimentos eustáticos e, em menor escala, da subsidência que afetaram no Plioceno a costa nordeste do Brasil.

Os alinhamentos dos níveis cristalinos dispõem-se na direção sudoeste-nor-

deste (direção brasileira), mais expressivas nos Estados da Paraíba e Pernambuco, onde constituem divisores d'água dos rios Paraíba e Goiana.

No Estado da Paraíba, ao norte do rio do mesmo nome, os níveis estão entre os rios Mamanguape e Curimataú, desde os contrafortes da Borborema até os testemunhos da antiga superfície, hoje dissecada.

Ao sul da cidade de Recife o modelado constituído por morros e colinas esgueirou-se ao longo das cidades de Ipojuca, Sirinhaém, Barreiros e Rio Formoso, onde chegam ao litoral sob a forma de matações e seixos rolados. Ao sul deste último trecho destacam-se colinas de 40 metros de altitude, aproximadamente. Por conseguinte, não é muito certo o fato de o modelado cristalino dispor-se continuamente no litoral, onde as precipitações maiores acentuam as condições propícias a sua dissecação. A rede de drenagem que entalha hoje a topografia cristalina tem acompanhado os ciclos e epiciclos paleoclimáticos, degradando os antigos aspectos. Para o interior esses terrenos antigos formam, segundo J. Dresch (1957), escarpamentos resultantes da flexura pré-cretácea, representados hoje como uma grande falésia “morta”. O basculamento em direção ao litoral e o próprio declive forte aparente foram posteriormente dissimulados pelos sedimentos costeiros que conseguiram afundar, em amplas áreas, o embasamento cristalino. Esses fenômenos tectônicos causaram aos rios, no próprio embasamento, um encaixe, ou melhor, uma definição maior de seus leitos. Os rios esculpem suas margens atuais, fazendo aflorar os gnaisses e xistos cristalinos; ao passarem pelos tabuleiros perdem em altitude, para, enfim, projetarem-se, indiferentemente caprichosos, sobre as áreas dos baixos cursos.

Andrade (1958, p. 15) diz que em Pernambuco, nas proximidades do

vale do Siriji, "o bordo oriental da Borborema é constituído por uma série de esporões orientados para leste, provavelmente devido a dobras e falhas contemporâneas dos deslocamentos do eixo da flexura".

A morfologia dos níveis do embasamento cristalino nos estados orientais do Nordeste apresenta modelado em glaciés e setores alveolares desenvolvidos pela erosão areolar que atesta as retomadas dos ciclos evolutivos regionais. A decomposição química é grande, conferindo às vertentes um modelado suave onde os solos ácidos deixam entrever o horizonte B espesso e avermelhado. No manto de decomposição encontram-se leitos de seixos (fotos 16 e 17).

O material heterogêneo do piemonte se apresenta, às vezes, litificado, constituindo blocos de flanglomerados; na parte superior há grande concentração de laterita no horizonte iluvial.

Litologicamente, há grande predomínio de gnaisses muito alterados e cortados por linhas de fraqueza que originaram blocos destacados, segundo os planos de xistosidade.

Os dobramentos e falhamentos, de direções aproximadas NE-SW e NW-SE, apresentam linhas de flexura ao norte, muito próximas do mar.

A partir do piemonte da Borborema, em direção ao oceano, o relevo do embasamento cristalino seccionou-se, em virtude dessas linhas de fraqueza, em vários planos de dissecação associáveis a divisores d'água.

Sobre esses blocos falhados e frentes dissecadas a rede de drenagem se expandiu e rios profundos como o Mamanguape, Curimataú, Paraíba, Beberibe e Capibaribe prosseguem no trabalho de dissecação desses níveis, decrescentemente em direção ao litoral.

Os níveis do embasamento cristalino fazem-se representar, em alguns trechos, por superfícies de "mares de morros" cujas vertentes apresentam registros de pedimentos, como se fora testemunho de oscilações paleoclimáticas. Em meio às baixadas, sobretudo as do setor oriental do Nordeste, pequenos maciços — inselbergues — mostram vertentes escurtadas por caneluras e setores de esfoliação concêntrica.

Completando a paisagem formada pelos níveis cristalinos nas baixadas, destacam-se numerosos matacões derivados dos cruzamentos das diáclases.

Essas ocorrências reforçam a hipótese paleoclimática sobre os níveis do embasamento cristalino que, devido à ação tectônica, deslocaram-se para leste, onde perdem altitude.

Entre as baixadas litorâneas nordestinas e as elevações cristalinas encontram-se séries de baixos platôs que servem de degraus para se galgar os níveis cristalinos interioranos.

Esses níveis sedimentares — tabuleiros — estendem-se, descontinuamente, do Estado do Maranhão até os arredores da cidade de Salvador.

Nos Estados do Maranhão e Piauí os tabuleiros atingem uma área relativamente grande, dispostos em níveis de 10, 20, 25, 30 e 35 metros cujo topo é revestido por argilas e areias de grã fina, contendo canga.

Alguns níveis, como os de 20, 25, 30 e 35 metros, estão na ilha de São Luís capeados por canga pisolítica. Os de 30 a 35 metros têm sido considerados de grande significado paleogeográfico regional.

Na baixada dos Perises, onde alcançam 40 a 50 metros, os níveis de tabuleiros fossilizam o embasamento cristalino. No interior, ao longo do rio

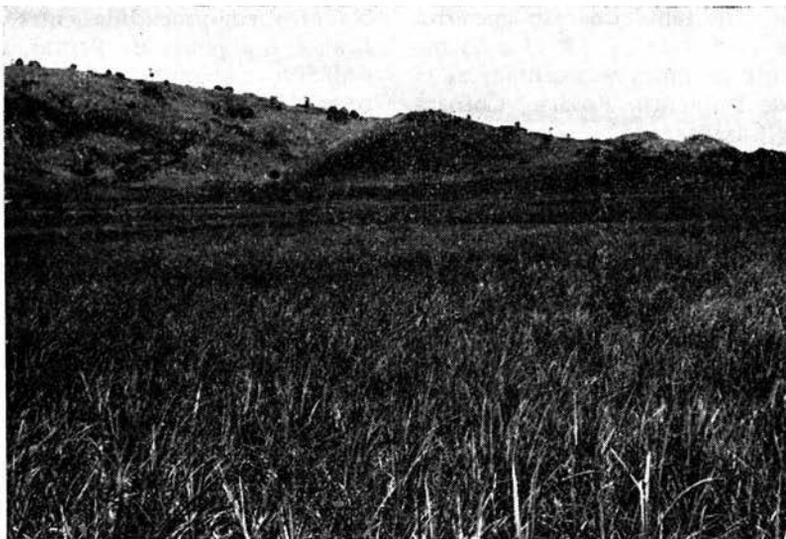


Foto 16 — Município de Vitória de Santo Antão — Pernambuco — Paisagem de níveis mamelonizados peculiares ao relevo integrante do rebordo oriental da Borborema. As condições climáticas úmidas favorecem à decomposição química das rochas do embasamento cristalino e o solo massapê é aproveitado para o cultivo da cana-de-açúcar.

(Foto IBGE)



Foto 17 — Município de Recife — Pernambuco — Em certas porções do litoral nordestino a topografia das colinas faz-se representar pelo embasamento cristalino. Destacando-se das planícies cenozóicas, próximo a Recife, projetam-se colinas alongadas, de cumes particularmente achatados, estruturadas no gnaiss e diferenciando-se daquelas modeladas no Terciário por não apresentarem cornijas, mas vertentes convexas.

(Foto IBGE)

Itapicuru, os tabuleiros são encontrados nas alturas de 14, 34, 48 e 63 metros, sobre os quais se assentam as cidades de Itapicuru, Rosário, Coroatá, Codó e Caxias.

Nas ilhas que circundam a baixada maranhense as vagas desenvolvem, sobre as vertentes dos tabuleiros, plataformas de abrasão dispostas em diversas direções. A altura dos tabuleiros varia muito desde o Estado do Rio Grande do Norte até o sul do Nordeste. No primeiro estado referido atingem 90 metros de altura entre os rios Potengi e Ceará-Mirim, onde repousam sobre calcários cretáceos.

Os tabuleiros cuja formação está associada à série Barreiras (Plioceno?) restringe-se, em certos locais do Estado do Rio Grande do Norte e do Ceará, a uma fina camada argilosa capeando a superfície cretácea. Ultrapassam, nesse litoral setentrional, a altura de 50 metros, com níveis intermediários semelhantes aos do litoral oriental.

Nos Estados da Paraíba e Pernambuco os tabuleiros atingem 150 metros, enquanto nos Estados de Alagoas e Bahia chegam a 90 metros de altura, separados do mar por uma estreita planície costeira. Andrade (1957) compara os níveis dessas formas tabulares entre os dois estados mencionados, posicionando, na Paraíba, a menos de 100 metros de altura, onde o modelado ainda não está tão dissecado quanto os localizados mais ao sul, onde as condições climáticas, nos dias atuais, se refletem mais acentuadamente sobre o regime fluvial perene.

O mesmo autor (1957, p. 40), referindo-se ao Estado de Pernambuco nas proximidades do rio Goiana, diz: "as barreiras estão a 100 metros de altura, de maneira que a superfície "glacis-barreiras" teria sido elaborada em função de um nível de mar entre 80 e 100 metros mais alto do que o atual".

Na área compreendida entre o cabo Branco e a ponta de Pedras, segundo trabalho elaborado pelo DNPM na costa pernambucana, os tabuleiros se estendem a oeste da cidade de Paulista. Enquanto no cabo de Santo Agostinho sua largura se reduz a 4 quilômetros, ao sul de Recife tocam o mar, com largura máxima de 50 metros, reduzindo as planícies onde os níveis mais elevados, segundo Melo Moraes (1958), estão entre 74 e 78 metros de altura. Em torno da ilha de Itamaracá a altura maior nas "barreiras" está entre 100 e 200 metros, segundo as observações de Andrade (1959, p. 20), continuando por quatro níveis embutidos na superfície de 60 metros, a saber:

1. Planícies de inundação e estuário (60 metros);
2. Terraços de 50 metros; terraços de 20 metros;
3. Terraços litorâneos e praia antiga da Lagoa Seca; praia antiga de Tabatinga; tómbolo antigo; terraço (de estuário) de Itapiçuma (7 a 8 metros);
4. Terraços litorâneos do Pilar — Lance dos Cações (2 a 3 metros). Fica estabelecida, então, a diferença marcante entre os trechos da costa paraibana e pernambucana onde, nas primeiras, se encontram "barreiras" junto às praias, com alturas de 10 a 30 metros e até entre 2 e 3 metros.

A diferença entre as alturas das "barreiras" ao longo do litoral é também explicada pela deformação sofrida, principalmente nos Estados da Paraíba e Pernambuco, quando dos últimos movimentos que resultaram no grande domo da Borborema.

Mais ao sul os sedimentos quase não apresentam movimentação, ganhando pouco em altura à medida que se dirigem para o interior. No Estado da Bahia surgem várias anomalias; pouco

a pouco se elevam as cotas que ultrapassam os 300 metros, tal como acontece nos arredores da cidade de Tucano, não havendo, contudo, desnivelamentos na cidade de Salvador. Estes sedimentos se reduzem, nos arredores da cidade, a uma pequena camada que recobre, de maneira imperfeita, as rochas que formam o substrato da cidade alta.

Quanto à constituição litológica dos tabuleiros, observa-se certa variabilidade entre os limites ocidentais do Nordeste até as proximidades da cidade de Natal, trecho este onde são predominantemente areno-argilosos e a partir desta cidade para o sul, onde se apresentam predominantemente argilo-arenosos, alterados pelos agentes do intemperismo.

As camadas mal estratificadas dos tabuleiros têm conduzido os pesquisadores a localizá-las, de modo geral, no Plioceno, durante o qual se verificou, possivelmente, o soerguimento do bloco continental. Conseqüentemente, desenvolveu-se a rede de drenagem superimposta às estruturas subjacentes.

Os leitos fluviais, atingindo mesmo os terrenos cristalinos, reativaram os processos erosivos e dissecaram a antiga superfície em vários compartimentos.

Alguns níveis que contêm fósseis são atribuídos à formação Pirabas, do Pará, também terciária. São encontrados também na baixada dos Perises, de 40 a 50 metros, sob a forma de tabuleiros que mascaram o embasamento cristalino.

Ambas as formações sedimentares — Pirabas e “Barreiras” — caracterizam o Terciário maranhense, envolvendo argilas, arenitos, conglomerados e arenitos ferruginosos do capeamento.

Arrojado Lisboa, examinando a formação Pirabas, entre a foz do rio Gu-

rupi e a do Turiaçu, em Carutapera, deu a seguinte secção geológica:

4. argilas variegadas;
3. folhelhos azuis decompostos;
2. calcário amarelo fóssil (idêntico ao de Pirabas);
1. calcário alternado com folhelhos.

Na cidade de Jaguaribe (Ceará), na base da escarpa da barreira do Morro Branco, apresenta-se uma camada de arenitos conglomeráticos que eram recobertos por arenitos e argilas sucessivas. A seqüência de rochas indica que no momento do início da sedimentação as condições do local eram torrenciais, diminuindo gradativamente a atividade erosiva até que as últimas deposições se verificassem em condições mais amenas ao se alojarem as argilas (fotos 18 e 19). Neste estado as formações mais antigas são as da série Jaibara (Siluriano inferior), cujos arcózios, arenitos, folhelhos, conglomerados foram dobrados antes do Devoniano. Parece mesmo que correspondeu a um trabalho de transgressão marinha “e não parece impossível que se estenda ainda muito mais em direção ocidental abaixo da bacia sedimentar devoniana, Maranhão—Piauí” — Kegel, Scorza e Coelho (1963, p. 35).

No Estado do Rio Grande do Norte as “barreiras” fossilizaram as camadas cretáceas do grupo Apodi, constituído este por estratos de cor cinza e branca ou amarela, de granulação fina e média, e calcário dolomítico cinzento ou amarelo, de granulação mais grossa.

Sobre os níveis dos tabuleiros encontra-se um latossolo amarelo (2 a 8 metros de espessura) que, segundo Dresh (1957), provoca festonamento com os horizontes subjacentes. Ao sopé das “barreiras”, principalmente sob a ação mecânica das águas do mar, formam-se verdadeiras plataformas de abrasão, constituídas, em parte, por esse mate-

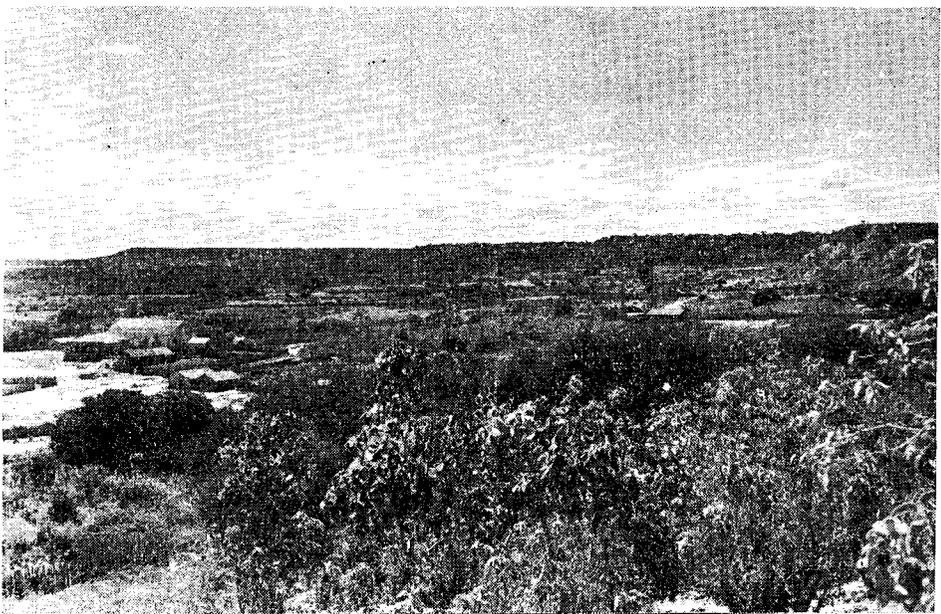


Foto 18 — Município de Limoeiro do Norte — Ceará — Relevo monoclinal onde se percebe a frente sedimentar limitando com a baixada subseqüente. É a “cuesta” do Apodi situada entre os Estados do Ceará e Rio Grande do Norte. Se para o norte a topografia regular do seu topo declina suavemente, concordando com o mergulho dos estratos de arenitos, calcários e argilas, para o sul os festões estão entre 20 e 30 metros de altitude, tendo ao sopé a ampla superfície fósil cristalina dissecada.

(Foto IBGE)



Foto 19 — Município de Aracati — Ceará — Trabalho eólico na praia de Majorlândia. As areias transportadas pelos ventos de nordeste recobrem os baixos níveis e os tabuleiros. A sua incidência é de tal monta que recobre o casario, causando sérios problemas aos moradores.

(Foto IBGE)

rial que cai por desequilíbrio e ação da gravidade. São conglomerados conhecidos no Nordeste por "pedra de ferro" que, com os calcários subjacentes, constituem as únicas rochas consistentes na faixa sedimentar.

A carapaça limonítica advinda da concentração dos minerais ferruginosos, assim como os pedimentos que se inclinam suavemente das elevações, são os responsáveis pelas dificuldades de se estabelecer o contato entre o Terciário e o cristalino.

Similar irregularidade em relação aos terrenos mais recentes, quanto à proximidade da costa, é verificada pelas rochas pré-paleozóicas ao longo do litoral. Entre todas as formações é, sem dúvida, esta que abrange menor área — o litoral oriental nordestino é eminentemente sedimentar.

Os sedimentos que constituem os tabuleiros mascaram também os horizontes cretáceos inferiores das formações Maria Farinha, Itamaracá e Ponta de Pedras, muito visíveis ao longo desses rios que as cortam.

Os mergulhos dos afloramentos cretáceos variam sensivelmente em Pernambuco, em alguns trechos. Considerando-se, entretanto, o predomínio de certas orientações, por exemplo, entre Olinda e Maria Farinha — NW — SE, e mais ao sul SW — SE, pode-se dizer que esse trecho de maior ocorrência cretácea litorânea corresponde a um tectonismo acentuado que amarrotou aqueles sedimentos já depositados.

A origem da série Barreiras ainda se envolve de problemática, embora se considere que a sua gênese esteja associada a existência de extenso glaciis de acumulação, proveniente do aplainamento da estrutura continental e da deposição, no mesmo plano e no bordo exterior dessa estrutura, dos sedimentos fornecidos pelo continente.

O estudo realizado na Zona da Mata nordestina por Lins e Osório (1960) traz ao conhecimento genético da série Barreiras que a mesma corresponde a um glaciis de acumulação constituído por arenitos argilosos avermelhados, cascalhos e couraças lateríticas.

Essas observações explicam o fato de alguns autores confundirem a mencionada formação com o embasamento cristalino capeado de sedimentos.

No Município de Salvador os rios, ao atravessarem os tabuleiros, apresentam seu baixo curso em *U*, formando vales geralmente pantanosos. Parece que no início do Terciário se efetuou uma deposição sucessiva de argilas, arenitos, conglomerados e folhelhos, ricos em matéria orgânica e que foram enquadrados pelos geólogos na série Alagoas. Estes fragmentos, que se originam do complexo cristalino, mostram a ocorrência de um período torrencial após a deformação que conduziu o relevo à situação atual. A movimentação dessas camadas leva a crer na existência de reflexos dos movimentos tectônicos que afetaram as séries cretáceas superiores.

As rochas da série Barreiras, muitas vezes, assentam-se em discordância sobre os estratos inferiores e contêm, em certos lugares, seixos que indicam a intensidade da erosão no interior; a grande riqueza das mesmas em argila, porém, sugere ter havido no Terciário superior uma interrupção das ações erosivas.

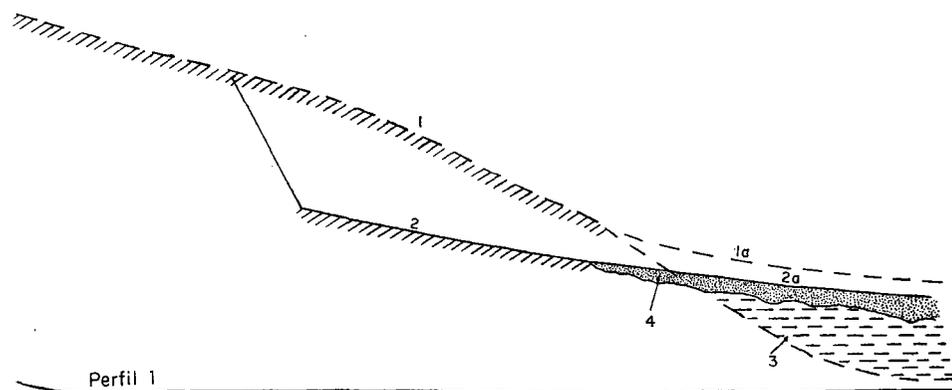
Os sedimentos da série Barreiras depositaram-se sobre uma superfície acidentada, podendo-se reconhecer, hoje em dia, a existência de vales e elevações que foram postos em evidência pela erosão fluvial.

Como consequência deste movimento, os rios passaram a se aprofundar bas-

tante e, após a última transgressão marinha, converteram-se em uma série de vales afogados, originando pequenas "rias".

Bigarella e Andrade (1964), associando aos eventos tectônicos as influên-

cias paleoclimáticas, admitem que os sedimentos da série Barreiras se relacionam aos processos de aplainamento dos pediplanos e remanescentes dos pedimentos (perfil 1). Para os autores, a série Barreiras teve a sua gênese referente aos processos erosivos pós-Pd₃.



Perfil 1

Perfil 1 — Gênese das Barreiras.

Eo-Terciário — Terciário médio:

1 — Flexura continental criando condições para a retenção, na zona subsidente a jusante, do material detrítico 3 até o nível 1a (o perfil 1-1a representa uma seção costeira ideal do pediplano Pd₂).

Plio-Pleistoceno:

2 — Elaboração do aplainamento Pd₁ à custa do Pd₂ (entre 3 e 4, discordância de erosão).

3-4 — Grupo Barreiras (3, formação Guararapes; 4, formação Riacho Morno), em Bigarella e Andrade (1964).

Na formação Guararapes (Barreiras Inferior) há reflexos dos pediplanos Pd₂ (Terciário médio) e Pd₁ (Pleistoceno Inferior — Nebraskian). Sobre esta, a formação Riacho Morno, discorda da anterior cujos sedimentos foram elaborados por processos morfogenéticos, responsáveis pela formação dos pedimentos Pd₁, P₂ e P₁, durante os quais ocorreram flutuações paleoclimáticas entre o clima úmido e o clima semi-árido (seção 1).

A presença da limonita sobre os tabuleiros evidencia a existência de paleoclimas posteriores à deposição dos sedimentos, contemporâneos, talvez, às flutuações do clima durante o Quaternário antigo.

Completando a série de provas de que se dispõe para a elucidação dos movimentos do nível do mar, estão ainda os horizontes de seixos rolados nos arredores de Goiana, Pernambuco, no tabuleiro Cajueiro e Maria Pitanga na Paraíba, segundo observações de Mello Morais (1948).

A instabilidade da costa também é comprovada através das observações de Luciano Jacques de Morais nos calcáriosossilíferos de Natal, nas camadas de calcário argiloso contendo pequenos fósseis e recobertos por argilas friáveis onde se encontram gastrópodos e lamelibrânquios, e pelos fósseis cretáceos de João Pessoa.

Em contato com o mar os tabuleiros estão sujeitos a ação abrasiva das vagas, como se registra, por exemplo, no trecho compreendido entre os rios Paraíba e Gramame (Estado da Paraíba), onde são submetidos consecutivamente ao solapamento.

Processo análogo se observa, no mesmo Estado, entre os rios Sibauma e Mamanguape, onde os cursos d'água, dissecando os tabuleiros, deixam entre si pequenas franjas arenosas como se fossem baixadas incipientes.

Algumas falésias referentes às frentes dos tabuleiros, em franca evolução, sobressaem-se como molduras contínuas das baixadas costeiras.

Os materiais deslocados das vertentes constituídos por areias, argilas friáveis e variegadas, envolvem o sopé dos tabuleiros, oferecendo material para indústria, como ocorre no cabo Branco (Estado da Paraíba) e Nova Cruz, em frente à Maria Farinha (Estado de Pernambuco) (foto 20).

Pelo predomínio litológico das argilas, conhecidas vulgarmente por barro ou barrocaio, parece derivar o nome da série Barreiras.

Os tabuleiros situados, especialmente, entre os rios Mamanguape e Camarutuba (Estado da Paraíba) desempenham, ainda, relevante papel de infiltração das águas, procuradas pela população local (fotos 21, 22, 23, 24, 25, 26 e 27).

Contraopondo-se a essas falésias "vivas", outras estão no interior das baixadas, isoladas das planícies litorâneas.

Para o sul, até o cabo Santo Agostinho (cristalino), essas formas de relevo se distanciam muito para o interior, dando passagem à larga planície que, por fim, se estreita entre os rios Ipojuca e Sirinhaém. Neste último trecho uma longa faixa de tabuleiros se apre-

senta envolvida pelos sedimentos holocênicos. As formações pliocênicas tornam-se novamente irregulares ao norte do Estado de Alagoas, onde, devido às regressões marinhas, foram gradativamente reentalhadas pela ação fluvial.

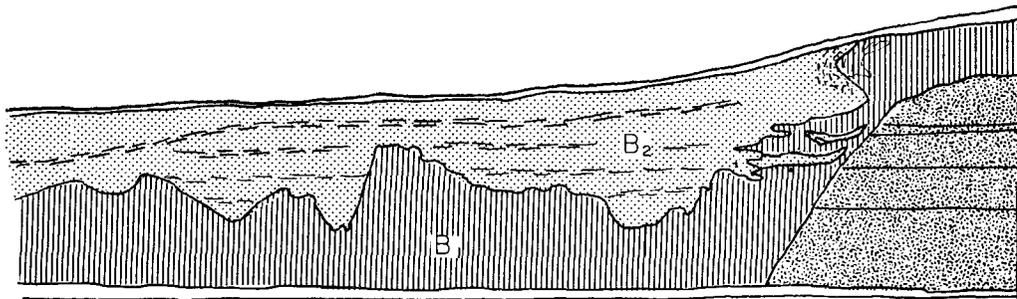
Situadas no interior, algumas falésias "mortas" não tiveram ainda, totalmente, as suas vertentes disfarçadas pela dissecação. Estão testemunhando as antigas fases de erosão marinha quando estiveram em contato direto com o mar. Confirmando essas hipóteses, encontram-se aquelas da costa já envoltas pela recente sedimentação arenosa. Exemplificando, Ab'Sáber (1956) declara que, especialmente ao sul de Recife, as "barreiras formam um alinhamento em talho longitudinal, separado por um plano de areias recentes".

Os aspectos morfológicos apresentados pela série Barreiras não se restringem apenas aos tabuleiros, pois, sob a ação da erosão, surgem formas diversas como colinas, chãs, outeiros.

A existência dessas últimas formas resulta da situação da rede de drenagem dentro da própria formação pliocênica. No Estado de Pernambuco, por exemplo, onde a densidade da rede hidrográfica é maior, elas são mais frequentes.

Em certos lugares situados após a série Barreiras, como se observa entre a foz do rio Formoso e a ilha de Santo Aleixo, passa-se para as formas convexas das colinas de rochas mais antigas.

As formas tabulares das baixadas nordestinas grupam-se ainda em várias ordens, a saber: 2 a 3 metros, 7 a 8 metros, 11 a 16 metros e 33 a 35 metros de altura, entalhadas na superfície, provavelmente terciária, de 60 metros de altura. São consequência dos movimentos eustáticos que afetaram vários locais do globo terrestre.



- | | | | |
|-----------------------|--|-------------------------|--|
| A-Formação Guararapes | <ol style="list-style-type: none"> 1- Siltilito-argiloso com muitos grãos de areia e pequenos seixos 2- Camada de cascalho 3- Areia fina mal selecionada 4- Areia arcossiana 5- Areia arcossiana de granulação média sem seleção 6- Areia fina 7- Areia fina siltica 8- Cascalho | B-Formação Riacho Morno | <ol style="list-style-type: none"> B₂ Cam B₁ Cam |
|-----------------------|--|-------------------------|--|

Secção 1 — Secção tipo da formação Riacho Morno. Corte construído mediante uma série de fotografias tomadas com a câmara "Polaroid" e coleta sistemática de amostras. Notar a vigorosa discordância erosiva entre A e B, bem como a discordância B₁-B₂. No canto inferior à direita detalhe manifestando as várias seqüências da formação Riacho Morno (B₁, corridas de lama; B₂, corridas de areia) que correspondem a flutuações climáticas plio-pleistocênicas (Bigarela e Andrade, 1964).

Alguns níveis terraceados repetem-se ao longo do litoral como praias suspensas representativas dos fenômenos de emersão da costa. Os níveis de 2 — 3 metros foram observados por Andrade (1957, p. 21) no rio Ceará-Mirim:

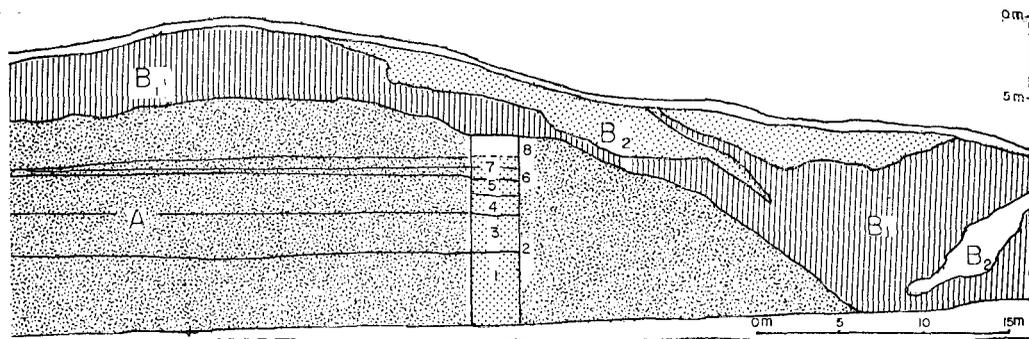
"Apesar do entulhamento da barra da "ria" do Ceará-Mirim, não há notícias de qualquer enchente, mesmo excepcional, que tenha submergido seus próprios retalhos isolados ou contíguos à base das vertentes, alguns dos quais se sucedem até Taipu como autênticos terraços fluviais. A "várzea enxuta" (como denomina o autor), com efeito, são restos eminentes duma anterior planície de inundação do Ceará-Mirim, dissecada por divagação do curso durante o mais recente encaixamento deste nas suas próprias aluviões."

Além desse local, são evidentes na cidade do Rio Formoso, na ilha de Itamaracá, Goiana (Estado de Per-

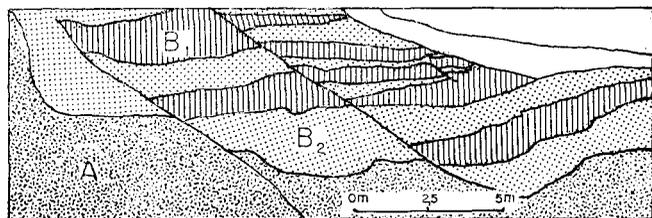
nambuco); esses níveis eustáticos em Pilar e Lance dos Cações são constituídos por secção lenticular de areias e calcários orgânicos.

Nas praias antigas, cujo nível é de 7 a 8 metros, observa-se uma estratificação semelhante, representando bons testemunhos para se verificar as oscilações eustáticas. Correspondem, segundo Andrade (1955), ao estágio entre as glaciações Würm II/III ocorridas durante o Pleistoceno. O mesmo se pode aplicar aos terraços de Lagoa Seca e Tabatinga (Estado de Pernambuco). Testemunhos da antiga superfície sedimentar se espalham pelas várzeas dos rios. Alguns estão a 15 — 16 metros de altura, como no rio Ceará-Mirim, contendo seixos cujo diâmetro se aproxima ao de uma laranja.

Esses depósitos assemelham-se a terraços estruturais, e em outros locais do Nordeste capeiam-se de argila propor-



las arenáceas
das silito-argilas mosqueadas

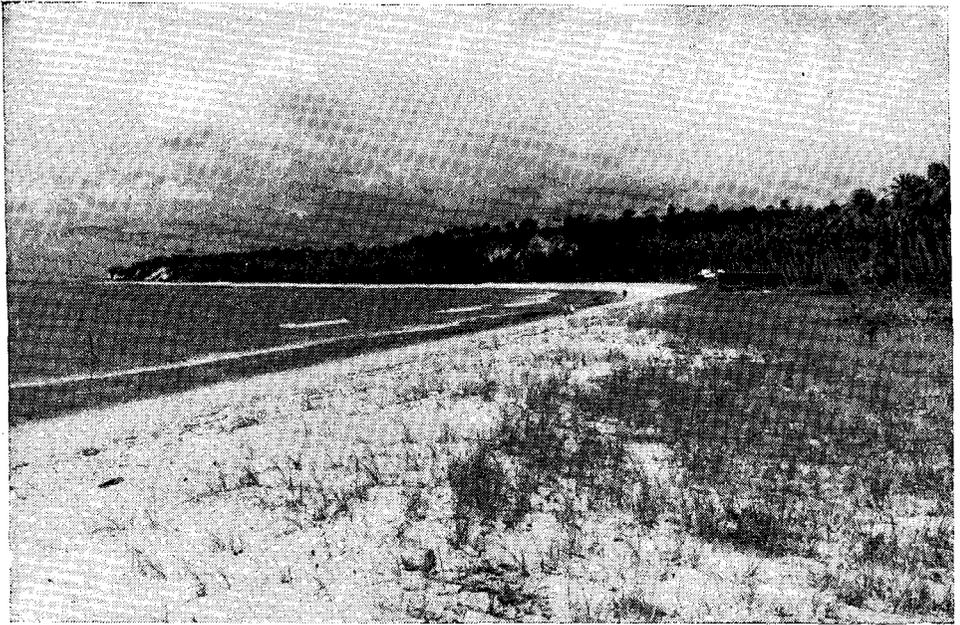


65



Foto 20 — Município de João Pessoa — Paraíba — Falésia do cabo Branco. As vagas, solapando os níveis inferiores, formam grutas de ressaca, líticas por depósitos arenosos e argilosos.

(Foto IBGE)



66

Foto 21 — Município de João Pessoa — Paraíba — Vista panorâmica para o sul. É a escarpa abrupta do tabuleiro que forma, no local, uma reentrância. Corresponde ao nível de 30 metros, comum ao longo do litoral.

(Foto IBGE)

cionando bom argumento para o estudo da reconstituição páleo-eustática no Brasil Nordeste.

No litoral setentrional alguns seixos de terraços em Guaramiranga (sudeste da ilha de São Luís) provam as impressões deixadas pelo mar pleistoceno, quando se operou a separação da ilha em relação ao continente.

Na baía de Todos os Santos observam-se vestígios de uma rede hidrográfica, hoje submersa, que se dirigia para o sul, responsável pelo trabalho intenso de erosão em cota inferior ao nível do mar atual. Isto prova que os tabuleiros existentes outrora nesta região foram inteiramente erodidos, restando unicamente alguns testemunhos na ilha de Itaparica, na cidade de Salvador e, mais ao norte, coroando as formações cretáceas do Recôncavo.

No interior a topografia suave dos tabuleiros é substituída por uma superfície levemente ondulada que, então, apresenta maior altura.

Segundo Lester King, seria plausível explicar a leve inclinação da série Barreiras em direção ao oceano, como consequência de um movimento semelhante àquele explicado pela teoria da flexura continental. Estes movimentos, porém, ocorreram quando da deposição dos sedimentos superiores desta formação. Observando-se a superfície regular, conclui-se que ela se eleva em direção ao interior com um gradiente aproximado de 1:409.

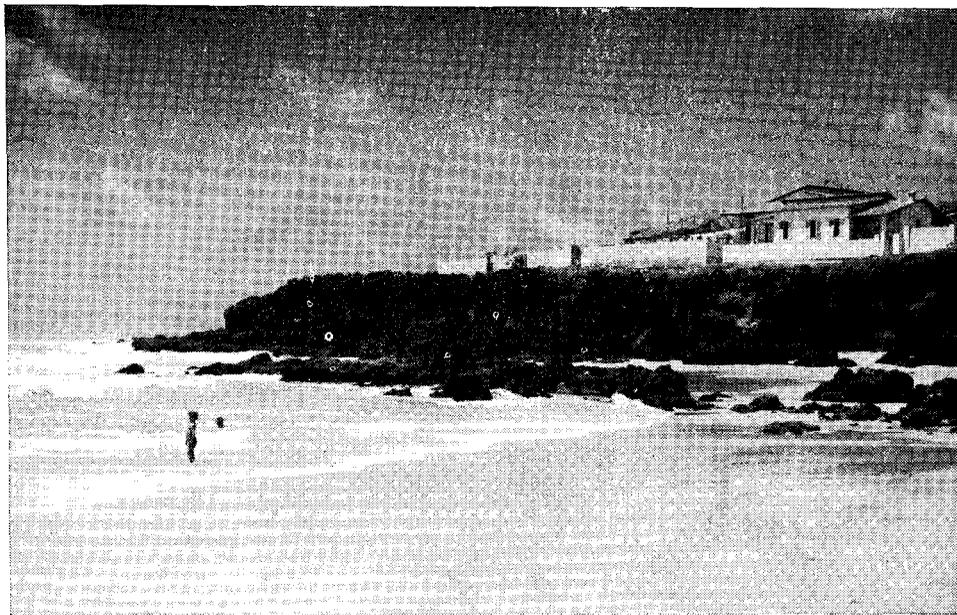
No litoral de Alagoas e Sergipe, em diversos lugares, afloram sedimentos cretáceos. No primeiro destes Estados, em vários pontos, encontram-se folhelhos betuminosos que encerram fósseis, vegetais e peixes que, segundo Derby,

apresentam grande importância para a gênese do petróleo. Aliás, nos arredores de São Miguel dos Campos, na localidade de Poço do Jequiá, foram efetuadas perfurações que vieram confirmar a existência do petróleo em condições análogas às que ocorreram no Recôncavo.

A faixa compreendida entre o Estado de Alagoas e o norte do Recôncavo baiano é relativamente definida quanto à orientação: litoral baixo, quase sem acidentes dignos de nota, onde os cordões arenosos tiveram um papel saliente na sua retificação, fazendo surgir uma costa baixa desprovida de acidentes e solapada pelas fortes vagas oceânicas.

Estas praias são em grande trecho emolduradas por coqueirais que balizam o primeiro cordão litorâneo, havendo, em certos lugares, outros cordões que se sucedem, formando algumas lagoas e que são freqüentes numa unidade federada, chegando a influir no seu topônimo.

Os rios que deságuam no oceano oferecem, no seu baixo curso, amplas lagoas e alagados como as do Norte, da Manguaba, de Jequiá, no Estado de Alagoas, que têm precários ligações com o oceano por causa da existência dos cordões arenosos e dos recifes. Formaram-se, certamente, pela ação dos rios que escavaram os terrenos em função de um nível de base muito



67

Foto 22 — Município de Natal — Rio Grande do Norte — Nas proximidades de Natal, ao lado das praias, encontram-se, à meia encosta dos tabuleiros, níveis entalhados e dentre eles se observa um, muito regular, que se relaciona ao nível de 7 metros repetidos noutros trechos do Nordeste. Além de valiosos testemunhos eustáticos, essa forma de relevo, estruturada em areias e argilas variegadas pliocênicas, da série “Barreiras”, fornece os sedimentos para as formações posteriormente construídas, quando solapadas pelas vagas. Assim, ao longo das praias nordestinas, nos pontos onde a costa se acha desprotegida por cordões arenosos ou recifes, o mar consegue esculpir mais livremente as escarpas. Sobre estes patamares instalam-se, às vezes, algumas habitações, hotéis e centros de turismo, aproveitando os lugares pitorescos para instalação de balneários.

(Foto IBGE)



Foto 23 — Município de Natal — Rio Grande do Norte — Falésia “viva” de um tabuleiro nas proximidades de Natal. A meia encosta da formação “Barreiras” desenvolvem-se típicas formas de abrasão marinha. As vagas, encaminhando-se impetuosamente para nordeste, sobre os paredões argilosos, formam grutas de ressaca, provocando a queda de numerosos blocos de areias, argilas e concreções ferruginosas. As fraturas existentes em várias direções facilitam sobremaneira o trabalho destruidor dessas grandes muralhas que, não raro, formam, pela sua continuidade, algumas reentrâncias na costa. Sobre o topo de tais níveis assentam-se construções de veranistas e banheiros. Ao fundo observa-se algumas dunas, outro aspecto típico deste litoral.

(Foto IBGE)

mais baixo do que o atual, após a deposição dos sedimentos da série Barreiras, apresentando-se encaixadas nestes terrenos.

Posteriormente verificou-se uma regressão marinha quando estes vales foram afogados, assistindo-se, atualmente, à lenta colmatagem destes lençóis lacustres. Explica-se a existência dessas numerosas lagunas no Estado de Alagoas em razão dos pequenos rios que só poderiam entulhá-las após um lapso de tempo bastante longo.

Outros rios como o Coruripe chegam a formar um largo estuário e seu baixo curso tem a forma grosseira de uma lagoa. Torna-se, portanto, impossível entender de outra forma sua origem.

O próprio São Francisco não escapou a este trabalho erosivo em função de um nível inferior ao atual. Vêem-se,

assim, afluentes de reduzida extensão que terminam em pequenos vales amplos e afogados, como se pode observar nos rios Porucaba, Roncaria e em outros. Os diques marginais formados pelos sedimentos do grande rio funcionam aqui como cordões litorâneos. A hidrografia, com o desenvolvimento dos cordões litorâneos, complica-se sobremaneira, surgindo cursos d'água paralelos aos cordões litorâneos, terminando em embrejados e áreas periodicamente inundadas durante a estação chuvosa. Os rios que formam aí uma série de meandros são responsáveis pela colmatagem das regiões deprimidas, contribuindo para o desenvolvimento das planícies. Em diversos pontos encontramos seus baixos cursos interligados, aumentando a complexidade da rede fluvial da baixada recente.



Foto 24 — Município de Natal — Rio Grande do Norte — Vista parcial do conglomerado recente que faz parte da plataforma de abrasão marinha, pertencente a um tabuleiro, nas proximidades de Natal. As areias, argilas e seixos depositados no Plioceno foram cimentados por concentração da limonita. Superficialmente nota-se enorme quantidade de seixos rolados, cimentados por calcários de origem animal e de algas. Esse cimento empresta grande resistência às rochas, protegendo-as contra a destruição total, destacadas em blocos da superfície dos tabuleiros. Constituem essas formações geológicas exemplos raros de rochas consistentes no litoral do Nordeste, por isso mesmo muito procuradas para as construções, uma vez que as rochas do complexo cristalino estão a muitos quilômetros de distância do mar.

(Foto IBGE)

2.3. Ilhas oceânicas

Situados entre 0° 52' de latitude sul e 33° 49' de longitude oeste Greenwich, o arquipélago de Fernando de Noronha e as Rocas constituem os extremos oceânicos dos alinhamentos interiores do continente.

Embora ambos tenham sido submetidos a atividades vulcânicas, são morfológicamente antagônicos.

O arquipélago de Fernando de Noronha é formado pela ilha do mesmo nome — a de maior extensão — e circundada por ilhas menores, como as de Lucena, Rata, do Meio, Sela Ginetá, Rasa e inúmeras ilhotas, como a do Padre, situada a sudeste da principal. Nesta última está o ponto culmi-

nante, o morro do Pico, que atinge 321 metros, afigurando-se a um pão-de-açúcar. Outros níveis menores se encontram a 223 metros (morro do Espinhaço), localizado na parte central da ilha; 180 metros (morro da Bandeira), a sudoeste da ilha e 195 metros (morro do Francês), a leste (fotos 28 e 29).

De modo geral, o modelado do arquipélago é representado pelos picos e morros associados às rochas alcalinas, testemunhos das extrusões fenolíticas, cujos vestígios estão numa "chaminé" existente entre a baía de Santo Antônio e a enseada da Caieira (Soares, p. 458). Outras rochas dominam o arquipélago, como basaltos, traquitos, tufos e aglomerados.

Alguns tipos de lava concederam ao interior formas esparsas tabulares. Entre elas e as vertentes abruptas dos picos e morros encontram-se várias praias arenosas, ora tocando o mar ora interligando esses acidentes, como são exemplificadas, respectivamente, na península de Sapata (a sudoeste da ilha de Fernando de Noronha) e na planície interior, na costa setentrional, ocupada pela povoação do Presídio.

Em contato com o mar, as falésias e as plataformas de abrasão marinha reduzem gradativamente as dimensões das ilhas. Formas grotescas como as apresentadas pelo Portão, túnel natural situado a sudoeste da ilha de Fernando de Noronha, refletem a ação abrasiva marinha.

O aparecimento das cavernas, arcos e matacões deslocados e revolidos, consecutivamente, pelas vagas, constituem provas da intensidade dos processos de

desagregação das rochas para a posterior formação das praias.

Segundo os cientistas, o arquipélago de Fernando de Noronha é um remanescente de vulcão submerso no oceano, situado à profundidade de 4 000 metros.

Entre o arquipélago de Fernando de Noronha e o litoral do Estado do Rio Grande do Norte encontra-se outro acidente insular, mas de forma anelar, de relevo baixo que não ultrapassa três metros de altura sobre a maior linha da maré. Com características semelhantes a um atol, as Rocas constituem um recife rodeado por corais, interrompido por barretas que dão acesso à lagoa central.

O interior é ocupado por uma plataforma coberta de detritos de cascalhos, corais, carapaças de moluscos e areias.



Foto 25 — Município de Natal — Rio Grande do Norte — Grutas de ressaca moleladas na plataforma de abrasão marinha. Por ocasião da preamar as vagas solapam a base das argilas pliocênicas. As mais importantes linhas de fratura são, então, aproveitadas pelas águas do mar que culminam esse trabalho com o aparecimento de várias marmitas. Os pequenos alvéolos existentes nesses imensos conglomerados são utilizados como abrigos pelos pequenos animais. À direita da foto vê-se uma fratura e, em meio à plataforma, se distribuem seixos rolados que foram cimentados posteriormente ao aparecimento dessas areias e argilas.

(Foto IBGE)

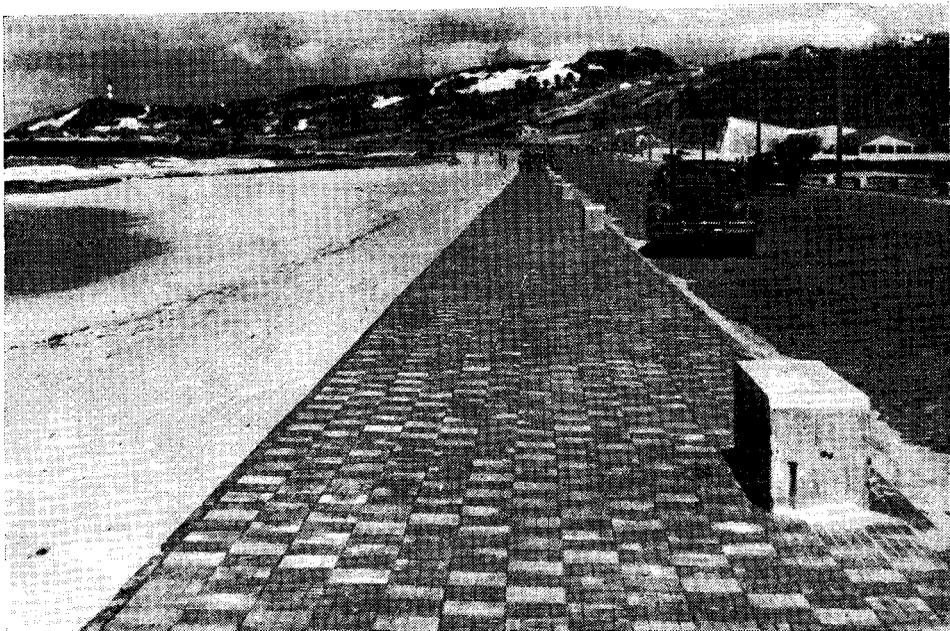


Foto 26 — Município de Natal — Rio Grande do Norte — Pormenor do tabuleiro pliocénico nas proximidades de Natal. Devido à pequena distância do mar neste local, a plataforma de abrasão marinha apresenta uma série de talhes diversos. As obras de construção da avenida impediram maior recuo das barreiras, paralisando-as aí. Por trás dessa via o nível de 7 metros se prolonga em direção ao histórico forte dos Reis Magos. Dunas “finas” e “móveis” ocorrem aí. Diferenciam-se as primeiras das segundas pela presença de vegetação, altura maior e coloração mais escura.

(Foto IBGE)

Esses sedimentos se acumulam de maneira tão proeminente que em certos trechos formam visíveis elevações. Durante as marés altas ficam seccionadas pelas águas, formando ilhas como as do Farol e Cemitério, situadas no interior e a oeste.

Na baixa-mar, entretanto, as águas represam-se em lagunas como as do setor nordeste do acidente referido.

O atol das Rocas é dissimétrico, morfológica e topograficamente, pois o setor ocidental é mais elevado e o oriental é notável pelas condições ecológicas favoráveis aos corais.

Sem se deixar de considerar esses dois aspectos insulares — Fernando de No-

ronha e Rocas — como bancos submersos da costa brasileira, associam-se às manifestações vulcânicas observadas no continente, no Estado do Ceará, nas proximidades da cidade de Aquirás.

Segundo Almeida (1959), o arquipélago de Fernando de Noronha e as Rocas constituem vulcões arrasados pelo mar cujos bancos no atol são “um guyot coberto de recifes coralíneos”.

Estes acidentes vulcânicos lembram os existentes na costa africana da Guiné, onde os sistemas de fraturas proporcionaram a ascensão magmática e, como aqueles, pertencem à dorsal médio-atlântica.

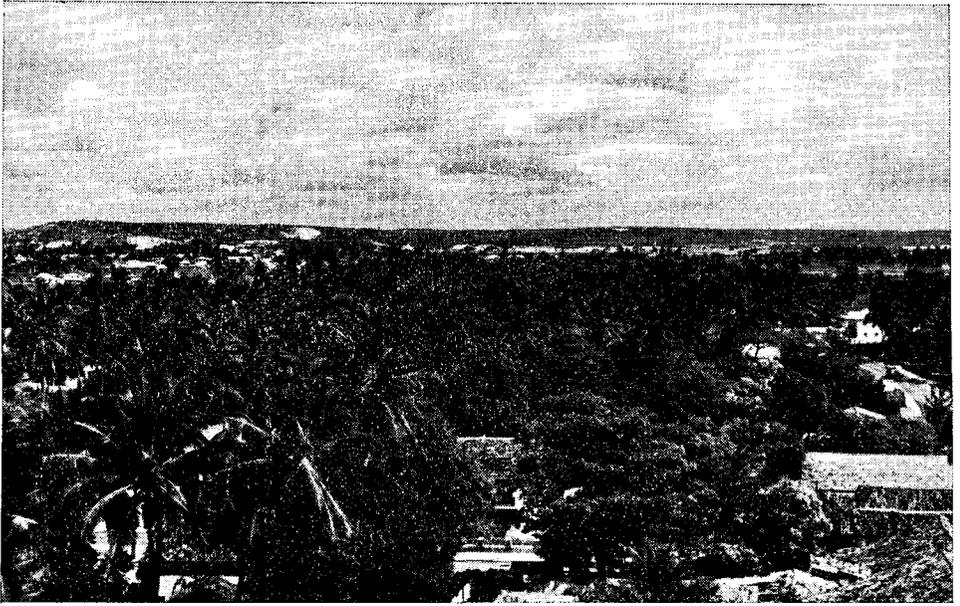


Foto 27 — Município de Recife — Pernambuco — Fotografia tomada em direção à praia da Boa Viagem, Recife, onde se percebe, sobressaindo dos terrenos quaternários, o nível dos tabuleiros pliocênicos recobertos por lençóis arenosos de origem eólica. Ornamentando essa paisagem, o coqueiral acompanha e separa os dois tipos de modelado.

(Foto IBGE)



Foto 28 — Território Federal de Fernando de Noronha — Vista panorâmica do arquipélago; em primeiro plano a ilha principal; à esquerda da península de Santo Antônio está a ilha de São José; a sua frente, as ilhas Rasa, Sela Gineta, do Meio e Rata (contido em Soares, L. C., 1958, p. 454).

(Foto Lúcio de Castro Soares)

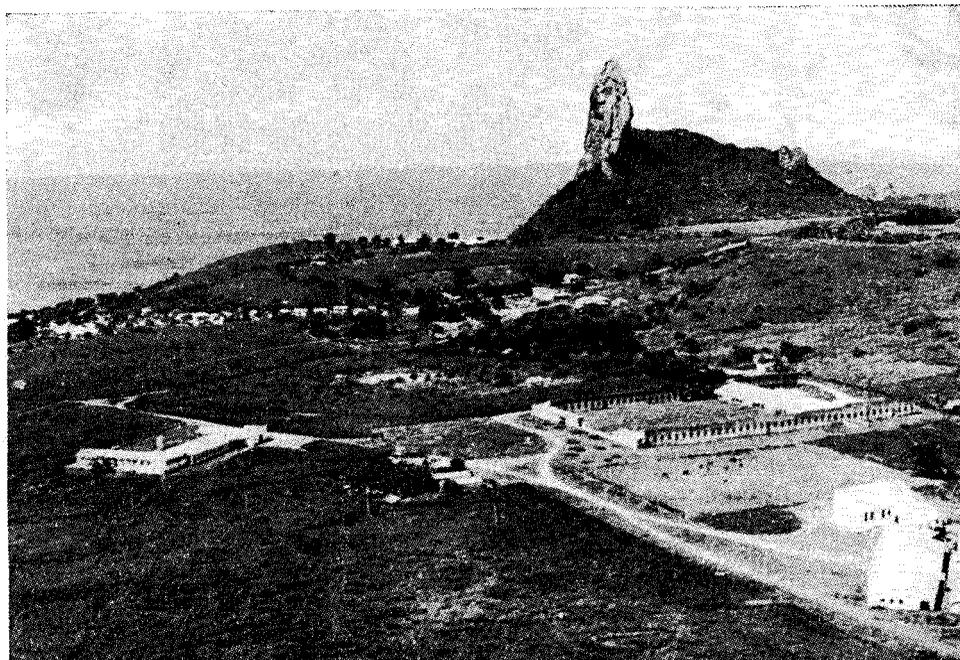


Foto 29 — Território Federal de Fernando de Noronha — Pico de Fernando de Noronha, fonolítico, entre as praias do Cachorro e da Conceição; em primeiro plano a planície da Vila dos Remédios (contido em Soares, L. C., 1958, p. 460).

(Foto Lúcio de Castro Soares)

2.4. Conclusões

— Os estudos efetuados sobre o litoral do Nordeste mostram que muitos dos seus aspectos morfológicos se acham associados aos fenômenos que afetaram o interior do continente.

— A análise das cartas batimétricas, associada a das cartas topográficas, revelam que as flexuras continentais ocasionaram o afundamento da costa.

— Esse deslocamento é perceptível nos níveis submersos e reconstituídos, para o presente trabalho, através das linhas batimétricas.

— A flexura, segundo a direção brasileira, fez-se acompanhar de falhas e pilares, como em Salvador.

— Sobre a plataforma, hoje submersa, as linhas dos recifes-barreira paralelos

são testemunhos desses deslocamentos e de antigas margens litorâneas.

— Além dos testemunhos eustáticos que provam o deslocamento das linhas costeiras, os tabuleiros concorrem para a reconstituição paleogeográfica regional.

— Tratando-se do embasamento cristalino e das formações sedimentares, os níveis elevados apresentam, como em outras regiões brasileiras, registros paleoclimáticos de suma importância para a elucidação e especificação dos principais quadros geomorfológicos do País.

— E todo esse conjunto de aspectos geomorfológicos está a espera do prosseguimento de estudos especializados em microáreas, pelo valor intrínseco que eles representam para o desenvolvimento nacional.

BIBLIOGRAFIA

I — Livros

- ANDRADE, Manuel Correia de Oliveira — *O Vale do Siriji* (um estudo de Geografia Regional) — Tese apresentada para o provimento da cadeira de Geografia Geral do Colégio Estadual de Pernambuco, 119 páginas, 11 fotos, 2 mapas, 1 diagrama — Recife, 1958 (inédito).
- ARTINI, E. Le Rocce — *Concetti e nozioni di Petrografia* — Milano — Ulrico Hoepli — Editore Libraio Della Real Casa 1919—653 pagine, com 134 figure, 32 tavole.
- BRANNER, John Casper — “The stones reefs of Brazil, their geological and geographical relations with a chapter on coral reefs”, in *Bull. of Museum of Comparative Zoology*, at Harvard College, vol. VII, Cambridge, Mass. . May, 1904.
- DELGADO DE CARVALHO, Carlos Manuel — *Geografia do Brasil — Fisiografia do Brasil* — Imprensa Militar — Rio de Janeiro.
- 74 DERRUAU, M. — *Précis de Geomorphologie* — Paris, Masson et Cie., Éditeurs, Boulevard Saint-Germain, Paris VI e — 1956—393 pages, 164 figures, 50 planches hors texte.
- INSTITUTO HISTÓRICO E GEOGRÁFICO BRASILEIRO — *Dicionário Geográfico e Etnográfico Brasileiro* — Comemorativo do Centenário da Independência — 2 volumes; páginas 740-741; Imprensa Nacional, Rio de Janeiro.
- JUNG, Jean — *Précis de Pétrographie* — (Roches sedimentaires, métamorphiques et eruptives) — Masson et Cie., Editeurs — 120, Boulevard Saint-Germain, Paris, VI e — 1958 — 314 pages, 160 figures, 20 planches hors texte.
- KLEIN, Viktor de Carvalho — “Paleontologia e Estratigrafia de uma Facies Estuarina da Formação Itapicuru, Estado do Maranhão” — Dissertação de Mestrado — UFRJ — Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza — Instituto de Geociências — 1975 (inédito).
- MAIO, Celeste Rodrigues — *Geomorfologia do Brasil* — 331 páginas; IBGE — IBG — 1973.
- “O Litoral” — *Grandes Regiões Meio-Norte e Nordeste* — Biblioteca Geográfica Brasileira — Volume III — Série A — Páginas 9 — 112; Rio de Janeiro, IBGE — IBG, 1962.
- “Litoral Oriental do Nordeste” — *Enciclopédia dos Municípios Brasileiros*, Volume IV — Litoral e Agreste — Páginas 51 — 121; Rio de Janeiro, IBGE — IBG — 1958.

MELO MORAIS, João de — *Aspectos da Região Litorânea do Nordeste* — Serviço Geográfico do Exército — 129 páginas — mapas, perfis, fotos — Oficinas Gráficas do IBGE — Rio de Janeiro — 1948.

PORTO DOMINGUES, Alfredo José — “Planície do Meio-Norte” — *Enciclopédia dos Municípios Brasileiros* — Volume III — O Meio-Norte — páginas 35 — 66; Rio de Janeiro, IBGE — IBG — 1957.

ROTEIRO DO BRASIL — Serviço de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha — Rio de Janeiro — 1954.

SOARES, Lúcio de Castro — “Arquipélago de Fernando de Noronha” — *Enciclopédia dos Municípios Brasileiros* — Volume IV — Litoral e Agreste — páginas 451 — 467; Rio de Janeiro, IBGE — IBG — 1958.

WARING, Geraldo A. — *Suprimento d'água no Nordeste do Brasil* — Ministério da Viação e Obras Públicas (IFOCs) — Dezembro de 1912, 78 páginas.

II — Periódicos

AB'SABER, Aziz Nacib — Aptidões Agrárias do Solo Maranhense — Separata do *Boletim Paulista de Geografia*, n.º 3P — Outubro 1958 — 31 — 37 — São Paulo.

75

----- — Contribuição à Geomorfologia do Estado do Maranhão — Separata do *Anuário da Faculdade de Filosofia Sedes Sapientiae da Universidade Católica de São Paulo* — Vol. 13 (1955 — 1956) — pp. 66-78.

ALBUQUERQUE, Oderich R. de e DEQUECH, Víctor — “Contribuição para a Geologia do Meio-Norte, especialmente Piauí e Maranhão, Brasil”, em: *Anais do Segundo Congresso Pan-Americano de Engenharia de Minas e Geologia*, Vol. III, Petrópolis — Rio de Janeiro, 1946.

ALMEIDA, Fernando F. M. de — *Geologia e Petrologia do Arquipélago de Fernando de Noronha* — Monografia XIII da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM, ed. do Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro — 1955.

ANDRADE, Gilberto Osório — *Contribuição ao Estudo Geomorfológico da Costa Pernambucana* — 84 páginas — 28 fotos — 7 figuras — Recife — 1955.

----- — “Os Mais Recentes Níveis Glácio-Eustáticos da Costa Pernambucana”, em *Anuário da Faculdade da Universidade do Recife* — 1941; 56 páginas.

----- — “Itamaracá” — *Contribuição para o Estudo Geomorfológico da Costa Pernambucana* — 84 páginas — Recife — 1955.

----- — “O Recife Anelar das Rocas” — (um registro de recentes variações eustáticas no Atlântico Equatorial) — *Anais* — Volume XI, Tomo I — 1957 — 1958 — Associação dos Geógrafos Brasileiros — páginas 29 — 80; São Paulo — 1959.

ANDRADE, Manuel Correia de — “A Ria” do Rio Formoso na costa sul de Pernambuco” — Comunicação apresentada ao XVIII Congresso Internacional de Geografia — *Boletim* da Faculdade de Filosofia de Pernambuco da Universidade do Recife, n.º 18, Recife.

----- — “Aspectos Geográficos do Leste da Paraíba” — Separata da *Revista Doza* — Diretório Acadêmico da Faculdade de Filosofia de Pernambuco — Ano IV.

----- — *O Rio Mamanguape — Os Rios do Açúcar do Nordeste Oriental* — 71 páginas — 10 fotos — 1 planta — 1 mapa — Ministério da Educação e Cultura, publicação do Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais — Recife — 1957.

BARBOSA, Otávio — “Quadro Provisório das Superfícies de Erosão e Aplainamento no Brasil” — *Notícia Geomorfológica*, ano II, n.º 4, pp. 31 — 33, Universidade de Campinas, São Paulo — 1959.

76

BIGARELLA, J. J. e ANDRADE, G. O. — “Considerações sobre a Estratigrafia dos Sedimentos Cenozóicos em Pernambuco” (Grupo Barreiras) — *Arquivos* — n.º 2 — páginas 2 — 14; Divisão de Ciências Geográficas — Recife, Pernambuco — 1964.

BIROT, Pierre — “Morphologie de la Région de Recife” — em Colloque sur la morphologie du Nord-Est du Brésil — in *Bulletin* de l'Association de Géographes Français — Números — Janvier — Février — 1957 — 80 pages.

CALDAS LINS, Raquel e ANDRADE, Gilberto Osório — em Diferentes Combinações do Meio Natural da Zona Nordestina (Introdução ao estudo da variação dos fatores naturais da agroindústria do açúcar) — Comunicação oferecida a XV Assembléia Ordinária da Associação dos Geógrafos Brasileiros — Moçoró, Rio Grande do Norte — julho de 1960 — 36 páginas, mapas e fotos.

DRESH, Jean — Les Problèmes Morphologiques du Nord-Est Brésilien — em Colloque sur la Morphologie du Nord-Est du Brésil — in *Bulletin* de l'Association de Géographes Français — Números 263 — 264 — Janvier-Février — 1957 — 80 pages.

FEIO, Mariano — “Notas Acerca do Relevo da Paraíba e do Rio Grande do Norte” — Transcrito da *Revista* da Faculdade de Filosofia da Paraíba, vol. I, 1954, n.º 1 — João Pessoa — em *Notícia Geomorfológica* — Universidade de Campinas, Faculdade de Filosofia — Ano I — Agosto de 1958 — n.º 2 — 56 páginas.

- KEGEL, Wilhelm; SCORZA, Evaristo Pena e COELHO, Francisco das Chagas Pinto — “Estudos Geológicos do Norte do Ceará” — *Boletim n.º 184* — Divisão de Geologia e Mineralogia — Departamento Nacional da Produção Mineral — Ministério da Agricultura — 46 páginas, 6 figuras, 4 fotos — Rio de Janeiro, Serviço Gráfico do IBGE — 1958.
- — “Contribuição ao Estudo da Bacia Costeira do Rio Grande do Norte” — em *Boletim n.º 170*; Div. de Geologia e Mineração — DNPM — Ministério da Agricultura — Rio de Janeiro — Serviço Gráfico do IBGE, 1957.
- — “As Inconformidades da Bacia do Parnaíba e Zonas Adjacentes” — *Boletim n.º 160* — Divisão de Geologia e Mineralogia — Departamento Nacional da Produção Mineral — Ministério da Agricultura — 59 páginas, 15 figuras.
- MATHEWS, B. A. e HARRISON, L. — “A Fauna dos Recifes de Pernambuco, Brasil” — Traduzido do inglês por Paulo e Vitor de Miranda Ribeiro — no *Boletim* do Museu Nacional do Rio de Janeiro — n.º 2 — março de 1926 — Vol. II — 29 páginas.
- MUSSA, Diana — “Dicotiledonio Fóssil da Formação ‘Barreiras’ Estado de Sergipe” — *Boletim n.º 181* — Divisão de Geologia e Mineralogia do SNPM — Ministério da Agricultura — Rio de Janeiro, 1958 — Serviço Gráfico do IBGE — 23 páginas, 11 figuras.
- MAIO, Celeste Rodrigues — “Aspectos Geográficos do Estado do Rio Grande do Norte” — *Revista Marítima Brasileira*, Ano LXXXVIII — outubro, novembro e dezembro de 1968 — n.ºs 10, 11 e 12 — páginas 86 — 100 — 1968.
- — “Características Fisiográficas do Estado do Rio Grande do Norte” — *Boletim Geográfico* — IBGE — IBG — n.º 170; páginas 514 — 526 ano de 1962.
- — “Aspectos Geográficos do Estado do Rio Grande do Norte” — Ensaio de interpretação econômica — SORTEC, Rio de Janeiro — 1961.
- OLIVEIRA, Avelino Inácio e LEONARDOS, Othon Henry — *Geologia do Brasil* — 813 páginas, 201 figuras, fotografias. Serviço de Informação Agrícola — Ministério da Agricultura — 2.ª Edição (refundida e atualizada) — Série Didática, n.º 2, Rio de Janeiro — 1943.
- OLIVEIRA, Paulo Ericksen — “Sobre a Idade do Calcário de Ponta Grossa, Estado do Maranhão”, em *Notas Preliminares e Estudos* — n.º 107 Junho de 1958 — Divisão de Geologia e Mineralogia — DNPM — Ministério da Agricultura — 6 páginas — 4 figuras.
- OLIVEIRA, Paulo Ericksen e ANDRADE RAMOS, J. R. — “Geologia das Quadrículas de Recife e Ponta de Pedra” — *Boletim n.º 151* — Divisão de Geologia e Mineralogia — Departamento Nacional de Produção Mineral — Ministério da Agricultura — 60 páginas, 6 fotos, 2 perfis, 1 mapa, 2 cartas geológicas — Rio de Janeiro — 1956.

PAIVA, Glicon de e MIRANDA, José — “Carvão Mineral do Piauí” — *Boletim* n.º 20 — DNPM — Ministério da Agricultura.

PIMENTA DA CUNHA, Arnaldo — Potamografia Maranhense — *Estudos e Observações* — n.º 16 — pp. 157 a 178 — 4 fotos — 10 mapas — p. 169.

TRICART, Jean — Em “Problemas Geomorfológicos do Litoral Oriental do Brasil” — *Boletim Baiano de Geografia* — Associação dos Geógrafos — Núcleo de Salvador — Secção Regional do Rio de Janeiro — Ano I, n.º 1 — Junho de 1960 — pp. 5 a 29.

----- — “Informações para a Interpretação Paleogeográfica dos Cascalheiros” em *Notícia Geomorfológica*, Ano II, n.º 4, pp. 1 a 11 — Universidade de Campinas, São Paulo — 1959.

III — Conferências e Relatórios

ALMEIDA, Fernando Flávio de — “Oceanografia do Atlântico” — Conferência proferida por ocasião da II Reunião Interuniversitária, Poços de Caldas, setembro de 1959 — com a colaboração das Faculdades de Filosofia do Estado de São Paulo.

78

ANDRADE, Gilberto Osório — Problemas Morfogenéticos da Região Nordestina — Conferência proferida no Centro de Estudos Geológicos (CEGE), Rio de Janeiro — Abril de 1960.

RUSCH, Peter, J. — Relatório sísmico na área costeira de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte — Apresentado ao Dr. Plínio Reis de Catañhede Almeida, Presidente do Conselho Nacional do Petróleo — United Geophysical Company, S. A. — 5 de fevereiro de 1952 — 12 páginas.

IV — Cartas e Fotografias Aéreas

— MARINHA DO BRASIL — HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO

— “BRASIL — Costa Leste do Cabo Branco a Maceió” — Carta batimétrica — Compilação de levantamentos efetuados até 1947 — Escala natural 1:313 600 na latitude 8º38' — Rio de Janeiro.

— “BRASIL — Costa Leste — da Ponta dos Três Irmãos ao Cabo Branco” — Carta batimétrica — Compilação de levantamentos efetuados até 1945. Escala natural 1:315 428 — Rio de Janeiro 30-4-1948.

— “BRASIL — Costa Leste — ao Rio Itariri e Ilhéus” — Carta batimétrica — Compilação de levantamentos realizados até 1948 — Escala natural — 1:308 500 na latitude 13º23' — Rio de Janeiro 12 de agosto de 1949.

- “BRASIL – Costa Leste de Maceió ao Rio de Itariri” – Carta batimétrica. Compilação de levantamentos efetuados até 1942 – Escala natural 1:311 300 na latitude 10°57' – Rio de Janeiro, 15 de maio de 1950.
- SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO:
- FORTALEZA (Ceará) Folha S.A. 24-V-III-2. Escala 1:50 000 – Rio de Janeiro.
- NATAL – SO (Rio Grande do Norte) – Folha S.B. 25-G – IV-4-SO. Escala 1:25 000. Rio de Janeiro.
- GOIANA (Pernambuco-Paraíba) – Folha S.B. – 25 – T-III-1 – Escala 1:25 000 – Rio de Janeiro – 1945.
- CABEDELO (Paraíba) – Folha S.B. – 25-N-III-3 – Escala 1:25 000 – Rio de Janeiro.
- SANTO AGOSTINHO – S. (Pernambuco) – Escala 1:25 000 – Rio de Janeiro, Ano de 1944.
- JOÃO PESSOA (Paraíba) – Folha S.B. 25-T-I-1 – Escala 1:50 000 – Rio de Janeiro – 1944.
- NATAL – NO (Rio Grande do Norte) . Folha S.B. 25-G-IV-4-NO – Escala 1:25 000 – Rio de Janeiro.
- PAULISTA – NE (Pernambuco) – Folha S.B. 25-T-III-3-NE – Escala 1:25 000 – Rio de Janeiro – 1944.
- PAULISTA – SE (Pernambuco) – Folha S.B. 25-T-III-3 – SE – Escala 1:25 000 – Rio de Janeiro.
- PAULISTA – NO (Pernambuco) – Folha S.B. 25-T-III-3-NO – Escala 1:25 000 – Rio de Janeiro.
- RECIFE – N. (Pernambuco) – Escala 1:25 000 – Rio de Janeiro – 1943.
- SERVIÇOS AEROFOTOGRAFÉTICOS DA CRUZEIRO DO SUL S.A. – Fotografias aéreas – (Escala aproximada 1:15 000).

O estudo das formações geológicas abrange vasto campo de pesquisa onde o da Paleobotânica vem interessar de perto àqueles que se dedicam ao estudo dos recursos energéticos na forma de combustíveis fósseis.

O artigo em pauta não visa especificamente a essa questão, mas examina, com certa profundidade, os grupos estratigráficos onde são encontrados inúmeros fósseis vegetais, inclusive os que deram origem ao carvão mineral. Dentro dessa concepção, dá maior ênfase ao exame da paleoflora da bacia do Paraná, analisando os três grupos que caracterizam sua estratigrafia. Expressiva relação das espécies encontradas, com sua nomenclatura da sistemática, vem dizer dos cuidados demonstrados pelo autor na apresentação do trabalho. Segue extensa bibliografia especializada. O autor, Prof. José Henrique Millan é do Departamento de Paleontologia do Museu Nacional.

A Macroflora do Gondwana brasileiro

Prof. JOSÉ HENRIQUE MILLAN

1. INTRODUÇÃO

Foi um paleobotânico austríaco, O. Feistmantel, quem, pela primeira vez em 1876, na forma impressa, usou a expressão Gondwana, ao publicar seus estudos sobre as plantas fósseis, para uma seqüência sedimentar encontrada inicialmente nas províncias centrais da Índia e, posteriormente, nos demais países gondwânicos, depositada principalmente sob condições continentais.

As camadas gondwânicas ocorrem, no Brasil, na bacia do Paraná, bacia intracratônica cuja seqüência cronológica carbonífera-cretácea assenta-se sobre sedimentitos marinhos devonianos ou diretamente sobre o embasamento cristalino pré-siluriano, abrangendo uma área de cerca de um milhão e

seiscentos mil quilômetros quadrados, correspondendo a uma boa porção das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil e partes do Uruguai, Argentina e Paraguai.

A paleoflora da bacia do Paraná em nosso País, desde os trabalhos pioneiros de Carruthers (1869), Renault (1890), Zeiller (1895, 1898), D. White (1908), Solms Laubach (1913), Lundqvist (1919) e Read (1941), vem sendo estudada por especialistas nacionais e estrangeiros, possibilitando um acervo de conhecimentos paleobotânicos dos mais expressivos no momento atual da geologia brasileira.

Esse trabalho objetiva, assim, fornecer a todos os interessados um panorama geral desse acervo acumulado, pelo menos nos últimos trinta e cinco anos.

2. SINOPSE DA ESTRATIGRAFIA GONDWÂNICA DA BACIA DO PARANÁ

C. White (1908) denominou essa seqüência de Sistema Santa Catarina, designação consagrada na literatura mas em desacordo com as modernas regras de nomenclatura estratigráfica.

Adota-se, ainda, a divisão da seqüência em três grupos estratigráficos que, do mais antigo aos mais recente, são: grupo Tubarão, grupo Passa Dois e

grupo São Bento, ocorrendo no Estado do Rio Grande do Sul uma quarta unidade estratigráfica, a Formação Santa Maria, intercalada entre os grupos Passa Dois e São Bento.

São muitos os problemas ainda pendentes sobre essa estratigrafia, interessando-nos apenas enfatizar aquelas unidades litoestratigráficas onde restos e vestígios de fósseis vegetais ocorrem com certa freqüência.

Para isso a divisão adotada nesse trabalho para a estratigrafia da bacia do Paraná em nosso País é a seguinte:

Grupo São Bento	Formação Botucatu (Eocretáceo)
Grupo Passa Dois (Permiano)	Formação Santa Maria (Neotriássico) Formação Rio do Rasto Formação Estrada Nova (= Formação Corumbataí, SP) Formação Irati
Grupo Tubarão (Permo-Carbonífero)	Subgrupo Guatá (= Formação Tatuí, SP) Subgrupo Itararé

81

3. TAFOLÓRULAS DA BACIA DO PARANÁ

Essas associações paleoflorísticas — tafolórulas em nossa conceituação (Milan, 1971) — têm limite restrito dentro de um nível estratigráfico e definem a ocorrência de populações fósseis em jazigos locais. Sua utilização, nesse caso, é preferível ao de flórula, termo comumente análogo mas não homólogo, pelas implicações de seu uso em populações viventes.

O conjunto de tafolórulas representaria uma tafoflora, na conceituação de Tajtadzan (1961) e Archangelsky (1965).

Assim, poderíamos denominar o conjunto de todas essas tafolórulas de tafoflora da bacia do Paraná.

As denominações das tafolórulas relacionadas a seguir são acompanhadas da sigla do estado brasileiro onde ocorrem e foram extraídas da bibliografia avaliável respectiva.

3.1. Tafoflóruas do Subgrupo Itararé = ●¹

3.1.1. Acampamento Velho, RS (Martins e Sena Sobrinho, 1950; Dolianiti, 1953, 1954).

3.1.2. Teixeira Soares ou Minhocão, PR (Oliveira, 1927; Read, 1941; Dolianiti, 1952/54).

3.1.3. Cambuí — Patrimônio, P R (Lundqvist, 1919; Oliveira, 1927; Read, 1941).

3.1.4. Rio Carvãozinho—Barra Bonita, PR (Oliveira, 1927; Read, 1941).

3.1.5. Sítio da Mina ou Monte Mor, SP (Barbosa e Almeida, 1949); Barbosa, 1958; Millan, 1972/74/75).

3.1.6. Sítio Itapema, SP (Dolianiti e Millan, 1973).

3.1.7. Rodovia Tietê—Piracicaba, km 15,5, SP (Mezalira, 1951).

3.2. Tafoflóruas do Subgrupo Guatá = ○

3.2.1. Candiota, RS (Carruthers, 1869; Lundqvist, 1919).

3.2.2. Arroio dos Ratos, RS (Zeiller, 1895).

3.2.3. Arroio dos Cachorros, RS (Lundqvist, 1919).

3.2.4. Rio Irapuá, Cachoeira do Sul, RS (White, 1908).

3.2.5. Pântano Grande, RS (Dolianiti, 1957).

3.2.6. Butiá, RS (Kräusel e Dolianiti, 1958).

3.2.7. Treviso, SC (Read, 1941).

3.2.8. Lauro Müller, c/vários horizontes, SC (White, 1908; Rigby, 1972a).

3.2.9. Banha, SC (Dolianiti, 1946/48/53/53a/53b/53c/54/54b/56/56a; Millan, 1965/67/67a; Yoshida, 1966; Rigby, 1972).

3.2.10. Rio da Estiva, SC (Rösler, 1974).

3.2.11. São João do Triunfo, PR (Rösler, 1974).

3.2.12. Cambuí, PR (Rösler, 1974).

3.2.13. Tatuí e Mato Seco, SP (Mezalira, 1951).

3.2.14. Casa Branca, SP (Oliveira, 1936; Mezalira, 1966).

3.3. Tafoflóruas da Formação Irati = △

3.3.1. Afloramento Valente RS (Dohms, 1974).

3.3.2. Assistência, SP (Mezalira, 1966).

3.3.3. Piracicaba, SP (Mussa, 1974).

3.4. Tafoflóruas da Formação Estrada Nova (= Formação Corumbataí, em São Paulo) = △

3.4.1. Cerro Chato, RS (Martins e Sena Sobrinho, 1951).

3.4.2. São Rafael, RS (White, 1908; Kräusel e Dolianiti, 1958).

3.4.3. São Jerônimo, RS (White, 1908; Kräusel e Dolianiti, 1958).

3.4.4. Canoinhas, SC (Yoshida, 1970).

¹ Simbolismo arbitrário.

3.4.5. Santo Antônio da Platina, PR (Dolianiti, 1945).

3.4.6. Prudentópolis, PR (Sommer, 1954; Maack, 1947).

3.4.7. Serrinha, PR (Oliveira, 1927; Mendes, 1954; Barbosa, 1958).

3.4.8. Ferrovia Gutierrez—Guarapuava, km 29,9, PR (Mendes, 1954).

3.4.9. Ferrovia Ponta Grossa—Guarapuava, km 98, PR (Mendes, 1954).

3.4.10. Rodovia Prudentópolis—Guarapuava, km 126, PR (Mendes, 1954).

3.4.11. Rodovia Tereza Cristina—Ivaí, km 283, PR (Mendes, 1954).

3.4.12. Corumbataí, SP (Mendes e Mezzalira, 1946).

3.4.13. Laras, SP (Rigby, 1968).

3.4.14. Piracicaba, etc. (Mezzalira, 1966).

3.4.15. Guareí, SP (Maniero, 1946; Mezzalira, 1966; Kräusel e Dolianiti, 1958).

3.4.16. Piracicaba e Conchas, SP (Mezzalira, 1966).

3.5. Tafoflórula da Formação Rio do Rasto = ▲

3.5.1. Ferrovia Poço Preto—Porto União, km 425, SC (Mendes, 1954).

3.6. Tafoflóruas da Formação Santa Maria = □

3.6.1. Arroio ou Passo das Tropas, RS (Gordon Jr. e Brown, 1952).

3.6.2. Canoas, RS (Rau, 1933).

3.7. Tafoflórula da Formação Botucatu? = ■

3.7.1. Rodovia Ribeirão Preto—Serana—Cajuru, SP (Souza *et al.*, 1971).

4. ESPÉCIES DA TAFOFLORA DA BACIA DO PARANÁ

Todas as espécies relacionadas a seguir estão providas de dados referentes à sistemática (Archangelsky, 1970), simbolismo da unidade litoestratigráfica, nome da tafoflórula e sigla do estado brasileiro respectivo, e representam o atual *status* de conhecimento sobre as plantas fósseis dessa bacia sedimentar, complementando e atualizando, assim, os dados de Rigby (1970) sobre a distribuição das plantas do Gondwana inferior (Neopaleozóico) do Brasil. A bibliografia para cada espécie já consta da referência bibliográfica das tafoflóruas.

4.1. Tallophyta, Algae, Charophyta

4.1.1. *Leonardosia langei* Sommer, △ = Prudentópolis, PR.

4.2. Briyophyta, Hepaticae

4.2.1. *Thallites* sp., ⊙ = Arroio dos Cachorros, RS; △ = Rodovia Tereza Cristina—Ivaí, km 283, PR; Laras, SP.

4.3. Pteridophyta, Psilopsida, Palaeophyllales

incertae sedis

4.3.1. cf. *Ginkgophyllum* sp. A, ● = Sítio da Mina, SP.

4.4. Pteridophyta, Lycopsida, Lepidodendrales, Lepidodendraceae

4.4.1. *Lepidodendron pedroanum* Zeiller emend. Millan, ● = Sítio da Mina, SP.

4.4.2. *Lepidostrobos* sp., ⊙ = Treviso, SC.

**4.5. Pteridophyta, Lycopsidea,
Lepidodendrales,
Lycopodiopsidaceae**

4.5.1. *Lycopodiopsis pedroanus* (Car-ruthers) Edwards emend. Kräsel, ● = Teixeira Soares, PR; Cambuí—Patrimônio, PR; Rio Carvãozinho—Barra Bonita, PR; Sítio da Mina, SP; ⊙ = Candiota, RS; Arroio dos Ratos, RS; Arroio dos Cachorros, RS; Treviso, SC; São João do Triunfo, PR.

4.5.2. *Lycopodiopsis* sp. A, ● = Sítio da Mina, SP.

4.5.3. *L. derbyi* Renault, ● = Sítio da Mina, SP; ⊙ = Lauro Müller, SC; △ = Cerro Chato, RS; Prudentópolis, PR; Laras, SP; Piracicaba, etc., SP; ? ■ = Rodovia Ribeirão Preto—Serrana—Cajuru, SP.

4.5.4. *Lycopodiophloios dolianitii* Kräusel, △ = Cerro Chato, RS; Laras, SP.

**4.6. Pteridophyta, Sphenopsida,
Sphenophyllales,
Sphenophyllaceae**

4.6.1. *Sphenophyllum* sp. A, ● = Sítio da Mina, SP.

4.6.2. *S.* sp. cf. *S. oblongifolium* (Germ. e Kaulf) Unger, ● = Cambuí—Patrimônio, PR.

4.6.3. *S. brasiliensis* Rösler, ⊙ = Cambuí, PR.

**4.7. Pteridophyta, Sphenopsida,
Calamitales, Calamitaceae**

4.7.1. *Annularia occidentalis* Rösler, ⊙ = Cambuí, PR; São João do Triunfo, PR.

4.7.2. *A. readi* Rösler, ⊙ = São João do Triunfo, PR.

**4.8. Pteridophyta, Sphenopsida,
Equisetales, Phyllotheceae**

4.8.1. *Phyllothea* sp., ● = Sítio Itapema, SP.

4.8.2. *P. griesbachi* Zeiller, ⊙ = Bainha, SC; Lauro Müller, SC.

4.8.3. *Schizoneura gondwanensis* Feistmantel, ⊙ = Bainha, SC; Lauro Müller, SC.

**4.9. Pteridophyta, Sphenopsida,
Equisetales, Notocalamitaceae**

4.9.1. *Notocalamites askosus* Rigby, ⊙ = Bainha, SC.

**4.10. Pteridophyta, Sphenopsida,
Equisetales incertae sedis**

4.10.1. *Paracalamites* sp., ● = Sítio Itapema, SP.

4.10.2. *P.* cf. *levis* Rigby, ● = Sítio da Mina, SP.

4.10.3. *P. montemorensis* Millan, ● = Sítio da Mina, SP.

4.10.4. *P. australis* Rigby, ● = Em todas as tafoflóculas; ⊙ = Lauro Müller, SC; Bainha, SC; Cambuí, PR; São João do Triunfo, PR; △ = Santo Antônio da Platina, PR; Serrinha, PR; Rodovia Prudentópolis—Guarapuava, km 126, PR; Laras, SP; ▲ = Ferrovia Poço Preto—Porto União, km 425, SC.

**4.11. Pteridophyta, Filicophyta,
Eusporangiopsida,
Marattiales, Marattiaceae
(Andrews, 1970)**

4.11.1. ? *Asterotheca feruglioi* Fren-guelli, △ = Laras, SP.

4.11.2. *A. cambuhyensis* Rösler, ⊙ = Cambuí, PR.

4.11.3. *A. derby* Rösler, ☉ = São João do Triunfo, PR.

4.11.4. *A. piatnitzkyi* Frenguelli, ☉ = São João do Triunfo, PR.

4.12. Pteridophyta, Filicophyta, Leptosporangiopsida, Filicales, Polypodiaceae (Andrews e Boureau, 1970)

4.12.1. *Adiantites* sp., ● = Sítio da Mina, SP.

4.13. Pteridophyta, Filicophyta, Protoleptosporangiopsida, Osmundales, Osmundaceae (Andrews, 1970)

4.13.1. *Osmundacaulis braziliensis* (Andrews) Miller, ☉ = ? Rio Pardo, RS.

4.14. Pteridophyta, Filicophyta incertae sedis (Andrews, 1970)

4.14.1. *Tietea singularis* Solms Laubach, △ = Piracicaba e Conchas, SP.

4.15. Gêneros-forma paleofíticos incertae sedis

4.15.1. *Sphenopteris* sp. A, ● = Sítio da Mina, SP.

4.15.2. *S. lobifolia* Morris, ● = Cambuí—Patrimônio, PR; Rio Carvãozinho—Barra Bonita, PR; ☉ = Müller, SC; Bainha, SC.

4.15.3. *Pecopteris paranaensis* Read, ● = Cambuí—Patrimônio, PR; △ = Serrinha, PR; Laras, SP.

4.15.4. *P. pedrasica* Read, ● = Cambuí—Patrimônio, PR.

4.15.5. *P. cambuhyensis* Read, ● = Cambuí—Patrimônio, PR.

4.15.6. *Eupecopteris meridionalis* Dolianiti, ☉ = Pântano Grande, RS.

4.15.7. *Taeniopteris criciumensis*, Dolianiti, ☉ = Bainha, SC.

4.15.8. *Botrychiopsis plantiana* (Caruthers) Archangelsky e Arrondo, ● = Sítio da Mina, SP, cf.; ☉ = Arroio dos Cachorros, RS; Candiota, RS.

4.15.9. ? *B. cf. weissiana* Kurtz emend. Archangelsky e Arrondo, ● = Sítio da Mina, SP.

4.15.10. *Chiropteris reniformis* Kawasaki, ☉ = Bainha, SC.

4.15.11. (*Rhodea*) *criciumana* Rigby, ☉ = Bainha, SC.

4.15.12. *Rhacopteris* cf. *chubutiana* Archangelsky e Arrondo, ● = Sítio da Mina, SP.

4.15.13. *R. cf. ovata* (McCoy) Walikom, ● = Sítio da Mina, SP.

4.15.14. *Walikalia millanii* Rigby, ☉ = Lauro Müller, SC.

4.16. Gymnospermae, Cycadopsida, Pteridospermales, Corystospermaceae

4.16.1. *Dicroidium* sp., □ = Arroio das Tropas, RS.

4.16.2. *Pteruchus* sp., □ = Arroio das Tropas, RS.

4.17. Gymnospermae, Cycadopsida, Pteridospermales, Arberiaceae

4.17.1. *Arberia* ? *brasiliensis* Lundqvist, ☉ = Arroio dos Cachorros, RS.

4.17.2. *Arberia minasica* White emend. Rigby (= *Dolianitia alternata* Millan, *D. crassa* Millan), ☉ = Lauro Müller, SC; Bainha, SC.

4.17.3. ? *A. opposita* (Millan) Rigby (= *Dolianitia opposita* Millan), ☉ = Bainha, SC.

4.18. Gymnospermae, Cycadopsida, Pteridospermales

4.18.1. *Derbyella aurita* White, ⊙ = Lauro Müller, SC.

4.18.2. *Arberiella* sp., ⊙ = Arroio dos Cachorros, RS.

4.18.3. *Pachypteris* sp., □ = Arroio das Tropas, RS.

4.19. Gymnospermae, Cycadopsida, Glossopteridales

4.19.1. *Glossopteris browniana* Brongniart, ⊙ = Rio Irapuá, RS; Bainha, SC; Lauro Müller, SC; △ = Serrinha, PR.

4.19.2. *G. angustifolia* Brongniart, △ = Bainha, SC; ⊙ = Serrinha, PR; Ferrovia Gutierrez-Guarapuava, km 29.9, PR.

4.19.3. *G. ampla* Dana, ● = Cambuí-Patrimônio, PR, cf.; ⊙ = Lauro Müller, SC; Bainha, SC; Treviso, SC, cf.

4.19.4. *G. communis* Feistmantel, ● = Teixeira Soares, PR; Cambuí-Patrimônio, PR; Rio Carvãozinho-Barra Bonita, PR; Acampamento Velho, RS; ⊙ = Lauro Müller, SC; Bainha, SC; Arroio dos Cachorros, RS; Treviso, SC; Rio Irapuá, RS; △ = Serrinha, PR, cf.

4.19.5. *G. formosa* Feistmantel, ⊙ = ? Bainha, SC.

4.19.6. *G. spathulato-cordata* Feistmantel ex-Walkom, ⊙ = ? Bainha, SC.

4.19.7. *G. occidentalis* White, ● = Teixeira Soares, PR; ⊙ = Lauro Müller, SC; Bainha, SC; △ = Laras, SP.

4.19.8. *G. seawardii* Plumstead, ⊙ = Bainha, SC.

4.19.9. *Glossopteris* sp., ● = Sítio Itapema, SP.

4.19.10. *Gangamopteris* sp., ● = Sítio Itapema, SP.

4.19.11. *G. angustifolia* McCoy, ● = Acampamento Velho, RS.

4.19.12. *G. obovata* (Carruthers) White, ● = Teixeira Soares, PR; Cambuí-Patrimônio, PR; Acampamento Velho, RS; ⊙ = Lauro Müller, SC; Bainha, SC; Arroio dos Cachorros, RS; Candiota, RS; △ = Serrinha, PR.

4.19.13. *G. cyclopteroides* Feistmantel, ⊙ = Bainha, SC.

4.19.14. *G. mosesii* Dolianiti, ⊙ = Bainha, SC.

4.19.15. *G. buriadica* var. *acrodeltoidis* Dolianitii, ⊙ = Bainha, SC; Arroio dos Cachorros, RS, cf.; Arroio dos Ratos, RS.

4.19.16. *Vertebraria indica* Royle, ⊙ = Bainha, SC; △ = Laras, SP.

4.19.17. *Ottokaria ovalis* White, ⊙ = Rio Irapuá, RS; Bainha, SC.

4.19.18. *O. santa-catarinae* Dolianiti, ⊙ = Bainha, SC.

4.20. Gymnospermae, Cycadopsida, Bennettiales?

4.20.1. *Plumsteadiella apedicellata* Millan, ⊙ = Bainha, SC.

4.21. Gymnospermae, Coniferopsida, Cordaitales, Cordaitaceae

4.21.1. *Noeggerathiopsis* sp., ⊙ = Sítio Itapema, SP.

4.21.2. *N. spatulata* (Dana) Feistmantel (= *Noeggerathiopsis hislopii* (Bunbury) Feistmantel), ● = Acampamento Velho, RS; Sítio da Mina, SP; ⊙ = Lauro Müller, SC; Bainha,

SC; Arroio dos Cachorros, RS; Rio Irapuá, RS; Candiota, RS; $\Delta = ?$ Laras, SP; $\blacktriangle =$ Ferrovia Poço Preto—Porto União, km 425, SC.

4.21.3. *Dadoxylon nummularium* White, $\Delta =$ Piracicaba, etc., SP; São Rafael, RS.

4.21.4. *D. meridionale* White, $=$ Butiá, RS.

4.21.5. *D. roxoi* Maniero, $\Delta =$ Guaré, SP.

4.21.6. *D. manieroi* Kräusel e Dolianiti, $\odot =$ Butiá, RS.

4.21.7. *D. derbyi* Oliveira, $\odot =$ Casa Branca, SP.

4.21.8. *D. (Araucarioxylon) butiense* Rau, $\odot =$ Butiá, RS.

4.22. Gymnospermae, Coniferopsida

4.22.1. *Lobatoxylon pedroi* (Zeiller) Kräusel, $\odot =$ Arroio dos Ratos, RS.

4.22.2. *Parataxopitys americana* (Milanez e Dolianiti) Kräusel e Dolianiti, $\Delta =$ Assistência, SP.

4.22.3. *Polysolenoxylon whitei* (Maniero) Kräusel e Dolianiti, $\Delta =$ Assistência, SP.

4.22.4. *Solenopitys paulistana* Kräusel e Dolianiti, $\Delta =$ Assistência, SP.

4.22.5. *Taxopitys alves-pintoi* Kräusel e Dolianiti, $\odot =$ Mato Seco, SP.

4.22.6. *Prototaxoxylon brasilianum* Kräusel e Dolianiti, $\Delta =$ Piracicaba, etc., SP.

4.22.7. *Cedroxylon canoense* Rau, $\Delta =$ Canoas, RS.

4.22.8. *Bageopitys articulatas* Dohms, $\Delta =$ Afloramento Valente, RS.

4.23. Gymnospermae, Coniferopsida, Coniferales, Podocarpaceae

4.23.1. *Protopodocarpyts* sp. nov., $\Delta =$ Piracicaba, SP.

4.24. Gymnospermae, Coniferopsida, Coniferales

4.24.1. *Buriadia heterophylla* (Feistmantel) Seward e Sahni emend. Pant e Nautyal, $\bullet =$ Teixeira Soares, PR; Cambuí—Patrimônio, PR; Sítio da Mina, SP; $\odot =$ Lauro Müller, SC; Bainha, SC; Candiota, RS.

4.24.2. *Paranocladus dusenii* Florin, $\bullet =$ Teixeira Soares, PR.

4.24.3. *P. ? fallax* Florin, $\bullet =$ Teixeira Soares, PR; Cambuí—Patrimônio, PR; Rio Carvãozinho—Barrá Bonita, PR; Sítio da Mina, SP.

4.24.4. *Kräuselcladus canoinhensis* Yoshida, $\Delta =$ Canoinhas, SC.

4.24.5. *K. catarinensis* Yoshida, $\Delta =$ Canoinhas, SC.

4.25. Gymnospermae, Semina Platyspermae incertae sedis

4.25.1. *Samaropsis* sp., $\bullet =$ Sítio Itapema, SP.

4.25.2. *S. bainhensis* Millan, $\odot =$ Bainha, SC.

4.25.3. *S. cricumensis* Millan, $\odot =$ Bainha, SC.

4.25.4. *S. seisasii* (White) Seward, $\odot =$ Sítio da Mina, SP; $\odot =$ Lauro Müller, SC.

4.25.5. *S. mendesii* Rigby ($=$ *S. milleri* (Feistmantel) Seward), $\odot =$ Bainha, SC; Lauro Müller, SC.

4.25.6. *S. barcellosa* (White) Seward, $\odot =$ Rio Irapuá, RS.

4.25.7. *S. moreirana* (White) Millan, ☉ = Lauro Müller, SC.

4.25.8. *S. thomasi* Schopf, ☉ = Lauro Müller, SC.

4.25.9. *S. yoshidae* Rigby, ☉ = Lauro Müller, SC.

4.25.10. *Cordaicarpus* sp., ● = Sítio Itapema, SP.

4.25.11. *C. barbosanus* Millan, ● = Sítio da Mina, SP.

4.25.12. *C. nitens* (Feruglio) Millan, ● = Sítio da Mina, SP.

4.25.13. *C. oliveiranus* (White) Millan, ☉ = Lauro Müller, SC.

5. CONCLUSÕES

88

5.1. Foram relacionadas 105 espécies em todas as tafoflórulas do Gondwana brasileiro, representadas por gêneros-órgão e gêneros-forma, e incluídas em 4 grandes grupos: Talófitas, Briófitas, Pteridófitas e Gimnospermas.

5.2. As Talófitas, numericamente, são inexpressivas, como também as Briófitas. As Pteridófitas e as Gimnospermas, entretanto, predominam na composição paleoflorística da bacia do Paraná.

5.3. As Cycadopsida e as Coniferosida, dentre as Gimnospermas, representam juntas 46,5% do total de espécies. As Lycopsida e as Sphenopsida, dentre as Pteridófitas, representam juntas 18% desse total. Os gêneros-forma paleofíticos *incertae sedis* e as sementes platispérmicas *incertae sedis* concorrem com cerca de 13% cada. Os quase 10% restantes distribuem-se pelas Talófitas, Briófitas e Pteridófitas como as Psilopsida, Protoleptosporangiopsida, Leptosporangiopsida, Eusporangiopsida e as Filicophyta *incertae sedis*.

5.4. As Lepidodendrales, dentre as Lycopsida, distribuem-se desde o grupo Tubarão até, duvidosamente, à formação Botucatu, compreendendo a ocorrência de *Lepidodendron pedroanum* e *Lycopodiopsis pedroanus* exclusivamente no grupo Tubarão, de *Lycopodiopsis derbyi* nos grupos Tubarão e Passa Dois e, duvidosamente, na formação Botucatu e de *Lycopodiophloios dolianitii* restritamente no grupo Passa Dois, na formação Estrada Nova.

5.5. Dentre as Sphenopsida, as Equisetales predominam sobre as Calamitales e as Sphenophyllales, distribuindo-se desde o grupo Tubarão até o grupo Passa Dois, nas formações Estrada Nova e Rio do Rasto.

5.6. Os gêneros-forma paleofíticos *incertae sedis* são exclusivos do grupo Tubarão, excetuando *Pecopteris paranaensis* que ocorre também na formação Estrada Nova.

5.7. As Pteridospermales, dentre as Cycadopsida, ocorrem no grupo Tubarão, restritamente no subgrupo Guatá, e na formação Santa Maria, enquanto as Glossopteridales distribuem-se desde o grupo Tubarão até o grupo Passa Dois, exclusivamente na formação Estrada Nova.

5.8. As madeiras petrificadas, de maneira geral, caracterizam o grupo Passa Dois, principalmente as formações Irati e Estrada Nova, e incluem-se nas Coniferopsidas.

5.9. As Coniferales, dentre as Coniferosida, distribuem-se nos grupos Tubarão e Passa Dois. Os gêneros *Burardia* e *Paranocladus* são exclusivos do grupo Tubarão, sendo o último específico do subgrupo Itararé. O gênero *Kräuselcladus* caracteriza a formação Estrada Nova.

5.10. As sementes platispérmicas, representadas pelos gêneros *Samaropsis* e *Cordaicarpus*, são exclusivas do grupo Tubarão, embora haja referência a *Samaropsis* na formação Santa Maria (Pinto, 1956), pobremente preservada e sem condições de melhor caracterização.

5.11. As flóruas do grupo Tubarão são caracterizadas pela predominância das Glossopteridales, principalmente pelos gêneros *Glossopteris* e *Gangamopteris*, e pelas sementes platispérmicas. As do grupo Passa Dois pelas Lepidodendrales, principalmente *Lycopodiopsis*, e pelas madeiras petrificadas das Coniferopsida, que são restritas às suas taflóruas. As da formação Santa Maria pelas Pteridospermales, principalmente por *Dicroidium*, e a da formação Botucatu pela licófita

Lycopodiopsis derbyi que duvidosamente é aqui assinalada pela sua precária ilustração (Souza *et al.*, 1971, est. I, fig. 3).

5.12. Observa-se uma seqüência temporal de taflóruas na bacia do Paraná, iniciando-se por uma flórua pré-*Glossopteris* que ocorre em Monte Mor, base do Itararé, do Estado de São Paulo, seguindo-se pela flórua *Glossopteris*, típica do Guatá, continuando pela flórua *Lycopodiopsis* do grupo Passa Dois e terminando pela flórua *Dicroidium* da formação Santa Maria.

5.13. A taflórua Sítio da Mina, em Monte Mor, SP, testemunha, pela primeira vez, nessa seqüência temporal, a interdigitação das floras boreal e austral no Gondwana brasileiro.

BIBLIOGRAFIA

- ARCHANGELSKY, S. 1965. Taflofloras paleozoicas y eomesozoicas de Argentina. Soc. Argent. Bot., *Bol.* 10 (4) : 247-291.
- 1970. Fundamentos de Paleobotânica. Mus. La Plata, *Ser. Tec. Didáct.*, 11, 347 pp., La Plata, Argentina.
- BARBOSA, O. e ALMEIDA, F. F. M. de, 1949. A Série Tubarão na bacia do rio Tietê, Estado de São Paulo. Div. Geol. Miner., DNPM, Notas Prelim. *Estudos*, 48: 1-16.
- 1958. On the age of the lower Gondwana floras in Brazil and abroad. *Conb. Geol. Intern.*, XX.^a ses.: 205-236, México.
- CARRUTHERS, W., 1869. On the plants remains from the Brazilian coal beds with remarks on the genus *Flemingites*. *Geol. Mag.*, 6 (58) : 151-155, London.
- DOLIANITI, E., 1945. Um novo elemento na flora fóssil do Brasil, *Sphenozamites* Brongniart. Div. Geol. Miner., DNPM, Notas Prelim. *Estudos*, 26: 1-4, 1 est.
- 1946. Notícia sobre novas formas na "Flora de *Glossopteris*" do Brasil Meridional. Div. Geol. Miner., DNPM, Notas Prelim. *Estudos*, 34: 1-6.
- 1948. A Paleobotânica no Brasil. Div. Geol. Miner., DNPM, *Bol.* 123: 1-87.

- 1952. La flore fossile du Gondwana au Brésil d'après sa position stratigraphique. XIX Cong. Geol. Intern., Alger Symp. Series de Gondwana: 285-301.
- 1953. Considerações sobre a presença de *Gondwaniddium Plantianum* no Rio Grande do Sul. Acad. Bras. Ciênc., 25 (2): 126-132.
- 1953a. A flora do Gondwana Inferior em Santa Catarina. I – O gênero *Glossopteris*. Div. Geol. Miner., DNPM, Notas Prelim. *Estudos*, 60: 1-7, 6 est.
- 1953b. A flora do Gondwana Inferior em Santa Catarina. II – O gênero *Taeniopteris*. Div. Geol. Miner., DNPM, Notas Prelim. *Estudos*, 61: 1-7, 3 est.
- 1953c. A flora do Gondwana Inferior em Santa Catarina. III – O gênero *Actinopteris*. Div. Geol. Miner., DNPM, Notas Prelim. *Estudos*, 62: 1-3, 1 est.
- 1954. A flora do Gondwana Inferior em Santa Catarina. IV – O gênero *Vertebraria*. Div. Geol. Miner., DNPM, Notas Prelim. *Estudos*, 81: 1-5, 1 est.
- 1954a. *Gangamopteris angustifolia* e *G. buriadica* na Formação Maricá do Rio Grande do Sul. Div. Geol. Miner., DNPM, Notas Prelim. *Estudos*, 87: 1-6, 2 est.
- 1954b. A flora do Gondwana Inferior em Santa Catarina. V – O gênero *Gangamopteris*. Div. Geol. Miner., DNPM, Notas Prelim. *Estudos*, 89: 1-12, 3 est.
- 1956. A flora do Gondwana Inferior em Santa Catarina. VI – O gênero *Sphenopteris*. Div. Geol. Miner., DNPM, Notas Prelim. *Estudos*, 95: 1-8, 2 est.
- 1956a. Um verticilo de *Glossopteris* no Gondwana do Estado de Santa Catarina. An. Acad. Bras. Ciênc., 28 (1): 115-118.
- 1957. *Eupecopteris* no Gondwana do Rio Grande do Sul. Soc. Bras. Geol., *Bol.* 6 (2): 61-67.
- e MILLAN, J. H., 1973. Novo afloramento de vegetais gondwânicos no Estado de São Paulo. An. Acad. Bras. Ciênc., 45 (3-4): 653-654.
- DOHMS, Maria H., 1974. Nova madeira fóssil de gymnospermae do Permiano do Rio Grande do Sul. XXVIII Cong. Bras. Geol., Resumos, *Bol.* 1: 396.
- GORDON JR., M. e BROWN R., 1952. Plantas triássicas do sul do Brasil. Div. Geol. Miner., DNPM, Notas Prelim. *Estudos*, 54: 1-7, 1 est.
- KRÄUSEL, R. e DOLIANITI, E., 1958. Gymnospermenhölzer aus dem Paläozoikum Brasiliens. *Palaeontographica B*, 104 (4-6): 115-137, 11 est.

- LUNDQVIST, G., 1919. *Fossile Pflanzen der Glossopteris-Flora aus Brasilien*. Kungl. Svenska Vet. Akad. Handl., 60 (3): 1-36, 2 est.
- MAACK, R., 1947. *Lycopodiopsis Derbyi* Renault, documento de idade paleozóica das camadas Terezina do Brasil meridional. *Arq. Biol. Tecn.*, 2: 155-208.
- MANIERO, J., 1946. Contribuição ao estudo de *Dadoxylon nummularium* White. Div. Geol. Miner., DNPM, Notas Prelim. *Estudos*, 35: 1-6, 3 est.
- MARTINS, E. A. e SENA SOBRINHO, M., 1950. Novos fósseis e a idade da Formação Maricá, Rio Grande do Sul. *Bol. Mus. Nac.*, n.s., Geol. 8: 1-7, 4 figs.
- , ----- 1951. *Lycopodiopsis derbyi*, Renault e *Glossopteris* sp. na Estrada Nova (Permo-Triássico) do Rio Grande do Sul. *An Acad. Bras. Ciênc.*, 23 (3): 323-326, 2 est.
- MENDES, J. C. e MEZZALIRA, S., 1946. Posição estratigráfica dos novos horizontes com vegetais fósseis da Formação Estrada Nova. Div. Geol. Miner., DNPM, Notas Prelim. *Estudos*, 30: 1-4, 5 est.
- 1954. Contribuição à Estratigrafia da Série Passa Dois no Estado do Paraná. Univ. S. Paulo, *Bol.* 175 Fac. Fil. Ciênc. Letras, Geol. 10: 1-119, 3 est.
- MEZZALIRA, S., 1951. Ocorrências do euripterídeo *Hastimima* no Estado de São Paulo. Div. Geol. Miner., DNPM, Notas Prelim. *Estudos*, 52: 1-14, 4 est.
- 1966. Os fósseis do Estado de São Paulo. *Inst. Geog. Geol., Bol.* 45: 1-32.
- MILLAN, J. H., 1965. Considerações sobre as sementes do Carbonífero do Brasil. Div. Geol. Miner., DNPM, Notas Prelim. *Estudos*, 123: 1-18.
- 1967. O gênero *Samaropsis* na Flora do Gondwana do Brasil e de outros países. *Bol. Mus. Nac.*, n.s., Geol. 32: 1-12, 7 figs.
- 1967a. Novas frutificações na Flora *Glossopteris* do Gondwana Inferior do Brasil. *Dolianitia* gen. nov. Div. Geol. Miner., DNPM, Notas Prelim. *Estudos*, 140: 1-19, 4 est.
- 1971. Tafloflóruas do Grupo Tubarão. *Ciênc. Cult.* 23 (supl.): 82-83.
- 1972. Macroflórula carbonífera de Monte Mor, Estado de São Paulo. Tese de doutoramento, Univ. S. Paulo, *Inst. Geoc.*, 165 pp., 12 est.
- 1974. Sobre as Coniferopsida da flórula gondwânica de Monte Mor, Estado de São Paulo, Brasil. *Ameghiniana*, 11 (2): 124-134, 1 est.

- 1975. Tafoflórula Monte Mor do Estado de São Paulo: seus elementos e seu significado no Gondwana inferior do Brasil. *Rev. Bras. Geociências*, 5 (1): 1-14, 4 figs.
- MUSSA, Diana, 1974. Paleoxiloanatomia Brasileira. II — Podocarpaceae Fóssil da Formação Irati, Grupo Passa Dois, São Paulo. 1.º Encontro Nac. Paleont., *Resumos* : 16-18.
- OLIVEIRA, E., 1927. Geologia e Recursos Minerais do Estado do Paraná. Monog. Div. Geol. Miner., 6: 1-172.
- 1936. *Dadoxylon derbyi* sp. nov. Serv. Geol. Miner., Notas Prelim. *Estudos*, 1:1-5, 4 figs.
- PINTO, I. D., 1956. Artrópodos na formação Santa Maria (Triássico superior), Rio Grande do Sul, com notícias sobre alguns restos vegetais. Soc. Bras. Geol., 5 (1): 75-88, 4 est.
- RAU, W., 1933. *Cedroxylon canoense*, una madera fósil nueva del Rio Grande del Sud. *Rev. Sudamer. Bot.*, 1 (3): 65-68.
- READ, C. B., 1941. Plantas fósseis do neo-Paleozóico do Paraná e Santa Catarina. Mon. Div. Geol. Miner., 6: 1-172.
- RENAULT, B., 1890. Sur une nouvelle lycopodiaceé houillère (*Lycopodiopsis Derbyi*). *Bull. Eoc., Hist. d'Autun*, 3: 109-124.
- RIGBY, J. F., 1968. New fossil plant locality near Laras, State of São Paulo. XXII Cong. Bras. Geol., An.: 201-208.
- 1970. The distribution of lower Gondwana plants in the Paraná basin of Brazil. *Proc. Gondwana Symp.* : 575-584.
- 1972. On *Arberia* white and some related lower Gondwana female fructifications. *Palaeontology*, 15 (1): 108-120, 3 est.
- 1972a. The Upper Palaeozoic flora at Lauro Müller, Santa Catarina, Southern Brazil. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, 44 (supl.): 279-293, 4 est.
- RÖSLER, O., 1974. Tafoflórulas Eogondwânicas do Brasil. II — São João do Triunfo. XXVIII Cong. Bras. Geol., Res., *Bol.* 1: 382-385.
- 1974. Novas espécies de Sphenophyta na formação Rio Bonito (Permiano) no Estado do Paraná. *Boletim IG, Inst. Geoc., USP*, 5: 17-28.
- SOLMS LAUBACH, H., 1913. *Tietea singularis*, ein neuer Pierinidineustamm aus Brasilien. *Zeitschrift für Botanik*, Herft 6: 673-700.
- SOMMER, F. W., 1954. Contribuição à paleofitografia do Paraná. Paleontologia do Paraná, *Com. Comem. Cent.*: 175-194.

- SOUZA, A., SINELLI, O. e GONÇALVES, Neide M. M., 1971. Nova ocorrência fossilífera na formação Botucatu. XXV Cong. Bras. Geol., *An.*, 2: 281-295.
- TAJTADZAN, A. L., 1961. Origem das Angiospermas (em russo), in Archangelsky, S., 1965, Soc. Argent. Bot., *Bol.* 10 (4): 247-291.
- YOSHIDA, R., 1966. Nota sobre um tufo de Glossopteridae na Camada Irapuá, Criciúma, Santa Catarina. *Bol. Soc. Bras. Geol.*, 15 (4): 69-77.
- 1970. Novo gênero de conífera da formação Estrada Nova, norte do Estado de Santa Catarina. Div. Geol. Miner., DNPM, *Bol.* 249: 1-17.
- WHITEI, I. C., 1908. Report on the Coal Measures and Associated Rocks of South Brazil. Imp. Nac., Rio de Janeiro, 1: 1-300.
- 1908. *Fossil Flora of the Coal Measures of Brazil*. Imp. Nac., Rio de Janeiro, 3: 337-606, 14 est.
- ZEILLER, C. R., 1895. Note sur la flore fossile des gisements houillers de Rio Grande do Sul (Brésil Méridional). *Bull. Soc. Geol. France*, Ser. 3e., 23: 601-629.
- 1898. Sur un *Lepidodendron* silicifié du Brésil. C. R. Acad. Sci., 117: 245-247.

O estudo aborda, através da análise dos processos físicos do mar em suas diversas escalas, a importância da Oceanografia Física na exploração dos recursos do mar, no sentido de que o homem possa, cada vez mais e com a renovada capacidade que a ciência e a tecnologia venha a lhe oferecer, usufruir de todas as riquezas que esses recursos certamente lhe darão, sem, contudo, exauri-lo nem poluí-lo.

O trabalho examina ainda as possibilidades de utilização do seu potencial energético. O autor, Prof. Afrânio Rubens de Mesquita, é do Departamento de Oceanografia Física do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

Oceanografia Física - a importância do seu conhecimento na exploração dos recursos do mar

AFRÂNIO RUBENS DE MESQUITA

Embora Helland-Hansen tenha escrito em 1912 que a Oceanografia Física "se depara com um conjunto de novos desafios e problemas, cujas soluções envolvem questões de alto interesse (1), o desenvolvimento desta ciência não se fez da forma rápida e entusiástica como no começo deste século. Mesmo durante a Primeira Guerra Mundial (quando os oceanos se transformaram em importantes cenários de ação bélica) outros fatos científicos atraíram as atenções dos jovens físicos, em detrimento das ciências físicas dos oceanos.

A radioatividade foi descoberta em 1896, as bases da mecânica quântica foram desenvolvidas por Max Plank e Paul Dirack no início do século, e

antes de 1920 Einstein havia formulado as teorias da relatividade restrita e generalizada. Em consequência disto, os problemas relativos ao campo da Oceanografia Física perderam o atrativo.

Os estudos das propriedades físicas dos oceanos ficaram, gradualmente, sob os cuidados de naturalistas e biólogos, que os usavam como parte dos seus estudos da vida no mar. Isso, em última análise, significou que atividades em ciências físicas, de caráter rotineiro, eram então feitas como parte das pesquisas sobre a pesca.

Nas primeiras décadas do século XX a Oceanografia Biológica e especialmente as pesquisas no campo da pesca

cresceram consideravelmente em amplitude e sofisticação. O *International Council for the Exploration of the Seas* (ICES), fundado em 1902, foi o ponto central da maioria das atividades em pesquisas pesqueiras ao redor do mundo, e o objetivo da organização foi o de "ganhar conhecimento suficiente do mar, para tornar possível a elaboração de uma legislação eficiente regulamentando a pesca". O peixe, entretanto, não poderia ser o primeiro e último objetivo a ser perseguido pelo homem nos oceanos, e o objetivo das pesquisas do ICES sempre foi, reconhecidamente, o de "dizer ao mundo do comércio até quando e quanto pode a captura continuar sem riscos".

A Oceanografia Física ou o conjunto de conhecimentos pertinentes às ciências físicas marinhas renasceu na Idade Média (1420) com as expedições portuguesas (e outras) que estabeleceram as reais dimensões dos oceanos e desenharam a nova cartografia da superfície do globo terrestre (2).

A terceira dimensão do meio marinho começou a ser explorada cerca de 430 anos depois, em conseqüência da necessidade de se conhecer, com alguma precisão, a natureza e a profundidade do fundo do oceano para a colocação de cabos telegráficos (1898) entre a América do Norte e a Europa. A descoberta de vida marinha, resultante dessas atividades, em profundidade (3.000 m) além da área de penetração de luz solar (150 m) e até então julgada impossível, motivou a organização de expedições oceanográficas ao redor do mundo, como a do navio britânico *Chalenger* (1872-1876). Tais empreendimentos deram origem ao estudo sistemático de todos os aspectos dos oceanos e iniciaram o que é conhecido hoje como a primeira era da Oceanografia. Os estudos de natureza física, química, biológica e geológica do ambiente marinho se concentraram, então, na obtenção de informações

oceanográficas em escala mundial. As estações oceanográficas para as tomadas de dados (temperatura, salinidade, correntes, amostras de sedimento, amostras de água para determinação dos compostos químicos, plâncton, etc.) eram geograficamente bastante espaçadas entre si e as observações podiam ser consideradas como as de uma amostragem aleatória dos oceanos. A primeira expedição ao continente Antártico foi realizada pelo navio de pesquisas *Bélgica* (1897-1898) e as explorações do oceano Ártico culminaram na famosa deriva do navio de pesquisas norueguês *Fram*, através do Ártico gelado, entre 1893-1896.

A segunda era da Oceanografia, compreendida entre o fim da Primeira Guerra Mundial (1918) e o início da Segunda (1939), trouxe à Oceanografia Física algum desenvolvimento empírico sem, contudo, abandonar as bases teóricas. A grande variabilidade temporal das propriedades físicas dos oceanos, uma vez constatada, superou a antiga convicção de que o oceano abaixo das camadas da superfície era escuro, silencioso e estável. A descoberta do "tempo" como outra variável oceanográfica deu início aos estudos de natureza dinâmica dos oceanos. Os estudos sinóticos ou quase sinóticos do estado físico do mar tornaram-se mais e mais necessários, e motivaram a sistematização do espaçamento geográfico das estações de observação. Por outro lado, as técnicas de análise das variações temporais do "sistema físico oceânico" convenientemente definido compilaram com aquelas relativas aos estudos sinóticos o conjunto das técnicas de amostragem oceânicas mais importantes e usadas até o presente.

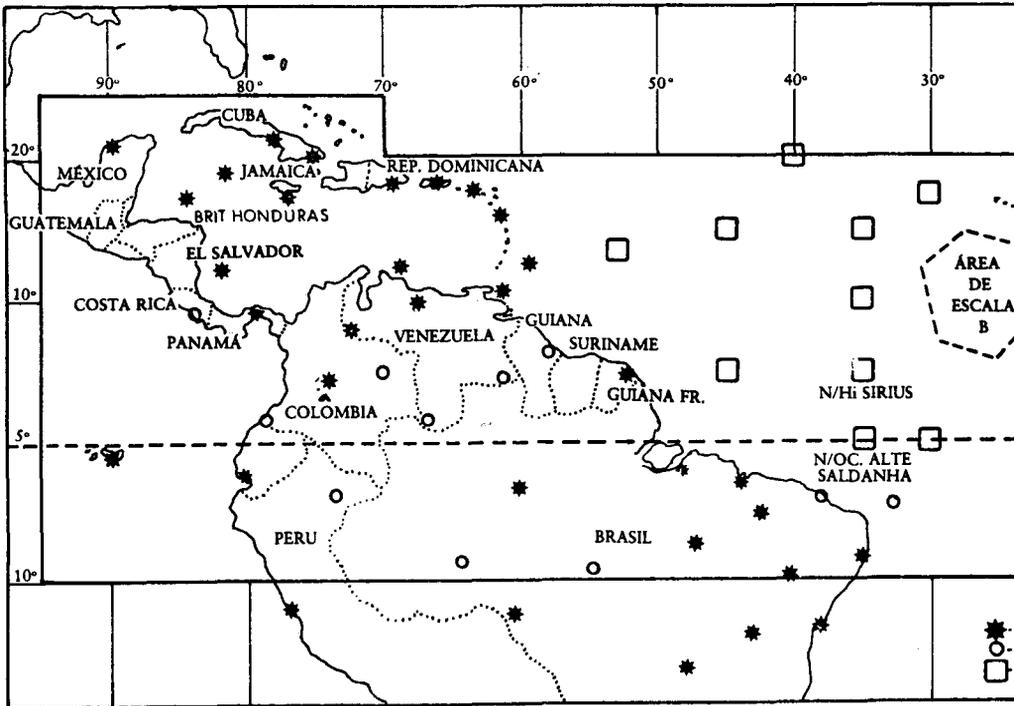
A terceira era iniciou-se após a Segunda Guerra Mundial (1945) e se caracteriza pela crescente cooperação internacional na exploração dos oceanos, aliada a um alto desenvolvimento teórico e instrumental para o entendimen-

to das várias escalas dos processos do sistema físico oceânico.

As expedições internacionais do oceano Índico e as Explorações Internacionais do Atlântico Tropical (ICITA), 1963, são exemplos de atividades oceanográficas realizadas em cooperação. Em 1974 realizou-se o maior e mais complexo experimento internacional oceanográfico-meteorológico até então planejado, que envolveu 39 navios de pesquisas de várias nações, 6 satélites meteorológicos, vários aviões e uma extensa rede de estações meteorológicas situadas na área tropical Atlântica entre os meridianos 40E - 140W (fig. 1). Raramente fato tão grandioso tem sido observado no mundo científico, quando várias nações, sobrepondo-se às diferenças de língua, credo e ideologia de organização social, concordaram em se unir e cooperar na execução de um mesmo experimento internacional. O Garp Atlantic Tro-

pical Experiment (GATE) contou com a participação do NHi *Sirius* e do N/Oc. *Almirante Saldanha*, da Diretoria de Hidrografia da Marinha do Brasil, com a colaboração, a bordo, de equipes científicas do Instituto Oceanográfico da USP e do Instituto de Pesquisas Espaciais do CNPq. Estes são exemplos de atividades em Oceanografia Física e sua ciência co-irmã, a Meteorologia, que caracterizam a terceira era do desenvolvimento oceanográfico. Tarefas de pesquisas do porte do GATE não podem ser organizadas sem que existam mecanismos adequados de colaboração internacional permanentemente em ação. O GATE, realizado em 1974 e o First Global Garp Experiment (FGGE) a se realizar em 1979, foram e serão, respectivamente, patrocinados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e pela Scientific Committee for Oceanic Research (SCOR) do International Council of Scientific

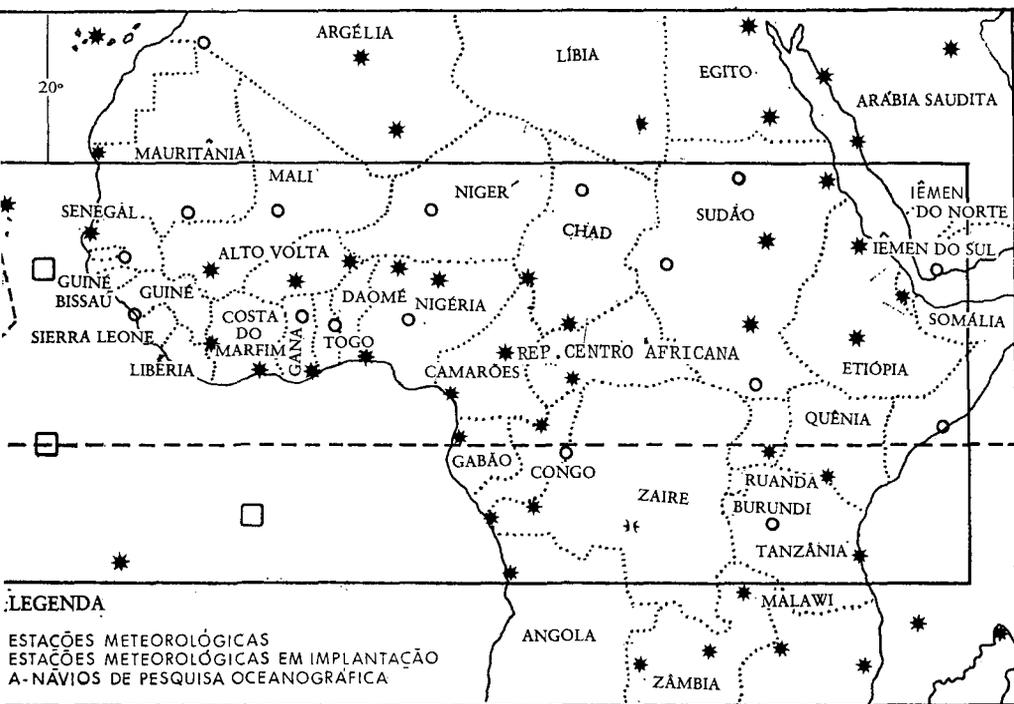
FIGURA 1



Unions (ICUS), dos quais o Brasil participa através do CNPq e do Departamento Nacional de Meteorologia. Estas organizações se dedicam a promover a colaboração internacional em todos os ramos das ciências pertencentes à Oceanografia e entre eles a Oceanografia Física tem um lugar de realce, dado o seu caráter básico — em muitos aspectos — entre as demais. O espírito dominante do ICES, durante as duas primeiras décadas deste século, evoluiu gradativamente para uma ampla e abrangente visão dos oceanos para a qual, certamente, concorreram o pensamento científico mais esclarecido e uma concepção mais realista da utilidade e das possibilidades dos oceanos como fonte de recursos e de vida, alcançados depois da Segunda Guerra Mundial.

Os oceanos ocupam três quartas partes da superfície do globo terrestre e se constituem num sistema físico de di-

fícil estudo. Em relação a este sistema, a Oceanografia Física já deu os primeiros passos no sentido de conhecer e entender mais além do que apenas suas características geográficas. As dificuldades, entretanto, são enormes e os desafios aparentemente insuperáveis. As pesquisas oceanográficas são caras e há falta de pessoal científico com aptidão e qualidades que combinem aquelas do “homem do mar” com as do “homem da ciência”. Um navio oceanográfico de porte médio despende diariamente cerca de 100.000 cruzeiros, ou seja, 35 milhões anuais. Por exemplo, o navio oceanográfico *Prof. W. Besnard*, da Universidade de São Paulo, de pequeno porte, em operação, gasta anualmente 1/6 do valor acima e esta despesa preocupa cada vez mais os cientistas e administradores do Instituto Oceanográfico. A imagem de um navio oceanográfico é associada, inconscientemente, na mente dos não familiarizados com a nova ciência,



àquela dos prazeres e recreação que o mar proporciona (ocorrente nos países com pouca tradição em ciência), e o navio de pesquisas adquire as características de luxo dispensável, que insensibiliza a maioria das pessoas aos apelos para manutenção dos recursos necessários.

A “batalha” para o conhecimento dos oceanos é, portanto, travada anualmente fora deles no processo de sensibilizar os planejadores da aplicação dos recursos públicos sobre a importância de se manter em operação navios oceanográficos e, muitas vezes, os recursos provenientes do mar não se afiguram, em contrapartida, como dos mais atraentes trunfos de motivação, em razão de só propiciar retorno a longo prazo. O método de persuasão usado pelo ICES nas primeiras décadas deste século, convincente e vitorioso naquela época e hoje menos poderoso (pesca), deu lugar, durante a Segunda Guerra Mundial, ao argumento de Segurança Nacional (quando o conhecimento do meio oceânico tornou-se mais importante para defesa e ataque). Este, agora, se associa ao de soberania nacional, pois os oceanos e a atmosfera não respeitam as fronteiras nacionais e se não forem estudados e conhecidos pelas nações que por algum tempo os possuem, o serão pelas demais, em experiências realizadas em cooperação, internacional ou não. Embora estes trunfos de persuasão não sejam de caráter eminentemente científico, as ciências do mar têm-se beneficiado com os navios oceanográficos que, de forma crescente, povoam todos os mares em atendimento a motivações de cientistas que, em geral, pouco se identificam com aquelas que “sensibilizam” os planejadores. As motivações do estudioso das ciências físicas do mar são as de conhecer e entender as relações de espaço e tempo das grandezas, fenômenos e processos inerentes ao sistema físico marinho.

Há, portanto, um “descompasso” entre as motivações dos “sistemas dos homens” e as dos indivíduos dos sistemas desta área das ciências que se afigura curioso, mormente quando se sabe que os resultados científicos são compartilhados por todos através de comunicações, e que o “status simbiótico” entre as partes é aceito naturalmente, muito embora as partes ajam sob diferentes motivações. A análise deste fato, entretanto, ultrapassa o escopo deste trabalho que é o de discorrer sobre a importância do conhecimento da Oceanografia Física na exploração dos recursos do mar.

Por recursos do mar entendemos, aqui, todas as coisas que lhe pertencem e possam ser consideradas como bens da humanidade — no seu presente estágio de desenvolvimento — valiosos para seu conforto ou necessários à sua sobrevivência. A Oceanografia Física, como conjunto dos conhecimentos da natureza física do mar, definiu vários parâmetros e processos cuja utilização é direta ou indiretamente importante para a humanidade.

As escalas dos processos físicos do mar (quanto ao espaço), embora imprecisas na sua definição, abrangem a escala atômica, molecular, microestrutura turbulenta, escala média e escala planetária.

É difícil encontrar uma classificação coerente destes processos quanto a uma possível escala de tempo, muito embora estabelecer limites temporais dentro dos quais os mesmos se distribuem seja uma tarefa aparentemente realizável. As relações espaço-tempo dos fenômenos físicos em geral são, ao que acreditamos, todas passíveis de serem descritas por equações. As soluções nos casos gerais mostram uma composição espaço-tempo bastante variada que, entretanto, desestimulam tal tentativa. A característica temporal talvez mais significativa dos processos

físicos oceânicos é a de que todos ocorrem, em geral, ao mesmo tempo, qualquer que seja o sistema definido para estudo, constituindo este um argumento para que deixemos as especulações sobre as escalas de tempo relacionadas às do espaço dos processos físicos oceânicos. A energia, grandeza física identificada nos oceanos, nos processos de maior escala, com o movimento e variações relativas ao campo gravitacional, flui para os de menor escala. Tal energia, entretanto, indiretamente é proveniente do sol, a qual, por sua vez, nos primeiros 150 m dos oceanos, é diretamente distribuída, sob forma de luz, a todas as escalas dos processos, simultaneamente. Os processos de menor escala de posse da energia recebida interferem, por sua vez, no fluxo natural da energia, aumentando em complexidade a natureza da realidade física oceânica.

A identificação e análise desses eventos (ao redor do mundo) têm sido a tarefa básica das ciências físicas marinhas na terceira era da Oceanografia; muito há que se descobrir e se entender não apenas quanto aos processos em si mas ainda na sua forma de associação aos fenômenos físicos conhecidos.

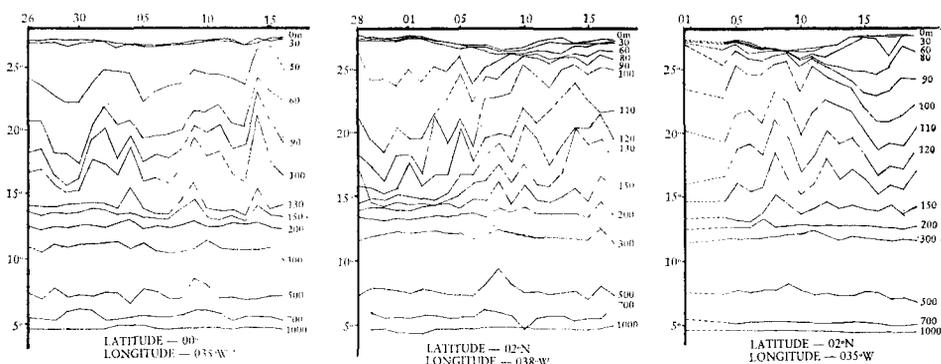
Os fenômenos de escala atômica, base das ciências físicas desenvolvidas neste século, são pouco conhecidos nos oceanos. Isso ocorre, talvez, porque os laboratórios são os melhores locais para seu estudo. Entretanto, a penetração das partículas elementares provenientes do espaço cósmico e das expressões de poder dos "sistemas dos homens" na superfície dos oceanos, e a conseqüente modificação dos componentes atômicos solúveis na água do mar têm sido particularmente importantes aos estudos em geocronologia e química da água do mar. A associação destes processos aos de escala molecular (escala em que se dão as trocas e mudanças potencialmente impor-

tantes aos estudos sobre a qualidade das águas dos oceanos) e da escala maior é apenas conhecida em termos das suas características termodinâmicas, isto é, temperatura e salinidade que, compostas, produzem o parâmetro densidade, e este, por sua vez, pressão. A absorção da energia solar em nível atômico completa o quadro dos eventos físicos conhecidos nesta escala. Tal escala é descrita por teorias e mecânicas desenvolvidas neste século, enquanto que as escalas maiores nos oceanos são descritas pelas teorias inicialmente desenvolvidas (Stockes, Euler, Laplace, Rayley e outros) no século passado. Estas, embora esquecidas e obscuras neste século pelo espetacular desenvolvimento da Teoria Quantitativa e da Relatividade, são, igualmente, complexas e encontram nos oceanos e na atmosfera o melhor campo de uso e prova. Os processos seguintes, na ordem: os de microescala turbulenta são devidos à dinâmica dos fluidos e à forma peculiar dos fluidos conduzirem ou perderem energia. Não se consegue "puxar" um fluido, mas apenas "empurrar" pela aplicação de pressão; a energia do movimento resultante, a partir de um estágio "crítico", rompe as barreiras das ligações moleculares e explode produzindo movimentos caóticos das "partículas" do fluido, em torno de um valor médio do conjunto. Tais variações, ou caráter estocástico deste fenômeno, têm sido constatadas nos oceanos através de medidas contínuas de temperatura (10^{-3}°C) e salinidade (10^{-3} de partes por mil — 1 parte por mil corresponde à quantidade total de sal em 1.000 parte de água do mar) e, em última análise, se associam a pequenas (micro) flutuações de pressão do movimento turbulento. A transição entre o fluxo laminar e o turbulento, especialmente em condições oceânicas, ainda é pouco conhecida.

Os processos de escala planetária, como o nome diz, têm as dimensões

do globo terrestre e estão associados aos movimentos da Terra, Lua e Sol, e nos casos especiais dos processos que ocorrem ao longo do equador e pólo terrestres também estão relacionados às acelerações inerciais resultantes do movimento de rotação da Terra. Fenômenos físicos que bem caracterizam os processos desta escala são o fenômeno da maré que produz as ondas de matéria mais longas da superfície terrestre (40.000 km), e as ondas planetárias (ondas aproximadamente circulares e planas que se propagam em direção de leste ou oeste ao longo das latitudes como grandes calotas esféricas). Entre fenômenos resultantes do fato de que a Terra não é um sistema inercial, deve ser mencionado o sistema equatorial de correntes do Atlântico e do Pacífico que acompanha a linha equatorial, propagando-se de leste para oeste ou vice-versa, com velocidade até 2m/s, como grandes meandros (2.600 km no Atlântico) de 200 km de largura (figura 2). Os processos de menor escala estão presentes nos acima mencionados e são responsáveis pela degradação da energia até

atingir o nível atômico. Em fenômeno como o de ondas geradas pelo vento (de escala média) ocorre semelhante fluxo de energia; embora sejam fenômenos de observação e constatação dos mais comuns, têm um mecanismo de geração que ainda é objeto de estudos teóricos e experimentais. Seria longo enumerar todos os fenômenos físicos e tentar colocá-los dentro das mal definidas escalas dos processos oceânicos e, para sumarizar, deve ser mencionado que, sob o ponto de vista do fluxo de energia, todos os processos nos oceanos têm uma única direção, isto é, daqueles de escala atômica, e que até o presente a forma desenvolvida de se avaliar o que então ocorre num sistema físico oceânico é a de medir a sua temperatura, salinidade, seu estado de movimento (correntes) e seu potencial gravitacional em relação ao geóide. Outro fato é o de que os oceanos formam o maior sistema termodinâmico da Terra, e em relação a ele se concentram as atenções de muitos engenheiros em todo o mundo, no sentido de se obter benefícios além dos que naturalmente já se vêm obtendo.



um sistema, vida e ambiente têm características que se afiguram coerentes e que sugerem a singular interpretação de que vida humana é a parte consciente do ambiente. Como tal, tudo é ambiente e, portanto, todas as espécies, através da evolução, podem ou não atingir o estágio de "consciência". Tal ordem de coisas sugere que no processo de evolução o ambiente já tomou consciência de si mesmo e que ainda poderá tomar, se já não o fêz, as rédeas de sua própria evolução. Será? Talvez estas considerações não resistam à primeira objeção, tal como a célebre interpretação de vida do seu não menos conhecido autor. "Vida é a Nação, os indivíduos morrem de qualquer forma", mas é pelo menos razoável pensar (com a Biologia) que a humanidade e o planeta Terra formam um inseparável sistema desde as suas origens e que no futuro (a menos que outros fatores que venham a ser descobertos indiquem o contrário) também o será. Diante dessa interdependência, é curioso notar e se perguntar porque as ciências oceanográficas e a meteorologia demoraram tanto a ter o seu lugar de importância, porque se desenvolveram menos no mesmo espaço da história dos homens que as demais ciências. A razão primeira talvez seja a de que ambas são de estudo extremamente difícil e que somente uma conscientização maior da importância dessas áreas das ciências poderia levá-las ao lugar que merecem entre as demais. A melhor interpretação, entretanto, talvez resida nas relações já mencionadas entre as motivações dos indivíduos e as dos sistemas dos homens em relação à natureza.

Os estudos de natureza oceânica têm exemplo bastante significativo nas atividades do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo nos primórdios da sua anexação à Universidade, em 1951. Na ocasião, os guinchos oceanográficos eram movidos a "mús-

culos" e os mares do sul do País, uma grande massa líquida em movimento, eram pouco conhecidos. Os programas de Oceanografia foram iniciados por volta de 1956 com o auxílio de navios da marinha e embarcações menores do próprio Instituto. O ambiente era, então, pesquisado com o objetivo de se estudar a vida marinha e oferecer subsídios à pesca na região. Ingvar Emilson, encarregado das pesquisas de natureza física, produziu a primeira identificação das águas e a descoberta do fenômeno da ressurgência (ascensão das águas do fundo que chegam à superfície em conseqüência da turbulência devida à ação dos ventos (3), instabilidades da massa líquida, efeitos termodinâmicos e outros) na região, que é máxima na área de Cabo Frio e cujos efeitos se espalham por quase toda a costa do Estado de São Paulo. Argeo Maglioca, chefe das pesquisas de natureza química, estabeleceu as relações entre a corrente do Brasil e o fenômeno de ressurgência, trabalhando com silicatos, nitratos, fosfatos e outros sais na área (4). Clóvis Teixeira, por outro lado, estudando as distribuições de plâncton e a produtividade das águas resultantes da mistura das águas da corrente do Brasil com as de ressurgência, constatou a pobreza dessa mistura como sustentáculo da vida planctônica (5). Os programas realizados com os barcos menores do Instituto, entre 1960 a 1964, deram origem aos fatos mostrados na figura 3. Como pode ser observada, a variação de temperatura dos primeiros 0-7 metros do mar na área costeira do Estado de São Paulo (parte norte) tem ciclo de variação térmica anual, oposto ao das águas de fundo (55 m) (6). Tal fenômeno, inversão térmica sazonal, ocasiona, freqüentemente, temperatura baixa nas águas das praias da região durante o verão e caracteriza o comportamento sazonal da "ressurgência" observado na área.

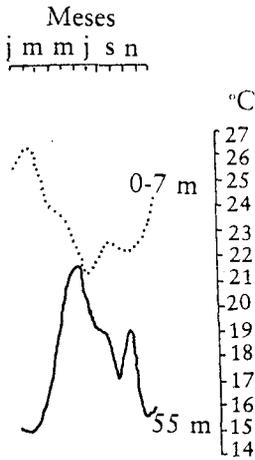


FIGURA 3

Isso é consequência de que a ressurgência é máxima durante os meses de verão e de que durante os meses de inverno a área é predominantemente ocupada por águas provenientes da corrente do Brasil que, como já foi observado, é pobre em "elementos" nutritivos. A vida marinha da área, portanto, além de "sobreviver" sob condições de pobreza quanto aos nutrientes, ainda é submetida a variações térmicas anuais atípicas (tais fatos têm menor ocorrência na costa sul do Estado de São Paulo). As condições adversas mencionadas teriam de se refletir nos programas de avaliação de estoques paralelamente desenvolvidos no mesmo programa por Gelson Vazoler, que as constatou, surpreso, nos resultados de suas pesquisas (7).

A atividade predadora dos homens no mar tem como símbolo a pesca, a qual (considerando-se vida humana e vida marinha como componentes do mesmo ambiente) se reveste de interessante aspecto moral, aceito em quase todos os sistemas dos homens. Nem todos os fatos naturalmente estabelecidos devem ser necessariamente aceitos de forma natural. Como componentes do mesmo ambiente, todas as "espécies" têm igual direito à vida e é, de

certa forma, curioso que a parte consistente do ambiente ainda não tenha reconhecido tal fato como norma de comportamento geral. Entretanto, as condições físicas do ambiente são, ao que parece, mais antigas que suas formas de vida, e serão talvez mais velhas ainda se algum dia essas formas não mais estiverem presentes. Vamos deixar, portanto, este incômodo aspecto moral e procurar em algumas das iniciativas relativas à física do mar as orientações que, lenta e paulatinamente, parecem levar-nos a tal reconhecimento. Tal se afigura verdadeiro, agora, que os recursos para a sobrevivência e conforto da humanidade mais desejados são aqueles obtidos da mesma forma pela qual os vegetais os obtêm, isto é, através da produção de energia diretamente dos fenômenos físicos na natureza (aqui englobamos os fenômenos químicos), e que produzem o mínimo de resíduos considerados não naturais na sua obtenção.

A energia proveniente do sol incidente na superfície terrestre, de acordo com cálculos realizados, totaliza cerca de $10^{16}W$ por segundo (1 watt equivale à energia necessária para manter em movimento 1 kg de massa à velocidade de 1 m/s, contra a resistência do ar, aproximadamente igual a um décimo do peso de 1 kg).

Essa enorme quantidade de energia é usada, na sua maior parte, pelos vegetais para a fotossíntese e pela dupla oceano-atmosfera na "produção" do clima terrestre. A sua distribuição sobre a superfície da terra obedece ao ciclo dia-noite e tem incidência bastante esparsa, sendo esta, além de intermitente (dia-noite), ao que se sabe, um dos grandes obstáculos ao seu uso nas escalas hoje necessárias. Os oceanos, ao que se conhece, em vários aspectos, oferecem grandes possibilidades quanto à utilização (de forma não intermitente) da energia solar que armazena. Tais aspectos e

as obras de engenharia relacionadas que há muito são conhecidas, mas que só recentemente, com a crise mundial de energia, voltaram à baila na literatura, como possibilidades que, se acredita, tornar-se-ão realidade na próxima década. São vários os esquemas até agora planejados de utilização da energia (renovável) dos oceanos (8) e provavelmente outras idéias ainda surgirão. Parece ser pertinente abordar alguns desses esquemas, em continuação à forma de ver esboçada em parágrafo anterior.

a) O fenômeno maré, causado pela atração lunar e solar, produz nas regiões costeiras as correntes de marés, as quais são responsáveis pela lavagem diária dessas regiões e diminuem, gradativamente, a velocidade do movimento de rotação da terra. A energia da corrente de maré é usada naturalmente para modelar a orla continental marítima, deslocando material terrestre e, de forma artificial, para movimentar as turbinas das estações geradoras de energia "maremotriz" da França, no rio Rance, e da Rússia, na baía de Kislaya. Para que tais estações sejam econômicas há a necessidade de que ao fluxo e refluxo das marés esteja associada a grande movimentação de massa líquida, a qual só se torna efetiva em locais onde a variação das alturas de maré atinja valores fora do comum (10-17 m) entre maré alta e baixa. No Brasil diferenças de tal ordem são observadas em algumas áreas.

b) O aquecimento das águas oceânicas pelo sol produz uma camada de água na superfície que tem temperatura aproximadamente igual à do ar mais acima e que por ser menos densa mantém-se na superfície "flutuando" sobre as águas mais profundas e mais frias. A transição térmica entre a camada da superfície e a mais profunda se faz de forma rápida na maioria dos casos. Nas áreas equatoriais estes gradientes térmicos se apresentam como

os mais elevados da superfície terrestre, chegando a alcançar valores máximos de $0^{\circ},5$ c/m, e ocorrem em profundidades próximas à superfície (60-100 m). Têm-se, assim, as fontes quente e fria "perenes" da máquina térmica terrestre, em relação à qual vários projetos de engenharia têm sido ultimamente propostos para uso da energia potencial nelas armazenadas. As dificuldades, sob o ponto de vista da engenharia, são grandes, mas os 10^{14} watts calculados como "contidos" nos gradientes térmicos oceânicos têm estimulado vários projetos (USA), cujas características são favoráveis ao uso dos gradientes, e que podem ser sumarizados comparativamente na forma: 1) custo da matéria-prima por kWh: óleo — US\$ 20; carvão — 14; nuclear — 11; gradientes — 0. 2) custo total da energia gerada — (milésimo de dólar/kWh) óleo — 32; carvão — 25; nuclear — 26; gradientes — 27.

c) O movimento do ar sobre a superfície do mar produz o fenômeno das ondas, as quais se caracterizam pelo movimento vertical e horizontal da massa líquida. Alguns projetos para aproveitamento da energia associada a tais movimentos foram aprovados (na Inglaterra) e se encontram em fase de execução do protótipo. Espera-se obter uma produção de 50 MW, dentro de uma razão de "captura" da energia das ondas de 90%.

d) Embora a origem da água do mar ainda seja objeto de controvérsias, a quantidade de sal nela contida parece ser, "sem dúvida", proveniente dos continentes. Essa quantidade de sal dá origem a uma das mais interessantes idéias de uso dos oceanos para obtenção de energia até agora formulada. Segundo se conhece, a pressão osmótica entre a água doce e salgada em membranas semipermeáveis é equivalente à pressão de uma coluna d'água de 240 m. A figura 4 sintetiza um dos

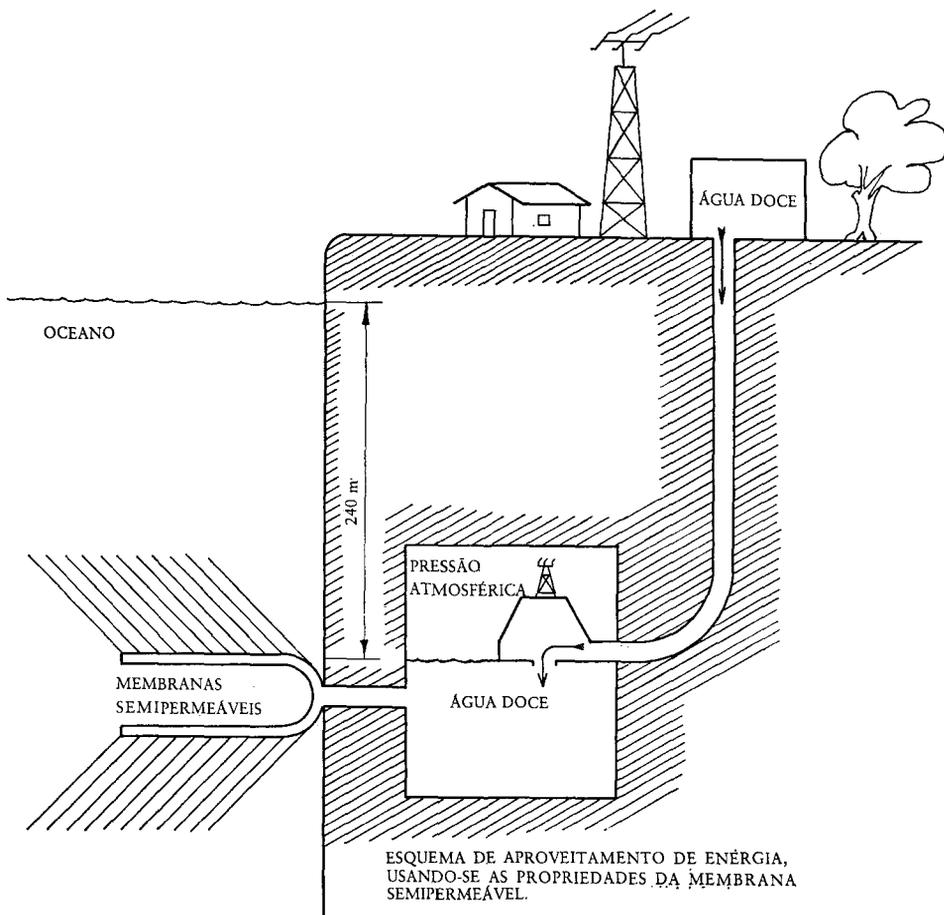


FIGURA 4

esquemas propostos para utilização da energia contida nessa formidável queda d'água.

Reconhecem os autores desse projeto que as dificuldades de engenharia para a sua realização são enormes, mas os 240 m de queda e a possibilidade de utilização de esquema similar ao da figura 4, praticamente em todas as bordas continentais, tem constituído grande motivação para que as dificuldades venham a ser eventualmente superadas.

Os "esquemas" abordados talvez se tornem realidade no futuro, e neste

trabalho devem ser encarados apenas como exemplos de iniciativas que parecem vir lenta e paulatinamente de encontro às necessidades do ambiente, no comando de uma estratégia para a sobrevivência.

Dentro dessa forma de ver, deve ser lembrado, novamente, que os oceanos formam cerca de 75% da superfície do globo e que, na ampliação do nosso entendimento, o maior recurso proveniente deles deve ser considerado a própria humanidade. Assim, ao que parece, é imperativo, ao qual estamos naturalmente condicionados, saber de onde veio e quais serão as modifica-

ções do estado físico dessa formidável massa d'água no futuro (que, como já foi observado, pode ser considerada como causa e talvez poderá vir a ser o efeito final da evolução do ambiente); e certamente não seria vaidade excessiva desejar que, em se preser-

vando e explorando o mais importante recurso do mar, a humanidade, algum dia, pudesse eventualmente entender e dizer o que, afinal, é a "consciência" de nós todos, segundo as regras de entendimento construtivo das ciências.

BIBLIOGRAFIA

- (1) SCHLEE, S. 1973. *A History of Oceanography*. Robert Hale & Company, London.
- (2) NEUMAN, G. & PIERSON JÚNIOR, W. J. 1966. *Principles of Physical Oceanography*. Prentice Hall Inc. N. J. USA.
- (3) INGVAR, E. 1961. *The shelf and coastal waters of Southern Brazil, Lat. 24° I. Rel. Int. n.º 1. Inst. Oceanogr. Univ. S. Paulo.*
- (4) MAGLIOCA, A. et all. *Sobre a Ocorrência da Ressurgência a Oeste de Cabo Frio, no prelo, Instituto Ocean. da Univ. S. Paulo.*
- (5) TEIXEIRA, C. 1976. *Nutrient experiment using Phaeodactylum Tricornutum as an assay organism. Bolm. Inst. Oceanogr., S. Paulo, 25:29-42.*
- (6) MESQUITA, A. R. 1974. *Seasonal variation of coastal waters, Brasil Lat. 24º. Rel. Int. n.º 1. Inst. Oceanogr. Univ. S. Paulo.*
- (7) VAZZOLER, G. 1975. "A pesca marítima no Brasil" in: *A pesca: seus recursos e interesses nacionais*. Rothschild, B. J. et al. p. 283-297, IBRASA. S. Paulo.
- (8) RICHARDS, A. F. 1976. *Extracting Energy from the Oceans. Marine Tec. Soc. Jour. vol. 10, n.º 2, 5-24.*

Tem-se dado ênfase ao aproveitamento dos recursos hidrenergéticos como consequência da extraordinária demanda exigida pelo País em face de seu vertiginoso desenvolvimento, mormente na Região Sudeste onde existem numerosos cursos d'água cujo volume e disposição topográfica favorecem enormemente o seu aproveitamento.

Os autores, Profs. Flávio H. Lyra (presidente da International Commission on Large Dams) e Flávio Miguel de Mello (da Escola de Engenharia da UFRJ) abordam o tema historiando o aproveitamento desse recurso desde os seus primórdios, discorrendo sobre sua crescente evolução, que se intensificou a partir da II Guerra Mundial e chegando à situação atual, onde toda uma tecnologia avançada e própria credencia nossa engenharia hidráulica perante outras nações.

O Desenvolvimento hidrenergético do Brasil

FLÁVIO H. LYRA
FLÁVIO MIGUEZ DE MELLO

Em 1883, no Município de Diamantina, da então província de Minas Gerais, foram instaladas duas pequenas unidades de 48 hp para fornecimento de energia às bombas d'água empregadas na exploração de diamantes. Teve início, assim, a história da produção e utilização de energia hidrelétrica no Brasil.

Em 1889 entraram em operação as duas primeiras unidades de 125 kW da usina de Marmelos para suprimento de Juiz de Fora. Suas obras civis, rudimentares em termos atuais, compreendiam uma pequena barragem de derivação implantada no rio Paraibuna, feita de pedras e terra, com estanqueidade promovida por madeira. A partir de então, no decorrer da última década do século passado e primeira

década deste século, algumas cidades e indústrias começaram a ser eletrificadas com o surgimento de empresas privadas detentoras de áreas de concessão geralmente restritas, quase todas na Região Sudeste.

No início de século XX a capacidade instalada no País era de somente 10,4 MW e desde esta época passou a haver acentuada predominância da geração hidrelétrica em relação à térmica.

Nos anos trinta a evolução do setor atingiu 1.000 MW instalados, mas foi só após a II Guerra Mundial, quando a economia nacional, tradicionalmente agrária, passou a ter crescente participação industrial, que a demanda de energia passou a ter um crescimento intenso.

Naquela época, entretanto, várias empresas de energia elétrica encontravam-se em processo de estagnação devido principalmente à baixa rentabilidade de seus investimentos, consequência do estabelecimento, em 1934, da tarifa baseada no custo histórico do investimento — Código de Águas, Decreto n.º 24.643.

A instituição da correção monetária do ativo das empresas possibilitou, mais tarde, o estabelecimento da verdade tarifária que ensejou o crescimento da capacidade de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica de maneira a superar estrangulamento anterior e manter sempre uma oferta de energia capaz de assegurar ao mercado tranquilidade quanto à disponibilidade de suprimento. Para o atendimento dos acréscimos de demanda, que têm sido da ordem dos 13% ao ano em termos nacionais, tem-se procurado manter as tarifas compatíveis com o custo da energia, incluindo-se neste custo uma taxa de depreciação acelerada dos investimentos remuneráveis. O sucesso desta diretriz depende, fundamentalmente, da confiabilidade das projeções de mercado e dos planejamentos energéticos e da vitalidade financeira disponível para os elevados investimentos necessários, que têm sido, cada vez mais, baseados em recursos obtidos dentro do País.

Antes da adoção da verdade tarifária, os governos estaduais e, posteriormente, o Governo Federal intervieram no setor com a criação de empresas e entidades públicas de administração indireta para tornar possível a implantação de novas usinas geradoras e suas linhas de transmissão. Várias destas empresas alcançaram rapidamente grande porte, e são, hoje, responsáveis pela quase totalidade dos acréscimos de capacidade instalada. A orientação governamental tem procurado conceder às empresas federais responsabilidade dos grandes sistemas de geração

e transmissão, bem como as interligações destes sistemas, ficando as empresas estaduais incumbidas do suprimento de demandas localizadas nas suas áreas de atuação.

Após a construção de algumas poucas usinas com capacidade instalada considerável, com destaque as de Fontes e Cubatão e suas sucessivas ampliações até Nilo Peçanha e Henry Borden, grande impulso passou a ter a engenharia nacional com alguns arrojados empreendimentos: Paulo Afonso, onde o maior desafio vencido foi o desvio de rio; Três Marias, verdadeira escola para os engenheiros da Região Sudeste, principalmente em geotecnia; Furnas, a primeira grande barragem de enrocamento e, ainda hoje, a mais alta barragem do País. O sucesso na construção destas hidrelétricas revelou a capacidade gerencial que foi desenvolvida no País, e desencadeou a construção de inúmeras outras obras de igual ou maior porte. A capacidade instalada atingirá ao final do ano corrente à marca dos 20.000 MW, dos quais 85% de origem hidráulica. A orientação governamental atual é de concentração de esforços para implantação de usinas com elevada capacidade instalada e produtoras de elevado potencial energético. Esta diretriz, embora relativamente recente, confere a nosso País destacada posição entre os maiores construtores de hidrelétricas do mundo, como mostra a relação das maiores hidrelétricas em operação ou em construção.

A partir dos anos cinquenta a construção, em grande escala, de usinas geradoras demandou a formação de técnicos em todos os campos da engenharia relacionados a hidrelétricas. Por este motivo encontram-se hoje em atividade no País engenheiros que se ombreiam com os dos países de maior geração de energia hidrelétrica, atuando em empresas proprietárias de projetos de construção, de engenharia

consultiva ou em entidades de pesquisa aplicada. O incentivo a algumas grandes empresas de projeto para criação de filiais brasileiras e transferên-

cia de técnicos para desenvolverem trabalhos no País foi um elo importante no desenvolvimento de nossa tecnologia.

Usinas hidrelétricas em operação ou em construção com capacidade instalada igual ou superior a 2.000 MW

Hidrelétricas	País	Capacidade Nominal		Ano de Início de Operação
		MW (presente)	MW (final)	
1. Itaipu	Brasil/Paraguai	—	12 600	E.C.
2. Grand Coulee	U.S.A.	2 161	9 780	1941
3. Guri	Venezuela	524	6 500	1967
4. Tucuruí	Brasil	—	6 480	E.C.
5. Sayanskaya	U.S.S.R.	—	6 400	E.C.
6. Krasnoyarsk	U.S.S.R.	6 096	6 096	1968
7. La Grande	Canadá	—	5 416	E.C.
8. Churchill Falls	Canadá	5 225	5 225	1971
9. Bratsk	U.S.S.R.	4 100	4 600	1964
10. Sukhovo	U.S.S.R.	—	4 500	E.C.
11. Ust-Ipimsk	U.S.S.R.	720	4 320	1974
12. Cabora Bassa	Moçambique	2 000	4 000	1975
13. Inga	Zaire	350	3 700	E.C.
14. Rogunsky	U.S.S.R.	—	3 600	E.C.
15. Paulo Afonso	Brasil	1 524	3 409	1955
16. Ilha Solteira	Brasil	3 200	3 200	1973
17. Inga	Zaire	360	2 820	E.C.
18. John Day	U.S.A.	2 160	2 700	1968
19. Nurek	U.S.S.R.	—	2 700	E.C.
20. São Simão	Brasil	—	2 680	E.C.
21. Volgograd-22nd Congress	U.S.S.R.	2 560	2 560	1958
22. Chicoasen	México	—	2 400	E.C.
23. Volga-V. I. Lenin (Kuibisher)	U.S.S.R.	2 300	2 300	1955
24. W.A.C. Bennett	Canadá	1 816	2 700	1969
25. Foz do Areia	Brasil	—	2 250	E.C.
26. High Aswan (Sadd-el-Aali)	Egito	2 100	2 100	1967
27. Iron Gate	Romênia/Iugoslávia	2 100	2 100	1970
28. Bath Country*	U.S.A.	—	2 100	E.C.
29. Itumbiara	Brasil	—	2 080	E.C.
30. Chief Joseph	U.S.A.	1 024	2 069	1956
31. Salto Santiago	Brasil	—	2 000	E.C.

E.C. — Em Construção

* Usina reversível (acumulação bombeada)

Com a construção das primeiras hidrelétricas de porte nos anos cinquenta e no início da década passada, ocorreu a aquisição maciça de equipamentos no exterior, com pequena participação nacional. Isto deveu-se aos compromissos de atendimento ao acréscimo de demanda e à elevada confiabilidade necessária à colocação dessas usinas em operação sob pena de causar colapsos de suprimento, além do estágio embrionário da indústria nacional de equipamentos eletromecânicos na época e da necessidade de obtenção de ponderável parcela de recursos financeiros externos.

A correta programação global das necessidades de implantação de usinas geradoras, o vulto das encomendas e o desenvolvimento da indústria nacional de equipamentos (em parte devido ao surto de construção de hidrelétricas) tornaram possível atingir o estágio atual de acentuada predominância de fornecedores nacionais, o que também foi favorecido pela crescente obtenção de recurso financeiros no mercado interno. Nos últimos anos cerca de 80% dos investimentos para construção de hidrelétricas foram realizados com recursos captados no Brasil, provindo os restantes 20% de empréstimos obtidos junto a organismos internacionais, fornecedores ou bancos no exterior.

Assim, panorama análogo ao de engenharia tem ocorrido em relação à fabricação de equipamentos. As empresas de eletricidade vêm dando grande estímulo à indústria nacional, através da preferência da colocação do máximo possível de encomendas no mercado interno, sem prejuízo da confiabilidade de qualidade e prazos. As grandes unidades geradoras já atingem, nos projetos mais recentes, índices de nacionalização de 80%, o que reflete a potencialidade atual do parque industrial nacional de equipamentos para hidrelétricas.

Para o correto cumprimento da filosofia governamental de manutenção garantida de oferta de energia suficiente ao atendimento dos acréscimos de demanda, torna-se indispensável o conhecimento dos recursos energéticos disponíveis. A caracterização dos potenciais hidrelétricos vem sendo procedida a partir de 1962, quando teve início o levantamento integrado dos recursos energéticos da Região Sudeste. Seus bons resultados fizeram com que estudos análogos fossem estendidos às Regiões Sul e Nordeste. Na Região Norte, tendo em vista os mercados isolados e incipientes, sua imensa área, a ocorrência de graves problemas logísticos e a carência de informações técnicas, os estudos foram realizados, inicialmente, de maneira a atender pólos de desenvolvimento a custo mais atrativos que o de usinas térmicas, na época. Diversas bacias hidrográficas da Região Norte, entretanto, têm sido alvo de levantamentos de potenciais hidrelétricos, já tendo sido definidas cinco usinas que, presentemente, encontram-se em execução ou com início de construção programada para curto prazo. Os levantamentos realizados têm fornecido a base da decisão para os estudos de planejamento energético a curto e médio prazos.

Como os levantamentos das Regiões Nordeste, Sudeste e Sul foram procedidos, primordialmente, em grau de inventário, sendo em apenas alguns casos levados até o grau de pré-viabilidade, têm sido realizadas revisões que visam a atualização dos projetos para as condições econômicas, tecnológicas e de mercado atuais.

Com base nos levantamentos realizados estima-se que cerca de 110.000 MW do potencial hidráulico brasileiro sejam economicamente viáveis, de acordo com a tabela a seguir:

Região Sul	27 280 MW
Bacias Hidrográficas	
Iguaçu	10 000 MW
Uruguai	3 400 MW
Paranapanema (parte)	960 MW
Paraná, Uruguai, Lagoa Mirim (participação brasileira)	11 315 MW
Outras	1 605 MW
Região Sudeste	39 577 MW
Bacias Hidrográficas	
Grande	7 698 MW
Paranaíba	5 817 MW
Paraná (exclusive Grande e Paranaíba)	9 048 MW
Paraiíba do Sul	5 503 MW
Doce	3 504 MW
Jequitinhonha	1 621 MW
São Francisco (parte)	2 426 MW
Paranapanema (parte)	2 196 MW
Outras	1 764 MW
Região Nordeste	13 359 MW
Bacias Hidrográficas	
São Francisco	13 135 MW
Outras	224 MW
Região Norte	19 105 MW
Bacias Hidrográficas	
Tocantins	10 000 MW
Madeira (parte)	3 200 MW
Trombetas	2 570 MW
Itaipicuru	1 716 MW
Jatapu	651 MW
Uatumã	296 MW
Cotíngo	577 MW
Outras (Araguari e Curuá-Una)	95 MW
Região Centro-Oeste	1 164 MW
Diversas Bacias Hidrográficas	1 164 MW

Nesta tabela estão apenas incluídos os potenciais conhecidos e somados às capacidades de usinas de diferentes fatores de capacidade. Apesar de não ser indicado pela tabela, a Região Norte detém o maior potencial hidrelétrico, pois apenas nas bacias hidrográficas dos rios Tapajós e Xingu são esperados potenciais superiores a 16 000 MW.

A Região Sudeste é responsável pela maior parte do consumo nacional — 75% do total. Como nela restam poucos locais de implantação de grandes hidrelétricas, prevê-se, a médio prazo, um aumento progressivo da geração nuclear, assim como estudos de usinas hidrelétricas de ponta, além da construção de diversos pequenos e médios aproveitamentos que, se implantados em blocos e com apoio de pequenas estruturas administrativas, tornam-se economicamente interessantes.

Surge também a necessidade das interligações dos sistemas regionais que trará maior economicidade e confiabilidade no atendimento à demanda de energia; os grandes potenciais, principalmente os da Região Norte, de mercado escasso, podem ser aproveitados para suprimento de centros de carga muito afastados, notadamente os da Região Sudeste. Esses fatores implicam no transporte de energia a longa distância e foram condicionantes fundamentais para a criação, pela Eletrobrás, do Centro de Pesquisa de Energia Elétrica. Seu programa de trabalho inclui estudos de sistemas de transmissão em extra alta tensão e em corrente contínua.

Importantes progressos têm sido alcançados para o desenvolvimento integrado dos países do sul do continente americano através de acordos para o aproveitamento hidrelétrico de trechos internacionais de cursos d'água nas fronteiras brasileiras com o Paraguai, Argentina e Uruguai. O primeiro grande passo nesse sentido foi dado com os estudos preliminares e de anteprojeto do aproveitamento hidrelétrico do trecho internacional do rio Paraná entre os saltos das Sete Quedas (Guaíra) e a foz do rio Iguaçu. Quando concluída sua construção, iniciada neste ano, este aproveitamento (Itaipu) será, ainda em sua primeira etapa, a maior hidrelétrica do mundo, com 12.600 MW instalados e uma produ-

ção média anual de 60 bilhões de kWh, equivalente à produção nacional em 1972. Inicialmente a energia de Itaipu contribuirá para suprir os acréscimos de demanda da Região Sudeste a partir de 1983, sendo metade desta energia comprada ao Paraguai.

Acordos com a Argentina possibilitaram o estudo do aproveitamento dos trechos internacionais do rio Uruguai e seu afluente Peperi-Guaçu, tendo sido previstas três hidrelétricas: Garabi, São Pedro e Roncador, num total de cerca de 10.000 MW instalados.

O Tratado de Amizade, Cooperação e Comércio entre Brasil e Uruguai para o desenvolvimento da Lagoa Mirim inclui a construção de uma central hidrelétrica no rio Centurião: Passo do Centurião, com 30 MW instalados e que será um dos elos de interligação dos sistemas elétricos dos dois países.

Apesar de ser a hidreletricidade, geralmente, a forma de produção de energia elétrica menos prejudicial ao meio ambiente, têm sido dispensadas maiores atenções, nos anos recentes, aos impactos ecológicos provocados pela construção e operação de grandes hidrelétricas. Na fase de projeto básico, os estudos ecológicos são mais intensos e recomendações são observadas para que sejam minimizadas as consequências negativas e maximizados os aspectos positivos em relação ao meio ambiente advindos da implantação da hidrelétrica em estudo.

CONCLUSÃO

Como consequência do progresso que vem sendo observado no País nos anos recentes, os governantes têm concedido prioridade a planos de valorização do homem e da terra que demandam a

implantação de numerosos reservatórios, principalmente para atender necessidades de irrigação, abastecimento, controle de cheias e outros objetivos além da hidreletricidade. Para maximizar as condições de desenvolvimento integrado espera-se, entretanto, maior entrosamento entre os responsáveis pela satisfação de cada objetivo, de maneira a prover finalidades múltiplas aos aproveitamentos hidráulicos, conduzindo a obtenção de benefícios secundários a baixo custo ou prevenido-se, em projeto, a utilização futura do reservatório para outros fins além do princípio, sempre que economicamente viável. Observa-se em algumas obras hidráulicas programadas para outras finalidades que não a de geração de energia, a possibilidade de implantação de pequenas hidrelétricas a custos adicionais atraentes.

Considerando a escalada internacional do custo do óleo combustível importado, a atual dependência de suprimento externo e as incertezas quanto à possibilidade, a curto prazo, de auto-suficiência do País, em petróleo, o II Plano Nacional de Desenvolvimento prevê a implantação de usinas nucleares e confere ênfase à construção de usinas hidrelétricas, procurando evitar instalações de termelétricas a óleo, o que representa a alternativa mais realista na atual conjuntura.

O programa hidrelétrico brasileiro é extenso, refletindo forte ampliação da já intensa atividade no setor.

O desenvolvimento dos projetos hidrelétricos em trechos de rios de fronteira com países vizinhos constitui-se, além da certeza de ser empreendimentos geradores de progresso e bem-estar, fundadas esperanças de se tornarem elos de união entre os povos e catalizadores de desenvolvimento integrado de nações irmãs.

O estudo do clima é de fundamental importância como elemento básico para o desenvolvimento de projetos, com especial relevância nos empreendimentos agrícolas, estudos ecológicos e fitogeográficos. O Estado do Acre apresenta um clima de características acentuadas onde se verificam temperaturas altas e elevado índice pluviométrico, não obstante ocorrer, durante o inverno austral, um período seco na maior parte do território, verificando-se ainda um fenômeno típico, com a invasão da massa polar, denominado "friagem".

O trabalho em pauta procura enfatizar esses aspectos, dando um tratamento eminentemente técnico ao assunto.

No exame do comportamento dos elementos climáticos faz o confronto de duas apreciações que diz serem aparentemente contraditórias: a dinâmica e a tradicional.

O autor é geógrafo do Projeto RADAMBRASIL em Salvador — Bahia.

O clima do Estado do Acre

ANTONIO GIACOMINI RIBEIRO

RESUMO

O Estado do Acre, no extremo ocidental da Amazônia brasileira, apresenta-se com o clima caracterizado pelas altas temperaturas e elevados índices pluviométricos. Esta constância termopluviométrica é modificada pela invasão de ar polar que ocorre durante o inverno austral, concorrendo para a instalação de um período seco na maior parte do território e para o decréscimo de temperatura, originando o fenômeno conhecido na área como "friagem".

O tratamento do assunto confrontou duas abordagens aparentemente contraditórias: a dinâmica e a tradicional. A primeira procura o comportamento habitual dos estados atmosféricos através do ritmo integrado entre os diver-

sos elementos climáticos a partir de um conjunto genético unificador, gerado pela circulação regional: o tipo de tempo.

A abordagem tradicional ou separativa objetiva classificar os climas de acordo com o comportamento dos elementos climáticos a partir de longa série de registros, tomando-os como um fato original, independente da circulação atmosférica.

Do ponto de vista dinâmico foi identificada a presença marcante dos sistemas de circulação tropicais, atuando em cerca de 85% dos dias do ano; sendo, pela ordem decrescente de ocorrência, os seguintes sistemas: tropical continental — periferia; equatorial continental — periferia; equatorial continental — centro; tropical continental

— centro e sistemas integrados equatorial atlântico/tropical atlântico. Os sistemas de circulação extratropicais da frente polar atlântica e massa polar, com cerca de 15% dos dias do ano, têm atuação concentrada durante o inverno.

A análise episódica do encadeamento diário dos sistemas atmosféricos revelou as seguintes seqüências típicas: quente e úmida no verão; quente e superúmida no outono e primavera; das friagens no inverno e a dos ventos de E/NE na primavera.

Os elementos termopluiométricos são os que mais se destacam na abordagem separativa. Do ponto de vista da distribuição espacial os totais pluviométricos tendem a aumentar no sentido SW-NW, sendo o inverno o período menos chuvoso. O setor SW é o que possui temperaturas mais baixas durante o inverno, por estar mais exposto à invasão do anticiclone polar.

A utilização paralela das duas abordagens sugere a sua integração, sendo ambas complementares ao estudo e caracterização climatológica de qualquer área, devendo-se enfatizar uma ou outra em função de objetivos específicos a que se propõe cada pesquisador.

1. INTRODUÇÃO

O Estado do Acre, no extremo ocidental da Amazônia brasileira, tem como principal característica climática a diminuição progressiva da intensidade do período seco no sentido SE/NW, com três meses secos no setor SE e menos de um mês no NW.

É digno de nota o fenômeno conhecido na Amazônia pela denominação de “friagem”, que atinge a área como resultado do avanço da frente polar, impulsionada pela massa de ar polar,

provocando brusca queda de temperatura, cuja mínima permanece durante alguns dias com a média em torno de 10°C.

O seu clima é classificado genericamente como Am — tropical chuvoso (temperatura média do mês mais frio superior a 18°C) com pequena estação seca (Koeppen, 1949).

Segundo a classificação de Bagnouls e Gausson (1957), predomina no Acre o tipo bioclimático da região xeroquimênica: sub-região subtermaxérica (até 2 meses secos e temperatura média do mês mais frio maior que 15°C) e a região termaxérica: sub-região eutermaxérica com ausência de período seco e temperatura média do mês mais frio maior que 20°C.

1.1. Revisão Bibliográfica

Os diversos estudiosos da área, mesmo sem a posse de registros meteorológicos sistemáticos, são unânimes em caracterizá-la como de chuvas abundantes, altas temperaturas, assinalando com ênfase a presença de friagens.

Os primeiros registros e observações climáticas no Acre foram elaborados durante a Expedição de Reconhecimento do Alto Purus, executada pela Comissão Mista Brasileira—Peruana, nos anos de 1904/1905, cujo relato foi elaborado por Cunha (1960), onde a sensibilidade do repórter captou com rara felicidade alguns aspectos do clima do Acre.

“Os escassos dados obtidos mal nos permitem algumas conclusões gerais.

Assim, quanto à temperatura, notamo-la em contínuo decrescer, claramente explicáveis pelas influências combinadas das altitudes e latitudes crescentes. Mas não podemos defini-la em números precisos, sendo, evidentemente,

inexpressivos alguns casos anômalos observados.

É o que sucede, por exemplo, com a friagem, tão própria destes climas e de causas ainda hoje controvertidas.

Suportamo-las por duas vezes e ambas o mesmo cortejo de fenômenos nos indica as opiniões dos que a relacionam de qualquer modo com uma influência remota da atmosfera frigidíssima que envolve as cumeadas dos Andes, já em virtude da ação dos ventos de SW que se afiguram os reguladores preponderantes do clima em tais paragens.

Como quer que seja, foi no dia 13 de agosto de 1904, às seis horas da manhã, na confluência Cujar—Curiuja (formadores do Purus — 71°50'W/10°45'S — no Peru) que observamos a temperatura rara de 11°8C, de todo anômala em semelhante latitude.

Dois dias antes, a 11, o calor crescera continuamente, de 18° pela manhã a 28,8°C a 1 h PM, permanecendo nesta altura até cinco da tarde, em que repentinamente caiu para 23,2°C, às 6 PM, ao mesmo tempo que uma depressão barométrica de 0m,004 prenunciava mudança de tempo.

De fato, no dia 12 (em que se manifestaram desde cedo grandes aguaceiros sulcados de impetuosas rajadas) a temperatura, atingindo a um máximo de 21°C às 10 AM, caiu a 16°C ao meio dia e foi irreversivelmente diminuindo até às 5 h da manhã de 13, em que se observou o grau térmico talvez nunca registrado em semelhante zona: 11°C.

Revela notar que a partir daí começou a melhorar o tempo, cessando totalmente as chuvas, de sorte que no meio dia, estando o céu inteiramente claro, notamos a temperatura de 24°5'.

É evidente que as conclusões de Euclides da Cunha carecem de maior visão de conjunto e sistematisação de informações, mas, no entanto, aventurou-se ainda a observar:

“Graças ao impulso moderador das vastíssimas florestas que cobrem totalmente a região, o clima tem quase a fixidez de um regime marítimo, sem as variações de grandes amplitudes dos climas continentais. Mesmo por ocasião da fortíssima crise térmica da friagem, vimo-lo há pouco, não se registrar uma diferença de 15°C em 24 horas.

A umidade é, como em toda a bacia amazônica, excessiva. Pela manhã, até às 8 horas, quase invariavelmente, uma forte condensação encobre os objetivos a poucos passos de distância, e desde que anoitece a exposição fora das barracas é bastante para que se molhem as vestes e todos os objetos mal resguardados. Esta copiosa precipitação de orvalho realiza-se muitas vezes sem que nenhuma aparência a revele. As observações à noite realizam-se, não raro, facilmente ante a transparência perfeita dos ares e o brilho nítido das estrelas. Entretanto, de momento a momento, fazia-se mister enxugar os vidros das lunetas, e ao fim de uma hora volvíamos às barracas com as vestes quase gotejantes”.

Moura & Wanderley (1938), pesquisando petróleo, fizeram as seguintes observações sobre as condições climáticas da área em estudo:

“O clima subordina-se ao equatorial amazônico, no qual as estações de seca e chuva condicionam suas únicas características. Julho, agosto e setembro são os meses de maior seca, quando os igarapés se reduzem a escassos fios d'água e as correntes principais desnudam os inúmeros paus secos fincados em seu leito. As altas temperaturas diurnas são amainadas no “inverno”

pelas constantes chuvas que se prolongam de outubro a maio”.

Outro estudioso da área (Branco, 1945), escreveu:

“Acha-se a região acreana encravada na planície amazônica, constituindo a parte mais ocidental do Brasil, na zona equatorial, onde as chuvas são abundantes e a vegetação opulenta e exuberante, clima quente e úmido, porém tolerável, oferecendo uma temperatura amena na quadra que vai de maio a agosto, principalmente de meia-noite às primeiras horas matutinas; baixando o termômetro de 12°C acima de zero e mesmo a 7 e 6°C durante a friagem, que é mais pronunciada nos municípios sulinos, onde o fenômeno, em lugar de três dias de duração, repete-se mais a miúdo e se dilata por mais tempo.”

Baseando-se em séries de dados mais recentes, Guerra (1954) escreveu:

“O clima dessa porção sudoeste da bacia do Amazonas era tido como sendo um dos mais rudes para o homem. Esta noção muito difundida adveio do fato de se pensar que chovia diariamente no Acre; além do mais a elevada taxa de umidade relativa existente no ar tornava-o excessivamente penoso para a vida humana. Com os dados fornecidos pelas estações de Sena Madureira e Cruzeiro do Sul vemos que não existem grandes oscilações de temperatura, permanecendo esta mais ou menos estável durante o ano inteiro. Apenas nos meses de junho a agosto ocorrem, às vezes, baixas de temperatura que são produzidas por ventos que vêm do sul, ocasionando o chamado fenômeno da friagem.”

Em sua monografia sobre a geografia acreana, Guerra (1955) salientou os efeitos do clima na vegetação e desenvolvimento sócio-econômico da área ao analisar a média dos registros de tem-

peratura, precipitação e umidade relativa para as localidades de Cobija (Bolívia — fronteira com Brasília), Sena Madureira e Cruzeiro do Sul, para o período de 1928/42, afirmando: “o clima do território é do tipo Am, segundo a classificação de Koeppen, isto é, quente e úmido, possuindo uma curta estação seca e uma alta coluna pluviométrica e umidade suficiente que permite a existência de uma densa floresta. Por conseguinte, este tipo de clima é verdadeiramente um interdiário entre o superúmido sem estação seca — Af e o tropical úmido com estações chuvosa no verão e seca no inverno — Aw.

O clima quente e úmido durante a maior parte do ano, aliado a condições culturais de baixo nível, possibilitam o desenvolvimento do complexo patogênico tropical”.

No que diz respeito a friagem, Moura & Wanderley (1938) escreveram:

“Nesta época do ano (estação seca) são comuns as friagens, fenômeno passageiro, profundamente típico dessas regiões Amazônicas. Os dias tornam-se nublados e um vento frio baixa a temperatura, que fica bastante agradável durante o dia, caindo ainda mais à noite, marcando o termômetro 8 a 10°C, o que torna penosa a impressão desse frio, dado a grande umidade ambiente. A amplitude das friagens é geralmente de três dias, após o que volta o sol tropical, ascendendo o termômetro entre 30 e 34°C.”

Branco (1945) caracterizou o tipo de tempo típico que acompanha o desenvolvimento da friagem no Acre:

“Anuncia-se por meio de uma repentina tempestade, com ventos acompanhados de nevoeiros que duram três dias, degenerando às vezes em chuva que perdura algumas horas, para então surgir o frio que pouco a pouco

vai se acentuando, baixando a temperatura, às vezes, de 36 a 15 ou 10°C e até menos, dentro de 24 horas. Em geral a friagem surge em maio ou junho, na mudança da estação, mas pode acontecer em julho, agosto ou setembro, notadamente nas bacias do Iaco e do Acre, na zona sul do território."

Serra & Ratisbonna (1945) apontaram as verdadeiras causas do fenômeno da friagem apoiados em cartas sinóticas que forneceram dados comprobatórios de que resulta do avanço de ar polar em direção ao Equador, e não, como se acreditava anteriormente, ser o ar frio da cordilheira dos Andes sua principal causa, esclarecendo:

"O tipo de tempo que possibilita o grande resfriamento associa-se à aproximação do anticiclone polar, ausente de nebulosidade, aliado à pequena quantidade de vapor d'água, permitindo intensa quantidade de radiação não perturbada pelo vento, resultando, por fim, notáveis quedas de temperatura. Pela manhã existe a possibilidade de se formar nevoeiro de radiação, o qual, porém, raramente se dá, por ser a massa sobretudo continental, apresentando, assim, baixos valores de umidade específica."

Em pesquisa recente a respeito da dinâmica atmosférica na Região Norte, Nimer (1972) observou em relação ao clima da área:

"Enquanto setembro e outubro são os meses mais quentes, junho, julho e agosto se constituem no período mais ameno, embora nenhum destes meses apresente temperatura média inferior a 22°C. Contudo, isto não significa que não ocorra frio na Amazônia. Não obstante as temperaturas médias superiores a 22°C, esses meses continuam a registrar mínimas inferiores a 12°C na zona meridional da região, do Acre ao sul do Pará, por ocasião da invasão do anticiclone polar de trajetória continental, muito comum no inverno.

Nestas zonas os termômetros já registraram 0°C na chapada dos Parecís."

Convém observar que durante o inverno toda a zona meridional da Região Norte, em especial o setor sudoeste (Rondônia, Acre, e parte do Amazonas) é freqüentemente invadida por tais anticiclones de origem polar, após transpor a cordilheira dos Andes, ao sul do Chile. Alguns são excepcionalmente poderosos e provocam o chamado fenômeno da friagem, caracterizado por forte umidade específica e relativa, acompanhada de chuvas frontais, sucedidas por tempo bom e extraordinária queda de temperatura que atinge a mínima como aquelas citadas.

1.2. Método

O entendimento e definição do clima do Acre tem despertado o interesse de pesquisadores que chegam a emitir opiniões às vezes contraditórias, quer pela insuficiência de informações quer pela superficialidade da análise ao considerarem o clima como apenas mais um item caracterizador do quadro natural e não como uma variável atuante no comportamento e organização do espaço geográfico.

A pesquisa climatológica no Brasil durante os últimos dez anos aponta duas tendências metodológicas.

A primeira, a partir da concepção proposta por Sorre (1951), que definiu clima como "ambiente atmosférico constituído pela série de estados da atmosfera acima de um lugar, em sua sucessão habitual". Esta noção foi desenvolvida por Monteiro (1969, 1971 e 1973), que persegue o comportamento habitual dos estados atmosféricos através do ritmo integrado entre os diversos elementos climáticos, segundo um conjunto *genético* unificador, gerado a partir da circulação regional: o tipo de tempo.

A aplicabilidade desta orientação tem sido testada pelo Prof.^o Monteiro e seus discípulos, dentro do programa de pesquisas do Laboratório de Climatologia do Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, objetivando dois níveis de preocupação: a classificação climática segundo o ritmo de atuação (encadeamento) e índices de participação de sistemas atmosféricos, e a análise correlativa entre a atmosfera como um todo (tipos de tempo) e fatos da natureza e da vida de relação entre os homens (balanço hídrico do solo, dinâmica de vertentes, poluição atmosférica, distribuição de animais e plantas, consumo de água e de energia, incidência de moléstias, turismo, etc.).

A esta diretriz dá-se o nome de climatologia dinâmica ou moderna, opondo-se à separativa ou tradicional, que procura classificar os climas de acordo com o comportamento dos elementos climáticos, a partir de longas séries de registros, tomando-os como um fato original, independente da circulação atmosférica.

A abordagem tradicional enfatiza a busca da idéia de normalidade, apoiada no conceito de clima de J. Hann, conforme divulgou De Martonne (1932), como "o conjunto de fenômenos meteorológicos que caracterizam o estado médio da atmosfera num ponto da superfície terrestre."

No entanto, a climatologia separativa tem evoluído conforme a evolução da própria estatística, não contentando-se em caracterizar o estado médio da atmosfera, mas importando-se também com os desvios, afastamentos, periodicidades, anormalidades e tendências.

O termo tradicional confunde-se com antigo e atrasado, gerando, inclusive, uma conotação pejorativa para com aqueles que, com justa razão, se dedicam ao desenvolvimento desta abordagem em climatologia.

Deve-se levar em conta que para a realização de pesquisas através da abordagem separativa, tornam-se necessárias séries suficientemente longas para a identificação de tendências, anormalidades e periodicidades, o que no Brasil é possível apenas para poucas localidades.

A caracterização climática do Estado do Acre fez-se pela adoção, na medida do possível, das duas abordagens paralelas: o estudo da dinâmica da circulação e a análise dos elementos climáticos.

A circulação geral e a regional da atmosfera definem os principais sistemas atmosféricos atuantes na área, interessando a individualização dos tipos de tempo que os compõem. O ritmo climático é evidenciado pelo encadeamento diário dos diferentes sistemas atmosféricos, aqui analisados em quatro episódios, retirados do ano de 1970, o escolhido para a análise dinâmica da circulação.

A análise separativa dos elementos climáticos é de grande importância para a caracterização da área quanto às suas potencialidades naturais.

A integração dos elementos climáticos entre si e sua correlação com os sistemas atmosféricos atuantes na área fez-se no sentido de compreender os seus efeitos no quadro geográfico.

1.3. Material

Para a realização do presente estudo contou-se com o seguinte material:

— Cartas sinóticas do boletim diário do tempo — mapa do tempo do Departamento Nacional de Meteorologia, 1970.

— Registros climatológicos mensais para as localidades de: Cruzeiro do Sul (períodos: 1931/62/1970/74), Tarau-

cá (período: 1970/74), Boca do Acre (períodos: 1949/58/1970/74) e Brasília (período 1970/74), estações do Departamento Nacional de Meteorologia, com dados compilados pela Faculdade de Ciências Agrárias do Pará.

— Registros meteorológicos diários completos para as localidades de Cruzeiro do Sul, Tarauacá, Sena Madureira, Rio Branco e Brasília, do Departamento Nacional de Meteorologia, 1970.

2. A CIRCULAÇÃO GERAL DA ATMOSFERA E SEUS EFEITOS REGIONAIS

A análise da circulação atmosférica tem como objetivo a gênese dos elementos climáticos, sua distribuição espacial e seu ritmo habitual.

2.1. Os sistemas atmosféricos

Compreendem as massas de ar e os centros de ação atuantes em determinada área, identificados em escala continental para a América do Sul, com base na obra clássica de Serra & Ratisbonna (1942), desenvolvida por Monteiro (1969-1973), Nimer (1972) e Tarifa (1973).

São os seguintes sistemas atmosféricos que atuam na área no decorrer do ano: equatorial continental, tropical continental, frente polar atlântica, massa de ar polar e, raramente, uma composição associada entre o equatorial atlântico e o tropical atlântico (figs. 1 e 2).

O sistema de circulação equatorial continental (Ec)¹ tem como região de origem a superfície florestada da Amazônia centro-ocidental, onde dominam

calmarias e ventos fracos do regime de baixa pressão continental. Durante o verão austral provoca instabilidade diária sob a forma de aguaceiros, em razão de possuir elevado teor convectivo, caracterizado pela convergência e ascensão do ar quente e úmido.

Uma das características mais marcantes do Ec é a presença de níveis de condensação a altitudes relativamente pouco elevadas, entre 800 e 1600 m, facilitando a formação de nuvens do tipo cumulus-nimbus geradoras de intensa precipitação pluviométrica.

Durante o inverno austral o Ec apresenta-se com umidade relativa menor que no verão, tornando-se assim menos pluvial.

A presença do Ec na área em estudo verifica-se em duas condições distintas: centro (Ecc) e periferia (Ecp) do corpo principal do sistema. No primeiro caso, com atuação mais frequente no outono, coincide com a maior oscilação do equador térmico para o sul, deslocando os sistemas equatoriais no mesmo sentido. A atuação do subsistema Ecp é mais destacada na primavera/verão, com elevada pluviosidade.

O sistema de circulação tropical continental é definido em Serra & Ratisbonna (1942) como “massa quente e convectivamente instável, que tem como região de origem a estreita zona baixa, quente e árida, à leste dos Andes e ao sul do trópico. Sua circulação no verão é ciclônica na superfície em consequência da depressão térmica”.

Tarifa (1973), ao analisar a dinâmica atmosférica no extremo oeste do Estado de São Paulo, nos anos de 1968/

¹ As siglas utilizadas neste estudo para identificação dos sistemas atmosféricos estão de acordo com Serra & Ratisbonna (1942), adaptados por Monteiro (1969), Tarifa (1973) e Ribeiro (1975).

1969, revisou os conceitos anteriores, propondo para a "massa de ar tropical continental" o seguinte desdobramento:

"Massa tropical continental (MTC) ou verdadeira tropical continental, núcleo/subsidente, que precede alguns avanços frontais, e que muitas vezes

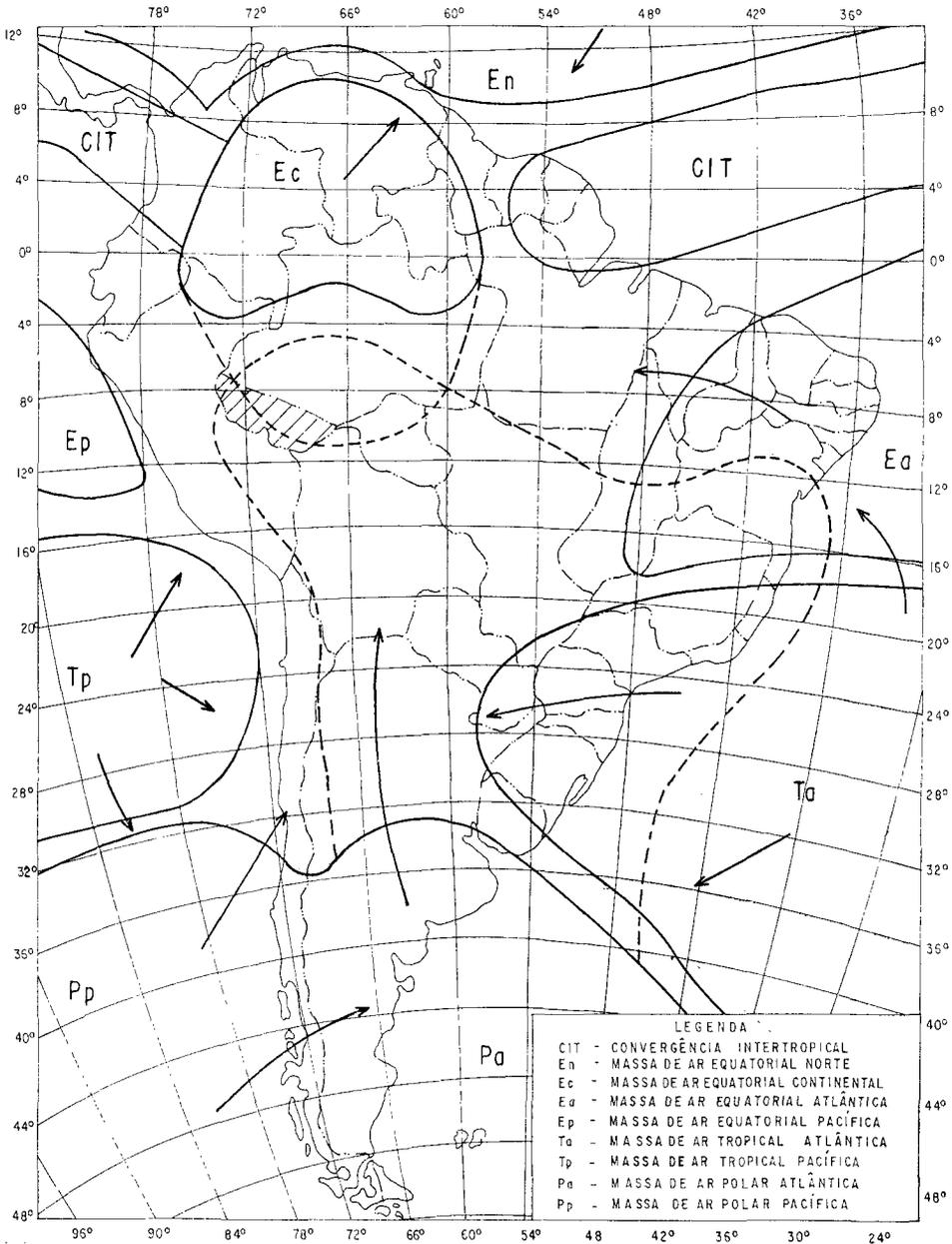


FIG. 1 CIRCULAÇÃO GERAL DA ATMOSFERA NA AMÉRICA DO SUL - Inverno Austral (Serro, 1942) Área em estudo

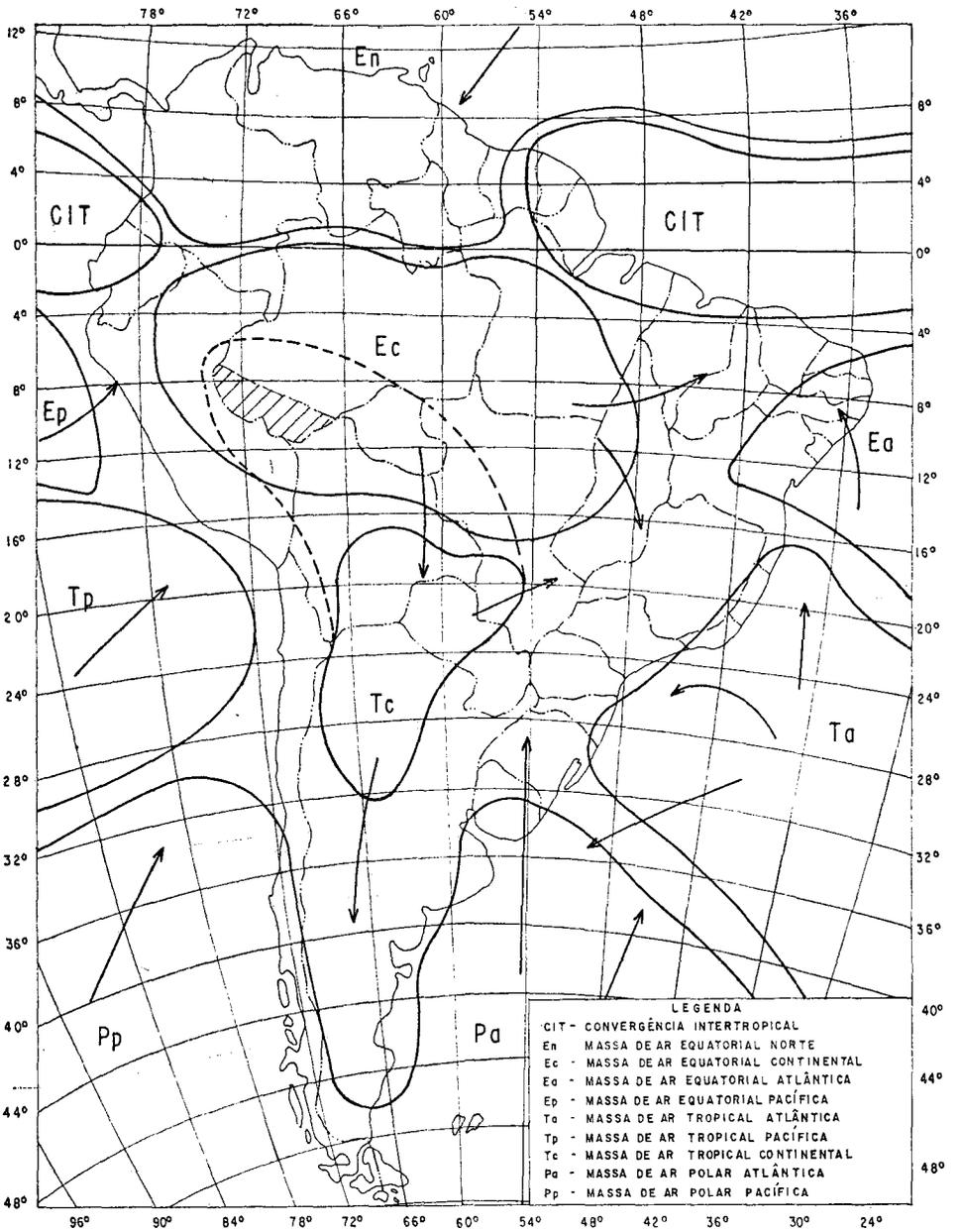


FIG. 2 CIRCULAÇÃO GERAL DA ATMOSFERA NA AMÉRICA DO SUL - Verão Austral (Serro, 1942)  Área em estudo

acompanha a expansão da baixa do Chaco: a definição deste fácies depende da dinâmica da frente polar atlântica (FPA), ou seja, é uma função

do tipo de frontogênese no eixo principal da FPA.”

“Ar tropical continental — periferia da baixa do Chaco (T_{cp}) é um fácies

do ar continental com origem térmica e dinâmica. Surge mais freqüentemente quando a frontogênese na FPA é de moderada a fraca. É um subsistema muito estável e fornece elevadas temperaturas."

"Ar tropical continental — centro da baixa do Chaco (Tcc), sua atuação foi restrita ao verão e primavera de 1968/1969, e associa-se à frontogênese fraca na FPA, quando então se aprofunda e expande. Quase sempre, quando sua expansão é generalizada, surge as instabilidades de nordeste e noroeste."

Na área em estudo não ocorre a verdadeira tropical continental, pois a FPA não chega a atingi-la com o vigor suficiente para provocar o seu aparecimento. No entanto, verifica-se distintamente as duas outras feições do ar tropical continental: a periferia e centro da depressão barométrica do Chaco, se bem que, como seria de se esperar, com características distintas daquelas observadas pelo citado autor.

O T_{cp} é o subsistema gerado na área de transição entre o ar quente e seco da baixa do Chaco e o E_{cp}, onde o confronto dinâmico entre os dois subsistemas de circulação gera instabilidade em função, também, da umidade fornecida pela cobertura florestal existente na área. Sua atuação é mais pronunciada na primavera/verão, com elevados índices pluviométricos e altas temperaturas. Durante o outono/inverno aglutina-se à calha da FPA e passa a divagar no mesmo sentido desta: SW-NE; a circulação ciclônica persiste e a pluviosidade continua a ocorrer, se bem que com menor intensidade que na primavera/verão, inversamente ao que foi verificado por Tarifa (1973).

O T_{cc} é o subsistema que representa condições de tempo do setor central da baixa do Chaco, com maior presença na área de interesse no verão/outono;

mas apresentando-se relativamente menos pluvial que o T_{cp}, se bem que com temperaturas ainda elevadas. O T_{cc} raramente se individualiza durante o inverno, devido às incursões mais vigorosas sobre o continente da massa de ar polar e ao fraco aquecimento na sua região de origem, em função de estar o sol em zênite no hemisfério boreal.

A atividade da frente polar atlântica (FPA) na área em estudo foi exaustivamente estudada por Serra & Ratisbonna (1945). Sua atuação provoca queda da temperatura, nebulosidade tipo nimbus e nimbus-stratos, chuvas fortes com tendência a degenerarem em chuvas contínuas e garoa. Possui maior número de atuações no inverno e primavera. A situação de tempo frontal não chega a durar dois dias, sendo geralmente substituído pelo tempo característico do sistema de massa polar (MP).

O ar polar pode atingir a área como subsistema polar atlântico (Pa) ou como subsistema polar continental (Pc). No primeiro caso o ar polar que se forma sobre o mar glacial Antártico e no setor sul do oceano Atlântico avança diretamente pela planície do Chaco, levando consigo a umidade característica dos sistemas marítimos. O Pc forma-se devido ao estacionamento do ar marítimo sobre a superfície gelada da Patagônia, na Argentina, criando-se, assim, um anticiclone frio: sob a quase nula evaporação da neve e a subsidência superior forma-se uma fonte de ar polar continental. São mais freqüentes os avanços da Pa, no entanto as friagens são muito mais intensas sob a ação do Pc.

A atuação conjugada dos sistemas equatorial atlântico e tropical atlântico (Ea/Ta) faz-se quando o anticiclone polar, após vigorosa invasão, retrai-se para o sul do paralelo 30° de latitude sul, dando oportunidade

para ampla penetração dos ventos alísios de SE sobre o continente, levando o ar marítimo até os confins ocidentais do Brasil. No entanto, a longa trajetória percorrida pelo ar marítimo faz com que sofra um progressivo processo de continentalização: vai perdendo a umidade, ganhando energia térmica e perdendo velocidade; levando tempo estável para extensas áreas do interior, principalmente durante a primavera.

2.2. Balanço anual e sazonal dos índices de participação dos sistemas atmosféricos: o ano de 1970

A identificação dos sistemas atmosféricos foi feita através de análise sinótica detalhada, com apoio nos registros diários das estações meteorológicas localizadas na área.

Verificou-se a predominância de sistemas produtores de instabilidade, ocorrendo em 87,4% dos dias do ano (Tcc, T_{cp}, Ecc, E_{cp} e FPA), concorrendo com 95,5% da pluviosidade total sobre a área. Os sistemas estáveis compareceram com 12,6% dos dias do ano (MP e Ea/Ta), com 4,5% da pluviosidade total (figura 3 e tabela 1).

Os índices sazonais de participação dos sistemas atmosféricos para o ano de 1970 revelam a seguinte situação:

Verão — Nesta estação é elevada a participação dos sistemas tropicais, tendo maior expressão os sistemas T_{cp} e o E_{cp}, totalizando, conjuntamente, 73,3% dos seus dias.

Os sistemas extratropicais perfazem 6,6% dos dias. Trata-se do período em que as temperaturas e a pluviosidade são muito elevadas. A precipitação média foi de 651,7 mm, distribuída durante 79 dias.

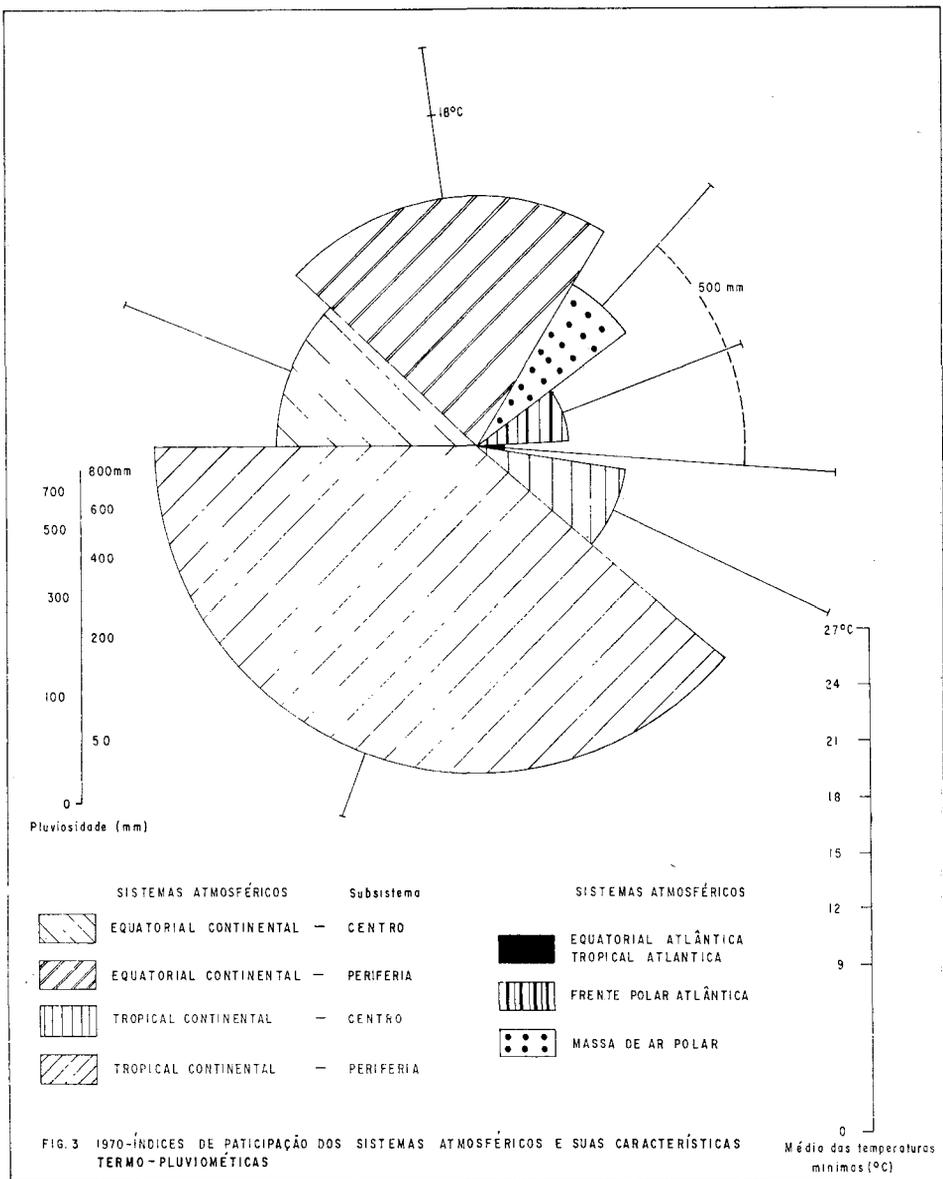
Outono — Nota-se o declínio da temperatura e maior participação dos sistemas extratropicais: 22,5%. Nesta estação é significativa a atuação do Ecc, revelando o deslocamento do centro de circulação continental para o sul, provocando condições de instabilidade convectiva. A diminuição da intensidade da chuva é verificada pelo registro: 460,0 mm precipitados durante 73 dias.

Inverno — Estação em que a participação dos sistemas extratropicais atinge o máximo: 35,9%, contribuindo efetivamente para a diminuição da temperatura e dos totais pluviométricos. É reduzida a atuação do Tcc que raramente se forma nesta estação devido ao fraco aquecimento da superfície continental. Igualmente sensível é o menor índice de participação do Ecc. O inverno caracteriza-se também por ser a estação seca, pois a precipitação restringe-se a 160,3 mm durante 47 dias.

Primavera — É a estação mais chuvosa, com a participação dos sistemas extratropicais decaindo para 7,6%, aparecendo apenas o FPA com elevada pluviosidade. Os sistemas tropicais têm o maior destaque, com elevada temperatura e pluviosidade, sobressaindo o T_{cp} e o E_{cp} (71,8% conjuntamente). A presença dos sistemas conjugados Ea/Ta é notada nesta estação do ano, com reduzida pluviosidade, apesar de tratar-se do período mais chuvoso na área, com 703,7 mm distribuídos em 73 dias.

2.3. O encadeamento diário dos sistemas atmosféricos — análise episódica

A abordagem dinâmica em climatologia não deve se restringir exclusivamente à identificação e balanço dos sistemas e subsistemas atmosféricos. A maneira pela qual os diferentes siste-



ESTAÇÕES	SISTEMAS ATMOSFÉRICOS	Tcc		Tcp		Ecc		Ecp		FPa		Mp		Ea-Ta		TOTAL
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%			
VERÃO	OCORRÊNCIA	12	13,3	45	50,0	6	6,7	21	23,3	3	3,3	3	3,3	0	0	90
	PRECIPITAÇÃO	75,6	11,6	334,3	51,3	43,0	6,6	142,3	21,8	8,9	1,4	47,6	7,3	—	—	6517
	TEMPERATURA MÍNIMA MÉDIA	22,3		22,6		22,1		22,1		21,4		19,0		—		22,3
	DIAS CHUVOSOS	10	7,6	3,7	9,0	6	7,2	20	7,1	3	3,0	3	7,3	0	—	79
OUTONO	OCORRÊNCIA	15	16,5	26	28,6	19	20,9	18	19,8	4	4,4	6	6,6	3	3,3	91
	PRECIPITAÇÃO	51,3	10,9	96,9	20,7	151,6	32,3	59,1	12,6	85,0	18,1	20,7	4,4	4,4	0,9	469,0
	TEMPERATURA MÍNIMA MÉDIA	20,1		20,6		20,3		20,3		16,8		14,7		17,8		19,8
	DIAS CHUVOSOS	9	5,7	23	4,2	17	8,9	14	4,2	4	21,2	4	5,2	2	2,2	7,3
INVERNO	OCORRÊNCIA	1	1,1	30	32,6	9	9,8	15	16,3	8	8,7	25	27,2	4	4,3	92
	PRECIPITAÇÃO	50	3,1	70,0	43,7	10,3	6,4	25,6	16,0	28,6	17,8	20,8	13,0	0,0	0,0	160,3
	TEMPERATURA MÍNIMA MÉDIA	19,6		18,5		17,7		18,7		18,0		15,3		17,3		17,5
	DIAS CHUVOSOS	1	1,1	20	3,5	4	2,6	9	2,8	7	4,1	2	10,4	4	0,0	47
PRIMAVERA	OCORRÊNCIA	4	4,3	41	44,6	10	10,9	25	27,2	7	7,6	0	0	5	5,4	92
	PRECIPITAÇÃO	49,9	7,1	24,42	34,7	80,7	11,5	187,4	26,6	126,8	16,8	—	—	14,7	2,1	703,7
	TEMPERATURA MÍNIMA MÉDIA	20,7		21,2		21,4		21,3		20,3		—		21,5		21,2
	DIAS CHUVOSOS	3	16,6	30	8,1	7	11,5	23	8,1	7	18,1	—	—	3	4,9	73
ANO	OCORRÊNCIA	32	8,8	142	38,9	44	12,1	79	21,6	22	6,0	34	9,3	12	3,4	365
	PRECIPITAÇÃO	181,8	9,2	745,4	37,6	285,6	14,4	414,4	20,9	249,3	12,6	89,1	4,5	19,1	1,0	1984,7
	TEMPERATURA MÍNIMA MÉDIA	21,0		21,0		20,3		21,3		19,0		15,5		19,2		20,3

TABELA-1. 1970-ÍNDICES DE PARTICIPAÇÃO DOS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS
— Características Termo-Pluviométricas.

LEGENDA:

Tcc — AR TROPICAL CONTINENTAL — CENTRO DA BAIXA DO CHACO

Tcp — AR TROPICAL CONTINENTAL — PERIFERIA DA BAIXA DO CHACO

Ecc — AR EQUATORIAL CONTINENTAL — CENTRO

Ecp — AR EQUATORIAL CONTINENTAL — PERIFERIA

FPa — FRENTE POLAR ATLÂNTICA

Mp — MASSA POLAR

Ea-Ta — SISTEMAS INTEGRADOS DO AR EQUATORIAL E TROPICAL ATLÂNTICO (ALÍSEOS DE SE)

mas se encadeiam reveste-se de tal importância que define o ritmo habitual dos estados da atmosfera, conforme o conceito de clima adotado por Sorre (1951).

Foram analisados com maior detalhe quatro episódios quinzenais, represen-

tativos de situações típicas ocorridas durante o ano de 1970. O controle de superfície foi feito utilizando-se estações representativas da área, conforme os gráficos de análise rítmica diária apresentados.

Episódio n.º 1 (figs. 4 e 5)

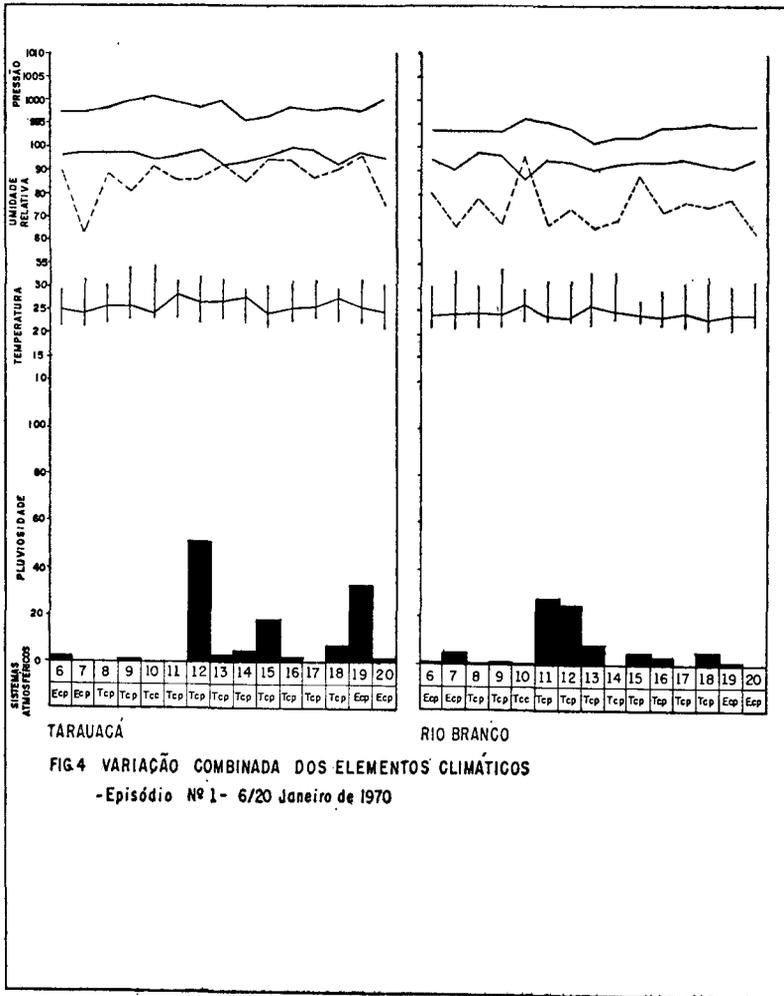


FIG 4 VARIAÇÃO COMBINADA DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS
-Episódio Nº 1- 6/20 Janeiro de 1970

No dia 6 o Ec comprime-se entre a convergência intertropical (Cit) e a baixa do Chaco, atingindo a área como Ecp. Com o avanço da FPA, no dia 7, o Ec expandiu-se no sentido leste, mas continua a área sob ação do subsis-

tema Ecp. Nestes dois primeiros dias a precipitação é muito reduzida, a temperatura estável, umidade relativa pela manhã em torno de 96% e à tarde variável entre 90 e 60% e a pressão inalterada.

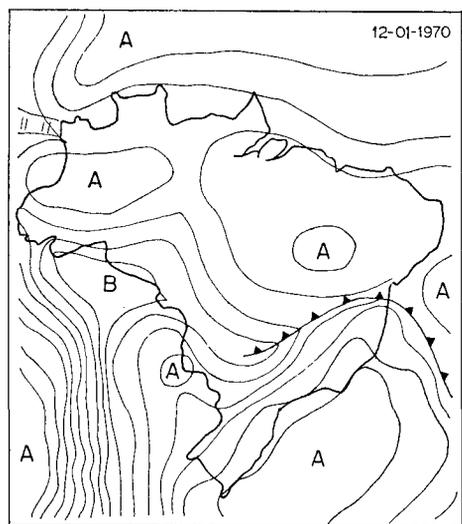
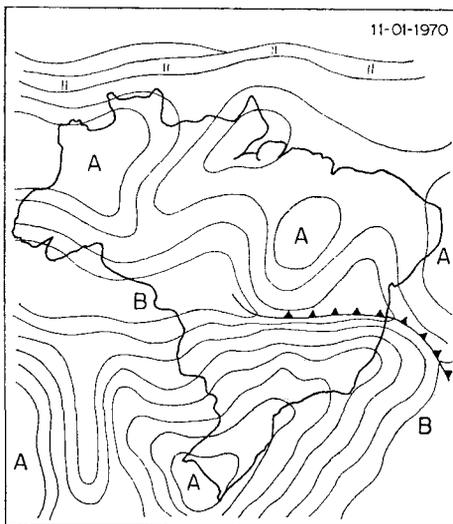
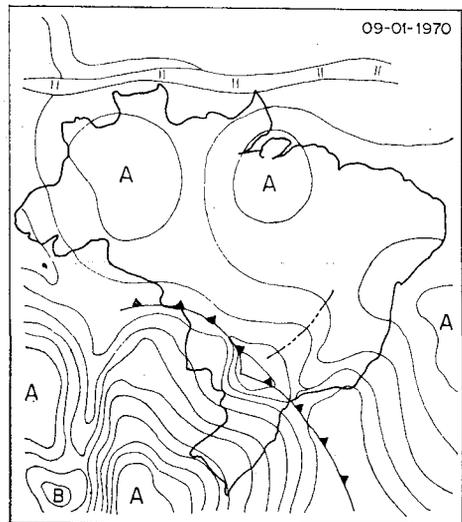
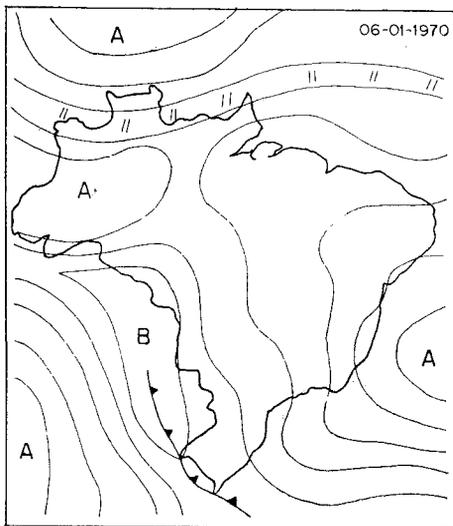


Fig.5- Cartas Sinóticas Representativas do Episódio Nº1-6/20-Janeiro-1970

Nos dias 8 e 9 a área está sob ação do subsistema Ecp, que se define em função do avanço da FPA impulsio- nada por anticlone polar (vigoroso para a estação), com centro na Argenti- na, com 1028 mb. A pressão está em franca ascensão, umidade relativa em declínio, temperatura estável, mas com

aumento da amplitude térmica e pre- cipitação insignificante.

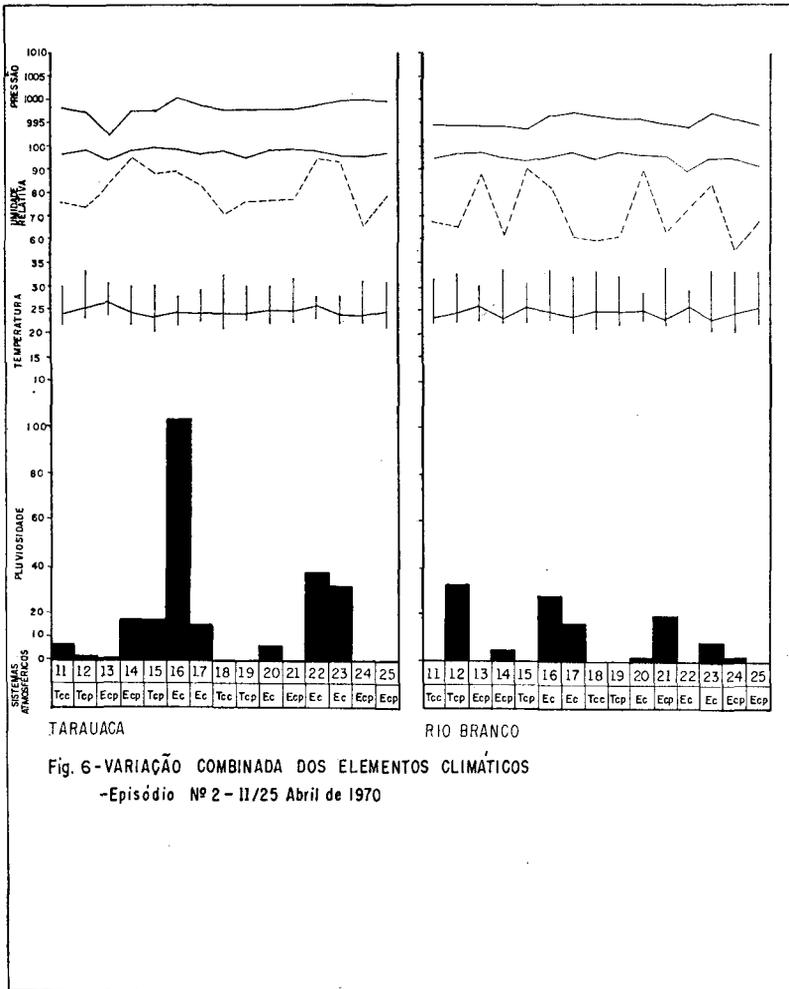
A FPA não chega a atingir a área, mas a baixa do Chaco desloca-se em sua direção: no dia 10 temos na área a atuação do Tcc, com bom tempo e a pressão no seu máximo, o que parece contraditório para um subsistema con-

siderado depressionário. Entretanto, ao ser impulsionada para o norte, a baixa do Chaco é alimentada de ar fresco da massa polar, pela base, que provoca um ligeiro acréscimo nos valores isobáricos. Sinoticamente, a configuração da baixa do Chaco não se altera substancialmente, mas possui valor isobárico superior à sua periferia no dia anterior.

Do dia 11 ao dia 18 o domínio da situação pertence ao subsistema Tcp que durante este período provoca aguaceiros esparsos, com a temperatura variando em função da quantidade de

chuvas. A pressão entra em declínio, com mínimas entre os dias 13 e 14, quando se verifica grande expansão da baixa do Chaco pelo desdobramento da FPA. A umidade relativa registrada pela manhã continua elevada e constante e à tarde varia em função das condições de estabilidade do tempo.

No final do episódio, nos dias 19 e 20, verifica-se a ocorrência do Ecp, com a pressão em elevação, pancadas de chuvas esparsas e temperatura em ligeiro declínio. O domínio do subsistema Ecp nestes dois dias deve-se à fraca atividade do ar polar, permitindo



o deslocamento para o sul dos sistemas tropicais.

O episódio de 6 a 20 de janeiro de 1970 representa a atuação do subsistema tropical continental – periferia da baixa do Chaco, com alta umidade e temperatura fluando em função das pancadas de chuva que ocorrem aleatoriamente.

Episódio n.º 2 (figs. 6 e 7)

11 a 25 de abril de 1970.

No dia 11 o deslocamento do anticiclone polar faz-se no sentido SW-NE, em direção do oceano Atlântico, o que possibilita a expansão da baixa do Chaco no sentido S-N, em direção ao equador, atuando na área como Tcc.

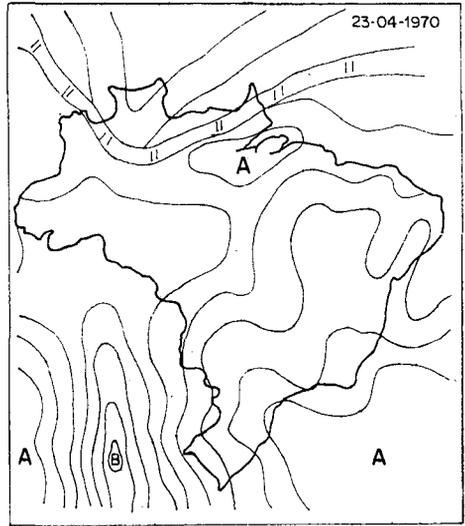
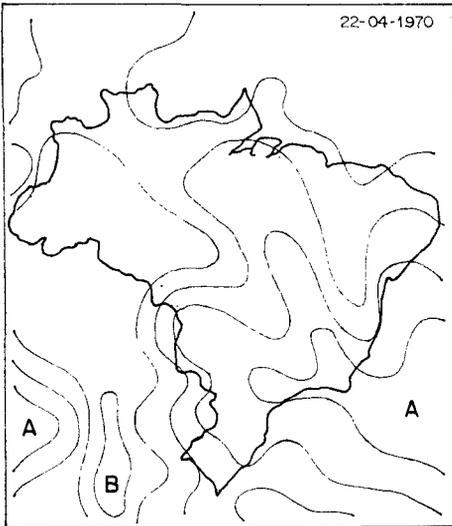
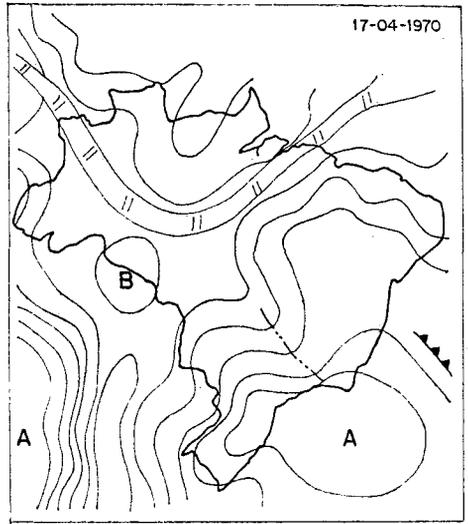
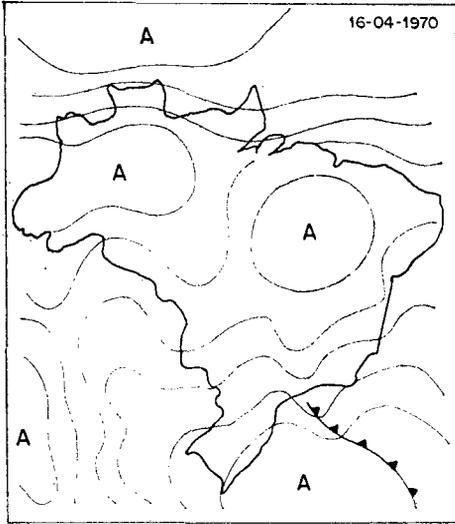


Fig. 7 - Cartas Sinóticas. Representativas do Episódio N.º 2 - 11/25-Abril - 1970

No dia seguinte a expansão do sistema tropical continental permite que apenas a periferia da baixa do Chaco atue na área em estudo. Nestes dois dias verifica-se chuvas esparsas, pressão em declínio e umidade relativa à tarde em torno de 70-75%.

O fraco desenvolvimento dos sistemas extratropicais permite que a Ec atue nos dias 13 e 14 como Ecp. Nestes dias a pressão declina, a umidade e a temperatura permanecem na dependência da estabilidade do tempo que

se apresenta com pancadas de chuva leves.

No dia 15 um novo avanço do anticiclone polar impulsiona a baixa do Chaco para o norte, verificando-se a presença do Tcp na área, com ligeiro declínio na curva da pressão, alta umidade relativa e chuvas fracas esparsas.

Nos dias 16 e 17 pancadas de chuva (principalmente em Tarauacá) ocorrem sob o Ecc que atua na área devido ao deslocamento do ar polar para o oceano Atlântico e fraco aquecimen-

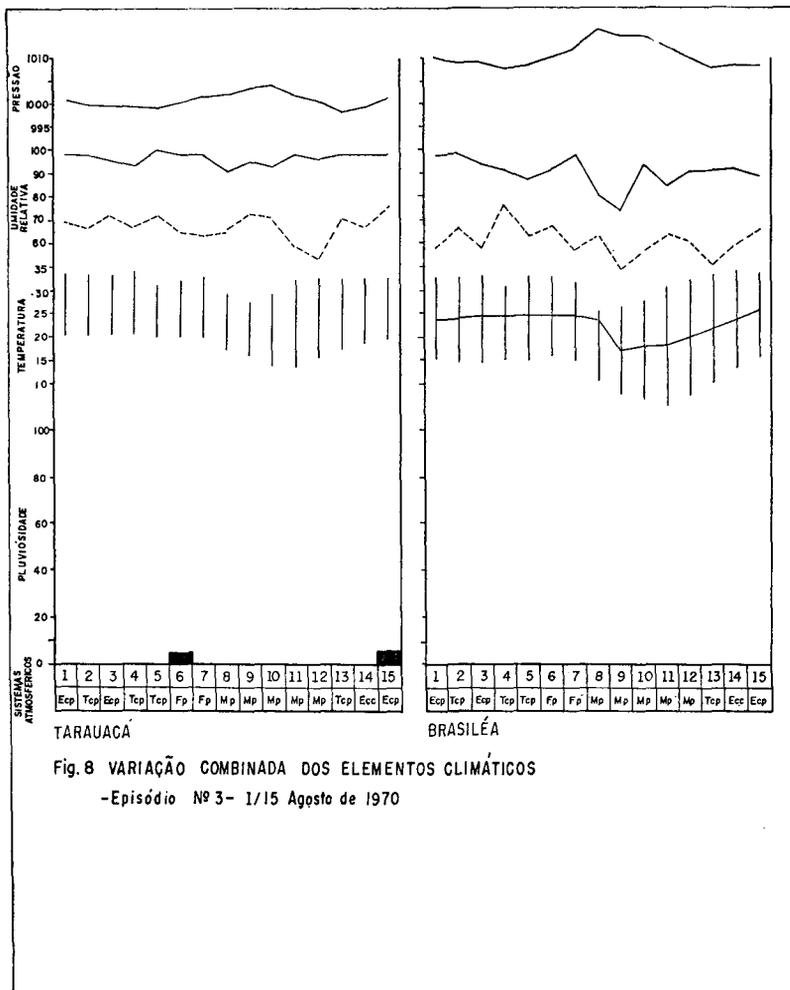


Fig. 8 VARIAÇÃO COMBINADA DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS
-Episódio Nº 3- 1/15 Agosto de 1970

to na região de origem da baixa do Chaco, possibilitando à Cit um grande avanço para o sul (10° de latitude sul no dia 17, em direção à Amazônia central). A pressão eleva-se, a temperatura declina em virtude dos fortes aguaceiros e a umidade relativa permanece geralmente elevada.

A baixa do Chaco volta a expandir-se pela interrupção do fluxo polar e intenso aquecimento continental. Nota-se a presença dos subsistemas Tcc e Tcp, respectivamente nos dias 18 e 19, quando prevalece condições de bom tempo, com ligeiro declínio da pressão e umidade relativa registrada no período da tarde. A temperatura permanece estável, mas as amplitudes térmicas são mais amplas.

Do dia 20 até o final do episódio verifica-se a participação do Ecc e Ecp, dado o fluxo polar praticamente nulo durante estes dias, ocasião em que a Cit volta a atingir setores da Amazônia central, ao sul do equador.

As condições do tempo nos dias em que se verifica a participação do sistema Ec, principal característica do episódio de 11 a 25 de abril de 1970, caracteriza-se pela ocorrência de pancadas fortes e fracas, com os demais elementos representados no gráfico acompanhando sua ocorrência, exceção feita à pressão, dependente da maior ou menor intensidade dos sistemas extratropicais.

Episódio n.º 3 (figs. 8 e 9)

1.º a 15 de agosto de 1970

Do dia 1.º ao dia 5 o extremo ocidental da Amazônia brasileira encontra-se sob a ação alternada das periferias dos sistemas tropicais (Ecp-Tcp), enquanto a FPA evolui sobre a Argentina, Paraguai, Bolívia e Rio Grande do Sul. A situação do tempo é estável,

com a pressão e umidade relativa diminuindo de valor, notando-se um ligeiro aquecimento prefrontal.

Nos dias 6 a 7 a FPA faz-se presente na área, enquanto à sua retaguarda um vigoroso anticiclone polar desloca-se através da trajetória continental.

Durante a passagem da FPA ocorre instabilidade passageira e o teor de umidade é elevado.

A friagem verifica-se do dia 8 ao dia 12, quando o anticiclone polar se expande em toda a América do Sul, ao sul do paralelo de 5° de latitude sul. A pressão eleva-se de forma descomunal para a latitude, a umidade relativa média é diminuída, assim como a temperatura dá o destaque maior pela sua queda: as mínimas absolutas situam-se em torno de 7°C (4,8°C no dia 11) e as máximas são elevadas, acima de 30°C. A elevada amplitude térmica é resultado das condições de subsidência anticiclônica e os baixos teores de umidade encontrados nesta situação.

Com a tropicalização do ar polar a pressão atmosférica diminui, permitindo maior aquecimento, evaporação e conservação de energia na atmosfera, havendo condições para um acréscimo da umidade relativa.

O avanço da massa polar sobre a área repete-se de 5 a 8 vezes por ano, cujos efeitos genéricos resultantes da diminuição da temperatura é denominado popularmente por friagem. No entanto, deve-se ressaltar que as condições de subsidência geradas pela situação anticiclônica interferem no regime pluviométrico tropical típico, de forma a caracterizar um período seco maior que o normalmente esperado para este setor da região amazônica.

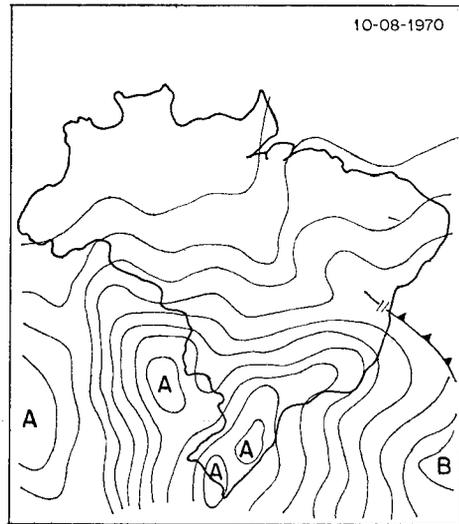
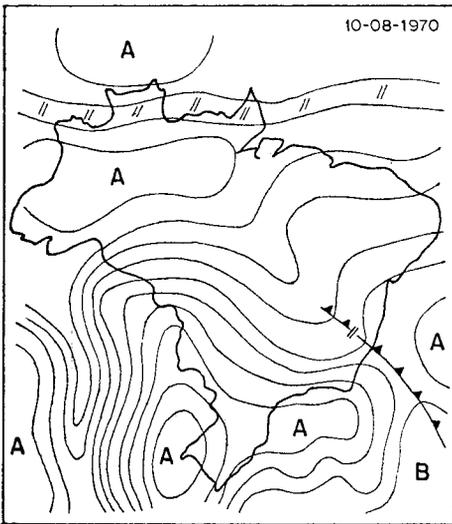
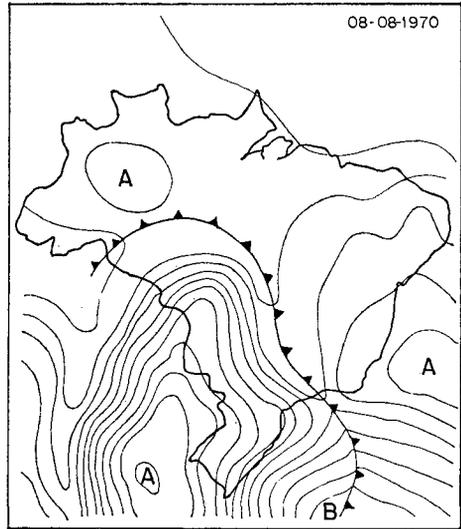
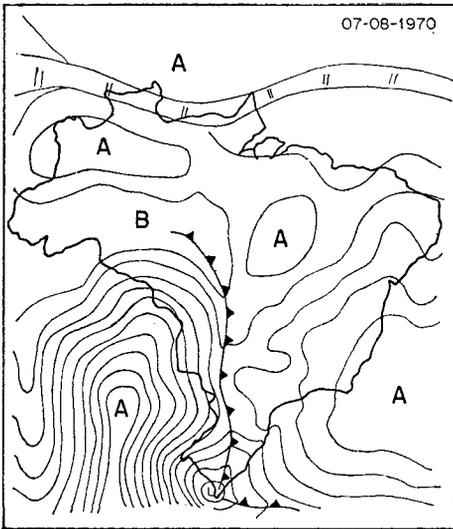


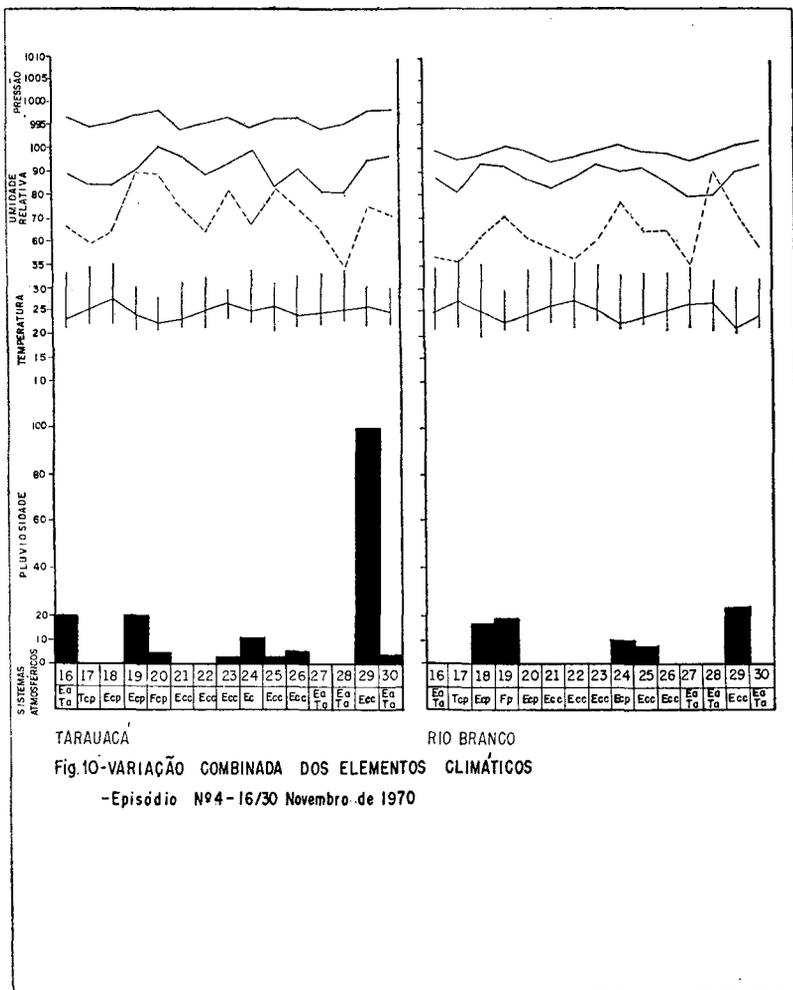
Fig.9- Cartas Sinóticas Representativas do Episódio Nº 3 - 1/15-Agosto-1970

Episódio n.º 4 (figs. 10 e 11)
16 a 30 de novembro

No dia 16 verifica-se a atuação dos sistemas conjugados Ea/Ta, com pancadas de chuvas esparsas. No dia 17, com aproximação da FPA, a presença do TCP eleva a temperatura e diminui a pressão e umidade relativa. No dia

18 o Ecp provoca ascensão de temperatura e chuvas esparsas, típicas do aquecimento prefrontal.

No dia 19 a FPA atinge a localidade de Rio Branco, provocando queda da temperatura e chuva. Nota-se que a mesma FPA atinge Tarauacá no dia seguinte quando o mesmo acontece em



relação à temperatura e pressão; à passagem da FPA a umidade relativa eleva-se e a amplitude térmica diminui.

Do dia 21 a 26 verifica-se a presença do sistema Ec, predominando o sub-sistema Ecc, gerando condições propícias para dias relativamente estáveis, apenas com pancadas de chuvas leves no final da tarde, com a pressão oscilando negativamente sob a ação do Ecp.

A temperatura e a umidade relativa oscilam em função da ocorrência de chuvas.

Nos dias 27 e 28 o tempo estável é gerado pelos sistemas integrados Ea/Ta, com ventos de moderados a fortes de este/nordeste. Nesta situação a pressão eleva-se, a umidade relativa declina e a temperatura ascende. A atuação do Ea/Ta deve-se à grande capacidade de penetração sobre o continente do anticiclone tropical do atlântico sul, quando o fluxo polar revela-se nulo, conforme ocorre nos dias 27 e 28 de novembro.

No dia 29 a Ecc provoca situação de instabilidade, com fortes pancadas de

chuva em toda a área em estudo, com conseqüente elevação da umidade relativa e diminuição de temperatura. A 30 de novembro os sistemas Ea/Ta voltam a atuar, com chuvas esparsas, elevação da temperatura e pressão.

Após a análise detalhada dos quatro episódios quinzenais, identificou-se as seguintes seqüências típicas:

a) Seqüência quente e úmida, com ação dominante no subsistema T_{cp}, ocorrendo principalmente no verão.

b) Seqüência quente e superúmida, com atuação alternada dos subsistemas T_{cc}, T_{cp}, E_{cp} e E_{cc}, ocorrendo com maior freqüência no outono e primavera.

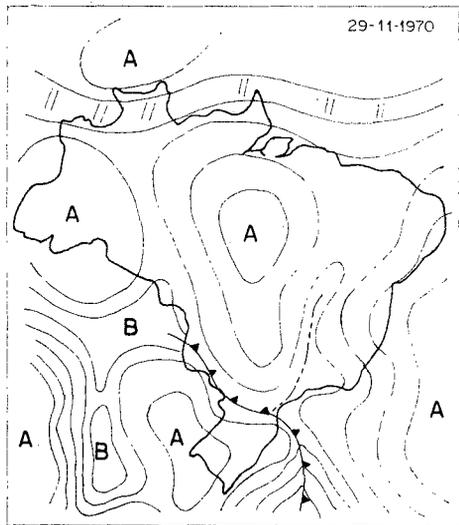
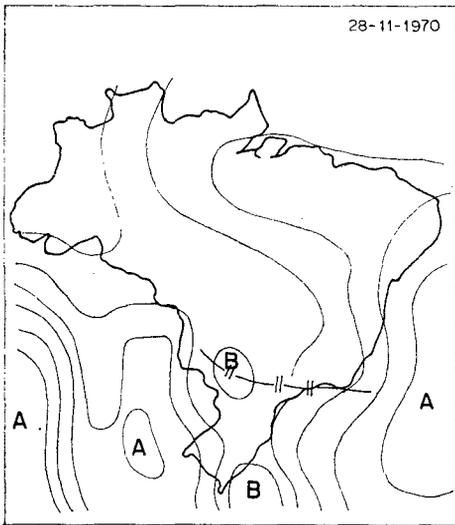
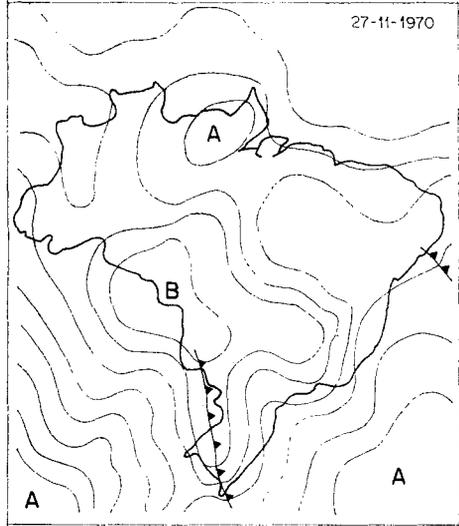
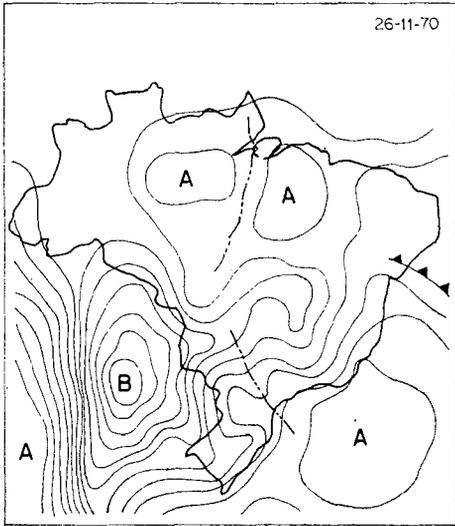


Fig.11 - Cartas Sinóticas Representativas do Episódio N° 4 - 16/30-Novembro-1970

c) Seqüência das friagens, com fortes amplitudes térmicas e pouco chuvoso: com marcada presença dos sistemas extratropicais FPA e MP durante o inverno.

d) Seqüência dos ventos de E/NE, com temperatura variável em função da pluviosidade, com a presença de bom tempo dos sistemas integrados Ea/Ta e de instabilidade do Ecp e Ecc: ocorrendo preferencialmente na primavera.

3. OS ELEMENTOS CLIMÁTICOS

As localidades que apresentam melhores informações meteorológicas são: Brasília, a 260 metros de altitude, às margens do rio Acre; Rio Branco, a 136 metros de altitude, às margens do rio Acre; Tarauacá, a 190 metros de altitude às margens do rio Tarauacá, e Cruzeiro do Sul, a 170 metros

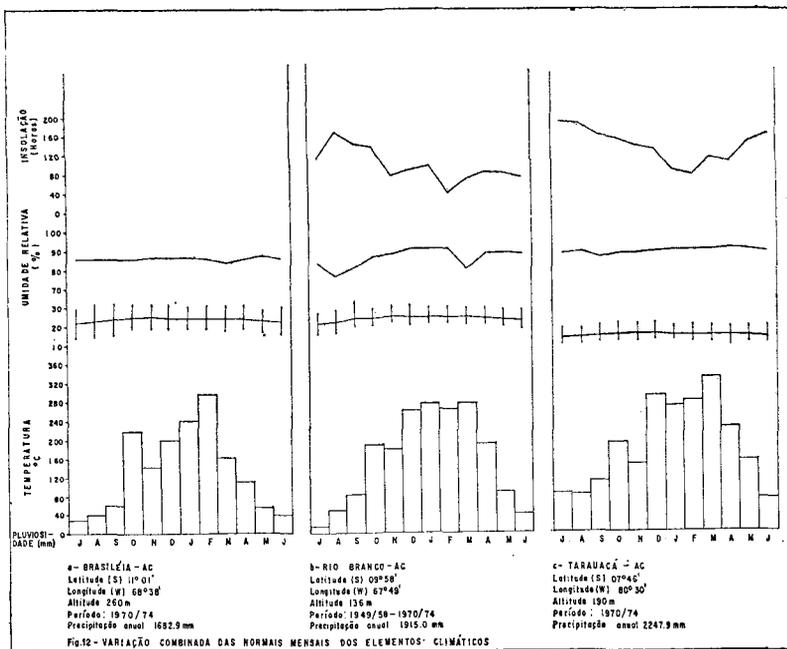
de altitude, às margens do Rio Juruá (fig. 12).

Estas estações meteorológicas localizam-se em núcleos urbanos ribeirinhos, fato comum em toda a Amazônia, o que compromete a representatividade dos registros, mas nem tanto, porque em toda área não há desníveis topográficos apreciáveis.

3.1. Pluviosidade

Os totais pluviométricos médios anuais tendem a aumentar à medida em que se caminha no sentido SE-NW: Brasília — 1683 mm, Rio Branco — 1915 mm, Tarauacá — 2248 mm e Cruzeiro do Sul — 2264 mm.

Os meses que apresentam totais pluviométricos médios inferiores a 60 mm, segundo parâmetro adotado por Koeppen (1949), são Brasília, de



maio a agosto; em Rio Branco, de junho a agosto; em Cruzeiro do Sul, o mês de julho e em Tarauacá não há mês com pluviosidade média inferior a 60 mm. Portanto, o período de estiagem na área vai de maio a setembro, coincidindo com o outono/inverno, época em que a penetração do anticiclone polar, responsável por tempo estável, faz-se sentir com maior vigor.

A estação chuvosa vai de outubro a abril, com máximos de dezembro a

março, quando a participação dos sistemas Ec e Tc verificam-se com maior intensidade.

A distribuição da pluviosidade no decorrer do ano depende fundamentalmente da atuação dos diversos sistemas atmosféricos. Os sistemas geradores de tempo estável marcam presença no outono/inverno, mas sua variação de ano para ano faz com que se identifique anos cujo período seco é restrito e anos em que este é mais prolongado.

ANO LOCALIDADE	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953
RIO BRANCO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38	104	92	70	80
BRASILÉIA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BOCA DO ACRE	68	33	110	74	36	54	81	—	68	78	167	56	97	68	116	64	83	0	68	101	98	100	77
SENA MADUREIRA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	54	84	50	46	50	78	45	50	85	—	—	—
TARAUACÁ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CRUZEIRO DO SUL	42	6	31	12	18	24	4	0	0	26	14	0	8	50	18	6	30	36	25	25	58	0	50

ANO LOCALIDADE	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
RIO BRANCO	120	70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	84	55	85	32	62	54
BRASILÉIA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45	147	20	50	81	—
BOCA DO ACRE	78	—	45	55	80	65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SENA MADUREIRA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	62	114	—	—	—	—	—
TARAUACÁ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	10	0	80	0	50
CRUZEIRO DO SUL	42	0	30	0	0	24	—	50	50	—	—	—	—	—	—	—	30	0	0	0	0	0

TAB. 2 — Número de Dias Secos, Segundo Critério Adotado em Rognoult, et Gausson, (1957)

A tabela 2 foi elaborada a partir das curvas ombrotérmicas mensais para o período de 1931/1975 que, apesar das interrupções, fornece uma idéia aproximada do grau de variação da intensidade do período seco.

A análise da distribuição espacial da pluviosidade fez-se através da elaboração de isoietas da precipitação média anual (fig. 13) e isoietas dos totais

pluviométricos médios para o trimestre mais chuvoso (fig. 14) e para o trimestre menos chuvoso (fig. 15).

A área onde se concentra maior pluviosidade localiza-se no setor NW do Acre, sendo Tarauacá e Cruzeiro do Sul as localidades mais representativas. O inverso ocorre no setor SW, sendo Brasiléia a localidade que apresenta os menores índices.

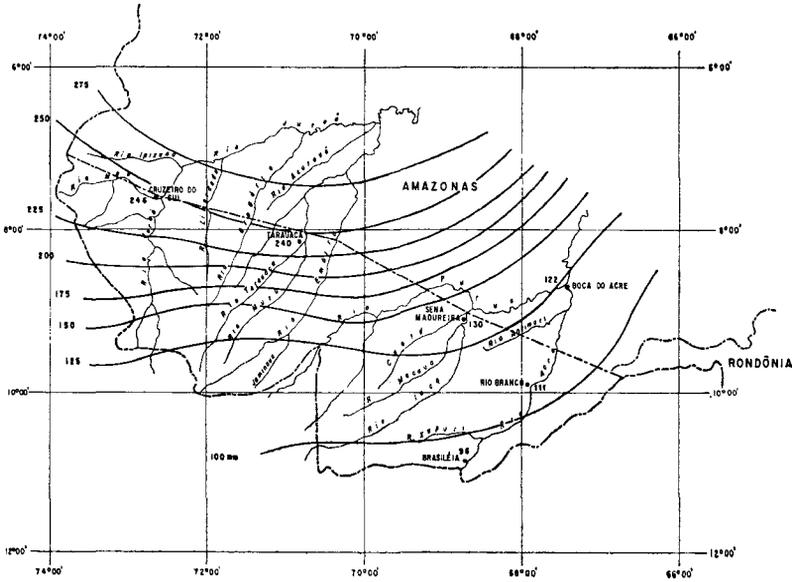


Fig.15- Precipitação no trimestre menos chuvoso (Junho, Julho e Agosto)

3.2. Temperatura

A temperatura média anual registrada pelas estações meteorológicas localizadas no Acre e vizinhanças está em torno de 24,5°C, sendo a média mais elevada em Boca do Acre (25,4°C) e a menos elevada em Brasília (24,1°C). As temperaturas máximas médias estão em torno de 32°C, aproximadamente uniformes em toda área. No entanto, a temperatura mínima média varia de local para local, em função da maior ou menor exposição aos sistemas atmosféricos extratropicais. São as localidades de Brasília 17,4°C, Rio Branco 20,2°C, Tarauacá 19,5°C, Boca do Acre 19,9°C e Cruzeiro do Sul 20,4°C.

O regime térmico na área é regido pelas penetrações da massa de ar polar, definindo o período menos quente e pouco chuvoso de maio a setembro, em contraposição ao período quente e chuvoso (de outubro a abril), quando o domínio atmosférico pertence aos sistemas tropicais Ec e Tc.

As temperaturas médias no período seco (fig. 16) são representativas da distribuição espacial do campo térmico, com as isotermas orientadas no sentido de penetração dos sistemas atmosféricos extratropicais (SE-NW).

Durante a estação seca a amplitude térmica é muito acentuada, porque os sistemas extratropicais não proporcionam forte nebulosidade, o que acarreta grande perda de energia pela radiação noturna, tendo então esta época madrugadas muito frias e tardes muito quentes.

O evento térmico de magna importância para a área é, sem dúvida, a friagem. As isotermas da figura 17 representam as temperaturas mínimas médias durante a friagem de 8 a 12 de agosto de 1970, que apresentam um gradiente de variação muito amplo entre o setor sul (Brasília) e o setor norte (Boca do Acre—Tarauacá) do estado acreano.

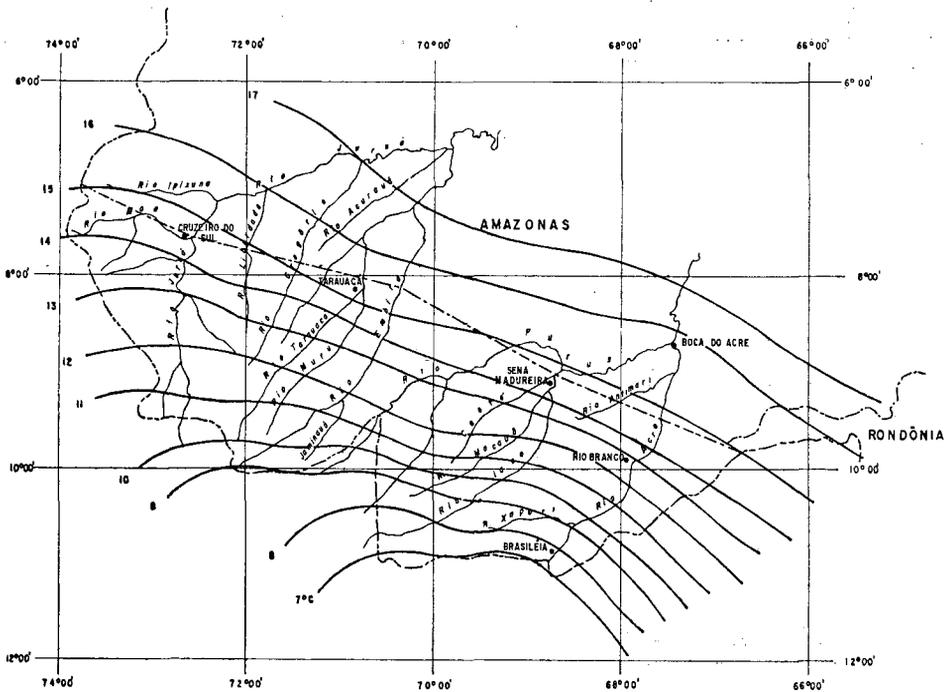


Fig.17 - Temperaturas mínimas médias durante a permanência da massa polar (friagem) na área, de 8 a 12 de Agosto de 1970

Para a área em estudo não se pode considerar a curva da pressão como o indicador valioso para separar a atuação dos diferentes sistemas atmosféricos, a exemplo do que se verifica no sul-sudeste do Brasil, exceto quando se dá a invasão de ar polar através do conhecido fenômeno da friagem.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Estado do Acre apresenta grande interesse climatológico por localizar-se em pleno domínio da floresta tropical e ao mesmo tempo apresentar-se como palco das incursões mais setentrionais dos sistemas atmosféricos extratropicais, através do continente sul-americano.

A sua situação geográfica na Região Amazônica, privilegiada do ponto de

vista climático, destaca dois fatores positivos de suma importância fitossanitária: o período seco entre 1 e 3 meses e as invasões do ar polar, caracterizado pelas friagens. A área abre-se aos pesquisadores da ecologia e agronomia, sendo urgente o seu reconhecimento em bases científicas modernas, uma vez que se trata de região de fronteira, acrescida do fato de estar sofrendo alta valorização econômica nos dias de hoje.

As duas abordagens propostas para a descrição e interpretação do clima do Estado do Acre completam-se: a dinâmica dos sistemas atmosféricos, através de seus atributos intensivos, explicitam a gênese do clima regional; assim como o comportamento de seus principais

atributos extensivos, principalmente pluviosidade e temperatura, como elementos objetivos e determinantes na organização espacial.

De posse de número suficiente de informações, o climatologista pode con-

tribuir positivamente para a racional utilização dos recursos naturais da área, através da análise integrada entre a abordagem dinâmica e separativa em climatologia, dando maior peso àquela que melhor atender às finalidades do estudo a que se propõe.

BIBLIOGRAFIA

1. BAGNOULS, F. & GAUSSEN, A. — Les climats biologiques et leur classification: *Ann. Geogr.*, 66 (355): 193-220, 1957.
2. BRANCO, J. M. C. — Importância dos rios acreanos na história e geografia do Acre. *Boletim Geográfico*, Rio de Janeiro, 2 (22): 1563-1576, janeiro 1945.
3. CUNHA, E. — *O Rio Purus*. Rio de Janeiro, SPVEA, 1960 — 95 p. (col. Pedro Teixeira).
4. GUERRA, A. T. — Aspectos geográficos do Território Federal do Acre. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, 16 (2): 234-251, abril/junho/1954.
5. ——— — *Estudo geográfico do Território do Acre*. Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Geografia, 1955. 294 p. (Biblioteca Geográfica Brasileira, Série A., publ. 11).
6. KOEPPEN, W. — *Climatologia*; con un estudio de los climas de la tierra. Version de Pedro R. Hendrichs. México, Fondo de Cultura Económica, 1948.
7. MARTONNE, E. de — *Traité de Géographie Physique*. 5. ed. Paris, A. Colin, v. 3.
8. MONTEIRO, C. A. F. — *A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil*. São Paulo, Universidade, Instituto de Geografia, 1969 — 68 p. (teses e monografias, 1).
9. ——— — Análise rítmica em climatologia; problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. *Climatologia*. São Paulo, 1, 1971, 21 p.
10. ——— — *A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo*; Estudo geográfico sob forma de atlas. São Paulo, Universidade, Instituto de Geografia, 1973 — 130 p.
11. MOURA, P. de & WANDERLEY, A. — Noroeste do Acre; reconhecimentos geológicos para petróleo. *Bol. Serv. Fom. Prod. Mineral.*, Rio de Janeiro, 26: 1-116, 1938.

12. NIMER, E. — Climatologia da região norte. Introdução à climatologia dinâmica, subsídios à geografia regional do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, 34 (3): 124-153, jul./set. 1972.
13. RIBEIRO, A. G. — *O consumo de água em Bauru, S. P.* O tempo cronológico e o tempo meteorológico aplicados na elaboração de subsídios à previsão de demanda da água. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1975. 47 p. (dissertação de mestrado).
14. SERRA, A. & RATISBONNA, L. — *As massas de ar da América do Sul*. Rio de Janeiro. Serviço de Meteorologia, 1942. 48 p.
15. ——— — As ondas de frio da bacia amazônica. *Boletim Geográfico*, Rio de Janeiro, 3 (26): 172-184, maio 1945.
16. SORRE, M. — *Les fondements de la géographie humaine; les fondements biologiques*. 3. ed. A. Colin, 1951. V. 1.
17. TARIFA, J. R. — *Sucessão de tipos de tempo e variação do balanço hídrico no extremo oeste paulista*. São Paulo, Universidade, Instituto de Geografia, 1973. 71 p. (teses e monografias, 8).

A série de capítulos em que foi desmembrada a obra Climatologia do Brasil, do Prof. Adalberto Serra, e que vem sendo divulgada desde o número 243 do BOLETIM GEOGRÁFICO, tem prosseguimento neste número com a abordagem dos fenômenos de instabilidade (trovoadas) e os de estabilidade (névoa seca).

Climatologia do Brasil - 13

Trovoada e névoa seca

ADALBERTO SERRA

FENÔMENOS DIVERSOS

Assim são denominados alguns elementos constitutivos do tempo, de ocorrência menos freqüente. Para a Climatologia é sobretudo a freqüência de tais fenômenos o que mais interessa, e tendo sido já estudados alguns deles, como a chuva ou a ventania, resta-nos examinar em detalhe os constantes do 2.º volume do Atlas: Trovoada, Nevoeiro, Névoa seca, Orvalho e Geada. Mais sucintamente, vamos descrever os muito raros como a neve e a saraiva, abandonando os de natureza ótica ou acústica, sobre os quais não se dispõe de estatísticas precisas.

1. Fenômenos de Instabilidade

1.1. TROVOADAS — trata-se de fenômenos elétricos, processados nas

nuvens de instabilidade (*cumulonimbus*), e que chamam a atenção dos observadores pelos relâmpagos (descargas entre nuvens) ou raios (descargas para o solo), juntamente com o grande ruído que os acompanha (trovões).

De acordo com as normas internacionais, as estatísticas desses fenômenos abrangem sobretudo os dias de trovoada com relâmpago, não sendo considerada no presente estudo a simples visão deste último no horizonte (dia de relâmpago).

A freqüência das trovoadas é muito grande na Terra (cerca de 45 000/dia). Existem regiões onde o fenômeno raramente ocorre (uma vez em 10 anos no Chile central), noutras sendo quase diário (322/ano no Buitenzorg, em Java).

No Brasil temos mais de 180 dias no sul do Acre e nascentes do rio Tefé, atingindo 206/ano em Carauari, e quase zero na costa leste, sendo o Rio Grande do Norte e Sergipe as zonas de menor frequência (3/ano em Natal, 4 em João Pessoa, 5 em Aracaju).

1.1.1. Formação — as trovoadas podem se originar:

a) de *convecção*, pelo aquecimento local, sempre que auxiliado pela convergência em "linhas de instabilidade". São fenômenos que ocorrem especialmente no verão e sobre os continentes, tornando-se muito raros no inverno e na superfície dos oceanos.

Enquadra-se neste tipo a maioria das trovoadas verificadas na faixa tropical do Brasil, mesmo porque na costa do Atlântico há poucas ocorrências.

b) de *advecção* — devido à ascensão do ar nas superfícies frontais. As chuvas assim produzidas são mais intensas no inverno, quando as baixas temperaturas não favorecem os fenômenos elétricos.

Todavia, nos climas oceânicos, as trovoadas de inverno são mais frequentes que as de verão. Elas se produzem principalmente no Sul, quando no decorrer do trimestre frio, algumas zonas registram uma média de 10 ocorrências de origem frontal. Para as baixas latitudes não mais se verificam as de climas oceânicos, declinando a frequência quase a zero na costa leste e somente a 30/ano na sueste.

Não houve possibilidade, na estatística feita, de separar os dois tipos, cujo mecanismo de origem será descrito nos capítulos relativos ao clima.

1.1.2. Variação em latitude — as trovoadas são mais comuns na faixa equatorial, embora se reduzindo no centro dos grandes continentes, longe das fontes de vapor. Diminuem de fre-

quência para as zonas secas dos anticiclones subtropicais, recrudescendo nas latitudes da Frente Polar e se tornando muito raras, devido às baixas temperaturas, na direção dos pólos. No Brasil a maior frequência corresponde à faixa 40°S—12°S, em núcleos destacados de 150 a 180/ano, e aliás no Centro-Oeste, longe do litoral, onde a estabilidade do centro de ação reduz a zero a contagem, esta declina a 30-60 no trópico e apenas 30 no Rio Grande do Sul. O conjunto de isobrontes ou isocerânicas (linhas de igual número de trovoadas) se desloca em latitude com o Sol, o centro de máxima, situado na média do ano a 0°, caminhando para 10°N de abril a setembro, e 10°S de outubro a março. No Brasil pode-se dizer que o conjunto de isobrontes está mais ao norte em julho, retornando para sul desde agosto, com maior extensão para o trópico em janeiro. A partir de março ocorre decidido regresso para norte, até julho.

1.1.3. Variação anual — nas latitudes médias o máximo se produz no verão; mas próximo ao litoral, e por influência do oceano, um segundo máximo vem a se verificar no inverno, como na Noruega.

Já em baixas latitudes, a maior frequência de trovoadas coincide com a da precipitação. Isto é confirmado no Brasil, de máximo generalizado no verão e mínimo no inverno.

1.1.4. Variação diurna — notam-se dois máximos na terra, o principal à tarde, das 15 às 18 horas e o secundário às 3 horas da madrugada.

Nos oceanos, sob a maior instabilidade da noite, o máximo principal se verifica de 0 às 4 horas, havendo outro secundário de 16 às 20 horas.

No Brasil as trovoadas de verão são mais frequentes à tarde; as de inverno ocorrem às vezes pela madrugada.

1.1.5. Influência orográfica — a ascensão forçada do ar acarreta forte aumento do número de trovoadas nas montanhas, onde são bem mais frequentes que nas planícies e vales.

As nuvens começam a surgir de 12 às 14 horas, as trovoadas se formando às 15 ou 16 horas, e cessando pela noite nas serras. No Brasil a carta n.º 325 mostra dorsais com máximos de isobrontes nas cadeias principais: 60 na Serra Geral, em Santa Catarina, 90 na de Paranapiacaba, 60 na Canastra, 90-120 nas Pirineus, 30 na Diamantina.

Poderíamos acrescentar os núcleos de 150 a 120, respectivamente, nas serras dos Parecis e Santa Maria em Mato Grosso.

1.1.6. Descrição das trovoadas — ano — a carta n.º 325, do 2.º volume, permite demonstrar a natureza principalmente continental do fenômeno e a sua origem convectiva.

É assim que os centros de máximo se distribuem em duas faixas orientadas N-S e situadas nos meridianos 66ºW. A primeira, sobre o Amazonas e Acre, compõe-se de três núcleos com 120 dias/ano (alto Rio Negro), 180 (Tefé-Juruá) e 180 (Acre). Os valores declinam para oeste até 60 na fronteira do Peru e Colômbia, e para leste também a 60 no eixo mais seco Rondônia—Roraima.

A segunda faixa apresenta vasto núcleo de 150 dias/ano sobre o nordeste de Mato Grosso e leste do Pará, mas, embora com valores declinando rapidamente a 30 no litoral norte, emite dorsais: a) de 120 dias na Veadeiros e Pirineus, em Goiás; b) de 60 dias no vale do São Francisco e 30 na chapada Diamantina; c) de 90 dias ao Piauí central; d) de 120 dias na serra Santa Maria e 90 em Maracaju, e) 150 dias na serra dos Parecis.

Mais para leste os valores declinam rapidamente até 30 dias no oeste do

Ceará, e zona salineira de Macau. Também 30 dias na chapada Diamantina ou na Mantiqueira, em Minas. Esta região apresenta máximos de 60 nas zonas elevadas e mínimos de 30 nos vales. Mas a faixa leste é muito pobre de trovoadas, contrariamente ao litoral norte, sob 30 dias, como vimos, do Amapá ao Piauí.

A região Sul tem ainda uma dorsal de 90 no limite Minas—São Paulo, mas os valores oscilam desde 30 nos vales e litoral, até 60 nas serras. A vasta planície do Rio Grande do Sul experimenta 30 a 60 dias.

Pelo aspecto descrito pode-se concluir desde logo que o Atlântico, dado sua menor temperatura e sobretudo a maior estabilidade do centro de ação, impede a formação das trovoadas. Estas ainda ocorrem à razão de 30/ano na costa sueste, onde fenômenos frontais lhes dão origem, e a estabilidade da Alta Tropical se atenua. Valor idêntico se verifica no litoral norte, sob a borda do anticiclone dos Açores, cuja maior distância, aliada à presença da FIT, assegura 30 dias/ano.

Abstraindo das trovoadas nos estados meridionais, parte frontais e parte convectivas, mas reforçadas nas serras, pode-se afirmar que duas linhas principais de *troughs* induzidos, com base nos sistemas ciclônicos da FPA, situada na Argentina, são responsáveis pelos núcleos do interior: uma zona de divergência com raras trovoadas se situa entre os *troughs* a 62ºW, de Rondônia a Roraima.

Tentaremos, então, comparar a carta 325 com as dos outros elementos, de modo a justificar os vários núcleos de trovoadas.

Começando pelo mapa da temperatura média n.º 52, vemos que os maiores valores coincidem justamente com as áreas de menor frequência. Assim, te-

mos núcleos de 26° no Território de Roraima e Amapá, sobre áreas de 30-60 dias/ano. Igualmente de 26° no Nordeste, onde, excetuando o Centro do Piauí, quase não ocorre o fenômeno, tal como nas zonas litorâneas quentes e de frequência nula ou no oeste de São Paulo aquecido. As trovoadas se formam em zonas relativamente mais frescas: 24 a 26 no Pará, Amazonas, Mato Grosso ou sobre os espigões frios das várias cadeias; 22° no Planalto Central, 16° na Serra Geral e nas de Canastra e Mantiqueira, em Minas.

A carta da temperatura mínima n.º 13 demonstra que, excetuando os núcleos quentes que provêm do oceano, é sobre os mais aquecidos no interior que ocorrem faixas de muita trovoadas, 20° em Mato Grosso, 22° no Amazonas, 18° em São Paulo.

A única conclusão possível é de que a formação pela tarde acentua a cobertura durante a noite, resultando em mínimas elevadas.

A temperatura máxima (carta n.º 26) também não permite explicar as trovoadas, muito embora a dorsal de 90 dias no Piauí se situe sobre a de 34° no Nordeste ou a de 150 em Mato Grosso, com 32-34°.

Já a carta de precipitação n.º 104 apresenta alguma semelhança com a do fenômeno, mas somente nas chuvas continentais ou nas orográficas de Minas ou do Sul. As precipitações litorâneas são isentas de manifestações elétricas e mesmo nas continentais não se nota coincidência, os núcleos mais chuvosos ficando a oeste dos de trovoadas. Estas, de certo modo, correspondem a menores totais pluviométricos.

Se os dados de temperatura não favorecem a teoria clássica do aquecimento local, muito menos o fazem os da insolação. Como o prova a carta n.º 130,

aquela é mínima (1800 horas/ano) nos vários centros da bacia amazônica, de muita trovoadas. Enquanto regiões mais isoladas, do Nordeste e vale do Paraná, têm menos de 30 dias. É lícito deduzir que a formação das trovoadas, através do aumento da nebulosidade, reduz a insolação.

Contudo, a carta de velocidade do vento n.º 156 indica que fracos valores deste elemento favorecem o fenômeno; este, pelo menos na faixa tropical, correspondente a velocidades abaixo de 1 m.p.s., que asseguram o livre desenvolvimento dos *cumulo-nimbus*. Trata-se dos núcleos do Amazonas e Mato Grosso, incluindo as dorsais para sul no último estado e para leste do Piauí. Bem como as áreas junto às serras, sob média, aliás, de 2 m. p. s.

Por outro lado, o litoral muito ventoso, a área nordestina, o vale do Paraná e o Rio Grande do Sul, todos com mais de 2 m.p.s., têm raras trovoadas, as nuvens não logrando atingir o desenvolvimento necessário por serem destruídas pelas fortes correntes áreas.

A carta 169 mostra que a nebulosidade se acentua, com média acima de 7, nos núcleos continentais de trovoadas, e com mais de 6 nos das serras, em Minas e no Sul. A área nordestina e a do vale do Paraná, de poucas manifestações elétricas, têm céu nublado a limpo. Tais conclusões são óbvias, embora demonstrem que a trovoadas não é necessariamente um fenômeno local, mas sim ligado aos grandes sistemas. Nota-se claramente o eixo de nebulosidade 5, e apenas 60 dias, de Rondônia a Roraima.

O mapa da umidade relativa n.º 182 fornece resultados mais interessantes: excetuando a faixa litorânea, úmida mas estável, os núcleos de trovoadas no interior estão associados às grandes áreas de umidade elevada, acima de

85° (Mato Grosso, Pará), ou 90° (Acre), entre ambas se localizando o *trough* de 80° e poucas trovoadas, antes citado.

Em Mato Grosso são típicos a alta frequência de 150 ao sul da serra dos Parecis (80%), e a faixa de 30 dias no Pantanal (75%). Apresentam-se mais úmida (80-85%) as regiões montanhosas no Sul, com 60-90 trovoadas, e um pouco menos (70%) a de São Paulo, com 30 dias. Já sobre o Nordeste, extremamente seco, as trovoadas tornam-se raras. Tudo se deve, está claro, ao nível de condensação bastante elevado nas áreas secas, que resulta em fraca nebulosidade e escassez de *cumulus*. Nas zonas úmidas os mesmos se formam em baixa altura, o que, aliado ao fraco vento, permite forte desenvolvimento posterior dos *cumulo-nimbus*.

146

A carta de pressão normal, n.º 208, confirma a maior frequência nos anticiclones médios do interior com 1012 mb (Mato Grosso e Amazonas), mas não evidentemente nos centros de ação. Demonstra, por outro lado, escassez de trovoadas nas áreas de pressão baixa, com 1010 mb tanto no eixo Rondônia-Roraima como sobre o Nordeste ou o vale do Paraná.

Já explicamos tais fatos quanto à chuva, a convergência acarretada pela frontólise no Sul, resultando em maior pressão nos trópicos, ascensão do ar e trovoadas. Já a divergência que ocorre pela intensificação da frontogênese significa pressões baixas e ausência de fenômenos elétricos, sob a descida do ar.

Tais aspectos, por isso, são menos nítidos no Sul, de trovoadas em grande parte frontais.

Por fim a carta 221, da tensão do vapor, mostra valores médios de 28 mb nos núcleos máximos da Amazônia, e

apenas 18 sobre os desprovidos de trovoadas no Nordeste.

Há, inclusive, boa associação dos elementos nas dorsais respectivas para sul e leste. Na verdade, o ar com elevada taxa de vapor d'água é um elemento favorável às trovoadas, mas só quando associado às demais condições necessárias.

A carta n.º 234, 2.º vol. da *Frequência dos Ventos* mostra que são sobretudo as calmarias que favorecem as trovoadas. Os núcleos de máximo do fenômeno (carta 325) estão situados justamente sobre as áreas centrais, de rosas do vento muito pobres, e com predomínio fraco das direções N (Acre, Amazonas, Pará e Mato Grosso). Onde os gráficos de frequência tornam-se mais definidos pela redução das calmas as trovoadas escasseiam. Em particular, componentes oceânicas, tanto de NE como de SE, prejudicam o fenômeno, reduzido no primeiro caso a 30 dias/ano, no segundo a 0. Sob o interior e no Sul, componentes de N a W tendem a favorecer as trovoadas, as de S a E a dificultá-las. Realmente, os *cumulus-nimbus* ocorrem principalmente em massas de ar pré-frontais, ao longo das linhas de instabilidade, e sob ventos de NE a NW, uma rotação para o último rumo fazendo prever a trovoadas. Por outro lado, as correntes de SE, trazendo ar fresco, tendem a impedir o fenômeno.

Já o mapa n.º 247, de porcentagem das calmas, confirma o que foi dito sobre a velocidade dos ventos: as trovoadas atingem maior frequência (150 a 180/ano) sobre as áreas interiores com mais de 80% das horas sem vento, no Acre, Amazonas, Pará e Mato Grosso.

A pequena área de 150/ano ao sul da serra dos Parecis tem, igualmente, mais de 80% de calmas, enquanto a dorsal com este valor, e que penetra para leste

até o Piauí, aí permite um núcleo de 90 trovoadas. Quanto às regiões mais ventosas, sob 20-40% de calmas, como o eixo Rondônia—Território de Roraima e o litoral norte, têm raras ocorrências. O mesmo diremos da costa leste, vale do Paraná, e Rio Grande do Sul, no segundo as trovoadas declinando e nas duas outras regiões apresentando freqüência 0-30, pois 80% dos dias são ventosos. Enquanto isso, regiões nas serras com 40-60% de calmas têm 60 a 90 dias do fenômeno.

A carta n.º 260, dos dias de chuva, revela uma certa correlação com a de trovoadas, limitada evidentemente ao interior, pois no litoral a precipitação é desacompanhada de descargas elétricas. A mesma observação se pode fazer quanto às várias classes de totais, estando mais concentradas as trovoadas nos grupos de chuva leve ou moderada (cartas 273 e 286) do que forte (299). Na verdade, pela sua formação geralmente à tarde, dissolvendo-se à noite, as trovoadas nem sempre conduzem a elevados totais pluviométricos, mas de preferência aos moderados ou fracos.

Os demais fenômenos ou elementos não apresentam qualquer correlação notável; restará, assim, descrever as cartas mensais, começando, para melhor entendimento, pelo período sem trovoadas, que é o inverno.

Julho — trata-se do mês com menor número de trovoadas no País, embora para alguns pontos junho e agosto apresentem freqüência semelhante (0-1-dia).

A carta n.º 319 mostra duas áreas de máximo: a) na fronteira da Venezuela (12 dias), declinando para 9 a 6 no Amazonas e 3-0 no Acre, ou Território de Roraima. Mas uma dorsal de 9-12 aponta para SE, sobre o divisor Juruá—Purus; b) um segundo núcleo de 12 dias no Pará e Amapá emite outra dorsal para sul, trazendo 6-9

dias ao nordeste de Mato Grosso. Entre os dois núcleos citados encontra-se o *trough* de 0-3 que vai de Rondônia ao Território de Roraima. Os valores declinam para 3 no litoral norte, e 0 ao sul do paralelo 18º em Mato Grosso.

Na zona temperada a atividade das frentes acarreta 3 trovoadas sobre o oeste e centro do Paraná, ou Santa Catarina. Bem como 0 a 3 dias em Minas e São Paulo, 3 no rio Grande do Sul.

Desse modo, a costa sudeste e todo o centro-leste, em longitudes inferiores a 48ºW, mas de 4º a 20ºS, estão isentas de trovoadas neste mês, a saber: norte de Minas, Espírito Santo, Bahia e estados nordestinos, salvo o trecho setentrional do Piauí.

Quando dissemos que as trovoadas no Sul eram frontais, caberia acrescentar que as registradas na Amazônia, embora de caráter principalmente convectivo, são de fato provocadas pelos fenômenos de convergência resultantes da atividade nas frentes situadas na Argentina, como já foi descrito.

Persiste (ver carta n.º 241) a associação entre manifestações elétricas e a área de 80% de calmas. Mas o mapa n.º 254, dos dias de chuva, mostra que 24 destes correspondem a 12 trovoadas na Venezuela, enquanto no Purus os 12 de chuvas trazem trovoadas.

Já na costa norte, apenas 3 dos 24 dias chuvosos têm o fenômeno, cuja freqüência cresce para o interior, enquanto diminui a da precipitação. Como podemos verificar, praticamente não chove (0) sobre o norte de Mato Grosso, onde, todavia, ocorrem 6-9 trovoadas.

No Sul, ao que parece, de cada 3 dias chuvosos um é trovejado.

A carta 397 mostra que o fenômeno permanece ligado ao aquecimento superficial, havendo 30 dias quentes (máxima acima de 25°) nos núcleos de isobrontes.

Já a carta 176, do 1.º volume, comprova alta umidade (85 a 90%) nas áreas de trovoadas, regiões mais secas ficando isentas. O mesmo se verifica com a tensão do vapor, da ordem de 26-28 mb onde ocorrem fenômenos elétricos.

Como demonstra o mapa n.º 98, o recuo verificado para norte, na posição dos núcleos de trovoadas em julho, se associa a um retrocesso semelhante nas precipitações do Centro, embora trovões ocorram também nas áreas mais secas, sobre a borda meridional dos núcleos chuvosos. Cessam, porém, na mais úmida do litoral, pois a superfície oceânica relativamente fresca na zona tropical as impede. Não necessitamos insistir nas chuvas de leste, que não acarretam trovoadas. Estas ocorrem porém nas de origem frontal ao sul.

Agosto — o retorno das chuvas continentais para SE permite o avanço na mesma direção dos núcleos de trovoadas. Um eixo estendido NW-SE da Colômbia ao planalto de Goiás, fica ocupado por faixas de 15 dias no rio Negro, 18 no Purus e 12 ao norte de Mato Grosso. De tal eixo ocorre declínio para o Equador até 6 dias na área de Tapajós ou 3 na do Purus, como *trough* estendido W-E. Mas novos núcleos de máximo, com 9 dias, ocorrem no leste e norte do Pará, declinando finalmente para 3 sobre o Território do Amapá e de Roraima.

Na região leste a isobronte de 0 dia se encontra a 44gW, tendo avançado 300 km desde julho. Já ocorrem, assim, trovoadas no Piauí e no sudeste baiano.

Para o sul, por fim, temos 3 dias na área montanhosa de Mato Grosso.

Mas a atividade frontal estabelece um núcleo de 9 dias no Paraná e oeste de Mato Grosso, os valores daí declinando até 3 junto ao litoral, 3 a 6 dias se verificam também no Paraná e 3 em Santa Catarina ou Rio Grande do Sul; Minas e São Paulo apresentam 0 a 3 dias, 6 já ocorrendo a sueste do último estado.

Setembro — n.º 321 — uma comparação com o mapa n.º 100, da precipitação, explica perfeitamente o fraco avanço das trovoadas para sul e leste, e sobretudo a aggravação na frequência.

Há núcleos de 15 dias no norte de Mato Grosso e leste do Pará, ou 21 dias na área do Purus, estendendo-se a 18 em Rondônia e na Colômbia. Mas ocorre uma área de 15 dias ao norte do Pará, onde o eixo intermediário, de apenas 3 trovoadas a 4°S, traduz a faixa mais seca, entre as precipitações do Centro e às do Norte. As trovoadas já se estendem agora até o vale do São Francisco, sob 6-12 dias e igualmente a Minas, com 3-6 de frequência.

As de origem, sobretudo frontal, formam núcleos de 9 dias no oeste do Paraná ou sobre a Serra Geral, e 3 dias desde o Rio Grande do Sul até a costa sueste. Entre os dois sistemas nota-se o *trough* de 3 dias a 19°S, que vai de Mato Grosso a Minas.

Outubro — carta n.º 322 — prossegue com o das chuvas, o avanço para leste dos núcleos de trovoadas. Notam-se valores de 18 dias sobre o limite Mato Grosso-Pará, área do Purus e Madeira, ou fronteira do Peru; bem como outros de 15 dias na Bolívia e 12 sobre o norte do Pará. Mas persiste a área de reduzida frequência 3-6 no curso do baixo Amazonas, outra de 6 surgindo no Acre e Rondônia. Trata-se de zonas mais secas, sob 50 a 100 mm de precipitação.

O núcleo mais a leste em Mato Grosso emite dorsais para o Maranhão (6 a 15 dias), vale do São Francisco (12 a 15 dias), o Paraná (9), a última associada, porém, às chuvas frontais. Os valores declinam a seguir para 3 no litoral e no Rio Grande do Sul.

Em Minas, após o mínimo de 3 a sotavento da serra dos Pirineus, temos núcleos de 6-9 na da Canastra e 6 na de Caparaó, as trovoadas atingindo com frequência 3 o sueste da Bahia.

Uma comparação com a carta n.º 257 mostra forte correlação com os dias de chuva, salvo no litoral leste e sudeste. São acentuadas as calmarias (mapa n.º 244) nas áreas de trovoadas, excetuando o vale do Paraná; com as primeiras ocorre também forte umidade (mapa 179), as faixas mais secas impedindo as trovoadas.

Nos quatro meses já analisados, de julho a outubro, nota-se perfeitamente uma retenção dos núcleos de trovoadas ao norte das serras de Parecis—Furnas, sobre a zona de massas mTKu.

No extremo sul as manifestações elétricas provenientes do oeste descem das montanhas, mas se atenuam junto ao litoral.

Novembro — carta 323 — sobre o Amazonas e Pará quase não ocorrem modificações, mas o núcleo de Mato Grosso se estende consideravelmente para oeste (18), destacando para sul e leste dois centros de 15 (serra de Mata da Corda) e 9 dias (Piauí).

Conquanto ocorram núcleos intensos em Minas, São Paulo (12-15) e Paraná (9), particularmente nas montanhas, sua origem parece tropical: pois neste mês as precipitações frontais se reduzem no Sul, diminuindo, assim, a frequência das trovoadas a 3 no Rio Grande do Sul e 6 na serra Geral.

As chuvas de convecção formam núcleos de 6-9 dias no Estado do Rio

de Janeiro (contra 3-6 em outubro), e 6 na faixa oriental de Minas ou Bahia.

Dezembro — os sistemas avançam consideravelmente para sul e leste, chegando mesmo ao litoral. Temos, assim, todo o Brasil, exceto a costa norte e leste (até o Recôncavo), submetido a freqüentes trovoadas, com núcleos máximos de 12 (Pará norte), 21 (Purus—Madeira), 18 (Mato Grosso—Pará) e 24 (oeste de Mato Grosso).

Prosseguem os *troughs* de 3 dias no Território de Roraima e Tapajós ou 6 no Acre.

As dorsais emitidas para leste atingem o sul do Ceará (9-12 dias) vale do São Francisco (9-15) e serra da Mata da Corda (15). As que avançam em direção sul asseguram 12 dias ao Paraná, 15 a São Paulo e 12-15 a Minas ou Estado do Rio de Janeiro.

As maiores chuvas no Rio Grande do Sul já permitem 6 dias de trovoadas, mas o trecho oriental de Santa Catarina e Paraná tem 9 e o litoral 3. Note-se o eixo de 9 dias a leste de Minas ou 6 na Bahia.

A alta freqüência do fenômeno provém do avanço das tropicais, que cobrem agora quase todo o País. Mas o máximo de trovoadas, pelo menos na área mais a leste, irá ocorrer no mês seguinte.

Janeiro — carta 313 — a posição dos vários núcleos do fenômeno é praticamente igual à registrada em dezembro, com modificações somente no Nordeste. Parece existir, no entanto, pequeno recuo para oeste sobre a borda extrema do regime continental, enquanto no Sul se nota agravação.

Temos, desse modo, núcleos de 51 dias no Peru e de 18 no Purus, atenuados, portanto em relação a dezembro. Ao norte do Pará 15 dias, ou mais 3 que

no mês anterior. Os *troughs* de mínimo entre Rondônia e Roraima ou sobre o baixo Amazonas, têm 3 dias (contra 6 em dezembro). Os centros situados em Mato Grosso e Pará, sob 18 e 15 dias, apresentam, como no outro mês, dorsais para sul com 15 dias (12 anteriormente), atingindo o Paraná e Rio Grande do Sul ou igualmente para leste no Planalto Central e vale do São Francisco (15 e 18 dias), São Paulo e Minas (18 e 15 dias). Não mais se nota, porém, a dorsal sobre o Piauí, de vez que as trovoadas agora parecem provir do oceano, com 12 dias, declinando a 3 no interior ou mesmo 0 no sertão da Paraíba. O núcleo a oeste de Mato Grosso é agora mais fraco (15) que em dezembro (24 dias).

Na região Sul ocorre um reforço sobre o Rio Grande do Sul (6-9 dias), notando-se 12 a 15 dias no Estado do Rio de Janeiro e sul de Minas. A leste do último se verificam 9 trovoadas, e 6 sobre o nordeste baiano.

Mas a costa leste continua com zero do Rio Grande do Norte até a latitude 15°S, 3 dias sendo registrados daí para sul até o Xuí ou mesmo 9 no leste de São Paulo. O litoral nordestino tem 12 dias, o do Pará 3 somente.

Uma comparação com a carta 92 permite explicar tais deslocamentos, que apenas acompanham os das chuvas. Por outro lado, o exame do mapa de umidade relativa n.º 170 permite identificar os núcleos de trovoadas com as áreas mais úmidas (90% na Amazônia). O simples declínio a 85% entre núcleos já acarreta uma queda de 18 para 3 na frequência do fenômeno. Tal fato será confirmado em outros pontos como no Sul, com 80-85% na área de Santa Catarina, sob 12 dias, e apenas 65% na fronteira uruguaia, com 3; em São Paulo 85% significam 15 dias, 65% somente 3. No Nordeste muito seco (55-60%) as trovoadas são

raras (-0-3), mas já no litoral, sob 75%, temos um total de 12.

O grau higrométrico é assim um fator básico, o ar mais seco dificultando a formação de nuvens convectivas em baixa altura, facilmente obtido com o mais úmido.

Fevereiro — carta 314 — a posição dos núcleos se assemelha à de janeiro, embora com valores mais reduzidos, dado o menor número de dias (28).

Persistem núcleos de 15 no Purus e norte do Pará, Acre e oeste de Mato Grosso, ou limite de Goiás, havendo áreas quase isentas, com apenas 3 dias sobre o Tapajós, Território de Roraima e baixo Amazonas.

As dorsais em direção sul (12), leste (15) e nordeste (12) prosseguem, com valores declinando a 3 sobre o sul do Piauí, leste da Bahia, e 3-6 no Rio Grande do Sul. Persistem, porém, as elevadas frequências dos limites de Minas e Estados do Rio, regiões montanhosas.

Pode-se afirmar que há um estacionamento geral dos núcleos de janeiro a fevereiro, com declínio de 3 dias nas frequências do último mês.

Claro está que prossegue a identificação com as áreas de chuva, a redução destas no sul explicando o declínio das trovoadas.

Março — carta 315 — embora as precipitações declinem no trópico, com uma retração fraca dos sistemas para noroeste, os núcleos de isobrontes não diferem muito de fevereiro.

Assim, temos valores de 18 dias no Peru e 15 no Purus, estendendo-se à Venezuela; ainda 18 no norte do Pará ou 15 em Mato Grosso, Goiás e Maranhão. Também 12 dias no Ceará, 9 na Diamantina, 15 no planalto de Goiás e vale de Paraná.

Prosseguem as áreas mais limpas intermediárias, enquanto no Sul registramos 3-6 dias (Rio Grande do Sul), 6-9 (Santa Catarina) e ainda 12-15 no trecho sul de Minas, 6 a leste.

Abril — carta 316 — o decidido recuo das precipitações continentais para o norte das serras dos Parecís e Furnas acarreta violenta redução das trovoadas no sul e leste, limitadas como ficam às regiões da Amazônia e Nordeste. Temos, assim, os mesmos núcleos de 12 dias (Peru), 15 (Purus), 15 (Bolívia), 12 (Mato Grosso—Goiás—Maranhão). O último sob as precipitações da FIT, se estende ao Nordeste, com 12 dias no Piauí e 9 no Ceará. As áreas limpas, de 3 dias apenas, continuam a se fixar em Rondônia, Território de Roraima e Baixo Amazonas, enquanto Minas agora apresenta só 3-6 dias, tal como São Paulo e Paraná. Em Santa Catarina e Rio Grande do Sul notam-se menos de 3 dias, exclusiva pequena área com 3 na Serra Geral.

Não insistiremos sobre a correlação das trovoadas com a umidade relativa e outros elementos.

*Mai*o — carta 317 — o estabelecimento da vasta área central mais seca só em parte se reflete no campo de isobrontes.

As trovoadas ficam, na verdade, contidas nas áreas ao norte de 16°S e a oeste de 48°W, com os mesmos núcleos tantas vezes citados: Purus — 15 dias, norte do Pará (15), Rondônia (15), Mato Grosso—Maranhão 12; sobre o Nordeste o recuo da FIT acarreta considerável redução para 3 no interior e 6 no litoral.

As áreas de Minas e Bahia ficam isentas, bem como o Rio de Janeiro, Espírito Santo e todo o litoral sueste. Mas as chuvas frontais permitem aumento para 9 dias no oeste do Paraná, decli-

nando a 6 ou 3 sobre a área leste, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e São Paulo.

Junho — carta 318 — o confinamento das precipitações à faixa equatorial, bem como o declínio da temperatura no inverno favorecem grande redução da área ocupada por trovoadas e igualmente da respectiva frequência, sendo o quadro final praticamente idêntico ao já descrito para julho: núcleos com 12 dias no Peru, Purus, norte e leste do Pará. Do último segue uma dorsal para sul, trazendo 9 dias a Goiás e Mato Grosso, e ainda 3 ao Planalto Central. Para Sul, as chuvas frontais constituem um núcleo de 6 dias no oeste do Paraná, declinando a 3 na área montanhosa daquele estado ou de Santa Catarina, bem como no Rio Grande do Sul.

Na costa norte temos 6 dias sobre o Pará, 3 no Piauí e Ceará.

De um modo geral, a leste do meridiano 44°W não ocorre o fenômeno. Do quadro acima pode-se concluir, como era de se esperar, que o mínimo de trovoadas ocorre na estação seca. Já o máximo tem lugar sobretudo no início da chuvosa, com novo máximo secundário por vezes no fim, e um mínimo na época central das precipitações. Pois é quando estas últimas se reforçam que as trovoadas têm lugar, com o solo ainda aquecido. A proporção que as chuvas vão resfriando as camadas inferiores, a estabilidade cresce. Por outro lado, os sistemas pluviométricos progridem para leste, dando lugar no setor oeste a pequena seca, com menos trovoadas. Estas recrudescem com o retorno final das precipitações.

No Território de Roraima as manifestações elétricas ocorrem no inverno, Sul (verão do hemisfério Norte), sobretudo de maio até agosto, estação das chuvas.

1.1.7. Regime das Trovoadas

Localização	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Ano
Território de Roraima	0	0	3	3	5	5	5	5	3	2	2	2	40
Pará-Belém	9	6	7	7	10	8	8	8	8	5	5	10	90
Pará-Tapajós	7	6	7	7	4	4	3	9	13	13	15	10	110
Amazonas-Manaus	3	3	4	4	3	4	3	4	4	9	7	6	60
Amazonas-Carauari	18	16	16	14	16	13	13	20	22	18	19	21	180
Amazonas-S. Gabriel	10	12	12	9	9	8	10	15	13	12	12	10	120
Acre-Madureira	3	7	7	5	3	3	1	3	6	6	6	6	120
Maranhão-S. Luís	3	3	5	6	6	6	3	2	2	0	0	2	40
Goiás-Porto Nacional	5	3	3	3	0	0	0	0	3	3	3	3	30
Ceará-Fortaleza	2	2	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	15
Bahia-Barra	9	9	9	3	0	0	0	0	3	5	6	6	40
Goiás-Formosa	15	15	15	9	5	3	1	2	7	13	9	15	120
Mato Grosso-Cuiabá	13	14	12	11	3	2	1	2	7	8	15	12	100
Mato Grosso-Boa Vista	12	8	8	5	6	3	2	3	5	6	6	8	70
Minas Gerais-B. Horizonte	9	6	7	3	0	0	0	1	3	6	6	6	40
Rio de Janeiro-Petrópolis	9	9	9	3	0	0	0	2	4	6	6	8	60
Paraná-Ivaí	6	5	6	3	3	3	2	3	6	6	6	6	60
Santa Catarina-Lajes	9	6	6	4	3	3	3	3	6	6	5	9	60
Rio Grande do Sul-Alegrete	6	6	6	4	4	3	3	3	6	6	3	6	60
São Paulo-Bauru	3	2	12	6	3	2	0	3	6	9	12	15	60

Quando estas se encontram muito a sul, em janeiro e fevereiro, não há trovoadas.

No litoral do Pará tropeja todo o ano, com maior freqüência na passagem das precipitações da FIT: dezembro-janeiro, e respectivo retorno para norte, em maio-junho. Mínimos se verificam na primavera, e secundariamente em fevereiro-março; no primeiro período as chuvas continentais ocorrem muito no Sul, no segundo as da FIT se encontram mais sobre o Nordeste.

O regime do litoral maranhense ou do Ceará é de trovoada sob as precipitações da FIT: março a maio no Ceará, com ausência total de junho a dezembro. Na costa do Maranhão será principalmente o retorno das chuvas de abril a junho que virá ocasionar o fenômeno, em declínio de julho a setembro e ausente na primavera, quando as precipitações do centro ainda não alcançaram o litoral, cujas trovoadas recomeçam desde dezembro.

O regime continental se caracteriza no Amazonas, área do rio Negro, por trovoadas durante todo o ano; menos freqüentes, no entanto, de abril a julho, no retorno das chuvas, e mais comuns em agosto, quando estas iniciam o trajeto para o sul.

Desse modo, já em setembro se verifica o máximo na região de Carauari, em outubro sobre Manaus, em novembro no Tapajós. Tais zonas apresentam freqüência quase uniforme todo o ano, com mínimo de outono (São Gabriel) ou inverno (Carauari—Manaus—Tapajós).

Fenômeno da fase inicial das chuvas, compreende-se que as trovoadas declinem à proporção que aquelas se estabelecem ou se afastem. No Acre, por exemplo, temos a confirmação do mínimo na seca (inverno), ou com chuvas situadas muito longe, a leste. E máximos no início (primavera) ou fim (outono) da estação úmida.

Mais para sul o regime se simplifica, com tendência ao máximo no verão e mínimo no inverno: Cuiabá, em Mato

Grosso, apresenta mínimo de maio a agosto, na seca, as trovoadas surgindo em setembro e se agravando em novembro, mas com declínio em dezembro-janeiro; sofrem novo reforço em fevereiro, decrescendo, por fim, em março e abril. São análogos o quadro do Planalto Central e norte de Goiás, onde se nota total ausência das trovoadas de maio a agosto, com máximo em outubro-novembro, na chegada das chuvas. As zonas extremas, mais a leste, atingidas pelas precipitações do centro, tendem ao máximo em janeiro: Planalto, Goiás norte, oeste da Bahia, Minas, Rio de Janeiro, apresentando-se o máximo em fevereiro na costa leste; todas registam porém mínimo em julho. Desse modo, o regime de trovoadas, com início na primavera, máximo no verão (janeiro) e declínio no outono, até uma total ausência no inverno (maio-agosto) é registrado no centro da Bahia e em Minas ou Rio de Janeiro.

Mais ao Sul as chuvas frontais permitem trovoadas no inverno, a frequência crescendo no verão pelas de convecção, como se verifica no extremo meridional de Mato Grosso. Nos Estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul há um máximo de verão (janeiro) e outro de primavera (setembro), com mínimo em julho e outubro. Em São Paulo ocorre mínimo no fim do verão, quando as trovoadas convectivas se reduzem, mas as frontais ainda pouco atuam. O mínimo principal se produz em junho-julho, o máximo em janeiro no leste e fevereiro a oeste.

Em resumo, diremos que no Sul cada mês de inverno apresenta, em média, 3 trovoadas e os de verão, 6, com cerca de 60/ano. Na costa leste praticamente elas não ocorrem, mas no centro-leste o inverno tem 0, e os meses de verão 6 a 9, num total de 40/ano. No centro-oeste 1 a 2 nos meses de inverno, 12 a 15 nos de verão, e totais de 100 a 120.

O Nordeste é provejado no outono, com total de 15, e o litoral norte, por todo o ano, atingindo 90. A Amazônia apresenta valores mais escassos no inverno, as frequências nunca se anulando, com índices de 60 a 100 para a faixa central, e 120 a 180 mais a oeste, onde todos os meses têm mais de 10 trovoadas.

Finalmente, o extremo norte só as registra no inverno, apenas 40/ano.

1.1.8. Frequência de raios

Segundo Brooks, na zona tropical cada milha quadrada recebe anualmente número de raios correspondente a 1/3 do de trovoadas. Convertendo às taxas por km², dividimos a frequência anual de trovoadas (carta 325) por 7-8, obtendo no mapa n.º 266 o número normal de raios que incide por ano em cada km².

Portanto, numa área de 1000 km² (30 x 30 aproximadamente), cairá anualmente $\frac{1}{1000}$ daquele valor, a recíproca indicando o período em anos decorrido entre duas quedas de raios no mesmo ponto, conforme o quadro a seguir:

N.º DE TROVOADAS	N.º RAIOS/km ²	N.º RAIOS/1000/m ²	INTERVALO
7,8	1	0,001	1000 anos
15,6	2	0,002	500 anos
78,0	10	0,010	100 anos
156,0	20	0,020	50 anos

Tais valores não se prestam à aplicação em torres ou edifícios elevados. Para tanto há outras fórmulas que não interessam ao presente estudo.

Pelo mapa n.º 266 vemos que em cada ano caem por km² 24 raios no Amazonas (entre o Purus e Juruá) e também na fronteira sul do Acre. Outras regiões de alta frequência são encontradas sobre Mato Grosso ou Pará (20), e arredores de Cáceres (20).

Zonas intermediárias recebem apenas 8, como Rondônia, a fronteira do Peru, e o Território de Roraima ou somente 4, como o litoral, e o norte do Pará. Do núcleo de 20 no Centro partem dorsais com 12 raios/km² no Piauí, 16 no Planalto Central, e 12 sobre o sul de Mato Grosso ou norte de São Paulo. Para leste a frequência vai declinando até 4 no Ceará, centro da Bahia ou leste de Minas, e, por fim, 1 na costa oriental, Minas e os estados do Sul apresentam 4 nas planícies e 8 nas zonas de serra, sendo 4 também o valor registrado na costa sueste.

Quanto à carta n.º 267, indica que cada área de 1000 m² recebe 1 raio de 45 em 45 anos no Purus e Acre ou de 50 em 50 anos em Mato Grosso e Pará oriental, sendo ainda de 90 anos o intervalo no Piauí e sul de Mato Grosso. Tais valores se elevam a 120 anos em Rondônia, oeste do Amazonas, vale do São Francisco e regiões montanhosas do Paraná, Santa Catarina e Minas Gerais; sobem, por outro lado, a 300 anos no Amapá, Território de Roraima, litoral do Maranhão, interior do Nordeste, costa sueste e nordeste de Minas, mas 500 anos no sul do Piauí e alto São Francisco, enquanto na costa leste só de 1000 em 1000 anos o raio volta ao mesmo ponto.

1.1.9. Taxa de azoto

Como cada litro de água da chuva apresenta em média 2 mg de azoto amoniacal e 0,7 mg de azoto nitroso, num total de 2,7 mg/litro, segue-se que a precipitação natural é muito mais útil às plantas que qualquer irrigação.

Tais valores foram obtidos em regiões com 10 dias de trovoada por ano, sendo este o fenômeno que produz o azoto.

Para outras áreas, devemos assim multiplicar a taxa (por litro) pelo quociente (n.º trovoadas ÷ 10).

Convém, no entanto, reduzir os valores à altura anual de chuva. Em cada hectare, 1 mm de precipitação correspondente a $10.000 \text{ m}^2 \times 0,001 \text{ m} = 10 \text{ m}^3$ ou 10.000 litros, portanto 27 g de azoto. O total do elemento em g/ha será assim — chuva anual (mm) \times 27 g \times N.º de trovoadas \div 10 = $2,7 \times$ chuva anual (mm) \times N.º trovoadas/ano. O cálculo realizado permitiu traçar a carta n.º 268, que iremos discutir.

2. Fenômenos de Estabilidade

2.1. NÉVOA SECA

Trata-se de fenômeno peculiar às áreas desérticas e às que apresentam uma estação chuvosa típica, seguida de seca e vento forte.

Nos trópicos, após o inverno desprovido de precipitações, os ventos mais fortes da primavera acarretam vastas formações de névoa, grandemente acentuadas sob a estabilidade que precede as entradas frontais.

Ano — A carta n.º 338, do 2.º volume, indica que o fenômeno se apresenta mais raramente no litoral e nas montanhas. O declínio para maiores altu-

ras é explicável: a névoa se forma geralmente pelo acúmulo de impurezas próximo ao solo, quando a estabilidade atmosférica, mormente pela presença de uma inversão superior, impede a livre distribuição da poluição em altitude.

Nas cadeias de montanha o ar permanece mais puro, a poluição ficando geralmente limitada à planície. Também a própria inversão térmica pode estar abaixo dos cumes, assim banhados pela massa superior, isenta de turbidez.

Se atentarmos para a causa principal da névoa: a advecção pré-frontal de massas tropicais, ou mesmo polares, sob a descida de inversão e a estabilidade que precedem a frontogênese, veremos que nas zonas onde esta ocorre o ar será mais limpo, crescendo a turbidez nas faixas anterior e posterior. A última provém de nova ação frontal em maiores latitudes, ou simplesmente de inversões na massa polar, que lhe dão um caráter estável.

Partindo da frontogênese na EPA do Prata pode se explicar os núcleos anuais de 90 dias com névoa no vale do Paraná, setor oeste dos três estados meridionais. Os valores declinam a 0 no Uruguai, mas núcleos de 60-90 ocorrem na área plana do Pampa (Rio Grande do Sul), ou mesmo na costa sueste, com 30-60 dias. O decréscimo para as montanhas explica os núcleos de 0 na parte setentrional daquele Estado, e na Serra Geral.

No seu progresso para o trópico, as frentes aí estacionam, acarretando a faixa de 0 sobre o sul de Mato Grosso, centro de São Paulo e litoral do Estado do Rio de Janeiro. Mas sofrem frontogênese justamente nestas regiões, o que assegura a constituição, mais ao norte, de uma vasta área com centro de 90 dias; a mesma se estende até o sertão do nordeste (60) ou o extremo

sul da Bahia (120), formando dorsais de 90 naquela região, vale do São Francisco, e centro de Goiás. Tais condições correspondem à faixa de pressãoária pré-frontal sob ventos E-NE, e se conservam afastadas 150 km do litoral, exceto na Bahia e Rio de Janeiro. A área de névoa termina a leste por uma região limpa (0) no Atlântico, e ao norte por outra também de 0 sobre o litoral norte e a faixa Acre—Rondônia—Araguaia; nota-se, porém, no curso central do Amazonas, o grande núcleo de 60 dias/ano.

Sob um ponto de vista elementar, poderíamos dizer que é sobretudo a formação de massas Tc estáveis, ao norte das regiões de frontogênese, que provoca o estado de névoa. O mesmo se estende livremente para maiores latitudes nos vales ao norte das serras da Mantiqueira, Canastra e Cristais, que o fenômeno raramente transpõe. Por isso a névoa se torna escassa a sotavento daquelas cadeias, voltando a se formar nas planícies do Sul ou mesmo na costa sueste, varrida pelas massas Tc provenientes de Minas. Mas nunca no litoral leste, sob ar Tm, mais limpo. Por outro lado, o fenômeno é típico, como veremos, do fim da seca, e assim se intensifica principalmente nas áreas sob um longo período sem chuvas, justamente a região ao norte do trópico e a leste de 50°W, com 90 dias, ou no Pará Central, embora de estação seca curta, e fenômenos de frontogênese pouco acentuados (60 dias). A proximidade da FPA significa alta frequência, de 60-90 dias no Sul; mas, enquanto semanas seguidas de névoa são notadas na faixa leste em agosto e setembro, a névoa ficará mais frequentemente rompida no Sul por invasões frontais que trazem chuvas e limpeza. Na parte oriental aquelas não precisam penetrar, bastando que condições de frontólise ocorram no Sul para que a névoa logo se dissolva, ou pelo menos atenuue.

Vejam, assim, os fatores principais do fenômeno, mediante comparações com os diversos elementos.

A carta dos ventos n.º 234, 2.º vol., mostra que a névoa ocorre sobretudo associada à maior frequência das direções NE-N-NW; onde as mesmas provêm de E-SE ou S, o fenômeno escasseia. Excetua-se a costa setentrional, cujos ventos NE trazem ar marítimo. Mas, pela carta 247, certas dorsais de maiores índices correspondem a zonas com elevada taxa de calmas (60-80%) na região tropical. E, pelo contrário, há poucas calmarias (20%) no Sul.

A carta dos dias de chuvas, n.º 260, confirma plenamente que névoa e precipitação se excluem: a primeira ocupa principalmente as regiões com menos de 90-60 dias chuvosos por ano, sobre o Nordeste e vale do São Francisco, inclusive no *trough* de apenas 120 dias que daí avança para o sul da Bahia. Não ocorre névoa na costa úmida de leste, o fenômeno escasseando mesmo no nordeste da Bahia, com 150 dias de precipitação.

Ressurge, porém, no Sul, sobre o vale do Paraná, com apenas 60-90 dias de precipitação ou o Rio Grande do Sul com 90; e não se forma na Serra Geral, sob 180 dias de chuva. Estes são também freqüentes na costa setentrional (180-240 dias), norte de Mato Grosso (210 dias) e oeste do Amazonas (210 dias), áreas todas com frequência zero de névoa. Pelo contrário, apenas 120-150 dias de chuva ocorrem no norte e centro do Pará, sob névoa. E inclusive o *trough* mais seco (120 dias chuvosos) do Piauí a Goiás, aí permite 60 ocorrências do fenômeno.

Tudo ficará mais claro, lembrando que a névoa exige estabilidade (fase de seca), pois quando chove, sobretudo nos trópicos, o ar é geralmente instável, impedindo a concentração da turbidez.

Um confronto com a carta n.º 312 do nevoeiro mostra que este fenômeno de alta umidade exclui a névoa de ar seco. Com efeito, são justamente os trechos do Acre, oeste do Amazonas, norte de Mato Grosso e leste do Pará ou o litoral norte, com maior frequência de nevoeiro, que definem as áreas sem névoa: esta se forma, porém, no Pará central, com o nevoeiro, ou sobre o sertão nordestino e vale do São Francisco, também isentos do último.

Igualmente as faixas das Serras do Mar e Geral, com freqüentes nevoeiros, têm pouca névoa. No Sul, porém, o vale do Paraná e o Rio Grande do Sul apresentam alta frequência de ambos os fenômenos, o nevoeiro sendo típico do outono e inverno, a névoa da primavera.

A última, aliás, está geralmente associada a dias quentes e uma comparação com a carta 52 do 1.º volume confirmará o fato, se excluirmos o litoral leste e norte.

Melhores resultados serão obtidos porém pelo mapa n.º 26, da temperatura máxima, cujas dorsais no leste da Bahia, vales do São Francisco e do Paraná, bem como os centros quentes do Nordeste e do Pará, coincidem com áreas de muita névoa seca.

A comparação caberia melhor às cartas mensais, por ser o fenômeno restrito à pequena parte do ano.

Mesmo assim, o mapa 104 da precipitação demonstra que a névoa ocorre nas áreas mais secas.

Já a carta 156, da velocidade dos ventos, prova que a mesma se reforça nas regiões interiores de névoa, como o Nordeste, vale do São Francisco e Paraná sob velocidades acima de 2 m.p.s. Quase não há névoa, porém, nas áreas de fracos ventos, abaixo de 1 m.p.s., excluindo-se evidentemente o litoral leste e norte.

Isto vem confirmar o fenômeno como de advecção, provocado pela frontogênese que acarreta fortes ventos pré-frontais.

Pela carta 169 são também mais limpas, na média anual, as áreas de névoa, com nebulosidade 3-5. As de menor frequência apresentam médias 6-8 na fase sem chuvas e de limpeza pré-frontal, sob acentuada subsidência e inversão superior.

Quanto à carta 182, indica que o fenômeno é característico de baixa umidade, inferior a 75%, as áreas acima de 80 e sobretudo 85%, raramente o apresentando. Tal fato se justifica não só pelo intenso aquecimento pré-frontal, que reduz a umidade, como pela falta de chuvas.

Por fim, o mapa 208 comprova que a área de névoa está sob baixas pressões, conseqüentes à frontogênese; onde as altas predominam, o fenômeno pouco ocorre.

2.1.1. Regime da névoa

Antes de iniciarmos a descrição das cartas mensais convirá separar os diversos gêneros de variação anual.

A área fortemente sujeita à névoa, no centro-leste e sul, apresenta maior frequência nos meses de agosto a outubro (gênero 1), com máxima em setembro. Podemos citar Goiás, vale do São Francisco, Minas, Estado do Rio de Janeiro e São Paulo, regiões onde o mapa 323 descreve o período junho a agosto como o de menor total pluviométrico. Trata-se, evidentemente, do "fim da seca" quando, de um lado, a turbidez atmosférica vem se acentuando pela falta de precipitações e, de outro, a temperatura vai crescendo, sob as frontogêneses que têm lugar no Prata.

A grande extensão para oeste do centro de ação trazendo sobre tal área a

inversão e a estabilidade, que o definem, favorece as formações de névoa.

Em novembro as chuvas do centro já dominam a região, onde o fenômeno vai terminando. Mas o atraso com que tais precipitações atingem a faixa meridional, neste período, ainda relativamente seco, resulta na permanência da névoa por mais dois meses ao sul do Trópico. Temos, assim, o regime de: agosto a dezembro (gênero 2) com máximo em agosto sobre o Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. No último a variação mensal é menor, as frequências se mantendo estáveis durante a fase de névoa, e igualmente na desprovida do fenômeno, de abril a junho (frequência zero). Certas zonas do Rio Grande do Sul apresentam, aliás, o período de julho a dezembro, antecipado portanto de um mês.

O mapa 323 mostra que o trimestre mais seco transcorre de junho a agosto para o leste do Paraná e Santa Catarina, e de julho a setembro para a faixa oeste. No Rio Grande do Sul, outubro a dezembro ou novembro a janeiro são os períodos mais secos.

No extremo nordeste também o Rio Grande do Norte e Ceará apresentam névoa de agosto a dezembro, embora com frequência reduzida.

Trata-se, evidentemente, da época seca e quente antes das chuvas da FIT, a carta 323 indicando os períodos agosto-outubro e setembro-novembro como os trimestres mais secos.

Definido o regime do eixo mais extenso na parte leste, vejamos o que ocorre a oeste, onde três classes demonstram antecipação da fase de névoa, com relação aos já descritos.

Julho a outubro (gênero 3) — com máximo em agosto, para Mato Grosso. Há, portanto, avanço de um mês no período da névoa, que não será apenas devido à seca.

O trimestre menos chuvoso é o de junho a agosto, conforme o mapa n.º 323.

Julho a setembro — (gênero 4). Aí incluiremos o Acre, onde outubro já registra chuvas pesadas, mesmo porque junho a agosto constitui o trimestre mais seco.

Agosto a setembro — (gênero 5), no interior do Maranhão, atrasando-se para setembro-outubro (gênero 6), no Piauí.

Os trimestres mais secos são agosto-outubro e junho-setembro, ao norte e ao sul, respectivamente (carta 323).

Maior a setembro — (gênero 7) — corresponde ao percurso do Tapajós, nos limites Pará—Mato Grosso—Amazonas, onde o máximo da névoa ocorre em agosto.

Realmente, outubro já apresenta fortes chuvas, enquanto maio somente as registra no início do mês. O trimestre mais seco é o de junho a agosto.

Na faixa setentrional ocorre, pelo contrário, atraso de um mês.

Setembro a dezembro — (gênero 8) — com máximo em novembro no leste e norte do Pará onde o trimestre mais seco será agosto a outubro ou setembro a novembro.

Incluiremos neste grupo o sueste baiano, mesmo porque agosto-outubro é o trimestre mais seco.

Setembro a fevereiro — (gênero 9) — no Amazonas setentrional, mas com baixa frequência em todo o período. O máximo ocorre em janeiro e não existe névoa de abril a julho. O trimestre mais seco corresponde a setembro-novembro.

Janeiro a março — (gênero 10) — para a região de Minas Gerais.

Setembro a março — (gênero 11) — trecho de Pernambuco—Alagoas, onde o inverno chuvoso registra frequência zero de fenômeno, sendo o trimestre mais seco outubro a dezembro.

Em resumo, a névoa está sempre associada ao fim do período seco e início das precipitações. Quando o trimestre mais chuvoso principia (ver carta 322), as condições de névoa terminam.

2.1.2. Variação mensal

Janeiro — carta n.º 326 — as áreas onde ocorre a névoa assim se distribuem:

a) litoral norte, do Amapá ao Ceará, com frequência 12 dias naquele território e no Maranhão, mas já 3 dias a 200 km para o interior ou mesmo sobre a costa, em Salinas;

b) sertão do Nordeste, com 9 dias ou mesmo 12 na Bahia, declinando a 3 em Goiás, norte de Minas, nordeste baiano, e faixa a 6ºS, do Piauí ao Rio Grande do Norte;

c) oeste dos estados meridionais, com 3-6 dias no Paraná e Santa Catarina, ou 3-9 no centro do Rio Grande do Sul;

d) costa sueste, de 26º a 32ºS, sob frequências 0-3 ou mesmo 6 na lagoa dos Patos;

e) nordeste e noroeste de Minas, com núcleos de 6 dias;

f) algumas regiões mais restritas, com 3 dias, ocorrem na Serra do Mar (Paraná), norte de Rondônia e fronteira da Venezuela.

Uma comparação com a carta 218, dos dias de chuva, mostra que as áreas de névoa coincidem com as zonas de menor número dos dias chuvosos; menos de 15 dias no litoral norte, ou de 9-12

no leste e nordeste. Ocorrem, contudo, mais de 15 dias em Minas.

No Sul, a área úmida montanhosa exclui a névoa, que aparece a leste, no oceano, ou a oeste ao longo da fronteira, sob menos de 9 dias chuvosos. Pela carta 170 a névoa ocupa os trechos de menor umidade média, valores acima de 85% já a excluindo. Situa-se desse modo sobre o Nordeste, litoral norte, nordeste de Rondônia, e nas bordas leste e oeste do Rio Grande do Sul. Mas de preferência com baixas pressões (mapa 196), nebulosidade fraca (carta 157) e maior velocidade dos ventos (mapa 144).

A carta 92 da precipitação confirma que a névoa surge com maior frequência nas áreas sob menos de 150 mm; quando a altura ultrapassa 250 mm, aquela quase não se forma.

Fevereiro — carta 327 — as chuvas da FIT que invadem o litoral norte aí fazem declinar violentamente os registros da névoa, de 12 em janeiro para apenas 3 dias. Os núcleos do Nordeste e interior leste se reduzem a 6 dias, o último ligado por dorsais às faixas do leste e oeste de Minas.

No Sul a única modificação ocorre na frequência que declina ligeiramente. Mas aumenta bastante de 0 para 6 dias sobre o Estado do Rio de Janeiro e 0 a 3 em São Paulo. Quase não se nota alteração no Amazonas.

Março — carta 328 — as pesadas chuvas do litoral norte acarretam a supressão da faixa de névoa, mas o recuo para oeste das precipitações do centro já permite um avanço até Goiás do núcleo de leste, com frequência aliás menor (6 dias).

No Amazonas, mais chuvoso, a névoa desaparece, declinando pelo mesmo motivo a oeste do Paraná, com apenas 3 dias.

Sua frequência aumenta, porém, no Rio Grande do Sul sob 9 a oeste e 6 a leste, dado a maior atividade frontal de outono.

Abril — carta 329 — são muito reduzidas as modificações com relação a março. O litoral norte já apresenta 3 dias de névoa, o Amazonas persistindo com zero. Os núcleos do nordeste e leste mantêm frequência de 6, e a mesma posição de março estendendo-se pelo vale do São Francisco e limite Minas—Bahia. Não ocorre aumento em São Paulo, mas sim no Rio de Janeiro, com 9 e 6 dias, respectivamente, a sul e norte da serra dos Órgãos. A região meridional conserva os núcleos do litoral (6) e da fronteira oeste (6).

A carta de precipitação n.º 95 mostra que na faixa tropical a névoa corresponde a menos de 100 mm, mas na temperada se situa justamente sobre as regiões chuvosas. Pelo mapa n.º 251, diremos que o fenômeno só ocorre com menos de 12 dias de chuva.

A carta n.º 17 continua a mostrar maior frequência sobre os núcleos de elevada temperatura máxima, céu mais limpo (mapa 160), velocidade do vento acentuada (carta 147), umidade relativa de um modo geral inferior a 80% (carta 173), e baixa pressão (mapa 199).

*Mai*o — carta 330 — com o violento recuo das chuvas para o vale do Amazonas a névoa mostra núcleos agora estendidos para noroeste, em todo o norte de Mato Grosso e centro do Amazonas, sob frequência 9 dias. Persistem porém a isopleta de 3 no litoral norte e os centros de 3-6 junto à costa leste, bem como o do noroeste de Minas, reforçado para 9 dias.

No Sul ocorre declínio tanto na costa (3 dias) como a oeste (3-6), embora 9 dias de névoa se formem no extremo noroeste do Paraná.

Pela carta n.º 96 vemos que a névoa na zona tropical corresponde às áreas sob menos de 50 mm de precipitação, mas no Sul justamente às regiões chuvosas.

Isto significa, se levarmos em conta a orientação das isoietas na carta n.º 96, que a névoa no Sul precede às frentes, sendo substituída por chuvas quando aquelas penetram. Já na zona tropical ela se forma nos períodos de frontogênese no Prata, dissolvendo nos de frontólise, sem que precipitações frontais a substituam, mas unicamente as do centro e para o norte de Mato Grosso.

Junho — carta 331 — o recuo ainda mais pronunciado das chuvas continentais acarreta a extensão até o equador do núcleo central de névoa com 9 dias, declinando a 3 no Amazonas, e 0 junto ao litoral. Outro de 6 dias surge na costa leste, como extensão para sul do que aí se encontrava desde janeiro.

Na região meridional não há quase modificações, persistindo os núcleos de Minas tal como em maio.

Julho — carta 332 — continua a névoa a se formar em toda a área seca interior, com frequência 9 em Mato Grosso e Goiás, declinando a zero sobre o curso do Amazonas, sul de Mato Grosso e nordeste do Brasil, o último desde maio já isento de ocorrências.

Prosseguem as dorsais de 9 dias no alto São Francisco, e 6 a nordeste de Minas, com 0-3 em São Paulo e 3-6 no Rio de Janeiro. Ao sul do trópico o declínio das precipitações permite o reforço da névoa, mediante três núcleos a oeste (6), na costa (6), e no centro do Rio Grande do Sul, também com 6 dias. Tais áreas apresentam 6-9 dias de chuva (carta 254), mas a superfície seca do centro tem apenas 0-3 dias.

As regiões de névoa apresentam, como se poderia esperar, céu mais limpo,

umidade relativa baixa, maior velocidade dos ventos, e menor pressão, exclusive no Sul.

Agosto — carta 333 — trata-se do mês em que a verdadeira estação de névoa tem início, com o País quase todo coberto pelo fenômeno, em algumas áreas por mais de três semanas. Não há ocorrências, porém, no litoral norte nem sobre o Piauí, nordeste da Bahia, Alagoas ou Sergipe, oeste do Amazonas, regiões com mais de 100 mm de chuva que ficaram isentas. A frequência aumenta contudo para o sul, logo se formando núcleos acima de 15 dias no Madeira e Rondônia ou sobre Mato Grosso—Goiás. As dorsais emitidas em Minas trazem frequência até de 21 dias ao vale do alto São Francisco, com ramificações para 9 dias no Estado do Rio de Janeiro ou em São Paulo, e 12 ao sul de Minas. No limite Minas—Bahia persiste o núcleo de 9 dias.

A região Sul apresenta, agora, extensos centros de 9 dias no oeste do Paraná, cobrindo a Serra Geral mas não a costa, sob 0-3. Trata-se de área com menos de 100 mm de precipitação. Mais ao sul, no trecho montanhoso do Rio Grande do Sul, alturas acima de 150 mm traduzem ausência da névoa (0) que, todavia, se reforça na fronteira uruguaia, sob 6 dias, 9 ocorrendo a leste e oeste na área mais seca, de 100 mm.

A disposição dos núcleos corresponde à orientação agora NW-SE das descontinuidades, que avançam com o caráter de frentes frias, numa trajetória continental.

Como sempre, a região ao sul das serras (a sota-vento) tende a ser mais limpa, o fenômeno se acumulando com maior intensidade a barlavento.

Setembro — carta 334 — continua a elevada frequência de névoa em todo o País, as chuvas continentais ainda

não afetando os valores a leste, mas apenas os de oeste, que se reduzem.

Temos, assim, 0 no Amazonas ocidental, mas 12 em Rondônia e oeste de Mato Grosso, 3 no Pará central ou norte de Mato Grosso, 9 a leste do primeiro.

Tais áreas foram todas cobertas pela isoietas 50 mm (carta 100). Sobre a faixa a leste de 50°W, ainda seca, a névoa domina com 18 dias no vale do São Francisco, 21 na serra da Canastra e 15 a leste de Minas, apenas 0-3 na Mantiqueira. Os núcleos de névoa, com 12-15 dias, invadem o nordeste e sob o declínio das chuvas alcançam mesmo a costa leste.

No Estado do Rio de Janeiro e sul de Minas notam-se 12-15 dias, em São Paulo 3-9. Mas no sul a frequência declina de oeste para leste, desde 18 na fronteira até 0 no litoral, agora isento. Neste caso a névoa irá coincidir com a área chuvosa.

Outubro — carta 335 — sob o avanço das precipitações do centro o fenômeno vai desaparecendo em todo o País chegando mesmo a praticamente não ocorrer a oeste de 50°W, sob chuvas acima de 150 mm. Apenas a área então mais seca do Pará setentrional tem 9 dias, contra 3 no curso do Amazonas e 0 na faixa chuvosa. Mas 6 dias ainda são registrados na parte oeste de Mato Grosso, sob menos de 100 mm.

A larga faixa a leste de 50°W, cobrindo a Bahia, sertão do nordeste e oeste ou leste de Minas, participa do núcleo de 12-15 dias; mas sob as maiores precipitações no sul mineiro e Estado do Rio de Janeiro, apenas 3-6 dias ocorrem.

Na faixa meridional recomeça o aspecto de verão, com mínimo de zero na Serra Geral e núcleos de 9 dias sobre o noroeste do Paraná e oeste do Rio Grande do Sul, mas 6 dias junto ao litoral.

Pela carta 257, mais de 12 dias de chuva no Centro, ou de 9 dias no Sul dificultam a névoa. Esta continua a significar fraca umidade, céu mais limpo, vento forte e baixa pressão.

Novembro — carta 336 — prossegue a redução na área central e inclusive na de leste, cujos núcleos de névoa se restringem.

Sobre o norte do Paraná e Amazonas, onde as chuvas ainda se mantêm escassas, abaixo de 150 mm, temos centros de 6-9 dias. Mas não há névoa em toda a área de Rondônia, Mato Grosso, Goiás e oeste de São Paulo, com precipitações acima de 150 mm. Aque-la ocorre, contudo, sobre o nordeste e vale do São Francisco (12 dias), regiões com menos de 200 mm, e inclusive na costa leste (12 dias), agora seca.

Minas tem frequência 6 na fronteira nordeste e igualmente na serra da Canastra, junto ao vale do São Francisco mais seco. Mas não há névoa no limite sul ou no Estado do Rio de Janeiro, muito chuvosos. No Brasil meridional, mais seco em novembro, formam-se núcleos a oeste com 9 dias e no centro (Serra Geral ao Rio Grande do Sul, também sob 9 dias), interrompidos porém na área montanhosa do último estado. Tal formação cobre com 6 dias o leste de São Paulo e Paraná, notando-se, igualmente, frequência 6 no litoral.

Dezembro — carta 337 — o cada vez maior progresso para leste e o trópico das chuvas continentais desloca também para leste de 48°W o núcleo da névoa seca, sob aspecto idêntico ao de novembro e até com maior frequência: 15 dias no Nordeste, emitindo dorsais para o sueste da Bahia (9) e Alto São Francisco (6-9 em Minas). O núcleo nordestino atinge Borborema em 9 dias, 12 ocorrendo no Rio Grande do Norte, agora seco, enquanto persiste o centro de 9 sobre o leste de Minas.

Outra faixa de 6 dias na zona equatorial corresponde ao norte do Pará e leste do Amazonas, mais secos sob 50-100 mm.

Já a área do Centro, muito chuvosa, não registra névoa.

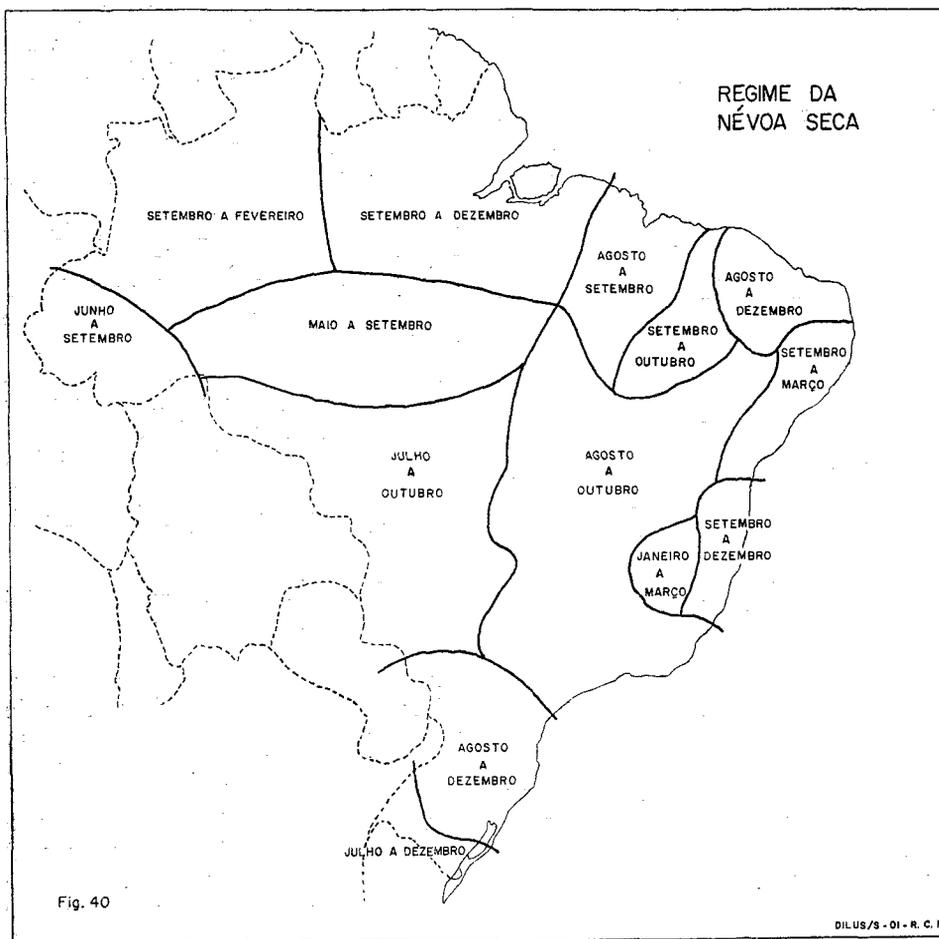
Esta prossegue no Sul com os centros de oeste (12 dias, 200 mm de precipitação), do litoral (6 dias) e no extremo meridional (9 dias, 100 mm) junto à lagoa Mirim.

Em resumo: de janeiro a março os núcleos de névoa permanecem no cen-

tro-leste, sobre o Nordeste, Bahia e Minas; em abril começa o progresso para oeste, que se definirá em maio, alcançando em junho a Amazônia, e abandonando o Nordeste.

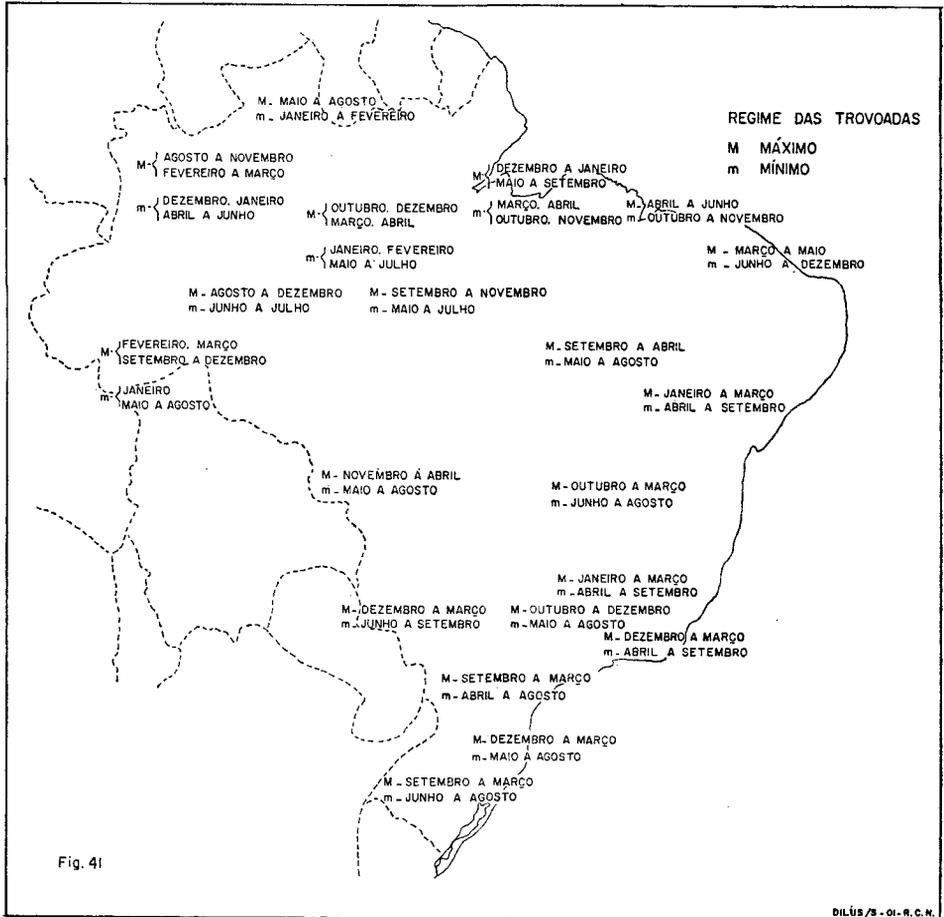
Em julho a névoa se estende do Amazonas à costa do Espírito Santo, havendo grande reforço das freqüências em agosto e, sobretudo, setembro, quando praticamente todo o País está sob névoa seca até a costa oriental.

Em outubro, e principalmente novembro ou dezembro, o fenômeno volta a ficar limitado ao setor leste.



No Sul conserva-se pelo decorrer do ano a distribuição em um núcleo continental a oeste e outro marítimo. Este, porém, desaparece de maio a setembro,

quando, mormente desde agosto, a frequência da névoa declina gradualmente do interior para o litoral, onde se anula.



LIVROS

A VEGETAÇÃO NO RIO GRANDE DO SUL — Lindman, C. A. M. e Ferri, M. G. — Coleção *Reconquista do Brasil* — Vol. 2 — Editora da Universidade de São Paulo e Livraria Itatiaia Editora Ltda. — 1974.

Carl Axel Magnus Lindman, naturalista sueco, esteve no Brasil entre 1892 e 1894, fazendo uma série de excursões financiadas pelo Fundo Regnelliano, este originado na fortuna deixada pelo médico, também sueco, A. F. Regnell, aqui radicado desde 1840.

Do material produzido por Lindman em suas viagens pelo Brasil poderíamos considerar como bastante importante a sua obra *A Vegetação no Rio Grande do Sul*, publicada originalmente em sueco, no ano de 1900 e traduzida para o português por Alberto Löfgren, sendo publicada em Porto Alegre em 1906.

Desde logo esta tradução tornou-se uma obra muito manuseada e rara, até que, em 1974, por iniciativa do Dr. Mário Guimarães Ferri, da Universidade de São Paulo, foi feita uma nova edição. Nesta edição, que faz parte da Coleção *Reconquista do Brasil*, foi incluído um capítulo contendo um resumo do livro,

A Vegetação no Rio Grande do Sul

The Geography of Economic Systems

Migraciones Internas — Teoria, Método e Factores Sociológicos

Países y Ciudades — Comparación de Estrategias para el Crecimiento Urbano

El Estudio de la Población

A Humanização do Meio Ambiente

Weather Forecasting for Agriculture and Industry

Society and Population

Bibliografia

com ênfase em sua parte botânica, além de comentários sobre o que se conhece atualmente a respeito da vegetação do Rio Grande do Sul, e ainda uma bibliografia sobre o assunto.

Apesar do capítulo adicional, esta edição de 1974 mantém fielmente a forma e o conteúdo da tradução publicada em 1906.

O título da obra nos dá, inicialmente, a impressão de um livro sobre botânica, mas ao tomarmos contato mais íntimo com a mesma, verifica-se o incontestável sentido geográfico e ecológico que ela possui, o que, portanto, merece ampla divulgação entre os meios geográficos.

Isto não é um fato muito comum, já que inúmeras e importantes obras de naturalistas que viajaram pelo nosso País pecam pela inexistência de um conteúdo geográfico, apesar do inestimável valor botânico que encerram.

Ao escrever sua obra, Lindman localiza, descreve, explica, compara e analisa as consequências dos fatos botânicos que expõe, de-

mostrando inata acuidade geográfica e ecológica. Assim sendo, junto aos fatos são apresentados elementos de caráter geográfico, como também, na maioria das vezes, informações de cunho meteorológico, geológico, pedológico e ecológico.

Nota-se perfeitamente que o autor utilizou a paisagem geográfica para estruturar o seu plano de trabalho, já que, quando fala sobre os campos e matas do Rio Grande do Sul, está se referindo à região dos campos e à região das matas, o que é muito diferente da simples apresentação da flora das áreas campestres e florestais. Este fato pode ser facilmente percebido no desenvolvimento de seu trabalho.

A estrutura do texto é apresentada da seguinte maneira:

- I — Introdução
- II — A região do litoral e as areias movediças
- III — Os campos do Rio Grande
- IV — As matas do Rio Grande
- V — Origem e distribuição da vegetação
- VI — Apêndices.

Na introdução o autor inicia uma clássica descrição do Rio Grande do Sul. Discorre sobre sua forma, limites, localização, tipo de clima, vegetação geral, incluindo ainda tópicos sobre a posse do território pelo homem, numa verdadeira contribuição histórica. Dá também sua opinião sobre uma série de fenômenos atuantes no desenvolvimento da região.

Define as áreas prioritárias de seu estudo, apresentando unidades que poderiam ser dominadas de físico-vegetativas. Correlaciona, por conseguinte, diversas características físicas com a vegetação, entre elas a topografia, a qual é utilizada com bastante ênfase, quase demonstrando uma tendência ao determinismo, a qual, porém, não chega a obscurecer o trabalho.

Ao iniciar o capítulo sobre a região do litoral e das areias movediças do Rio Grande, Lindman deixa transparecer a metodologia que seguirá até ao final do seu trabalho, utilizando-a em seu todo ou em parte, conforme a disponibilidade de informações de que dispõe:

- a — Descrição da área ou trecho em estudo;
- b — Comparação entre áreas contíguas ou não, dentro do Estado;

c — Comparação entre áreas do Estado e áreas de outras regiões inclusive européias;

d — Apresentação dos fatores climáticos, geomorfológicos, geológicos, pedológicos, etc.;

e — Listagem de espécies de cada formação ou subdivisão de formação;

f — Descrição da natureza, hábitos e morfologia das espécies que ele julga mais importantes;

g — Associação das espécies à microfatores geográficos locais ou macrofatores geográficos gerais;

h — Individualiza, o mais rigorosamente possível, com argumentos por vezes irrefutáveis, as formações e suas subdivisões, associando-as sempre aos diversos fatores apresentados no item d;

i — Utiliza-se de fatores não vegetais para o estudo de determinados trechos quando sente que estes explicam melhor tal área, chegando a detalhes para conseguir sua intenção;

j — Utiliza aspectos geográfico-etnológicos para complementação de seus estudos.

Assim sendo, subdivide a região do litoral e das areias movediças em várias áreas definidas dentro da metodologia citada:

- A — Praias e dunas
- B — Campos de areia movediça
- C — Terrenos limosos e brejos
- D — Prado uliginoso
- E — Prado salgado.

O estudo sobre os campos é bem mais complexo devido ao maior número de ambientes distintos, fato este facilmente explicável face à considerável superfície campestre sul-riograndense.

Embora utilize *in totum* a metodologia exposta, o autor faz também um interessante estudo sobre o significado do termo campo para o brasileiro, emitindo sua opinião dentro dos conceitos e dos conhecimentos da época.

Entra ainda em considerações sobre o sítio da cidade de Porto Alegre; chama atenção para o aparecimento da pitanga nos campos de Piratini onde é rara a existência de frutos comestíveis e ressalta a riqueza botânica dos campos de Cachoeira do Sul.

Informa ainda sobre a existência de certos vegetais que produzem ou são matéria-prima importante na vida das populações campestres, como a "palha branca" e outros, empregados na construção e revestimento de casas (paredes) e nos meios de transporte (coberturas das típicas carretas de bois do local).

É a seguinte a divisão dos Campos do Rio Grande:

A — Campos de Porto Alegre

A1 — Campo subarbustivo ou sujo

A2 — Campos paleáceos

A3 — Gramado "potreiro"

B — Campanha gaúcha

B1 — Campos de Pelotas

B2 — Campos da Serra dos Tapes

B3 — Campos de Piratini

B4 — Campos da Cachoeira

B5 — Campos da Fralda da Serra

C — Campos do Planalto

D — Campos do curso médio do Rio Uruguai

E — Moitas e mata arbustiva na região campestre

F — Condições climáticas

G — Observações sobre a ecologia da vegetação campestre.

As áreas dos campos do curso médio do rio Uruguai estudadas pertencem quase que totalmente a território da República Argentina, fruto de uma excursão que o autor fez pelos rios da Prata e Uruguai, partindo de Buenos Aires.

Lindman tem ainda o cuidado de ressaltar que as listas de espécies apresentadas não esgotam a composição das floras das diversas formações, pois muitas espécies não foram colhidas por acharem-se sem flores nas épocas das excursões.

A parte metodológica referente aos fatores climáticos acha-se bem desenvolvida neste capítulo onde o autor fornece os principais dados sobre temperatura, precipitação, ventos e umidade atmosférica. Estes, porém, embora colhidos com bastante critério, pertencem a períodos não superiores a 12 anos, sendo complementados por uma bibliografia sobre a área. São, todavia, importantes do ponto de vista de uma comparação com os dados atuais.

Lindman termina o capítulo sobre a região campestre fazendo uma série de observações ecológicas e um estudo dos diversos órgãos dos vegetais e suas adaptações aos vários fatores expostos no item sobre a metodologia empregada. É uma análise bastante detalhada quanto ao tipo de folhas, pilosidade, inflorescência, órgãos subterrâneos, odor e gosto, exemplificando cada tipo de adaptação.

Finaliza o capítulo definindo a vegetação campestre como possuidora de certo caráter xerófito, tomando o cuidado de explicar o sentido genuíno do termo, como também de assinalar a vegetação de caráter essencialmente higrófito existente na área.

É de se notar, também, a importância das pranchas explicativas, principalmente no que diz respeito às folhas e órgãos subterrâneos.

No capítulo referente às matas do Rio Grande o autor chama a atenção para o fator edáfico que, segundo ele, justificaria a coexistência de matas e campos em áreas próximas.

O estudo é desenvolvido a partir de uma classificação dos tipos de mata, sendo expostas as particularidades de cada um, sempre procurando frisar elementos da metodologia já apresentada:

A — Mata da Fralda da Serra

B — A Mata do Planalto.

Cada tipo de mata é ainda subdividido em vários andares denominados por Lindman de "componentes da mata virgem":

A — Mata alta

B — Mata baixa

C — Vegetação inferior

D — Cipós e epífitas.

Faz uma subdivisão na área da mata do planalto, enfatizando a mata de araucária, conceito considerado válido na época.

Os dados apresentados no capítulo referente às condições climáticas da região florestal são de períodos muito curtos (em torno de 2 anos), servindo apenas como um acréscimo às informações sobre a área.

Dentre as observações ecológicas do autor no que diz respeito à morfologia dos vegetais, o capítulo sobre as matas é o que apresenta menor quantidade de informações, o que é justificado por maior homogeneidade do ambiente das matas em relação ao dos campos. Nota-se, porém, a riqueza de detalhes em relação aos diversos tipos de folhas dos cipós.

Lindman continua a análise das formações por ele consideradas como florestais, estudando os capões (matas em áreas mais úmidas dos campos), a floresta de anteparo (mata galeria), a mata paludosa de certas margens brejosas de rios, esta algumas vezes constituída pela predominância de determinada espécie, e as capoeiras onde são individualizados tipos como a capoeira da queimada ou do descanso, a do terreno velho cultivado, as matas parcialmente transformadas em torno de sítios e cidades e as capoeiras velhas originadas de capões.

O capítulo sobre "Origem e Distribuição da Vegetação" é subdividido em duas partes:

A — Limites Vegetativos

B — Os Limites da Vegetação Sul Brasileira.

O autor inicia a parte referente aos limites vegetativos fazendo uma comparação entre os campos do Sudeste e do Sul do Brasil e uma revisão sobre as origens e causas das diversas formações vegetais.

As hipóteses levantadas adiante para explicar a distribuição entre matas e campos levam o leitor a uma reflexão sobre as razões apresentadas, em face aos atuais conhecimentos sobre o assunto.

Segue-se um questionamento sobre a evolução das formações vegetais, salientando áreas específicas do Brasil Sudeste para estudo comparativo.

Na parte que se refere aos limites da vegetação sul brasileira, Lindman propõe um estudo comparativo entre as classificações didáticas existentes na época e o conhecimento observado *in situ*, expondo e criticando a classificação de Martius.

Em seqüência, é feita uma avaliação das possibilidades de delimitar as áreas florestais e campestres, onde é ressaltada a dificuldade

na caracterização dos limites das áreas de mata, devido à quantidade de espécies que vivem tanto nas matas do Rio Grande do Sul quanto nas tropicais, mais ao norte, já que ele considera as do estado sulino como matas subtropicais.

O autor estuda ainda a continuidade dos campos em áreas adjacentes ao Rio Grande, porém já em território estrangeiro.

Finaliza com um resumo onde é exposta uma síntese das formações vegetais e sua distribuição espacial.

Como apêndice seguem-se duas listas de espécies: a primeira menciona todas as espécies citadas, localizando-as no texto; a segunda fornece os nomes populares locais quando estas espécies os possuem.

Seguem-se ainda dois mapas, destacando-se o primeiro que sintetiza a distribuição geográfica das formações vegetais nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul; o segundo trata-se de um mapa físico da parte leste do Estado sul-rio-grandense.

Logo após é apresentado o capítulo adicional de autoria do Dr. Mário G. Ferri já referido no início deste comentário.

Além de considerável quantidade de conhecimentos que a obra proporciona, ela encerra uma série de informações, digamos históricas, que servem como base para uma reconstituição ecológica e vegetal do Rio Grande do Sul.

Apresentamos a seguir, como exemplo, uma série de matrizes que poderão ser formadas e que sintetizam diversos dados existentes no texto.

MIGUEL GUIMARÃES DE BULHÕES

ELIZABETH PEREIRA QUINTELLA

167

ANEXO I

Informações gerais sobre a vegetação do Rio Grande do Sul

ESPÉCIE	NOME POPULAR LOCAL	FORMAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	OBSERVAÇÕES
<i>Phloxeris portulacoides</i>	—	Litorânea	Praias e dunas	rasteira
<i>Petunia caesia</i>	—	Litorânea	Dunas	rasteira
<i>Lithraea brasiliensis</i>	Pau de bugre aroeira	Litorânea	Restinga	árvore
<i>Lippia canescens</i>	—	Litorânea	Pastos próximos ao litoral	erva baixa
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	Vassoura	Campestre	Sopé, encosta e alto da serra de Tapas	arvoreta
<i>Sotiva sessilis</i>	Roseta	Campestre	Campanha subarbusciva	erva apressa ao chão
<i>Campomanesia cyanea</i>	Araçá rasteiro	Campestre	Campos do Planalto	arvoreta
<i>Cefrela fissilis</i> var. <i>australis</i>	Cedro	Florestal	Matas subtropicais	árvore
<i>Dioscorea Lagoa Santa</i>	Corá	Florestal	Matas subtropicais	cipó
<i>Salix Humboldtiana</i>	Salsa	Florestal	Interior dos capões	árvore

ANEXO 2

Informações sobre a vegetação dos capões

ESPÉCIE	NOME POPULAR	PORTE	LOCALIZAÇÃO	OBSERVAÇÕES
Cedrela fissilis	Cedro	árvore	Interior do capão	mata baixa
Meibomia albiflora	Pega-pegá	erva	Interior do capão	sob a sombra da moita
Mikania scandens	Guaco	cipó	Interior do capão	—
Allophylus edulis	Fruta de pombo	árvore	Borda do capão	árvores isoladas envolvidas por gramíneas e ciperáceas
Ruprechtia laxiflora	Canela branca	árvore	Borda do capão	idem
Stenocalix sp.	Pitangueira	arbusto	Borda do capão	moitas densas

ANEXO 3

Informações sobre a vegetação litorânea

ESPÉCIE	NOME POPULAR	PORTE	LOCALIZAÇÃO	OBSERVAÇÕES
Andropogon leucostachyus	capim-ponta-de-lança	erva	Campos de areia movediça	—
Centella asiatica	—	erva	Campos de areia movediça	Rasteira com folhas e inflorescências ascendentes
Monniera calycina	—	erva	Terrenos limosos ou brejos	Deitada formando tapeta
Poligota paludosa	—	erva	Terrenos limosos ou brejos	Ereta porém débil
Ischaemum Urvileanum	—	erva	Prados uliginosos	Erva baixa
Briza erecta	treme-treme	erva	Dunas	Frutos voadores que se aglomeram nas depressões
Acanthosyris spinescens	sombra de touro	árvore	Restinga	Folhas persistentes e pouco brilhantes

168

ANEXO 4

Informações numéricas sobre espécies analisadas por Lindman

Formações	Número Total de Espécies	Ervas e Subarbustos em Áreas Florestais	Cipós e Trepadeiras	Árvores e Arbustos em Áreas Campestres	Espécies em Áreas Secas	Espécies em Áreas Inundáveis	Espécies em Áreas Arbustivas	Espécies do Campo do Planalto	Espécies Típicas de Capoeira	Espécies Típicas de Capões
Litorâneas	82	—	—	—	36	42	14*	—	—	—
Campestres (exceto litorâneas)	274	—	—	41	—	—	68	65	—	—
Florestais	250	57	58	—	—	—	—	—	48	33

* Já contidas nas áreas secas.

THE GEOGRAPHY OF ECONOMIC SYSTEMS — Brian J. L. Berry, Edgar C. Conkling e D. Michael Ray — Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs — New Jersey — USA — 1976.

Com a finalidade principal de auxiliar os especialistas em Geografia Econômica na melhor compreensão dos diversos sistemas econômicos existentes no mundo atual, a fim de que contribuíssem para o seu aperfeiçoamento, foi elaborado este excelente livro.

Oriunda da experiência consagrada de geógrafos como Brian J. L. Berry, Edgar C. Conkling e D. Michael Ray, titulares da ca-

deira de Geografia nas Universidades de Chicago, Buffalo e Ottawa, respectivamente, a obra acrescenta um valioso subsídio para o confronto de economias diversas, onde o surgimento da "quarta potência", formada pelos países em desenvolvimento, e o terceiro mundo, agrupando os países exportadores de petróleo, veio modificar o panorama econômico mundial.

Sendo esta época de crise galopante, tanto países industrializados como aqueles em fase de expansão estão sofrendo quase os mesmos problemas como crise energética, poluição ambiental, doenças urbanas, desemprego, in-

flação sempre crescente, além dos flagelos que sempre espreitaram a humanidade como guerras, peste e fome.

Esta *congrégie* de aflições constitui uma ameaça à mais tenra esperança de que poderia existir, num futuro não muito distante, uma inigualável prosperidade para todos.

A extensão destes problemas pode ser ampliada pelas novas condições de vida e dada maior imediação pela crescente sofisticação com que os organismos internacionais e nacionais rapidamente analisam tendências e trazem-nas ao domínio público. A compreensão dos amplos princípios gerais da geografia dos sistemas econômicos não mais se baseia no crescimento e eficiência econômica num mercado mundial livre e competitivo.

Há que se levar em conta, também, a política de recursos, os limites do crescimento e as metas e métodos do planejamento econômico, como interesses maiores, dos dirigentes de nações-estados. É ainda necessário reconhecer os padrões globais de interdependência que, por sua complexidade, devem ser também considerados ou então correr-se-á o risco de criar novos problemas que serão piores do que aqueles que se tenta resolver.

Os autores esclarecem que devido à necessidade de compreender as independências espaciais foram elas examinadas, neste livro, através de uma estrutura de sistemas. Definem sistema como sendo uma entidade que funciona como um todo em decorrência da interdependência de suas partes.

Assim, estas partes foram analisadas em doze capítulos organizados sistematicamente e em outros doze regionalmente, onde são exploradas as diversas maneiras pelas quais as partes atuam juntas em diferentes entidades nacionais dentro da economia mundial. Finalizando, os autores reúnem as idéias comuns, com vistas ao crescimento e seus limites numa estrutura mais generalizada da teoria dos sistemas.

O livro inicia seus estudos com uma revisão de seqüência de idéias na Geografia Econômica que são representadas, de uma ou outra maneira, no texto. São elas: a geografia comercial nos últimos anos do século XIX, o conceito de meio ambiente, de diferenciação de superfícies, teoria da locação e a abordagem geral da teoria dos sistemas que envolve tanto a idéia de interdependência como a do comportamento específico da capacidade do homem de produzir e efetuar mudanças. Estas idéias sugerem de imediato questões sobre sistemas de valor e objetivos do planejamento econômico nacional e regional.

São identificados cinco tipos de sistemas econômicos, originados pela natureza da tomada de decisão e da capacidade das lideranças nacionais de controlar e efetuar mudanças: a economia de mercado do *laissez-faire*, o sistema de economia de mercado, de ampla escala, dos modernos estados industrializados, o estado do bem-estar social, o socialista e os diversos grupos de economias do Terceiro e Quarto Mundo que, no entanto, compartilham dos mesmos problemas e peculiaridades.

Os capítulos 2 e 3 tratam dos padrões de população mundial e sua dinâmica; de questões relacionadas ao suprimento mundial de alimento e do complexo de problemas ligados à adequação de subsídios globais de recursos para uma população em crescimento.

Os nove capítulos seguintes ocupam-se em delimitar claramente a natureza de custos e benéficos e as prováveis mudanças nos relacionamentos locais que tais mudanças irão produzir. É necessário para o entendimento deste assunto a compreensão de alguns princípios de Economia e dos processos pelos quais é determinada a utilização da terra; a seleção da localização das indústrias; a ocorrência de comércio e como as hierarquias urbanas determinam a organização espacial dos sistemas econômicos.

169

Os autores entenderam que constituiria um obstáculo à compreensão da geografia dos sistemas econômicos encerrá-lo somente com a discussão destes problemas. Assim, dando seqüência ao assunto, reuniram suas partes numa estrutura de sistemas através dos capítulos 13 ao 24.

Os capítulos 13 e 14 focalizam o período de transição: o primeiro trata da concepção regional (o mecanismo da integração básica da Geografia) e dos tipos regionais dentro do sistema internacional. O segundo se ocupa do paradigma *Heartland-Hinterland*, uma teoria que explica a estrutura regional da economia mundial.

Entre os capítulos 15 e 18 são analisados quatro tipos de economias *heartland* urbano-industriais, mundiais: a do Canadá, onde recursos naturais foram substituídos pela urbanização como alavanca do progresso; a do Reino Unido, cuja posição de liderança mundial foi substituída pelos problemas de ajustamento ao "mini status" à margem de uma Europa Unida; a do Japão, onde o crescimento em espiral de pós-guerra tem sido impulsionado pelas iniciativas tecnológicas, e a da União Soviética, cuja transformação urbano-industrial foi planejada e executada sob a direção, estrutura e metas de um estado socialista.

O capítulo 19 versa sobre a descrição do modelo Denison, que explica as diferenças nas taxas de crescimento de após guerra destas nações.

Com o objetivo de destacar um tipo regional diferente de economia política foi selecionado, em cada um daqueles países, a economia predominante do *laissez-faire* do Canadá, o estado de bem-estar social da Grã-Bretanha, a organização em grande escala, em incorporações, do Japão e a economia socialista dirigida da União Soviética.

Os capítulos 20 ao 23 repetem o processo para um conjunto paralelo de produção de recursos de nações do *Hinterland*: as economias essencialmente dualísticas do *laissez-faire* dos países membros do Mercado Comum da América Central; o estado de bem-estar social da Nova Zelândia; a Indonésia, onde estão sendo feitas tentativas para acabar com o dualismo existente entre culturas tradicionais e o desenvolvimento colonial das ilhas, através de uma organização, em grande escala, de crescimento dirigido de recursos, e a China, cujo planejamento marxista em estilo oriental está gerando uma nova economia espacial.

Através do capítulo 24 vemos o equilíbrio do poder do *Heartland-Hinterland*, na economia mundial, em processo de mudança originado pelos trustes de produtores de recursos no novo Terceiro Mundo e pelas revoluções políticas no Quarto Mundo — duas formas diferentes de uma contínua revolução do proletariado externo.

Finalmente, o capítulo 25 abrange um complexo de questões relacionadas com o crescimento econômico, suas conseqüências e limites. São analisados os diversos tipos de crescimento; as diferenças mundiais de *Heartland-Hinterland* são colocadas dentro do contexto de revolução industrial e difusão de inovações e é reavivado o debate sobre os limites do crescimento.

São também comentadas opiniões de autoridades no assunto, como Everett Hagen, Charles Reich, os autores pertencentes ao Clube de Roma e a teoria de Malthus.

Sem se filiar a nenhuma dessas opiniões, os autores deste livro apresentam teorias-chaves, fatos essenciais e problemas críticos da Geografia defrontados pelos nossos sistemas econômicos.

Como toda cultura e época têm a sua própria imagem do futuro, com suas esperanças e expectativas, ideais e aspirações, esta obra pretende fornecer subsídios para que cada nação possa atingir seus plenos objetivos de progresso através da melhor compreensão da geografia dos sistemas econômicos.

MIGRACIONES INTERNAS — TEORIA, MÉTODO E FACTORES SOCIOLÓGICOS — Juan C. Elizaga e John J. Macisco Jr. — Edição do Centro Latino-Americano de Demografia — Santiago do Chile — 1975 — 615 páginas.

Especialistas em migrações analisam, nesta obra, a linguagem, os conceitos e definições básicas e os problemas metodológicos que envolvem o tema. Tratam dos diversos fatores que influem sobre as migrações, abordam as migrações seletivas e diferenciais da adaptação ao meio.

O CELADE, que considera esta obra a mais importante já publicada na América Latina, informa que os artigos selecionados foram originalmente escritos em inglês e representam uma mostra equilibrada das mais importantes contribuições no campo da demografia. A publicação vem acrescentar importante subsídio à bibliografia técnica em espanhol sobre as migrações internas e representa um verdadeiro manual para estudantes, professores e pesquisadores.

PAÍSES Y CIUDADES — COMPARACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA EL CRECIMIENTO URBANO — Lloyd Rodwin — Tradução: Angélica Gorodischer — Edição da Sociedad Interamericana de Planificación (SIAP) — Buenos Aires — 1972 — 490 páginas.

O autor baseia seu estudo na análise de cinco países de características diferentes: Venezuela, Turquia, Grã-Bretanha, França e Estados Unidos, vinculando-a aos problemas instáveis do desenvolvimento urbano, que têm sido objeto de preocupação e debates. Analisa, para cada caso que ilustra, um aspecto particular do crescimento urbano planificado, a evolução das políticas adotadas, dos objetivos que perseguem, dos métodos empregados e das diferenças entre os programas apresentados.

Ao expressar sua opinião sobre o crescimento urbano, Rodwin afirma que "um país que embarca em uma estratégia de crescimento urbano deve decidir imediatamente quanto às regiões apropriadas para esse desenvolvimento". O autor é professor do Departamento de Planejamento de Estudos Urbanos e Regionais; além de várias obras, Rodwin atua também como consultor em organizações internacionais (OEA, OECD, AID). A SIAP, que publicou este trabalho, é um organismo das Nações Unidas.

EL ESTUDIO DE LA POBLACIÓN — Philip M. Hauser e Otis Dudley Duncan

— Tradução: Jorge Hechen (*estatístico matemático*) — Edição do Centro Latino-Americano de Demografia — Santiago do Chile — 1975 — 1.210 páginas.

Esta obra data de 1959, editada pela Universidade de Chicago, onde os dois autores a publicaram com o título *The Study of Population: an Inventory and Appraisal*, em 1962, pela primeira vez; fora traduzida para o castelhano pelo Instituto Interamericano de Estatística e, por se ter esgotado a edição em castelhano, o Centro Latino-Americano de Demografia (CELADE) reeditou a obra em três volumes, com quatro capítulos.

Em uma época de avanços científicos, muito procurada por estudantes de demografia e especialistas em Ciências Sociais e por não existir outra obra semelhante, fora a justificativa encontrada pela CELADE para a reedição da obra, que se divide nos seguintes capítulos: *A Demografia como Ciência, Desenvolvimento e Estado Atual da Demografia, Elementos de Demografia e Estudo de Populações em Diversas Disciplinas*.

O volume I é composto de dois capítulos: no primeiro é analisada a demografia quanto aos aspectos em relação à natureza, dados e métodos, como corpo de conhecimento e como profissão; esta análise é de Hauser e Duncan, enquanto que outros autores mostram, no segundo, a demografia em diversos países, sendo que no Brasil o estudo da demografia é feito por Giorgio Costanzo. Já no volume II, nos "Elementos de Demografia", são apresentados, quanto aos dados demográficos do mundo, composição e distribuição da população, fecundidade, mortalidade, reprodução da população, migração interna e internacional, estatística da família, população e economicamente ativa e os recursos naturais; enquanto que no volume III os especialistas fazem uma análise profunda da demografia em relação a outras ciências: ecologia, geografia, antropologia física, genética, economia e sociologia.

Este trabalho de profundidade, que levou três anos para ser elaborado, reúne especialistas, na sua maioria norte-americanos, e é considerado no campo da demografia um dos melhores estudos já feito nos últimos tempos. Com mais essa edição em castelhano todos têm nesta obra um bom material de pesquisa.

A HUMANIZAÇÃO DO MEIO AMBIENTE — Simpósio do Instituto Smithsonian (EUA) — Tradução: Regina Pinto Zingoni — Editora Cultrix — São Paulo, 1968, 242 páginas.

Este estudo preocupa-se com a relação homem-ambiente e do que pode ser feito no sentido de melhorá-la. Para isso uma equipe de especialistas, incluindo-se administradores, sociólogos, urbanistas, historiadores, economistas, arquitetos, antropólogos e ecologistas, elaborou pareceres relativos aos princípios que deveriam orientar o desenvolvimento do meio ambiente físico do homem. Os ensaios de maior interesse nessa área de estudo são: tecnologia e filosofia moral, história natural do urbanismo, relações entre arquitetura e instituições sociais, conceito de lugar no planejamento ambiental, administração prudente da terra, ideais bucólicos e angústias humanas, feiúra e desumanidade das cidades modernas, perspectivas da engenharia ambiental, conservação dos bens culturais, espoliação da natureza e administração da biosfera, adaptação e interação entre o homem e seu meio ambiente.

Neste campo de atuação o livro dá a todos os leitores uma visão da problemática do mundo e do tempo em que vivemos, com o que nos defrontamos de maior importância no nosso dia-a-dia.

WEATHER FORECASTING FOR AGRICULTURE AND INDUSTRY — James A. Taylor — David & Charles Limited — Inglaterra — 1972 — 250 páginas.

Esta obra foi editada com base em estudos realizados no Simpósio da University College of Wales, Aberystwyth, Inglaterra, onde fizeram parte dezessete estudiosos, sendo o professor Taylor o organizador desta obra.

O livro dá maior ênfase ao estudo da previsão meteorológica de longa extensão na pesquisa agrícola, não se esquecendo, portanto, das previsões de climas urbanos conseqüentes do processo de desenvolvimento — previsão de demanda de eletricidade e atividades turísticas.

Dividido em dezessete capítulos, com os textos ilustrados com mapas e diagramas, este estudo apresenta verdadeira análise do valor e uso dos prognósticos do tempo para as necessidades sociais e econômicas.

SOCIETY AND POPULATION — David M. Heer — Prentice-Hall — New Jersey — 1968 — 118 páginas.

O autor procura desenvolver um estudo sobre a população dos "estados-nação" e do "mundo" como um todo, considerando que nenhuma experiência é feita para se estudar a estrutura populacional e dinâmica com outros tipos de sistemas sociais. O livro não

trata das camadas sociais e, conseqüentemente, não aborda tópicos como a segregação residencial de brancos e negros de cidades americanas.

Composto de três partes: "O quadro da população mundial", "Processo populacional" e "População e estrutura social", o autor analisa as duas estruturas de estudo (crescimento e história) da população, a distribuição geográfica da população, mortalidade, fertilidade, migrações, composição de idade e sexo (determinantes e conseqüências), crescimento populacional e desenvolvimento econômico, a

população e o poder político e a legislação da população e política.

Determinar quais são as importantes perguntas de interesse da população e dar idéia de quanto lugar existe para pesquisa significativa do futuro, foram preocupações do autor ao estudar a viabilidade da obra, que pretende revelar tanto as maneiras pelas quais um conhecimento da população é importante, para um estudo próprio da Sociologia, quanto para ajudar a explicar as "causas" e "efeitos da explosão populacional atual".

CNPq promove ampliação da gravimetria no País

IX Conferência Cartográfica Internacional

Estudo da Bacia Sedimentar do Jatobá

Inventário Hidrológico do Nordeste

Mapeamento do Estado de Minas Gerais

Noticiário

173

CNPq promove ampliação da gravimetria no País

O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico — CNPq — promoveu debates sobre assuntos relativos à ampliação da *rede gravimétrica do Brasil*, considerada, ainda hoje, “um grande vazio”, no que se refere à rede mundial, coordenados pelo prof. Luís Muniz Barreto, diretor do Observatório Nacional e pelo eng.º Dorival Ferrari, Superintendente de Geodésia do IBGE. Ao CNPq foi sugerido fomentar a execução da rede gravimétrica nacional e a desenvolver, em todos os níveis, a gravimetria no País, com a finalidade de adequar as necessidades de seu desenvolvimento científico e tecnológico.

Das *estações brasileiras de gravimetria* a Petrobrás, segundo Muniz Barreto, possui cerca de 351 mil, concentradas nas bacias sedimentares; o Observatório Nacional e o IBGE, 10 mil.

As Universidades de São Paulo, Pará e Bahia, através de seus Institutos de Geociências e de Geofísica, informaram ao plenário sobre as pesquisas em gravimetria realizadas em diferentes áreas do território brasileiro, para fins de prospecção de água subterrânea, mi-

neração ou para servir de base à compreensão de suas estruturas geológicas.

Participaram do evento os principais especialistas das áreas de geofísica e geodésia do País, como: — prof. Luís Muniz Barreto, Rogério de Carvalho Godoy e Augusto César B. Pires (Observatório Nacional); eng.º Dorival Ferrari (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística); prof. André Divino e Denizar Blitzkow (Universidade de São Paulo); prof. Camil Gemael (Universidade Federal do Rio de Janeiro); Henrique Araújo (Instituto Militar de Engenharia); Rudi Luís Lenagler (Petrobrás); José Seixas Lourenço (Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais) e Carlos Alberto Dias (Universidade Federal da Bahia).

IX Conferência Cartográfica Internacional

O Comitê Nacional dos Estados Unidos da Associação Cartográfica Internacional e a Divisão Cartográfica do Congresso Americano sobre Levantamento e Mapeamento estão organizando a IX Conferência Cartográfica Internacional, que terá lugar na Universidade de Maryland, College Park, Md, entre 26 de julho e 2 de agosto de 1978.

O programa e as explicações focalizarão cinco temas:

I — a automatização na cartografia;

II — a percepção e desenho de mapas;

III — a cartografia nas nações em desenvolvimento;

IV — a percepção remota — hoje e amanhã;

V — a cartografia dos oceanos e das cartas.

Serão oferecidas excursões técnicas a muitos dos centros próximos da produção e investigação e ao Centro Goddard de Vuelos Espaciales.

Para maiores esclarecimentos escrever para:

Chairman, Organizing Committee

IX Internacional Cartographic Conference

210 Little Falls St. Falls Church, VA 22046. USA.

Estudo da bacia sedimentar do Jatobá

A SUDENE, por intermédio da Divisão de Estudos Integrados do Departamento de Recursos Naturais, desenvolve, com a cooperação de técnicos da OEA, levantamentos na bacia sedimentar do Jatobá, no sertão de Pernambuco, visando ao aproveitamento racional dos seus recursos hídricos, dando ênfase às águas subterrâneas.

A REGIÃO — Situada nas divisas de Pernambuco, Alagoas e Bahia, a bacia do Jatobá ocupa uma área de 6.000 km² aproximadamente, abrangendo os municípios de Buique, Ibirimir, Inajá, Floresta, Petrolândia, Tacaratu e Tupanatinga que, na classificação do IBGE, pertencem às regiões homogêneas de Arcoverde e vales do Moxotó e São Francisco.

Com uma população de 132.000 habitantes, de acordo com o censo de 1970, a principal atividade da área em questão é a agropecuária, registrando-se, contudo, 74 pequenas uni-

dades industriais, com predomínio quase absoluto de produtos alimentares. A comercialização dessa produção é quase totalmente feita dentro da própria região, sendo irrelevantes as exportações que eventualmente ocorrem.

Os estudos da bacia do Jatobá incluem também levantamentos socioeconômicos além da coleta de informações sobre hidrologia, pedologia e meteorologia. Fazem parte da linha de ação da SUDENE, empenhada que está no aproveitamento integrado dos recursos hídricos do Nordeste.

Inventário Hidrológico do Nordeste

A Divisão de Hidrologia do Departamento de Recursos Naturais, órgão vinculado à SUDENE, concluiu o Inventário Hidrológico do Nordeste idealizado em 1965 com a finalidade de identificar áreas possuidoras de recursos hídricos capazes de atender a programas de irrigação.

Os estudos objetivaram não somente estabelecer uma política de exploração das águas subterrâneas como também dar um tratamento mais adequado aos recursos hídricos da região, compreendendo a coleta de informações sistemáticas das disponibilidades de águas subterrâneas, com vistas a avaliar as potencialidades dos sistemas aquíferos, como a vazão do escoamento natural, o volume de recarga e a qualidade química da água.

A área em questão, abrangendo 360 mil quilômetros quadrados do sul da Bahia e norte de Minas Gerais, está incluída no Polígono das Secas.

Mapeamento do Estado de Minas Gerais

A Fundação IBGE e a Secretaria de Ciências e Tecnologia do Estado de Minas Gerais assinarão convênio para o mapeamento de todo o território mineiro, usando o processo da aerofotogrametria, num prazo de dois anos. O convênio prevê para 1979 a conclusão do mapeamento topográfico em duas áreas que totalizam 171.750 quilômetros quadrados.