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

Boletim Geográfico 258/259

jul./dez. de 1978 — ano 36

1 — O ESPAÇO DO GEÓGRAFO
2 — CONTRIBUIÇÃO PARA A IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS PADRÕES DIFERENCIADORES DO USO DA TERRA COM LAVOU- RAS E REBANHOS NO SUDESTE DO BRASIL
3 — LÓGICA E SISTEMÁTICA NA ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE FOTOGRAFIAS AÉREAS EM GEOLOGIA
4 — CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA IMPORTÂNCIA DA GEOMOR- FOLOGIA NO MANEJO AMBIENTAL
5 — CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA EROSÃO DOS SOLOS AGRÍ- COLAS NO BRASIL
6 — EFEITOS TOPOGRÁFICOS SOBRE ONDAS ESTACIONÁRIAS NO HEMISFÉRIO SUL
7 — ALELOPATIA E DEFESA EM PLANTAS
8 — BIBLIOGRAFIA
9 — NOTICIÁRIO
10 — LEGISLAÇÃO 1

Boletim geográfico / Fundação Instituto Brasileiro de Geografía 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

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

Variações na denominação do editor : Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Conselho Nacional de Geografia, Secção Cultural, 1943-1954. — Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Conselho Nacional de Geografia, Divisão Cultural, 1954-1967. — Fundação Instituto Brasileiro de Geografia, Divisão Cultural 1967-1969. — Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 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.

Geografia — Periódicos, I. IBGE.

IBGE. Biblioteca Central RJ → IBGE/78-19

CDD 910.5 CDU 91(05)

sumário

O ESPAÇO DO GEÓGRAFO	H. ISNARD	5				
CONTRIBUIÇÃO PARA A IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS PADRÕES DIFERENCIADORES DO USO DA TERRA COM LAVOURAS E REBANHOS NO SUDESTE DO	•					
BRASIL	IEDA RIBEIRO LÉO LUIZ ALBERTO DE C. DO NASCIMENTO TELMA SUELY A. DE C. SENRA	17				
LÓGICA E SISTEMÁTICA NA ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE FOTOGRAFIAS AÉREAS EM	DALILO OFCAD COADEC					
GEOLOGIA	PAULO CESAR SOARES ALBERTO PIO FIORI	35				
CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA IMPORTÂNCIA DA						
GEOMORFOLOGIA NO MANEJO AMBIENTAL	ANTÔNIO JOSÉ TEIXEIRA GUERRA					
CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA						
EROSÃO DOS SOLOS AGRÍCOLAS NO BRASIL	ANTÔNIO JOSÉ TEIXEIRA GUERRA					
	WILSON DUQUE ESTRADA REGIS NEIDE OLIVEIRA DE ALMEIDA					
EFEITOS TOPOGRÁFICOS SOBRE ONDAS ESTACIONÁRIAS NO	IRACILDE MOURA FÉ LIMA	68				
HEMISFÉRIO SUL	RUBENS LEITE VIANELLO	79				
ALELOPATIA E DEFESA EM PLANTAS	ZÉLIA LOPES DA SILVA	90				
BIBLIOGRAFIA	Economia Regional — Textos escolhidos — Organizado por					
	JACQUES SCHWARTZMAN	97				
NOTICIÁRIO	Fotos de satélites mostrarão todo o vale do São Francisco	99				
	SUDAM e CNPq intensificam medidas de pre- servação da flora amazônica	99				
	Instruções reguladoras de aerolevantamentos	100				
LEGISLAÇÃO	Projeto de lei dispõe sobre exploração de jazi- das minerais	101				
Bol. Geogr. Rio de Janeiro A	no 36 n.º 258/259 p. 1-102 jul./dez.	1978				

Este é o último número do **Boletim Geográfico**, cuja matéria passa, a partir de agora, a ser incorporada à **Revista Brasileira de Geografia**.

O principal objetivo desta integração é o de oferecer um corpo unificado de trabalhos de pesquisa, comunicações, revisão bibliográfica e comentários, que dêem ao leitor uma visão global do estágio dos conhecimentos e das tendências da ciência geográfica.

O **Boletim Geográfico** cumpriu um importante papel na literatura especializada em nosso País, não só na divulgação de assuntos especiais, como também de noticiário, legislação e mesmo transcrições de trabalhos publicados em outras obras do gênero, nacionais e estrangeiras.

A incorporação do material científico do **Boletim** na **RBG** não deve ser encarada como término de uma missão ou desaparecimento de uma publicação especializada, mas sim como seu revigoramento em outro periódico muito mais completo e com campo de ação muito mais ampliado.

Embora considerando válidas as afirmativas de outros estudiosos da ciência geográfica a respeito do tema "a geografia precisa definir sua concepção do espaço a fim de afirmar a sua especificidade", H. Isnard, da Universidade de Nice, França, aprofundou-se em novos conceitos sobre o assunto, concentrando sua análise em quatro aspectos principais do espaco geográfico: gênese, definição, estrutura e relações. A matéria foi traduzida com autorização de Annales de Géographie, Mars-Avril, 1975 - LXXXIV année - Paris. Franca.

O Espaço do Geógrafo

H. ISNARD da Universidade de Nice, França

Como fizeram as diferentes disciplinas que compõem as ciências humanas, a geografia precisa definir sua concepção do espaço a fim de afirmar a sua especificidade. Se existe um espaço social, um espaço mental, um espaço econômico, o que é o espaço para o geógrafo? Outros já responderam antes de nós. Contentar-nos-emos em fornecer nestas páginas algumas reflexões.

1. A GÊNESE DO ESPAÇO GEOGRÁFICO

Por definição, a geografia trata do espaço terrestre que é o próprio objeto de suas pesquisas. Desta evidência ninguém duvida, mas trata-se de que espaço?

Se fossem espaços naturais, ou no próprio sentido da palavra, originais, seu estudo pertenceria, sem dúvida, somente à ecologia, que compete definir e analisar os ecossistemas, nascidos da auto-organização de uma comunidade de seres vivos, dentro de um meio físico. Mas os espaços naturais se extinguiram, com exceção de poucos exemplos: em quase todos os lugares a ação humana atuou sobre os ecossistemas, acionando processos de transformação, e até mesmo de degradação, que romperam o equilíbrio espontâneo.

Não se trata de opor o homem à natureza: o homem está dentro da natureza, onde introduziu a desordem para instaurar sua ordem. Onde quer que intervenha leva consigo as suas regras

sem se deter face à resistência e à reação de forças mal controladas.

Mas, por fim, ele substitui os ecossistemas por geosistemas numa ordem que revela sua presença.

A geografia não é, pois, como se diz frequentemente, o estudo das relações entre o homem e o meio. É o homem quem tem a iniciativa.

Certamente não se negará aqui a validade de uma ecologia do homem, "considerado como um organismo vivo submisso a determinadas condições de existência que reage aos estímulos recebidos do meio natural" (Max Sorre); não se negará principalmente a influência do clima, dos complexos patogênicos... mas este é o campo das ciências biológicas, não da geografia.

Para manter sua credibilidade, a geografia deve limitar-se ao seu próprio objeto, que é a organização do espaço pelo homem.

Este domínio não pode ser contestado, pois ele a classifica entre as ciências humanas ao lado da antropologia, da sociologia e da economia; esta especificidade lhe permite participar em qualquer atividade de organização regional.

Por organização deve-se entender uma preparação do espaço. Toda organização supõe uma matéria-prima, uma finalidade e meios de ação.

O espaço é a matéria-prima, uma matéria-prima complexa, organizada como um todo pelas relações necessariamente estabelecidas entre seus elementos constitutivos; uma matéria-prima frágil, porque qualquer coisa que atinja um de seus componentes acarreta a desordem dentro da totalidade; uma matéria-prima que perdeu suas características originais no curso de uma ação humana milenar.

O conhecimento do espaço resultou primeiramente da prática empírica: os camponeses avaliavam a fertilidade de suas terras pela cor e vegetação; a experiência lhes revelava, através de certos indícios, quando iria chover ou nevar. Daí em diante muitas disciplinas participam do estudo do espaço: a morfologia, a climatologia, a botânica, a pedologia, nas quais convém que o geógrafo seja iniciado, porque delas irá depender o conhecimento das características do meio, sobre o qual a ação humana é exercida.

Os animais e as plantas tiram diretamente de seu *habitat* aquilo que é necessário à sobrevivência. Da mesma forma o fizeram os homens que viviam do extrativismo, da caça e da pesca.

A crescente complexidade das sociedades exigiu uma atuação mais profunda sobre o espaço; com a agricultura nasceu a organização, que em seguida se estendeu, cada vez mais rapidamente, à quase totalidade da superfície terrestre, a ponto de só deixar subsistir, isoladamente, algumas reservas naturais mais ou menos intactas. A grande aventura humana sobre a terra foi a de ter reformulado, em definitivo, o espaço a partir de modelos diferentes dos ecossistemas originais, substituindo a necessidade pela intencionalidade.

A organização do espaço obedece a uma finalidade que fixa uma meta para a ação humana: assegurar sua vida e a de seus descendentes, e atender às crescentes necessidades, sempre diversificadas. Exigiu-se que o espaço, matéria-prima mais ou menos maleável, se curvasse a todas as exigências, se prestasse aos cálculos e aos projetos mais audaciosos, saídos da imaginação humana. À realidade objetiva do espaço natural se opõe, assim, a realidade projetiva do espaço geográfico.

A organização do espaço se inicia modestamente, sendo primeiramente o resultado empírico de experiências múltiplas, malogradas, de repetições sucessivas, realizados através de geracões, com perseverança e observação, antes de se chegar a uma solução que, obtida a duras penas, faz com que os homens a ela se prendam religiosamente, por medo de que a inovação incontrolada conduza à desordem. Tal nos parece o processo que estruturou o vale do Nilo, ou ainda o que organizou as comunidades econômicas dos grandes deltas do Sudeste da Ásia, baseadas na exploração da abundância hídrica.

Mas a organização pode também resultar na execução de um modelo concebido para atender a uma meta previamente estabelecida. A planificação do espaço não é uma política das sociedades modernas: ela vem sendo realizada ao longo da história. Basta evocar aqui o empreendimento dos reis de Mérina, que lutaram deliberadamente durante mais de três séculos para transformar os pântanos repulsivos da bacia de Tananarive em fértil planície, onde as águas, controladas por um sistema de diques e canais, asseguram a irrigação para a exploração de arrozais em lotes individuais pelas populações das aldeias. Trata-se da aplicação, em Madagáscar, de um modelo asiático de organização introduzido pelos imigrantes originários da Indonésia.

Entretanto, hoje, é evidente que a ação humana, mais voluntária e racional, recusando-se a confiar em práticas empíricas, recorre, cada vez mais, à planificação que liga o desenvolvimento econômico e a organização do espaço.

A transformação de uma matéria-prima em produto elaborado supõe a intervenção de meios de ação que, durante muito tempo consistiram principalmente na mobilização da força de trabalho humana. O trabalho obrigatório, instituído pelo poder real, forneceu a abundante mão-de-obra necessária às grandes obras de terraplenagem exigidas para a recuperação das planícies de Tananarive. Ainda hoje as gigantescas obras de remodelação do território chinês são realizadas por inúmeros trabalhadores, agrupados em equipes.

Evidentemente que, desde cedo, o homem aprendeu a construir ferramentas e máquinas, que não apenas poupavam, mas que também decuplicavam suas forças. O fato é por demais conhecido para que seja necessário repeti-lo; lembraremos apenas a extraordinária eficácia do material hoje utilizado no nivelamento do solo, arrasamento de colinas, perfuração de túneis, abertura de estradas, construção de imóveis.

Já não bastam os investimentos de trabalho, pois daqui em diante a organização planificada exige o investimento de vultosos capitais. Estes capitais são mais rapidamente aplicados à medida que as operações fundiárias proporcionem lucros geralmente superiores aos juros médios.

O espaço tem sido sempre disputado entre os homens, sendo uma das matérias-primas muito solicitadas pela colonização. Nas grandes extensões teve que se submeter a uma remodelagem para atender às exigências de seus novos ocupantes: em um período de aproximadamente meio século todos os traços de ocupação indígena desaparecem da planície argeliana de Mitidja que, passando às mãos dos europeus é ocupada por domínios vitícolas, aldeias, estradas, à semelhança das planícies do Midi, da França.

Com o surgimento das sociedades modernas a produção e a utilização do espaço crescem, chegando até ao desperdício; o espaço não é mais um bem a ser utilizado e sim uma mercadoria que se presta a toda sorte de proveitosas especulações. Os tipos de organização que ele recebe se diversificam para atender às novas necessidades, como podemos reconhecer ao compará-los com os recursos limitados de organização com que as sociedades do passado se satisfizeram durante longo tempo. A matéria-prima não sendo inesgotável, é necessário ir além do espaço agrícola, mudar seu objetivo e reestruturá-lo para adaptá-lo às novas necessidades, que surgem incessantemente. As cidades se desenvolvem em detrimento de seu cinturão verde, que vai dando lugar aos bairros, aos parques, aos estádios, às zonas industriais, às vias de grande circulação, e aos aeródromos. As autopistas abrem extensos e largos espaços através dos campos e das florestas. As guarnições militares se instalam em campos distantes, onde a vida moderna hesita em penetrar.

Hoje o aproveitamento do espaço rural duplica com o desenvolvimento desenfreado da economia do lazer. Os cidadãos constróem casas de campo nas aldeias ou em terrenos subtraídos às culturas; a estações de esporte de inverno acabam com as pastagens das encostas montanhosas; as construtoras estendem ao longo do litoral seus muros de concreto: na Costa Brava compram, a qualquer preço, propriedades agrícolas à beira-mar, nas quais constróem edifícios de má qualidade, alugados depois aos turistas a preços exorbitantes. O semanário espanhol "Europeo" indaga o que acontecerá aos filhos dos camponeses, futuramente sem terras, e de onde virão o trigo e as frutas.

2. DEFINIÇÃO DO ESPAÇO GEOGRÁFICO

Estas breves indicações sobre a gênese do espaço geográfico tiveram como único objetivo chegar a uma definição. O centro das preocupações do geógrafo é a análise e a definição do espaço organizado pela ação humana. A "natureza" fornece a matéria-prima maleável, mais ou menos rica em possibilidades; mas sem a ação humana só haveria sobre a terra ecossistemas necessariamente determinados pelas leis de organização biológica. Um espaço geográfico é totalmente diferente de um ecossistema na medida em que é administrado pelas mãos do homem. É uma matéria-prima elaborada que já perdeu as características de seu estado natural, sendo transmitida através das gerações que nela projetam suas próprias transformações.

A organização de seu território é um dos objetivos que toda organização social se propõe a atingir: ela é conduzida pelos homens associados em seus esforços de produção. Toda a sociedade participa da criação de seu espaço. Nele emprega todos os meios de ação que seu estágio de civilização permite: a força de trabalho de seus homens, a engenhosidade de suas técnicas, o apoio de suas crenças, de suas esperanças, de suas ambições. Sociedade e o espaço geográfico obedecem à mesma racionalidade. Esta é, sem dúvida, a razão pela qual, situados em condições naturais idênticas, os homens organizam diferentes espaços: neles as civilizações tradicionais projetam suas preocupações sociais; as civilizações industriais, seus imperativos econômicos. Explorando possibilidades que os indígenas desconheciam, a colonização conseguiu justapor esses dois tipos de espaço, inspirada em racionalidades diferentes; ou melhor, introduziu a dualidade no seio das comunidades. Nada é mais significativo que o exemplo da região de Betsimisaraka, em Madagáscar: a administração obrigou os montanheses a estabelecerem aldeias permanentes nos vales, à beira das estradas, perto das plantações de café; mas é nas colinas densamente arborizadas que a etnia mantém suas paisagens específicas, onde cada linhagem tem seu Tavy coletivo, suas habitações familiares espalhadas pelas culturas de arroz, sobre queimadas, seu túmulo ancestral e seu rebanho bovino comunitário. Daí resulta uma estrita dicotomia no desenvolvimento da vida social.

O espaço geográfico, criação contínua da sociedade, é um produto social que, de geração em geração, se reproduz e se adapta.

Comandando a ação criativa dos homens, há uma intenção coletiva a ser realizada: o espaço organizado entrega a quem sabe observá-lo a chave-mestra de sua estrutura: descobri-la é penetrar na explicação geográfica.

Como toda obra exprime a personalidade de seu autor, o espaço modelado à imagem da sociedade reflete suas características específicas: ele é a projeção dessa sociedade no solo. Desse modo, a sociedade e seu espaço constituem um todo indissociável, em um sistema de interações, onde a sociedade se forma, criando o espaço. Aqui se faz necessária a análise de exemplos precisos que nos serão emprestados pela África Ocidental.

Os Toffinnu constituem uma etnia do Dahomey estabelecida em sociedade lacustre, no meio do lago Nokoué: habitam cabanas sobre estacas, utilizam cercados feitos de ramagens para atrair os peixes, canoas feitas de um só tronco escavado, velas e pequenos remos livres para impulsioná-las. Distinguemse dos agricultores que ocupam as margens do lago, os Aguenu, por tudo aquilo que define a especificidade étnica.

Ora, as tradições revelam que os Tofinnu são antigos agricultores que, fugindo dos caçadores de escravos, se refugiaram, em meados do século XVIII, no lago Nokoué. Tiveram que criar e organizar uma nova cultura: os esforços desenvolvidos em conjunto para viver e sobreviver, a elaboração coletiva de técnicas de pesca, vocabulário, instrumentos, procedimentos, ritos, todo o savoir-faire. Em resumo, a criação do espaço reuniu os homens em um sistema sócio-cultural complexo de solidariedades, de onde nasceu a etnia Tofinnu.

Basta lembrar agora, resumidamente, como os mesmos processos deram origem à etnia Baga nos *Rivières du Sud*, estes fugitivos que haviam escapado do norte durante os ataques dos Fulani, no século XVII, foram obrigados a inventar uma nova técnica de organização do espaço, de onde surgiu a rizicultura em *polders*.

É, sem dúvida, esta estreita identidade entre o homem e seu espaço que explica, em grande parte, o apego ao solo, e até mesmo o patriotismo.

Se sociedade e espaço são solidários dentro de um mesmo sistema de autoregulamento, é evidente que qualquer modificação em um deles acarreta no outro uma modificação destinada a restabelecer o equilíbrio comprometido. Dos dois termos do conjunto, qual o mais susceptível de evolução?

O espaço pode sofrer mutações bruscas, como os tremores de terra, as erupções vulcânicas, as inundações, ou lentas, como as oscilações climáticas: é provável que o Sahel africano sofra, hoje, uma aridez crescente, que promove a degradação das atividades agropastoris de seus habitantes.

Mas, na maioria das vezes, é a ação humana que põe em questão a ordem sobre a qual se fundamenta a simbiose da sociedade e de seu espaço. As práticas que dependem de uma economia destrutiva podem desencadear a degra-

dação das forças produtivas do meio: a ruína da civilização Maia pode ser atribuída, em grande parte, ao esgotamento dos solos submetidos ao sistema da Milpa, que não podia suportar uma densidade demográfica muito elevada John Steinbeck, em *As Vinhas da Ira*, menciona esta evolução regressiva, provocada no oeste dos Estados Unidos por uma exploração imprudente que expôs os solos à erosão eólica.

Toda transformação da sociedade no curso de sua história conduz a uma correspondente transformação na organização do espaço; a revolução na Europa oriental não somente destruiu as estruturas sócio-econômicas como refez inteiramente a Geografia. Ao contrário, quando a colonização, para se implantar, anexa e organiza uma parte do espaço, a criação de cidades, de plantações, de centros de extração mineira, de vias de comunicação, provoca o enfraquecimento da sociedade indígena: O surgimento da classe assalariada, da moeda, do comércio, solapa o antigo sistema de valores.

Desse modo, a sociedade e o espaço evoluem segundo uma diacronia paralela. A cada geração humana corresponde uma geração espacial: seria interessante reescrever a história, reconstituindo a cadeia das transformações da Geografia. Nela veríamos que uma organização do espaço desaparece lentamente, enquanto outra vai tomando o seu lugar: esta é a razão pela qual, em dado momento da evolução, um espaço geográgico pode apresentar uma composição poligênica.

Como exemplo temos as paisagens da baixa Provença, com seus povoados situados em lugares elevados, seus terraços dispostos em degraus no flanco das colinas, suas casas de amoreiras delimitando as propriedades. Paisagens semi-arruinadas, invadidas pela vegetação selvagem e corroídas pelo tempo.

Inertes. Anacrônicas em relação à era das autopistas indiferentes ao meio ambiente. Anacrônicas ou em vias de ressurreição, desde o início da era das casas de campo, que aí virão despertar a vida?

O espaço, como dissemos, é uma matéria-prima que a ação humana modela de acordo com suas necessidades. Diferencia-se das outras matérias-primas pelo fato de que, após o uso, ele é recuperável, dispondo-se a novas combinações. Mas o crescimento exponencial da população poderá torná-lo uma matéria-prima cada vez mais rara, o que provavelmente conduzirá a uma ávida disputa entre os homens.

3. A ESTRUTURA DO ESPAÇO GEOGRÁFICO

Uma vez definido o espaço geográfico, é necessário que penetremos na intimidade da sua organização, e, antes de tudo, que precisemos suas relações com o espaço natural. Este apresenta um certo número de características que o homem utiliza segundo seus objetivos e o estágio de suas técnicas para fixar sua ação sobre o meio. Com alguns exemplos esclareceremos o assunto. A civilização mediterrânea se desenvolveu no quadro geográfico de um mar interior cercado de altas montanhas. As facilidades de navegação de uma margem a outra multiplicaram as trocas de toda natureza entre as cidades estabelecidas em acrópoles, na costa marítima ou em suas proximidades, em posição defensiva, mas abertas para o exterior, essas cidades foram desenvolvidas até a dimensão de capitais de impérios. No passado, protegidos em suas aldeias situadas em lugares elevados, os homens transformaram as encostas médias das montanhas em terraços de culturas, as planícies baixas em pastos de inverno e os prados elevados em pastos de verão, segundo a alternância das estações da chuva e da seca. Certamente é grande o contraste entre os litorais urbanizados e as montanhas agropastoris. Mas tanto em uns como noutros os seres humanos são sociáveis, expansivos, hábeis, produto de uma civilização que soube tirar partido de seu espaço.

Mas o mundo mediterrâneo acompanhou com dificuldade o curso da história, cujo centro de gravidade se transferira para o noroeste da Europa: a adaptação exigia uma outra utilização do meio. Atraídos pelos grandes eixos de circulação, os povoados invadem as planícies preparadas para culturas irrigadas, vinhedos, pomares, destinados aos mercados. As iniciativas estrangeiras exploram suas riquezas minerais e sua posição de encruzilhada entre três continentes: abre-se, assim, a fase atual de industrialização, que multiplica as implantações petrolíferas e siderúrgicas às margens do Mediterrâneo.

Especulando sobre a amenidade do clima e a beleza das paisagens, o capitalismo imobiliário enche o litoral de belas residências, de centros de diversão, de hotéis de luxo, de *campings*, para uma clientela de milhões de turistas gerados pela sociedade de consumo.

No baixo Languedoc a grande planície coberta de vinhedos e pontilhada de grandes mercados agrícolas manteve-se, durante muito tempo, bem diferente de sua fachada marítima que um rosário de pântanos tornava insalubre e deserta: mas os grandes investimentos recentemente ali aplicados criaram um litoral acolhedor para milhares de turistas.

Desse modo, muitos ciclos sucessivos de organização de um mesmo meio ambiente permitiram aos povos mediterrâneos viver e sobreviver, adaptandose à evolução do mundo. Mas ultrapassando seu objetivo, essa ação sobre o meio corre, hoje, o risco de provocar sua ruína: a floresta desaparece, o solo torna-se estéril, a poluição ameaça o mar.

Nada pode ilustrar melhor o papel que cabe ao homem e à natureza dentro da produção contínua do espaço geográfico: a iniciativa de um se opõe à passividade relativa do outro, que se presta aos seus projetos sucessivos.

Um espaço torna-se uma região geográfica quando recebe uma organização específica que o distingue de outro. Esta organização resulta da adaptação inevitável do meio ao estabelecimento de um povoamento, suas atividades de produção e seus meios de circulação. Se o todo constitui uma organização com um fim determinado, uma certa coerência estrutural deve ligar seus componentes entre si. O que acontece no mundo real?

Toda a sociedade, como já se disse, participa da organização que atende às suas exigências, isto é, se os componentes do espaço dependem, necessariamente, uns dos outros para atingir seu objetivo; eles se selecionam também com as características da sociedade. Trata-se, portanto, de uma dupla coerência estrutural cuja complexidade deve ser analisada.

Um espaço agrícola é organizado para assegurar a vida dos homens que o exploram: a distribuição da produção, o traçado das rodovias e a localização das habitações são projetadas de maneira a permitir o seu funcionamento. Mas não há nada de rígido na organização, vários modelos podem atender a esta necessidade. A escolha compete à sociedade.

Esta se reflete na estrutura fundiária que pode constituir-se de terras fragmentadas em explorações desiguais, cujos limites, materializados por demarcações ou cercas vivas, indicam uma propriedade privada ou, ao contrário, terras reunidas em grandes domínios coletivos cultivados por equipes. Reflete-se, ainda, no tipo de habitação, quer agrupando as aldeias, as populações subordinadas a disciplinas comunitárias, quer espalhando-as para atender às suas tendências individualista. O meio natural não exerce nenhuma coação: prevalece a influência da história e dos hábitos étnicos. Na savana africana existem choupanas de formato cilíndrico cobertas de palha em forma cônica ao lado de choupanas de formato quadrangular de banco. Os Bambara reúnem seus domínios familiares sob o abrigo dos muros da aldeia; Os Mossi, assegurados pela solidez de sua estrutura social, disseminam livremente suas Soukala.

As cidades nascem para atender às necessidades resultantes da crescente complexidade da organização social: sua paisagem traduz as preocupações originais; a seguir, comanda o seu desenvolvimento. Ninguém contestará a importância da topografia na geografia urbana. Mas é necessário apelar para as condições sociais, para justificar as estruturas da cidade: notadamente sua divisão em bairros, segundo a raça, a etnia, a religião ou a situação econômica dos habitantes. A dinâmica resultante dessas diferenciações antagônicas tende a organizar a cidade em um todo espacialmente diversificado, hierarquizado em zonas. Os pobres trabalhadores e "grupos marginais", são expulsos para a periferia, amontoam-se em "subúrbios", "favelas", "barrios", ao passo que o centro se organiza como detentor da riqueza, da decisão, do poder e da informação, superpopulado durante o dia e deserto à noite. Assim se apresentam as cidades da civilização industrial, cuja estrutura se fundamenta sobre uma acumulação dialética de capitais e assalariados. As cidades são produtoras do espaço geográfico; estendem seu poder sobre o espaço circundante e o polarizam através de um conjunto de cidades secundárias. Entre estas se estabelece um sistema de fluxo que se projeta no solo em uma rede de vias de comunicação. O espaço integrado nesta rede constitui um todo funcional, hierarquizado sob o comando da cidade principal; o espaço e as cidades são, portanto, inseparáveis neste contexto.

Outra correlação: as densidades humanas e as atividades que as sustentam. Uma e outras variam no mesmo sentido: nas sociedades tradicionais as colheitas desfavoráveis provocam o aumento da mortalidade e a emigrçaão dos jovens; em troca, uma epidemia mortífera provoca a deterioração do aparelho de produção. Nos países desenvolvidos as maiores densidades demográficas coincidem com as regiões altamente industrializadas e urbanizadas; as regiões agrícolas são menos populosas.

Não obstante, os fatos não são assim tão simples: o geógrafo é frequentemente levado a constatar as distorções entre densidades e atividades; imperativos sociais, tais como a obrigação de garantir a continuidade do culto familiar ou o prestígio proporcionado por numerosa descendência podem conduzir os homens à superpopulação. Foi o que ocorreu nas montanhas mediterrâneas: na grande Cabília a acumulação de uma etnia, que se dedica à defesa de sua especificidade, conduziu a formação de densidades superiores a 100 habitantes por km², num meio montanhês hostil; a emigração e a implantação recente de atividades industriais atraem recursos complementares, mas não atenuam a sobrecarga demográfica.

As análises precedentes permitem compreender as características da estrutura do espaço geográfico; seus componentes devem, necessariamente, concorrer para o funcionamento do todo e harmonizar-se com a sociedade que o produz. Esta coerência é bem diferente da rigidez de um sistema auto-regulado. Exige apenas uma compatibilidade entre seus componentes que autorize um jogo livre, sem, todavia, provocar crises disfuncionais, de onde resultaria a desestruturação, ou seja, a destruição do espaço geográfico.

Entretanto, essas crises sobrevêm. A organização espacial dos Maias desmoronou, como vimos, quando o crescimento da população, que não era compensada por progressos correspondentes das técnicas de produção, submeteu os solos a uma extenuante superexploração. Ameaçadora também é a crise dos centros urbanos nas sociedades industriais hipertrofiadas pelo excesso de população e circulação; a obstrução do espaço é tão grande que eles não mais conseguem garantir as funções que os justificam. Com a perda do controle de seu crescimento, estas cidades finalmente se anulam.

Frequentemente, a degradação resulta da introdução de uma inovação geradora de desordem: o equilíbrio rompido entre os componentes faz com que a organização perca sua coerência e se desintegre, se a sociedade não encontrar uma solução. Conscientes desses riscos, as sociedades tradicionais se esforçam para manter seu equilíbrio através de um sistema de crenças que sacralizam seu patrimônio ancestral, e rejeitam novas idéias que possam questionar tais crenças, admitindo a possibilidade de integrá-las através de uma reinterpretação; estas são as sociedades bloqueadas. A colonização precisaria fazer, nesse caso, uma invasão brutal; fornece numerosos exemplos da degradação provocada nos espaços sociogeográficos dos indígenas. O aumento das densidades, decorrente

da aplicação de medidas de higiene social, obrigou os camponeses a aumentarem a sua produção alimentar pela diminuição da duração do pousio e a valorização das terras marginais; a isto seguiu-se uma deterioração do solo, ameaçando a estabilidade das comunidades. A mesma ação destrutiva da economia monetária, que introduz novas idéias, novos valores, novos produtos, atrai para as cidades ou para as plantações, a força de trabalho jovem, provocando o retrocesso da agricultura de subsistência.

Na origem do subdesenvolvimento existe esta incoerência estrutural entre o capitalismo e as civilizações indígenas, que não encontra justificativas nem na história, nem na cultura; ela se expressa através de uma desestruturação do meio sócio-espacial.

4. RELAÇÕES DO ESPAÇO GEOGRÁFICO

Hoje são raros os espaços geográficos organizados em sistemas fechados. Todos se abrem para o exterior e tendem a se articular entre si; nessas inter-re-lações é que se deve procurar a explicação de seu funcionamento. Toda a superfície terrestre está repartida entre estados definidos por fronteiras. Não parece que se tenha insistido suficientemente no poder da fronteira dentro da organização do espaço.

A fronteira é uma linha de equilíbrio que a história traçou entre os estados depois de séculos de antagonismos; reúne, dentro de uma mesma unidade política, muitos espaços naturais dotados de diferentes possibilidades. A Suíça, por exemplo, resulta do agrupamento de uma planície e de trechos montanhosos do Jura, a oeste, e dos Alpes, a leste.

Sob a proteção das fronteiras, um processo de organização espacial estabelece um sistema de circulação que facilita os fluxos de pessoas, de mercadorias e de capitais entre as regiões; cada uma delas, dispondo de um mercado mais amplo, pode desenvolver e especializar sua produção. Esta se realiza através da complementaridade das trocas. Na Suíça a região do Jura explora suas aptidões para a indústria relojoeira; a região dos Alpes, sua vocação pastoril e turística; ambas aproveitam seus cursos fluviais para o fornecimento de água e de energia elétrica às indústrias concentradas nas grandes cidades da planície central.

Desse modo, realiza-se a integração de espaços geográficos articulados entre si, dentro de um todo, criando-se a base territorial do estado. Esta ordem se instaura sobre a hierarquização dos espaços em que um deles concentra os poderes de decisão política e econômica, as informações, os meios de ação, os órgãos de cultura e de pesquisa. Este espaço dá impulso aos outros, submetidos a uma dependência mais ou menos restrita. É a planície suíça que retém a capital federal, as sedes sociais dos bancos e a bolsa de valores. É inútil insistir na centralização geográfica da França.

Essas relações dissimétricas entre os componentes espaciais geram tensões e contestações que podem ser agravadas pelas divergências étnicas; o regionalismo não tem outra origem. O Jura suíço se pronuncia a favor de sua ascenção a cantão autônomo. A república tchecoslovaca havia privilegiado o planalto de Boehême; a Eslováquia não hesitou em separar-se da Tchecoslováquia no momento propício. O novo regime teve que se empenhar vigorosamente para atenuar disparidades. Quebec tende para o separatismo.

Desse modo, no interior das fronteiras de um mesmo estado, o processo endógeno de organização territorial resulta espontaneamente na produção dialética de um espaço central dominante e de espaços periféricos dominados.

Esta organização hierarquizada foi exportada pelo capitalismo em expansão para além de suas fronteiras de origem. Ele introduziu nos países anexados a seu domínio uma dicotomia entre os espaços abandonados às comunidades indígenas e os espaços organizados para produzir as culturas de plantation ou para explorar e transformar matériasprimas. Estes últimos, ao monopolizarem as melhores terras e a força de trabalho, são responsáveis pela degradação daqueles; acionaram, segundo a expressão de um economista, "o desenvolvimento do subdesenvolvimento"; a estrutura geográfica da República Sul-Africana se fundamenta na oposição entre as regiões industrializadas e urbanizadas, reservadas aos brancos, e os "territórios Bantos", que sua superpopulação submete a uma exploração destrutiva.

Se fazem parte do mesmo conjunto geográfico dos espaços indígenas, os espaços organizados pela colonização são, na realidade, integrados em um espaço econômico exterior onde se encontram os centros de decisão. Dependem desses centros no tocante a investimentos de circuitos comerciais e mercados onde são fixados os valores de suas exportações. Sua extroversão os transforma em espaços alienados que escapam à propriedade plena de seus habitantes. É o que ocorre com a bacia do Senegal, região de cultivo de amendoim, com a região mineira do alto Catanga ou ainda com a zona açucareira da ilha de Reunião. A América Latina possui vastos espaços alienados em relação ao capitalismo americano; como prova podem-se citar as repúblicas bananeiras, cujas plantações, vias de comunicação, portos, navios, são de propriedade da poderosa United Fruit.

Essas disparidades espaciais constituem um obstáculo à integração dos estados originários da descolonização. Põem em choque duas sociedades fundamentadas sobre sistemas de valor diferentes: uma ainda ligada às suas tradições, a outra já engajada na busca do lucro econômico. Instigam as rivalidades étnicas internas. Como exemplo temos a oposição entre o sul e norte da Costa do Marfim ou da Nigéria. Desenvolvem também entre esses estados relações desiguais: no oeste africano, por exemplo, os estados litorâneos da zona tropical úmida herdaram da colonização uma organização espacial que compreende uma agricultura de exportação e uma infra-estrutura de penetração. Eles controlam, desse modo, as relações exteriores dos estados continentais da zona tropical seca, que não tem outros recursos a não ser o de lhes vender sua força de trabalho e suas produções agropastoris.

A dissimetria entre espaços alienados e espaços degradados é uma das características da geografia do subdesenvolvimento.

A hierarquização dos espaços geográficos é um conceito operacional em que pode se fundamentar uma análise prospectiva dos processos de organização regional.

Os estados jovens terão que elaborar uma estratégia que remedie a tendência espontânea do desenvolvimento de criar e de acentuar as disparidades etnoespaciais; uma das causas das dificuldades atuais em Madagáscar reside na crescente defasagem entre as províncias centrais e as províncias periféricas, de tal maneira que se tem o direito de questionar se uma organização federal não constituiria uma solução política.

A criação da comunidade econômica européia deve, necessariamente, ser

acompanhada do enfraquecimento, até mesmo do desaparecimento, do poder organizador das fronteiras. Consequentemente, é possível prever uma nova orientação dos espaços regionais como, por exemplo, a formação, em torno da Alemanha renana, de um poderoso eixo industrial, superpovoado, superurbanizado, incluindo a Inglaterra, a Bélgica, os Países Baixos, o leste da França, a planície do Pó. A esta Europa lotaringiana se subordinaria uma Europa periférica, agrícola, fracamente povoada, abrangendo a Escócia, a Irlanda, o oeste da França, a Espanha e a Itália peninsular.

Outras hipóteses podem, naturalmente, ser formuladas, mas, quaisquer que elas sejam, é provável que, abandonada a si mesma, a dinâmica da comunidade conduziria ao desmembramento dos espaços nacionais e à sua integração em novos conjuntos.

Das páginas precedentes é possível que resulte um método.

O espaço natural é uma matéria-prima mas ou menos insubmissa e degradável, cujas características convém conhecer. Provida de suas técnicas, a sociedade o organiza em um espaço geográfico de acordo com suas necessidades, sendo responsável por sua criação e sua evolução.

Se seu objeto é o estudo da gênese, da estrutura, das interrelações dos espaços organizados pela ação humana, caberá à Geografia procurar o essencial de suas explicações, não tanto nas relações entre esses espaços e os espaços naturais nos quais se estabelecem, mas antes nas suas relações com as sociedades que se realizam ao produzi-los. A geografia, ciência social, propõe-se a reencontrar o homem na criação do espaço.

RESUMO

O Espaço do Geógrafo

O espaço do geógrafo tem características específicas que o distinguem do espaço natural; é o resultado da projeção da sociedade que o organizou; reflete sua finalidade, racionalidade e história. Sociedade e espaço constituem um todo indissociável em um sistema de interações onde a sociedade se cria, criando o espaço.

Assim definido, o espaço é um todo constituído de componentes entre os quais se estabelece, necessariamente,

uma coerência sem rigidez. Na maioria das vezes os espaços geográficos se abrem para o exterior e se articulam entre si segundo processos de organização que lhes permitem, sob a proteção de fronteiras políticas, a especialização dentro da hierarquização. Essas relações dissimétricas entre os elementos espaciais geram tensões de onde se origina o regionalismo.

Esta organização hierarquizada foi exportada pelo capitalismo para além de seus limites, dividindo, desse modo, o mundo em países centrais e países periféricos. A criação de comunidades econômicas pode ser acompanhada de um desmembramento de sua integração em novas unidades.

O uso da terra na Região Sudeste. ao ser analisado em suas diferentes modalidades, revelou acentuada superioridade na área relacionada à criação de bovinos, suínos, equinos e muares, sendo esse o traço que mais caracteriza a região. Mostra, assim, a preponderância da criação sobre a agricultura. Embora esta área de atividade figure como fator importante no equilíbrio das atividades econômicas da Região, apresenta-se, porém, como elemento pouco significativo nos padrões diferenciadores entre lavoura e rebanhos. Contudo, há que considerar que, mesmo havendo certo desnível entre agropecuária e agricultura, a Região Sudeste do Brasil, através da sua pujante atividade econômica, confere grande importância e dinamismo aos estados por ela abrangidos.

Contribuição para a identificação dos principais padrões diferenciadores do uso da terra com lavouras e rebanhos no sudeste do Brasil

IEDA RIBEIRO LÉO LUIZ ALBERTO DE C. DO NASCIMENTO TELMA SUELY A. DE C. SENRA Geógrafos do IBGE*

Este estudo procura contribuir para a identificação dos principais padrões diferenciadores do uso da terra com lavouras e rebanhos da Região Sudeste, a qual corresponde atualmente a uma das principais áreas do Brasil com lavouras alimentares e industriais e que detém a maior produção de carne e leite do País.

Para se chegar à identificação conjunta das principais estruturas do uso da terra com lavouras e rebanhos, a fim de se poder definir os padrões espaciais a elas correspondentes, optou-se, então, pela técnica da análise fatorial que permite reunir os diferentes indicadores selecionados, como, também, torna possível o emprego de dados expressos em diferentes unidades de mensuração. Como unidade de observação foram escolhidas as microrregiões homogêneas e os dados utilizados foram

^{*} Os autores agradecem a orientação de Rivaldo P. Gusmão e os comentários de Nélson de C. Senra.

extraídos do Censo Agropecuário de 1970.

Para a seleção dos indicadores estabeleceu-se os seguintes critérios:

- para as lavouras os produtos escolhidos foram os que tiveram maior expressão em área colhida, quantidade produzida e valor da produção e foram selecionados através da aplicação do índice de quocientes sucessivos, o qual resultou na seguinte seqüência de cultivos: café, cana-de-açúcar, milho, arroz, algodão, banana, laranja, feijão, amendoim, mandioca, batata e soja.
- para os rebanhos a seleção foi feita através do número de cabeças existentes em 1970, sendo que na Região Sudeste é o rebanho bovino que tem maior significação em termo de criação, seguido pela criação de suínos, eqüinos e muares, enquanto os demais não apresentaram importância numérica.

As variáveis resultantes desta seleção foram as seguintes:

- 1. Percentagem da área total cultivada com café na área total cultivada da microrregião.
- 2. Percentagem da área total cultivada com cana-de-açúcar na área total cultivada da microrregião.
- 3. Percentagem da área total cultivada com milho na área total cultivada da microrregião.
- 4. Percentagem da área total cultivada da com arroz na área total cultivada da microrregião.
- 5. Percentagem da área total cultivada com algodão na área total cultivada da microrregião.
- 6. Percentagem da área total cultivada com banana na área total cultivada da microrregião.

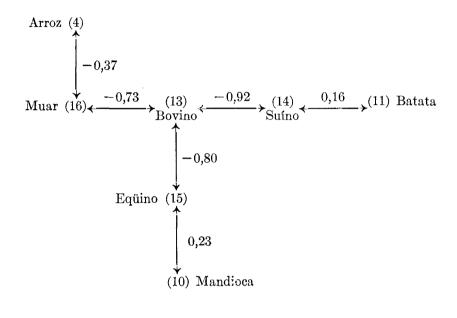
- 7. Percentagem da área total cultivada com laranja na área total cultivada da microrregião.
- 8. Percentagem da área total cultivada com feijão na área total cultivada da microrregião.
- 9. Percentagem da área total cultivada com amendoim na área total cultivada da microrregião.
- 10. Percentagem da área total cultivada com mandioca na área total cultivada da microrregião.
- 11. Percentagem da área total cultivada com batata-inglesa na área total cultivada da microrregião.
- 12. Percentagem da área total cultivada com soja na área total cultivada da microrregião.
- 13. Percentagem do número total de bovinos sobre o total de unidade-gado da microrregião.
- 14. Percentagem do número total de suínos sobre o total de unidades-gado da microrregião.
- 15. Percentagem do número total de suínos sobre o total de unidade-gado da microrregião.
- 16. Percentagem do número total de muares sobre o total de unidade-gado da microrregião.

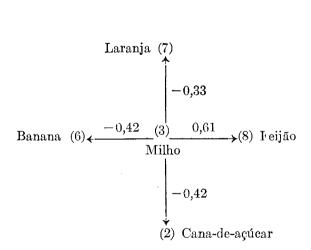
Uma primeira análise das variáveis foi efetuada a partir da matriz de correlação, empregando-se a análise elementar de ligação que revelou a existência de três principais padrões de intercorrelação desses dezesseis indicadores que serão, posteriormente, evidenciados na matriz fatorial (fig. 1).

O primeiro conjunto de variáveis que diferenciou o uso da terra da Região

CONJUNTO DE VARIÁVEIS

(Figura 1)





Café (1)
$$\leftarrow$$
 (9) Amendoim \leftarrow (5) Algodão (12) Soja

Sudeste revelou ser a criação de bovinos, suínos, eqüinos e muares o traço mais caracterizador da região. Neste conjunto ainda aparecem alguns usos da terra, porém com correlações fracas, demonstrando certa ligação entre as lavouras de arroz, mandioca e batatainglesa com os rebanhos.

O segundo conjunto identificou principalmente uma combinação de lavouras temporárias, milho-feijão, mostrando a existência, na Região Sudeste, de uma associação de lavouras como uma das características mais diferenciadoras dos usos da terra. Ainda neste conjunto outras lavouras aparecem, porém com valores pouco expressivos.

O último grupamento de variáveis apresentou correlações pouco significativas, não chegando a indicar, portanto, uma ligação forte entre os indicadores participantes, mas pode-se considerar como uma tendência a uma combinação nos usos da terra com amendoim, algodão, café e soja.

Outro aspecto que pode ser ressaltado nessa análise da matriz de correlação é a predominância de correlações muito fracas, ou seja, menos de 0,40, o que demonstra certa diversificação nos padrões diferenciadores do uso da terra com lavouras e rebanhos no Sudeste do Brasil.

Outra análise dos indicadores selecionados foi efetuada através da matriz fatorial que identificou a existência de sete fatores com um valor total de explicação de 75,98%, sendo que três são os principais com 20,89%, 13,17% e 10,15% de explicação, representando 44,21% da variação total. Esses três fatores são também mais significativos quanto aos padrões de uso da terra na Região Sudeste.

FATOR I — COMBINAÇÃO DE REBANHOS E LAVOURAS

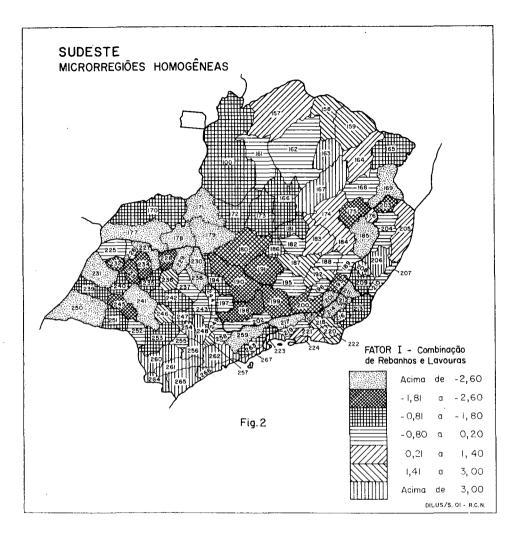
O fator I (fig. 2) contribuiu com 20,89% de explicação, no conjunto da análise, sendo responsável pelo maior número de combinação de rebanhos e lavouras no uso da terra da Região.

A combinação rebanhos e lavouras obtida neste fator relaciona-se à conjugação de variáveis ligadas ao cultivo do arroz e banana e à criação de bovinos, suínos, eqüinos e muares.

O fator compõe-se de indicadores com valores positivos e negativos, o que lhe confere caráter bipolar. O subsistema negativo deu origem a uma combinação característica e generalizada na região em estudo, que constitui a combinação entre a criação de bovinos (-0.99%) e a lavoura de arroz (-0.39%). O subsistema oposto formou, também, uma combinação de lavouras e rebanhos, havendo aí, entretanto, maior diversificação dos tipos de rebanhos. Assim, figuram em ordem decrescente o rebanho suíno com 0,89%, o rebanho equino com 0,81% e o rebanho muar com 0,74%. Quanto à lavoura, aparece na combinação a cultura da banana com 0,43%.

Ao se analisar o mapa da distribuição deste componente procurou-se enfatizar o papel dos níveis estruturais, dividindo-os em sistema negativo e sistema positivo.

O primeiro nível do sistema negativo está colocado acima de — 2,60 e identifica as seguintes microrregiões: Pastoril de Nanuque, Alto Parnaíba, Pontal do Triângulo Mineiro, Uberaba, Planalto de Araxá, Bacia de Manhuaçu e Mata de Cataguases, em território mineiro; Itaperuna, Miracema, Cantagalo e Vale do Paraíba do Sul, no Rio de Janeiro; Divisor Turvo-Grande,



Alta Mojiana, Planalto de Franca, Alta Noroeste de Araçatuba, Serra de Batatais, Bauru, Alta Sorocabana de Presidente Prudente e Vale do Paraíba Paulista, no Estado de São Paulo.

Dentre as microrregiões mencionadas sobressaem determinados grupos que formam áreas econômicas bastante individualizadas como: região do vale do Paraíba, onde predomina a criação de gado leiteiro, que ocupou os solos esgotados pela cultura do café. Em decorrência dessa especialização econômica, instalaram-se na área importan-

tes indústrias de laticínios e inúmeras cooperativas leiteiras. O triângulo mineiro e algumas microrregiões do oeste paulista formam outra área distinta onde se situam extensas invernadas para engorda do gado. O rebanho é proveniente da própria área, da Região Centro-Oeste e do norte de Minas Gerais. Depois de gordo o gado é encaminhado aos frigoríficos localizados principalmente no oeste paulista. É comum nesta área a alternância de pastos com culturas de cereais ou a formação de pastos após a colheita do arroz. Este nível é o que melhor ex-

pressa a combinação lavouras e rebanhos, permitindo atribuir maior dinamismo ao fator.

No segundo nível da combinação culturas e rebanhos, onde os valores posicionam-se entre — 1,81 e — 2,60 figuram as seguintes microrregiões: em Minas Gerais (Governador Valadares, Alto São Francisco, Furnas, Formiga, Mata de Muriaé, Planalto Mineiro, Alto Rio Grande, Juiz de Fora e Alto São Mateus); no Rio de Janeiro a região de Três Rios e, finalmente, em São Paulo as regiões de (Barretos, Médio São José dos Dourados, Divisor São José dos Dourados-Tietê, São José do Rio Preto e Alta Paulista).

Neste nível o mais expressivo grupamento observado compreende o sudeste, sul e algumas microrregiões da Zona da Mata de Minas Gerais que formam, no conjunto, a mais importante bacia leiteira da Região Sudeste. Juntamente com a região leiteira do vale do Paraíba abastece em laticínios os grandes centros urbanos do Rio de Janeiro e São Paulo.

O terceiro nível do sistema negativo da combinação lavouras e rebanhos (-0.81 a - 1.80) abrange microrregiões de Minas Gerais (Chapadão de Paracatu, Pastoril de Almenara, Médio Rio das Velhas, Uberlândia, Mata do Corda, Três Marias, Calcários de Sete Lagoas, Divinópolis e Mogiana Mineira); do Espírito Santo (Cachoeiro do Itapemirim); do Rio de Janeiro (Açucareira de Campos e Cordeiro) e de São Paulo (Média Araraquarense, Nova Alta Paulista, Alta Noroeste de Penápolis, Araraquara, Encosta Ocidental da Mantiqueira Paulista, Rio Claro, Alta Sorocabana de Assis, Serra de Botucatu e Alto Paraíba).

Identificamos neste nível dois conjuntos de microrregiões com estruturas diferentes. O primeiro conjunto mostra-se mais compacto espacialmente e situa-se na faixa centro noroeste do Estado de Minas Gerais e a microrregião de Uberlândia. Trata-se de uma área cuja atividade econômica principal é a cria e recria do gado bovino. O segundo conjunto, de menor expressão espacial, corresponde, principalmente a oeste dos estados, caracterizando-se pela criação de bovino de leite, cuja produção é absorvida pelas indústrias locais.

Com valores situados entre — 0.80 a 0,20 posiciona-se o nível médio da combinação lavouras e rebanhos que engloba as seguintes microrregiões: em Minas Gerais (Alto Médio São Francisco, Montes Claros, Teófilo Otoni, Belo Horizonte, Mata de Ponte Nova, Vertente Ocidental do Caparaó, Campos da Mantiqueira, Mata de Ubá, Planalto de Poços de Caldas e Alta Mantiqueira); no Espírito Santo (Colatina, Vitória e Litoral Sul Espíritosantense); no Rio de Janeiro (Vassouras e Barra do Piraí) e em São Paulo (Alta Araraquarense de Fernandópolis, Alta Araraquarense de Votuporanga, Ribeirão Preto, Depressão Periférica Setentrional, Estâncias Hidrominerais Paulistas, Ourinhos e Bragança Paulista). As microrregiões inseridas neste nível apresentam uma distribuição espacial dispersa, não chegando a apresentar um padrão diferenciador de uso da terra com lavouras ou rebanhos.

No sistema positivo o primeiro nível da combinação lavouras e rebanhos, com valores acima de 3,00, estão nitidamente representados três conjuntos de microrregiões. O primeiro conjunto, o mais importante em termos de ocorrências, reuniu, na sua quase totalidade, microrregiões de São Paulo, onde a suinocultura tem um importante papel na economia.

As maiores ocorrências neste nível estão localizadas ao longo do litoral sul do Estado do Rio de Janeiro, estendendo-se pelo Estado de São Paulo. No Estado do Rio de Janeiro a cultura da banana se desenvolve nas encostas superúmidas da Serra do Mar, principalmente em Angra dos Reis, constituindo-se no principal produto agrícola. Paralelamente figuram as lavouras de subsistência (mandioca, milho e feijão) sem nenhuma expressão econômica, excluindo em Parati a cultura da cana-de-açúcar para a fabricação de aguardente.

Em São Paulo, correspondendo a uma das áreas mais agrícolas do estado, destacam-se as microrregiões de Piracicaba com lavouras de café e cana-deaçúcar; Sorocaba com vinha (São Roque) e fruticultura, e ainda Campinas com culturas de tomate, algodão e rotação de milho-feijão-laranja.

Em Minas Gerais a microrregião Mineradora do Alto Jequitinhonha destaca-se por sua criação de gado para corte, observando-se uma pequena zona de engorda em Grão Mongol. Aí, também, notamos que a criação de gado suíno sobressai, abastecendo os municípios vizinhos (Montes Claros e Francisco Sá). A agricultura é para subsistência (arroz, milho, feijão, mandioca), sendo o excedente vendido aos municípios vizinhos, já na microrregião mineradora de Diamantina, pratica-se uma pecuária extensiva de rendimentos muito baixos. Em se tratando de lavouras, algum valor pode ser atribuído ao milho, feijão, arroz e mandioca.

O segundo nível do sistema positivo, situado entre 1,41 e 3,00, está composto pelas microrregiões mineiras do Alto Rio Pardo, Espinhaço Meridional e Mata de Viçosa; Cabo Frio, Bacia do São João e Macacu e Serrana em território do Rio de Janeiro; e, pelas de serra de Jaboticabal, Jari e Jundiaí em São Paulo. O terceiro nível da com-

binação com valores em torno de 0,21 a 1,40 está formado pelas seguintes microrregiões: Sanfranciscana de Januária, Pastoril de Pedra Azul, Bacia do Suaçuí, Siderúrgica e Mata de Caatinga em Minas Gerais; Baixada Espíritosantense no Espírito Santo; Grande Rio no Rio de Janeiro e Tatuí no Estado de São Paulo.

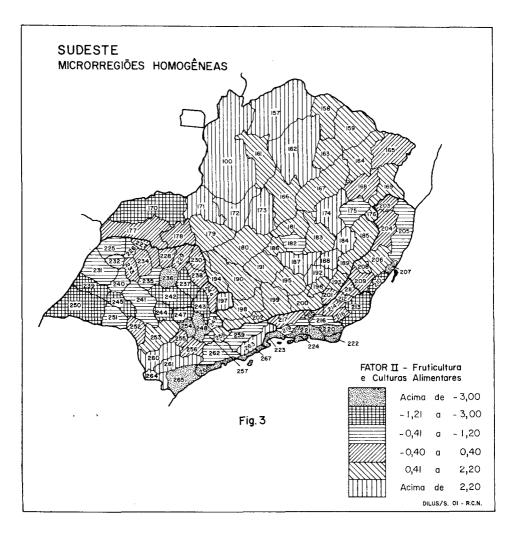
Estes dois níveis foram grupados porque definem traços fundamentais bastante semelhantes. Trata-se de uma área composta por microrregiões que demonstram uma feição espacial contínua e homogênea, salientando-se aquelas localizadas ao norte do Estado de Minas Gerais.

FATOR II — COMBINAÇÃO DE FRUTICULTURA E CULTURAS ALIMENTARES

Este fator, com um poder de explicação de 13,17 na análise, é responsável pela combinação fruticultura e culturas alimentares obtida através da análise fatorial e que traduz a importância da área cultivada com as mencionadas culturas no uso da terra da Região Sudeste.

O fator II (fig. 3) é bipolar, uma vez que na sua estrutura figuram variáveis com valores positivos, determinadas pela área cultivada com o milho (0,87) e pela área cultivada com o feijão (0,74), e variáveis com valores negativos formadas pela área cultivada com banana (— 0,63) e pela área cultivada com laranja (— 0,50).

O primeiro nível do sistema negativo da combinação fruticultura e culturas alimentares, situado acima de — 3,00, reúne as microrregiões de Vitória no Espírito Santo; Bacia de São João e Macacu, Grande Rio, Cabo Frio e Baía de Ilha Grande no Rio de Janeiro; e



Serra de Jaboticabal, Campinas, Açucareira de Piracicaba, Baixada do Ribeira, Baixada Santista e Costa Norte Paulista em São Paulo.

Sob expressiva combinação banana e laranja encontram-se algumas regiões do litoral paulista, fluminense e capixaba, que têm a mais acentuada aptidão econômica. A especulação imobiliária, efetuada na baixada após a segunda Grande Guerra, impeliu o cultivo da laranja, que aí se desenvolvia, para o interior da região, mais acentuadamente em São Paulo, conferindo

a este Estado a primazia na produção do fruto.

Entre — 1,21 a — 3,00 posiciona-se o segundo nível da combinação fruticultura e culturas alimentares que apresenta ocorrências em: Minas Gerais na região de Uberlândia; no Espírito Santo na região do litoral sul; no Rio de Janeiro na região açucareira de Campos e em São Paulo nas regiões de Ribeirão Preto, Nova Alta Paulista, Araraquara, Depressão Periférica Setentrional, Alta Paulista, Jaú e Rio Claro.

Neste nível da combinação, ao contrário do nível anterior, a laranja se posiciona como cultura de maior importância na concentração da área cultivada com fruticultura.

A evidência do grupamento de microrregiões inseridas neste nível é também expressa pela presença do Instituto Agronômico de Campinas, responsável pela viabilização de modernas técnicas de cultivo na sua região e nas microrregiões vizinhas.

O terceiro nível da combinação fruticultura e culturas alimentares, localizado entre -0.41 e -1.20 engloba as microrregiões de Governador Valadares e Belo Horizonte em Minas Gerais; Baixada Espírito-santense no Espírito Santo; Serrana Fluminense, Vassouras e Barra do Piraí no Rio de Janeiro e Alta Araraquarense de Fernandópolis, Alta Araraquarense de Votuporanga, Alta Noroeste de Araçatuba, Médio São José dos Dourados, Média Araraquarense, Alta Noroeste de Penápolis, Bauru, Estâncias Hidrominerais Paulistas, Alta Sorocabana de Assis, Jundiaí. Vale do Paraíba Paulista e Grande São Paulo no estado paulista.

Observa-se, nesse padrão de combinação, ocorrências de fraca expressão espacial, destacando-se, porém, aquelas unidades localizadas ao longo das ferrovias Noroestes do Brasil e Alta Araraquarense. Estas microrregiões esboçam o avanço dos laranjais da área onde o cultivo assume maior importância, como foi constatado na análise do nível anterior.

O nível médio da combinação fruticultora e culturas alimentares situado numa faixa de — 0,04 a 0,40 engloba uma área de transição composta pelas seguintes microrregiões: Pastoril de Almenara, Teófilo Otôni, Pontal do Triângulo Mineiro, Uberaba e Mata de Cataguases em Minas Gerais; Alto

São Mateus, Colatina e Cachoeiro do Itapemirim no Espírito Santo; Itaperuna, Miracema, Cantagalo, Três Rios, Cordeiro e Vale do Paraíba Fluminense no Rio de Janeiro. As maiores ocorrências encontram-se no Estado de São Paulo, como as regiões do Divisor Turvo Grande, Barretos, Alta Mojiana, Planalto de Franca, Divisor São José dos Dourados-Tietê, São José do Rio Preto, Serra de Batatais, Encosta Ocidental da Mantiqueira Paulista, Ourinhos, Tatuí e Sorocaba.

As unidades de observação, de relativo significado neste nível de representação e que expressam a transição de culturas de frutas para culturas alimentares, são aquelas mineiras e paulistas localizadas ao longo dos vales do Rio Grande e Paraíba do Sul fluminense.

Na estrutura positiva da combinação fruticultura e culturas alimentares, o primeiro e o segundo níveis enquadram-se entre os valores 0,41 e 2,20 e mais de 2,20. Estes componentes expressam ocorrências espacialmente distribuídas por quase todo o Estado de Minas Gerais e algumas microrregiões de São Paulo (Campos de Itapetinga, Paranapiacaba, Alto Paraíba, Apiaí, Serra de Botucatu e Bragança Paulista) e do Espírito Santo (Colonial Serrana Espírito-santense e Vertente Oriental do Caparaó).

As ocorrências de maior importância neste nível de combinação encontramse na porção norte, noroeste e leste de Minas Gerais, onde as culturas alimentares assumem vital importância. A dimensão indicada pela combinação, no momento analisada, revela o caráter econômico da região, onde predominam as lavouras de subsistência, cuja maior característica é a combinação tradicional milho-feijão.

FATOR III — COMBINAÇÃO DE LAVOURAS INDUSTRIAIS

Reúne 10,15% da variação total da análise e possui somente correlações positivas. O fator III (figura 4) compõe-se de variáveis representadas pela área cultivada com a cultura do amendoim, com um valor de 0,79, pela área cultivada do algodão, com 0,60 e finalmente pela área cultivada com a cultura do café, com 0,56. Pode-se definir este componente como sendo a dimensão indicativa de expressiva combinação encontrada entre as principais lavouras industriais da Região Sudeste.

O primeiro nível da combinação lavouras industriais (acima de 1,20) é o que determina maior dinamismo ao fator, uma vez que nele estão alocadas as culturas do café, algodão e amendoim que dimensionam a importância do fator. Este componente de explicação envolve somente microregiões paulistas como: Alta Araraquara de Fernandópolis, Alta Araraguara de Votuporanga, Alta Noroeste de Aracatuba. Médio São José dos Dourados, Média Araraquarense, Nova Alta Paulista, Alta Noroeste de Pernápolis, Bauru, Alta Paulista, Alta Sorocabana de Presidente Prudente e Alta Sorocabana de Assis.

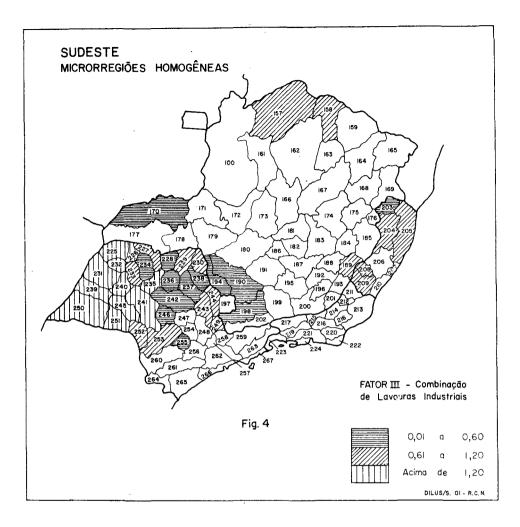
Ao se analisar a distribuição espacial desse nível vê-se que as microrregiões se posicionam ao longo dos altos trilhos das ferrovias Araraquarense, Noroeste do Brasil, Paulista e Sorocabana. Esta parte do estado, cujo desenvolvimento econômico acompanhou o avanço dos trilhos das mencionadas ferrovias, se estruturou economicamente na cultura do café, dedicando-se à cultura do algodão após o declínio dos cafezais. A cultura do amendoim difundiuse posteriormente, ocupando áreas de solos esgotados pelas culturas do café e do algodão. É uma lavoura de ciclo possibilitando safras rápido, duas

anuais. Juntamente com o algodão, o amendoim alimenta inúmeras indústrias de óleos comestíveis localizadas na própria área.

O segundo nível da combinação lavouras industriais, com valores situados entre 0,61 e 1,20 denota uma distribuição espacial dispersa pelos Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo, expresso pelas microrregiões: Sanfranciscana de Januária, Serra Geral de Minas, Vertente Ocidental do Baixada Espírito-santense, Caparaó, Vertente Oriental de Caparaó, Cachoeiro do Itapemirim, Divisor Turvo Grande, Alta Mojiana, Planalto de Franca, Divisor São José dos Doura-dos-Tietê, Depressão Periférica Setentrional, Encosta Ocidental da Mantiqueira Paulista, Estâncias Hidrominerais Paulistas, Ourinhos e Serra de Botucatu.

Trata-se de uma dimensão cuja característica principal é a dispersão espacial como se apresenta na região, excetuando-se aquelas microrregiões do norte de Minas Gerais, onde a primazia na combinação de lavouras industriais está marcada pela cultura do algodão, e norte do Espírito Santo onde a cultura do café ocupa a primeira posição nesta combinação.

O terceiro e último nível da combinação lavouras industriais aferido neste fator, com valores em torno de 0,01 a 0,60, possui na sua composição as microrregiões de: Uberlândia, Furnas, Mojiana Mineira e Planalto Mineiro em Minas Gerais; Alto São Mateus no Espírito Santo e ocorrências mais numerosas no Estado de São Paulo assinaladas pelas áreas de: Barretos, São José do Rio Preto, Serra de Jaboticabal, Ribeirão Preto, Serra de Batatais, Araraquara, Jaú e Tatuí. A lavoura de primeira importância nesta combinação é conferida à cultura do café.



IV — CONCLUSÃO

A aplicação da técnica da análise fatorial neste estudo revelou a existência de estruturas de combinação de lavouras e criação de gado, formadoras de diferentes padrões de uso da terra na Região Sudeste.

A estrutura mais característica e que melhor define o setor agrícola (fator I) é constituída de lavouras e rebanhos, sendo a criação de gado bovino a atividade econômica que confere maior importância e dinamismo à região. Assim, emergem áreas bem defi-

nidas e grupamentos bastante homogêneos, como a região do Vale do Paraíba e Sul de Minas Gerais dedicada à criação de gado leiteiro, bem como o oeste de São Paulo, zona da mata e triângulo mineiros, formadores de uma região de criação de gado para corte.

Uma outra estrutura, também de grande importância (fator II), caracterizou grupos de áreas onde as combinações foram fruticultura e culturas alimentares. Os subsistemas que se constituíram superpõem-se àqueles observados no primeiro fator e definem áreas homogêneas, porém que abrangem toda a Região Sudeste.

A estrutura que reflete a combinação de lavouras industriais (fator III) definiu áreas bastante individualizadas, onde figuram o centro oeste paulista e algumas microrregiões isoladas de Minas Gerais e Espírito Santo.

Assim, pode-se afirmar que a análise permitiu detectar a coexistência de diferentes atividades numa mesma área, refletindo, dessa forma, a dinamização

e diversificação do setor agrícola, bem como a caracterização de áreas mais tradicionais em diferentes pontos da Região Sudeste. Observa-se, portanto, que todo o centro, norte e oeste do Estado de São Paulo, o sul e algumas microrregiões dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo superpõem-se, demonstrando que as estruturas de produção agrícola são formadas por policultura e criação, atribuindo àquelas áreas características de dinamismo agrícola mais atuante que nas demais unidades observadas.

TABELA 1

Relação percentual da área, quantidade e valor dos principais produtos agrícolas nas macrorregiões do Brasil sobre os totais nacionais, 1970

PRODUTOS	SUDESTE NORTE		NORDESTE		SUL			CENTRO-OESTE							
	Área	Quant.	Valor	Área	Quant.	Valor	Área	Quant.	Valor	Área	Quant.	Valor	Área	Quant.	Valor
Milho	31,3	34,6	35,7	0,7	0,4	0,5	22,2	10,7	13,3	39,8	48,5	44,0	6,1	7,0	7,6
Arroz	29,8	22,9	25,9	2,3	1,8	1,6	18,1	15,7	10,6	21,8	32,4	33,5	29,1	27,2	28,4
Feijão	22,1	21,5	26,3	0,4	0,7	0.4	44,1	38,9	38,1	28,0	33,3	29,6	5,5	6,0	7,6
Soja	6,2	7,3	6,4			_	19,0	0,0	0,0	90,6	89,8	90,3	4,0	4,9	3,3
Algodão	15,3	31,6	26,3	0,0	0,0	0,0	73,0	39,9	50,2	6,8	19,2	15,0	5,2	10,2	8,4
Mandioca	13,9	15,4	12,4	5,9	5,3	4,4	50,2	72,5	42,9	25,0	28,9	35,3	5,1	6,4	8,9
Cana-de-açúcar	50,8	53,4	49,8	0,9	0,5	0,3	41,4	40,5	44,3	5,8	4,6	4,0	1,1	1,0	2,6
Café	55,1	69,3	67,5	0,0	0,0	0,0	3,4	2,3	2,5	40,4	27,4	29,2	1,1	1,0	1,0
Trigo	1,6	1,7	1,6	_	_	_				97,1	98,7	98,8	1,3	1,0	1,0
Laranja	87,1	83,2	79,1	0,3	0,4	0,9	5,3	6,0	10,5	6,2	8,5	7,6	1,1	2,0	2,0
Banana	41,7	39,7	46,5	6,8	7,6	8,1	29,8	29,6	25,5	11,0	12,0	11,9	11,2	12,2	9,1
Batata	33,3	53,1	62,5	0,0	0,0	0,0	2,9	0,8	1,1	63,5	46,0	36,2	0,3	0,1	0,2
Amendoim	64,2	65,4	66,9	0,2	0,1	0,2	1,2	0,7	0,8	26,0	24,2	22,1	8,5	10,7	10,9

FONTE: Anuário Estatístico do Brasil, 1975 — Fundação IBGE

TABELA 2

Posição relativa dos rebanhos sobre os totais do Brasil, 1970

REBANHOS	Bovino (%)	Bufalino (%)	Eqüino (%)	Asinino (%)	Muar (%)	Suíno (%)	Ovino (%)	Caprino (%)
Sudeste	34,2	18,2	26,2	4,0	37,4	18,4	1,5	3,2
Norte	2,2	58,2	2,4	2,6	4,7	2,9	0,5	0,6
Nordeste	17,6	9,0	27,3	92,0	42,7	22,5	26,2	87,9
Sul	24,1	5,5	28,8	1,8	12,6	48,3	69,1	6,8
Centro-Oeste	22,0	9,3	15,4	2,1	6,3	0,8	1,2	1,6

FONTE: Anuário Estatístico do Brasil, 1975 — Fundação IBGE

COMUNALIDADE

TABELA 3

01.	Arroz	70,77	09.	Laranja	65,84
02.	Algodão	88,25	10.	Mandioca	78,09
03.	Amendoim	84,76	11.	Milho	81,13
04.	Banana	68,89	12.	Soja	61,84
05.	Batata-inglesa	71,11	13.	Bovinos	98,08
06.	Café	81,03	14.	Equinos	84,53
07.	Cana-de-açúcar	54,55	15.	Muares	76,65
08.	Feijão	80,29	16.	Suínos	69,85

TABELA 4

Factor Loadings

	VARIÁVEIS	FATOR I	FATOR II	FATOR III
01.	Percentagem da área total cultivada de arroz na área total cultivada da MRH	0,39	0,14	0,34
02.	Percentagem da área total cultivada de algodão na área total cultivada da MRH	-0,07	-0,02	0,60
03.	Percentagem da área total cultivada de amendoim na área total cultivada da MRH	0,07	0,13	0,79
	Percentagem da área total cultivada de banana na área total cultivada da MRH	0,43	0,63	-0,24
	Percentagem da área total cultivada de batata-inglesa na área total cultivada da MRH	0,04	0,10	0,09
06.	Percentagem da área total cultivada de café na área total cultivada da MRH	-0,11	0,07	0,56
07.	Percentagem da área total cultivada de cana-de-açúcar na área total cultivada na MRH	0,06	0,16	0,10
08.	Percentagem da área total cultivada de feijão na área total cultivada da MRH .	0,10	0,74	0,23
	Percentagem da área total cultivada de laranja na área total cultivada de la- ranja na área total cultivada da MRH	0,00	-0,50	-0,16
10.	Percentagem da área total cultivada de mandioca na área total cultivada de MRH	0,03	-0,04	-0,04
	Percentagem da área total cultivada de milho na área total cultivada da MRH	-0,03	0,87	0,18
12.	Percentagem da área total cultivada de soja na área total cultivada da MRH	-0,08	0,00	-0,00
13.	Percentagem do número total de bovinos sobre o total de unidade-gado da MRH	-0,99	0.03	0,07
14.	Percentagem do número total de equinos sobre o total de unidade-gado da MRH	0,81	0,19	0,01
15.	Percentagem do número total de muares sobre o total de unidade-gado da MRH	0,74	0,23	0,05
16.	Percentagem do número total de suínos sobre o total de unidade-gado da MRH	0,89	0,00	-0,09
PER	CENTUAL DE EXPLICAÇÃO	20,89	13,17	10,15

Factor Scores

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO	MICRORREGIÕES	Fator I	Fator II	Fator III
157	Sanfranciscana de Januária	0,8836	1,9817	0,3049
158	Serra Geral de Minas	1,4691	1,4590	1,2344
159	Alto Rio Pardo	2,4451	1,9120	-1,5916
160 161	Chapadão de Paracatu Alto Médio São Francisco	1,5682	4,6748	-1,1370
162	Montes Claros	-0,3500	1,8841	—1,0418
163	Mineradora do Alto Jequitinhonha	0,5658 6,7364	2,4340 2,8064	0,7153 0,4532
164	Pastoril de Pedra Azul	1,5901	1,1524	-0,4552 -1,3033
165	Pastoril de Almenara	-0,2199	0.1215	-3,0361
166	Médio Rio das Velhas	-1,2381	1,0604	0,0444
167	Mineradora de Diamantina	8,9967	2,0691	0,2720
168	Teófilo Otôni	0,2695	0,3063	-1,4273
169	Pastoril de Nanuque	-1,9138	0,6623	3,1807
170 171	Uberlândia	—1.2143	1,9723	-0,4862
171	Alto Parnaíba Mata da Corda	-3,7117	2,8466	-1,5027
173	Três Marias	—1,6752 —1,9069	6,4028 2,5176	-0,8173
174	Bacia do Suacuí	0,8820	2,9663	-0,3181 -0,3196
175	Governador Valadares	2,1230	-0,8383	-0,8150 -0,8150
176	Mantena	2,5520	2,4989	1,4221
177	Pontal do Triângulo Mineiro	-4,4356	-0,0380	-1,1681
178	Uberaba	4,9204	0,1192	-1,5887
179	Planalto de Araxá	3,9370	2,1799	-0,9154
180	Alto São Francisco	2,6351	0,5773	0,5192
181 182	Calcários de Sete Lagoas	—1,1475	1,3671	0,7927
183	Belo Horizonte Siderúrgica	0,1011	-0,2718	-0,9139
184	Mata da Caratinga	1,3111 0,1335	1,2289	0,7075
185	Bacia do Manhuaçu	-2,3678	2,6634 1,4734	0,4041 0,0565
186	Divinópolis	0,6032	0,9540	0,0505 1,2585
187	Espinhaço Meredional	1,5137	3,2322	0,1802
188	Mata de Ponte Nova	0,2759	2,3118	-0,3233
189	Vertente Ocidental do Caparaó	-1,2845	0,3247	1,6072
190	Furnas	2,6278	0,7771	0,0192
191	Formiga	-2,4136	1,4404	-0,3180
192	Mata de Viçosa	1,7308	3,7809	0,5912
193 194	Mata de Muriaé	2,8970	1,2350	0,0765
195	Mojiana Mineira Campos da Mantiqueira	1,5946 0,9553	0,8985 2,3159	0,6840 0,2544
196	Mata de Ubá	0,9997	1,6141	0,8288
197	Planalto de Poços de Caldas	-0,5628	3,4476	2,4829
198	Planalto Mineiro	-2,3255	1,0099	0,2985
199	Alto Rio Grande	2,6843	1,7782	-0,3455
200	Juiz de Fora	2,5332	1,4596	-0,6789
201	Mata de Cataguases	3,8042	0,2603	-1,6395
202	Alta Mantiqueira	-0,7219	2,6428	0,8470
203	Alto São Mateus	2,0455	-0,1726	-0,9449
204	Colatina	0,0790	0,0222	1,3439
205 206	Baixada Espírito-santense Colonial Sul Espírito-santense	1,3151 4,2066	-0,6089	-0,3117
207	Vitória	4,2000 1,0470	1,2815 2,6655	1,0720 1,9839
208	Vertente Oriental do Caparaó	2,7432	1,2720	2,2213
209	Cachoeiro do Itapemirim	—1,6794	-0,0274	0,6823
210	Litoral Sul Espírito-santense	0,9005	-2,0537	-2,4862
211	Itaperuna	-4,1990	-0,2273	-0.9445

Factor Scores

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO	MICRORR E GIÕES	Fator I	Fator II	Fator III
212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266	Miracema Açucareira de Campos Cantagalo Três Rios Cordeiro Vale do Paraíba Fluminense Serrana Fluminense Vassouras e Barra do Piraí Bacias do São João e Macacu Grande Rio Cabo Frio Baía da Ilha Grande Alta Araraquarense de Fernandópolis Alta Araraquarense de Votuporanga Divisor Turvo/Grande Barretos Alta Mojiana Planalto de Franca Alta Noroeste de Araçatuba Médio São José dos Dourados/Tietê São José do Rio Preto Média Araraquarense Serra de Jaboticabal Ribeirão Preto Serra de Batatais Nova Alta Paulista Alta Noroeste de Penápolis Bauru Araraquara Depressão Periférica Setentrional Encosta Ocidental da Mantiqueira Paulista Alta Paulista Jaú Rio Claro Campinas Estâncias Hidrominerais Paulistas Alta Sorocabana de Presidente Prudente Alta Sorocabana de Assis Ourinhos Serra de Botucatu Açucareira de Piracicaba :Tatuí Sorocaba Jundiaí Bragança Paulista Vale do Paraíba Paulista Campos de tapetinga Paranapiacaba Grande São Paulo :Alto Paraíba :Apiaí Baixada do Ribeira Baixada Santista	-4,1682 -0,8525 -2,4338 -1,7544 -0,7972 -2,8849 3,1881 0,2006 3,8817 3,5167 3,0971 14,0728 -1,2737 -1,1970 -3,8231 -2,7472 -4,1850 -3,3605 -4,4315 -3,0521 -2,7990 -2,3677 -1,8541 -2,7990 -2,36877 -1,8541 -2,4370 -0,3568 -3,4297 -2,1529 -2,2683 -3,5888 -3,4297 -2,1529 -2,2683 -3,5888 -3,4297 -2,1529 -2,2683 -3,5888 -3,4297 -2,1529 -2,2683 -3,5888 -3,4297 -2,1529 -2,2683 -3,5860 -3,10477 -2,6894 1,6331 -0,1146 -1,8650 -1,7994 0,9515 3,5694 1,7893 0,7695 -3,0860 3,0204 8,6920 5,0346 -1,7820 12,2265 13,5323	0,0398 -3,9832 -0,6638 0,4707 0,4208 0,0937 0,2685 -0,4505 -3,6765 -5,9811 -3,6233 -3,3437 -2,2074 -1,6098 -0,7216 -1,0215 -2,2813 0,0895 -2,8531 -2,2005 -0,4544 -0,1267 -1,8038 -3,7688 -3,0213 -0,1267 -1,8038 -3,7688 -3,0213 -0,1825 -3,4636 -2,1908 -1,6046 -3,9258 -1,6046 -3,9258 -1,6755 -0,5017 0,0961 -4,6296 -0,2036	-1,4821 -3,1402 -12655 -0,9503 -0,1296 -1,0377 0,4802 -0,9061 -1,9686 -3,3895 -2,3364 0,3689 2,9761 2,3257 0,3202 1,2704 1,4541 0,6895 2,2317 2,2947 0,8117 0,4884 0,6031 -0,7893 0,2925 5,3978 2,4441 1,0236 -1,1037 -0,7051 1,6075 4,1239 -0,2925 5,3978 2,4442 1,0236 -1,16372 -0,7051 -1,6754 4,1239 -0,2925 5,3978 2,4441 1,0236 -1,1637 -0,7051 -1,6075 4,1239 -0,2925 5,3978 2,4441 1,0236 -1,1637 -0,7051 -1,6075 4,1239 -0,7051 -1,6075 4,1239 -0,2901 -1,3705 -1,4688 0,6866 5,8312 0,5054 0,6793 0,7270 -1,6312 0,5054 0,6793 0,7270 -1,6372 0,7405 0,1604 0,4034 1,0857 -1,1983 0,7173 2,0816 1,1003 -0,7093 2,7954 -0,5645
267	Costa Norte Paulista	6,2022	-1,8508	— 0;2736

BIBLIOGRAFIA

- COLE, J. P. Análise Fatorial e Análise de Agrupamento no Brasil e no Peru. Geografia Quantitativa, Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1972, pp. 69-89.
- FUNDAÇÃO IBGE Divisão do Brasil em Microrregiões Homogêneas. Rio de Janeiro: Departamento de Documentação e Divulgação Geográfica e Cartográfica, 1968.
- GUSMÃO, Rivaldo Pinto de. Estudo da Organização Agrária da Região Sul através de uma Análise Fatorial. Revista Brasileira de Geografia, ano 36, n.º 1 (janeiro-março, 1974), pp. 33-51.
- KELLER, Elza de S. Tipos de agricultura no Paraná, uma Análise Fatorial. Revista Brasileira de Geografia, ano 32, n.º 4 (outubro-dezembro, 1970), pp. 41-86.
- MAGALHÃES, José Cézar de. Região Sudeste. Novas Paisagens do Brasil, Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1968, pp. 30-248.
- MESQUITA, Olindina V. e Silva, Solange T. Regiões Agrícolas do Estado do Paraná: uma definição estatística. Revista Brasileira de Geografia, ano 32, n.º 1 (janeiro-março, 1970), pp. 3-42.
- PEDROSA, Armindo A. e PORCARO, Rosa Maria. O Uso da Análise Fatorial na caracterização geral da área de influência de Presidente Prudente. Revista Brasileira de Geografia, ano 35, n.º 4 (outubro-dezembro, 1973), pp. 113-136.

Tendo por objetivo a obtenção de informações concretas nos diversos campos das ciências da Terra, especialmente em geologia, o estudo e interpretação de fotografias aéreas vêm sendo objeto de análise, inclusive no tocante à sua interpretação. O estudo que informa o presente trabalho desce a detalhadas considerações sobre o tema, mostrando que o poder de resolução da imagem fotográfica fica dependente, para seu intérprete, do conhecimento prévio de imagens de áreas e feições similares, apresentando de forma sistemática e codificada subsídios para a teoria da fotointerpretação, voltada para as ciências da Terra. Transcrito de Notícia Geomorfológica, Campinas, SP, 16 (32): 71-104, dez., 1976, com autorização do editor.

Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia

PAULO CESAR SOARES ALBERTO PIO FIORI

I — INTRODUÇÃO

O estudo de fotografias aéreas para obtenção de informações nos diversos campos das ciências da Terra tem sido, de modo geral, assistemático e comparativo. O poder de resolução da imagem fotográfica fica dependente, para seu intérprete, do conhecimento prévio de imagens de áreas e feições similares. Constitui o chamado método das chaves, que se vem utilizando há mais de três décadas; embora muito tenha contribuído para o conhecimento geológico e geográfico, este método é auto-

limitativo, pois não apresenta as "regras do jogo" do processo de descoberta 1.

As tentativas mais produtivas de definir um conteúdo e uma lógica comunicável na fotointerpretação surgiram das pesquisas de M. Guy (1966), tendo desenvolvido o método lógico de fotointerpretação. No Brasil este método foi divulgado, essencialmente, através de cursos apresentados por M. Guy e J. P. Riverau, cujos principais tópicos foram publicados por Riverau em 1972.

¹ O método das chaves encontra-se, por exemplo, devidamente desenvolvido nas obras de Lueder (1959), Miller (1961), Ray (1963) Ricci e Petri (1965) e Verbara (1971), dentre outras.

Como resultado da preocupação de sistematizar um conjunto de conhecimentos de conteúdo e as "regras do jogo" que permitam a análise lógica da imagem fotográfica, procuramos definir uma orientação no desenvolvimento da pesquisa da imagem fotográfica. Neste trabalho, em oposição ao método das chaves, procuramos apresentar de forma sistemática, codificada e lógica, subsídios para a teoria da fotointerpretação voltada para as ciências da Terra. Obviamente, esta parte comunicável da fotointerpretação necessita ser praticada para que se desenvolvam hábitos mentais, aptidões para a identificação e análise dos elementos da imagem.

O processo de fotointerpretação envolve, inicialmente, a identificação dos elementos da imagem com os objetos e a análise das relações entre as imagens e, finalmente, a descoberta ou avaliação do significado e função dos objetos e suas relações.

Pode-se conceituar, assim, estes três processos:

- fotoleitura: reconhecimento e identificação dos elementos das imagens com os objetos correspondentes e sua repartição;
- fotoanálise: estudo das relações entre as imagens, associação e ordenação das partes de imagens;
- fotointerpretação: estudo da imagem fotográfica visando à descoberta e avaliação, por métodos indutivos, dedutivos e comparativos do significado, função e relação dos objetos correspondentes às imagens.

A fotoleitura exige o conhecimento das técnicas e processos de obtenção da fotografia tais como: a câmara, a geometria da imagem, as propriedades da visão estereoscópica, as emulsões de impressão e as formas de energia captáveis. Constitui um requisito para o bom desempenho na análise e interpretação das fotos.

II - FOTOANÁLISE

O processo de fotoanálise envolve, inicialmente, a fotoleitura. Para a análise de fotografias aéreas, alguns conceitos devem ser estabelecidos e constituem os elementos fundamentais na caracterização da imagem. A partir destes elementos pode-se compor associações, definir formas, zonas de repartição dos elementos e seus limites.

A análise de aerofotos aplicada às geociências interessa, fundamentalmente, os elementos naturais da paisagem. O relevo e a drenagem constituem os objetos principais da avaliação da imagem fotográfica para a obtenção de informações geológicas. A vegetação, quando não modificada pela ação do homem, reflete também, tal como relevo e drenagem, as condições geológicas, e climáticas constituindo critério auxiliar na análise e interpretação.

Textura e Estrutura na imagem Fotográfica

A menor superfície contínua e homogênea, distinguível na imagem fotográfica e passível de repetição, é denominada elemento de textura ou elemento textural. Uma das propriedades do elemento textural é a de repetição, com forma e dimensão definidas (Riverau, 1972). Um elemento textural pode ser a imagem de uma árvore, ou de parte da árvore, dependendo da escala; ou a imagem de uma parte da linha de drenagem ou de parte do relevo.

Uma mudança de direção ou de forma na linha de drenagem ou na superfície do relevo constitui uma mudança de elemento da textura. Por textura entende-se o padrão de arranjo dos elementos texturais e representa a imagem de conjunto dada pela disposição das menores feições que conservam sua identidade na escala da fotografia.

Na análise das fotografias podemos separar diferentes graus de densidade de textura, ou seja, zonas com maior ou menor número de elementos texturais por unidade de área; densidade de textura é o inverso da distância média entre elementos texturais. Na figura 1 temos texturas de drenagem com densidades diferentes na margem esquerda tem-se maior densidade de textura.

As variações na textura do relevo e da drenagem constituem a propriedade fundamental na análise da imagem, pois permitem separar feições com significado diferente ou associar feições com o mesmo significado, dado por condições naturais. Por outro lado, podemos ter texturas sem significado geológico, mas com significado florestal,

sociológico etc. Estes conceitos podem ser ilustrados com uma imagem retirada da linguagem escrita:

a, b, c, d, constituem "elementos texturais".

c a d a — constitui uma "textura" com significado inteligível em nossa linguagem.

a c d a — constitui uma "textura" sem significado inteligível em nossa linguagem.

Outro conceito importante é o de estrutura. O arranjo dos elementos texturais pode apresentar-se com uma disposição ordenada ou aleatória; a lei que exprime ou que define o padrão de organização no espaço dos elementos texturais denomina-se estrutura. O termo estrutura pode referir-se à lei de organização como à disposição ordenada; assim, ao arranjo radial dos elementos de textura denominaremos estrutura radial. Se identificamos o elemento de textura como elemento de drenagem e a estrutura como radial,

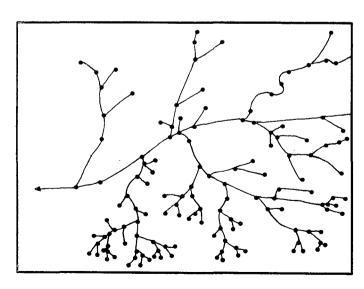


Figura 1 - Elementos texturais de drenagem

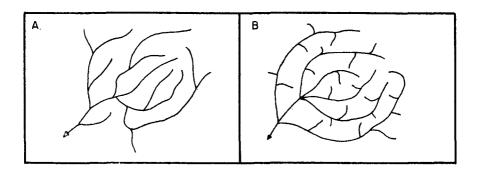


Figura 2 — A densidade e ordem de estruturação. Em A tem-se uma forma de 1.º) textura de drenagem, com 2.º) baixa densidade, 3.º) disposição anelar, 4.º) fracamente estruturada e 5.º) de 1ª ordem. Em B tem-se uma forma de 1.º) textura de drenagem, com 2.º) densidade média de textura, 3.º) disposição anelar e radial, 4.º) fortemente estruturada e 5.º) de 2ª ordem (pois existem dois padrões superpostos).

estamos diante de uma *forma* radial de drenagem; a forma exprime a disposição espacial de elementos texturais com propriedades comuns.

A forma pode ser caracterizada por cinco propriedades:

- 1.a) propriedade dos elementos texturais;
- 2.a) densidade de textura;
- 3.a) estrutura;
- 4.ª) grau de estruturação (ou intensidade);
- 5.^a) a ordem de estruturação (ou grandeza).

O grau de estruturação refere-se à regularidade de organização dos elementos texturais; assim, dizemos que uma forma é francamente estruturada quando a lei de ordenação é mal definida, pouco regular ou pouco precisa, e fortemente estruturada, em caso de disposição regularmente ordenada.

A ordem de estruturação qualifica a complexidade da organização dos ele-

mentos ou a superposição de padrões de organização. Tem-se uma estrutura de 1.ª ordem quando apenas uma lei define o padrão de ordenação, como no caso de disposição em linha reta de elementos texturais.

Na figura 2 ilustramos formas de textura de drenagem com diferentes propriedades.

Pode-se dizer que, quanto maior é o grau e a ordem de estruturação dos elementos texturais em uma forma, menor a possibilidade de ser casual. Exemplificando: uma forma de drenagem com as propriedades da figura 2B não existe por acaso; deve ser o resultado de fatores geológicos condicionados por uma estrutura similar.

2. Zonas Homólogas e Limites

As zonas de repartição dos elementos texturais e sua organização definem zonas homólogas, formadas pela repetição dos mesmos elementos texturais e a mesma estrutura.

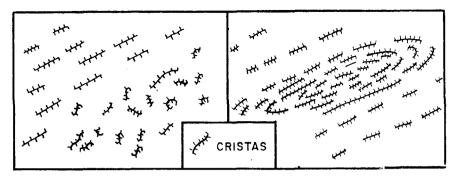


Figura 3 — Textura de relevo (elemento textural identificado: crista). Em A temos uma forma de 1.º) textura de relevo, 2.º) com densidade média de textura, 3.º) disposição retilínea (acima) e irregular, 4.º) fortemente estruturada (acima) e não estruturada (abaixo) e 5.º) de 1º ordem. Em B temos uma forma de 1.º) textura de relevo, 2.º) com densidade baixa e alta (no centro), 3.º) elíptica, 4.º) fortemente estruturada e 5.º) de 1º ordem.

Na figura 3A podemos separar duas zonas homólogas de relevo: uma, formada por elementos texturais retilíneos de relevo fortemente estruturado, e outra, constituída por elementos texturais curvos, irregulares, não estruturados. Na figura 3B distinguem-se também duas zonas homólogas de relevo: uma central, com densidade de textura, e outra externa, com alta densidade. Podemos considerar zonas homólogas apenas de estrutura, onde diferentes elementos texturais estão ordenados segundo uma mesma lei.

As zonas da imagem com propriedades texturais e/ou estruturais diferentes são separadas por limites. Quando um limite coincide com uma forma linear estruturada temos um limite definido pela propriedade desta forma. Considera-se limite progressivo quando as propriedades de uma zona homóloga são substituídas progressivamente pelas propriedades de outra. Podemos considerar, ainda, um limite envoltório, quando separamos um conjunto de propriedades texturais e/ou estruturais diferentes sem que estas propriedades cubram toda a zona limitada (fig. 4).

Na figura 3A podemos traçar um limite envoltório separando a zona homóloga de forma estruturada da não estruturada. O mesmo procedimento pode ser tomado quanto à figura 3B. Nesta, porém, o limite pode coincidir

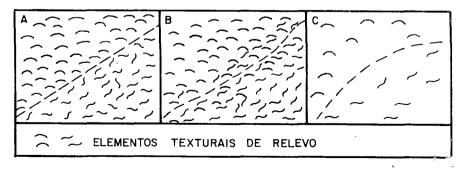


Figura 4 — Limites definido (A), progressivo (B) e envoltório (C), separando zonas homólogas com diferentes texturas de relevo.

com a forma linear estruturada dada pela ocorrência mais externa dos elementos de textura do relevo da zona de alta densidade, constituindo um limite definido.

Todas estas propriedades fundamentais da imagem dependem da escala de observação; seus valores são relativos dentro do mesmo nível de investigação, variando com o grau de resolução da análise e com a qualidade da imagem.

3. Análise da Forma da Rede de Drenagem

A rede de drenagem traçada de forma sistemática e uniforme pode fornecer informações de grande importância, especialmente quanto à estrutura geológica da área; variações no estilo estrutural e, mais grosseiramente nas fácies litológicas, podem ser obtidas com rapidez sobre mapas de drenagem detalhado e apresentado em escala, 2 a 4 vezes menor que a escala em que a drenagem foi originalmente traçada. As propriedades mais importantes a serem analisadas são descritas, resumidamente, a seguir:

- 1.º densidade de textura de drenagem (fig. 5A);
- 2.º sinuosidade dos elementos texturais de drenagem; podemos classificar visualmente em dominantemente curvos; dominantemente retilíneos; e curvos e retilíneos (mistos) (fig. 5B). Os elementos retilíneos são considerados lineações de drenagem, enquanto a disposição em linha reta das lineações de drenagem constitui um alinhamento de drenagem.
- 3.º angularidade: refere-se ao ângulo de confluência dos elementos de drenagem. Podemos classificar zonas homólogas de drenagem em função desta propriedade: baixa (ângulos agudos

- $< 60^{\circ}$); média (ângulos retos $> 60^{\circ} < 120^{\circ}$); alta (> 120°) (fig. 5C).
- 4.º tropia: é a propriedade dos elementos de drenagem de se desenvolverem segundo uma direção preferencial. Quanto a esta propriedade, podemos considerar a estrutura da drenagem tendo em vista a presença de uma ou mais direções de linhas de drenagem francamente dominantes (fig. 5D).
- unidirecional
- bidirecional
- tridirecional
- multidirecional (isótropa): estruturada ou não estruturada.
- 5.º assimetria: A assimetria da rede de drenagem é caracterizada pela presença de elementos com tamanho ou estrutura sistematicamente diferentes, de um lado e de outro, do elemento maior. A assimetria fraca é caracterizada apenas por diferença no tamanho dos elementos e a forte é caracterizada por tamanho e forma (fig. 5E).
- 6.º lineações de drenagem: são elementos de drenagem fortemente estruturados, retilíneos ou em arco.

Na rede de drenagem podem aparecer formas anômalas diferentes do arranjo geral dos elementos de drenagem; cada forma anômala deve ser considerada e ter seu significado investigado. Na figura 5F apresentamos exemplos de formas anômalas com significado geológico.

Analisada segundo estas propriedades, com facilidade podemos descrever e definir diferentes zonas homólogas de drenagem e caracterizar a interpretacão.

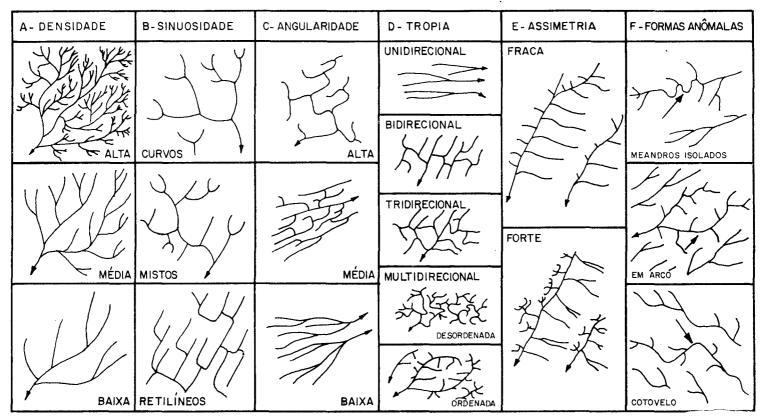


Figura 5 - Propriedades da rede de drenagem.

4. Análise da Forma do Relevo

Os elementos fundamentais na análise do relevo para interpretação geológica são as rupturas de declive. As pequenas rupturas de declive definem os elementos texturais do relevo, caracterizados pelas menores variações bruscas, identificáveis na foto, da superfície do terreno. A disposição regular, definida no espaço, das rupturas de declive constitui estrutura do relevo considerada como quebras negativas ou quebras positivas ou ainda lineações e alinhamentos de relevo. Uma quebra, negativa ou positiva, está contida em um plano ou em uma superfície regular, que define a forma de estruturação.

As principais propriedades de textura e estrutura do relevo são caracterizadas a seguir (fig. 6):

- 1.ª Densidade de textura de relevo: constitui uma avaliação da quantidade de microfeições do relevo por unidade de área; a ausência destas microfeições ou elementos texturais de relevo dá uma densidade de textura de relevo nula. A presença de microrrelevo fino na superfície produz alta densidade de textura de relevo na imagem. A densidade de textura constitui um parâmetro de elevada resolução na definição de zonas homólogas de relevo.
- 2.ª Quebra positiva: é uma forma saliente no relevo originada pela disposição estruturada de rupturas de declive convexas para cima. Constituem as cristas do relevo, podendo ser abruptas (agudas) ou suaves. De modo geral, constituem limites definidos entre distintas zonas homólogas de relevo.
- 3.a Quebra negativa: constitui uma forma rebaixada no relevo, formada pela disposição estruturada das rupturas de declive com a concavidade vol-

tada para cima. Como as quebras positivas, constituem limites definidos entre diferentes zonas homólogas de relevo.

- 4.ª Assimetria do relevo: Considerase relevo assimétrico quando as quebras negativas e positivas separam zonas de declividade maior e menor, ou com propriedades de relevo diferentes, alternadamente. Podemos, pelo exame da imagem, definir diferentes graus de assimetria e simetria:
- fortemente assimétrico: quando uma zona homóloga horizontal a sub-horizontal se opõe a uma zona homóloga fortemente inclinada;
- moderadamente assimétrico: quando duas zonas homólogas com declives elevados e visivelmente diferentes pela densidade de textura de relevo estão justapostas;
- fracamente assimétrico: quando aszonas homólogas justapostas apresentam declives aproximadamente iguais, mas se diferenciam pela densidade de textura de relevo;
- simétrico: quando as zonas homólogas com declives similares e divergentes apresentam as mesmas propriedades de textura de relevo.
- 5.ª Lineações de relevo são pequenas feições lineares, pouco salientes no relevo, fortemente estruturadas, retilíneas ou curvas; dependendo do grau de resolução da imagem, aparecem como uma forma linear fortemente estruturada dos elementos de relevo.
- 6.ª Alinhamentos de relevo: constituem uma feição bastante saliente no relevo, com disposição retilínea ou levemente curva, e forte estruturação dos elementos de relevo; de modo geral, apresentam conjunto de lineações paralelas. Constitui uma crista simétrica ou levemente assimétrica.

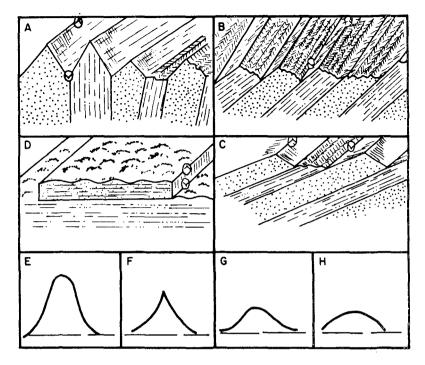


Figura 6 — Representação esquemática de formas de relevo desenvolvidas em diferentes padrões de estrutura geológica e materiais diversos: densidade de textura de relevo alta (a) e baixa (b); quebras positivas () e negativas (); Assimetria do relevo: simétrico (A), fra;amente assimétrico (B), moderadamente assimétrico (C), fortemente assimétrico (D); Tipo de encosta: côncavo-retilíneo-convexa (E), côncava (F), côncavo-convexa (G) e convexa (H).

7.ª — Forma das encostas: constitui uma propriedade de relevo bastante útil, embora de difícil caracterização. As formas das encostas são classificadas pelo tipo dominante de perfil apresentado na zona homóloga (figs. 6E — H):

- perfil côncavo
- perfil convexo
- perfil côncavo-convexo
- perfil côncavo-retilíneo-convexo

As diferentes propriedades da textura e estrutura do relevo, examinadas de forma combinada, permitem definir e caracterizar diferentes zonas homólogas, refletindo propriedades distintas das rochas.

III — FOTOINTERPRETAÇÃO

Caracterizadas as diversas formas de arranjo do relevo e da drenagem, podemos avaliar o seu significado e, desta forma, a partir das propriedades da imagem, estabelecer as propriedades do objeto. O passo seguinte no processo de fotointerpretação é definir o significado geológico, ou seja, a função do objeto.

A fotointerpretação deve atingir os resultados pretendidos, partindo da avaliação das propriedades mais simples e evidentes. A função principal da fotointerpretação não é substituir o levantamento de campo; o mapa de fotointerpretação jamais será um mapa geológico. É um documento-base com mui-

tas informações geológicas interpretadas, mas fundamentalmente com zonas limitadas constituídas por rochas com propriedades similares, denominadas zonas fotolitológicas; as características petrográficas destas rochas só serão definidas no campo, porém algumas características físicas e químicas podem ser estabelecidas pela interpretação das imagens.

Na prática, a identificação dos elementos, a análise das formas e sua interpretação podem ser processos desenvolvidos quase simultaneamente, pois a análise é feita acompanhada de uma busca de significado da forma; para níveis mais complexos de interpretação vai-se tornando necessário o acúmulo de informações de análise. A imagem vai sendo decifrada, compondo-se estruturas com significado, cuja mensagem é interpretada e traduzida em termos geológicos.

Para facilitar a interpretação inicial dispõe-se de um conjunto de relações genéricas entre propriedades da imagem e propriedades do objeto, já conhecidas e definidas com um grau elevado de confiança e que podem ser facilmente reinterpretdaas na área de trabalho. Estas relações derivam dos fatores que controlam as propriedades da imagem.

Fatores que Controlam a Textura e Estrutura da Imagem:

Dentre os diversos fatores que controlam as propriedades de textura e estrutura das formas, consideraremos apenas os relacionados com as formas de relevo e drenagem. O estabelecimento destes fatores e seus efeitos depende do conhecimento que se tem das propriedades dos materiais e da dinâmica atuante no processo morfogenético. Isto significa que quanto maior o conhecimento geológico e geomorfológico do fotointérprete maior será a quantidade de informações obtidas através da foto.

A — Fatores Morfogenéticos

Na fotointerpretação devemos ter em conta aqueles fatores com atuação marcante nos processos de elaboração das formas de relevo e drenagem e independentes do substrato geológico. Esse tema pode ser amplamente estudado em vasta bibliografia sobre sistemas geomorfológicos (v. Christofoletti, 1973; Howard, 1965; Schumm e Lichty, 1965). Devemos considerar os fatores clima, tectônica, nível base, descarga de água e sedimento. Além destes, outro fator deve ser considerado: o tempo, representando a perspectiva histórica da evolução do sistema, Por outro lado, quando examinamos o processo geomorfológico sem uma perspectiva temporal, apenas como sistema em equilíbrio dinâmico, o tempo passa a ser uma variável irrelevante. Dentro da perspectiva de evolução cíclica, o tempo é uma variável independente; formas diferentes, dentro de um conjunto de outros fatores modificadores iguais, resultam do tempo durante o qual o processo agiu naquele ciclo; isto porque, com o tempo, há redução da energia erosiva ou perda de energia do sistema se não houver realimentação do sistema por outros fatores.

A morfologia da rede de drenagem e das vertentes, considerada num contexto de tempo geológico, a ponto de permitir variações cíclicas, é uma variável dependente. Todos os demais fatores sendo iguais e constantes, as formas de drenagem e de relevo apresentar-se-ão diferentes quando resultantes de situações historicamente diferentes. Como conseqüência, encontramos em uma mesma área formas de drenagem e relevo em aparente contradição com

estado atual do sistema, constituindo remanescentes de estados prévios do sistema.

Neste mesmo contexto de tempo geológico, a vegetação é uma variável dependente. Depende do clima, da itologia e também do relevo e da drenagem. Porém, dentro de um sistema em equilíbrio ou estável, a vegetação e a drenagem podem-se constituir em variáveis independentes. O substrato geológico, as litologias e as estruturas. apresentam-se também como variáveis independentes: à medida que o processo erosivo se desenvolve, diferentes litologias e estruturas são expostas a este processo. O fator clima condiciona o desenvolvimento das formas de relevo e drenagem através da variação no desenvolvimento da cobertura vegetal, na produção da carga detrítica e na energia de transporte. As formas de relevo evoluem diferentemente sob condições climáticas diferentes, atuando durante um intervalo de tempo suficiente para o ajustamento do sistema. As oscilações climáticas ocorridas no Quaternário permitiram o desenvolvimento de formas de relevo que permanecem na paisagem atual como formas herdadas ou estados prévios. Muitas vezes dificultam a interpretação por definirem zonas homólogas, com propriedades muito diferentes, para as mesmas propriedades do substrato,

Ainda outro fator com influência efetiva na evolução do relevo é a tectônica recente. O soerguimento pode ser generalizado ou local, lento ou rápido, modificando o gradiente da rede de drenagem ou estabelecendo níveis de base locais. O soerguimento aumenta a energia potencial do sistema, enquanto a subsidência reduz. A história geológica da Terra é caracterizada por movimentação cíclica: fases com um mínimo de áreas submetidas a processos de soerguimento e um máximo de áreas subsidentes foram sucedidas por

fases com um máximo de áreas em soerguimento. Desde o fim do Terciário os continentes sofrem o efeito de uma fase de soerguimento generalizado episódico, alimentando o sistema geomorfológico em energia potencial. Em muitos locais este soerguimento é diferencial, produzindo formas de relevo e de drenagem diferentes sobre áreas com mesmas propriedades litológicas e estruturais, ou ainda reduzindo o gradiente da drenagem, elevando o suprimento detrítico e criando extensas planícies aluviais.

Destas rápidas considerações sobre fatores morfogenéticos queremos apenas alertar que existem diversas variáveis no sistema geomorfológico, cujos efeitos podem ser no mesmo sentido ou em sentidos opostos. Que em uma pequena área o clima médio é o mesmo, o tempo registrado na foto é o mesmo, a tectônica recente é diferencial e a geologia é diferencial; que além disto, podemos ter registros históricos da paisagem desenvolvidos em estados prévios do sistema, onde tais variáveis podem ter sido diferentes, indicando que o sistema não foi totalmente ajustado às novas variáveis.

Algumas regras podem ser estabelecidas para avaliar o sentido de desenvolvimento de um sistema considerando isoladamente uma variável, ou seja, tomando as demais como constantes:

- a) quanto maior a amplitude altimétrica em uma área com a mesma densidade de drenagem maior a declividade das vertentes ou encostas;
- b) quanto maior a declividade da vertente maior é a energia disponível para remoção de material e redução da declividade:
- c) redução da declividade é maior onde o processo não é limitado pela meteorização; ou a maior suscetibili-

dade ao intemperismo desloca o sistema no sentido do rebaixamento da declividade;

- d) outros fatores sendo iguais, a maior declividade e maior amplitude altimétrica são o resultado do controle exercido pela maior resistência do material aos processos de remoção;
- e) outros fatores sendo iguais, quanto maior a densidade de drenagem menor é a capacidade de retenção da água e a permeabilidade do substrato.

B — Fatores Litológicos

Estes fatores dependem das propriedades físicas e químicas dos maciços rochosos, e são os seguintes:

1.º - Resistência à erosão: A resistência de um maciço depende, inicialmente, do grau de alterabilidade da rocha ou sua maior ou menor resistência ao intemperismo químico; em segundo lugar, do grau de consolidação, ou maior ou menor facilidade de desagregação ou resistência à destruição física do maciço. Rochas com diferentes composições químicas apresentarão resistência diferencial aos processos erosivos e texturas de relevo diferentes: - Maciços rochosos cobertos por espesso manto de intemperismo apresentarão as mesmas propriedades de rochas facilmente desagregáveis. Assim, os maciços rochosos com maior alterabilidade apresentarão maior erodibilidade. Outros fatores sendo iguais, existe relação direta entre a resistência à erosão ou à erodibilidade do maciço rochoso e a presença de formas mais ou menos rebaixadas; a dinâmica intemperismo (fornecimento de material erodível) e remoção será diferente numa área com o mesmo nível base (mesma energia potencial de erosão), em função das diferenças de alterabilidade do material. O melhor critério

analítico para interpretar os diferentes graus de erodibilidade resulta do exame das formas de encosta ou vertentes. A evolução das encostas é um processo bastante complexo. Não é nossa intenção discuti-lo; uma discussão ampla, atualizada e facilmente compreensível do tema pode ser encontrada em Christofoletti (1974: 25-51).

O desenvolvimento dos diferentes tipos de vertentes pode ser explicado a partir do balanço entre a intensidade de intemperismo ou eluviação (produção de material erodível) e a capacidade de transporte ou remoção. Grosseiramente, podemos considerar a capacidade de transporte em uma área como função da energia potencial de remoção ou, ainda, da diferença do nível em relação ao nível base local. Desta forma, as áreas mais rebaixadas do relevo não devem ter esta característica por estarem mais próximas dos vales maiores; ao contrário, os vales maiores estão aí situados porque os processos erosivos encontraram menor resistência, rebaixando mais rapidamente o relevo.

Considerando para uma mesma área, o mesmo potencial erosivo durante o ciclo geomorfológico em que se desenvolve o relevo presente, pode-se relacionar as formas de encosta côncavas, côncavo-convexas, convexas e côncavoretilíneo-convexas pelas diferentes resistências oferecidas pelo maciço rochoso aos processos denudacionais. Ou, de outra forma, pelo balanço entre velocidade de intemperismo ou eluviação (índice de alterabilidade) e velocidade de remoção. Desta forma, podemos caracterizar zonas fotolitológicas pelas diferentes resistências ao intemperismo-erosão, relativas umas às outras, em função das formas de encostas dominantes.

a) Não resistentes (nR) — velocidade de intemperismo maior que a de remoção. Neste caso dominam solos espessos, encostas rebaixadas devido ao volume elevado de material disponível para remoção. A maior parte das encostas são convexas e evoluem por rastejamento de solo e erosão por escoamento difuso;

- b) Pouco resistentes (pR) velocidade de intemperismo aproxidamente igual à velocidade de remoção; a parte mais elevada da encosta é convexa e evolui por rastejamento de solo e erosão por escoamento difuso e a parte inferior sofre erosão por escoamento concentrado, apresentando forma côncava;
- c) Resistentes (R) velocidade de intemperismo menor que a velocidade de remoção. Em todo o perfil da encosta a capacidade de erosão e remoção é maior que o volume de material intemperizado, havendo erosão por escoamento concentrado e dando forma côncava à encosta;
- d) Muito resistentes (mR) velocidade de intemperismo muito menor que a capacidade de erosão. O perfil côncavo da encosta alonga-se devido à velocidade lenta de erosão do material rochoso nas partes mais elevadas, passando a evoluir por queda de blocos e avalanchas; desenvolve-se uma seção retilinea do perfil; o topo da encosta, não chegando a ser atingido pela erosão concentrada, desenvolve perfil convexo.

Esta dinâmica de formação de encosta, apresentada sucintamente, permite a interpretação das diferentes resistências oferecidas pelas rochas ao intemperismo. Isto porque, em uma área em que o nível base é o mesmo, a energia potencial de erosão também é a mesma (ou menor onde a topografia é mais baixa), de maneira que as diferenças de forma de encosta mostram uma boa correlação com a resistência diferencial

ao intemperismo. Por outro lado, nas condições climáticas tropicais, onde o intemperismo químico é dominante, as diferentes formas de encostas representarão diferentes composições químicas das rochas.

A resistência à erosão pode ser uma propriedade anisotrópica dos materiais; neste caso podem-se desenvolver formas salientes ou rebaixadas fortemente estruturadas. As quebras positivas são interpretadas como o resultado da maior resistência do material à erosão, em um plano estrutural ou superfície regular do material. E inversamente interpretam-se as quebras negativas. As quebras negativas podem constituir excelentes limites entre zonas fotolitológicas.

As rochas relativamente mais resistentes ao intemperismo tendem a apresentar maior densidade de relevo, por manterem maior irregularidade na superfície. Onde a cobertura superficial ou os solos são mais espessos, a densidade de textura de relevo é menor.

2.º — Permeabilidade: Permeabilidade é uma propriedade dos materiais, caracterizável pela maior ou menor facilidade com que um fluído percola um meio poroso. A permeabilidade pode ser o resultado da comunicação entre os espaços intergranulares das rochas ou materiais inconsolidados ou ainda entre os espaços produzidos por fraturamento. Em rochas clásticas e materiais inconsolidados varia com o tamanho dos grãos e com sua seleção; em organoquímicas depende da solubilidade e impurezas e em rochas ígneas varia com a intensidade de fraturamento.

Para uma área com o mesmo índice pluviométrico, a permeabilidade é inversamente proporcional à densidade de drenagem, pois densidades maiores significam menor potencial de infiltração e vice-versa. Onde os maciços rochosos são cobertos por espessos mantos de material inconsolidado à densidade de drenagem refletirá mais a espessura e permeabilidade desses materiais.

A permeabilidade é a propriedade mais facilmente interpretada e útil em áreas de rochas sedimentares. Podemos qualificar esta propriedade tendo em vista as densidades relativas dentre as zonas homólogas: baixa (mD), média (D) e alta (pD) etc.

3.º - Plasticidade e ruptibilidade: Entende-se por plasticidade a capacidade de um material ser deformado sem ruptura. É o inverso da ruptibilidade. Rochas com diferentes plasticidades apresentarão diferentes comportamentos em relação aos esforços geológicos de compressão e tensão. As rochas tendem a apresentar fraturamento sistemático independente dos processos ou ciclos tectônicos que sofreram. Tal fraturamento é o efeito de movimentos regulares da crosta continental, como as marés continentais e a deriva dos continentes ou ainda efeito de variações no eixo de rotação da terra (v. Badgley, 1970). Rochas penecontemporâneas, com diferentes graus de ruptibilidade, apresentarão menor ou maior grau de fraturamento.

Zonas de fraturamento, por serem mais facilmente atacadas pelos processos meteóricos e erosivos, constituem zonas de desenvolvimento preferencial de linhas de drenagem retilíneas; aos elementos de drenagem fortemente estruturados, retilíneos ou em arco, denomina-se lineações de drenagem. Interpreta-se como traços de fratura quando estabelecidos sobre faixas de concentração de fraturamento. Zonas homólogas com maior densidade de traços de fratura refletem rochas com menor grau de plasticidade. Na área de trabalho, durante a análise, podemos qua-

lificar zonas homólogas de diferentes densidades de traços de fratura, embora com limites arbitrários. Verificamos ser possível utilizar os seguintes limites: mF — mais de 50% dos elementos de drenagem são traços de fratura; F — entre 10 e 50% são traços de fratura; pF — menos de 10% são traços de fratura; nF — não apresentam traços de fratura.

As lineações de drenagem são interpretadas como traços de fratura quando retilíneas e bi — a multidirecionais, pois os esforços aplicados sobre as rochas fraturam-nas em duas ou mais direções.

4.º - Solubilidade: A solubilidade é uma propriedade que expressa a suscetibilidade de um material de ser dissolvido. As rochas sedimentares químicas, tais como calcários e sal-gema, apresentam, relativamente às demais rochas, alta solubilidade sob a ação das águas meteóricas. Sobre estas rochas desenvolvem-se formas especiais de relevo, dependendo das condições climáticas, como dolinas, funis, chaminés, e de drenagem, como vales ocultos, que podem ser identificados com facilidade no exame estereoscópico da imagem. Tem-se menor densidade de drenagem sobre rochas mais solúveis, pois desenvolvem-se escoamento em subsuperfície.

5.º - Tropia - As estruturas de acamamento, bandeamento, xistosidade e gnaissificação conferem à rocha propriedades anisotropas (Wernick e Sinelli (1970)), condicionando o desenvolvimento orientado das formas de relevo e de drenagem. Quando os planos de anisotropia não são cortados pela superfície topográfica, as formas de relevo e de drenagem desenvolvemse como se as rochas fossem isótropas. As propriedades que definem a anisotropia são os alinhamentos de relevo, lineações de relevo e lineações de drenagem.

48

Nas análises das imagens podemos definir zonas homólogas ou fotolitológicas com diferentes graus de orientação das formas, refletindo diferentes tipos de propriedades anisotrópicas ou graus de anisotropia na fase exposta das rochas. Assim sendo, as rochas que exprimem de modo mais evidente suas propriedades anisotrópicas são aquelas fortemente dobradas. Considerando os seguintes graus de orientação:

- a) Muito orientadas (mO): são caracterizadas pela presença de alinhamentos de relevo, lineações de relevo e de drenagem. Os alinhamentos de relevo representam corpos litológicos tabulares espessos;
- b) Moderadamente orientadas (O): são caracterizadas pela presença de lineações de relevo e de drenagem. As lineações de relevo, em arco ou retilineas, são interpretadas como traços de acamamento e constituem a expressão da exposição de pequenas camadas mais resistentes ao intemperismo ou a intersecção das camadas com a superfície. As formas de relevo são alongadas na mesma direção;
- c) Pouco orientadas (pO): apresentam apenas lineações de drenagem correspondentes a traços de foliação. As lineações de drenagem são interpretadas como traços de foliação quando em forma de arco ou retilíneas mantêm regularidade na orientação; quando não acompanhadas de traços de acamamento refletem a direção de propriedades anisotropas do tipo xistosidade, bandeamento e gnaissificação em rochas pouco heterogêneas. As formas de relevo apresentam pequeno alongamento na mesma direção das lineações;

d) Não orientadas (nO): não apresentam nenhuma das três propriedades. As formas de relevo tendem a ser isométricas.

Fundamentados nas relações entre as propriedades litológicas e as propriedades de textura e estrutura da imagem, cuja consistência pode ser avaliada para cada área de trabalho, podemos interpretar o significado litológico das diferentes zonas homólogas ou zonas fotolitológicas.

C — Fatores Deformacionais

Os diversos fatores resultantes de deformações sofridas pelas rochas controlam o relevo e drenagem, afetando as propriedades da imagem de formas diferentes. Tais deformações podem ser grosseiramente classificadas em mecânicas, térmicas e químicas. Dentre estas deformações destacaremos as originadas por tectonismo (falhamentos e dobramentos).

Os elementos estruturais de mais simples interpretação são os mergulhos das estruturas e as fraturas; falhamentos e dobramentos são representados por estruturas de modo mais complexo. ²

1.º — Atitudes de camadas — as camadas são estruturas que se originaram geralmente em posição horizontal ou quase horizontal. Quando submetidas a deformações têm sua posição original modificada. Interessa ao geólogo definir a direção da camada e o valor e sentido do mergulho. Com técnicas fotogramétricas simples e formas favoráveis, o valor do mergulho pode ser

² Embora não desejamos, neste trabalho, levar em conta a nomenclatura geomorfológica descrita das formas de relevo relacionadas com a tipologia estrutural, devemos lembrar que sua utilização é útil e facilita a fotointerpretação. A nomenclatura morfoestrutural encontra-se conceituada nos trabalhos de Thornbury (1969), Penteado (1974) e Christofoletti (1975 a, 1975 b e 1975 c), todas de acesso fácil ao leitor brasileiro.

medido, utilizando-se a resolução do problema de três pontos cotados.

Através da propriedade de assimetria do relevo e da drenagem podemos fazer uma avaliação rápida destes elementos da estrutura geológica, pelo menos definindo classes de valor de mergulho (fig. 7).

Em camadas sub-horizontais (mergulhos menores de 3°) desenvolve-se relevo fortemente assimétrico, com mergulho acompanhando o declive da zona homóloga sub-horizontal (7-i); a rede de drenagem apresenta forma bidirecional, com angularidade média, elementos curvos e retilíneos (fig. 7J).

Em camadas suavemente inclinadas (3º – 10º) o relevo, regra geral, é moderadamente assimétrico (fig. 7G); o mergulho das camadas controla o declive do relevo e da drenagem; a drenagem é unidirecional com angularidade baixa ou bidirecional assimétrica (fig. 7H); o mergulho é no sentido do escoamento nos elementos subparalelos ou de baixa angularidade.

Em camadas medianamente inclinadas (10° — 30°) desenvolve-se relevo moderadamente assimétrico (fig. 7E) e drenagem assimétrica, com mergulho acompanhando o declive da zona homóloga de menor densidade de textura de relevo ("superfície homogênea") e da drenagem subparalela (fig 7F).

Em camadas fortemente inclinadas a subverticais dificilmente são avaliáveis os valores dos mergulhos em virtude do exagero vertical da visão estereoscópia. O relevo é fracamente assimétrico e o mergulho é no sentido do declive da zona homóloga de menor densidade de relevo (fig. 7C) quando os mergulhos estão entre 30° a 60° aproximadamente; para mergulhos maiores o relevo é simétrico (fig. 7A).

A rede de drenagem tem forma unidirecional com angularidade média e a direção dominante desenvolve-se paralelamente à direção das camadas (figs. 7B e D).

As lineações de relevo, interpretadas como traços de acamamento, são excelentes indicadores de direção e mergulho, pois o mergulho será no sentido da concavidade (fig. 7C); sobre o traço de acamamento o mergulho pode ser medido. As lineações de drenagem, interpretadas como traços de foliação, indicam a direção estrutural; estes elementos são excelentes feições para a construção de mapas de *trend* estrutural.

2.º – Fraturas – Já foi visto em outro parágrafo que as fraturas (ou juntas) são refletidas na imagem através dos traços de fratura ou lineações de drenagem retilíneas; em áreas de mergulhos subverticais ocorrem traços de foliação retilíneos. Consideram-se traços de fratura as lineações de drenagem com direções diferentes das correspondentes a traços de foliação.

Os traços de fratura correspondem a zonas de concentração de juntas. Deve ser considerado um limite máximo para o tamanho do traço de fratura Lattman e Matzike (1961) consideraeste limite em uma milha (1.600m); Northfleet et al. consideraram 3,5 km. A importância deste limite está em que a partir de certa extensão as fraturas sofrem deslocamento dos blocos, comportando-se como falhas. A análise estrutural com base em traço de fratura é discutida, dentre outros, por Northfleet e Bettini (1971) e por Fiori e Soares (1974).

3.º Falhamentos — O falhamento é um fenômeno geológico caracterizado pela movimentação diferencial de blocos ou pacotes de rochas ao longo de

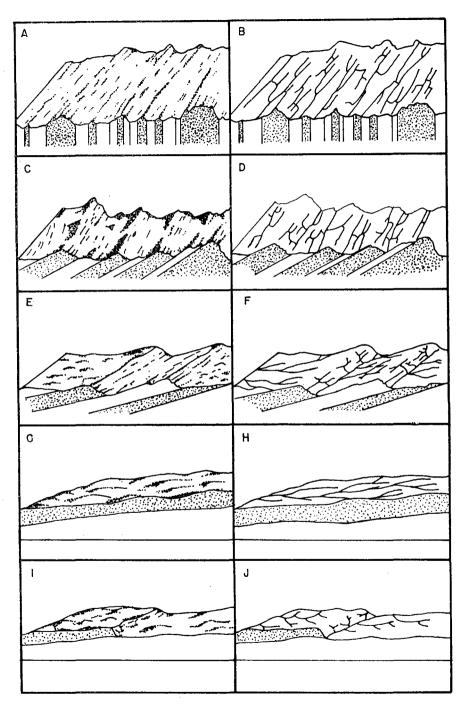


Figura 7 — Avaliação da estrutura geológica através das propriedades das formas de rolevo e drenagem.

um plano; as falhas são fraturas nas rochas ao longo das quais ocorreram deslocamentos relativos entre um lado e outro. Na fotointerpretação pode-se reconhecer esta estrutura geológica, com base em alguns modelos de formas estabelecidas logicamente.

O modelo fotointerpretativo completo de falhas é representado por uma descontinuidade de zonas homólogas ao longo de um alinhamento (fig. 8). As zonas homólogas refletem a disposição das unidades litológicas; o alinhamento de relevo ou de drenagem é a expressão do plano ou faixa de ruptura, com posição subvertical. O movimento relativo dos blocos pode ser definido pela posição espacial de zonas homólogas correspondentes de um e outro lado do alinhamento.

Três situações mais simples e comuns podem ser identificadas na fotointerpretação. Na figura 8A temos representação de um modelo de falhas de alto ângulo, por causa da expressão retilínea do plano de ruptura sob a forma de lineações de drenagem e relevo; o mergulho das camadas é dado pela assimetria do relevo, sendo a estrutura medianamente inclinada. No bloco que se eleva (A) as zonas homólogas ficam geograficamente deslo-

cadas no sentido do mergulho (bloco NE). Na figura 8B temos modelo de falha com alto ângulo, interpretada pela expressão retilínea do plano através do alinhamento de drenagem em com mergulho subverticais (cristas simétricas e lineações de relevo retilíneas). O deslocamento é no sentido anti-horário, tendo em vista a posição das zonas homólogas correspondentes e as dobras de arrasto. Na figura 8C a linha de descontinuidade é uma quebra sinuosa expressando a posição pouco inclinada do plano, que pode ser interpretado como falha ou como discordância angular.

4.º Dobras — Os modelos fotointerpretativos para a interpretação de dobras podem ser desenvolvidos a partir de dois tipos principais: dobras com mergulhos suaves e dobras com mergulhos altos; podem atingir formas tão complexas como a própria estrutura, como em casos de superposição de dobramentos. Na interpretação de uma estrutura dobrada interpreta-se cada indicação de mergulho e/ou direção das camadas.

Nas estruturas com mergulhos suaves as formas assimétricas de drenagem e relevo são bem desenvolvidas. Na figura 9 apresentamos modelo teórico

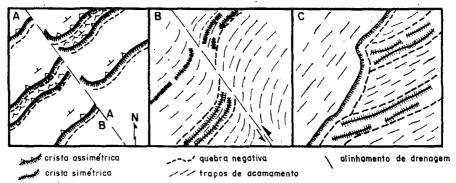


Figura 8 — Modelos fotointerpretativos de falhas: descontinuidades de zonas homólogas ao longo de um alinhamento.

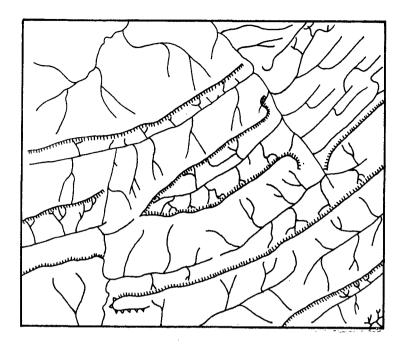


Figura 3-A — modelo de drenagem e relevo em áreas moderadamente dobradas.

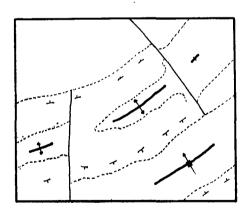


Figura 9-B — Modelo fotointerpretativo da estrutura pelas propriedades da drenagem e relevo.

de formas de relevo e drenagem em estruturas anticlinais e sinclinais. Drenagem com baixa angularidade (subparalela) divergente nos anticlinais e convergente nos sinclinais. Elementos de drenagem de maior ordem (3.ª ou

4.a) contornam a estrutura, simulando linhas de forma.

Nas estruturas muito dobradas deve-se desenhar, analisar e interpretar os traços de acamamento (lineações de re-

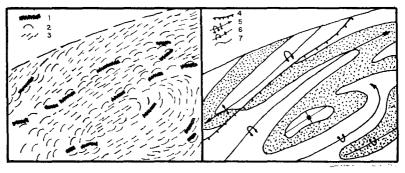


Figura 10 — Modelo fotointerpretativo de áreas fortemente dobradas. Elementos de análise: 1 — alinhamento de relevo; 2 — traço de acamamento; 3 — traço de foliação, Interpretação; 4 — falha de empurrão; 5 — anticlinal; 6 — sinclinal; 7 — limite de zona homóloga.

levo) e traços de foliação (lineações de drenagem), formando representação de trends estruturais, narizes, descontinuidades produzidas por falhas etc., que permite definir alguns elementos geométricos da estrutura e, possivelmente, sua classificação. Na figura 10 apresentamos modelo interpretativo deste tipo de estruturas.

Três exemplos de interpretação da estrutura geológica são apresentados na figura 11. Em 11A temos uma rede de drenagem desenvolvida em áreas moderadas a fortemente dobradas, exibindo anticlinais e sinclinais fechados. Em 11B temos uma forma de drenagem fracamente estruturada, anelarradial com elementos maiores convergentes, indicando tratar-se de uma bacia estrutural. Em 11C os elementos maiores são divergentes com assimetria bem definida; trata-se de uma estrutura dômica.

IV — APLICAÇÕES E CONCLUSÕES

A potencialidade da fotointerpretação como método de investigação dos fatos e fenômenos presentes na superfície da Terra é inimaginável. Tem, porém, um limite implícito no fato de que a foto representa um registro instantâneo de energia refletida pela

superfície fotografada. Como documento para inventário e distribuição real de fatos é o mais preciso. Como documento para interpretação através de conclusões lógicas permite que o intérprete obtenha sempre informações parciais e se supere, substituindo-as por outras, com a ampliação do seu conhecimento entre causas e efeitos, ou entre as variáveis (processos e respostas-formas) que constituem fenômenos probabilísticos.

O grau de confiança da fotointerpretação será definido pela probabilidade de as formas serem os resultados da atuação das variáveis consideradas. Os modelos fotointerpretativos não constituem documentos que possam ser invocados como comprobatório da interpretação que se pretenda fornecer em um trabalho. Constituem apenas uma forma de se comunicar a direção na qual as variáveis tendem a agir.

Como campos de maior rendimento da fotointerpretação nos estudos geológicos podemos citar o mapeamento geológico de detalhe e semidetalhe, os estudos para implantação de obras de engenharia, para captação de recursos hídricos, estudos estratigráficos e estudos estruturais.

Para mapeamento geológico deve-se preparar, inicialmente, um mapa de

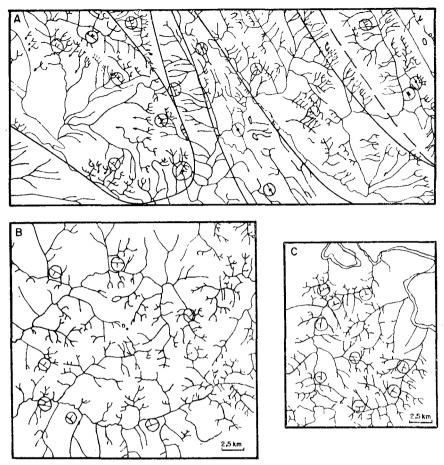


Figura 11 — Exemplo de interpretação da estrutura geológica pelas formas da rede de drenagem: A — áreas moderadas e fortemente dobradas; B — baixo estrutural; C — alto estrutural (domo).

fotointerpretação sistemática contendo (fig. 12):

- 1.º) alinhamentos de relevo, quebras negativas e positivas, lineações de drenagem e de relevo (12A);
- 2.º) limites de zonas fotolitológicas (12B);
- 3.º) propriedades das zonas fotolitológicas (12B) ;
- 4.0) elementos indicativos da estrutura geológica: mergulhos, falhas, dobras e fraturas;

5.º) se necessário, podem ser traçados os limites de zonas homólogas de drenagem com sua interpretação estrutural.

O passo seguinte é a obtenção de um controle de campo onde os elementos de informação da fotointerpretação são traduzidos em termos geológicos e documentados com a informação direta; a revisão da fotointerpretação e preparação dos mapas geológicos constituem as fases finais.

Em estudos para implantação de obras de engenharia, o uso da imagem foto-

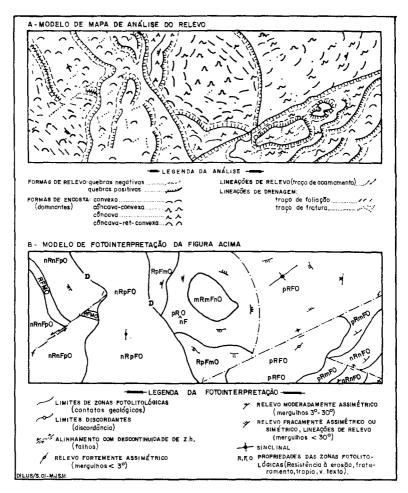


Figura 12 — Modelos de análise (A) e interpretação geológica (B) do relevo.

gráfica permite obter uma série de informações na fase de anteprojeto, com rapidez e baixo custo. Pode ser feita uma avaliação rápida e econômica das condições do terreno, visando a selecionar as áreas ótimas para a implantação de uma obra de engenharia em sua fase inicial. Muitas áreas que apresentam problemas especiais de construção podem ser definidas e delimitadas com variável grau de precisão. Podemos resumir o papel da fotointerpretação no trabalho de avaliação das potencialidades e limitações do meio físico para fins de construção, e

na avaliação de algumas propriedades fundamentais das rochas, como sendo:

- 1.º) estanqueidade: avaliação da permeabilidade e grau de fraturamento pela drenagem. Direção de fluxo acompanhando as descontinuidades nos corpos litológicos;
- 2.0) espessura de solo: coberturas de material inconsolidado (eluvial ou coluvial) espessas associadas a encostas convexas, baixa densidade de textura de relevo;

- 3.º) exposição de "rochas duras": encostas concavas ou retilíneas; alta densidade de textura do relevo;
- 4.º) capacidade de suporte: "rochas duras";
- 5.º) alterabilidade: avaliação de balanço eluviação x remoção através da forma das encostas;
- 6.º) mobilidade de massa: descontinuidades litológicas acompanhando o declive de encostas; fluxo de solo em encostas convexas com elevado gradiente; avalanchas e quedas de rochas em encostas retilíneas de elevado gradiente; solapamento rotacional, encostas íngremes com alternância na vertical de camadas muito e pouco competentes.

Também algumas características dos processos geomorfológicos, especialmente daqueles ligados a rápidas modificações no meio ambiente, que conduziram a aceleração de uma atividade na busca do reajustamento do sistema, podem ser assinaladas, e são as seguintes:

- 1.º) Movimentos de massa: cicatrizes de deslize, escorregamento de solo (formas elípticas ou cônicas sem cobertura vegetal); cicatrizes de quedas de rocha (superfícies inclinadas de rocha nua com blocos e matacões no sopé); cicatrizes de avalanchas (sulcos assoreados em solo e rocha e leque de dejeção);
- 2.º) Assoreamento de vales, lagos ou represas: leito maior dos rios cobertos de sedimentos, sem solo e sem cobertura vegetal;
- 3.º) Erosão acelerada: vales escavados em solo ou sedimentos inconsoli-

- dados, evoluindo por solapamento lateral ou entalhe (voçorocas e ravinas);
- 4.º) Lagoas ou baixios colmatados: com sedimentos e material orgânico (zonas planas com tonalidade escura);
- 5.º Áreas sujeitas a inundações periódicas: planícies de inundação e encostas em leque de avalanches.

A aplicação a estudos estratigráficos pode ser desenvolvida a partir das variações laterais das propriedades litológicas ou fácies fotolitológicas, continuidade de zonas fotolitológicas e definição de horizontes-guia ou horizontes fotolitológicos, os quais podem ser seguidos por grandes distâncias. A aplicação à pesquisa de recursos hídricos subterrâneos pode ser através da definição das propriedades litológicas e estruturais das camadas, definindo zonas favoráveis à recarga (permeabilidade) e estruturas favoráveis à captação (bacias, zonas de fraturamento etc.). Muitas outras aplicações no campo das geociências, ou do planejamento de uso da terra, da pedologia, da vegetação e ainda outras áreas do conhecimento, apresentam potencialidade pouco conhecida e pouco utilizada.

De qualquer forma, o objetivo proposto no trabalho não foi esgotar o conhecimento e potencialidades da interpretação das imagens fotográficas, mas dar uma fundamentação lógica e sistematizar os critérios de fotointerpretação. A partir disto, parece-nos ficarem melhor definidas as "regras do jogo" do processo de análise e interpretação de fotografias. O rendimento e potencialidade depende da habilidade do fotointérprete em criar o problema, defini-lo em termos de propriedades de formas da imagem fotográfica e avaliar o significado real da solução descoberta.

BIBLIOGRAFIA

- BADGLEY, P. C. (1959) Structural methods for the exploration geologist. Harper e Brothers, publishers, New York.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1973) As teorias geomorfológicas Noticia geomorfológica, 13 (25): 3 a 42.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1974) Geomorfologia. Edgar Blucher EDUSP, São Paulo, 149 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1975 a) Controle estrutural em Geomorfologia. In. Enciclopédia Mirador Internacional, vol. 6, pp. 2854-58.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1975 b) Cuesta. In Enciclopédia Mirador Internacional, vol. 7, pp. 3104-06.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1975 c) Drenagem fluvial. In Enciclopédia Mirador Internacional, vol. 7, pp. 3510-11.
- FIORI, A. P. e SOARES, P. C. (1974) Traço de fratura, significado tectônico e hidrogeológico. (inédito).
- GUY, M. (1966) Quelques principes et quelques expériences sur la methodologie de la photo-interpretation. Acte du II Symposiun International de Photo-Interpretation, vol. 1, pp. 21-41, Paris.
- HOWARD, Alan D. (1965) Geomorphological Systems equilibrium and dynamics. American Journal of Science 263 (4): 302-312 (Tradução; Equilíbrio e dinâmica dos sistemas geomorfológicos Noticia Geomorfológica, 13 (26): 3-20, 1973).
- LATTMAN, L. H. e MATZIKE, R. H. (1961) Geological significance of frature trace in photogrammetric engineering. *The American Society of Photogrammetry*, 27 (3).
- LUEDER, D. R. (1959) Aerial Photografic Interpretation. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York, Toronto, London.
- MILLER, V. C. (1961) *Photogeology*. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York Toronto London.
- NORTHFLEET, A. A.; BETTINI, C. e CHAVES, H. A. F. (1971) Aplicação de geomatemática à prospecção de petróleo, análise de fraturas por poliedros ortogonais Anais do XXV Congresso Brasileiro de Geologia vol. III pp. 61-70 São Paulo.
- PENTEADO, Margarida M. (1974) Fundamentos de Geomorfologia. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Rio de Janeiro.

- RAY, Richard G. (1963) Fotografias aéreas na interpretação e mapeamento Geológico Instituto Geográfico e Geológico, São Paulo, 2 volumes.
- RICCI, Mauro e PETRI, Setembrino. (1965) Principios de aerofotogrametria e interpretação geológica. Companhia Editora Nacional, São Paulo, 226 págs.
- RIVERAU, J. C. (1972) Notas de aula do curso de fotointerpretação. Publicado pela Soc. Intern. Cult. Esc. Geol. (Ouro Preto) em XI Semana de Estudos.
- SCHUMM, S. A. e LICHTY, R. W. (1965) Time, Space and Causality in Geomorphology. *American Journal of Science* 263: 110-119 (Tradução: Tempo, espaço e causalidade em Geomorfologia *Noticia Geomorfológica*, 13 (25): 43-62, (1973).
- THORNBURY, WILLIAN D. (1969) Principles of Geomorfology. John Wiley and Sons, New York.
- VERBARA, L. M. L. Manual de fotogeologia. Servicio de Publicaciones de La J. E. N., Madrid, 1971.
- WERNICK, Eberhard e SINELLI, Osmar (1970) Análise estrutural em Geomorfologia. *Notícia Geomorfológica*, 10 (20): 39-54.
- ZARUR, Jorge (1960) Notas de fotogeografia. Noticia Geomorfológica, 3 (6): 31-49.

Tomando por fundamento a importância que a ciência geomorfológica exerce para a melhor compreensão dos problemas ambientais com que hoje a humanidade se defronta, o presente trabalho destaca o valor da contribuição que esse ramo da ciência geográfica pode proporcionar para melhor conscientização do importante tema.

Salientando que o crescimento demográfico mundial, aliado à utilização irracional dos recursos naturais, vêm preocupando os governos, técnicos e até mesmo o público, em geral, o autor afirma que: "o uso desregrado dos recursos naturais, sem observância do conservacionismo, representa uma grande ameaça para o bem-estar de todos os povos".

Considerações a respeito da importância da geomorfologia no manejo ambiental

ANTÔNIO JOSÉ TEIXEIRA GUERRA Geógrafo do IBGE

1. INTRODUÇÃO

Um dos objetivos deste trabalho é o de alertar para o valor da contribuição que a geomorfologia proporciona na compreensão dos problemas ambientais com que nos defrontamos atualmente.

Talvez a geomorfologia tenha sido negligenciada, até recentemente, no manejo ambiental, porque havia uma ênfase muito acentuada no estudo das formas de relevo, desassociado dos processos atuantes e sem preocupação com as relações existentes entre formas e processos, além das suas distribuições espaciais.

O crescimento acelerado da população mundial, no século XX, aliado à utilização irracional dos recursos naturais, tem alarmado os governos, técnicos e o público, em geral, devido às catástrofes ocorridas. Tudo isso graças à intervenção humana nos ambientes, sem conhecer o seu funcionamento e muito menos o que poderá ocorrer diante da sua atuação sobre a superfície terrestre; daí a preocupação dos técnicos, mais conscientes que o leigo, no sentido de conter essa má utilização ambiental; a propósito disso nosso ponto de vista como geógrafo é que o uso desregrado dos recursos naturais, sem observância do conservacionismo, representa uma grande ameaça para o bem-estar de todos os povos (Guerra,

1976). Pode-se sentir, por esta afirmativa, o quanto os técnicos estão realmente preocupados com a utilização inadequada dos recursos naturais. Não que deixemos de explorar os recursos existentes, mesmo porque o simples crescimento da população mundial demanda cada vez mais essa exploração. Mas é necessário que a obtenção de recursos não venha degradar os ambientes, além disso tem que se aproveitar ao máximo os recursos explorados para que não haja perda de parte desses recursos, o que é bem típico dos países da faixa intertropical.

Em função de termos chegado ao atual estado de calamidade em diversos ambientes da superfície terrestre, cresce cada vez mais o interesse pelas ciências naturais. Esse interesse se verifica principalmente no que diz respeito aos aspectos relevantes para o homem, pois agora, mais do que nunca, é preciso continuar atuando sobre o meio ambiente, de forma bastante acentuada. Torna-se imprescindível um conhecimento profundo do funcionamento dos diversos sistemas que compõem o ecossistema mundial para que a predição seja perfeita e o homem consiga viver em mais harmonia com o meio ambiente. Pode-se afirmar ser quase uma questão de sobrevivência o controle científico que o homem tem de exercer em relação à superfície terrestre.

A geomorfologia, preocupada com o estudo das formas de relevo, sua natureza, origem, constituição do terreno e principalmente com os processos atuantes, pode dar uma grande contribuição. Apesar de muitos afirmarem que o relevo constitui-se numa das variáveis menos dinâmicas dentre as que compõem os ambientes em áreas muito ocupadas, sua evolução pode ser apressada pela própria atuação humana, sendo o homem o agente geomorfológico mais importante em

algumas partes do mundo, tanto urbanas como rurais.

Há a necessidade de se continuar as pesquisas relativas à compreensão dos processos geomorfológicos, estudando como as formas de relevo respondem a esses processos, principalmente para que se possa fazer previsões em situações que envolvam enchentes, deslizamentos de terra, erosão do solo, intemperismo, etc. Apesar de serem importantes essas pesquisas sistemáticas e acadêmicas, é preciso admitir que a geomorfologia possui poucas contribuições aplicadas, principalmente nas regiões tropicais, onde talvez sejam mais necessárias por vários motivos: corresponde ao mundo subdesenvolvido onde existem áreas de pressão demográfica ao lado de outras vazias onde não há ainda uma mentalidade de conservacionismo e o próprio clima tropical, aliado à espessura do manto de intemperismo, pode causar problemas ambientais. Além do mais, corresponde à parte da superfície terrestre onde o meio ambiente tem sido mais degradado. Por isso o trabalho que se segue possui um capítulo destinado ao manejo ambiental específico das áreas tropicais. É preciso criar uma consciência geral para atuação interdisciplinar maciça, sensibilizando as pessoas ligadas ao poder de decisão, para que sintam realmente a importância que a geomorfologia possui no controle ambiental. Quanto à divulgação dos resultados, seria necessário também que fosse através de uma terminologia de alcance popular para que atingisse uma gama variada de pessoas. É por isso que para o trabalho geomorfológico ser usado efetivamente no manejo ambiental é preciso que o geomorfólogo esteja ciente do contexto social, econômico e técnico no qual sua informação seja relevante (Cooke e Doornkamp, 1974), caso contrário, poderão ser feitos levantamentos com finalidades de monitória ambiental, sem a mínima possibilidade de aplicação, devido à falta de recursos técnicos e/ou financeiros, ou mesmo por obstáculos de ordem cultural.

2. A ABORDAGEM SISTÉMICA NO MANEJO AMBIENTAL

Há bastante tempo diversos cientistas vêm-se utilizando de uma forma mais ou menos empírica das noções sistêmicas em suas pesquisas, incluindo-se o geomorfólogo, é claro. Foi somente no final da década de 30, com a criação da teoria geral dos sistemas por Ludwig von Bertalanffy, que os cientistas passaram a adotar a abordagem sistêmica nos seus estudos, de forma mais organizada.

A geografia, há mais de um século, vem-se preocupando com a intervenção humana nos sistemas naturais. Nesse sentido, a maior ênfase tem sido dada à degradação dos sistemas físicos e biológicos.

Após a II Guerra Mundial diversos trabalhos têm sido feitos no campo da Geografia Física, adotando de forma explícita os princípios da teoria geral dos sistemas. Como exemplo temos: Physical Geography - A Systems Approach (Chorley e Kennedy, 1971); Geomorphology in Environmental Management - An Introduction (Cooke e Doornkamp, 1974); Tropical Geomorphology — A study of weathering and landform development in warm climates (Thomas, 1974); Geomorphology - Geomorphic Process and Superficial Geology (Ruhe, 1975), para citar apenas alguns.

Em manejo ambiental, uma abordagem sistêmica auxilia a se compreenderem as características do terreno c materiais componentes do presente e passado, ajudando a se estimar possi-

veis mudanças futuras (Ruhe, 1975). Quanto maior o conhecimento dos sistemas naturais mais fácil será o seu manejo e, conseqüentemente, as predições.

Talvez a abordagem sistêmica não fosse de muita utilidade para a geomorfologia tradicional, que tinha como objetivo mais importante a identificação e classificação de formas de relevo, sem tanta preocupação com a distribuição espacial de formas e processos associados, que é onde a geomorfologia atualmente se apóia. Sob essa diretriz, tanto os sitemas morfológicos como os encadeantes e os de processo-resposta são fundamentais para o desenvolvimento das pesquisas geomorfológicas e de grande valia para o manejo ambiental.

A intervenção humana sobre a superfície da terra tem, quase sempre, causado algum tipo de transformação. Partindo-se do princípio de que os sistemas geomorfológicos responderiam como conjuntos orgânicos às modificações do ambiente (Howard, 1965), evidencia-se a necessidade do conhecimento cada vez mais apurado desses sistemas geomorfológicos para que a atuação humana não continue a ser responsável por mudanças rápidas nos diversos ambientes, e de difícil controle após a utilização irracional dos mesmos.

Ao considerarmos os ambientes como sistemas, devemos levar em conta três níveis de complexidade: morfológico, que é definido pela associação entre propriedades físicas de um fenômeno; encadeante, onde as saídas de um subsistema constituem as entradas de um outro, havendo a presença de reguladores e armazenadores que são importantes para a compreensão do sistema; e, finalmente, processo-resposta, que é o nível de maior complexidade, sendo caracterizado como uma interligação entre o morfológico e o

encadeante, nos quais os ajustes mútuos das variáveis e os fluxos de matéria e/ou energia constituem-se nas características básicas das ligações dentro do sistema processo-resposta, estando presentes, também, os circuitos de realimentação (Chorley e Kennedy, 1971).

Obviamente, a utilização de um dos três níveis de complexidade, ou mais de um nível no manejo ambiental de uma determinada área, terá que levar em consideração os objetivos e a disponibilidade de recursos e tempo. De qualquer forma, em se tratando da compreensão de um sistema físico, à medida que se passa do nível morfológico ao encadeante e processo-resposta, o conhecimento do funcionamento do sistema amplia-se bastante; conseqüentemente, as possibilidades de um controle mais perfeito aumenta também.

A geomorfologia, ao se utilizar da abordagem sistêmica no manejo ambiental, terá facilitada sua própria atuação, pois a compreensão da distribuição espacial de formas e processos, baseada num enfoque sistêmico, possibilita de uma maneira mais lógica o controle dos sistemas físicos. A viabilidade da utilização dessa abordagem sistêmica resultou de várias novas criações — teóricas, epistemológicas, matemática etc. - que, embora ainda no começo, tornaram progressivamente realizável o enfoque dos sistemas (Bertalanffy, 1975).

É por todos os motivos anteriormente expostos que há uma opinião quase generalizada entre os geomorfólogos, favorável à utilização da abordagem sistêmica, tanto nas pesquisas de caráter sistemático como naquelas ligadas mais diretamente à aplicação; a propósito disso, Cooke e Doornkamp (1974) afirmam: o manejo de ambientes requer uma compreensão dos sistemas físicos de processo-resposta. Em caso da impossibilidade, por qualquer

motivo, de se atingir esse nível de complexidade deve-se, pelo menos, tentar alcançar o nível encadeante ou mesmo morfológico para se controlar o ambiente, de maneira a serem mais precisas as predições.

3. A PERCEPÇÃO NO MANEJO AMBIENTAL

A abordagem comportamental surgiu como uma crítica à teoria de que todas as ações do homem tendem a minimizar custos e aumentar lucros.

Em diversos estudos feitos recentemente sobre a intervenção humana, nos ambientes e o respectivo controle dos mesmos, tem-se levado em consideração a importância da psicologia, economia, sociologia, antropologia dentre outras, pois são necessárias à compreensão da reação do homem em relação a um determinado ambiente.

O ambiente em que está situado um dado grupo de indivíduos condiciona muitas das atividades desse grupo, ou de indivíduos isoladamente. Entretanto, não podemos ignorar o fato de que o organismo comportamental – o homem - reage somente em parte àquilo que poderia considerar-se como elemento objetivo do ambiente, quer seja a paisagem, recursos ou, ainda, o arranjo espacial (Sonnenfeld, 1972). É por isso que Chorley e Kennedy (1971 afirmam: a atitude do homem em relação ao ambiente natural raramente envolve uma resposta ótima às suas condições.

O aspecto econômico tem sido um dos responsáveis por se negligenciar, em muitos casos, a importância da percepção e do comportamento humano no manejo ambiental. Davidson, em 1965, chegou a propor uma abordagem de uso da terra sem levar em conta o levantamento prévio das características ambientais. A ser utilizado este enfoque, os riscos de degradação do meio aumenta, contribuindo para uma diminuição da qualidade de vida na superfície terrestre.

Daí a existência de um paradoxo pois, apesar de todo o seu poderio tecnológico e conhecimento cada vez maior do funcionamento ambiental, a exposição humana aos riscos do meio são sempre mais acentuados. Isto porque, a despeito da possibilidade do avanço científico reduzir alguns perigos, produz outros. Acresce ainda que o homem, apesar da sua capacidade técnica, atua sob limitações tanto na habilidade de perceber como de entender os sistemas naturais, o que explica as catástrofes ocorridas no século atual, sempre envolvendo numerosas perdas humanas e degradando o meio ambiente.

De qualquer forma, o que se tem visto nos últimos anos é o homem procurando se ajustar aos riscos naturais, que são, de alguma forma, típicos das maneiras pelas quais o homem entra em acordo com o seu ambiente, podendo tanto manipular ativamente os sistemas naturais como operar de uma forma mais passiva, reorganizando seu comportamento dentro de um sistema sócio-econômico (Chorley e Kennedy, 1971).

4. O MANEJO AMBIENTAL NAS ÁREAS TROPICAIS

Quando alguém se propõe a utilizar conhecimentos geomorfológicos no manejo ambiental das regiões tropicais tem que levar em conta um fator muito importante: a grande espessura do manto de intemperismo; não que os processos atuantes nesta faixa da terra sejam diferentes dos demais, mas porque atuam sob condições distintas.

Os agentes externos responsáveis pelo modelado do relevo atuarão sobre o material intemperizado, via de regra facilitando o trabalho das águas e ventos, daí uma consideração das formas de relevo, como uma superfície sem espessura, negligenciar a posição da superfície terrestre dentro do ecossistema, onde forma um interfácies entre a biosfera e atmosfera acima e a litosfera abaixo (Thomas, 1974).

No estudo geomorfológico das regiões tropicais é preciso identificar e caracterizar formas elaboradas no passado e as que estão sendo elaboradas no presente. O estudo torna-se bastante complexo, uma vez que a paisagem esculpida atualmente, muitas vezes, é remanescente de forma e processos pretéritos. Por exemplo, a construção de habitações sobre um depósito de tálus não é aconselhável, principalmente se este estiver sendo formado atualmente, pois sua instabilidade é muito maior do que depósitos de tálus antigos. Neste caso, devido a menor instabilidade, os riscos são bem menores. O que se está desejando com isso é chamar a atenção para o fato de que não existem padrões rigorosos quanto aos riscos ambientais relacionados a determinadas formas de relevo, mas também à sua idade de formação, que poderá influir sobre o grau de estabilidade, permitindo ou não uma ocupação sem perigo.

A espessura do manto de intemperismo, apesar de se constituir num elemento importante do quadro geomorfológico, não pode ser considerada isoladamente, pois outros fatores influenciam na evolução do modelado, tais como: a declividade, o grau de permeabilidade do solo, a vegetação e principalmente a atuação do homem. Este, geralmente, pelo desconhecimento dos riscos em áreas tropicais, concorre para uma aceleração dos processos de erosão, podendo causar grandes catástrofes, como tem sido, por

exemplo, os movimentos de massa, cujas conseqüências mais trágicas verificam-se nas áreas urbanas, devido às maiores concentrações populacionais, causando quase sempre diversas perdas humanas.

A geomorfologia pode contribuir ativamente, nas áreas tropicais, no fornecimento de subsídios para a avaliação do grau de estabilidade das encostas, levando em consideração a constituição do terreno e os processos geomorfológicos aí atuantes. A partir desses subsídios o planejador deverá optar por um tipo de ocupação com boa margem de segurança. Caso contrário, os efeitos poderão ser os piores possíveis.

Diversos estudiosos do assunto vêm chamando a atenção, há algum tempo, para a importância da geomorfologia no planejamento; a propósito disso Mousinho e Bigarella (1965) afirmam: os produtos detríticos da alteração das rochas constituem a estrutura subsuperficial da paisagem. Seu estudo reveste-se de grande importância do ponto de vista do desenvolvimento da agricultura, bem como do ponto de vista da engenharia, no que diz respeito à construção de rodovias, ferrovias, barragens, fundações, entre outras obras.

É claro que, para a aplicação eficaz dos conhecimentos geomorfológicos com fins de planejamento tanto em áreas urbanas como rurais, é preciso um domínio muito grande do funcionamento dos sistemas naturais das regiões tropicais. Isso só poderá ocorrer à medida que os estudos sistemáticos forem encontrando respostas para diversas dúvidas ainda existentes.

Não podemos esquecer que as regiões tropicais são, talvez, as que mais necessitam de um planejamento adequado antes da tomada de qualquer decisão referente à ocupação de determinada

área, mas, paradoxalmente, são as que menos têm se preocupado nesse sentido. Daí a ocorrência das catástrofes já mencionadas, além da degradação dos solos e ambientes, de um modo geral, que vêm se verificando de forma cada vez mais acelerada, relacionada ao rápido crescimento demográfico do século XX.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve por objetivo, baseado numa revisão bibliográfica sobre o assunto, mostrar algumas maneiras pelas quais a geomorfologia pode dar a sua parcela de contribuição para o manejo ambiental, em especial nas áreas tropicais.

É preciso ter-se em mente, entretanto, que há necessidade, em se tratando de uma aplicação efetiva, da atuação interdisciplinar, onde a geomorfologia entraria fornecendo subsídios quanto aos processos atuantes, constituição do terreno, sua origem, grau de estabilidade das encostas e também a delimitação de ambientes com suas respectivas caracterizações.

Quanto à abordagem sistêmica, que se constitui num capítulo deste trabalho, dada a sua importância atualmente, é inegável sua utilidade no manejo ambiental. O fato de se encarar os ambientes como sistemas proporciona uma facilidade na compreensão do seu funcionamento interno, além das suas ligações com outros sistemas. Embora seja bastante valiosa a contribuição dos sistemas aos estudos geomorfológicos, estes não podem estar desvinculados dos sistemas sociais, culturais e econômicos dos habitantes da região em análise, principalmente se o levantamento tiver um caráter de aplicação.

A apresentação dos resultados deverá ser de tal forma que inspire confiança tanto aos órgãos públicos, que geralmente financiam as pesquisas, quanto às empresas privadas, que poderão se utilizar desses levantamentos. Daí a necessidade do especialistas conseguir adequar sua terminologia de maneira a atender a uma gama variada de usuários.

Através dessa adequação os resultados obtidos podem servir, inclusive, para conscientizar o público, em geral, no sentido da importância da utilização dos recursos existentes na natureza, sem gerar problemas ambientais, pois as conseqüências serão prejudiciais para ele mesmo.

BIBLIOGRAFIA

- 1 BERTALANFFY, Ludwig von. Teoria Geral dos Sistemas. Editora Vozes Ltda. Rio de Janeiro, 2.ª edição, 1975, 351 p.
- 2 BURTON, Ian. The Quality of the Environment: A review. The Geographical Review. Vol. 58, n.º 3, 1968, pp. 472/481.
- 3 CHORLEY, Richard J. e KENNEDY, Bárbara A. Physical Geography A Systemy Approach. Prentice Hall International Inc., London, 1971. 370 p.
- 4 CHRISTOFOLETTI, Antônio. A Teoria dos Sistemas. *Boletim de Geografia Teorética*. Rio Claro, Associação de Geografia Teorética, n.º 2, 1971, pp. 43-60.
- 5 COOKE, Ronald U. e DOORNKAMP, John C., Geomorphology in Environmental Management -- An Introduction, Claredor Press, Oxford, 1974, 412 p.
- 6 GUERRA, Antônio Teixeira. Recursos Naturais do Brasil, IBGE, 2.ª edição, Rio de Janeiro, 1976, 220 p.
- 7 HOWARD, Alan D., Geomorphological systems equilibrium and dynamics. American Journal of Science, vol. 263, 302-312 p. 1965, transcrição em Notícia Geomorfológica, Campinas, vol. 13 n.º 26, 1973, 3-20 p.
- 8 MACINKO, George. Man and the Environment: A sampling of the literature. The Geographical Review. Vol. 63, n.º 3, julho 1973, pp. 378-391.
- 9 MOUSINHO, Maria Regina e BIGARELLA, João José. Movimentos de massa no transporte dos detritos da meteorização das rochas. Boletim Paranaense de Geografia, n.º 16 e 17, julho 1965, pp. 43-84.
- 10 PENTEADO, Margarida M., Geomorfologia e Meio Ambiente, Fundamentados de Geomorfologia, IBGE, 2.ª edição, Rio de Janeiro, 1978, pp. 149-154.

- 11 PEREIRA, H. C., Land Use and Water Resources. Cambridge University Press. London, 1973, 246 p.
- 12 RUHE, Robert V., Geomorphology Geomorphic Processes and Superficial Geology. Houghton Mifflin Company, Boston, 1975, 246 p.
- 13 SONNENFELD, Joseph. Geography, Perception and the Behavioral Environment. Man, Space and Environment Concepts in Contemporary Human Geography. Oxford University Press, New York, 1972, pp. 244-251.
- 14 THOMAS, Michael F., Tropical Geomorphology A study of weathering and landform development in warm climates. The Macmillan Press Ltd, London, 1974, 332 p.
- 15 THORNBURY, William D., Geomorfologia Aplicada, Princípios de Geomorfologia. Editorial Kapelusz. Buenos Aires, 1960, pp. 588-627.
- 16 YOUNG, Anthony. Tropical Soils and Soil Survey. Cambridge University Press, London, 1976, 468 p.

Os problemas que determinam a continuada erosão do solo cujas conseqüências constituem, hoje, motivos de preocupações para técnicos e estudiosos do mundo inteiro, é, no presente trabalho, objeto de análise em relação aos solos agrícolas do Brasil.

A degradação acentuada do solo como conseqüência da utilização de métodos de cultivo bastante rudimentares vem causando empobrecimento contínuo em áreas outrora férteis, disso resultando visível contradição à medida que o rápido crescimento da população requer uma demanda cada vez maior de alimentos.

O estudo em tela enfoca os diferentes aspectos ligados ao tema e suas conseqüências sócio-econômicas nas áreas rurais.

Contribuição ao estudo da erosão dos solos agrícolas no Brasil

ANTÔNIO JOSÉ TEIXEIRA GUERRA 1 WILSON DUQUE ESTRADA REGIS 2 NEIDE OLIVEIRA DE ALMEIDA 3 JOSILDA R. DA S. DE MOURA 8 IRACILDE MOURA FÉ LIMA 3

1. INTRODUÇÃO

A escolha do tema deveu-se à necessidade de obter-se subsídios que auxiliem a compreensão da problemática atual no que diz respeito ao manejo ambiental, particularizando-se um elemento importante do meio, que é o solo; substrato da intervenção humana, utilizado para fixação e subsistência do homem.

O estudo da erosão do solo tem preocupado técnicos do mundo inteiro há algum tempo. Nos países onde a economia se fundamenta nas atividades rurais, a utilização de métodos de cultivo bastante rudimentares tem sido

^{*} Trabalho apresentado na disciplina de Estudos de Problemas Brasileiros, do Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, em julho de 1978.

¹ Geógrafo do IBGE e aluno do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

² Geógrafo do IBGE e aluno do Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

³ Alunas do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

responsável pela degradação acentuada dos solos. O problema agrava-se à medida que o rápido crescimento da população provoca uma demanda cada vez maior de alimentos.

Os objetivos a serem abordados neste trabalho relacionam-se com o levantamento das características do solo como recurso natural (composição, erodibilidade, conservacionismo), sua utilização no Brasil e algumas áreas críticas em acelerado processo de erosão.

O trabalho procurou focalizar aspectos ligados à erosão do solo e suas conseqüências sócio-econômicas nas áreas rurais. Dado seu caráter didático, limitou-se à pesquisa bibliográfica sobre o assunto.

2. O SOLO COMO RECURSO NATURAL

2.1. Constituição do Solo

Os solos entendidos como corpos naturais organizados, cuja gênese está relacionada a uma complexa interação de fatores (rocha matriz, clima, seres vivos, topografia e tempo), são constituídos fisicamente pelas fases: sólida, líquida e gasosa (Moniz A. C. 1972).

A fase gasosa é formada tanto pelo ar proveniente da atmosfera como pelos gases que resultam das reações água — solo — planta. A fase líquida corresponde à água retida no solo, bem como à solução do solo.

Por sua vez, a fase sólida é formada por minerais (partículas originadas do intemperismo — minerais primários e secundários), e por matéria orgânica (resíduos vegetais parcial ou totalmente decompostos). A constituição mineralógica do solo, assim como seu teor de matéria orgânica, é bastante variável, dependendo das interações dos fatores responsáveis por sua origem. Essa fase se constitui de partículas unitárias que são analisadas conforme seu tamanho, sendo que as partículas de 2mm, ou menos, caracterizam a textura e são chamadas "frações do solo"

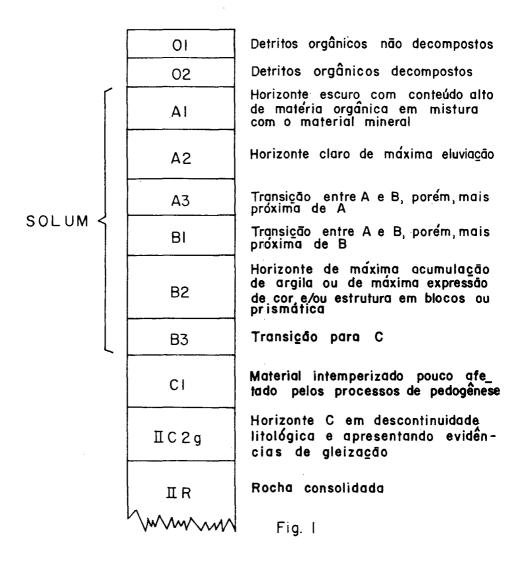
A determinação da classe textural do solo, estabelecida por diferentes tabelas, é obtida tomando-se a terra fina seca ao ar (TFSA).

A atividade das partículas do solo próximo à superfície é de grande importância para as reações dos sistemas água-solo-planta. As areias são consideradas partículas inativas, o silte apresenta relativa atividade de superfície, e as argilas são as principais fontes dos processos físico-químicos do solo.

A estrutura do solo foi definida por Brewer e Sleeman como sendo "a constituição física do material do solo, expresso pelo tamanho, forma e arranjamento das partículas e vazios associados" (Moniz, A.C., 1972). É de grande importância para a agricultura, influenciando na circulação da água e penetração das raízes, sofrendo alterações com o tempo e uso.

Na análise do solo, em profundidade, podemos distinguir diferentes camadas mais ou menos paralelas à superfície, que são denominadas horizontes. Os símbolos que representam cada horizonte e suas características podem ser identificados na figura 1 (Moniz A. C., 1972).

Os horizontes de interesse para a agricultura são os horizontes A e B.



2.2. A Erosão do Solo e suas Conseqüências Econômicas

A erosão do solo é motivada pela ação de diferentes agentes naturais, no entanto o problema está relacionado à chamada erosão acelerada, que ocorre quando o homem altera o sistema natural e provoca o aumento da velocidade de erosão (Cooke, R. U. e Dornkamp, J. C., 1974).

Apesar de se reconhecer a atuação dos outros agentes naturais no processo erosivo, podemos destacar como principal a ação da água.

O reconhecimento do padrão de erosão de uma determinada área exige o levantamento de uma série de variáveis, que nem sempre encontram-se disponíveis, tanto pela falta total de coleta de dados como também pelo período de coleta não ser satisfatório. Reunindo as idéias de vários autores, Cooke, R. U. e Doornkamp, J. C. (1974) enumeram como principais variáveis que afetam a velocidade da erosão em áreas com ocupação humana o tipo da rocha, o clima, a vegetação e as características das bacias de drenagem (área, inclinação da encosta, densidade de drenagem, relevo relativo e comprimento da encosta).

Entre as tentativas para determinar o padrão da velocidade de erosão em áreas com ocupação agrícola citamos a de Fournier e Douglas com as seguintes equações:

Fournier (1960)

 $\log E = 2,65 \log (p^2/P) + 0,46 \log H.$ tan $\phi = 1,56$

onde

E = sedimentos em suspensão (ton/km²/por ano)

p = total de chuvas do mês com maior precipitação (mm)

P = média de precipitação anual (mm)

H = altura média da bacia

 $\phi =$ declive médio da bacia

Douglas (1968)

 $SS = -8.4 + 2.704 \log p^2/P + 5.60$

 $Rb + 2.967 \log D$

onde

SS = produção de sedimentos em suspensão

 $p^2/P \equiv$ índice de concentração de chuva de Fournier

Rb = índice de bifurcação

D = densidade de drenagem

Devemos salientar que o valor de predição das equações é limitado às áreas para as quais foram definidas, servindo apenas para indicar parâmetros preditivos, importantes na erosão do solo pela água.

A erosão pela água envolve o impacto da gota de chuva e o escoamento superficial, que estão condicionados aos fatores climáticos, topográficos, característicos do solo, vegetação e uso da terra.

Os índices de pluviosidade (índice de concentração de chuva, índice de intensidade de chuva) são as variáveis climáticas usadas na tentativa de quantificação da erosão do solo.

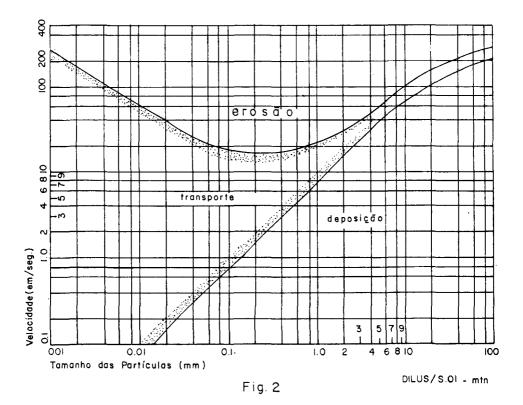
As variáveis topográficas definem áreas de alta energia e de baixa energia, possibilitando a localização de regiões com maior potencial erosivo.

As características do solo são importantes, porque parte da resistência à erosão está relacionada à textura e estrutura superficial. Para avaliarmos a importância da textura do solo no processo erosivo, pela água, podemos tomar a curva de Hjulstrom, como mostra a figura 2.

A cobertura vegetal tem função atenuadora, uma vez que protege o impacto direto da gota da chuva, reduz a quantidade de água de escoamento, diminuindo a velocidade do mesmo.

Enquanto a cobertura vegetal tem função atenuadora, o uso do solo, de forma irracional, é responsável pela aceleração dos processos erosivos. As práticas agrícolas e os tipos de cultivo se conjugam de diferentes maneiras, contribuindo para maior ou menor erodibilidade do solo.

Se considerarmos o fator tempo na formação de um solo-clímax, podemos avaliar os prejuízos motivados pela erosão. Apesar das condições de intempe-



rismo e pedogênese serem muito variadas, sabe-se que a maturidade de um solo só é atingida em alguns séculos ou milênios (Moniz, A. C., 1972).

Quando o sistema natural é alterado, rompe-se o equilíbrio, e a camada superficial do solo é rapidamente retirada, em dezenas de anos ou menos. Assim, o homem posicionou-se como controlador do sistema, dele dependendo a maior ou menor longevidade do mesmo.

As primeiras manifestações do processo erosivo aparecem na diminuição da fertilidade natural do solo que, por efeito da lixiviação, perde parte substancial do complexo sortivo (Ca++ + Mg++ + H+ + Al+++ + Na+ + K+). A maior intensidade da erosão leva a uma retirada da fase residual do solo por escoamento superficial,

modificando sua estrutura, podendo, inclusive, retirar os horizontes A e B.

A erosão do solo tem implicações econômicas relevantes, afetando diretamente sua produtividade e indiretamente toda a economia agrícola, exigindo gastos substanciais na manutenção da fertilidade e controle da erosão.

2.3. O Solo como Recurso Renovável

Dentre os recursos naturais, o solo assume papel fundamental, uma vez que constitui riqueza que pode possibilitar mais facilmente o desenvolvimento de uma nação, além disso representa parte essencial do recurso básico para a sobrevivência do homem.

Dentro da classificação de recurso natural, o solo é tido como renovável, pois se gasta com o uso, sendo susceptível de regeneração através da prática do conservacionismo. Historicamente o homem tem tido um comportamento dual em relação ao solo: tanto o aperfeicoa como o destrói. As formas de cultivo, muitas vezes totalmente inadequadas às condições ambientais, levam a transformações extremas nos solos, que vão desde a criação de novas características nos perfis, em decorrência da modificação das propriedadades dos horizontes, ao seu extermínio total ou parcial. Isto resulta do fato de a agricultura consistir na distorção do ecossistema a favor do homem.

Um aspecto, entretanto, marca a degradação ambiental, principalmente nos países subdesenvolvidos, que é a ampliação em área do processo de erosão acelerada, responsável pela remoção da camada superficial do solo, além dos demais danos às suas propriedades físico-químicas, passíveis de regeneração. No Brasil, estimativas estatísticas responsabilizam a erosão pela perda de 280 mil ha de terra por ano, principalmente se considerarmos que o desgaste de uma camada de 15 centímetros do solo torna-o improdutivo (O Estado de São Paulo, 16/5/75).

O impacto do homem sobre o meio ambiente tem sido alvo de estudos no mundo inteiro, questiona-se, porém, até que ponto não seria necessário incluir o homem como fator responsável pela formação de solo. Para tanto, seria também necessário estabelecer-se uma nova escala de tempo para sua formação artificial a partir do cultivo feito pelo homem. Desta forma, há necessidade imediata de uma retomada de consciência a fim de preservar a identidade do solo como recurso natural renovável.

2.4. Conservação dos Solos

2.4.1. Conservacionismo

No manejo do solo o aspecto mais importante a ser considerado é a preservação associada à utilização. Para Dansereau, a conservação é uma ciência nova baseada em conhecimentos ecológicos que tem como finalidade a proteção e o aproveitamento dos equilíbrios naturais. Leith a define como "um esforço para dar à sociedade o máximo no presente e futuros benefícios no uso de recursos naturais".

Um dos primeiros passos na busca da conservação dos recursos naturais foi a criação do cargo de Comissário de Pesca, em 1871, nos Estados Unidos, sucedido de associações, departamentos e órgãos com a função específica de tratar de assuntos conservacionistas.

Podemos dizer que houve uma interrupção desse interesse, voltando, a partir de 1905, a serem intensificadas as atividades ligadas ao conservacionismo, tendo importância cada vez mais crescente a conservação dos solos.

Mais recentemente, a programação do uso das terras, de acordo com sua capacidade, além de outras medidas de preservação e melhoramentos dos recursos agronaturais, são frutos de pesquisas e experimentações (Corrêa Altir, A. M., 1968), com objetivo de substituir, gradativamente, as práticas de queima da vegetação, do plantio indiscriminado encosta abaixo e a desproteção total ou parcial das mesmas. Também são objetos de pesquisas as influências de vários fatores como a erosão pluvial, comprimento e inclinação da encosta.

2.4.2. Métodos de Controle da Erosão do Solo

O agrupamento em classes da capacidade de uso agrícola e controle da erosão do solo é feito a partir de fatores como declividade do terreno, características físico-químicas intrínsecas do solo, intensidade das chuvas e o grau de erosão existentes na área. Essa classificação é originária dos Estados Unidos, tendo sido adaptada ao Brasil, apresentando classes de I a VIII. A classe I representa terrenos de baixa declividade e boas condições físico-químicas dos solos em áreas de chuvas bem distribuídas. A partir da classe II a combinação desses fatores já não está em condições tão adequadas de uso agrícola, aumentando, gradativamente, os riscos até a classe VIII. havendo necessidade cada vez maior de cuidados especiais e técnicas adequadas ao seu manejo.

Usando a classificação de práticas de conservação dos solos baseada na manipulação de uma ou mais variáveis do sistema de erosão, pela água, apresentada por Cooke, R. U., e Doornkamp, J. C. (1974), podemos destacar 3 grupos principais:

1) Práticas de Cultivo Orientado

- a) a rotação de culturas com legumes ou gramíneas, num período mínimo de l em cada cinco anos, por exemplo, propicia um elevado grau de proteção ao solo contra apreciação. Essa prática também proporciona sua recuperação quanto à sua estrutura e teor de nutrientes;
- b) aplicação adequada de fertilizantes que, além de aumentar a produtividade, ajuda a diminuir a dispersão, aumentando a capacidade de infiltração do solo;
- c) a plantação de árvores em áreas de lavouras temporárias ajudará o solo a permanecer coberto de vegetais, protegendo-o da erosão, além de funcionar como "adubo verde":

- d) cultivo protetor, intercalando leguminosas entre o cultivo principal para evitar perdas do solo;
- e) a utilização de uma cobertura da superfície, aproveitando os resíduos de colheitas, proporcionando proteção ao impacto da gota de chuva, quando a área estaria descoberta, aliada à manutenção de água no solo.

2) Práticas de Proteção à Erosão

- a) cultivo em contornos envolve a plantação em curvas de nível, permitindo o trânsito de máquinas agrícolas. É de maior utilidade quando aplicado em declives médios e sobre profundos solos permeáveis, oferecendo, no entanto, perigos de ravinamento;
- b) o cultivo em terraceamento normalmente requer construção de canais paralelos aos contornos. Sua importância é elevada, em função da conservação da umidade do solo, além de reduzir o gradiente da encosta, pois "quebra" o declive original em unidades menores. O espaçamento dos terraços é função do declive da encosta e será específico para determinadas condições climáticas. A geometria dos canais deve permitir o escoamento por um período razoável de tempo e não ser susceptível à erosão, daí a complexidade, porém sua solução está baseada em princípios hidráulicos bem estabelecidos:
- c) fixação de dunas no litoral à partir de determinados tipos vegetais;
- d) plantio de gramíneas em encostas e reflorestamento em áreas devastadas constituem a contribuição da cobertura vegetal como proteção do solo.

3) Práticas de Restauração de Terrenos Erodidos

Dentre outros métodos, a restauração de ravinas pode ser feita:

- a) a partir do recobrimento dos caminhos de água com gramíneas ou fomentando a vegetação natural;
- b) convertendo a ravina em um canal artificial estável, com dimensões apropriadas para a descarga de água;
- c) um terceiro método consiste na redução da velocidade do fluxo erosivo das ravinas, construindo estruturas, tais como açudes que dissipem a energia do fluxo e pela criação de secções estáveis de canal entre as estruturas.

Portanto, a preocupação conservacionista em relação aos solos se apóia em duas linhas fundamentais: defesa contra erosão e manutenção da fertilidade.

3. O USO DO SOLO AGRÍCOLA E A EROSÃO

3.1. Os Sistemas Agrícolas e a Erosão do Solo Brasileiro

Não há ainda nos dias de hoje um levantamento minucioso sobre o problema da erosão dos solos brasileiros, portanto a frase seguinte é válida para a atualidade, apesar de bem antiga: "Nada possui praticamente de concreto o Brasil para que alguém possa avaliar o grau de erosão encontrável, ou em que condições ameaça ela a terra e se prepara para figurar, em extensão e em gravidade, nas diferentes partes da superfície do país" ros, 1956). O que existe são alguns esforços isolados nesse sentido, não chegando a serem suficientes diante da tamanha gravidade que encerra o problema. Mesmo não havendo ainda estudos detalhos para todo o País, pode-se observar, pelo que tem ocorrido, estarem os solos brasileiros caminhando para um profundo estado de degradação. Daí a necessidade de se continuarem as pesquisas relativas às suas potencialidades e susceptibilidades à erosão, pois "o levantamento dos recursos deve relacionar-se não só com aspectos relativamente estáveis da terra mas também com processo de interação; ambos dentro do ambiente e entre o ambiente e o uso da terra. A informação obtida deverá incluir o que está acontecendo, assim como o que existe" (Young, 1976), além, é claro, o que poderá acontecer - predição – caso o homem venha a intervir sobre um determinado ambiente.

O problema da erosão dos solos tende a se agravar porque a cada ano muitas terras são abandonadas tanto devido a erosão como a perda de fertilidade natural, enquanto outras passam a ser utilizadas, ampliando-se, dessa forma, as terras cultivadas. São milhares de toneladas de solo agrícola que se perdem anualmente no Brasil devido principalmente à ação do escoamento superficial, porque as práticas de conservação e combate à erosão são pouco utilizadas; muitas vezes por falta de informação do agricultor, de recursos técnicos e/ou financeiros, ou ainda, o que é pior, mesmo o fazendeiro tendo condições de combater a erosão não o faz devido à disponibilidade de terras, ou seja, é menos oneroso comprar novas terras (em áreas pouco valorizadas, é claro) do que investir em conservacionismo.

A persistirem práticas de uso da terra e os sistemas de exploração, tais como queimadas, uso da enxada, monocultura, latifúndios, arrendamento (não há o mínimo interesse do arrendatário em controlar a erosão do solo), cultivo encosta abaixo, sem usar terraceamen-

to ou lavoura em curva de nível e o não uso de fertilizante, a tendência realmente é de se agravar a situação existente.

O problema maior diz respeito à erosão, porque "as culturas removem somente os nutrientes, os quais podem ser reestabelecidos, enquanto a erosão remove não só os nutrientes mas todo o solo, que não pode ser reestabelecido" (Bennett, 1928), mesmo porque a maior parte do material retirado através do escoamento superficial corresponde à superfície do solo que é realmente produtiva.

O processo de voçorocamento gera grandes prejuízos à agricultura brasileira, denotando a má utilização dos solos, podendo algumas vezes proporcionar uma paisagem totalmente voçorocada - badlands - causando, inclusive, algumas perdas humanas em certos casos. Entretanto, talvez o processo de dessoloagem tenha proporções muito mais sérias, pois foge à percepção do lavrador a remoção lenta e gradativa da camada superficial do solo arável através do escoamento superficial, sem deixar profundas cicatrizes, como acontece com as voçorocas. Na maioria das vezes, quando o agricultor se apercebe desse problema já é tarde demais, pois toda a camada superficial já foi removida, tornando-se um solo imprestável para as atividades agrícolas.

Se, por um lado, os solos tropicais são considerados ácidos, de baixa fertilidade e vulneráveis aos processos de laterização, por outro lado, o clima tropical pode se constituir num instrumento valioso para o agricultor brasileiro, desde que use práticas conservacionistas adequadas, pois as temperaturas elevadas, aliadas à abundância de água, são dois fatores importantes no desenvolvimento da maioria dos vegetais.

Daí chamarmos a atenção no sentido de que criemos nossos modelos de utilização racional dos solos tropicais, baseados não só na compreensão cada vez maior dos sistemas naturais mas sem deixarmos de levar em conta as características sócio-econômicas e culturais das pessoas que manipulam a terra. A propósito da abordagem sistêmica, "uma consideração fundamental é que o sistema físico de uma área não pode ser compreendido em separado das atitudes sociais, culturais e econômicas, e condições das pessoas da área em estudo" (Cooke e Doornkamp, 1974). Dentre os técnicos ligados às questões ambientais e uso racional do meio natural, o geógrafo é o que mais se preocupa com os relacionamentos existentes entre os sistemas físicos e as atividades humanas, "naturalmente o estudo geográfico dos solos não fica restrito às condições físicoquímicas e, consequentemente, à riqueza natural dos mesmos. O geógrafo se preocupa também com o grau de cultura do grupo humano que trabalha o solo" (Guerra, 1976).

No item seguinte poder-se-á aquilatar, através de exemplos, o que tem ocorrido de mais grave em relação aos solos brasileiro. É bom ressaltar que a conservação do solo não possui uma implicação apenas no que diz respeito ao seu uso agrícola, mas principalmente porque, juntamente com os vegetais e animais que aí vivem, ao conservá-lo, se estará também mantendo o equilíbrio ecológico entre os seres vivos, o próprio solo e as águas que integram o ciclo hidrológico.

3.2. Áreas Críticas de Erosão do Solo Brasileiro

Um dos aspectos mais importante para um planejamento eficaz de combate à erosão dos solos agrícolas do Brasil é a localização das áreas nas quais estão ocorrendo fenômenos de erosão acelerada.

Segundo informações fornecidas pela Seção de Conservação de Solos do Instituto Agronômico de Campinas, é atribuída à erosão laminar a remoção de 500 milhões de toneladas de terra, correspondentes ao desgaste uniforme de uma camada de 15 cm de espessura em uma área de 280.000 ha.

As áreas críticas de erosão do solo brasileiro são aquelas onde se instalou um processo erosivo responsável pela abertura de ravinas e voçorocas.

O processo de erosão no interior do Estado do Rio de Janeiro, principalmente na Região do vale do Paraíba do Sul — de Resende a São Fidélis — já atingiu a uma situação crítica.

Os problemas do solo agravaram-se em virtude da erosão e do esgotamento químico da terra, a qual tem sido mal utilizada desde a época cafeeira, quando sofreu o primeiro desmatamento, através das queimadas. Como conseqüência, o solo passou a não apresentar resistência às chuvas no verão.

Após o ciclo cafeeiro, a região foi transformada em pastagens que foram invadidas por capim-gordura e sapê, impedindo a reconstituição da vegetação. Em decorrência da remoção vegetal a distribuição das chuvas foi modificada, apresentando, então, um período chuvoso mais concentrado.

Segundo o agrônomo Kurt Mueller, para restabelecer as condições climáticas é necessário o reflorestamento maciço, principalmente nas terras com 45% de declividade; limitação da agricultura nas regiões com menos 12% de declividade; e nas terras entre 12% e 45% de declividade entremear fruticultura e pastagem.

Além do vale do Paraíba o estado apresenta outras regiões críticas, como o litoral e a parte norte.

De grande importância na economia agrícola brasileira, em virtude da produção de soja, milho, café etc., a região noroeste do Paraná apresenta graves problemas de erosão. Embora de alta fertilidade natural, os solos possuem características negativas no que se referem à sua resistência à erosão, pois estruturalmente são de baixa potencialidade de absorção da água, facilitando não só a erosão como também a perda de sua qualidade com relativa rapidez.

O planejamento elaborado para o combate à erosão no Paraná compreende os municípios de Ponta Grossa, Guarapuava, Cascavel, Umuarama, Campo Mourão, Paranavaí, Maringá, Londrina e Jacarezinho que, de acordo com o programa integrado de conservação do solo do Paraná, serão os primeiros a serem beneficiados.

Além das áreas já mencionadas, outras apresentam também problemas críticos em relação à erosão. Podemos citar o sul de Minas, São Paulo (área compreendida pelos solos derivados do arenito Bauru), o vale do rio São Francisco, Santa Catarina (litoral e as bacias do rio do Peixe e Xapecó), Ceará (chapadas de Araripe e Ibiapaba), Rio Grande do Norte (a bacia do rio Açu) Pernambuco (os municípios de Paranamirim, Garanhuns, São José do Egito, Arcoverde e Pesqueiro), e na Bahia a zona Fumageira.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo que foi visto no trabalho pode-se concluir que o problema de erosão dos solos no Brasil tem atingido sérias proporções, e precisa ser encarado com muita atenção, pois trata-se de uma questão de sobrevivência, tal a sua importância, principalmente se levarmos em conta a tradição agrícola brasileira.

Sente-se a necessidade de sistematizar as pesquisas, não deixando de lembrar o caráter interdisciplinar desse campo de estudo. As pesquisas setoriais não possibilitam uma visão de complexidade do problema, contribuindo apenas para soluções paliativas.

É preciso ter-se em mente a adequação das soluções à realidade brasileira. A

divulgação das práticas de controle da erosão do solo deve atingir principalmente aqueles que lidam diretamente com a terra, qualquer que seja sua atividade econômica, nunca podendo-se ignorar o estágio cultural que o grupo se encontra para se obter bons resultados com o planejamento.

Em resumo, uma política nacional de combate à erosão dos solos deverá atender à manutenção da fertilidade e proteção e recuperação de áreas problemas.

BIBLIOGRAFIA

- 1. BARROS, Wanderbilt Duarte. A erosão no Brasil. Coleção Mauá. Ministério da Viação e Obras Públicas, Serviço de Documentação. 1956, 350 p.
- 2. BENNETT, Hugh Hammond. The Geographical relation of soil erosion to land productivity. The Geographical Review, vol. 18, n.º 4, out. 1928, 579-605 p.
- 3. BUNTING, Brian T. Geografia do solo. Trad. T. S. Newlands, Rio de Janeiro, Zahar editores, 1971, 254 p.
- 4. COOKE, Ronald U. e DOORNKAMP, John C., Geomorphology in Environmental Management An Introduction. Clarendon Press, Oxford. 1974, 412 p.
- 5. CORRÊA, Altir A. M., e outros Livro Anual da Agricultura Revolução tecnológica, Ministério da Agricultura Brasília (1968), 35-43 p.
- 6. GUERRA, Antônio Teixeira. Recursos Naturais do Brasil. Fundação IBGE. 2.ª edição. 1976. Rio de Janeiro, 220 p.
- 7. MONIZ, Antônio C. e outros. Elementos de Pedologia. São Paulo, Polígono, EDUSP, 1972, 449 p.
- 8. RUHE, Robert V., Geomorphology Geomorphic Processes and Surficial Geology. Houghton Mifflin Company. Boston. 1975. 21-64 p.
- 9. YOUNG, Anthony Tropical Soils and Soil Survey. Cambridge University Press. London. 1976, 468 p.

O estudo do clima como o de outras disciplinas afins ou correlatas à geografia vem procurando, com mais frequência, o emprego de modelos matemáticos para equacionar os problemas que surgem de acordo com os diferentes enfoques que se queira dar ao assunto. O tema abordado pelo autor se refere a influência das elevações continentais sobre as ondas estacionárias. Para estudá-la recorreu a um modelo matemático onde foi empregado o sistema cartesiano de coordenadas. utilizando-se de dados topográficos e observações em duas latitudes distintas, aplicado inicialmente ao hemisfério norte com excelentes resultados. Diante deste fato foi também aplicado às mesmas latitudes no hemisfério sul, o objetivo visado.

Efeitos Topográficos Sobre Ondas Estacionárias no Hemisfério Sul*

RUBENS LEITE VIANELLO **

RESUMO

Para estudar a influência das elevações continentais sobre ondas estacionárias a 30° e 70° sul usamos um modelo quase-geostrófico em estado permanente a dois-níveis. Inicialmente o modelo foi testado para o hemisfério norte. Os resultados obtidos exibiram uma excelente concordância em relação a cálculos anteriormente feitos para aquele hemisfério. Posteriormente, utilizando-se de dados topográficos e observados, aplicamos o referido mo-

delo às latitudes acima e obtivemos as principais características das ondas estacionárias.

Notamos, em geral, a presença de cristas sobre os continentes e cavados na porção oriental dos mesmos. Estes resultados concordam bem com outros resultados teóricos anteriormente obtidos e com as observações.

Objetivando obter melhor entendimento do problema, derivamos as equações de energia e discutimos o ciclo de energia. Todavia, para expli-

^{*} Resumo da tese apresentada em cumprimento parcial dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Ciências Espaciais e da Atmosfera, pelo Instituto de Pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos, SP.

^{**} Professor assistente do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Juiz de Fora, que teve a orientação do Dr. V. B. Rao, professor e pesquisador do Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, na elaboração deste trabalho.

car melhor a variância total dos perfis observados, julgamos necessário a inclusão do modelo de outros efeitos, tais como aquecimento adiabático e efeitos não lineares.

1. INTRODUÇÃO

É sabido atualmente que os movimentos atmosféricos são compostos de perturbações "livres" que se deslocam e perturbações "estacionárias" produzidas pela assimetria da camada limite inferior. As primeiras são responsáveis pelas trocas do "tempo" e as segundas caracterizam o "clima". Entretanto, um modelo para previsão numérica do tempo, na ausência do mecanismo gerador das perturbações estacionárias, produz largas discrepâncias entre o tempo previsto e o observado, segundo Charney e Eliassen (1949). Consequentemente, o estudo de movimentos permanentes da atmosfera tem se tornado de grande importância, quer seja visando a mudanças diárias do tempo quer seja para o desenvolvimento de uma teoria climatológica.

Dos dois métodos existentes para estudar a atmosfera em estado permanente — 1) Método do Valor Inicial; 2) Método do Estado Permanente — optamos pelo uso do segundo, o qual melhor se enquadra em nossos objetivos.

2. FORMULAÇÃO TEÓRICA

Assumimos o modelo quase-geostrófico e a aproximação do plano beta, de forma que pudemos usar o sistema de coordenadas cartesiano. Usamos também a aproximação hidrostática a fim de introduzirmos a pressão como coordenada vertical.

Assim, a equação da vorticidade quase-geostrófica em estado permanente éº

$$\overset{\rightarrow}{\mathbf{V}} \cdot \nabla \left(\zeta + \mathbf{f} \right) = \mathbf{f}_0 \frac{\partial \omega}{\partial \mathbf{P}} \tag{1}$$

e a equação da energia termodinâmica em estado permanente:

$$\overset{\rightarrow}{\mathbf{V}} \cdot \nabla \left(\frac{\partial \phi}{\partial \mathbf{P}} \right) + \sigma \omega = -\frac{\mathbf{R}\mathbf{H}}{\mathbf{C}_{\mathbf{p}} \mathbf{P}}$$
 (2)

onde " σ " = $-\alpha \frac{\partial ln\theta}{\partial P}$ é o coeficiente de estabilidade estática, o qual é independente das coordenadas horizontais, por consistência energética, conforme Lorenz (1960).

Introduzimos ainda a aproximação geostrófica na forma:

$$\phi = f_0 \psi \tag{3}$$

Usamos um "modelo atmosférico a dois níveis", Phillips (1954), a fim de simplificar a estrutura vertical da atmosfera, como segue:

$$0$$
 $\omega_0 = 0$ 0 mb

 1 $\psi = 1$ 250 mb

 2 $\omega = 2$ 500 mb

 3 $\psi = 3$ 750 mb

 4 $\omega_4 = \omega_e$ 1000 mb

onde a condição de contorno superior impede a propagação de energia verticalmente, enquanto a condição inferior é a componente vertical do fluxo induzido friccionalmente no topo da camada de Ekman.

$$()_* = \frac{1}{2} [()_1 + ()_3]$$
 (4)

$$()_{\rm T} = \frac{1}{2} [()_1 - ()_3]$$
 (5)

e aplicando a equação (1) aos níveis 1 e 3, usando (4) e (5), e igualmente usando (3) e aplicando (2) ao nível 2, obtemos, após substituir as derivadas em "p" por diferenças finitas:

$$\overrightarrow{\mathbf{V}_{*}} \cdot \nabla \left(\zeta_{*} + \mathbf{f} \right) + \overrightarrow{\mathbf{V}_{\mathbf{T}}} \cdot \nabla \zeta_{\mathbf{T}} = \frac{\mathbf{f}_{0}}{\mathbf{P}_{4}} \omega_{4} \tag{6}$$

$$\overrightarrow{V_*} \cdot \nabla \zeta_T + \overrightarrow{V_T} \cdot \nabla (\zeta_* + f) =$$

$$= \frac{f_0}{P_2} \omega_2 = \frac{f_0}{P_0} \omega_4 \quad (7)$$

$$2f_0 \overset{\rightarrow}{V_*} \cdot \nabla \psi_T - \sigma_2 P_2 \omega_2 = \frac{RH}{C_n}$$
 (8)

Para condição de contorno inferior tomamos:

$$\omega_{\rm e} = \overset{\rightarrow}{\rm V_4} \cdot \nabla P_{\rm g} - \frac{P_4 \, \rm F}{2 f_0} \, \zeta_4 \qquad (9)$$

Linearizando as equações (6), (7), (8) e (9), considerando consistir o fluxo de uma componente zonal, sobre a qual sobrepõem-se perturbações, sendo tais perturbações geradas pelas variações da pressão no solo. Após linearização, eliminando a componente vertical, as equações se tornam:

$$\left(U_{*} \frac{\partial \nabla^{2}}{\partial x} + \frac{F}{2} \nabla^{2} + \beta \frac{\partial}{\partial x}\right) \psi_{*} + \left(U_{T} \frac{\partial \nabla^{2}}{\partial x} - 0.8F \nabla^{2}\right) \psi_{T} = \frac{f_{0}}{P_{4}} (U_{*} - 1.6 U_{T}) \frac{\partial P_{g}}{\partial x} (10)$$

$$\left(U_{T} \frac{\partial \nabla^{2}}{\partial x} - \frac{F}{2} \nabla^{2} + \delta^{2} U_{T} \frac{\partial}{\partial x}\right) \psi_{*} + \left[U_{*} \frac{\partial \nabla^{2}}{\partial x} 0.8F \nabla^{2} + (\beta - U_{*} \delta^{2}) \frac{\partial}{\partial x}\right] \psi_{T} = \frac{4Rf_{0}H}{C_{p}\sigma_{2}P_{4}^{2}} - \frac{f_{0}}{P_{4}} (U_{*} - 1.6U_{T}) \frac{\partial P_{g}}{\partial x} (11)$$

$$\frac{8f_{0}}{\partial x} = \frac{\partial f}{\partial x} =$$

onde,
$$\delta_2 = \frac{8f_0}{\sigma_2 P_4^2}$$
 e $\beta = \frac{\partial f}{\partial y}$

Assumindo para as perturbações estrutura meridional na forma

$$[\psi_*, \, \psi_T \, H, \, P_g] = [\hat{\psi}_{*(x)}, \, \hat{\psi}_{T(x)}, \, \hat{H}_{(x)}, \, \hat{P}_{g(x)}] \cos(\mu y)$$
 (12)

e estrutura zonal representada em série de Fourier:

$$[\widehat{\psi}_{*(\lambda)}, \widehat{\psi}_{T(\lambda)}, \widehat{H}_{(\lambda)}, \widehat{P}_{g(\lambda)}] =$$

$$\sum_{n=1}^{N} \{ [A_n^*, A_n^T, Q_n, R_n] \cos(n\lambda) +$$

$$+ [B_n^*, B_n^T, T_n, S_n] \sin(n\lambda) \}$$
(13)

Após substituirmos (12) e (13) nas equações (10) e (11), obteremos o seguinte sistema de equações algébricas:

$$\begin{vmatrix} a_{1} - a_{2} - 1.6a_{1} & a_{3} \\ a_{2} & a_{1} - a_{3} - 1.6a_{1} \\ a_{1} & a_{4} - 1.6a_{1} & a_{5} \\ -a_{4} & a_{1} - a_{5} - 1.6a_{1} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} A_{n}^{*} \\ B_{n}^{*} \\ A_{n}^{T} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -bS_{n} \\ bR_{n} \\ -bS_{n} - qQ_{n} \\ bB_{n} - 0T_{n} \end{vmatrix}$$

onde,

$$a_{1} = FK^{2} a\cos \phi_{0}/2n$$

$$a_{2} = \beta - K^{2}U_{*}$$

$$a^{3} = K^{2}U_{T}$$

$$a_{4} = U_{T}(\delta^{2} - K^{2})$$

$$a_{5} = \beta - U_{*}(\delta^{2} + K^{2})$$

$$b = \frac{f_{0}}{P_{4}} (U_{*} - 1.6U_{T})$$

$$q = \frac{4Rf_{0} a \cos \phi_{0}}{\sigma^{2} C_{p} P_{4}^{2} n}$$

$$K^{2} = \frac{n^{2}}{(a \cos \phi_{0})^{2}} + \mu^{2}$$

Sendo " R_n ", " S_n ", " Q_n " e " T_n " conhecidos por observações, (14) pode ser resolvida e " A_n^* ", " B_n^* ", " A_n^T " e " B_n^T " obtidos para $1 \leq n \leq N$, "N" = 15. Conseqüentemente, podemos obter " $\hat{\psi}_*$ " e " $\hat{\psi}_T$ " usando a equação (13) e " $\hat{\psi}_1$ ", " $\hat{\psi}_2$ ", " $\hat{\psi}_3$ " e $\hat{\psi}_4$ " através das equações (4) e (5).

Incluindo a força topográfica como anteriormente proposto e fazendo nulo os termos referentes ao aquecimento adiabático, a solução da equação (14) permite conhecer os valores para a função de corrente média e para a função de corrente térmica, através dos quais, e voltando a usar (4) e (5), conhecemos a função de corrente nos níveis 1 e 3. Feito isto, para sabermos o geopotencial nos níveis de 250 e 750 mb é suficiente o uso da equação (3), ou seja:

$$\phi_{250(n)} = f_0 \psi_{1(n)}$$

 \mathbf{e}

$$\phi_{750\,\mathrm{(n)}}\stackrel{.}{=}\mathrm{f_0}\;\psi_{3\,\mathrm{(n)}}$$

Finalmente, resta-nos apenas obter os valores do geopotencial para os 72 pontos igualmente espaçados ao redor do círculo de latitude, correspondendo a longitudes equidistantes de 5º, e cujos valores correspondam ao somatório das contribuições dos 15 harmônicos conhecidos. Para isto usamos a expressão:

$$\phi_{(M)} = \sum_{n=1}^{15} \phi_n \cos\left(\frac{2\pi n(M-1)}{72}\right) - \delta_n$$

onde " δ n" corresponde à fase do geopotencial para o n-ésimo comprimento de onda, "n" = 1, 2, ..., 15 e "M" = = 1, 2, ..., 72, com o que alcançamos os valores desejados.

A formulação teórica acima foi testada para o hemisfério norte, mediante sua aplicação a dados observados para aquele hemisfério e posterior confronto entre os resultados obtidos e valores calculados para o hemisfério em pauta por Jacques Derome e A. Wiin-Nielsen (1971). A concordância foi excelente.

3. APLICAÇÃO DO MODELO AS LATITUDES 30º 70º SUL-JANEIRO E JULHO

A aplicação do modelo às latitudes acima foi feita considerando-se a maior amplitude da topografia média naquelas faixas do Globo, uma vez que para cada região foi tomada uma faixa de 10°, centrada a 30° e 70°, assumindose valores médios para cada latitude. Para tal, usamos dados topográficos obtidos por José P. Peixoto, Barry Saltzman e Sidney Teweles (1954). Os dados referentes a ventos e temperaturas foram extraídos de Climate of Upper Air, Southern Hemisphere, Vol. I e II, por H. Van Loon, J. J. Taljaard, R. L. Jenne e H. L. Crutcher (1969) e 1971). Destas publicações também extraímos os dados referentes a altura geopotencial média observada para os níveis em estudo, os quais foram finalmente comparados aos cálculos teóricos e cujos principais resultados fo-

Para 30° sul, tanto verão quanto inverno, nota-se claramente um predomínio da onda 4; isto teoricamente e em concordância com os dados topográficos observados, permitindo concluir tratar-se, de fato, da resposta das perturbações à topografia. Estes resultados também concordam, em geral, com observações feitas por Van Loon e outros (1972).

Para 70° sul, ambas as estações, os resultados exibiram um acentuado predomínio do primeiro harmônico, que concordam na íntegra com o predomínio da onda 1 da topografia. Também aqui os resultados teóricos concordam muito bem com conclusões de Van Loon e outros.

Entretanto, no que se refere à altura geopotencial observada para os níveis de 250 e 750 mb, constatamos um nítido predomínio dos dois primeiros harmônicos, tanto para 30º quanto para 70º sul, ambas as estações. Neste caso, registra-se uma boa concordância para 70° sul. o mesmo não se verificando para 30º sul. Neste último caso, embora tenhamos predomínio marcante do harmônico 4 na topografia, os resultados observados não exibem tal predomínio, mas sim da onda I, daí concluirmos que, nesta latitude, outros fatores, tais como fontes e sumidouros de calor e efeitos não-lineares, assumem papel predominante nos processos de perturbações estacionárias.

Quanto à fase, notamos que não há diferenca entre os valores para as perturbações a 250 e 750 mb, quer se trate de 30º ou de 70º sul. Esta igualdade de fase entre os dois níveis significa que o eixo do cavado (ou da crista)não se inclina com a altura, o que importa dizer que tais ondas estacionárias forçadas pela topografia não transportam calor sensível na direção meridional. Isto concorda plenamente com resultados anteriormente obtidos por outros pesquisadores, como Saltzman (1965), Derome e Wiin-Nielsen (1971) e outros.

Após a execução do somatório dos quinze primeiros harmônicos calculados e observados, plotamos os resultados, como mostram as figuras 1 e 2, onde a linha cheia refere-se aos valores observados e a linha pontilhada aos valores calculados para um comprimento de onda meridional de 45º de latitude.

Para 30° sul, janeiro, nível de 250 mb, figura 1, verifica-se, para os valores

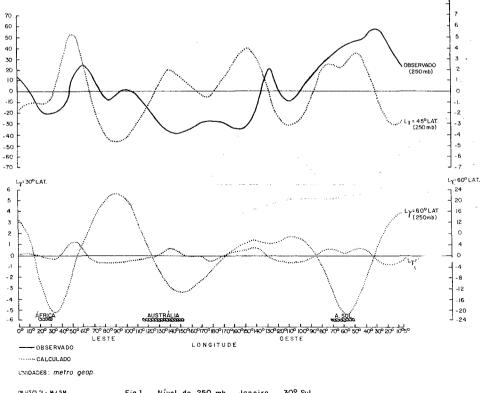
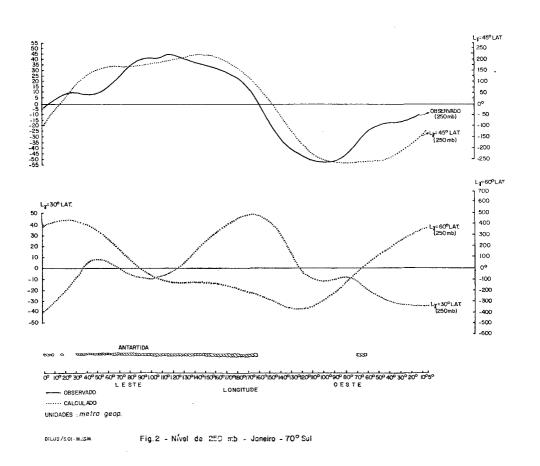


Fig 1 - Nível de 250 mb - Janeiro - 30º Sul

observados, uma alta sobre a América do Sul e África e um cavado na porção leste dos referidos continentes. Tais fatos são igualmente destacados nos resultados teóricos. Especificamente no que se refere ao continente sulamericano, tal concordância permite concluir tratar-se, de fato, da predominância das grandes elevações andinas, as quais, nesta latitude, chegam a ultrapassar 6000 metros de altitude. A não concordância para todas as demais longitudes parece indicar a presença de outros efeitos, tal como aquecimento adiabático, não incluído no presente trabalho.

Para 70° sul, nível de 250 mb, janeiro, figura 2, verifica-se boa concordância entre os resultados calculados e observados, especialmente na forma. Novamente destaca-se o aparecimento de uma baixa a leste do continente antártico e uma alta sobre o mesmo, fato já verificado por outros pesquisadores. Destaca-se também uma defasagem entre os valores observados e calculados, cujas posições são diferentes em relação ao verão e inverno, embora esta última observação não seja visível na figura em questão. Tal defasagem verificada significa a presença destacável do efeito de aquecimento adiabático.



84

4. CICLO DE ENERGIA DE PERTURBAÇÕES ESTACIONÁRIAS FORÇADAS POR TOPOGRAFIA

Usando as equações (1) e (2) podemos derivar as equações da energia das perturbações estacionárias na forma seguinte:

$$0 = [\overline{K}, K'] + [P', K'] + [\hat{P}_g, K'] + [K', F]$$
$$0 = [\overline{P}, P'] - [P', K']$$

onde

$$\begin{split} [\overline{K}, K] &= -\frac{1}{g} \int \int \left(\frac{\partial U}{\partial y} \, v' u' \right) \, \mathrm{d} p \mathrm{d} x \\ [P' \, K'] &= \frac{1}{g} \int \int \left(\omega' \, \alpha' \right) \, \mathrm{d} p \mathrm{d} x \\ [\overline{P}_g, K'] &= -\frac{1}{g} \int \left(U \overline{P}_g \, \frac{\partial \phi}{\partial x} \right) \, \mathrm{d} x \\ [K', F] &= \frac{1}{g} \int \left(\phi \, \frac{P_4 \, F}{2 \, f_0} \, \Delta^2 \, \xi_4 \right) \, \mathrm{d} x \\ [\overline{P}, P'] &= \frac{f_0}{g} \int \int \left(\frac{1}{\sigma} \, V \, \frac{\partial \phi}{\partial P} \, \frac{\partial U}{\partial P} \right) \mathrm{d} p \mathrm{d} x \end{split}$$

Fisicamente, o termo [K, K'] significa interação entre a energia cinética da perturbação e a energia cinética do estado básico. Como no presente estudo assumimos a variação linear da corrente zonal básica na direção de "y", este termo é sempre negativo, indicando com isto um estado barotropicamente estável.

[P', K'], por sua vez, significa a conversão de energia potencial disponível da perturbação para energia cinética da mesma, e pode ocorrer nos dois sentidos.

 $[\hat{P}_g, K']$ foi interpretado por Murakami (1967) e expressa a geração de energia cinética devido aos efeitos orográficos.

O termo [K', F] significa perda de energia cinética por dissipação friccional,

Finalmente, $[\overline{P}, \overline{P}']$ significa interações entre a energia potencial disponível do estado básico e a energia potencial disponível da perturbação, devido ao transporte de calor sensível. Mas vimos anteriormente que ondas estacionárias forçadas por topografia não transportam calor sensível, conseqüentemente, este termo é igual a zero.

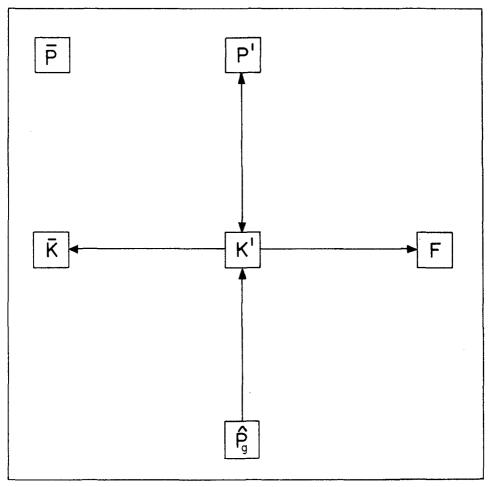
A figura 3 representa o ciclo de energia de perturbações estacionárias forçadas por topografia.

5. CONCLUSÕES

Os resultados alcançados mediante aplicação do modelo foram comparados aos resultados teóricos anteriormente obtidos por Charney e Eliassen (1949) e outros, os quais mostraram a formação de cristas sobre os continentes e tendência bem pronunciada para a formação de cavados na porção oriental dos mesmos, em ambas as estações e latitudes. Tais resultados mostraram boa concordância com os obtidos por aqueles pesquisadores acima citados.

Através do somatório dos primeiros quinze harmônicos da altura geopotencial dos níveis de 250 e 750 mb obteve-se perfis para os referidos níveis, os quais foram comparados aos perfis observados para 30° e 70° sul.

Para 30º sul verificou-se a formação de cristas bem pronunciadas sobre os continentes africano e sul-americano, mormente sobre o último, permitindo concluir tratar-se, de fato, da influên-



DILUS/S.OI - MJS.M

Fig.3 - Ciclo de Energia

cia das elevações andinas. Para outras longitudes, entretanto, a discordância entre os resultados teóricos e observados poderia ser justificada pela atuação destacável de efeitos como aquecimento adiabático, os quais não foram incluídos no presente estudo.

Para 70º sul, apesar de boa concordância na forma, pode-se verificar também a presença de outros efeitos, tais como aquecimento adiabático e interações não lineares.

Em suma, poderia ser mencionado que os efeitos de aquecimento e não lineares parecem ser importantes para explicar completamente a variância dos perfis observados. Baseando-se em estudos feitos por Obasi (1963), como também nas conclusões aqui tiradas, parece-nos que os efeitos não lineares por perturbações transitórias sobre ondas estacionárias desempenham importante papel no hemisfério sul.

Finalmente, julgamos oportuno esclarecer que, apesar do presente modelo ter sido aplicado neste trabalho apenas às latitudes 30° e 70°, pode o mesmo estender-se a quaisquer outras latitudes ou períodos do ano que não sejam apenas verão e inverno.

LISTA DE SÍMBOLOS

Raio da Terra a Parâmetro de Coriolis Aceleração da gravidade Número de onda n Distância para leste, norte e x, y, z para cima, respectivamente, em coordenadas cartesianas $C_{\mathfrak{p}}$ Calor específico do ar seco, a pressão constante C_n^* Amplitude da função de corrente média C_n^T Amplitude da função de corrente térmica F Coeficiente de fricção Η Aquecimento adiabático por unidade de massa K Energia cinética $L_{\rm v}$ Comprimento de onda meridional P Pressão atmosférica: energia potencial P_g Pressão atmosférica, no solo R Constante universal dos gases para o ar seco R_n Coeficiente de Fourier da expansão de Pg -cosseno

- S_n Coeficiente de Fourier da expansão de $\widehat{\mathbf{P}}_{\mathbf{g}}$ -seno
- V Vetor velocidade do fluxo
- β Plano centrado na latitude em estudo; variação do parâmetro de Coriolis com a latitude
- 6 Componente vertical da vorticidade relativa
- θ Temperatura potencial
- λ Longitude
- μ Número de onda na direção meridional
- σ Coeficiente de estabilidade estática
- Φ Geopotencial
- ϕ_0 Latitude
- ψ Função de corrente
- Componente vertical da velocidade
- δ Constante; fase
- ∇ Operador vetorial
- (--) Símbolo que representa estado básico
- (') Símbolo que representa perturbação
- (^) Símbolo que representa estrutura zonal de perturbação
- (*) Símbolo que representa valor médio
- (T) Símbolo que representa valor térmico

BIBLIOGRAFIA

- BERKOFSKY, L.; BERTONI, E. A. Mean Topographic Charts for the Entire Earth, Bulletin of the American Meteorological Society, 36 (7): 350-354, 1955.
- BROWN, J. A., JR. A Diagnostic Study of the Tropospheric Diabatic Heating and the Generation of Available Potencial Energy, *Tellus*, 10 (3): 371-388, 1967.
- BURGER, A. P. Scale Consideration of Planetary Motions of the Atmosphere, *Tellus*, 16 (2): 195-205, 1958.
- CHARNEY, J. G.; ELIASSEN, A. A Numerical Method for Predicting the Perturbations in Middle-Latitude Westerlies, *Tellus*, 1 (2): 38-54; 1949.
- DEROME, J.; WIIN-NIELSEN, A. The Response of a Middle-Latitude Model Atmosphere to Forcing by Topography and Stationary Heat Sources, Monthly Weather Review, 99 (7): 564-576, 1971.
- DÖÖS, B. R. The Influence of Exchange of Sensible Heat With the Earth's Surface on the Planetary Flow, *Tellus*, 14 (2): 133-147, 1962.
- GAMBO, K. The Scale of Atmospheric Motions and Effect of Topography on Numerical Weather Prediction in the Lower Atmosphere, *Journal of Met. Soc. Japan*, 8 (1): 1-24, 1957.
- LORENZ, E. N. Energy and Numerical Weather Prediction, Tellus, 12 (4): 364-373, 1960.
- MANABE, S.; BRYAN, K. Climate Calculations With a Combined Ocean-Atmosphere Model, *Journal of Atmospheric Sciences*, 26 (4): 786-789, 1969.
- MINTZ, Y. Very Long-Term Global Integration of the Primitive Equations of Atmospheric Motions, World Meteorological Organization Technical Note, 66: 141-167, 1965.
- MURAKAMI, T. Vertical Transfer of Energy due to Stationary Disturbances Induced by Topography and Diabatic Heat Sources and Sinks, *Journal of Met. Soc. Japan*, 45 (3): 205-231, 1967.
- OBASI, G. O. P. Poleward Flux of Atmospheric Angular Momentum in the Southern Hemisphere, Journal of the Atmospheric Sciences, 20: 516-528, 1963.
- PEIXOTO, J. P.; SALTZMAN B.; TEWELES S. Harmonic Analysis of the Topography along Parallels of the Earth, *Journal of Geophysical Research*, 69 (8): 1501-1505, 1964.

- PHILLIPS, N. A. The General Circulation of the Atmosphere: A Numerical Experiment, Quartely Journal of the Royal Meteorological Society, 82 (352): 124-164, 1956.
- PHILLIPS, N. A. Energy Transformations and Meridional Circulations Associated With Simple Baroclinic Waves in a Two-Level, Quasi-Geostrophic Model, *Tellus*, 6 (4): 273-186, 1954.
- RAO, V. B.; CALHEIROS R. V. A Note on Some Characteristics of the Flow Pattern in January and July over Sub-Tropics of South American Continent, São José dos Campos, INPE, Maio 1972 (INPE-207/RI-008).
- REYNOLDS, O. On the Dynamical Theory of Incompressible Viscous Fluids and the Determination Criterion, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 136A: 123-164, 1894.
- SCHUTZ, C.; GATES W. L. Global Climatic Data for Surface, 800 mb, 400 mb, July, Santa Monica, Rand Corporation, 1972 (R-1029-ARPA).
- SMAGORINSKY, J.; MANABE S.; HOLLOWAY, J. L., JR. Numerical Results From a Nine-Level General Circulation Model of the Atmosphere, *Monthly Weather Review*, 93 (12): 727-768, 1965.
- ---- Zonal Geostrophic Winds. In: --- Climate of Upper Air. National Weather Records Center, 1971, Vol. II.
- NASA U. S. Standard Atmosphere, Washington, 1962.
- VAN LOON, H.; JENNE, R. L.; LABITZKE, K. Zonal Harmonic Standing Waves, Journal of Geophisical Research, Oceans and Atmosphere, 78 (21): 4463-4471, 1973.
- VAN LOON, H.; JENNE, R. L.; ROY L. The Zonal Harmonic Standing Waves in the Southern Hemisphere, Journal of Geophysical Research, Oceans and Atmosphere, 77 (6): 992-1003, 1972.
- WIIN-NIELSEN, A. On the Distribution of Temperature Relative to Height in Stationary Planetary Waves, Tellus, 13 (2): 127-139, 1961.

A Ecologia estuda a estrutura e função da natureza. Assim, trata da correlação existente entre seres vivos e suas comunidades com o meio ambiente. Neste trabalho, a autora examina a implicação existente entre alelopatia (efeitos químicos produzidos por algumas plantas superiores sobre outras, que irão afetar o crescimento, o desenvolvimento e, em alguns casos, chegam a inibir a germinação de outras espécies vegetais) e defesa em plantas, realizada pela própria planta, através de sua produção de toxinas

Alelopatia e Defesa em Plantas*

ZÉLIA LOPES DA SILVA Analista Especializada do IBGE

Os dois temas — alelopatia e defesa em plantas — são abordados simultaneamente neste breve ensaio pois ambos implicam na produção de substâncias tóxicas produzidas pelos vegetais superiores, que irão afetar os próprios vegetais e os animais herbívoros.

ALELOPATIA

Os efeitos químicos produzidos por algumas plantas superiores sobre outras chamam-se alelopatia (Whittaker, 1970). As substâncias alelopáticas liberadas irão afetar o crescimento, prejudicar o desenvolvimento normal e até

mesmo inibir a germinação de outras espécies vegetais. Os responsáveis por esses efeitos alelopáticos são substâncias químicas sintetizadas pelos vegetais superiores e pertencentes, geralmente, ao grupo dos glicosídeos.

Os efeitos alelopáticos de uma planta são aceitos desde que seja demonstrado: a) que um inibidor químico efetivo está sendo produzido e ocorre com uma concentração potencialmente efetiva no solo; b) que a inibição não é efeito de competição da planta por luz, água e nutrientes, nem por uma atividade animal.

Mr.

^{*} Ensaio realizado no Curso de Pós-Graduação em Botânica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, referente à disciplina Ecologia Química, sob orientação do Dr. W. Benson, da Universidade de Washington.

Liberação das substâncias alelopáticas

As substâncias secundárias com efeitos alelopáticos podem ser liberadas pelas partes aéreas e subterrâneas dos vegetais, através de diversos mecanismos, a saber:

1.º) lixiviação das substâncias da superficie das folhas e glândulas, pela água da chuva e o orvalho para o solo - Desde longa data até anos recentes, vários autores - citados por Whittaker (1970), Went (1970), Whittaker & Feeny (1971) e outros — têm observado, na Eurásia e América do Norte, efeitos alelopáticos em nogueiras (Juglans sp.). A substância química encontrada foi identificada como sendo a juglona (5 hydroxy -1.4 – naphtoquinona), que ocorre sob a forma não tóxica: hidroxijuglona. Esta substância é liberada para o solo pela lixiviação das folhas pela água da chuva, juntamente com taninos que, por sua vez, são liberados quando da decomposição de folhas mortas e frutos. A juglona inibe o crescimento de muitas espécies de arbustos, apresentando efeito seletivo, pois algumas espécies são eliminadas enquanto outras são tolerantes e até favorecidas, chegando a formar uma verdadeira cobertura debaixo das nogueiras,

Observou-se igualmente em Myrtus e Eucalyptus a presença de substâncias alelopáticas lixiviadas pela água da chuva. A literatura também registra, na espécie Artemisia absinthum, um alcalóide (absintina) excretado por pelos glandulares sobre as folhas e lixiviado para o solo, ao qual foram atribuídos efeitos alelopáticos sobre outras espécies.

Mais tarde, comprovou-se que gotas de orvalho são responsáveis pela transferência de compostos tóxicos das folhas de *Eucalyptus globulus* para o solo;

2.º) volatilização pelas folhas — Na década de 60, foram bem estudados efeitos alelopáticos em comunidades arbustivas do sul da Califórnia, denominadas chaparral, um tipo de cerrado próprio dos lugares de clima mediterrâneo com chuvas no inverno. Nesse chaparral ocorrem duas espécies dominantes, Salvia leucophylla e Artemisia californica, as quais liberam terpenos voláteis (cânfora, sincola e outros). que tornam o ar perfumado. Esses terpenos, absorvidos do ar pelas partículas do solo, irão inibir a germinação de sementes de ervas. Esta inibição, por ação de substâncias alelopáticas, pode ser verificada após um incêndio. Destruída pelo fogo uma parte dos arbustos, verifica-se que a inibição desaparece, uma vez que as ervas anuais se desenvolvem em profusão; e, depois de algum tempo, com o reaparecimento dos arbustos, as ervas começam novamente a desaparecer.

Em certos solos argilosos, nos períodos secos, observou-se que os arbustos que invadem os capinzais são rodeados por cintas de solo desprovidas de vegetação, com um ou dois metros de largura, e cintas mais largas onde a presença de gramíneas é reduzida. A ocorrência dessas faixas desnudas pode ser devida à acumulação de terpenos no solo em quantidades efetivas durante a estação seca, que irão inibir a germinação e crescimento de outras espécies vegetais. Neste caso, a aridez do solo intensifica a alelopatia pois, nos períodos mais úmidos, observou-se que as faixas desnudas são menos evidentes. Segundo Anaya e Gómez-Pompa (1971), a espécie Schinus molle L., da família Anacardiáceae, uma árvore amplamente distribuída na altiplanície mexicana, produz grande quantidade de terpenos através das folhas e frutos. Por esta razão, essa espécie, que invade com facilidade qualquer tipo de terreno, associa-se geralmente a poucas espécies vegetais;

3.0) excreção ou exsudação pelas raizes – Foi observada em casca de raízes de pessegueiro a presença de amidalina, a qual é desdobrada no solo para glicose, ácido hidrociânico e benzaldeído, tendo possivelmente, estes dois últimos, efeitos alelopáticos. Em raízes de macieira foi também observada uma substância tóxica, Igualmente as raízes de aveia, centeio e trigo liberam materiais tóxicos, sendo que a principal substância inibidora excretada pelas raízes da aveia é uma cumarina, Parthenium argentatum libera ácido transcinâmico que a torna autotóxica, autotoxidez esta maior que a toxidez, sobre outras espécies (conforme Went, 1970 e Whittaker, 1970). Esta substância aparentemente atua na orientação do crescimento das suas raízes, evitando que outro indivíduo da mesma espécie ocupe aquele espaço no solo, no seu habitat natural. Entretanto, quando cultivada com espaços reduzidos entre si, os indivíduos que se localizam no centro da área de cultivo apresentam-se com o porte bem reduzido em relação àqueles que ocupam a fímbria da área. Isto evidencia que estes últimos, pela sua localização, sofrem a ação da toxidez da planta vizinha só por um lado, enquanto que as centrais recebem essa influência em todas as direções. Esta autotoxidez, se por um lado inibe a germinação de sementes, por outro lado o espaçamento resultante dessa ação alelopática traz vantagens para o desenvolvimeto dos espécimes que se estabelecem (Went, 1970):

4.º) decomposição das partes aéreas ou subterrâneas, direta ou indiretamente, através da ação de microrganismos — A gramínea Agropyron repens, graças à liberação de ácidos fenólicos pelas suas raízes apodrecidas, juntamente com um óleo essencial, agropireno, inibe o crescimento de plantas cultivadas. Efeitos indiretos foram também observados, na gramí-

nea Aristida oligantha, conforme veremos no subtítulo seguinte.

Em algumas plantas a liberação de certas substâncias tóxicas se faz através de todo o espécime, como é o caso de *Erica cinerea* (Vieitez e Ballester, 1972), a qual libera compostos de caráter fenólico e cumárico. Esta espécie, que é encontrada nos brejais da Galícia, parece fazer competição a certas gramíneas.

Efeitos sobre a dinâmica e composição das comunidades

As substâncias alelopáticas têm efeitos muito significativos sobre a dinâmica e composição das comunidades vegetais. Tal influência já foi referida a propósito da sucessão vegetal, na Califórnia, onde terrenos alelopáticos são parcialmente responsáveis pela substituição da pradaria por chaparral.

Foi observado, em fazendas abandonadas de Oklahoma, que as gramíneas Aristida oligantha e Sorghum halepense produzem substâncias fenólicas inibitórias para bactérias fixadoras de nitrogênio e plântulas de outras espécies. Por esta razão, o teor de nitrogênio no solo fica reduzido, retardando, assim, a invasão e repovoamento da comunidade por outras espécies. Um dos dominantes da primeira fase sucessional dessa região é Helianthus annuus, que libera substâncias alelopáticas, as quais não têm efeito sobre A. oligantha, que, por sua vez, consegue sobreviver em solos com baixo teor de nitrogênio. Estes fatos permitem que A. oligantha substitua H. annuus numa segunda fase da sucessão, quando se torna dominante.

Na Carolina do Norte, numa sucessão campestre, foi observado que *Aster canadensis* perde depois de um ano sua dominância, devido à autotoxicidade

dos produtos de seu próprio apodrecimento, aliada à competição de outras espécies.

Em face dos exemplos citados, verificase que a següência de espécies na sucessão vegetal pode ser alterada pela influência de agentes alelopáticos. Segundo Whittaker & Feeny (1971), por supressão alelopática, uma espécie dominante pode aumentar sua invasão em uma comunidade precedente como. também, atrasar sua substituição por outras espécies. Numa comunidade clímax pode haver dominância de uma única espécie, se ela produzir substâncias secundárias cujos efeitos químicos no solo irão inibir a presença de outras espécies aptas para ocorrer simultaneamente.

A padronização e a diversificação das espécies do sub-bosque de certas comunidades são determinadas pela existência, ou não, de espécies alelopáticas nos estratos superiores. Os efeitos químicos produzidos por essas espécies irão permitir a formação de mosaicos de solo de efeitos químicos diferentes, que juntamente com o microrelevo, o microclima etc. irão influenciar a ocorrência de espécies nos estratos inferiores.

Conclusão

A análise da bibliografia pertinente ao assunto sugere que alelopatia não é uma peculiaridade de poucas plantas, mas um fenômeno difundido e normal das comunidades naturais.

A produção de inibidores parece ser uma das causas fundamentais que regulam a sucessão vegetal: o estabelecimento de uma planta, seu crescimento, reprodução e distribuição parece que dependem da "guerra química" entre as espécies vegetais. Os exemplos citados na literatura evidenciam que a se-

qüência das espécies na sucessão vegetal pode ser alterada pela influência de agentes alelopáticos.

Efeitos alelopáticos intensos são os responsáveis pela diversidade de espécies de algumas comunidades. A estrutura da vegetação muitas vezes está condicionada aos efeitos alelopáticos — conseqüência ecológica de alelopatia.

A ação das substâncias secundárias se faz sentir sobre a fisionomia da vegetação, como é o caso, já bem estudado, de plantas do deserto, cuja autotoxidez dos seus componentes determina um espacamento razoável entre os indivíduos, ocasionando baixo índice de cobertura vegetal. Nos solos áridos, há uma variabilidade populacional quanto à densidade dos indivíduos, durante as diversas estações do ano. Essas paisagens variadas, com aumento e diminuição das faixas de vegetação, devemse ao fato de que nos períodos secos a ação das substâncias alelopáticas é mais intensa do que nos períodos úmidos.

Os efeitos contínuos e prolongados das substâncias inibidoras provocam uma seleção de espécies tolerantes, isto é, biótipos bem adaptados às concentrações das substâncias alelopáticas que caracterizam aquele solo onde se encontram. Outras implicações advêm deste fato, se levarmos em consideração o tipo de sistema reprodutivo, pois, no caso de populações autogâmicas, a permanência no ambiente fica assegurada pela grande capacidade de adaptação que caracteriza as espécies que se reproduzem por autogamia.

Ainda em resposta aos efeitos dessas substâncias alelopáticas, ocorre um aumento de concentração das mesmas nos vegetais, como um mecanismo de defesa contra outros seres vivos, como animais, fungos, bactérias etc.

Do que foi dito e analisado, verifica-se que alelopatia é expressão de um fenômeno geral de interação química de amplo significado nas comunidades naturais. A alelopatia como fenômeno ecológico tem sido muito discutida e, inclusive, rebatida. Em certos casos, trata-se de um fato facilmente comprovável, tanto em laboratório como no ambiente natural, apresentando-se mascarada em alguns casos.

Defesa em plantas

O fato de as plantas verdes serem dominantes na maior parte da superfície terrestre, embora a predação por parte dos herbívoros seja muito grande, pode ser explicado pela presença de substâncias secundárias nas plantas, que as tornam impalatáveis para os animais. Essas substâncias ocorrem como polímeros (taninos, lininas, resinas e borrachas) ou como cristais (ráfides de oxalato de cálcio).

Grande número de plantas desenvolve mecanismos de defesa contra o ataque de consumidores, através da produção de substâncias tóxicas. Por outro lado, estas substâncias as protegem da ação de virus e fungos causadores de doenças que constantemente as ameaçam.

Não se pode estabelecer um limite exato entre plantas tóxicas e plantas não tóxicas. Muitos vegetais possuem substâncias tóxicas, mas, na maioria dos casos, a quantidade de tais substâncias é tão pequena que o perigo de envenenamento só existe quando o animal ingere uma porção relativamente grande da planta. Há, também, muitos vegetais que produzem substâncias tóxicas apenas em determinados órgãos, ou sob determinadas condições do meio, ou mesmo em certa fase de seu ciclo biológico. O sorgo Sorghum halepense e o capim sudão, Sorghum sudanense, por exemplo, só provocam envenenamentos durante a fase vegetativa de seu ciclo e, em geral, quanto mais nova a planta ,mais tóxica. Certas crotalárias e tremoços, ao contrário, só produzem substâncias tóxicas nas sementes, sendo completamente inócuas na fase vegetativa. A influência do meio é também de grande importância, depois das secas, de um período frio, ou, generalizando, depois de uma época desfavorável ao crescimento da planta; quando ocorre quase sempre um aumento acentuado na toxidez. Na mandioca e em outros vegetais o solo também determina marcantes alterações na toxidez, havendo, de modo geral, aumento quando os terrenos são mais férteis.

Nem sempre a toxidez se deve a um só composto químico. Em certos casos, podem associar-se, numa única planta, diversas substâncias tóxicas de propriedades, às vezes, completamente diferentes. A grande maioria das plantas contém apenas um princípio tóxico que, geralmente, pode enquadrar-se nos grupos dos alcalóides, dos glicosídeos (cianogenéticos, saponinas, solanina, óleo de mostarda etc.), das fitotoxinas (como, por exemplo, o "rícino" da mamona etc.), dos resinóides, além de outros.

Segundo Whittaker & Feeny (1971), diversas espécies são conhecidas como liberadores de proto-anemonina, substância irritante que conduz o gado a convulsões fatais. Uma Ranunculaceae (Delphinium sp.) contém alcaloides neurotóxicos como a delfinina, que causa danos ao gado dos campos do oeste dos EUA. Outro exemplo é o da espécie Digitalis purpurea, que causa ataques convulsivos de coração em vertebrados. A hipericina, segregada por plantas do gênero Hypericum, é responsável por intensa fotossensibilidade e irritação cutânea, levando algumas vezes à cegueira animais que delas se alimentam.

Por outro lado, muitos besouros do gênero Chrysolina desenvolveram um mecanismo para neutralizar a ação da hipericina, garantindo dessa maneira um suprimento de alimento que é impalatável para outros herbívoros. A espécie Chrysolina brunavicensis, além de ser imune à ação da hipericina, usa-a como atrativo para localizar seu alimento, beneficiando-se, dessa forma, do processo evolutivo das plantas. Os indivíduos dessa espécie exploram a superfície foliar com seus quimorreceptores tarsais, até encontrar a hipericina, começando, então, a se alimentar. Entretanto, em insetos polífagos essa capacidade de neutralizar a ação da substância tóxica fica um pouco prejudicada, pois terão que produzir tantos diferentes neutralizadores quantos forem os tipos de alimentos por eles utilizados. Considerados sob esse aspecto, os insetos de alimentação específica são mais beneficiados que os polífagos.

Certas espécies vegetais, principalmente as pertencentes às Gimnospermas, apresentam quantidades substanciais de hormônios de mudas, α e β ecdisona e análogos. Esses hormônios exercem papel importante no crescimento e desenvolvimento normal dos insetos. Foi constatado que, se uma dose crítica dessas fito-ecdisonas é fornecida ao inseto, acelera-se a sua metamorfose, podendo, às vezes, ser letal, como acontece com a larva da mariposa Cecopria. Há casos, também, da ação de hormônio juvenil presente em diversas plantas e já isolado de Abies balsamea; esse hormônio, aplicado a uma espécie de besouro da família Phynocoridae, ocasionou a parada do desenvolvimento num estágio imaturo, impedindo, assim, a formação de um adulto normal.

Segundo Feeny (1968, 1970), as folhas de carvalho contêm tanino, cuja concentração varia de acordo com as estações do ano. Essa variação irá influen-

ciar na dinâmica de população das larvas de diversos lepidópteros, especialmente Operopthera prumata (L.). A maior densidade de larvas se verifica na primavera (maio), época em que a concentração de tanino hidrolisado é mais baixa, o que ocasiona maior ataque às folhas do carvalho. À medida que a concentração de tanino hidrolisado aumenta, começa a haver diminuição da população larvar, o que se acentua em meados de junho.

Concluindo, verifica-se que o poder de produção de substâncias tóxicas pelas plantas apresenta dupla ação: a de defesa contra os herbivoros, e contra o ataque de virus e fungos causadores de doenças.

O conceito de toxidez das plantas é muito relativo, pois a simples ingestão do vegetal pelo herbívoro, em uma certa dose, pode não lhe apresentar problema algum, enquanto que uma dose maior poderá ser-lhe fatal. Por outro lado, certas plantas que não se revelaram tóxicas pelas análises químicas, quando ingeridas simultaneamente, poderão causar danos ao animal que as utilizou como alimento. Deste modo, há uma certa controvérsia quanto à aplicação do termo "plantas tóxicas", como se pode verificar pelos exemplos citados na bibliografia pertinente ao assunto.

A toxidez da planta está na dependência das condições momentâneas do meio ambiente. Assim, através das estações do ano, haverá maior ou menor toxidez,

Enquanto as plantas com seu mecanismo de defesa sintetizam essas substâncias tóxicas, certos herbívoros, por sua vez, criam um mecanismo de defesa por meio do qual neutralizam a ação tóxica da planta-alimento.

Nem sempre a ação tóxica é letal, nem propriamente causadora de doenças,

mas perturbadora do equilíbrio do ciclo biológico dos animais que se alimentam de plantas tóxicas.

A presença de certas substâncias irá influenciar diretamente na dinâmica de populações de certos herbívoros. As flutuações das populações estão condicionadas, em alguns casos, à variação de concentração da substância tóxica, variação esta diretamente vincula-

da às diferentes estações do ano. Por outro lado, a maior ou menor concentração dessas substâncias funciona, também, como um fator seletivo de biótopos de determinados herbívoros, isto é, no caso de alguns insetos (Feeny, 1968, 1970), sobreviverão as larvas que conseguirem se desenvolver rapidamente nos períodos que antecedem a fase de maior concentração, perecendo as demais.

BIBLIOGRAFIA

- ALVIM CARNEIRO, PAULO DE. Plantas venenosas e sua ocorrência em Minas Gerais. Geres, 6 (34): 221-57.
- ANAYA, A. L. & GOMEZ-POMPA, A. Inhibicion del crescimiento producida por el "piru" (Schinus molle L.). Revista de la Sociedad Mexicana de História Natural, (32): 99-109, 1971.
- FEENY, P. P. Effect of oak leaf tannins on larval growth of the winter moth Operophtera brumata. Insect Physiology, 14, (6): 805-17, 1968.
- FEENY, PAUL P. Seasonal changes in oak leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding by winter moth caterpillars. *Ecology*, (51): 565-81, 1970.
- VIEITEZ E. & BALLESTER, A. Compuestos fenólicos y cumáricos en *Erica cinerea* L. 1972, p. 129-41.
- WENT, F. W. Plants and the chemical environment. In Sondheimer and Simeone, ed. *Chemical ecology*, New York, 1970. p. 71-81.
- WHITTAKER, R. H. The biochemical ecology of higher plants. In Sondheimer and Simeone, ed. *Chemical ecology*. New York, 1970. p. 43-68.
- WHITTAKER, R. H. & FEENY, P. P. Allelochemics; chemical interaction between species. *Science*, (171): 757-70, 1971.

O interesse despertado pelo estudo da economia regional e a existência de poucas obras em português dedicadas ao assunto acentuam a importância desta coletânea de artigos lançada pela UFMG, em convênio com o MINTER, sob a coordenação do professor Jacques Schwartzman.

Economia Regional — Textos Escolhidos — vários autores — organizado por Jacques Schwartzman — convênio Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR) da UFMG/Centro de Treinamento e Desenvolvimento (CETREDE) do

- UFMG,

Ministério do Interior

1977. 480 p.

Economia Regional — Textos Escolhidos é um livro que trata de problemas econômicos a nível regional, suprindo uma necessidade, há muito sentida, que é o estudo do desenvolvimento econômico de cada região do Brasil, com vistas a um crescimento espacial harmonioso e melhor distribuição da renda nacional.

Sendo a Economia Regional uma especialização relativamente nova no campo da Economia, poucas são as obras

Bibliografia

em português dedicadas ao assunto, disponíveis para consulta. Portanto, reveste-se de grande interesse o lançamento do livro, sobretudo por parte dos estudiosos em planejamento regional.

O livro apresenta uma coletânea de artigos, selecionados de revistas especializadas nacionais e estrangeiras segundo os critérios de importância e interesse que representam como contribuição ao estudo do tema focalizado. Desse modo, foram incluídos os trabalhos de North e Perroux, alguns do tipo pesquisa, como os de Lane, e outros relacionados às subdivisões existentes na área da Economia Regional.

A exclusão de textos de A. Weber, Von Thünen e Lösch, renomados teóricos da localização, é justificada sob o argumento de que a obra desses autores "já é mais bem divulgada e conhecida, tornando-se, por isso, desnecessário incluí-la no volume".

A obra foi dividida em cinco partes: a primeira trata de delimitar o campo da Economia Regional, diferenciandoa de Estudos Regionais ou Ciência Regional. A segunda parte enfoca os desequilíbrios regionais, pesquisando as causas dos diferentes níveis de crescimento e objetivando a busca de soluções para o problema. O artigo de Hirschman, por exemplo, localiza as forças que atuam na dispersão ou concentração do desenvolvimento, ampliando os conceitos de efeitos "trickling down" e de "polarization". Ainda nesta segunda parte, figura o artigo de Williamson, que se propõe estabelecer uma relação entre o processo de desenvolvimento dos países e a trajetória dos desequilíbrios regionais. Seguindo a mesma trilha de idéias, o artigo de Thompson A. Andrade constitui-se numa excelente resenha de trabalhos sobre desequilíbrios regionais aplicados ao caso brasileiro.

A Parte III se refere às teorias sobre o desenvolvimento regional, e foi sub-

dividida em duas partes: uma delas trata da importância dos pólos de crescimento regional, e a outra versa especificamente sobre a Teoria da Base de Exportação, a mais conhecida teoria sobre desenvolvimento regional. Dado importância desta teoria, foram igualmente incluídos alguns artigos sobre teorias similares como a da "Base Econômica" a "Staple Theory" e (Teoria do Crescimento Econômico Baseado no Produto Primário), e ainda o artigo de Hoover e Fisher que trata da Teoria dos Estágios de Desenvolvimento Regional.

A Parte IV dedica-se ao Planejamento Regional e é particularmente de grande interesse para os que desejam aplicar os princípios da teoria regional à política econômica.

O livro finaliza com um artigo de Márcio Olympio Guimarães Henriques, do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional — CEDEPLAR — da Universidade Federal de Minas Gerais, cujo título é "A Problemática Regional nos Planos Brasileiros", onde é apresentada uma visão do tratamento das questões regionais nos planos nacionais de desenvolvimento.

- Fotos de Satélites mostrarão todo o Vale do São Francisco.
- SUDAM e CNPq intensificam medidas de preservação da Flora Amazônica.
- Instruções Reguladoras de Aerolevantamentos

Noticiário

FOTOS DE SATÉLITES MOSTRA-RÃO TODO O VALE DO SÃO FRANCISCO

O vale do São Francisco será a primeira região brasileira a ter um mosaico fotográfico atual e detalhado, com todas as características físicas e sócio-econômicas, preparado com imagens coloridas obtidas pelo satélite LANDSAT (ERTS-1).

Os estudos para esse projeto acabam de ser feitos pela Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco — CODEVASF — através da Supervisão de Geologia e Geotécnica e Recursos Minerais que utilizará as imagens do satélite como base nos seus planos, programas e projetos de desenvolvimento regional.

O mosaico fotográfico do vale do São Francisco, denominado pela CODEVASF de "Painel de Controle", além de oferecer uma imagem real da região, mostrará, de maneira precisa, em *overlays* temáticos, o relevo, a drenagem, a vegetação, a geologia, os recursos minerais, os tipos de solos, a ocupação da terra, a infra-estrutura física e outros indicadores indispensáveis ao planejamento do desenvolvimento sócio-econômico.

SUDAM E CNPq INTENSIFICAM MEDIDAS DE PRESERVAÇÃO DA FLORA AMAZÔNICA

A Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia — SUDAM — e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico — CNPq — intensificarão as medidas de defesa da flora amazônica, com base na política florestal que os dois órgãos vêm preconizando nos últimos anos.

A adoção dessa política visa a corrigir o primitivismo das técnicas de extração florestal e a extrema dispersão das indústrias madeireiras. Ao mesmo tempo, tenta evitar a descapitalização florestal crescente em espécies de valor econômico, bem como a destruição do meio ambiente.

Linhas prioritárias

A fim de evitar que o problema se torne catastrófico, a SUDAM definiu linhas prioritárias de atuação que deverão ser inseridas na política de ocupação da Amazônia atualmente defendida pelo CNPq, e que abrangem os seguintes aspectos:

- zoneamento territorial com vistas a selecionar, sob critérios adequados, áreas destinadas às diversas atividades ligadas ao uso da terra;
- planejamento da exploração racional da floresta em termos que assegurem o emprego disciplinado dos recursos e sua contínua renovação através da atividade auto-sustentada;
- adoção de medidas preservacionistas para garantir a defesa da flora e da fauna e a perpetuidade de espécimes valiosos, bem como a proteção de ambientes ecológicos;
- intensificação da pesquisa florestal como apoio necessário e suporte técnico indispensável ao êxito das atividades previstas.

INSTRUÇÕES REGULADORAS DE AEROLEVANTAMENTOS

Portaria ministerial aprovou as Instruções Reguladoras de Aerolevantamentos realizados pela Força Aérea Brasileira.

A FAB, dentro de suas possibilidades, poderá executar trabalhos de aerolevantamentos, bem como fornecer produtos deles decorrentes, nos termos destas Instruções. As solicitações para execução de aerolevantamentos, quando se referirem a pequenos projetos,

deverão ser dirigidas ao Comandogeral do Ar, contendo todas as especificações necessárias, tais como: delimitação da área a ser recoberta, indicada por suas coordenadas geográficas ou assinaladas em croqui; em escala ou carta da região; escala e finalidade do aerolevantamento; equipamento em que será feita a restituição fotográfica, no caso do aerolevantamento se destinar à confecção de mapas ou cartas por organização especializada; produto final desejado; e outras informações julgadas necessárias.

Ao COMGAR caberá verificar a viabilidade técnica da execução dos trabalhos solicitados e estabelecer a prioridade, informando à organização solicitante: o orçamento do trabalho a ser executado; o prazo estimado necessário a sua execução; o tipo de acordo a ser firmado; a época favorável à execução dos trabalhos em função das condições meteorológicas da área a ser fotografada, em se tratando de aerolevantamento; e outros dados julgados necessários.

Execução

A execução dos aerolevantamentos autorizados será levada a efeito através de convênio; contrato de prestação de serviços; ou entendimento direto.

Nos convênios, contratos de prestação de serviços e nos entendimentos diretos não deverá haver qualquer compromisso de entrega definitiva dos originais do aerolevantamento às organizações interessadas.

- O COMGAR deverá submeter à prévia aprovação do Ministro da Aeronáutica as minutas de convênios e contratos de prestação de serviços.
- O Comando-geral do Ar remeterá cópias de todos os convênios e contratos firmados para a execução de aero-levantamentos as organizações diretamente envolvidas e ao Estado-maior da Aeronáutica.

 Projeto de lei dispõe sobre exploração de jazidas minerais.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

PROJETO DE LEI DISPÕE SOBRE EXPLORAÇÃO DE JAZIDAS MI-NERAIS

O Presidente Ernesto Geisel encaminhou projeto de lei ao Congresso Nacional dispondo sobre regime especial para exploração e o aproveitamento das substâncias minerais referentes a jazidas de substâncias minerais metalíferas de emprego imediato na construção civil, de fertilizantes, de combustíveis fósseis sólidos, de rochas betuminosas e pirobetuminosas, de gemas e pedras ornamentais, de minerais industriais, de águas minerais e de águas subterrâneas.

Segundo o projeto de lei, as substâncias minerais referidas, quando ocor-

Legislação

rentes em áreas vinculadas à concessão da lavra ou manifesto em mina, poderão ser aproveitadas mediante aditamento aos respectivos títulos, na forma prevista no Código de Mineração.

O aproveitamento mineral por licenciamento é facultado exclusivamente ao proprietário do solo ou a quem ele tiver expressa autorização, salvo se a jazida situar-se em imóveis pertencentes a pessoa jurídica de direito público.

Registro

O projeto se refere, adiante, ao requerimento de registro da licença que sujeita o interessado ao pagamento de emolumentos em quantia correspondente a 12 (doze) vezes o valor atualizado da Obrigação Reajustável do Tesouro Nacional (ORTN), a qual deverá ser antecipadamente recolhida ao Banco do Brasil S.A., à conta do

Fundo Nacional de Mineração — parte disponível, instituída pela Lei n.º 4.425, de 08 de outubro de 1964.

Para isso é necessária a comprovação da nacionalidade brasileira do interessado, pessoa natural, ou registro da sociedade no órgão de registro de comércio de sua sede, se se tratar de pessoa jurídica, bem como a inscrição do requerente no órgão próprio do Ministério da Fazenda, como contribuinte do imposto único sobre minerais, e memorial descritivo da área objetivada na licença, fixada no máximo de 50 hectares.

Cancelamento da licença

O cancelamento do registro poderá ocorrer nos seguintes casos:

 I — insuficiente produção da jazida, considerada em relação às necessidades do mercado consumidor;

 II – suspensão, sem motivo justificado, dos trabalhos de extração por prazo superior a seis meses; III — aproveitamento das substâncias minerais não abrangidas pelo licenciamento, após advertência.

Após a publicação do ato determinanativo do cancelamento, a habilitação ao aproveitamento da jazida, sob o regime de licenciamento, estará facultada a qualquer interessado, independentemente de autorização do proprietário do solo, observados os demais requisitos previstos nesta lei.

Pesquisa

Para fomentar a produção mineral no País, conforme proposta do Ministro das Minas e Energia, o Presidente da República poderá estabelecer, por decreto, a aplicação, para as substâncias minerais citadas, dos regimes de autorização de pesquisa e de concessão de lavra, previsto no Código de Mineração, em determinadas áreas ou regiões. Nestas serão, então, declaradas em disponibilidade para pesquisa, por edital do diretor-geral do Departamento Nacional de Produção Mineral.