

## SUMÁRIO

<b>ARTIGOS</b>	<b>Jean L. F. Tricart</b>	
	Tipos de Planícies Aluviais e Leitos Fluviais na Amazônia Brasileira .....	3
	<b>Lucy A. da R. Freire</b>	
	<b>Maria Therezinha de S. Soares</b>	
	<b>Marlene P. V. Teixeira</b>	
	Organização Espacial da Agricultura no Estado do Rio de Janeiro .....	41
	<b>Ramonal Augusto da Costa</b>	
<b>COMUNICAÇÕES</b>	Considerações Metodológicas sobre as Medidas de Desigualdades .....	99
	<b>Aluizio Capdeville Duarte</b>	
	Hierarquia de Localidades Centrais em Áreas Subpovoadas: o Caso de Rondônia .....	135
	<b>Ana Maria de Paiva M. Brandão</b>	
	Aplicação do Sistema de Classificação Climática de C. W. Thorntwaite a partir de Estações Relacionadas dos Estados da Paraíba e Pernambuco .....	147
<b>TRANSCRIÇÃO</b>	<b>Wayne T. Enders</b>	
	Tendência da Distribuição Espacial da Atividade Manufatureira no Brasil .....	175
<b>COMENTÁRIO BIBLIOGRÁFICO</b>	<b>Nilo Bernardes</b>	
	Uma Geografia (Sistêmica) dos Sistemas Econômicos .....	186

**Revista Brasileira de Geografia,** a.1, n.1, 1939-  
Rio de Janeiro, IBGE, 1939-

V. ilust. 27cm. trimestral

a.1, n.1, 1939-a.29, n.2, 1967, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística — Conselho Nacional de Geografia.

a.29, n.3, 1967-a.32, n.1, 1970, Fundação IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia.

a.32, n.2, 1970-a.35, n.1, 1973, Ministério do Planejamento e Coordenação Geral Fundação IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia.

a.35, n.2, 1973-a.36, n.1, 1974, Ministério do Planejamento e Coordenação Geral. IBGE.

a.36, n.2, 1974, , Secretaria de Planejamento da Presidência da República — IBGE.

1.Geografia — Periódicos. I. IBGE

Biblioteca  
de  
Geografia



SWB kpal  
R454

CDD 910.5

# Tipos de planícies aluviais e de leitos fluviais na amazônia brasileira\*

JEAN L. F. TRICART

Professor da Universidade Louis-Pasteur  
Diretor do Centro de Geografia Aplicada

**O** Amazonas é o maior rio do mundo: superfície da bacia, extensão da rede hidrográfica, descargas médias, todos esses critérios o classificam longe, na dianteira dos outros rios. Bem raros são, entretanto, os estudos sobre as formas fluviais elaboradas por esse gigante. A Amazônia ainda é, sob muitos pontos de vista, uma *terra incógnita* no plano científico. Embora seus cursos d'água sejam percorridos desde o século XVI, embora toda a atividade econômica e praticamente todo o povoamento se concentrem em suas margens, as suas características geomorfológicas quase não suscitaram a curiosidade dos pesquisadores. Certamente, foi preciso esperar até o centenário da independência do Brasil, em 1922, para que o Clube de Engenharia publicasse, em edição comemorativa, a primeira edição da carta ao milionésimo. Sem dúvida, as fotografias aéreas são escassas e, na maioria das vezes, pouco utilizáveis, por causa da abundância de

\* Tradução de Orlando Valverde

1 Parte das pesquisas em que se baseia este artigo foi efetuada no decurso de uma missão de cooperação com o Projeto RADAMBRASIL. Agradecemos à direção deste organismo pelo convite que nos permitiu efetuar observações nas bacias do Madeira, do Solimões e ao longo do Amazonas, numa extensão de 8.000 km de percursos sistemáticos; utilizar seu Banco de Dados, em Belém, mosaicos de radar, fotografias aéreas pancromáticas e infravermelhas. Os resultados aqui apresentados foram objeto de uma conferência seguida de troca de idéias com a equipe do Projeto RADAMBRASIL. Expressamos, nesta oportunidade, ao Prof. Getúlio Vargas Barbosa os nossos agradecimentos pelo seu apoio, sem o qual não teríamos podido nos empenhar nesta pesquisa.

nuvens. Contudo, houve sobretudo falta de interesse: o Congresso Internacional de Geografia comportou, em 1956, uma excursão à Amazônia, em parte no rio, porém a geomorfologia fluvial nela ocupou um lugar muito modesto.

Deste 1972 toda a Amazônia está coberta por imagens de radar lateral, do Projeto RADAMBRASIL. Mosaicos semicontrolados, na escala de 1/250.000, foram elaborados e estão em curso de exploração por esse organismo para efetuar um inventário dos recursos naturais da região.<sup>2</sup> Eles fornecem uma excelente imagem de todos os cursos d'água suficientemente importantes para que não fiquem completamente escondidos pelo manto florestal. Recordemos que as ondas de radar são inteiramente absorvidas por uma película superficial muito fina das massas d'água que, deste modo, aparecem em negro nos mosaicos. A vegetação particular das superfícies periodicamente inundáveis (buritizais, formações arbustivas caducifólias, savanas de solos com encharcamento muito superficial) é também facilmente identificável, graças à tonalidade de cinza francamente mais claras que as da mata de terra firme. Os diques marginais, a vegetação flutuante podem também ser reconhecidos, desde que sejam feitos os indispensáveis reconhecimentos de terreno. Somente algumas florestas inundáveis, principalmente ao longo do Solimões não podem ser distinguidas da vizinha mata de terra firme porque a sua composição florística é idêntica (E. J. Fittkau, 1973/4); mas elas ocupam sempre bacias de decantação, conforme pudemos observar entre a confluência do Purus e Manaus. A principal limitação ao emprego dos mosaicos de radar lateral é a ausência de altimetria. É lamentável também que tenham esquecido de levantar as cotas dos cursos d'água por ocasião do imageamento. Torna-se, assim, impossível correlacionar as superfícies afogadas com uma certa frequência das condições hidrológicas. A única informação que pudemos obter a esse respeito é que os vôos foram sempre feitos em períodos de águas baixas.

Antes de apresentar os tipos característicos de leitos fluviais que identificamos, é mister analisar com precisão as condições particulares de sua gênese.

## **I — CONDIÇÕES ESPECÍFICAS DA GÊNESE DAS FORMAS ATUAIS**

Três grupos de fatores desempenharam um papel determinante na geomorfogênese recente dos fundos de vales da Amazônia: o quadro estrutural, a tectônica, as oscilações climáticas e as flutuações do nível de base oceânico. Nós os estudaremos sucessivamente, antes de mostrar como foram elaborados os diversos tipos de combinações que se exprimem por intermédio dos diversos modelados de leitos fluviais.

---

2 A Direção Técnica do Projeto RADAMBRASIL adotou uma atitude muito liberal no plano científico. Ela deseja que cientistas de todas as nacionalidades possam utilizar os documentos por ela elaborados, e assim contribuir para um melhor conhecimento da Amazônia, indispensável para a sua valorização. Nós nos beneficiamos dessa atitude que nos permitiu desenvolver uma cordial cooperação com os especialistas do organismo.

## A — FATORES GEOLÓGICOS

As pesquisas conduzidas no quadro do Projeto RADAM permitiram fazer progredir consideravelmente o conhecimento da geologia da bacia amazônica. A carta geológica do Brasil requer importantes revisões: por exemplo, no Território de Rondônia, a leste de Porto Velho, existem vastos afloramentos de cobertura sedimentar sobre o escudo ígneo-metamórfico. Uma estratigrafia do Terciário está sendo estabelecida por L. F. Galvão de Almeida.<sup>3</sup>

### 1.º — O quadro estrutural

A bacia do Amazonas está instalada numa região afetada por acidentes profundos que delimitam uma série de megaestruturas, diversificando o continente sul-americano. Restringindo-nos aos elementos maiores, devem-se distinguir:

a) Na Amazônia central e oriental uma fossa de afundamento WSW-ENE ocupando o espaço compreendido entre os escudos Guiano e Brasileiro, formados de rochas pré-cambrianas metamórficas, com intrusões graníticas.

Ao sul, no Território de Rondônia, o escudo ainda está revestido de vastos restos da cobertura discordante do pré-Cambriano superior, afetada de dobramentos amplos. A formação Palmeiral é constituída de: arenitos róseos, cor de borra de vinho, às vezes apenas cimentados; quartzitos sedimentares; conglomerados de seixos silicosos, com arestas muito desgastadas e grosseiros, às vezes muito consolidados. Em cima deles aparecem séries areníticas espessas, provavelmente eocambrianas, talvez, em parte, cretáceas, afetadas por amplos dobramentos de cobertura. Uma ablação intensa deixou subsistir apenas sinclinais suspensos (serra dos Pacaás Novos). A montante de Porto Velho o Madeira atinge o escudo entre línguas da formação Palmeiral e do Terciário (formação Barreiras). Mais para montante o Marmoré se estabelece exclusivamente sobre o escudo, mas não longe dos restos da cobertura.

Ao norte, nos municípios de Oriximiná e Óbidos, o escudo mergulha sob uma série sedimentar (arenitos, quartzitos e calcários e alguns xistos) eocambriana e paleozóica que forma uma série de camadas monoclinais aproximadas, mais ou menos na direção E-W, voltada para o norte. Elas mergulham sob a formação Barreiras, espessa, que aflora sozinha ao longo do Amazonas. Esta se compõe de areias argilosas e limosas, as vezes consolidadas em folhelhos de arenito ferruginoso, com camadas lenticulares de seixos silicosos. A formação Barreiras oferece muito pouca resistência à incisão dos cursos d'água, mas é, entretanto, dotada de uma certa coesão, que lhe permite formar vertentes abruptas. Essas propriedades são postas em evidência pela dissecação vigorosa e muito fina, que ela sofreu por ocasião do último período seco. Debaiixo da formação Barreiras as camadas paleozóicas foram afetadas por dobras de cobertura, como o anticlinal vasado em "combe", que emerge do Terciário perto de Monte Alegre.

No sulco que separa os dois escudos, sob o Terciário, camadas com várias centenas de metros de espessura revelaram nas sondagens uma

3 Pudemos beneficiar-nos dos conhecimentos recentemente adquiridos por esse confrade, graças a numerosas conversas, no terreno e em reuniões de trabalho, tratando dos problemas de paleogeomorfologia e de neotectônica. Uma grande parte das informações aqui apresentada resulta desses contatos e de observações de campo, em pontos escolhidos por L. F. Galvão de Almeida, a quem expressamos os nossos agradecimentos.

possante série de evaporitos, do fim do Paleozóico (Nova Olinda do Norte, a SE de Manaus). Manifestações diapíricas são, portanto, prováveis.

b) Na Amazônia ocidental aparece uma evolução do tipo miogeossinclinal comandada pelos Andes vizinhos.

Ela se traduziu, durante o Cretáceo e o Terciário, por uma subsidência que permitiu a deposição de espessas séries sedimentares (arenitos cretáceos, formações argilo-arenosas terciárias). Movimentos tectônicos resultaram em diversas fases de dobramentos sucessivos, separados por discordâncias. Por exemplo, na serra do Divisor (segmento cortado pela borda N do mosaico SB 18 ZC), um anticlinal muito dissimétrico, de flanco oriental com mergulho forte, formado no Cretáceo, é recoberto pelo Paleoceno, igualmente arenítico que, por sua vez, forma um anticlinal quase simétrico, com um eixo cortando o precedente num ângulo de cerca de 30°. Os diversos segmentos da serra do Divisor na fronteira peruana são formados pelas cumeadas dos eixos anticlinais cretáceos, entre as depressões em sela, entulhadas pelo Terciário sílico-argiloso. Mais para oeste, um magnífico *neck*, provavelmente sienítico, testemunha erupções vulcânicas terciárias.

Segundo L. F. Galvão de Almeida, a proximidade do miogeossinclinal andino fez com que, durante o Neogeno, a rede hidrográfica do oeste da Amazônia brasileira se tenha orientado para W e SW. Imensos depósitos se espalharam numa região litorânea subsidente. Argilas decantadas em bacias, linhtos (a SW de Benjamin Constant), diques marginais e deltas frontais de areia fina, construídos por canais divagantes, acumularam-se em grandes espessuras. As argilas predominam na parte média da série (argilas do Acre) e afloram em vastas superfícies do Estado do Acre, enquanto que as areias finas, com bancos de argilas, caracterizam o ápice do Terciário. Esses depósitos são designados por nomes de formações diferentes, conforme as regiões (L. F. Galvão de Almeida, 1974). Nós os reagruparemos sob o termo de Neogeno. O seu comportamento morfogênético é, com efeito, pouco diferente do da formação Barreiras. Eles são facilmente dissecados, mas formam vertentes íngremes. As argilas, muito compactas, resistem melhor que os fácies arenosos: nas argilas os vales são mais estreitos, os declives das vertentes mais fortes.

## 2.º — A tectônica:

O estado atual dos conhecimentos estratigráficos, a escassez de afloramentos, a ausência de nivelamentos tornam difícil o estudo da tectônica. No entanto, a existência de espessos depósitos de evaporitos e a existência de uma fraca sismicidade na região de Manaus, apesar da data muito recente do início das observações, permitem admitir prováveis movimentos.

Os mosaicos de radar se prestam admiravelmente ao estudo da dissecção, onde quer que as vertentes sejam bastante inclinadas, como é o caso no Neogeno amazônico. Levantamos um bom número de anomalias de dissecção, cuja origem parece ser tectônica. Citemos alguns exemplos:

### a) Solimões, a montante de Coari:

Logo ao N de Coari o Solimões forma bruscamente um cotovelo de 90° e toma, por alguns quilômetros, a direção N-S. Neste setor o vale se estreita consideravelmente, embora a rocha *in situ* seja o Neo-

geno, cujo fácies não muda. As íngremes vertentes são dissecadas apenas por entalhes muito curtos, tendo somente algumas centenas de metros de comprimento. Ora, prolongando-se o setor situado a montante do cotovelo, estende-se um vasto manto aluvial, com diques marginais de meandros do calibre dos Solimões. Trata-se de um antigo curso abandonado desse rio, por sinal alcançado, a uma certa distância para jusante, pelo Solimões.

A montante desse cotovelo o vale do Solimões é muito assimétrico. O rio fica adjacente à vertente reta que ele solapa e que é escarpada. Os terraços, com grandes meandros, se localizam exclusivamente na margem esquerda que se eleva lentamente. Tudo isso sugere um ângulo de falha. A impressão é reforçada pelo estudo da dissecção do platô neogeno da margem direita. Ela se caracteriza por longos vales de fundo chato, de fraco declive, dirigindo-se todos para o sul, na direção inversa da do Solimões, o que está, entretanto, muito próximo às suas cabeceiras. Tal disposição resulta provavelmente de um basculamento para o sul, do bloco que domina a depressão de ângulo de falha, na qual o rio se alojou.

A "garganta", a montante de Coari, resultaria de uma autocaptura por um afluente desse tipo; mas tal mecanismo não é possível aqui sem uma intervenção da tectônica. Esta seria necessariamente recente.

De qualquer maneira os platôs compreendidos entre o Solimões e o Negro oferecem, como demonstrou L. F. Galvão de Almeida, traços de antigas acumulações aluviais que partem do Solimões e se dirigem para o Negro. Elas datariam do Quaternário antigo, o que nos parece muito verossímil. Toda a tectônica de blocos, com a formação da depressão de ângulo de falha, na qual se alojou o Solimões, é posterior, portanto, ao Quaternário médio. Com efeito, por ocasião da formação do terraço baixo, no Quaternário recente, o rio já ocupava essa depressão. As mesmas deformações comandaram também a dissecção dos platôs da margem direita do Solimões.

Esse exemplo é representativo. Nós identificamos, na região situada a oeste de Manaus, uma série de outras anomalias da dissecção que quase não nos parecem explicáveis de outra maneira do que pelo jogo de blocos falhados recentes, posteriores aos depósitos dos interflúvios, cuja dissecção é por eles comandada. Tais são, por exemplo, o vale de ângulo de falha do baixo rio Negro ou o ocupado pelos lagos de Manacapuru e o seu canal defluente.

#### **b) Rio Negro:**

O rio Negro recebe poucos sedimentos aluviais andinos e estes se depositam essencialmente em território colombiano, a montante de relevos residuais do escudo que barram o seu curso na fronteira. Esse caso é, portanto, muito diferente, oposto, quanto a esse ponto de vista, do Solimões que é, ao contrário, muito carregado.

O rio Negro apresenta um vale e um leito muito mal calibrados. Duas expansões lacustres, colmatadas de modo muito incompleto, uma na confluência do rio Branco e para montante, a outra ao longo do curso inferior, são ligadas por um vale mais estreito, mais sinuoso, de orientação diferente, cujo fundo é revestido de aluviões. Tal série de anomalias atrai a atenção, tanto mais que nenhuma mudança litológica pode explicá-la. Por toda parte aflora o Neogeno, aqui formado de argilas arenosas rosadas em enormes superfícies.

O curso inferior do rio Negro apresenta as mesmas características de ângulo de falha que o do Solimões a montante de Coari:

— Dissimetria entre a margem direita abrupta, solapada pelo rio, e a margem esquerda com declive suave, ocupada por formações aluviais.

— Dissecção da margem direita efetuada, em grande parte, por afluentes que se afastam do rio Negro. Apenas vales curtos em V, característicos de uma dissecção pouco avançada, desembocam no rio Negro.

— Alinhamento da margem direita numa direção N 125°E, que seria a da falha.

A outra expansão lacustre do rio Negro se acha nas vizinhanças da confluência do rio Branco. Ela a ultrapassa um pouco para jusante e se estende sobretudo para montante. O fundo de vale é largo (15-20km) e largamente afogado nas águas baixas. Emergem somente alguns diques aluviais pouco nutridos. O rio Branco edificou um cone perpendicular ao rio Negro, mas não conseguiu colmatar totalmente a depressão. As bordas desta, orientadas para NW-SE, são retilíneas e mais ou menos paralelas. Elas se diluem gradualmente para montante e para jusante, aonde termina simultaneamente a expansão lacustre. Tudo isso sugere a existência de uma pequena fossa tectônica que os depósitos insuficientes do rio Negro foram incapazes de colmatar. Como na região situada acima de Coari, os movimentos tectônicos seriam posteriores aos depósitos dos interflúvios, cuja dissecção foi guiada por aqueles.

O curso do Amazonas corresponderia a uma geossutura antiga, que alguns especialistas em tectônica relacionam com a tectônica de placas e com a abertura do Atlântico. De qualquer maneira, o espesso entulhamento sedimentar que foi posto em evidência e, em particular, as potentes formações de evaporitos que aí se encontram, evidenciam que se trata de uma zona instável. Não é, portanto, para admirar que os movimentos tectônicos tenham continuado a se produzir ali no decorrer do Quaternário. Mais para oeste, ao longo do rio Negro e do Solimões, essa geossutura vai concordar com o miogeossinclinal andino, onde a alternância de paroxismos tectônicos gerando serras e períodos de abaixamento com sedimentação é claramente demonstrada. Lá também a persistência de deformações no Quaternário é verossímil, muito mais provável que uma estabilidade que iria contra a evolução geral. O entulhamento neogeno por formações móveis, de fácies pouco diferenciados, deu uma superfície de acumulação notavelmente plana, que foi retocada pela varredura dos depósitos do Quaternário antigo. Toda essa evolução permitiu às deformações quarternárias, que consistem essencialmente no jogo de blocos, influenciarem a dissecção de modo determinante.

## **B — FATORES PALEOGEOGRÁFICOS**

### **1.º — As oscilações climáticas quaternárias:**

Os trabalhos que temos realizado desde 1971 permitiram-nos pôr em evidência importantes mudanças climáticas quaternárias na Amazônia (J. Tricart, 1974). Mas a rede hidrográfica sofreu também os efeitos das flutuações climáticas que afetaram os Andes. Vamos tentar distinguir as características gerais dessa interferência.

Recordemos, desde logo, o sincronismo das oscilações climáticas recentes nos Andes, no seu piemonte e na Amazônia. Por ocasião da última glaciação, as condições ecológicas se tornaram menos favoráveis do que atualmente. Diversos índices fazem pensar que as mudanças

bruscas de tempo eram mais importantes e mais brutais do que atualmente, talvez em consequência de modificações da circulação atmosférica no continente. Isso contribuiu para restringir a biomassa vegetal que desempenha relevante papel, absorvendo e dispersando por transformação uma parte da energia disponível para a morfogênese.

Os ecólogos puseram em evidência certo número de anomalias biogeográficas. Elas confirmam os resultados obtidos com o auxílio dos métodos geomorfológicos e sedimentológicos. Como frisa E. J. Fittkau (1973/4), os escudos Guiano e Brasileiro apresentam, hoje em dia, uma série de endemismos que leva a considerá-los como velhos centros de evolução da flora e da fauna neotropicais (p. 23). A vegetação florestal da parte axial, neogena, da Amazônia, resultaria de uma colonização recente, provavelmente do início do Holoceno (3). Pôde-se estabelecer que a dissecação muito fina e profunda que a caracteriza foi produzida durante a regressão pré-flandriana. Ela também dá o testemunho de outras condições biogeográficas; pôde desenvolver-se apenas sob uma cobertura vegetal relativamente pouco densa que permitiu um amplo escoamento superficial. Savanas abertas ofereciam as condições requeridas.

O período atual de fitostasia foi, portanto, precedido por um período de menor estabilidade morfodinâmica, de peneinstabilidade, favorável a uma intensa dissecação aonde ela fosse possível, por interferência dos outros fatores. Essa dissecação forneceu materiais detriticos cujo re-trabalhamento pelos cursos d'água mais importantes foi facilitado por um regime mais contrastado. Essas mudanças da dinâmica fluvial geraram terraços climáticos.

A região de Tarauacá nos oferece um exemplo ao longo do rio de igual nome. Toda a sua bacia consiste do Neogeno, com predominância do fácies argiloso. A dissecação é fina e profunda, com declives íngremes, como na formação Barreiras da região de Óbidos. O rio Tarauacá tem um regime contrastado por causa do fraco poder de tampão dos materiais que afloram na sua bacia. Ele corre entre margens abruptas, vigorosamente solapadas, que se erguem a cerca de 10 m acima das águas baixas. As enchentes as submergem e permitem a edificação, em certos pontos, de diques de transbordamento arenosos em cima delas.

O fundo do vale é ocupado por dois terraços, em cujo material o leito menor se encaixou. O seu topo tem altitude muito regular e, em certos pontos, o mais baixo deles é recoberto por diques recentes e depósitos de bacias de inundação. Entretanto, eles podem ser distinguidos com muita segurança, graças aos seus solos e à sua evolução geomórfica.

O terraço superior não é mais submergido pelas enchentes atuais do curso d'água. Ele é dissecado por pequenos vales que alcançam cerca de um quilômetro de comprimento e que são entulhados de material mais recente, o qual passa ao terraço inferior. A diferença de altitude entre os dois aterros é de 1-1,5 m. O solo que se desenvolveu na superfície do terraço superior é evoluído. Ele comporta um horizonte B argiloso, de estrutura prismática muito nítida cuja espessura pode atingir 0,6 m. A sua cor é pardo-chocolate avermelhado. Em cima um horizonte A lixiviado, amarelo pálido acinzentado, é muitas vezes truncado ou re-trabalhado. Alcança, às vezes, 0,5 m de espessura. Acontece com muita freqüência que bacias marginais desse terraço, como perto do campo de pouso de Tarauacá, sejam atualmente inundadas por ocasião das chuvas, mas pela água de escoamento superficial das vertentes ou proveniente diretamente dos aguaceiros. Materiais coluviais fossilizam então o paleossolo do terraço.

O terraço inferior não é dissecado por pequenos vales, somente os afluentes o entalham. Ele é muitas vezes inundado pelo Tarauacá, que nele acumula materiais (diques marginais, produtos da decantação nas bacias). A pedogênese, aonde não há esses depósitos recentes, é mais fraca. Ela gerou um solo de horizontes pouco diferenciados, fora da penetração de matéria orgânica até cerca de 0,2 m de profundidade. A cor desse solo, abaixo do horizonte húmico, é amarelada pálida.

Os diques de enchentes atuais são encaixados no terraço inferior, cuja borda é por eles recoberta em alguns lugares.

O material dos terraços contém mais argila que as aluviões atuais. Os leitos de argila aí são extensos, formando lentes extremamente achatadas, indicando uma decantação nas bacias. Eles alcançam até uns trinta centímetros de espessura. Alguns deles colmatam antigos canais. Esses caracteres indicam uma grande extensão das inundações no fundo do vale, quando os entulhamentos estavam sendo formados. O rio Tarauacá não tinha capacidade de evacuar todo o material que lhe chegava, de maneira que o fundo de vale ficava afogado sob os depósitos. Estes são sincrônicos da dissecção do Neogeno porque se prolongam nos vales afluentes cujo fundo vai concordar, nos pés das vertentes íngremes, com as coluviões.

A pequena diferença de cota entre os topos das diversas acumulações e a existência de afloramentos dos entulhos antigos nas margens, pelo menos até a cota atual das águas na estiagem, mostra que a evolução do vale foi comandada essencialmente pelas oscilações climáticas, sem intervenção notável das flutuações do nível de base oceânico, situado, aliás, a mais de 2.500 km em linha reta. Dois períodos de peneinstabilidade provocaram um afogamento do fundo de vale sob os depósitos de uma dissecção muito mais intensa. Eles foram seguidos de dois períodos de fitoestabilidade, dos quais um é o atual. A dinâmica se caracteriza, portanto, por uma incisão do leito menor do curso d'água, que tem por efeito restringir as superfícies inundáveis e, assim, permitir a pedogênese sobre as acumulações anteriores.

A forte amplitude das oscilações de descarga favorece o solapamento nos períodos de subida das águas. Árvores são desenraizadas e tombadas no leito. Elas aumentam a turbulência e provocam muitas vezes a formação de nichos de turbilhonamento que fazem chanfraduras nas margens. A vazante, por seu lado, dá origem a numerosos furos semicirculares nas aluviões argilo-arenosas, que ficam saturadas durante a submersão. A pressão hidrostática desempenha importante papel nesse fenômeno. Em geral, ele forma nichos semicirculares. Deles resultam pacotes escorregados ou uma pequena língua, lavados, na maioria das vezes, por ocasião das vazantes.

Esse tipo de evolução do controle climático caracteriza as regiões neogenas, situadas bem longe do Amazonas, que não tenham sido afetadas pela regressão pré-flandriana. Ele gerou um tipo especial de leitos com meandros, do qual falaremos adiante.

Ao longo dos grandes coletores andinos as oscilações climáticas se manifestaram de maneira diferente. Os períodos frios foram caracterizados por um aumento dos depósitos detríticos de montanha por causa, principalmente, de uma instabilidade climática mais acentuada. Apesar do vigor da dissecção, os vales andinos são ocupados por enormes terraços cujo material foi acumulado no período frio. Uma parte dos resíduos migrou, entretanto, para jusante e atingiu piemontes mais ou menos longínquos. Esses depósitos foram produzidos durante os períodos de regressão glacioeustática, sobretudo durante a regressão pré-flandriana.

O aumento dos depósitos longitudinais, de um lado, e a tendência à incisão regressiva, de outro, são fenômenos antagônicos. O ponto dos cursos d'água em que a incisão regressiva levou vantagem sobre a acumulação progressiva está mais ou menos afastado do Atlântico, conforme o caso. A tectônica interfere ainda com esses dois fenômenos: as regiões que sofreram subsidência desempenham o papel de armadilhas de sedimentos. No rio Negro uma barreira estrutural a montante, que deteve a sedimentação progressiva, e uma fossa tectônica, funcionando como armadilha de sedimentos, somaram os seus efeitos para provocar um *deficit* considerável de aluviões. Nada de semelhante ocorreu no Solimões que colmatou bem a sua depressão de ângulo de falha.

Examinemos agora, mais particularmente, os efeitos das oscilações glacioeustáticas do nível marinho.

## 2.º — As oscilações glacioeustáticas do nível marinho:

Sua importância é especialmente grande no Amazonas e seus principais afluentes, em virtude da combinação de três fatores:

— A grande extensão, ao longo dos cursos d'água, das formações neogenas que foram facilmente entalhadas.

— Os débitos elevados dos cursos d'água.

— O fraco declive do dreno principal: em Manaus o Amazonas está somente a 25 metros de altitude, e cerca de mais de 1.000 km do Atlântico.

Sobre toda a parte inferior da rede hidrográfica a regressão pré-flandriana avantajou-se sobre os efeitos climáticos. O aumento da carga dos cursos d'água não impediu uma incisão regressiva. É verdade que o gradiente do Amazonas, entre Manaus e o oceano, foi quase multiplicado por quatro. É também verdade que o Neogeno quase só fornece materiais facilmente mobilizáveis, bastante pequenos para serem evacuados mesmo com gradientes fracos. Uma incisão abaixo da cota atual dos leitos menores ocorreu no Solimões até a montante da confluência do Japurá; no rio Negro até o rio Apuaú, inclusive; no Madeira até uma centena de quilômetros para jusante de Porto Velho. No estrangulamento de Óbidos o fundo do leito do Amazonas se aproxima da cota — 80 m. No lago terminal do Tapajós uma sondagem acusou — 70 m.

Ao longo de todos esses elementos da rede hidrográfica uma incisão pré-flandriana entalhou o fundo dos leitos mais profundamente do que seria possível, em função do nível marinho atual. Os pequenos afluentes locais cavaram, por seu turno, em função do nível de base local de suas embocaduras na artéria principal.

Por ocasião da transgressão flandriana houve, simultaneamente:

— Subida muito rápida do nível marinho, diminuindo consideravelmente o gradiente dos cursos d'água.

— Mudança climática que se caracterizou por uma fitoestabilização, com redução maciça da carga aluvial. Este último fenômeno afetou diversamente os diferentes ramos da rede. Alguns, como o Solimões ou o Madeira, e como o Japurá, continuaram a receber grande volume de material sólido dos Andes. Não foi o caso do rio Negro ou dos pequenos afluentes que drenam exclusivamente o Neogeno da hiléia amazônia.

Daí resultaram situações diferentes, que vieram diversificar ainda mais, em certos casos, o jogo dos movimentos tectônicos. Eis as principais:

a) Os vales com *deficit* aluvial, cuja carga foi insuficiente para equilibrar a subida do nível de base (Fig. 1). Encontra-se aí toda uma série de casos, passando gradualmente de uns para os outros:



Fig. 1: Uma ria fluvial, na margem direita do Amazonas, perto de Juriti (clichê JT CDXXXIV-22). Vista tomada de uma altitude de cerca de 10.000 metros.

A direita os diques marginais de um braço do Amazonas que barram uma pequena ria. Adiante, no centro da foto, grande ria (lago Grande de Juriti) entalhando o Neogeno, digitada, com clareiras abertas nas margens. Nota-se claramente que se trata de um vale afogado.

— O caso extremo é o dos vales com depósitos mecânicos praticamente nulos. Eles foram afogados e formam espécies de rias fluviais.<sup>4</sup> Um espelho d'água recobre aí o sopé das vertentes íngremes que o dominam, à semelhança das falésias estuarinas. No seu extremo de montante os depósitos foram insuficientes para permitir a construção de um delta. Uma espécie de estirâncio anfíbio se inunda, quando as enchentes do vale principal barram o afluente e fazem subir as águas. Ele fica emerso, pelo contrário, por ocasião das estiagens. Como nos estirâncios marítimos, os canais aí desenham meandros. Esse tipo é muito freqüente nos afluentes que drenam o Neogeno, à beira dos grandes cursos d'água. Algumas dessas rias são imensas, como a do Tapajós, perto de Santarém. Mas aqui parece que estamos em presença de uma fossa de afundamento. Outros lagos são também guiados, ao que parece, pela tectônica, como os lagos Piorini, Anamá e Badajós, na margem esquerda do Solimões. Não parece ser esse o caso do lago Tefé, cujas dimensões são respeitáveis.

— Um caso menos extremado é o de afluentes, assim supercavados, dispondo, entretanto, de certa carga sólida. Eles puderam construir acumulações deltaicas nos lagos do seu curso inferior. Aqui também a tectônica intervém, às vezes, para comandar a profundidade e os contornos do lago, como no caso do baixo rio Negro. Na mesma categoria, sem uma influência tectônica revelada, se coloca o baixo Trombetas, cuja carga sólida provém dos monoclinais paleozóicos e das savanas de certas partes do escudo Guiano.

— Um caso ainda mais afastado das rias é o do Amazonas, na região a montante de Santarém. A incisão pré-flandriana foi forte. Vastas superfícies inundáveis retêm as aluviões provenientes dos Andes e do seu piemonte. Desse modo, o material que pôde chegar até aqui, desde

<sup>4</sup> Essa denominação foi utilizada por P. Gourou, "Observações geográficas na Amazônia", *Rev. Brasil. Geogr.*, 1949.

que foi realizada a fitoestabilização, é pouco abundante. Ele é por demais escasso para compensar totalmente a nova ascensão do nível de base. Daí resulta uma hipertrofia das grandes bacias, fracamente colmatadas, nas quais se edificam deltas adventícios e frontais. As divagações são frequentes nessas condições e aparecem numerosos braços abandonados, ladeados de diques marginais que só aparecem nas águas baixas e que ficam submersos nas bacias por ocasião das inundações. É possível que essa paisagem anfíbia seja também característica e também extensa, em virtude de uma tendência regional à subsidência. Não possuímos, entretanto, nenhuma prova direta para fazer tal afirmação.

b) Os leitos entulhados em acumulações aluviais aqui aparecem igualmente em vários subtipos. Mas, de maneira geral, esses vales são encontrados aonde o encaixamento provocado pela regressão flandriana foi fraco, quicá nulo, e onde a influência das oscilações climáticas é predominante.

— Os vales com terraços climáticos, como o do rio Tarauacá, são uma variedade deles. Somente estudos detalhados no solo permitem estabelecer a existência desses terraços climáticos, que não podem ser distinguidos nos mosaicos de radar. Em compensação, os meandros cuja origem explicamos e as diversas incisões das margens, que têm por efeito acelerar a sua migração, dão um tipo de leito característico, de meandros hipercontornados, com numerosos vestígios de traçados transversais, acompanhado de meandros abandonados.

— Terraços climáticos equivalentes aparecem também ao longo dos grandes cursos d'água provenientes dos Andes, como o Solimões, o Içá, o Japurá (Caquetá, na Colômbia). As diferenças de altitude são fracas, sobretudo se comparadas à amplitude das variações de cota das águas entre o auge da enchente e o mínimo da vazante. Mas diversas características permitem identificá-los, mesmo nos mosaicos de radar. Muitas vezes a dinâmica do rio mudou de um período para o outro, passando, por exemplo, de um regime de canais anastomosados a um regime de meandros, ou vice-versa. O terraço baixo, muitas vezes ainda inundável, foi dissecado e sulcado de pequenos vales antes que se depositassem as acumulações recentes. Alguns desses pequenos vales formam rias barradas pelos diques marginais dessas acumulações.

— Os vales quase entulhados à medida que a transgressão flandriana se processava. Eles se encontram nos grandes rios, a jusante do setor precedente. Com efeito, em certo trecho de transição, tanto mais desenvolvido porquanto não estava submetido a um lento abaixamento tectônico, os depósitos foram suficientes para compensar a subida do nível de base local. Na realidade, além dos materiais que chegavam da região andina, eram fornecidas aluviões, devido à tendência climática ao entalhamento dos entulhos do último período frio e pelo solapamento das margens. Esse é o caso do Solimões inferior e do Amazonas logo abaixo de Manaus.

— Alguns cursos d'água locais reagiram de maneira equivalente. Os seus mantos aluviais do período frio descem mais rapidamente águas abaixo que o seu leito atual, porque eles foram construídos num período de baixo nível marinho. A partir de um certo ponto, o fundo do vale é formado por nada mais que um só entulhamento heterocrônico, onde não é mais possível distinguir terraços. Na maioria das vezes, as migrações aceleradas de meandros, mencionadas acima, multiplicam aí os retalhamentos. A altura relativa desse entulhamento heterocrônico diminui progressivamente para jusante, de tal modo que se torna inundável, o que facilita ainda mais as divagações e os retalhamentos de

meandros. Ele acaba mergulhando, por intermédio da zona anfíbia acima descrita, sob os lagos de rias barrados pelos diques marginais de aluviões do curso d'água principal. Essa é outra demonstração da deposição desses mantos aluviais durante os períodos de regressão.

Toda essa evolução vai ao encontro da estimativa feita pelos técnicos do Projeto RADAMBRASIL. Segundo eles, a instalação da hiléia na Amazônia central remontaria a cerca de 12.000 anos. O Prof. Segadas Viana<sup>5</sup> concorda com esta estimativa. A hiléia seria, portanto, ligeiramente anterior ao início do Holoceno e coincidiria mais ou menos com o Alleröd. Nessa época o nível marinho estava ainda muito baixo, por volta de —80 m. O essencial da transgressão flandriana ocorreu então em condições de fitoestabilização que gerou um sistema morfogenético sensivelmente análogo ao atual. Isso corresponde bem ao que se pode concluir do que acabamos de expor.

Essa evolução permite compreender os diversos tipos de leitos observáveis na Amazônia brasileira. Vamos agora apresentar alguns exemplos característicos.

## II — APRESENTAÇÃO DE EXEMPLOS CARACTERÍSTICOS

A principal originalidade da Amazônia brasileira é o grande desenvolvimento dos *leitos de fundo móvel*, isto é, leitos cuja geometria pode modificar-se rapidamente para responder às características do escoamento. Essa expressão, tradicional em hidráulica, não é perfeitamente correta, porque as margens também, e não somente o fundo, se adaptam às variações de descargas. As formações móveis do Neogeno, nas quais se estabelece a maioria dos cursos d'água, estão na origem dessa particularidade. Multiplicaremos, por isso, os exemplos de leitos pertencentes a essa categoria.

Antes, porém, de apresentá-los, descreveremos um caso característico de leito com rápidos instalados num escudo: o do alto Madeira.

### A — UM CURSO D'ÁGUA COM RÁPIDOS NO ESCUDO: O MADEIRA, A MONTANTE DE PORTO VELHO

A disposição estrutural da Amazônia torna relativamente raros os cursos d'água com rápidos sobre um escudo, os quais são, pelo contrário, freqüentes na África e, como tais, escolhidos como tipo clássico de leitos tropicais. Eles são encontrados apenas na periferia da Amazônia central e oriental, onde o escudo metamórfico dos embasamentos brasileiro e guiano foi desnudado. Tomaremos como exemplo o Madeira, porque pudemos combinar, a seu respeito, o estudo dos mosaicos de radar, o exame do terreno e as observações de reconhecimento aéreo de baixa altitude. Os elementos disponíveis permitem reconstituir a evolução morfogenética que levaram à formação dos rápidos.

#### 1.º — Morfogênese regional

O escudo pré-cambriano é formado de séries sedimentares metamorfizadas em gnaisse, com intrusões graníticas, pelo menos em parte pós-tectônicas e, por isso mesmo, maciças. Essas intrusões graníticas

---

5 Comunicação verbal feita por ocasião de uma conferência no Projeto RADAMBRASIL.

são, muitas vezes, mais resistentes que os gnaisses envolventes e ficaram expostos em morros rochosos residuais ("pontões").

Sobre o escudo, nas proximidades do Madeira, encontram-se duas formações sedimentares discordantes:

— A formação Palmeiral, do pré-Cambriano superior, conservada unicamente em bacias sinclinais. Ela se caracteriza por uma heterogeneidade mecânica muito grande. Lateralmente, por alguns quilômetros, a mesma camada passa de uma formação arenosa móvel a um arenito, e depois a um quartzito sedimentar ou a um leito de seixos apenas consolidado e, deste, a um conglomerado fortemente cimentado.

— A formação Barreiras (ou Solimões), também detrítica, porém móvel, constituída de depósitos argilo-areno-limosos, tendo, em alguns lugares, lentes de seixos e, raramente, horizontes centimétricos de arenito ferruginoso. O Neogeno enche as depressões do substrato. Ele aparece nos cortes da estrada Porto Velho-Abunã, em várias dezenas de quilômetros para o sul de Porto Velho. A oeste do Madeira, na estrada Abunã-Rio Branco, o escudo mergulha rapidamente sob o Neogeno, no qual as argilas constituem parcelas crescentes para oeste.

Os rápidos do Madeira se localizam, portanto, na borda de um escudo sobre o qual subsistem resíduos da cobertura. O caráter principal da litologia é a heterogeneidade que permite tanto uma remoção diferencial nas formações de cobertura desigualmente consolidadas como uma alteração diferencial do escudo (morros rochosos graníticos).

A evolução morfogenética favoreceu a exploração dessa heterogeneidade litológica.

Com efeito, a presença de seixos, alcançando às vezes 10-15 cm de comprimento na formação Palmeiral, indica que havia um relevo bastante acidentado no momento em que ela se depositou. Ela não fossiliza um aplainamento, mas, ao contrário, uma topografia diversificada. Uma parte dos relevos residuais ao S e a SE de Porto Velho parece exumada da formação Palmeiral. O mesmo acontece com certas protuberâncias do escudo que geram os rápidos do Madeira.

A formação Barreiras é descontínua e preenche as depressões pre-existentes. Ela termina por uma superfície de aplainamento constituída de *glacis* coalescentes que permitem falar de pediplano, por assim dizer. Nas partes baixas uma couraça ferruginosa recobre o topo do Neogeno. Ela é bem visível da estrada Abunã-Rio Branco e ao sul de Porto Velho. O endurecimento não é maciço e afeta massas descontínuas, formando leitos de descamação cercados de seixos. Ele é, entretanto, suficiente para armar um planalto de 110-130 m de altitude, debruado por uma vertente íngreme, que alcança trinta graus, de perfil côncavo. Sobre essa encosta, blocos de couraça, com um metro ou mais de diâmetro, pedregulho e seixos ferruginosos deslisaram e se acumularam em espessuras que podem atingir 4-5 m. Os produtos ferruginizados, acumulados no sopé dessas bordas de planalto, balisam *glacis* mais recentes, sobre os quais aparece, aqui e acolá, uma nova cimentação embrionária pelo hidróxido de ferro. Parece que essa evolução registra as oscilações climáticas sucessivas, produzidas desde o Vilafranquiano.

Os *glacis* com couraças do final do Barreiras, ou ligeiramente pós-Barreiras, são uma etapa maior da morfogênese regional. É na superfície deles que se organizou a rede hidrográfica atual.<sup>6</sup> A couraça, como de regra, foi gerada por oscilações climáticas. Períodos mais secos per-

<sup>6</sup> Lembraremos a existência de couraças semelhantes nas margens do vale do Amazonas, perto de Obidos.

mitiram um truncamento dos solos e o endurecimento em concreções, pela recristalização do ferro, manchas e concentrações de ferro do horizonte B, depois o retrabalhamento dessas concreções e sua concentração por eliminação do material intersticial. O exame das concreções nos fornece a prova: muitas delas apresentam uma córtex de películas sucessivas de hidróxido bem diferente da sua parte central. Posteriormente, nas depressões inundáveis foi depositado ferro em solução pelos cursos d'água. Ele se oxidou e foi precipitado sob a forma de hidróxidos, por ocasião dos períodos de vazante que provocaram uma baixa do teto do lençol d'água subterrâneo. O fraco teor de ferro do Neogeno torna, de fato, obrigatórios os depósitos aloenéticos para que a formação da cou-raça tenha sido possível.

Mas os *glacis* do final do Barreiras são de natureza variada. Em alguns lugares, como no caso que acabamos de descrever, trata-se de cones de dejeção; em outros lugares, são *glacis* de desnudação estabelecidos sobre a rocha *in situ*: o escudo e a cobertura sedimentar antiga. Ao pé dos restos de arenito da serra dos Pacaás Novos tais rampas, muito desenvolvidas, são revestidas de coluviões arenosas e, ademais, truncam a rocha: arenito, gnaiss, granitos. Eles são dominados por relevos residuais, formados pelos núcleos mais resistentes desses diversos materiais.

## 2.º — Gênese das corredeiras

Desde o Vilafranquiano a evolução do Madeira se caracteriza por uma tendência geral para o encaixamento, interrompida por fases de acumulação comandadas por certas oscilações climáticas. O entalhamento que se efetuou a partir da superfície dos *glacis* pós-Barreiras se fez acompanhar de superimposições num material heterogêneo, pelos motivos seguintes:

- mudanças laterais de fácies no escudo e na formação Palmeiral;
- relevos fossilizados, tanto pela formação Palmeiral quanto pelo Neogeno.

Durante os períodos secos uma fitostasia menor permitiu a mobilização das formações superficiais pela erosão pluvial e pelo escoamento superficial. Os elementos finos foram transportados para longe, em suspensão. A fração arenosa e uma parte do limo foram detidos no caminho, colmatando os vales secundários que foram transformados em fundos rasos característicos (exemplo: região a leste de Porto Velho, especialmente nas savanas vizinhas do Igarapé Preto). Esses materiais serviram também para construir os entulhamentos ao longo dos cursos d'água mais importantes, particularmente no Mamoré, perto de Guajará-Mirim. Produziram-se também superimposições a partir desses entulhamentos, por ocasião das fases de encaixamento.

Enfim, mesmo durante os períodos mais secos e mais frescos, as condições reinantes nos fundos dos vales sempre permitiram o prosseguimento da alteração. Esta sempre se beneficiou da umidade permanente e da renovação da água, resultante das trocas com o curso d'água vizinho. Uma alteração importante afetou as rochas nas beiras dos cursos d'água. Lá, onde elas eram suficientemente fissuradas ou estratificadas para permitir a circulação da água, foram alteradas em profundidade, abaixo da cota do rio (Fig. 2). Daí resultou um amolecimento que facilitou o encaixamento do leito, sempre que havia tendência morfogênica para o entalhe. Mas essa alteração revestiu-se de um aspecto diferencial, principalmente no escudo. Ela não afetou as massas compactas que formaram núcleos residuais, os quais foram destacados



Fig. 2: Corredeiras do Mamoré a cerca de 45 km para jusante de Guajará-Mirim. Foto tirada para W (clichê JT CDXXXIV-36).

O Mamoré corre sobre a superfície de aplainamento pós-Barreiras e desbasta aqui as protuberâncias da frente de alteração nos gnaisses. Daí resultam escolhas que são formas de debastamento. No fundo o leito se divide em vários canais, entre volumes residuais maiores, que formam ilhas florestais. Esse leito é de tipo muito freqüente nos escudos da África ocidental florestal.

dos alteritos encaixantes. Uma tal evolução é muito nítida no leito do Madeira e no curso inferior do Abunã, perto da balsa da estrada para Rio Branco. Nas vazantes emergem barras graníticas, modeladas em dorso de baleia e em bolas colocadas na superfície do rio. São verdadeiras *formas de descalçamento*, características de uma rocha com diáclases espaçadas. O descalçamento foi realizado aqui pelos cursos d'água no seu leito. Nas cheias os dorsos de baleia e as concentrações de matacões, dispostos quase perpendicularmente ao curso do rio, formam obstáculos ao escoamento e provocam a formação dos rápidos.

Outros rápidos semelhantes se formaram no topo do escudo, uma vez que a incisão atingiu a base do acolchoamento neogeno discordante. Mas como o escudo foi desnudado mais recentemente, a alteração dispôs de menos tempo e está, por isso, menos avançada. Os matacões estão mais ou menos claramente modelados; os dorsos de baleia também. Conforme a sua maior ou menor antiguidade, esses rápidos se caracterizam por formas de detalhe com os ângulos mais desgastados ou com arestas mais vivas. As paredes das fissuras que guiam o entalhamento estão mais frescas quando a separação é mais recente. Elas são retocadas e passam a formas desgastadas quando é mais antiga. Todas as variedades de transição existem.

Por fim, outros rápidos são gerados no leito do Madeira pelo afloramento de bancos fortemente consolidados da formação Palmeiral.

Tornamos a encontrar nos rápidos do Madeira os mecanismos já há muito evidenciados na África ocidental: os processos de meteorização são unicamente bioquímicos e levam a uma alteração diferencial. Eles são fortemente guiados pela circulação da água e, portanto, pela fissuração. O curso d'água efetua essencialmente uma varredura dos materiais móveis. Exerce uma abrasão (erosão, no sentido próprio do termo) muito reduzida, porque ele praticamente não transporta seixos, sen-

do sua carga fornecida pelos alteritos cuja fração mais grosseira é a arenosa e é carreada em suspensão turbilhonar, por ocasião das enchentes. Traduzindo-se as oscilações climáticas pela construção de terraços, multiplicaram-se os fenômenos de fossilização, de exumação e de superimposição nos leitos. As corredeiras exibem vestígios deles.

## B — LEITOS COM MEANDROS

Numerosos cursos d'água da Amazônia brasileira se caracterizam por um desenvolvimento muito grande dos meandros. Eles são encontrados na região terciária do sudoeste, desde o Acre até o rio Solimões. Todos eles correm sobre fundos de vales aluviais dominados por vertentes entalhadas no Neogeno. Mas nessa região, onde os meandros predominam, alguns rios não têm meandros ou só os descrevem em curtos trechos. Não encontramos explicação para essas diferenças.

### 1.º — Aparecimento dos meandros:

Nas bacias em que os meandros constituem a regra, eles não existem na parte superior dos vales.

No Terciário fortemente dissecado aparecem sucessivamente os seguintes tipos de vales e de leitos:

a) Incisões em forma de V, vigorosas, são bem visíveis nos mosaicos de radar, por causa do fraco ângulo de incidência<sup>7</sup> das ondas. Elas são muito ramificadas e testemunham condições de escoamento superficial intenso, que reinaram por ocasião dos períodos secos, quando se produziu essa dissecção. Os traçados desses vales são muito cheios de cotovelos, de formas angulosas, sem meandros.

b) Vales de fundo chato que aparecem, em geral, junto a uma confluência, quando, nos mosaicos de radar, se verifica que o curso d'água é de 4.ª ordem. Fica-se então de 3 a 5 km do início do encaixamento. A ordem elevada alcançada no final de uma distância tão curta é um índice demonstrativo da finura da dissecção e, portanto, indiretamente, das condições do brutal escoamento superficial, reinante por ocasião dos períodos em que ela se produziu.

Nesses vales de fundo chato os depósitos provenientes das vertentes eram bastante abundantes para darem origem a um entulhamento que justamente moldou a sua forma característica. Hoje em dia, um clima diferente, uma intercepção maior das precipitações pela vegetação fazem com que os escoamentos sejam menos violentos e, provavelmente, os auges de enchentes menos abundantes. De qualquer maneira, as águas se instalam atualmente na floresta e quase não chegam a fazer um leito bem calibrado encaixar-se no entulho. A sua carga mineral sólida é quase nula. Esses cursos d'água são igarapés, que nos mosaicos de radar ficam escondidos sob a abóbada florestal.

c) Depois de percorrida uma distância de 20 a 30 km a partir da origem do encaixamento, aparece um leito nos mosaicos de radar. Como estes foram sempre tirados em épocas de vazante, trata-se de um *leito menor*. Assim, acontece sempre que o leito menor se torna bastante largo para que o manto florestal não o possa mais esconder inteiramente. Seria necessário, para melhor a utilização dos mosaicos de radar, deter-

<sup>7</sup> De acordo com o uso, o ângulo de incidência deve ser medido a partir da horizontal, no caso das ondas de radar.

minar-se esse limite de percepção no terreno. Realizado esse controle, os mosaicos poderiam então servir para recensear e cartografar os leitos de rios, por classes de largura.

Esses leitos, identificáveis nos mosaicos, aparecem quando o curso d'água pertence pelo menos à ordem 4, mais comumente quando ele é da 5.<sup>a</sup> ordem. Eles não desenham meandros, mas apenas sinuosidades irregulares. São mal calibrados, com difluências das quais resultam braços que se reúnem logo adiante. Não se trata, porém, de nenhum modo, de canais anastomosados. Não há, praticamente, carga aluvial. Essas irregularidades denotam somente cursos d'água que dispõem de uma energia excessivamente reduzida para arrumar o seu leito e que se adaptam passivamente aos obstáculos nele encontrados e de encontro aos quais eles se repartem.

d) Somente a contar de 40-50 km da cabeça da incisão aparecem os meandros. A largura do fundo de vale chato alcança aí pelo menos 1 km. A amplitude dos meandros é inferior à metade, de maneira que os meandros ocupam somente uma parte dela.

Gradativamente os meandros vão se tornando cada vez mais característicos:

— Desde logo, meandros nítidos, de amplitude irregular, aparecem entre curtos trechos que desenham apenas sinuosidades pouco típicas;

— Depois os meandros se sucedem sem interrupção, alguns deles sendo muito contornados, de tipo compósito;

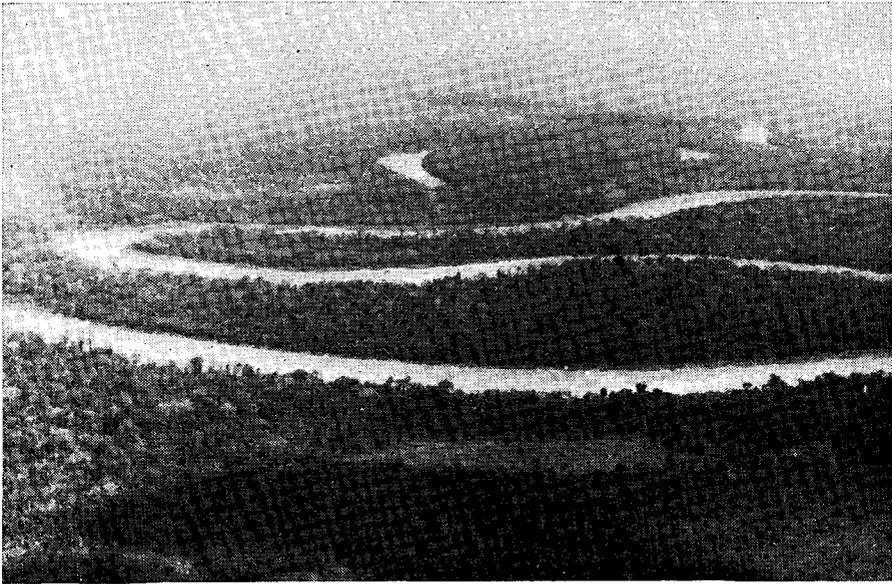
— Finalmente, os meandros muito contornados, complexos, tornam-se freqüentes e aparecem, ao lado do leito menor, traços de meandros abandonados que se tornam bem visíveis no mosaico de radar pela existência de pântanos em forma de crescente e pela interrupção da mata nesse local.

## 2.<sup>o</sup> — Dinâmica dos meandros

Todos os cursos d'água importantes se caracterizam quando descrevem meandros, por uma hipertrofia destes. Eles desenham argolas compostas, com diversas curvaturas sucessivas de sentido diferente, e muitas vezes também com raio diferente. A calibragem do leito é irregular em muitos casos, com hérnias. Os meandros abandonados, em diversos graus de colmatagem, são numerosos nas bordas do canal principal. Tais caracteres denotam uma grande instabilidade dos meandros, uma dinâmica particularmente ativa. Eles podem ser observados ao longo dos grandes cursos d'água, notadamente no Juruá, desde um ponto a montante de Porto Walter até sua embocadura no Solimões; no Purus e seus afluentes: Tarauacá, Envira, Acre, Iaco, Ituxi; no rio Javari e seus tributários (Fig. 3).

Esses meandros hipertrofiados se desenvolvem, portanto, quer em regiões parcialmente devastadas ao longo dos cursos d'água, como no Juruá, no Acre ou no Purus, quer nas imensidões totalmente desertas, como na rede do Tefé, no Iaco, na bacia do Javari. O homem quase não influi na sua gênese. As nossas observações sistemáticas de reconhecimento aéreo a 50 m de altitude e o percurso de canoa num trecho do rio Tarauacá e seu afluente Muru, nos permitiram identificar os mecanismos que lhe dão origem (Fig. 4 a 6).

Inicialmente, eis o quadro em que eles evoluem: esses meandros estão associados ao encaixamento holocênico nos entulhamentos de fundos de vales sedimentados durante o último e o penúltimo período seco. O aparecimento de meandros por ocasião da incisão de um entu-



**Fig. 3:** Meandros muito bem contornados e meandros seccionados no rio Juruá, mais ou menos à meia distância entre Ipixuna e Eirunepê JT CDXL-27). Mosaico SB 19-Y-A. Devastações muito raras. No fundo braços mortos de meandros seccionados. Adiante o Juruá: notar o alongamento muito forte do leito por causa dos meandros, o torneamento das voltas, a estreiteza dos pedúnculos da margem convexa.



**Fig. 4:** Meandro recentemente seccionado no rio Itacuai (mosaico SB 19-B). Clichê JT CDXLI-3A. A colmatagem do meandro abandonado apenas se inicia. Notar a turbidez mais forte do rio Itacuai (águas mais claras na fotografia) na cheia, e as águas mais escuras do meandro, cores devido à matéria orgânica e aos ácidos húmicos. As águas "brancas" do canal decantam uma parte da sua carga na entrada do braço morto, o que pouco a pouco acentua a soleira, a qual, em seguida, emerge.

lhamento climático é muito freqüente: podem ser observados em numerosos cursos d'água da bacia de Paris. Resulta da mudança de regime dos cursos d'água, que leva a uma concentração do escoamento num canal único, consecutivo a canais divagantes. Os tipos de estratificação observados nas margens, perto de Tarauacá, assim o confirmam para essa região.

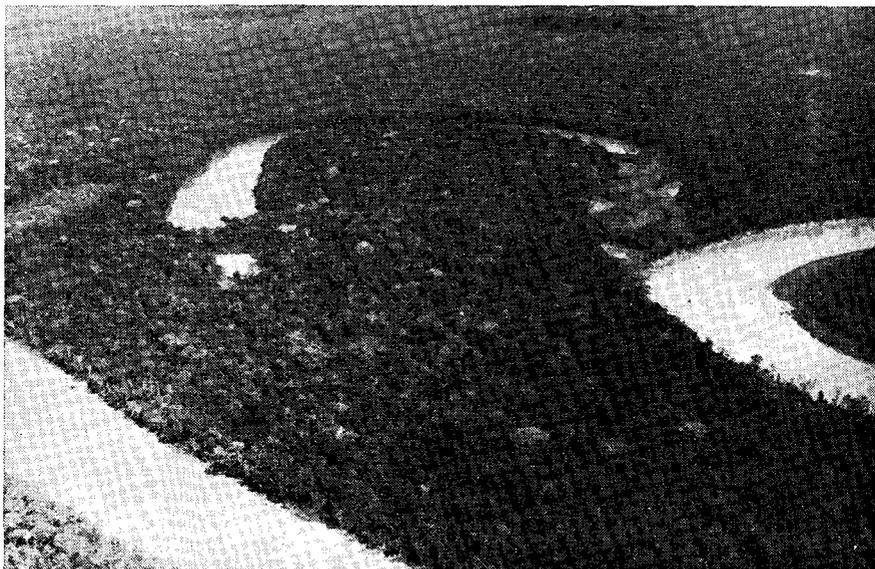


Fig. 5: Seccionamento de meandro, aparecimento de uma soleira isolando o braço morto do canal: Juruá, borda do mosaico SB 19-Y-A (clichê JT CDXL-26). Estágio imediatamente posterior da seqüência. Um tampão se formou na extremidade do braço morto do meandro seccionado, no contacto do leito do Juruá. Formado de limo e ainda pantanoso, ele fica submerso por ocasião das enchentes e apresenta uma vegetação característica de árvores caducifólias, a qual aparece clara na fotografia (e nas imagens de radar).



Fig. 6: Colmatagem de um braço morto de meandro abandonado pela vegetação palustre, no Juruá, a montante de Ipixuna (mosaico SB 19-Y-C) clichê JT CDXXXVIII-18. Estágio ainda mais avançado. A decantação, muito lenta, da carga e os materiais desmoronados dos antigos leitos permitem que plantas baixas, anfíbias, colonizem uma soleira, no centro da foto e no pé da margem convexa, um pouco mais longe.

É preciso, porém, levar em conta a hipertrofia dos meandros, associada à sua extrema instabilidade. Entram em jogo vários fatores, cujos efeitos muitas vezes se reforçam mutuamente:

a) O regime muito contrastado desses cursos d'água, caracterizado por enchentes elevadas, com rápida subida das águas. Em Ta-

rauacá a amplitude entre as águas baixas e as enchentes anuais é de uma dezena de metros. As enchentes inundam, ainda atualmente, uma parte do baixo terraço. A renovação do traçado dos meandros pelo extravasamento das águas por cima da margem convexa é assim facilitado (Fig. 7).

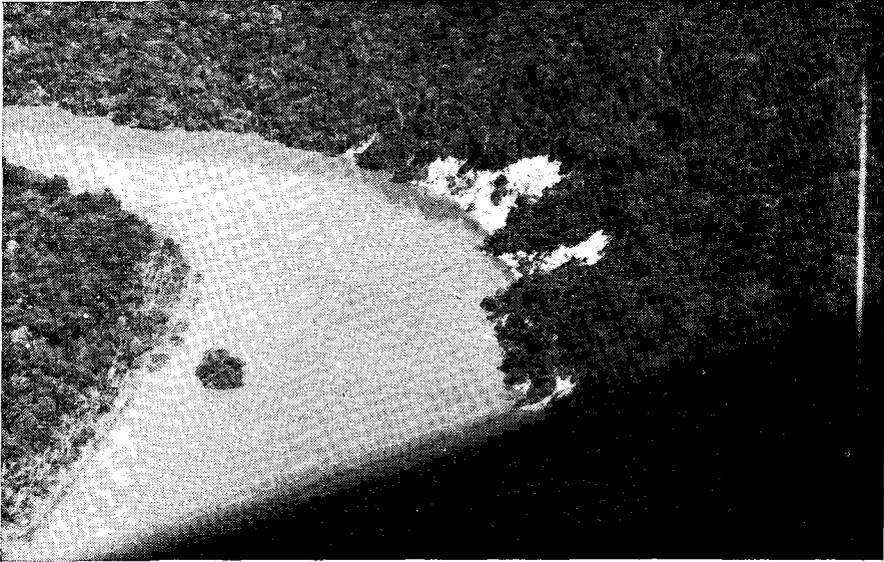


Fig. 7: Perfurações no Neogeno provocadas pelo solapamento de uma margem côncava do Juruá, um pouco ao N de 5.º S (clichê JT CDXLI-10A).

O Neogeno aqui é muito argiloso, de modo que quase todos os materiais fornecidos pela perfuração são transportados em suspensão, aumentando a turbidez do Juruá. A acumulação da margem convexa é essencialmente arenosa (os dois diques marginais mais recentes são colonizados por uma seqüência vegetal pioneira: primeiro, moitas; depois, árvores em forma de guarda-sol, bem reconhecíveis na fotografia). Ela é edificada apenas por uma pequena fração dos materiais mobilizados. Daí resulta um alargamento do leito menor, bem visível na foto.

Mas esse fator atua diferentemente, segundo as regiões. Ele é particularmente eficaz no Acre, devido à importância dos afloramentos argilosos, nos quais não há praticamente regime hipodérmico e onde o escoamento é violento e rápido por ocasião dos aguaceiros muito intensos que lá se produzem todos os anos. As enchentes-relâmpago que se registram então nas bacias secundárias são tão freqüentes que receberam uma denominação regional: *repiquetes*. Mas quando se desce o vale, as bacias ficam mais extensas, as velocidades de concentração diferem nos seus diversos ramos, os vales se alargam. Produz-se uma manutenção das enchentes e as particularidades do regime hidrológico se atenuam, restringindo o papel desse fator.

b) A mata ripária é outro fator, cuja influência pudemos apreciar em muitos lugares.

Em conseqüência da escassez de elementos minerais, fator ecológico fortemente limitante, a floresta amazônica, inclusive nos fundos de vales, tem raízes extremamente superficiais que lhe permitem reciclar os elementos minerais liberados por ocasião da decomposição dos restos vegetais, antes que eles tenham sido arrastados para fora do seu alcance. Quase não há raízes além de um metro de profundidade. Tal sistema radicular fixa mal as grandes árvores ao solo, as quais podem assim ser facilmente derrubadas. Aquelas que crescem nas margens dos rios caem freqüentemente no curso d'água, em conseqüência do solapamento (Fig. 8). Tendo 20 a 30 m de altura, os seus troncos barram o rio; formam um



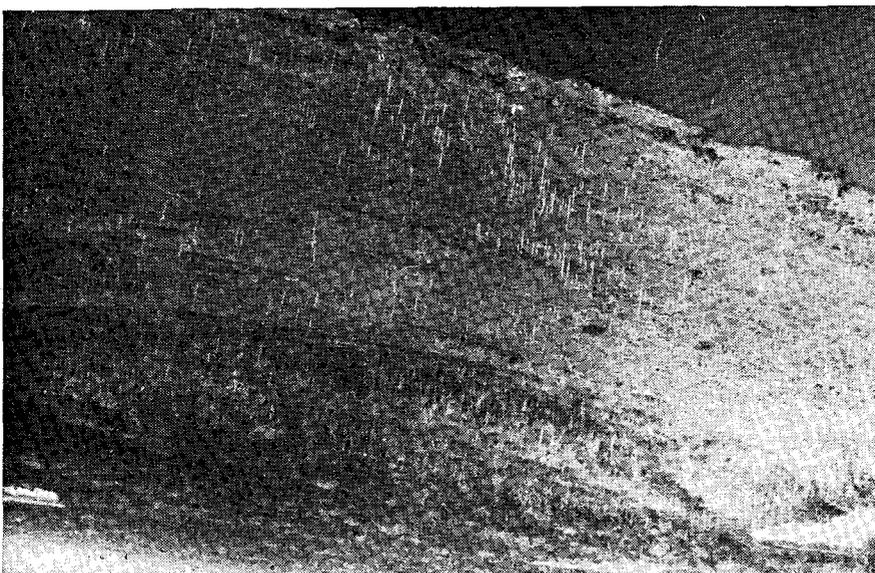
Fig. 8: Nichos escavados pelos turbilhões provocados pela queda de árvores, sob efeito do solapamento, no braço do Juruá, perto de Carauari (mosaico SB 19-X-B), clichê JT CDXL-12.

obstáculo, provocam a formação de turbilhões que, por uma retroação positiva, aumentam o solapamento. Muito freqüentemente, logo a jussante da árvore caída, a margem é atacada por um turbilhão, cuja correnteza gira no sentido dos ponteiros do relógio, remontando assim, de encontro à margem, águas acima. Ele escava um nicho em arco de círculo, geralmente de 15 metros de diâmetro, corroendo o terraço inferior numa profundidade da ordem de 10 metros.

As margens limo-argilosas são as mais afetadas. Podem-se observar nelas, muitas vezes, nichos contíguos uns aos outros, numa distância de centenas de metros. Quando tais nichos corroem um estreito pedúnculo de margem convexa num meandro muito fechado podem acarretar um desabamento remodelando esse meandro.

c) As fortes variações de descarga acentuam os solapamentos das margens côncavas, com deslocamento do ponto de impacto principal da corrente, ao qual corresponde o solapamento máximo, em função da altura da água no leito menor. Esse mecanismo é geral e bem conhecido. Tende a fazer migrar regularmente os meandros, com acumulação de bancos de areia nos lobos convexos. O crescimento das margens convexas se observa especialmente bem na Amazônia, por causa das etapas sucessivas de vegetação que as balisam. Acontece que esses bancos da margem convexa são utilizados por culturas de vazante, que migram à medida que essa margem convexa se alarga. O abandono das culturas se traduz também por tipos sucessivos de formações vegetais pioneiras, notadamente uma fase de imbaúbas, em forma de guarda-sol bem reconhecíveis (Fig. 9).

A litologia intervém quanto ao aspecto da mobilidade das partículas. Quando o manto aluvial de fundo de vale, entalhado pelos meandros, contém muita areia, verifica-se um abandono de grandes quantidades de aluviões nas margens convexas e a migração dos meandros se efetua sem anomalias. Em compensação, quando esse manto é rico em limo, este, posto em suspensão, prossegue o seu caminho águas abaixo. O alargamento das margens convexas é bem inferior ao solapamento



**Fig. 9:** Diques marginais da margem convexa de um meandro do Juruá, a 70 km para jusante de Eirunepê (mosaico SB 19-Y-B). Clichê JT CDXL-25.

Os diques marginais arenosos, muito pobres em minerais assimiláveis, são dificilmente recolonizados pela vegetação que é uma savana edáfica tendo algumas árvores caducifólias. Os antigos braços, mais profundos, alimentados pelos transbordamentos de águas turvas, por ocasião das enchentes e, portanto, mais ricos em minerais, são colonizados pela floresta umbrófila. Esses cordões florestais aparecem em revelo nas imagens de radar e poderiam ser confundidos com diques marginais, embora eles, ao contrário, estejam instalados sobre depressões entre os diques.



**Fig. 10:** Perfurações no leito do Muru, perto de Tarauacá (Acre). Clichê JT CDXL-4. Fundo de vale formado pelas acumulações dos dois últimos períodos secos, com material bastante argiloso. Nichos de perfuração de grandes dimensões, com séries de degraus, denotam um escorregamento rotativo.

das margens côncavas. O leito deixa de ser calibrado, com alargamentos feitos à custa dos solapamentos mais vigorosos. Esse é um fator de aceleração dos retrabalhamentos de meandros e de formação de meandros particularmente contornados.

d) São também provocados furos pelas fortes variações do débito.

Quando o curso d'água está na cheia produzem-se infiltrações laterais nas aluviões das margens que permitem a sua saturação desde que a duração da percolação seja suficiente, levando-se em conta a porosidade do material e a velocidade de transmissão. Na vazante ocorre uma pressão hidrostática dirigida para o curso d'água. Muitas vezes ela é suficiente para provocar um deslizamento em pacotes, às vezes do tipo rotacional. Em todos os casos esse deslizamento escava na margem nichos em arco de círculo, mas habitualmente pouco profundo (com alguns metros de flecha) (Fig. 10).

Esses furos afetam materiais variados:

— Areias que parecem permitir, muitas vezes, o jogo de mecanismos de tixotropia.

— Areias limosas e mesmo limos, desde que a duração da percolação seja suficiente, caso que ocorre mais freqüentemente no baixo curso, onde funciona a manutenção das enchentes.

Acontece que os nichos de furo sofrem um ravinamento sob o efeito das chuvas, por ocasião do prosseguimento da vazante.

Os furos, como os turbilhonamentos devidos a árvores abatidas, corroem as margens e permitem o seu rápido recuo, favorecendo o re-trabalhamento dos meandros. Uns e outros geram também anomalias de calibragem do leito menor.

## C — CURSOS D'ÁGUA COM ACUMULAÇÕES ALUVIAIS

Para montante os cursos d'água foram pouco influenciados pelas oscilações glacioeustáticas do nível marinho. O encaixamento desencadeado pela regressão pré-flandriana termina e cede lugar a uma evolução comandada principalmente pelas flutuações climáticas. Os períodos frios aumentaram os depósitos andinos. Em virtude do menor encaixamento anterior, a transgressão flandriana teve apenas efeitos muito mais modestos que a jusante, onde o entalhamento era mais importante. Alguns cursos d'água dispunham de quantidades de aluviões suficientes para entulhar o fundo do seu vale quase tão rapidamente quanto se fazia sentir a transgressão. Os seus fundos de vales são ocupados por formas de acumulação, principalmente os diques marginais de aluviões bem desenvolvidos, aos quais estão associadas algumas pequenas depressões.

Esse tipo de entulhamento se encontra somente ao longo dos cursos d'água que podiam dispor de uma quantidade suficiente de aluviões. No Holoceno, em condições sensivelmente semelhantes às atuais, os materiais provenientes dos Andes que chegam até o Brasil são unicamente limos e argilas em suspensão. Eles contribuem para a colmatagem das depressões, mas não para a construção dos diques. Esta construção é alimentada por uma outra fonte de resíduos, mais grosseiros, arenosos. É o Neogeno que fornece a maior parte deles, graças ao solapamento de margens, às vezes acompanhado de grandes deslizamentos, como em Iquitos (Peru). A tectônica de blocos plioquaternária influi muito sobre a sua localização.

No Brasil os cursos d'água que dispuseram de uma carga arenosa suficiente para construir sistemas de grandes diques marginais, durante a transgressão flandriana, são: o Solimões, o Japurá (chamado Caquetá, na Colômbia), o Içá (Putumayo, na Colômbia), o rio Branco e o Madeira a jusante de Porto Velho. Não tivemos ocasião de estudar o Tapajós e o Xingu.

No Solimões a incisão desencadeada pela regressão pré-flandriana propagou-se muito longe para montante. Isso foi consequência da conjugação de débitos muito volumosos e da fraca resistência das formações neogenas ao entalhamento. Mas a sedimentação durante a transgressão flandriana foi suficientemente alimentada para colmatar o entalhamento anterior e construir, no seu lugar, uma planície aluvial com grandes sistemas de diques marginais e depressões de pequenas dimensões. Em compensação, nos afluentes locais, do tipo com meandros de planície aluvial, estudado acima, houve um *deficit* aluvial durante a transgressão. A extremidade inferior desses vales ficou afogada em estuários que são fechados, a jusante, por diques marginais do Solimões. Esse tipo de leito será estudado no parágrafo seguinte. Mas a sua localização nos permite marcar até onde, para montante, a incisão pré-flandriana foi significativa. No Solimões o Tefé termina por um vasto estuário. O Juruá é o primeiro afluente importante que não desemboca num vale supercavado e afogado.

A região de confluência do Solimões e do Japurá oferece um excelente exemplo dessas planícies de acumulação aluviais. Suspeitamos tenham ocorrido aí alguns movimentos tectônicos quaternários, mas o seu principal efeito parece ter sido o de provocar divagações do Solimões. Elas não impediram o Solimões de compensar, por um aluvionamento suficiente, a subida do seu nível de base nesse setor.

Os diques aluviais dessa região descrevem, em sua maioria, laços de meandros muito característicos. São diques marginais de lobo convexo. Um bom número de canais antigos ficam ainda afogados nas vazantes e aparecem em negro no mosaico de radar. Outros são divididos em segmentos pela colmatagem, formando um rosário de depressões inundadas. As vezes crescem árvores nos antigos leitos, onde elas se beneficiam de melhor alimentação mineral, graças à circulação da água durante as enchentes. Ao contrário, nos bancos aluviais arenosos, um pouco mais elevados, aonde as enchentes não desempenham esse papel, a vegetação é de savana. Ela aparece nos mosaicos com uma tonalidade muito mais clara, por ser ela mais reflectante do que a folhagem das árvores que devolve uma radiação difusa. A sua textura é muito mais fina e mais regular, enquanto que a da floresta é mais grosseira.

As matas ciliares que balisam os canais antigos, ainda utilizados pelas enchentes, aparecem em relevo na imagem de radar, porque a borda da floresta forma uma espécie de muro, exagerado pela hiperestereoscopia resultante do pequeno ângulo da varredura. As acumulações aluviais são assim claramente aparentes nos mosaicos. É preciso, contudo, ter cuidado para não se fazer uma falsa identificação, e considerar que as matas ciliares que aparecem em relevo acompanham os diques mais elevados. Geralmente acontece o inverso: elas ocupam depressões não profundas demais entre os diques.

O traçado dos meandros que funcionaram durante a acumulação é muito claro. Um regime de extrema instabilidade reinou durante toda a construção dessa planície aluvial entre o Japurá e o Solimões. As divagações dos meandros varreram todo o espaço situado atualmente entre os dois rios. Ora, estes hoje em dia não descrevem meandros típicos no setor. Alguns esboços de meandros, isolados, são pouco característicos. As curvaturas são irregulares, ilhas aluviais aparecem no meio do canal, as curvas não desenham anéis suficientemente fechados. Final-

mente, sobretudo no Solimões, o calibre desses esboços de meandros é muito maior que o dos meandros típicos da planície aluvial.

Houve, portanto, uma alteração da dinâmica entre o período de entalhamento contemporâneo da transgressão flandriana e o período atual, posterior à transgressão (pós-Dunkerquiano). Atualmente os únicos meandros típicos ativos são os de um braço do Japurá que desemboca no Solimões a montante do braço principal. Eles apresentam traços de recortes muito recentes. Grande parte dos diques de margens convexas corresponde aos meandros atuais. Ora, o calibre desses meandros difere pouco dos da planície aluvial entre o Japurá e o Solimões. Podemos daí concluir que, por ocasião da construção dessa planície, os dois cursos d'água se dividiam em vários braços cada um, todos eles descrevendo meandros muito instáveis. A subida do nível de base, por efeito da transgressão, dando início à acumulação, favoreceu, evidentemente, tanto a formação de meandros quanto às divagações dos canais.

A jusante de Tefé a colmatagem correlativa da transgressão flandriana é de tipo diferente. Observa-se o seguinte:

— Na margem esquerda do Solimões, diques de grandes meandros, cujas margens côncavas formam entalhes no platô terciário. De acordo com o seu calibre, esses meandros foram modelados por um curso d'água da importância do Solimões. Uma fase de entalhamento seguiu-se à deposição de seus diques marginais. Ela teve como consequência permitir a incisão de depressões alongadas, de bordas recortadas por pequenos vales, que são atualmente afogados e ocupados por lagos semelhantes aos estuários terminais dos pequenos afluentes. Eles alcançam até uma dezena de quilômetros de comprimento e bem um quilômetro de largura.

É legítimo atribuir-se essa incisão ao entalhamento provocado pela regressão pré-flandriana. Nesse caso, os diques dos meandros seriam um terraço anterior ao último período seco (contemporâneo da regressão).

— Esses lagos alongados são fechados, ao S, por uma acumulação de pequenas bacias de decantação numa depressão utilizada por um canal de vazante. Trata-se de uma região distal de menor colmatagem.

— Finalmente, na borda do Solimões, além da depressão precedente para o S, foram construídos sistemas de diques, acentuados pela vegetação. Eles descrevem feixes, indicando uma tendência aos canais anastomosados, com formação de bancos axiais, com forma de amêndoa. É o regime de acumulação atual do Solimões. Pequenas bacias permanentemente afogadas ocupam o espaço entre os sistemas de diques nítidos e elevados e a zona de colmatagem por decantação, ao longo do canal de vazante.

Essa disposição traduz os efeitos da tectônica. O Solimões está efetivamente colado contra um talude no Neogeno que forma a sua margem direita. Todas as acumulações aluviais estão na sua margem esquerda. Elas indicam um deslizamento gradual do rio para o S, já de longa data. Foi aí que o Solimões se alojou numa depressão de ângulo de falha. Esse deslizamento para o S indica também que ainda continua a funcionar. Além disso, a continuação do afundamento explica também porque o grau de colmatagem está aqui menos avançado. Ele provocou um *deficit* aluvial, apesar do fornecimento de material pelo solapamento da margem direita, formada pela escarpa de falha.

## D — OS CURSOS D'ÁGUA COM DEFICIT ALUVIAL: FORMAS DE AFOGAMENTO POR EFEITO DA TRANSGRESSÃO FLANDRIANA

A transgressão flandriana terminou no Dunkerquiano, cujas margens se colocam a 1-1,5 m acima das margens atuais. Ora, o Dunkerquiano findou há cerca de 3.000 anos. Entre 12.000 BP<sup>8</sup> aproximadamente, data da instalação da floresta amazônica, e 3.000, a transgressão flandriana, rápida, se efetuou no decurso de um período caracterizado por uma fitoestabilização mais ou menos completa nos interflúvios. O fornecimento de resíduos foi, portanto, muito fraco. A maior parte deles provinha do próprio leito dos cursos d'água: incisão no terraço inferior, solapamento das margens. Os cursos d'água com *deficit* aluvial são, portanto, numerosos. A sua carga sólida foi incapaz de assegurar uma sedimentação suficiente para compensar a transgressão flandriana. A subida do nível de base ocasionada por ela provocou um afogamento mais ou menos avançado nos vales.

Mas esse afogamento apresenta diversos graus, que formam uma série contínua de tipos, com todos os intermediários. Ele depende, com efeito, de dois fatores:

— a importância do entalhamento por ocasião da regressão pré-flandriana; quanto mais profundo tiver sido o encaixamento mais aluviões terá exigido o seu entulhamento

— a abundância dos depósitos aluviais: o problema é diferente nos cursos d'água locais que instalam com dificuldade o seu leito na floresta, e nos grandes rios que recebem uma carga aluvial mais volumosa, reinstalando o seu leito.

Por fim, a tectônica interfere nos dois fatores precedentes. Nos compartimentos deprimidos foi facilitada a incisão regressiva devido à regressão pré-flandriana.

Apresentaremos a seguir alguns exemplos, formando uma série na qual o *deficit* aluvial é crescente.

### 1.º — Hipertrofia das depressões: O Amazonas perto de Nhamundá e de Oriximiná:

Neste setor a incisão devido à regressão pré-flandriana é profunda. Em Óbidos o fundo do canal está a 80 m de profundidade. Quando houve a transgressão flandriana o vale formava um profundo estuário que foi parcialmente entulhado. Mas um *deficit* aluvial importante se manifestou porque o estuário se prolongava muito para montante até o Solimões, conforme acabamos de ver. Ademais, a sua largura limitava os solapamentos das vertentes constituídas pela formação Barreiras e que eram as fontes principais de resíduos.

Esse *deficit* aluvial se traduziu por uma instabilidade muito forte dos canais: com efeito, a quantidade relativamente modesta de resíduos disponível, de um lado, e a rapidez da transgressão, de outro, tornaram possíveis freqüentes rupturas de diques e, sobretudo, mudanças de curso quando a vazante ocorria e quando os diques menos altos que a diferença de cotas entre as cheias e as vazantes eram ainda inundados.

<sup>8</sup> Lembramos que as idades BP (*Before Present*) se calculam tomando-se como referência o ano de 1950.

A SE de Nhamundá observa-se, assim, o seguinte:

— Ao longo da margem esquerda do Amazonas um ganho de vigorosos diques, ainda ativos, dispostos em feixes amigdalóides. Eles retêm uma boa parte das aluviões por ocasião dos extravasamentos, especialmente a quase totalidade da fração arenosa.

— Atrás e ao pé desses diques marginais, uma série de pequenos deltas laterais de extravasamento construídos em depressões que eles freqüentemente subdividem. Eles emergem justamente nos períodos de vazante (época do imageamento de radar). Os diques retêm a maior parte das aluviões disponíveis, o que prejudica a sua construção. Eles são pouco vigorosos, enfezados, por assim dizer (Figs. 11 e 12).

— Dois antigos braços do Amazonas atravessando grandes depressões e alimentando alguns defluentes. Eles foram ganhos em diques marginais pouco elevados que emergem apenas nas vazantes. Deltas laterais de transbordamento se ramificam sobre esses diques. Alguns deles, mais desenvolvidos, com um canal axial bem definido, foram construídos em consequência de rupturas desses diques. Mas a colmatagem é muito incompleta: as pequenas bacias residuais são extensas. Esse sistema de braços não funciona mais: nas vazantes eles aparecem cortados por tampões de vegetação palustre instalada nos aterros. Ele estava, provavelmente, ativo quando o nível marinho estava ainda ligeiramente mais baixo que o atual. Em nossos dias, todo o conjunto desses braços mortos, os seus diques, os deltas adventícios e as pequenas bacias, é recoberto pelas enchentes, durante as quais se produz uma fraca decantação. São as pequenas bacias as que mais se beneficiam porque a água aí se torna estagnada na vazante.

— Finalmente, ao pé da vertente constituída pela formação Barreiras, outras depressões, ainda maiores, contêm vegetação flutuante. Notam-se vestígios de diques marginais ao longo de defluentes abandonadas. Eles são baixos demais para emergir totalmente por ocasião das vazantes, durante as quais se tiraram as imagens de radar.

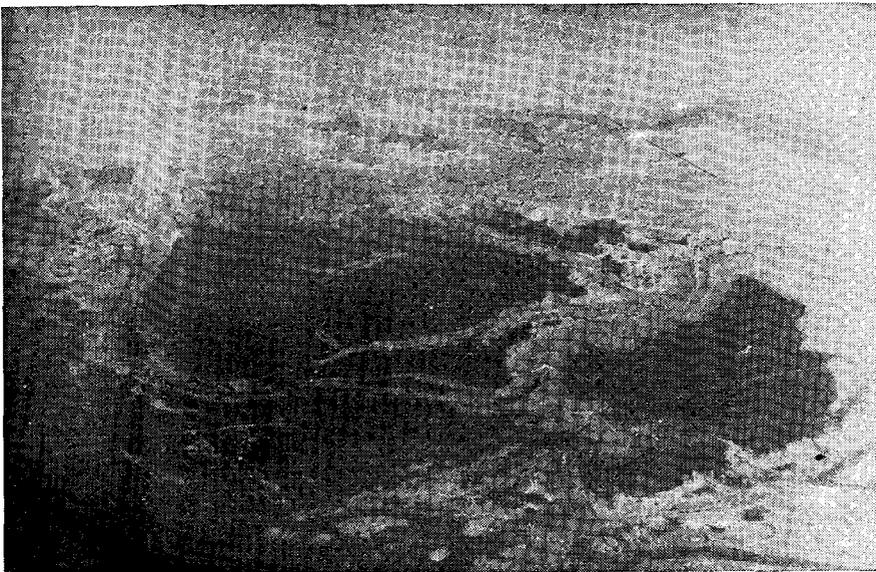


Fig. 11: Bacias com deltas de transbordamento na margem direita do Amazonas, a montante de Juriti (clichê JT CDXXXIV-23). Vistas tomadas de cerca de 10.000 m de altitude. O mesmo tipo de bacias com deltas de transbordamento como nas proximidades de Nhamundá (ver fig. 15).



Fig. 12: Planície aluvial da margem direita do Solimões, a SSE de Manacapuru. Mosaico SA 20-Z-D (clichê JT CDXXXIV-26), em 14 de julho de 1975. Enchente muito forte: os diques marginais estão quase todos inundados, mas aparecem graças às árvores que os revestem. Eles estão bordados de deltas de transbordamento que invadem as bacias ocupadas pela água livre.

Essa disposição demonstra um deslizamento do rio Amazonas para sua margem direita nesse setor. Por causa do *deficit* sedimentar, as construções aluviais antigas, edificadas na margem esquerda, quando o nível marinho estava mais baixo que atualmente, não puderam elevar-se suficientemente. Elas emergem somente no período da vazante. Os diques marginais são estreitos e baixos, mostrando numerosos traços de ruptura. As pequenas bacias são extensas e se colmatam muito lentamente. Tal planície aluvial anfíbia é difícil de se valorizar.

## 2.º — Construção de diques marginais num estuário: Trombetas inferior, rio Negro inferior:

O Amazonas dispôs de uma carga suficiente para transformar um antigo estuário num sistema de braços mortos, de diques e de depressões. Alguns dos seus afluentes não dispuseram de bastantes aluviões para fazê-lo. O seu fundo de vale se apresenta, portanto, com uma espécie de estuário desembocando no vale principal, com um lençol d'água doce (nisto diferindo dos verdadeiros estuários), no qual foram edificadas diques marginais ao longo dos diversos canais. As margens do estuário são geralmente íngremes, cinzeladas de pequenas digitações, correspondente ao curso inferior inundado dos afluentes. Eles correspondem a um modelado de dissecação vigoroso na formação Barreiras, elaborado durante a regressão pré-flandriana em clima seco. O afogamento desses vales antigos resulta da transgressão flandriana e do *deficit* aluvial que reinou na época em que ela se produziu.

O curso inferior do Trombetas, perto de Oriximiná, nos oferece um exemplo simples, mais fácil de compreender do que o do rio Negro. O vale é estreito, com uma largura sempre inferior a 10 km. Em outras partes o Trombetas dispõe de uma carga aluvial que provém de 3 origens:

— Sua alta bacia está instalada no escudo Guiano, onde o embasamento está profundamente alterado e onde persistem superfícies de savanas.

— Ele atravessa, em seguida, uma série de cristas monoclinais do Paleozóico e do Proterozóico superior, marcando o prolongamento do escudo sob o Neogeno da fossa do Amazonas. O seu vale estreita-se em uma garganta, com corredeiras, na travessia dessas formações sedimentares.

— Ele sulca o Neogeno num vale estreito, além do seu antigo estuário, o que permite alguns solapamentos.

De qualquer modo, torna-se evidente que o *deficit* aluvial do Trombetas cresce para jusante.

Para montante, aonde o encaixamento devido à regressão pré-flandriana começa a se manifestar, ele conseguiu construir diques aluviais altos e contínuos sobre cada uma das margens. Eles fecham completamente alguns pequenos estuários de vales afluentes. Mais longe os diques marginais permanecem nítidos, mas o vale afogado sendo largo, aparecem, entre a vertente na formação Barreiras e esses diques, depressões residuais transformadas em lagos (lago Atata, por exemplo). Depois esses lagos se tornam gradativamente maiores e mais alongados. Por fim, ao longo do seu curso inferior, depois da confluência do rio Paru de Oeste, na margem esquerda, o Trombetas é acompanhado por um dique que isola um longo lago ao pé da vertente. Nas proximidades de Oriximiná, finalmente, esse dique se torna descontínuo e ultrapassa apenas de pouca coisa o nível das vazantes. Na enchente, o baixo Trombetas se torna um lago de estuário. Todavia, as linhas de árvores que crescem nas partes mais altas dos diques emergem das águas.

O baixo rio Negro mostra uma disposição análoga. Mas o jogo dos diversos fatores é um pouco diferente. Rigidamente orientado para NW-SE, o rio Negro ocupa, a NW de Manacapuru, uma fossa de afundamento em ângulo de falha. A tectônica favoreceu o esvaziamento de uma vasta e profunda depressão, cuja colmatagem exige quantidades de aluviões muito maiores que as do estreito vale do Trombetas inferior. Mas noutro lugar o rio Negro recebe um afluente muito carregado, o rio Branco e a montante da sua fossa ataca vigorosamente o Neogeno.

Na vasta superfície líquida, cuja formação foi provocada pela transgressão flandriana na depressão tectônica, o rio Negro construiu um delta. A sua forma é especial, muito alongada, por causa da própria configuração da superfície d'água, a qual é comandada pela tectônica. Os diferentes braços são quase paralelos e formam um feixe, e não um triângulo, evocando a letra grega. Eles se separam e depois se reúnem, à maneira de canais anastomosados, na parte a montante dessa construção. Mas esse delta sofre também de um certo *deficit* aluvial: os diques aí são baixos e estreitos, as pequenas bacias são extensas e permanentemente afogadas. Como aí não há nem ondas importantes nem mares, os diques se digitam muito finamente na extremidade inferior. Os dois canais principais se localizam a longo das duas vertentes. Eles exercem, sobretudo o da margem esquerda, alguns solapamentos, acarretando deslizamentos que os alimenta em aluviões. Observa-se muito bem, na margem direita do canal da esquerda, um dique vigoroso que avança muito longe para jusante. Deltas adventícios de ruptura de diques se ramificam sobre ele (Fig. 13).

Além, para jusante, o baixo rio Negro ocupa um estuário típico, sem construções aluviais, com uma superfície líquida que afoga um vale profundamente entalhado no Neogeno e que forma digitações ao longo da parte inferior dos pequenos vales afluentes. Logo a jusante de alguns solapamentos foram construídas pequenas flechas litorâneas. Elas se apoiam, a montante, contra a vertente solapada em falésia. Somente nas águas baixas elas podem ser observadas.

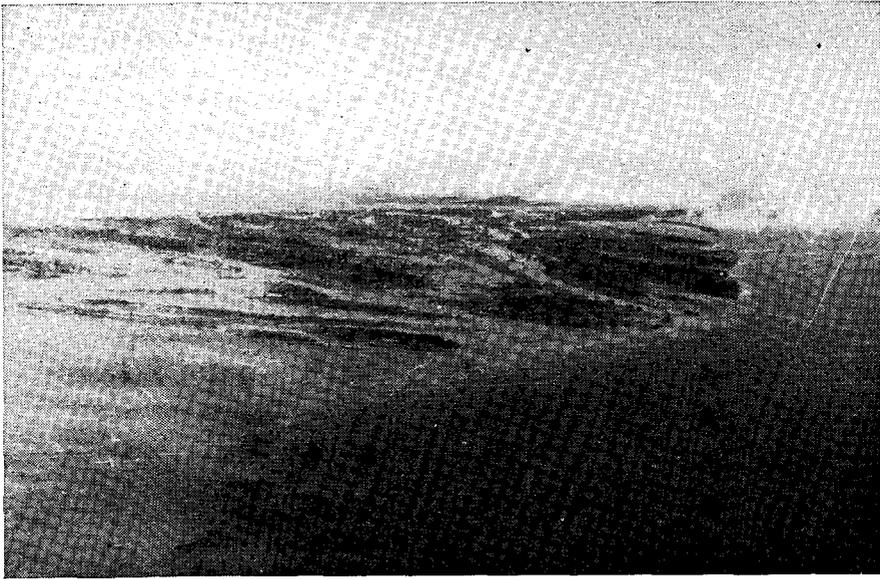


Fig. 13: Delta do Solimões na ria do baixo rio Negro, um pouco a jusante de Manaus (ilha do Careiro). Clichê JT CDXXXIV-24.

Vista tomada na grande enchente de 14 de julho de 1975, às 9,30 horas. O Solimões, relativamente carregado, constrói um verdadeiro delta desaguando na depressão de ângulo de falha afogada do baixo rio Negro. As águas do Solimões, com forte turvação, aparecem em tom claro na fotografia, ao passo que as do rio Negro são escuras, justificando o nome desse curso d'água.

### 3.º — Os “estuários” ou “rias” fluviais:

A Amazônia mostra um tipo particular de formas, onde quer que o encaixamento pré-flandriano tenha sido suficiente e aonde, em seguida, durante a transgressão flandriana, o *deficit* aluvial tenha sido grande. Trata-se de lagos digitados e alongados, resultantes do afogamento, em consequência da transgressão, da extremidade inferior de um vale, logo antes da sua embocadura, na planície aluvial do curso d'água principal. Esses lagos são barrados pelos diques marginais destes cursos d'água. Localmente emprega-se, para a maioria deles, a designação vaga de “lago”. Não é esse, entretanto, o caso do baixo rio Negro, o qual, contudo, não é absolutamente diferente dos outros.

A disposição é semelhante a de certas lagunas chamadas *limans*, visto que estas são estuários fechados por uma restinga, à beira do mar. Poder-se-ia empregar a expressão “liman fluvial”. Mas o traçado das margens, geralmente recortado, finamente cinzelado, é mais semelhante ao das rias que ao das costas lagunares. Isso justifica o emprego, por P. Gourou (1949), da expressão “rias fluviais”. O termo “estuário”, mais geral, seria mais cômodo, porém desde que fosse completado: “estuários interiores”.

Esses estuários interiores se caracterizam muitas vezes por um *deficit* aluvial particularmente agudo. Os cursos d'água locais, drenando somente o Neogeno, terminam, na maioria das vezes, por esses lagos, sem construir a menor acumulação. A cabeceira do estuário interior se traduz simplesmente por um retraimento gradual da superfície líquida que, assim, passa insensivelmente para o leito do rio. Foi observando esse fato que pudemos, anteriormente, datar de regressão pré-flandriana o modelado de dissecação muito fino do Neogeno amazônico e afirmar que

ele se tinha formado sob uma cobertura vegetal bem diferente da floresta atual.

A colmatagem desses estuários interiores é extremamente lenta. Muitos cursos d'água aí depositam sobretudo restos vegetais, matéria orgânica dissolvida, poucos elementos minerais em solução, e menos ainda em suspensão. Essas águas são negras e ácidas, por causa da matéria orgânica dissolvida. A vida aí é muito reduzida em virtude da pobreza mineral. Desse modo, o modelado de afogamento das formas de dissecção finamente buriladas se conserva muito bem. As pequenas rias de suas margens não conservadas perfeitamente frescas (Fig. 14).

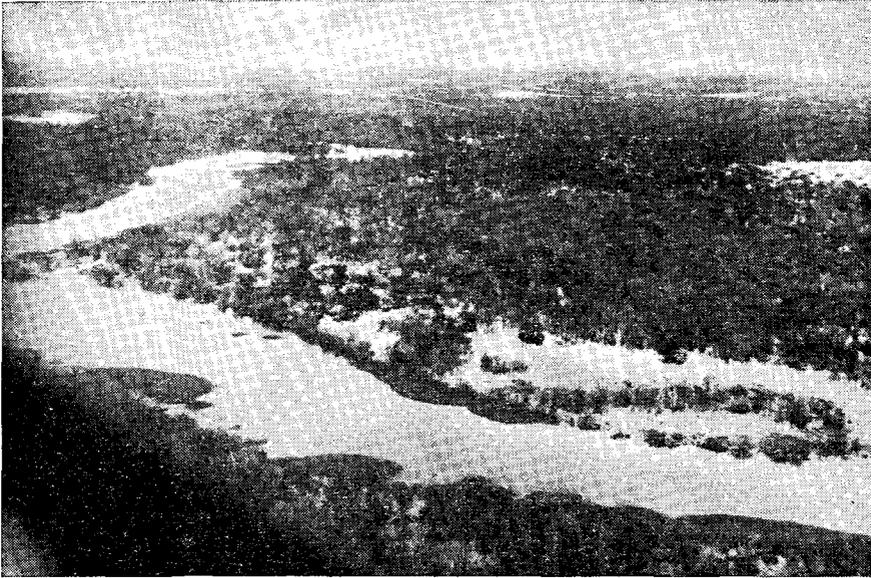


Fig. 14: O rio Tefé, a cerca de 20 km para montante do lago de Tefé (clichê JT CDXLI-16A). O fundo do vale está afogado. Ele é revestido por uma floresta anfíbia que aparece com uma tonalidade clara no mosaico de radar. Meandros, bacias, braços mortos.

A maioria desses estuários interiores está submetida a oscilações muito fortes do espelho d'água. Fazem exceção os que se comunicam mal com os grandes rios. Desse modo, a extensão do lençol lacustre varia consideravelmente. No lago de Tefé, a montante, a margem se desloca uma dezena de quilômetros entre a vazante (mosaico de radar) e a enchente. Uma planície aluvial de declive muito fraco, que é geralmente o manto de sedimentos de fundo de vale, está assim submetida a alternâncias de submersão e de emersão. Esse regime parece com o dos lamaçais litorâneos, tendo porém sucessões bem menos rápidas. Na época da emersão instalam-se canais pouco profundos na zona de flutuação. Eles descrevem meandros muito bem contornados, como os canais de maré dos lamaçais. Diques marginais baixos, limosos, formam as suas bordas. Quando a drenagem é um pouco melhor são colonizados por uma variedade de arbustos que os fazem sobressair (Fig. 15, 16, 17).

Outros estuários interiores são mais extensos e mais profundos. Tal como o baixo rio Negro, eles são muitas vezes comandados pela tectônica. Esse é o caso dos lagos Badajós, Piorini, Anamá. Tal é também o caso do baixo Tapajós que parece ocupar uma fossa de afundamento. A



Fig. 15: O rio Tefé, a cerca de 5 km do lago de Tefé (clichê JT CDXLI-17A). Inúmeros sectionamentos de meandros multiplicam os braços mortos.



Fig. 16: O rio Tefé, a cerca de 1 km do lago de Tefé (clichê JT CDXLI-18A). Os canais são muito mais largos; a vegetação é formada de pequenas árvores, em formação aberta. A floresta se desenvolve melhor sobre os diques marginais, submersos durante tempo menos longo. Meandros muito grandes.

profundidade alcança aí 80 m. Muito largo, o lago do baixo Tapajós, orientado na direção N-S, forma ondas quando açoitado pelos ventos do NE. Elas provocam uma deriva litorânea que se alimenta nas margens formadas pelo Neogenos. Constroem-se, assim, pelas restingas recurvadas.

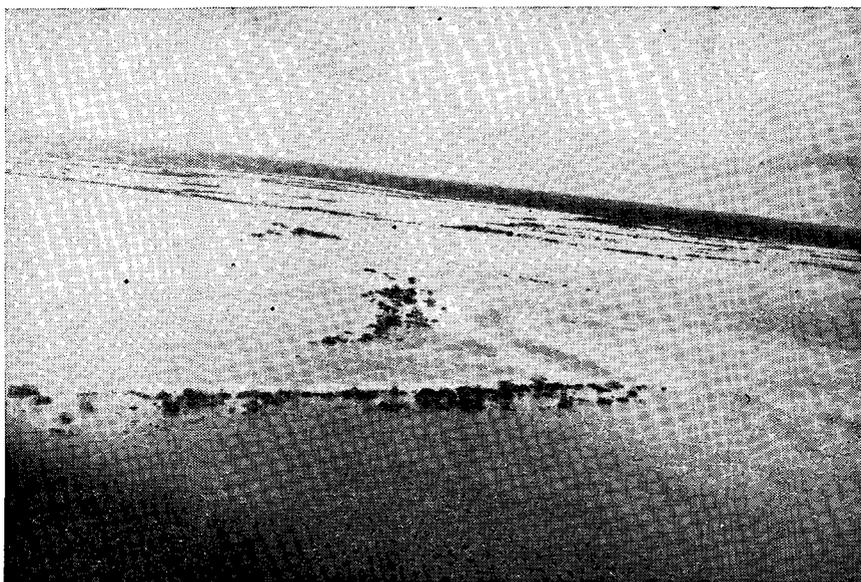


Fig. 17: Últimos diques marginais do rio Tefé no lago de Tefé (clichê JT CDXLI-19A). Alguns alinhamentos de arbustos balisam os diques marginais recobertos por uma lâmina d'água menos espessa. Esse aspecto corresponde aos alinhamentos esbranquiçados do mosaico de radar.

## CONCLUSÃO

As particularidades dos leitos dos cursos d'água da Amazônia brasileira só podem ser explicadas pela interferência de fatores azonais, como as oscilações glacioeustáticas do nível geral dos oceanos e a litologia, e de fatores zonais, bioclimáticos, sobretudo a fitostasia quase integral que reina sobre os interflúvios, graças a uma floresta densa, geralmente umbrófila, que praticamente não sofreu influências antrópicas.

O maior rio do mundo, correndo numa região abaixada, sobre formações móveis, pôde entalhá-las facilmente, durante os períodos de regressão, especialmente durante a regressão pré-flandriana. Se bem que a modelagem das vertentes tenha sido então muito mais ativa que em nossos dias e tenha assim fornecido maior quantidade de resíduos, um encaixamento profundo se verificou. Ele se propagou muito longe para montante, até perto das fronteiras brasileiras, ao longo dos grandes cursos d'água instalados sobre o Neogeno. Com efeito, entre Manaus e o oceano o gradiente foi quase triplicado pela regressão pré-flandriana. O grande volume dos rios permitiu a mobilização e o transporte de sedimentos, cuja fração mais grosseira é arenosa. Essas condições particulares permitiram o encaixamento dos grandes cursos d'água sob a influência da regressão, apesar de uma oscilação climática contemporânea, aumentando a carga sólida. Porém, o mesmo não aconteceu com os ramos menos importantes da rede. Durante a regressão pré-flandriana eles não entalharam os seus vales. Ao contrário, estes foram parcialmente afogados pelos depósitos das vertentes. Mantos de aluviões foram aí construídos. Para jusante eles vão concordar com os fundos de vales entalhados dos rios.

Um pouco antes do Holoceno a selva amazônica invadiu o domínio que ela ocupa hoje em dia. Essa modificação da cobertura vegetal repercutiu sobre a morfodinâmica. O modelado vigoroso de dissecação, finamente burilado por um escoamento superficial intenso, que se tinha

elaborado anteriormente durante a regressão pré-flandriana, foi fito-estabilizado. No final da transgressão dela resultou um elevado *deficit* aluvial. Os cursos d'água mais volumosos, pelas suas divagações, puderam solapar as vertentes neogenas e adquirir assim certa carga detrítica. Eles entulharam os seus fundos de vales e construíram assim depósitos aluviais cujos caracteres variam em função da maior ou menor abundância de areias. O curso inferior dos afluentes praticamente desprovidos de materiais detríticos, tendo sido barrado, transformou-se em lago. Esses lagos, digitados, às vezes muito profundos (sobretudo quando ocupam zonas de subsidência), alongados, com aspecto de rias, são uma particularidade da Amazônia brasileira.

Os pontos comuns com as formas de leitos fluviais da África ocidental são os seguintes:

— As oscilações climáticas fizeram alternar as condições de fitostasia sob mata densa, realizadas atualmente em vastas áreas, e condições de instabilidade devido à extensão de climas tropicais secos durante a última regressão. A mesma coisa provavelmente aconteceu antes, durante os períodos interglaciais e durante os períodos frios. Essas alternâncias, quando foram o fator determinante da morfogênese, provocaram a formação de terraços climáticos, com acumulação durante os períodos frescos, mais secos, e entalhamento durante as fases úmidas, mais quentes, durante as quais a mata densa se estendia ao máximo.

— Os cursos d'água que ocorrem sobre escudos, como o alto Madeira, foram superimpostos a partir de restos de coberturas e de aplainamentos do fim do Terciário. Eles também foram, por seu turno, influenciados pelas oscilações climáticas que deram origem, no decorrer do tempo, a terraços climáticos. O encaixamento atual comporta certos fenômenos de superimposição a partir do último entulhamento. As corredeiras, que são a regra em tais cursos d'água, resultam de uma combinação complexa de tais superimposições, de exumações de formas antigas, da remoção diferencial de rochas desigualmente alteradas abaixo do leito ou desigualmente fissuradas.

— Nas duas regiões a fitostasia resultante da florestas densa se traduz por uma reduzida carga aluvial que restringe consideravelmente a erosão propriamente dita (abrasão das saliências rochosas). A maior parte das aluviões provém de retrabalhamentos efetuados em detrimento de formações detríticas anteriores (mantos aluviais, Neogeno). Mas na África ocidental devem ser acrescentados os materiais mobilizados pela influência da degradação antrópica da vegetação. Esse não é o caso, ainda, na Amazônia. Fazemos votos para que a valorização dessa imensidade ainda vazia seja cercada de precauções bastantes, a fim de conservar a fitostasia atual.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE (G. Osorio de), 1956: "Furos, paranás e igarapés". Univ. Recife, Fac. Filosofia Pernambuco, Secção Geogr. e Hist 17,29 + XII p., 11 fig.; 11 phot.
- AVILA-PIRES (F. Dias), 1974: "Caracterização zoogeográfica da Província Amazônica". *An. Acad. Brasil. Ciências*, 46 (1), p. 133-181;
- DEL'ARCO (J. O.), RIVETTI (M), 1973: "Comparações entre as bacias sedimentares do Baixo Amazonas". 3.º Congr. Geogr. Brasil. (Belém), anexo do Projeto RADAM, I, 11 p.
- FITTKAU (E. J.), 1973/4: "Esboço de uma divisão ecológica da região amazônica". *A Amazônia Brasileira em Foco*, 9, p. 17-23.
- FITTKAU (E. J.), 1974: "Zur ökologischen Gliederung Amazoniens. I, die erdgeschichtliche Entwicklung Amazoniens". *Amazoniana* (V, 1), p. 77-134.
- GOUROU (P), 1949: "Observações geográficas na Amazônia". *Rev. Brasil. Geogr.*, XI, n.º 3, p. 355-408, jul.-set.
- GUERRA (A. Teixeira), 1959: *Geografia do Brasil: Grande Região Norte*. CNG, 422 p., 189 fig.
- HAFFER (J), 1969: "Speciation in Amazonian forest birds". *Science*, 165, p. 135-137.
- JOURNAUX (A), 1975: "Géomorphologie des bordures de l'Amazonie brésilienne: le modelé des versants, évolution paléoclimatique". *Bull. Ass. Géogr. Fr.*, 422/3, p. 5-18.
- KLAMMER (G), 1975: "Beobachtungen an Hängen im tropischen Regenwald des Unteren Amazonas". *Z. für Geom.*, 19, p. 273-286.
- LOCZY (L. de), 1966: "Contribuições à paleogeografia e historia do desenvolvimento geológico da bacia do Amazonas". Min. Minas e Energia, DNPM, Div. Geol. e Mineral., Bol. 223, 96 p., 8 fig., 2 pl. h. t.
- MENDES (J. Camargo), 1957: "Notas sobre a bacia sedimentar Amazônica". *Bol. Paulista de Geogr.*, 26, p. 3-37.
- PIMIANTA (J), 1957: "La sédimentation à l'aval du graben de l'Amazone". *Bull. Soc. Géol. France*, 6.º sér. VII, p. 729-736.
- PIMIANTA (J), 1957: "Sur l'abrasion d'un pseudo-delta amazonien". *C. R. Ac. Sc. Paris*, CCXLIV, p. 639-642.
- PIMIANTA (J), 1958 : "Modifications climatiques et subsidence récente affectant le glaciais Sud du bassin de l'Amazone". *C. R. Ac. Sc., Paris*, CCXLVI, p. 2268-2271.
- PIMIANTA (J), 1959: "Les deltas intermittents (existence d'un paléodelta de l'Amazone)". *Eclogae Geol. Helv.*, LI, p. 551-561.
- Projeto RADAM, 1974: Levantamento de Recursos Naturais. Vol. 5, Folha SA 22, Belém. Rio de Janeiro.

- SIOLI (H), 1969: "Ökologie im brasilianischen Amazonasgebiet". Arb. Abt. Tropenökologie Max Planck-Inst. für Limnologie, Plön, 56, p. 248-255.
- SIOLI (H), 1973: "Principais biótopos de produção primária nas águas da Amazônia". *Bol. Geogr.*, 236, p. 118-127.
- SIOLI (H), 1975: Amazonia tributaries and drainage basins. In HASLER: Coupling of land water systems. Springer Verlag, New York, p. 199-213.
- TRICART (J), 1974: "Existence, au Quaternaire, de périodes sèches en Amazonia et dans les régions voisines". *Rev. Géom. Dyn.*, 23, p. 145-158.
- TRICART (J), 1975: "Influence des oscillations climatiques récentes sur le modelé en Amazonie orientale (région de Santarém), d'après les images de radar latéral". *Z. für Geom.*, 19, p. 140-163.

## SUMMARY

The types of valley floors in the Amazon region are determined by the predominance of neogenic detrital formations accumulated in two lowered areas (the Amazon River Valley downstream from Manaus and the western Andean miogeosyncline), by recent tectonic movements, especially faultings (Solimões upstream from Coari and the lower Negro River), and by climate and sea-level combined fluctuations during the middle and recent Quaternary period. The weak resistance of the Neogene has allowed the development of a very extensive regressive incision from the Japurá confluence on the Solimões down to Porto Velho on the Madeira. This incision has coincided with a dry tropical climate and has caused the substitution of a savana favorable to the runoff for the ombrophilous forest. The flandrian transgression has coincided with the florestal restoration and thus with a phytostabilization. On local watercourses, alluvial sheets have been built during dry periods and have been incised upstream during phytostabilization periods. In Tarauacá, the Tarauacá and the Muru Rivers present two of these alluvial sheets, which are approximately at the same level, embedded in each other and partially floodable nowadays.

The incision of those alluvial sheets of valley floors occurs mostly through beds of very unstable meanders, with numerous abandoned meanders and backwaters, slowly covered by one to two meters underwater rooted vegetation. The evolution of the meanders is accelerated by the proportion of silt and clay in the alluvial sheet of the valley floor: in fact, only the sands are abandoned at a short distance on the convex banks while the thin particles are carried away in suspension. The result is a recession of the meandering concave banks faster than the accumulation of the correspondent convex banks, thus the widening of the river-bed favorable to the cutting off. The banks are attacked partially by the classical mechanism of undermining during flood periods but also by the recession of the water-saturated material banks during ebb periods and by violent eddies that are caused by the fall of the trees through undermining. The very superficial rooting of the ombrophilous forest, due to the rarity of assimilable minerals, favors this last process. The Juruá Valley offers particularly representative examples of such meanders.

Down the river, the alluvial sheets plunge to a sea level lower than the present one. The coincidence of time of the flandrian transgression and the phytostabilization done by the forest has provoked a general alluvial deficit of unequal importance according to the watercourses and to the sections:

— The maximum deficit occurs along the lower course of local streams that drain only the Neogene. Those streams flow into fluvial rias, flooded valley floors transformed into lakes whose level oscillates considerably according to the level variations of the great rivers (from 15 to 20 m on the Solimões River). There is no delta in those fluvial rias, a fact that proves the extreme weakness of solid alluvia. Those watercourses have extremely acid waters and poor ecosystems ("rios da fome") due to the lack of mineral elements.

— A smaller deficit occurs on watercourses that carry solid load but that are placed in fault angles, as the lower Negro River. It builds, in a tectonic ria, an embryonic delta with small thin natural levees submerged during high water. Similar natural levees follow the Trombetas River channel downstream.

— Toward Obidos, the Amazon River conveys a certain solid load due to the river branches that undermine the valley neogenic slopes. However, this load has hardly compensated for the fast flandrian transgression. Increasingly high natural levees can be observed along the more and more recent successive river branches. Large marginal enclosed basins remain between the base of the slopes and the relatively high natural levees that bank the present course where alluvial deltas are formed. Old abandoned branches are banked by submerged low natural levees except at very low-water periods. The Amazon waters contain allogenic dissolved minerals whose penetration into the enclosed basins during high water allows the development of a phytoplankton. This primary producer together with the floating prairies permits the development of more varied aqueous biocoenoses that form a more important biomass. The images from the ERST-1 satellite have permitted to register this phenomenon.

— Finally, during the transgression period, the sufficiently loaded watercourses, such as the Japurá and the Solimões, could build alluvial plains characterized by very important natural levee systems, generally with meanders. Those systems are perfectly visible on radar mosaics because of the differences of hight and reflectance of the several types of vegetation that are developed in that area.

## RÉSUMÉ

Les types de fonds de vallées sont fonction de la prédominance des formations détritiques néogènes, accumulées dans deux aires affaissées, le fossé de l'Amazone, en aval de Manaus, et le miogéosynclinal andin, à l'W, de mouvements tectoniques récents, surtout jeux de blocs faillés (Solimões en amont de Coari, bas Rio Negro) et des fluctuations combinées du climat et du niveau marin au Quaternaire moyen et récent. La faible résistance du Néogène a permis à une incision régressive de remonter fort loin, jusque près de Porto Velho sur le Madeira, du confluent du Japurá sur le Solimões. Elle a coïncidé avec un climat tropical sec, ayant fait remplacer la forêt ombrophile par une savane propice au ruissellement. La transgression flandrienne a coïncidé avec la reconquête forestière et, donc, avec phytostabilisation. Sur les cours d'eau locaux, des nappes alluviales se sont construites pendant les périodes sèches et ont été entaillées, à l'amont, lors des périodes de phytostabilisation. À Tarauacá, le R. Tarauacá et le R. Muru en montrent deux, dont le sommet est presque au même niveau. Elles sont emboîtées l'une dans l'autre et partiellement inondables actuellement.

L'incision de ces nappes alluviales de fond de vallées se fait le plus souvent par des lits à méandres très instables, avec nombreux méandres abandonnés et bras morts, lentement colonisés par la végétation qui peut s'enraciner sous 1-2 m d'eau. L'évolution des méandres est accélérée par la proportion de limons et d'argile dans la nappe alluviale de fond de vallée: en effet, seuls les sables sont abandonnés à faible distance sur les rives convexes, les particules fines sont emportées au loin en suspension. Il en résulte un recul des rives concaves des méandres plus rapide que l'accumulation sur les rives convexes correspondantes, donc des élargissements du lit propices aux recoupements. L'attaque des berges se fait en partie par sapement lors de la montée de la crue, mécanisme classique, mais aussi sous l'effet de foirages des berges au matériel saturé d'eau lors de la décrue et sous l'effet de violents tourbillons provoqués par la chute d'arbres basculés par sapement. L'enracinement très superficiel de la forêt ombrophile, due à la rareté des minéraux assimilables, favorise ce dernier processus. La vallée du Jurua offre des exemples particulièrement démonstratifs de tels méandres.

À l'aval, les nappes alluviales plongent vers un niveau marin bien inférieur à l'actuel. La coïncidence dans le temps de la transgression flandrienne et de la phytostabilisation par la forêt a provoqué un déficit alluvial général, mais d'importance inégale suivant les cours d'eau et suivant les tronçons:

— Le déficit maximum est réalisé le long du cours inférieur des rivières locales, ne drainant que le Néogène. Elles se terminent par des "rias fluviales", fonds de vallées inondés en lacs dont le niveau fluctue considérablement sous l'effet des variations de hauteur d'eau des grands fleuves (15-20 m sur le Solimões). Aucun delta ne s'observe à la tête de ces "rias fluviales", ce qui témoigne de l'extrême faiblesse des apports solides. Ces cours d'eau, par manque d'éléments minéraux, ont des eaux extrêmement acides et des écosystèmes d'une extrême pauvreté ("rios da fome")

— Un déficit un peu moindre apparaît sur des cours d'eau disposant d'une certaine charge solide mais installés dans des angles de faille, comme le bas Rio Negro. Il édifie, dans une ria tectonique, un delta embryonnaire aux levées maigrettes, effilées, qui sont submergées par les crues. Des levées semblables gagnent le chenal du R. Trombetas tout à l'aval.

— Sur l'Amazone, vers Obidos, une certaine charge solide est disponible grâce au sapement des versants néogènes de la vallée par certains bras. Mais elle a suffi à peine à compenser la rapide transgression flandrienne. Des levées d'altitude croissante s'observent le long des bras successifs de plus en plus récents. De vastes cuvettes marginales persistent entre le pied des versants et les levées relativement hautes bordant le cours actuel. Des deltas de débordement s'y édifient. De anciens bras abandonnés sont bordés de levées basses submergées sauf en période de très basses eaux (voir illustrations). Les eaux de l'Amazone contiennent des minéraux dissous. Ils sont allogènes. Leur pénétration dans les cuvettes lors de la montée des crues y permet le développement d'un phytoplancton, producteur primaire, qui avec les prairies flottantes, rend possible le développement de biocénoses aquatiques plus variées et formant une biomasse plus importante. Les images du satellite ERTS-1 ont permis d'enregistrer le phénomène.

— Enfin, les cours d'eau suffisamment chargés, comme le Japurá et le Solimões, ont pu édifier, pendant la transgression, des plaines alluviales caractérisées par des systèmes de levées très importants, généralement à méandres, parfaitement visibles sur les mosaïques de radar du fait des différences de hauteur et de réflectivité des divers types de végétation qui s'y développent.

# Organização espacial da agricultura no Estado do Rio de Janeiro\*

LUCY A. DA R. FREIRE  
MARIA THEREZINHA DE S. SOARES  
MARLENE P. V. TEIXEIRA

## INTRODUÇÃO

O estudo da organização espacial da agricultura, através da análise quantitativa e comparativa da criação e das culturas, consideradas separadamente, por meio de índices e, integradamente, através de uma regionalização agrícola e do uso de modelos, é fundamental para sua compreensão, assim como para qualquer política de planejamento.

Na primeira parte desse trabalho procurou-se fazer análise dos conceitos utilizados, delimitação da área de estudo e análise crítica dos dados. A segunda parte é constituída da análise das culturas e da criação animal, através de técnicas quantitativas, que permitiram uma avaliação da diversificação, concentração e combinação de cada uma das atividades. Na terceira parte da pesquisa fez-se uma integração dos dois tipos de uso da terra que, juntamente com outros critérios, levaram à regionalização, isto é, a uma descrição da organização espacial da agricultura no Estado do Rio de Janeiro. Concluindo, fez-se referência aos modelos de von Thünen e Sinclair, para melhor compreensão dessa organização, uma vez que, como nos referidos modelos, ela está voltada para o abastecimento de uma cidade, o Rio de Janeiro.

## I — O PROBLEMA CONCEITUAL

No estudo da organização da agricultura três conceitos são da maior importância: o de diversificação/especialização, o de concentração e o de combinação. É através deles que se tem uma noção da va-

\* Trabalho realizado pelo Setor de Geografia Humana do Instituto de Geociências e patrocinado pelo Conselho de Pesquisas da UFRJ.

riedade ou especialização de uma área quanto às culturas ou criação, da maior concentração no espaço de cada tipo de lavoura ou animal e, finalmente, do número e tipos de culturas que entram em determinada combinação.

Visando a tornar mensuráveis esses conceitos, índices foram criados por estudiosos diversos, os quais serão aqui analisados.

#### a) Análise dos Índices Utilizados

Shyam S. Bathia, geógrafo indú, estabeleceu um índice muito simples para determinar a diversificação das culturas (1). Considera somente duas variáveis: número de cultivos e percentagem da área cultivada com cada um. Inicialmente, verificou que na Índia, em muitos distritos, o número de cultivos variava de dois a dez; partindo do pressuposto de que o maior número de cultivos produzidos em um distrito era dez, cada cultivo, em termos teóricos, ocupava 10% da área cultivada se todos os cultivos fossem uniformemente distribuídos. Neste caso a diversificação era grande. Evidentemente, quanto maior o número de cultivos que ocupam mais de 10% da área cultivada em um distrito, e quanto mais próximo o valor de cada cultivo de 10%, maior seria o seu grau de diversificação. Esta é uma medida quantitativa simples, permitindo constatar a diversificação e, por oposição, a especialização:

$$ID = \frac{\sum \text{da } \% \text{ da área cultivada com } n \text{ cultivos}}{\text{número de } n \text{ cultivos}}$$

onde: ID é o índice de diversificação

n — cultivos que ocupam 10% ou mais da área cultivada. Quanto mais baixo o valor do índice mais elevado o grau de diversificação. O maior índice que se pode obter é 100, caso de uma área monocultora. Assim como Bathia utilizou dez cultivos, pode-se utilizar qualquer outro número total de culturas, o que vai fazer variar o percentual teórico que deveria ser ocupado por cada um.

Este índice mostra a diversificação/especialização de cada área considerada, mas não indica o que ela representa dentro de uma unidade maior. Por isso, o próprio Bathia propôs outro índice, o de concentração, para verificar a razão entre a área cultivada com uma cultura e a área total cultivada em uma determinada unidade, comparada com a razão idêntica para o país ou o estado (2). A fórmula utilizada foi a seguinte:

$$IC = \frac{\frac{a}{at}}{\frac{A}{AT}}$$

onde:

a = área da cultura x na unidade menor

at = área cultivada total na unidade menor

A = área da cultura x na unidade maior

AT = área cultivada total na unidade maior

Se o valor do índice é maior do que a unidade, a área menor participa com uma parte maior do que teria se a distribuição fosse uniforme e, em consequência, essa área tem uma concentração passível de estudo.

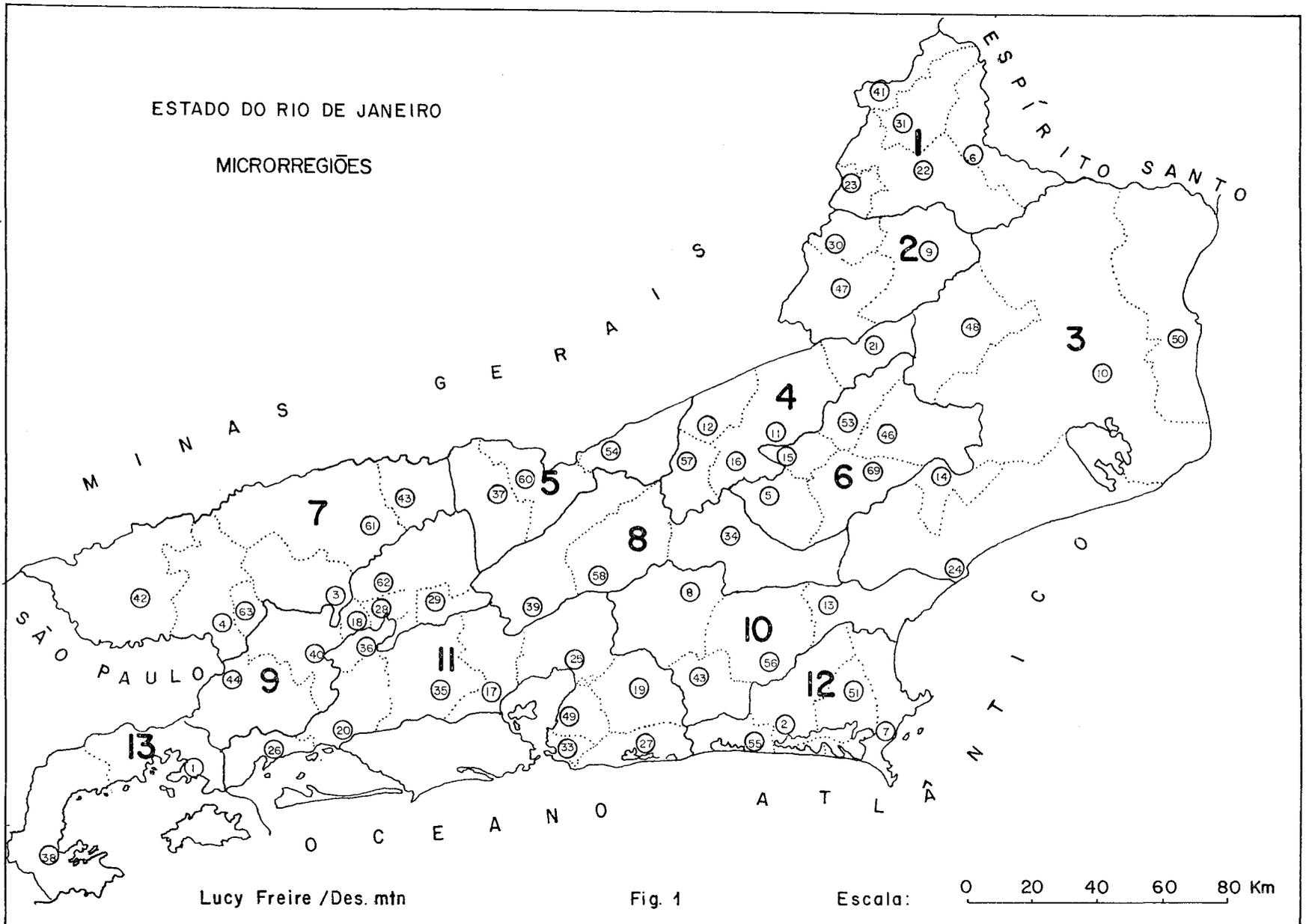
Enquanto os índices de Bathia procuram ver se numa área há diversificação/especialização, sem considerar as culturas que integram a análise, ou se há ou não concentração, sem considerar a existência de outras culturas que coexistam com a cultura em questão, o índice de combinação de culturas de John Weaver trata, justamente, de verificar o tipo de combinação de culturas que ocorre em determinada área. Segundo Weaver, “as plantas cultivadas crescem em associações e combinações, e qualquer tentativa de compreensão dos padrões geográficos de utilização de terra com culturas deve ser encarado neste nível de descrição e análise” (3). A elaboração do índice de Weaver está apoiada em percentagem da área cultivada com cada cultivo, sendo consideradas aquelas que ocupam 1% ou mais da área total de cada unidade considerada. Ao colocar em ordem as percentagens obtidas para cada cultivo de uma unidade de área, pode-se construir uma curva com declives diferentes para cada unidade; evidentemente, será impossível comparar cada curva entre si: caso se traçasse uma curva média para uma região, esta curva só teria validade para essa área. “A curva desejável deveria ser derivada de uma base universal, teoricamente lógica, mas abstrata” (3). A partir dessa curva e utilizando-se o seu significado numérico, podem-se fazer análises, verificando-se que cultivos podem aparecer como significativos para definir a combinação agrícola. Parte-se do pressuposto de que, se numa unidade houvesse três cultivos, cada um deveria ocupar 33,33% da área; se houvesse seis cultivos, cada um deveria ocupar 16,67% da área, etc., estando cada cultivo equidistribuído. Tendo em vista este modelo, o problema consiste em comparar as percentagens das unidades com a da curva teórica. Aquela que menos se afastar será considerada como definidora da unidade em consideração. Desse modo é possível agrupar unidades espaciais, segundo a combinação dos respectivos cultivos (4).

#### **b) Conceituação de Região Agrícola e Critérios Utilizados**

O termo região é usado, em geral, para significar uma parte da superfície terrestre que se distingue, de alguma forma definida, das áreas em redor (5). Essa distinção pode basear-se quer nas relações entre objetos, que podem eles mesmos ser diferentes (caso das regiões nodais) quer nas semelhanças entre propriedades inerentes aos objetos classificados (caso das regiões uniformes). A regionalização agrícola tem como fim reconhecer regiões uniformes do ponto de vista da utilização do espaço pela agricultura. É este fim que determinará os critérios selecionados para a regionalização.

O primeiro aspecto que surge na seleção desses critérios é o reconhecimento de quatro tipos possíveis de utilização da terra com relação aos estabelecimentos agrícolas: pastagens, lavouras, matas e terras incultas. A proporção de cada um desses tipos foi o critério ou “característica diferenciadora” (5) em que se baseou a regionalização. O segundo aspecto é relativo ao produto resultante da utilização da terra pela lavoura, e o tipo de gado (quanto à finalidade da criação) que utiliza as pastagens, tendo sido esses dois aspectos considerados como “características acessórias” (5), variando o primeiro em qualidade (tipo de produto agrícola) e o segundo em qualidade e quantidade (tipo de rebanho leiteiro ou de corte e tamanho do rebanho).

Com base na “característica diferenciadora” e nas “características acessórias” e utilizando como unidade básica as microrregiões homogêneas (Fig. 1 Tab. 1) tentou-se, neste trabalho, iniciar a regionaliza-



ção a partir do nível mais alto, o Estado, utilizando o método de regionalização analítica na qual uma área é dividida em regiões pela subdivisão (5), para se chegar a um sistema de regiões que, por sua vez, serão caracterizadas e subdivididas.

Tabela 1 — Estado do Rio de Janeiro

*Microrregiões e Municípios que as compõem*

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>1 — Itaperuna</b>            | 61 — Valença                            |
| 22 — Itaperuna                  | 63 — Volta Redonda                      |
| 6 — Bom Jesus do Itabapoana     | <b>8 — Serrana Fluminense</b>           |
| 23 — Laje do Muriaé             | 34 — Nova Friburgo                      |
| 31 — Natividade                 | 39 — Petrópolis                         |
| 41 — Porciúncula                | 58 — Teresópolis                        |
| <b>2 — Miracema</b>             | <b>9 — Vassouras-Piraí</b>              |
| 30 — Miracema                   | 62 — Vassouras                          |
| 9 — Cambuci                     | 40 — Piraí                              |
| 47 — Santo Antônio de Pádua     | 18 — Engenheiro Paulo de Frontin        |
| <b>3 — Açucareira de Campos</b> | 28 — Mendes                             |
| 10 — Campos                     | 29 — Miguel Pereira                     |
| 14 — Conceição de Macabu        | 44 — Rio Claro                          |
| 24 — Macaé                      | <b>10 — Bacias de São João e Macacu</b> |
| 48 — São Fidélis                | 8 — Cachoeiras de Macacu                |
| 50 — São João da Barra          | 13 — Casimiro de Abreu                  |
| <b>4 — Cantagalo</b>            | 43 — Rio Bonito                         |
| 11 — Cantagalo                  | 56 — Silva Jardim                       |
| 12 — Carmo                      | <b>11 — Fluminense do Grande Rio</b>    |
| 16 — Duas Barras                | 17 — Duque de Caxias                    |
| 21 — Itaocara                   | 19 — Itaboraí                           |
| 57 — Sumidouro                  | 20 — Itaguaí                            |
| <b>5 — Três Rios</b>            | 25 — Majé                               |
| 60 — Três Rios                  | 26 — Mangaratiba                        |
| 37 — Paraíba do Sul             | 27 — Maricá                             |
| 54 — Sapucaia                   | 32 — Nilópolis                          |
| <b>6 — Cordeiro</b>             | 33 — Niterói                            |
| 15 — Cordeiro                   | 35 — Nova Iguaçu                        |
| 5 — Bom Jardim                  | 36 — Paracambi                          |
| 46 — Santa Maria Madalena       | 49 — São Gonçalo                        |
| 53 — São Sebastião do Alto      | 51 — São João de Meriti                 |
| 59 — Trajano de Moraes          | <b>12 — Cabo Frio</b>                   |
| <b>7 — Vale do Paraíba</b>      | 7 — Cabo Frio                           |
| 3 — Barra do Piraí              | 2 — Araruama                            |
| 4 — Barra Mansa                 | 52 — São Pedro d'Aldeia                 |
| 42 — Resende                    | 55 — Saquarema                          |
| 45 — Rio das Flores             | <b>13 — Baía da Ilha Grande</b>         |
|                                 | 1 — Angra dos Reis                      |
|                                 | 38 — Parati                             |

### c) Modelos de Localização da Atividade Agrícola

Dois modelos destacam-se na explicação da localização agrícola: o de von Thünen e o de R. Sinclair.

A explicação clássica do uso da terra agrícola em torno das cidades foi dada pelo modelo de von Thünen (6), que procurou identificar os mecanismos básicos geradores desse padrão. Esse mecanismo seria a *economic rent* (lucro de um investimento sobre certa terra), que dependeria do tipo de uso do solo e dos custos de transporte até o mercado, isto é, a cidade. Como decorrência desses fatores, a intensidade do uso do solo declinaria com as distâncias da cidade. O modelo de von Thünen resistiu ao teste do tempo, mas a situação imaginada por ele para a constatação do seu modelo é muito diferente em várias partes do mundo, não se adaptando às modernas nações, onde o fenômeno de concentração humana em grandes cidades é uma realidade.

Enquanto von Thünen considerou uma cidade estática, as aglomerações urbanas atuais estão passando por um processo de expansão, decorrente do crescimento da população e da constante necessidade de áreas para uso urbano. Partindo desse fenômeno, Robert Sinclair (7) desenvolveu um outro modelo, que é o inverso do de Thünen, segundo o qual a intensidade da agricultura aumentaria, em vez de diminuir, com a maior distância da cidade, devido a vários fatores: a — na competição pelo uso rural ou urbano da terra, este, por pagar mais altos preços, tem preferência; b — em áreas mais distantes, onde a urbanização é esperada, a terra também é mais valorizada; tal terra tem seu valor aumentado e é comprada por especuladores, ou conservada por seus proprietários originais para futura especulação; c — finalmente, a terra que o dono pensa que possa ter um uso urbano, num futuro vago, muda de valor; geralmente não muda de dono, mas este a utiliza de maneira a não investir muito dinheiro, nem a longo prazo. Em resumo, há um *air of anticipation* associado às terras rurais próximas às modernas áreas urbanizadas.

### d) A Área de Estudo

A área escolhida para estudo foi a do Estado do Rio de Janeiro antes da fusão, cuja organização espacial da agricultura refletiu, desde o início, a existência de três unidades distintas, em função do relevo: a planície, a serra e o planalto.

A atividade agrícola caracterizou-se, inicialmente, pelo cultivo da cana-de-açúcar nas áreas de planície, e do café na serra e planalto. Como produtos de exportação, ambos se destinavam ao porto do Rio de Janeiro, o que gerou a implantação de vias de comunicação com o interior, tendo sido a função portuária um fator básico no desenvolvimento econômico da cidade. À medida que, pelo acúmulo de funções, a cidade teve um enorme crescimento populacional e espacial, suas necessidades de abastecimento aumentaram. Face às possibilidades decorrentes das diferenças de ordem topográfica, climática e pedológica, o Estado do Rio de Janeiro diversificou sua produção agrícola e desenvolveu a pecuária.

De acordo com os dados do Censo Agrícola de 1970, o Estado possui 72.390 estabelecimentos agrícolas, que ocupam uma área de 3.287.812 ha, correspondendo a 78,03% da área total do Estado. Desse total, a área ocupada com pastagens atinge 52,43%, o que demonstra a importância da pecuária regional; mas a quase totalidade da área de pasto caracteriza-se por ser de pasto natural (92%), o que demonstra o caráter exten-

sivo da criação fluminense. Ocupando uma área bem menos expressiva aparece a lavoura (19,14%), dos quais 72,26% correspondem a lavouras temporárias. As matas e florestas ocupam 14,69% e as terras em descanso e terras produtivas não utilizadas ocupam 7,52%. Da área estadual não incluída nos estabelecimentos agrícolas, aproximadamente 25% constituem Florestas Protetoras da União, Parques Nacionais e Reservas Biológicas (IBDF).

A pecuária, atividade agrícola mais característica do Estado, é, predominantemente, leiteira, fato explicado pela proximidade de uma área metropolitana de mais de sete milhões de habitantes, que exige a presença de uma bacia leiteira para abastecer essa população.

A lavoura, apesar de não ser, atualmente, a mais característica atividade agrícola do Estado, apresenta-se hoje bem mais diversificada do que no passado, já que a finalidade da produção liga-se, atualmente, muito mais a um mercado interno do que à exportação.

A necessidade de uma regionalização agrícola do Estado do Rio de Janeiro liga-se ao fato de ser este um Estado importante do Sudeste do País, funcionando também como área de influência mais próxima de uma grande metrópole: a cidade do Rio de Janeiro.

#### e) O Material Empírico

Tendo sido o trabalho iniciado em 1974 e não havendo ainda sido publicado o Censo Agrícola do Estado do Rio de Janeiro relativo a 1970, na primeira parte do trabalho, relativa à aplicação dos índices de diversificação, concentração e combinação com a agricultura estadual, utilizou-se para a lavoura os dados obtidos na Divisão de Estatística do IBGE (Produção Agrícola: culturas temporárias e permanentes — 1969), a nível municipal, e para a pecuária os dados da mesma fonte, a nível de microrregião homogênea, uma vez que não havia dados sobre área de pastagens a nível municipal. Vários desses índices foram utilizados na segunda parte do trabalho relativa à regionalização agrícola.

A necessidade de uma visão geral da utilização da terra no Estado foi preenchida pelos dados coletados por estabelecimento e tabulados a nível de microrregião, constantes do Plano Agropecuário de Desenvolvimento (Estado do Rio de Janeiro, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, INCRA-1969).

Uma comparação entre os dados do Plano Agropecuário (1969) e os do Censo Agropecuário (1970), publicado no 1.º semestre de 1975, mostrou pequenas diferenças quanto à área ocupada por lavouras e por pastagens, a nível de microrregião, com exceção da microrregião XIII. Quanto às áreas de matas, houve maiores discrepâncias nas microrregiões VIII, IX, X e XI e uma grande diferença na microrregião XIII, sendo os valores correspondentes ao Plano sempre maiores. Essas áreas são, justamente, as que incluem uma grande parte dos contrafortes e da própria encosta da Serra do Mar, onde propriedade particular e pública se confrontam, sendo difícil, e muitas vezes irreal, o cálculo feito por parte dos proprietários dos estabelecimentos. Quanto aos demais usos, o Plano de Desenvolvimento ainda distingue: terras incultas, terras inaproveitáveis e terras com benfeitorias, enquanto o Censo Agropecuário só tabulou o que chamou de terras em descanso ou não utilizadas. Comparando os valores das terras incultas (Plano) com o das terras em descanso ou não utilizadas (Censo), observaram-se diferenças que, considerados os valores em percentagens, atingem, no máximo, 10%, sendo sempre menores os valores do Censo.

Sendo uma das bases da regionalização agrícola a utilização da terra, adotou-se o Plano, uma vez que este coincide, no tempo, com os dados obtidos no Departamento de Estatísticas Agropecuárias do IBGE e utilizados na primeira parte deste trabalho. Os dados do Plano resultaram de uma pesquisa que incluiu questionários dos estabelecimentos e pesquisa de campo minuciosa.

A publicação do Censo Agropecuário do Estado do Rio de Janeiro, pelo IBGE, trouxe algumas contribuições valiosas para esclarecer ou complementar as anteriores, as quais se julgou válido utilizar, apesar de coletadas posteriormente. Assim, foram utilizados, para a regionalização, os dados relativos à avicultura, hortaliças e número de cabeças de gado para leite e corte, dados esses de grande importância para caracterizar ou diferenciar certas áreas.

Assim, reconhecendo a diversidade de fontes utilizadas, decorrente da inexistência do Censo, o curto espaço de um ano entre a coleta de dados não invalida e, ao contrário, enriquece o trabalho.

## II — APLICAÇÃO DOS ÍNDICES

### *Na Análise das Culturas*

Dos municípios do Estado do Rio de Janeiro apenas dois não apresentam áreas cultivadas (Nilópolis e São João de Meriti), por terem sua superfície totalmente urbanizada. A área cultivada é bem pequena em relação ao Estado, cuja superfície, de 454.213.400 ha, só apresenta 454.273 ha cultivados, correspondendo a 10,78% da área total. Para melhor compreender a distribuição espacial da área cultivada foi feito um levantamento da mesma em cada município e depois calculada a percentagem em relação à superfície municipal. Os resultados foram hierarquizados e, por meio de um gráfico de dispersão linear, pôde o Estado ser dividido em cinco classes, de acordo com a área ocupada pela lavoura, concluindo-se que predominam, na quase totalidade do Estado, municípios com menos de 27% de sua área ocupada por culturas (Fig. 2).

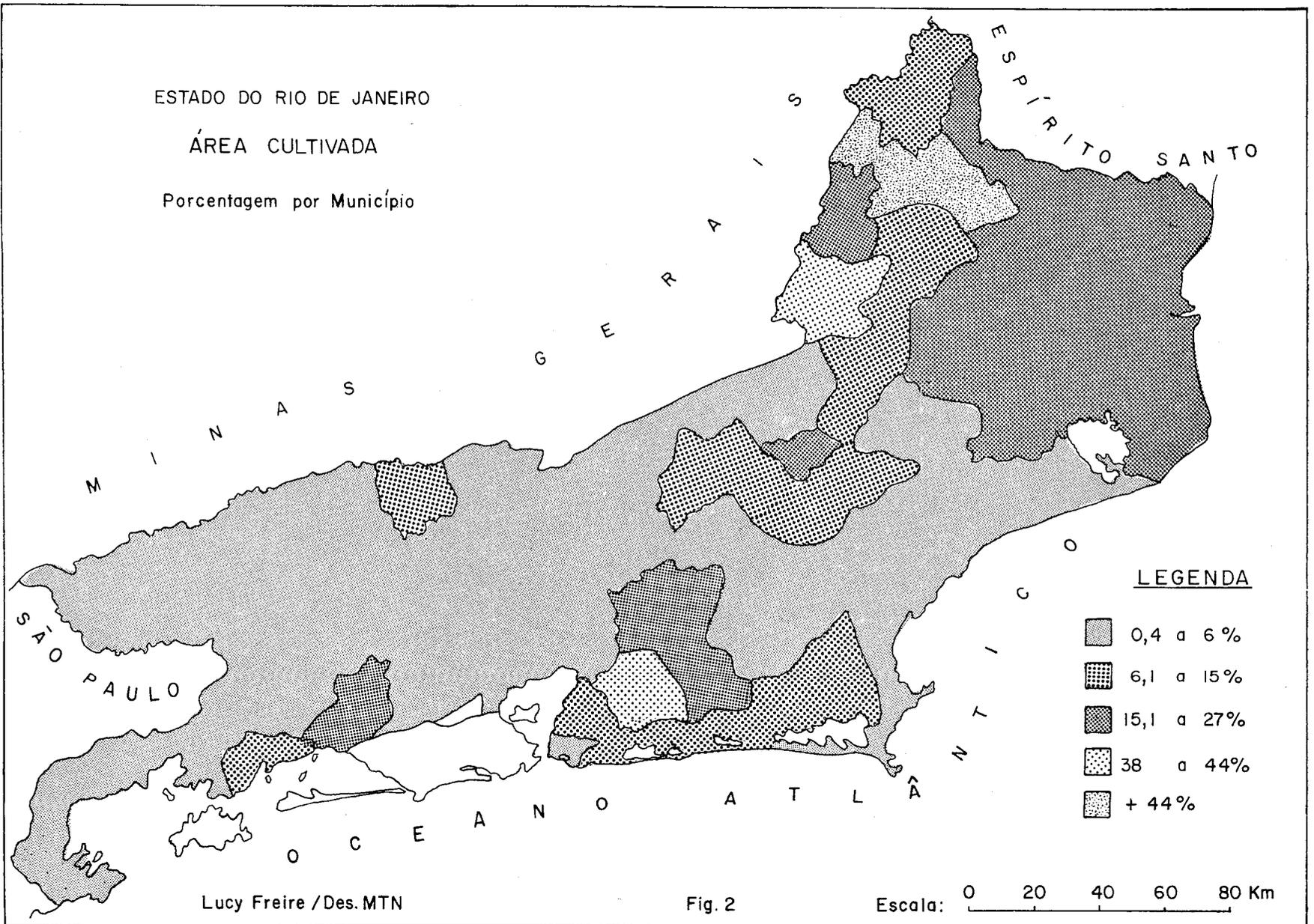
Um levantamento de todos os produtos de cada município foi feito, verificando-se a área cultivada com cada um. Classificados em produtos temporários e permanentes, constatou-se que predominam, no Estado, os temporários, ocupando 83,42% da área cultivada, ficando para as culturas permanentes 16,57%. Embora a diferença seja grande quanto à área ocupada, não o é quanto ao número de produtos, pois dos 34 produtos cultivados no Estado do Rio de Janeiro, 18 eram cultivos temporários e 16 culturas permanentes. A tendência à monocultura foi também constatada, já que 11 municípios têm mais de 70%, 13 estão entre 60 e 70% e 11 possuem de 50 a 60% de sua área cultivada com um só produto.

Como a hierarquização agrícola é necessária para a aplicação do índice de concentração de culturas, foram calculadas as percentagens de cada cultura em relação à área total cultivada no município e mapeadas aquelas culturas que ocupavam o primeiro e segundo lugares quanto à área cultivada (Figs. 3 e 4). Assim, aparecem ocupando a primeira hierarquia, no Estado, os seguintes produtos: cana-de-açúcar, milho, arroz, mandioca, laranja, banana e tomate. Desses produtos ocupam maior área no Estado a cana-de-açúcar e o milho, sendo que a

ESTADO DO RIO DE JANEIRO

ÁREA CULTIVADA

Porcentagem por Município



Lucy Freire / Des. MTN

Fig. 2

Escala: 0 20 40 60 80 Km

primeira aparece em primeira hierarquia em oito municípios e o milho em vinte e quatro.

A cana-de-açúcar predomina no nordeste do Estado, abrangendo áreas fisiográficas diferentes. Embora predomine na Baixada dos Goitacazes, ela é também encontrada em dois municípios próximos à Baixada: Itaocara e Bom Jesus do Itabapoana. É cultivada, principalmente, na região de planície aluvial do Baixo Paraíba do Sul, estendendo-se também pela área de baixos tabuleiros terciários onde a terra é pouco fértil e requer o emprego de fertilizantes. Já nas terras de massapê, nas partes sul e leste de Campos, o cultivo se faz sem interrupção e dispensa o emprego de adubos. No norte fluminense a cana-de-açúcar aparece, em segunda hierarquia, em vários municípios, próximos à área de maior ocorrência, como São João da Barra e São Fidélis (Zona da Baixada dos Goitacazes). Ainda em zona de baixada, a cana se prolonga, em segunda hierarquia, por Rio Bonito e Silva Jardim. A importância da cana-de-açúcar na produção agrícola do Estado pode ser avaliada pelo fato de ocupar 31,31% da área total cultivada e, em relação ao Brasil, corresponder a 8,50% da área cultivada com cana-de-açúcar.

Ao contrário da cana-de-açúcar, o milho predomina, em primeira hierarquia, na bacia do Paraíba do Sul, estendendo-se desde o norte do Estado até o oeste, isto é, do Município de Prociúncula até o Município de Barra Mansa. Ainda nesta bacia o milho aparece, em segunda hierarquia, nos Municípios de Natividade e Itaocara, ao norte, e no Município de Resende, a oeste. Prolongando a faixa de primeira hierarquia para o sul, ele ocupa alguns municípios da Zona Serrana e da Baixada da Guanabara. A distribuição espacial do milho liga-se ao consumo regional e à comercialização. O milho ocupa 19,52% da área agrícola do Estado e em relação ao Brasil, 0,91%.

O arroz aparece, na primeira e segunda hierarquia, no norte do Estado e esparsamente distribuído, na segunda hierarquia, em outras áreas. No norte a lavoura rizícola tem se expandido nos vales da região, ocupando as terras de várzeas onde se pratica a irrigação. Destina-se, especialmente, aos mercados de São Paulo, Niterói e Rio de Janeiro. No Município de Campos, embora o arroz apareça em segunda hierarquia, tem expressão espacial pequena, pois, enquanto a cana-de-açúcar ocupa uma área de 64.000 ha, ele somente ocupa 1.850 ha. O arroz, embora seja uma cultura em expansão no Estado, tendo, nos últimos anos, aumentado sua área de produção, corresponde somente a 1,80% da área dedicada à rizicultura no Brasil e a 18,30% na área agrícola do Estado.

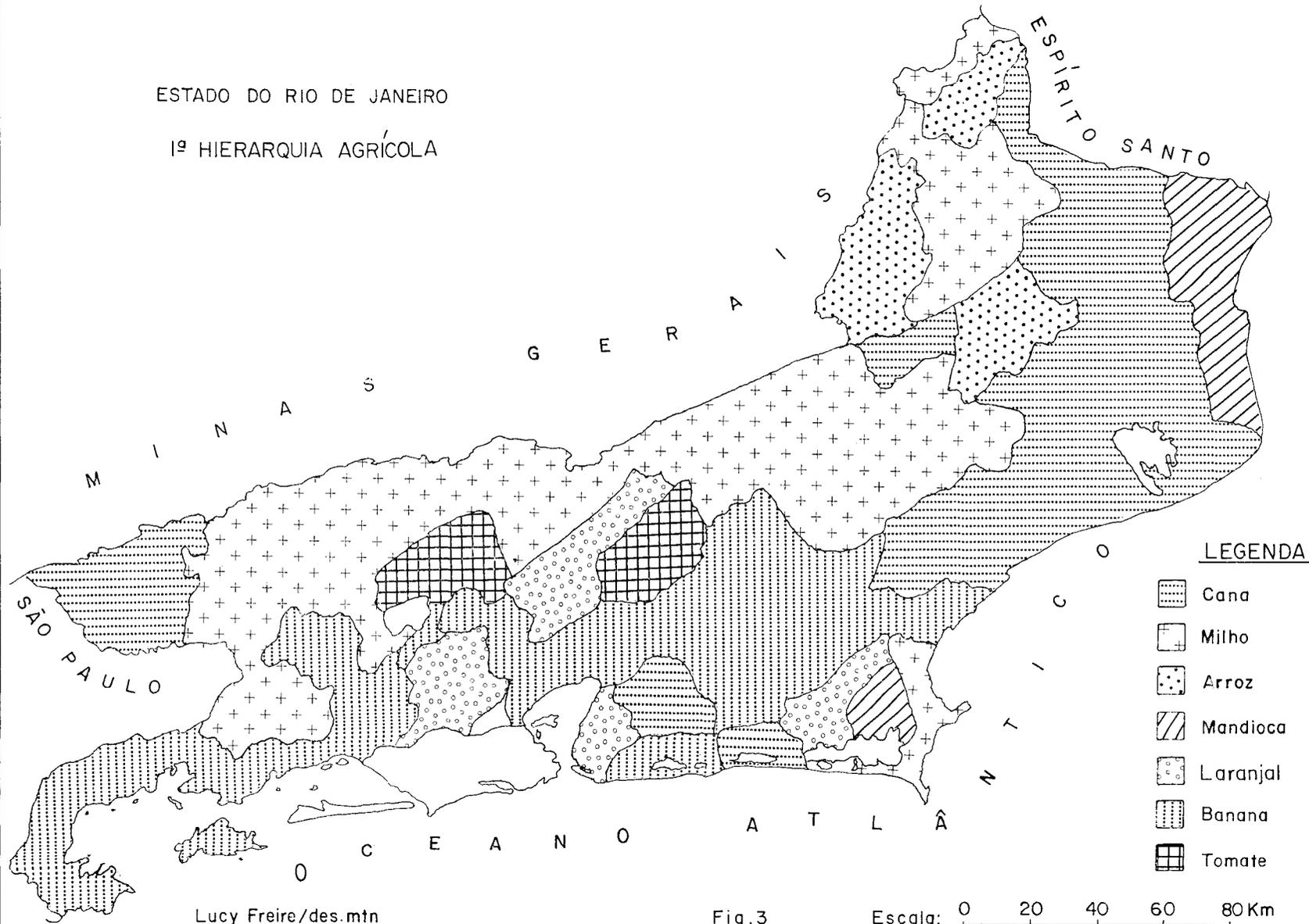
A mandioca aparece, na primeira hierarquia, em forma descontínua, ocupando área de baixada. Destaca-se São João da Barra como maior produtor de mandioca e farinha, possuindo mais de duas centenas de pequenas fábricas de farinha de mandioca, que constituem sua principal indústria.

A banana predomina em primeira hierarquia nos municípios das baixadas de Sepetiba, Araruama e Guanabara. Em relação ao Brasil a área total cultivada é bem significativa, 13,10%, embora no Estado corresponda somente a 7,88%.

Ainda em primeira hierarquia aparece a laranja e o tomate. A laranja apresenta expressão espacial importante nos Municípios de Araruama, Niterói, São Gonçalo, Nova Iguaçu e Petrópolis e, em segunda hierarquia, nos Municípios de Itaboraí, Maricá e São Pedro d'Aldeia; o tomate, em Vassouras e Teresópolis.

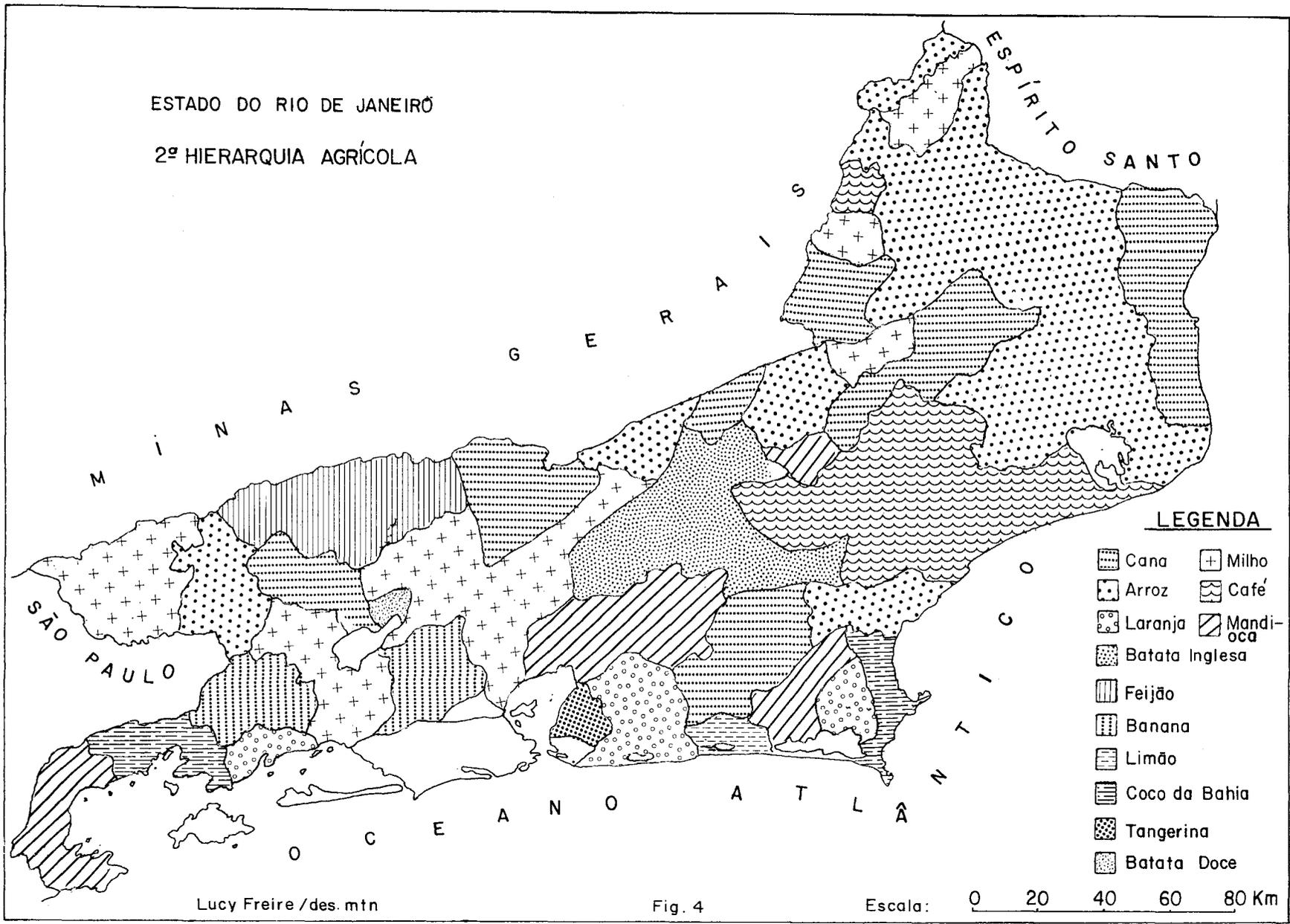
ESTADO DO RIO DE JANEIRO

1ª HIERARQUIA AGRÍCOLA



ESTADO DO RIO DE JANEIRO

2ª HIERARQUIA AGRÍCOLA



**LEGENDA**

- [Diagonal lines] Cana
- [Dotted pattern] Arroz
- [Cross-hatch pattern] Laranja
- [Stippled pattern] Batata Inglesa
- [Vertical lines] Feijão
- [Horizontal lines] Banana
- [Wavy lines] Limão
- [Diagonal lines] Coco da Bahia
- [Cross-hatch pattern] Tangerina
- [Dotted pattern] Batata Doce
- [+ symbol] Milho
- [Wavy lines] Café
- [Diagonal lines] Mandioca

Lucy Freire / des. mtn

Fig. 4

Escala: 0 20 40 60 80 Km

## Diversificação de Culturas

Encontramos cultivados, no Estado do Rio de Janeiro, trinta e quatro produtos, sendo alguns com pequena expressão espacial, variando o total de culturas, por município, de cinco a vinte e dois produtos.

Utilizando os princípios expostos por Bathia e adaptando-os à realidade da lavoura fluminense, obteve-se, como limite mínimo da área plantada, para fins de análise, o percentual de 7,5. Esse limite foi obtido somando-se o número de culturas de todos os municípios (831) e dividindo-o pelo número de municípios, encontrando-se a média de culturas (13,5). Considerando-se 100 a área total cultivada e dividindo-se por 13,5, obteve-se a área mínima de 7,5%, isto é, a percentagem que, teoricamente, deveria ser ocupada por cada cultura. Quanto maior o número de culturas que ocupam 7,5% da área, ou cujo valor mais se aproxime de 7,5, maior o grau de diversificação. Assim, tomando como exemplo o Município de Araruama, onde somente três produtos são cultivados em área superior a 7,5%, respectivamente, laranja, mandioca e milho, aplicou-se o índice de diversificação:

$$ID = \frac{60,17 + 20,06 + 12,64}{3} = \frac{92,87}{3} = 30,96$$

Esse índice foi obtido para todos os municípios e, após esse cálculo, eles foram hierarquizados (Tab. 2). O agrupamento em classes foi feito por um gráfico de dispersão linear, caracterizando-se duas classes: baixa diversificação (valores compreendidos entre 15,00 e 47,00) e alta diversificação (valores acima de 82,00).

Através do mapeamento (Fig. 5) constatou-se o predomínio de alta diversificação em 53 municípios do Estado e baixa diversificação ou especialização em apenas oito: Angra dos Reis, Mangaratiba e Parati (banana), São Pedro d'Aldeia (mandioca), Conceição de Macabu e Campos (cana-de-açúcar), São Gonçalo (laranja) e Volta Redonda (milho).

As regiões mais caracterizadas por uma especialização agrícola são as da baixada de Campos e porção sul do litoral Fluminense. Na primeira, onde a maior parte da área cultivada é aproveitada com a cana-de-açúcar, além das propriedades das usinas, há grandes e pequenos fornecedores do produto. Na porção sul do litoral Fluminense, constituído por baixadas estreitas, compartimentadas entre a montanha e o mar, a banana é o produto comercial por excelência, tendo se expandido a partir da baixada Santista, visando à colocação no mercado carioca.

## Concentração de Culturas

O índice de concentração de culturas foi aplicado aos cinco produtos considerados mais importantes, pelo fato de ocuparem primeira hierarquia em maior número de municípios e também as maiores áreas cultivadas do Estado. Os produtos são os seguintes: cana-de-açúcar, milho, arroz, mandioca e banana, e também a laranja, em virtude de caracterizar uma área próxima à metrópole.

Os resultados foram hierarquizados e depois estabelecidas as classes de concentração, que foram mapeadas, sendo a análise feita segundo as unidades do relevo.

Para a cana-de-açúcar foram encontradas duas classes: alta e baixa concentração (Fig. 6). A cana-de-açúcar apresenta alta concentração nos Municípios de Campos, Conceição de Macabu e Macaé, onde aparece

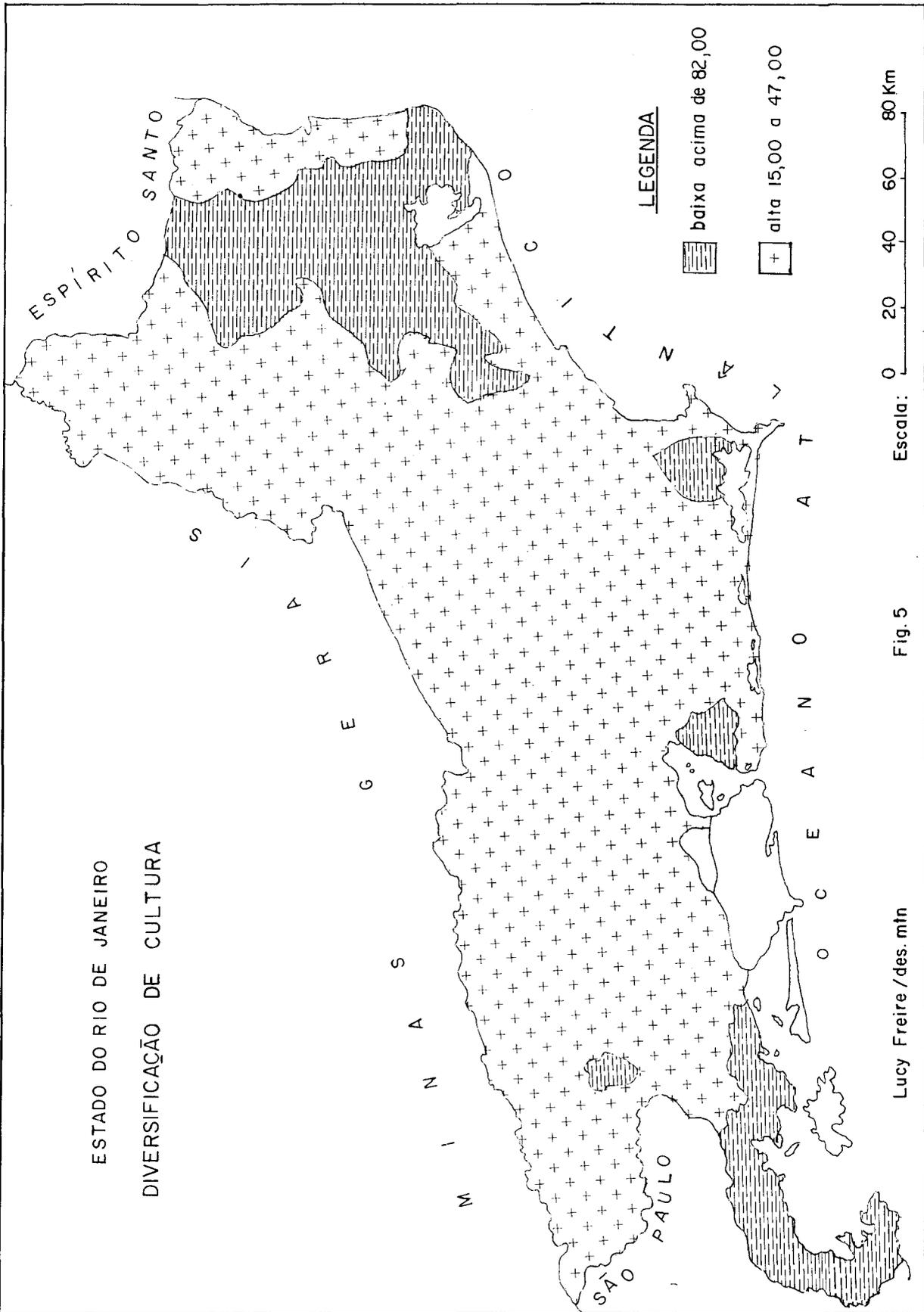
TABELA 2

*Diversificação de Culturas*

MUNICÍPIO	ÍNDICE	MUNICÍPIO	ÍNDICE
Cachoeiras de Macacu	15,68	Pirai	31,41
São Sebastião do Alto	16,18	Cambuci	31,65
Cabo Frio	16,43	Rio das Flores	31,87
Petrópolis	18,07	Miracema	31,88
Santa Maria Madalena	18,18	Duas Barras	34,29
Mendes	18,46	Paraíba do Sul	34,33
Saquarema	19,08	Duque de Caxias	34,72
Rio Bonito	21,00	Sapucaia	35,50
Valença	21,74	Paracambi	36,84
Teresópolis	22,20	Itaguaí	37,06
Rio Claro	22,34	Eng. Paulo de Frontin	38,54
São Fidélis	22,55	Nova Iguaçu	39,21
Barra do Pirai	23,67	Três Rios	39,45
Majé	24,05	Casimiro de Abreu	40,22
Maricá	24,26	Vassouras	40,93
Porciúncula	24,49	Itaperuna	42,79
Santo Antônio de Pádua	24,83	Macaé	43,13
Miguel Pereira	25,39	São João da Barra	43,20
Sumidouro	26,81	Silva Jardim	44,60
Barra Mansa	27,55	Itaboraí	45,43
Cantagalo	27,62	Niterói	46,15
Nova Friburgo	27,69	Laje de Muriaé	46,36
Bom Jardim	27,77	Parati	82,39
Trajano de Moraes	28,66	São Pedro d'Aldeia	83,01
Carmo	29,26	Conceição de Macabu	86,96
Resende	29,77	São Gonçalo	87,76
Cordeiro	30,54	Angra dos Reis	92,11
Natividade	30,61	Campos	92,86
Araruama	30,96	Volta Redonda	93,33
Bom Jesus	31,18	Mangaratiba	98,88
Itaocara	31,33		

com caráter de monocultura nas áreas de baixada, que alcançam expressão máxima em áreas cortadas pelo baixo Paraíba do Sul e seus afluentes, pelo rio Macabu e pela rede de drenagem mal organizada das faixas de restingas. A cana-de-açúcar aparece também com elevado índice de concentração no Município de Itaboraí, onde a Usina de Tanguá, fechada em 1970, justificava a existência de importante área canavieira de propriedade da usina ou de seus fornecedores. A cana-de-açúcar se prolonga, mas em baixa concentração, no Município de Bom Jesus do Itabapoana, vizinho ao Município de Campos. Em ocorrências isoladas, ela aparece, com baixa concentração, na área formada pelos dois municípios vizinhos do norte do Estado, Itaocara e São Sebastião do Alto. Finalmente, também em ocorrência isolada e com baixo índice de

ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
DIVERSIFICAÇÃO DE CULTURA



Lucy Freire / des. mtn

Fig. 5

Escala:

0 20 40 60 80 Km

concentração, ela ocorre no Município de Resende (vale do Paraíba do Sul), onde a topografia suave, os solos de várzea e os amplos terraços favorecem o cultivo do produto.

É também na baixada Fluminense que ocorrem as mais altas concentrações de banana. Essas elevadas concentrações são encontradas nos Municípios de Casimiro de Abreu, Silva Jardim, Cachoeiras de Macacu, Rio Bonito, Maricá, Majé, Duque de Caxias, Paracambi, Miguel Pereira, Paulo de Frontin, Piraí, Itaguaí e Mangaratiba (Fig. 7), formam uma faixa extensa, quase contínua, que abrange a baixada e a encosta da Serra do Mar; seu clima quente e úmido lhe é favorável. É, porém, no extremo sudeste do território fluminense, nos Municípios de Angra dos Reis e Parati, onde a serra mais se aproxima do oceano, que a banana encontra, nas encostas da serra, condições excelentes para o seu desenvolvimento. É a principal produção agrícola, ao lado das lavouras de subsistência. Nessa cultura trabalham pequenos e grandes produtores, sendo que os primeiros vendem sua produção localmente, e os segundos, proprietários de sítios ou fazendas monocultoras, comerciam com o mercado da cidade do Rio de Janeiro, exportando o produto, por via terrestre ou marítima, essa última até Mangaratiba, de onde segue por ferrovia. Em média concentração, a banana aparece nos Municípios de Rio Claro e Niterói e em baixa concentração no Município de Nova Iguaçu.

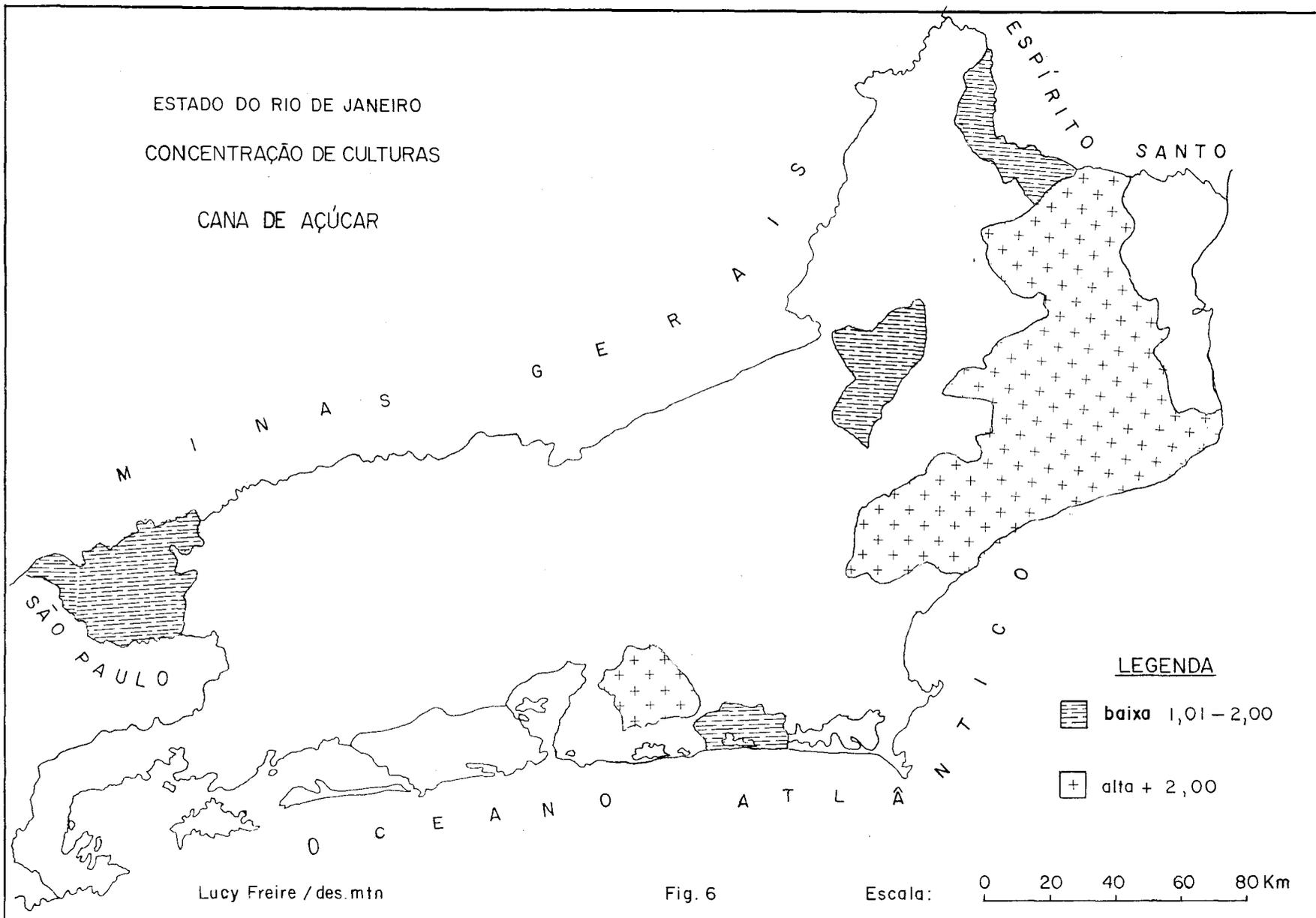
A área de concentração da laranja é semelhante à da banana, isto é, as baixadas da Guanabara e Araruama, onde ele ocupa, principalmente, as áreas de colinas. A facilidade de escoamento da produção agrícola, o grande mercado da metrópole, assim como o estímulo do veraneio e turismo, tem contribuído para o desenvolvimento da atividade agrícola nessa região. A laranja apresenta as mais altas concentrações nos Municípios de Cachoeiras de Macacu, Niterói, São Gonçalo e Nova Iguaçu (Fig. 8). Em concentração média, ela aparece no Município de Itaboraí, onde tem uma expressão espacial grande, e nos Municípios de Maricá e Petrópolis. Em baixa concentração, a laranja é encontrada nas regiões de colinas dos Municípios de Duque de Caxias, Paracambi, Rio Claro, Rio Bonito, Silva Jardim, Saquarema e São Pedro.

Ainda predominando em áreas de baixadas, a mandioca apresenta-se com alta concentração no Município de São João da Barra, que é o primeiro produtor do Estado, cultura que é realizada nos tabuleiros terciários. Aparece ainda, em alta concentração, nos Municípios de Majé (distrito de Suruí), Cordeiro e São Pedro. Em concentração média, a mandioca é cultivada nos Municípios de Araruama e Rio Bonito e, em baixa concentração, em Cachoeiras de Macacu, Santo Antônio de Pádua e Saquarema (Fig. 9).

O milho se estende, com grande predominância, pelo vale do Paraíba do Sul, apresentando alta concentração nos Municípios de Três Rios, Carmo e Volta Redonda (Fig. 10). Em área contínua, ele vai se estender, em média concentração, pelos Municípios de Barra Mansa, Barra do Piraí, Valença, Rio das Flores e Paraíba do Sul. Como um prolongamento para o sul e leste dessa área, ele aparece, em baixa concentração, em Resende, Rio Claro e Vassouras. Na parte centro leste do vale, o milho aparece em média concentração em Sapucaia, Duas Barras, Cordeiro e Cantagalo, prolongando-se para o sul dessa área, em baixa concentração, pelo Município de Sumidouro e por uma grande área contínua compreendida pelos Municípios de Bom Jardim, Trajano de Moraes, Santa Maria Madalena, São Sebastião do Alto, Itaocara e São Fidélis. No extremo nordeste do Estado o milho aparece, em concentração média, na área compreendida por Cambuci, Itaperuna e Porciún-

ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
CONCENTRAÇÃO DE CULTURAS

CANA DE AÇÚCAR



ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
CONCENTRAÇÃO DE CULTURAS  
BANANA

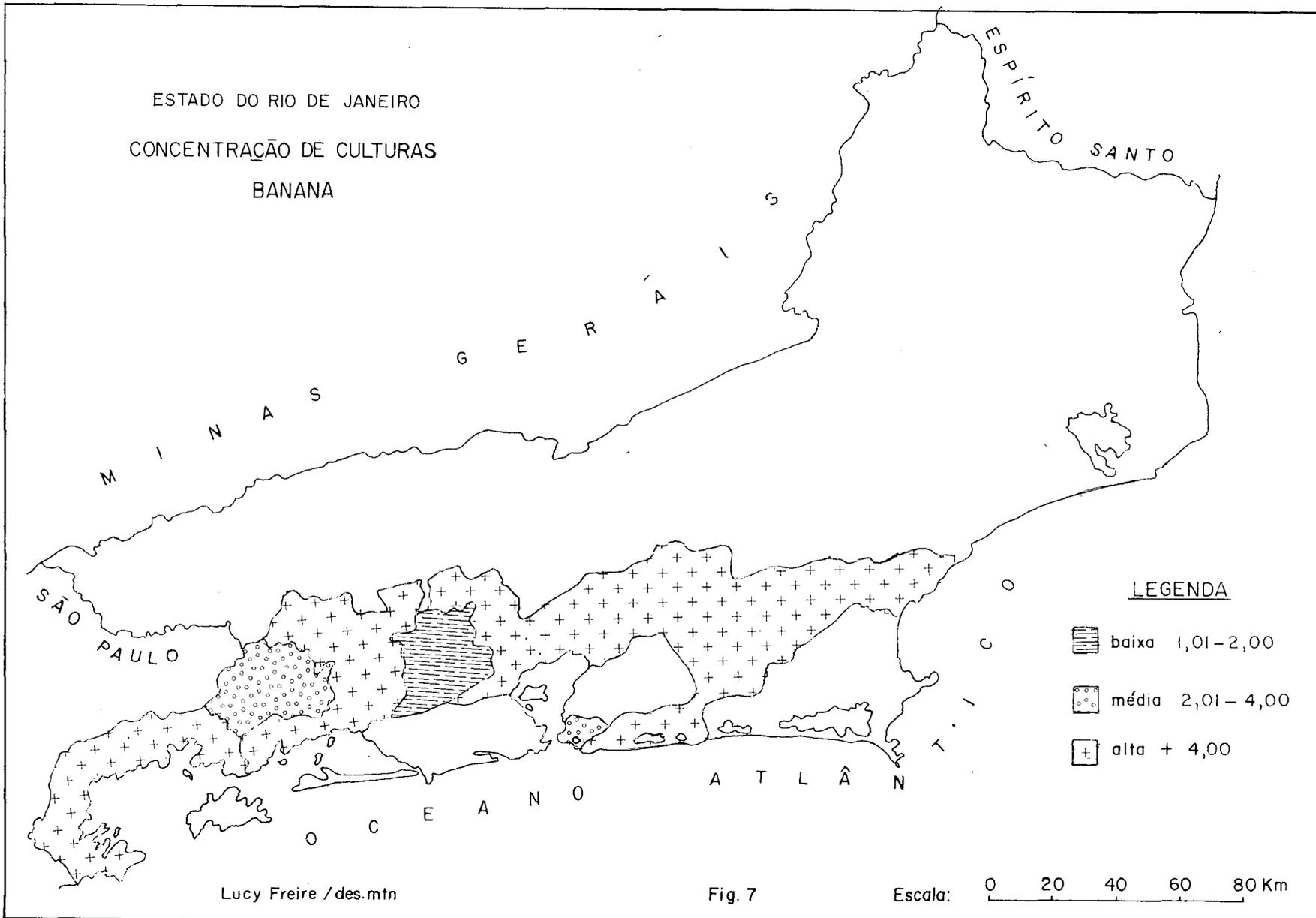
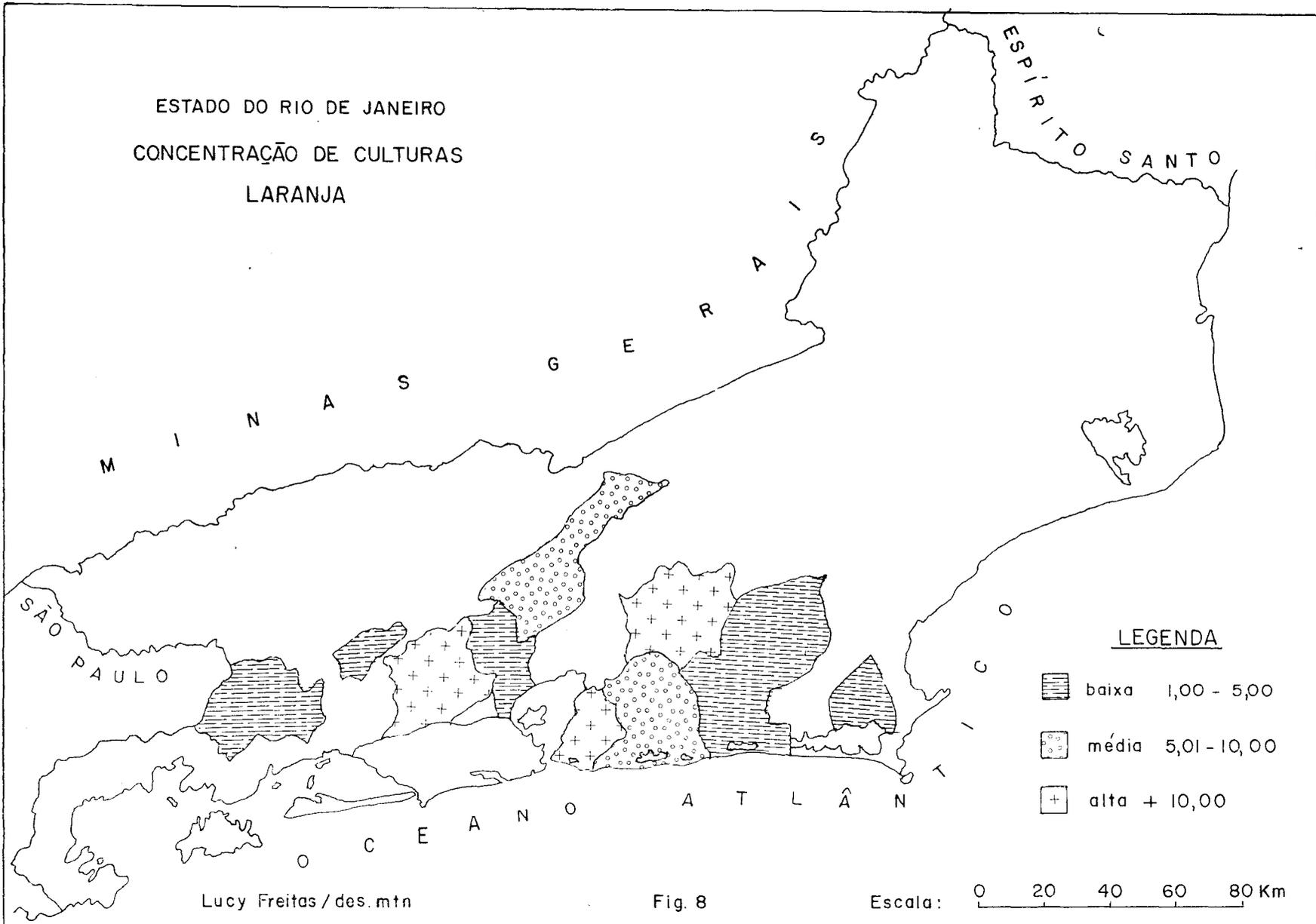
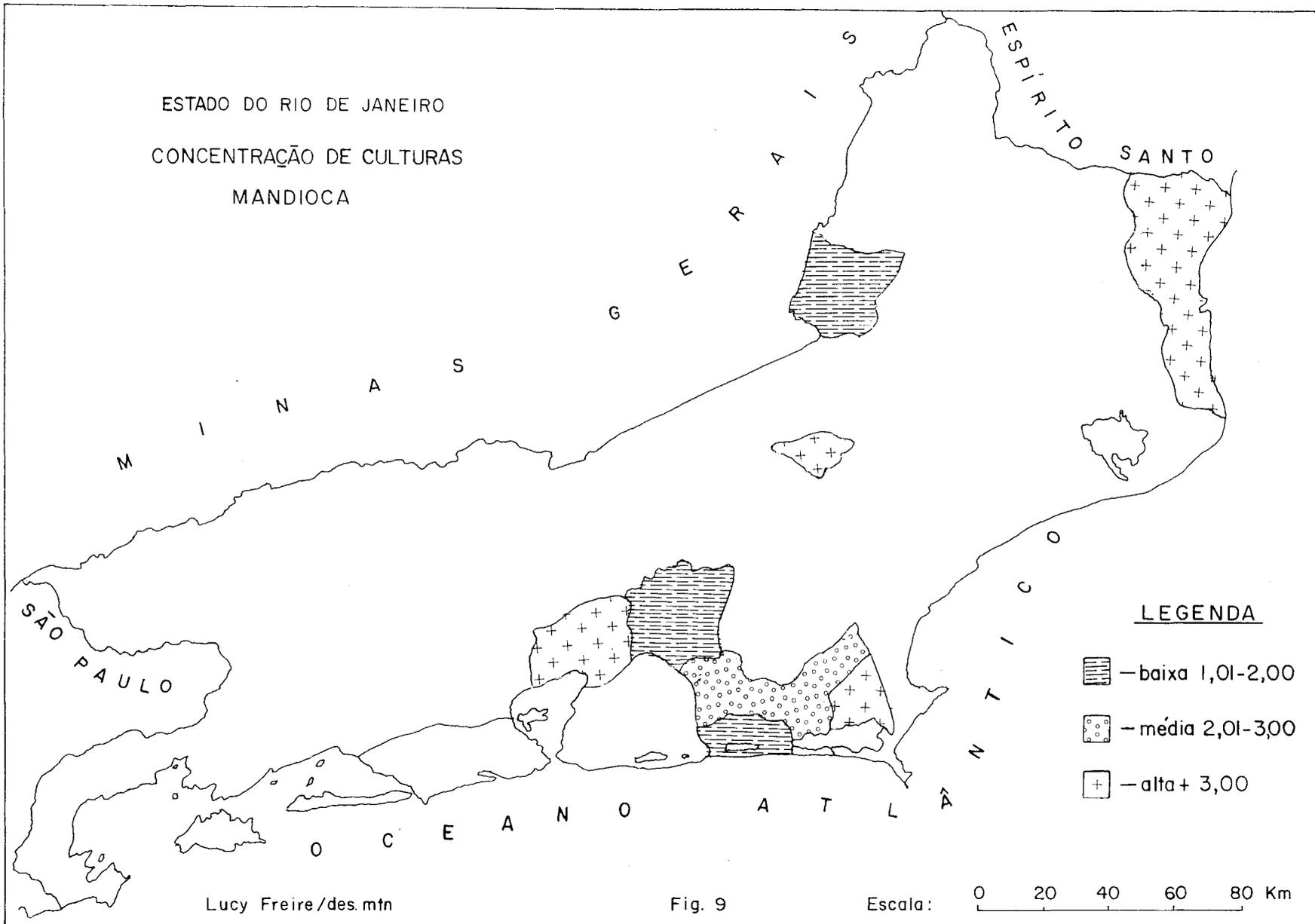


Fig. 7

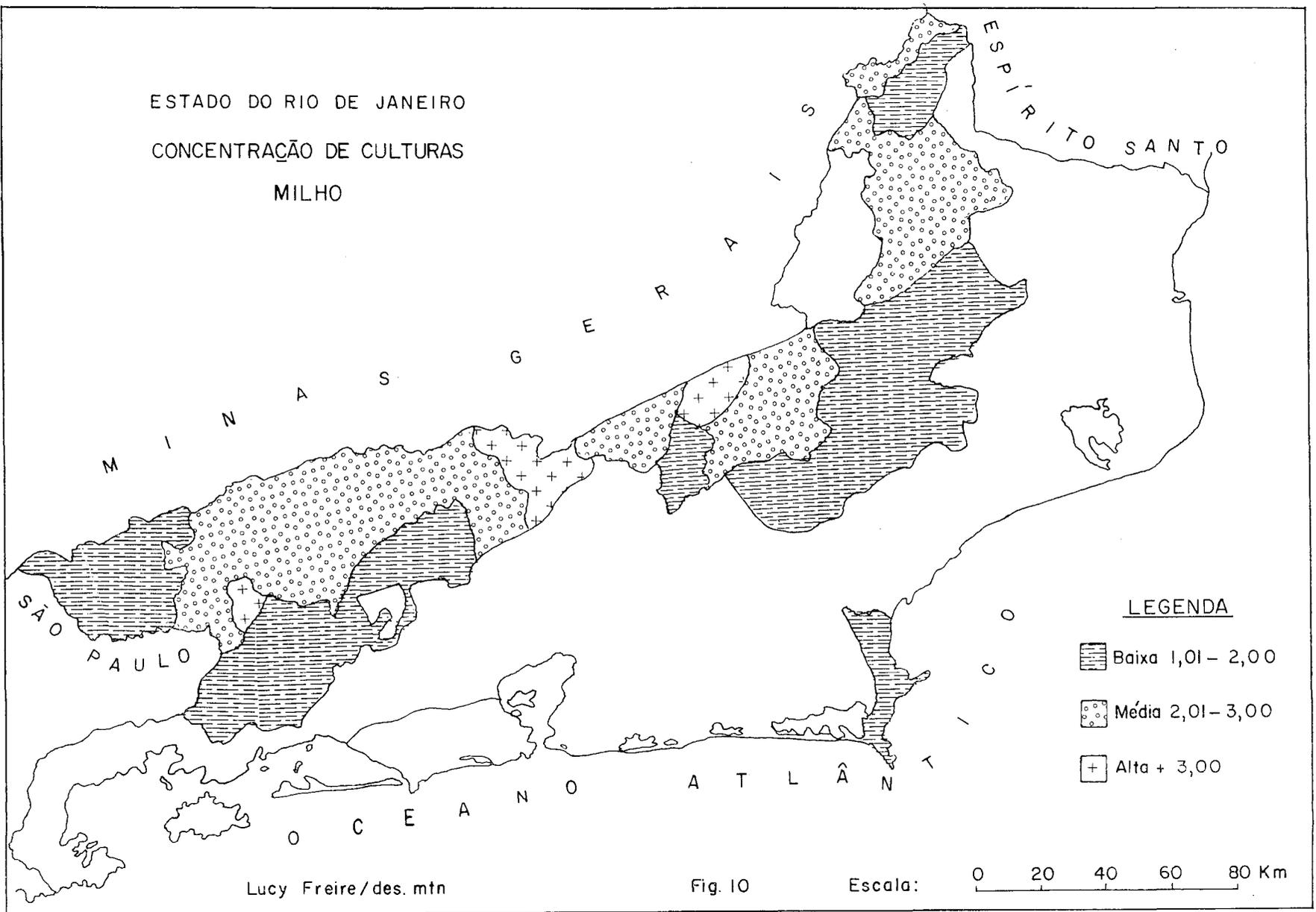
ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
CONCENTRAÇÃO DE CULTURAS  
LARANJA



ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
CONCENTRAÇÃO DE CULTURAS  
MANDIOCA



ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
CONCENTRAÇÃO DE CULTURAS  
MILHO



cula, estendendo-se, em baixa concentração, pelo Município vizinho de Natividade. Também, em baixa concentração, aparece o milho nos Municípios de Cabo Frio, Pirai, Mendes e Paracambi.

Finalmente, o arroz vai predominar no nordeste do Estado, nas áreas dos afluentes do Paraíba do Sul, com alta concentração nos Municípios contíguos de Santo Antônio de Pádua, Miracema e Laje e, logo a seguir, no Município de Natividade. Ainda nessa área ele apresenta média concentração em Itaperuna e Porciúncula e baixa concentração em Cambuci, São Fidélis e Bom Jesus do Itabapoana. No médio vale do Paraíba do Sul encontra-se uma área de baixa concentração, formada pelos Municípios contíguos de Resende e Barra Mansa (Fig. 11).

#### **Combinação de Culturas**

Na aplicação do método de Weaver utilizou-se os dados municipais relativos às percentagens das diferentes culturas na área total cultivada. Foram considerados apenas os cultivos que ocupavam mais de 7,5% da área cultivada em cada município, valor selecionado para a análise da diversificação de cultura, nos cálculos já referidos.

Levando em consideração a expressão espacial básica, igual ou maior que 7,5% de área cultivada, existem combinações entre os seguintes produtos: banana, laranja, arroz, milho, batata-doce, batata-inglesa, café, feijão, mandioca, tomate, coco, caqui, abacate e fumo. As combinações aparecem com a seguinte frequência:

- 11 municípios com uma só cultura (6 tipos)
- 23 municípios com combinação de duas culturas (15 tipos)
- 14 municípios com combinação de três culturas (7 tipos)
- 9 municípios com combinação de quatro culturas (8 tipos)
- 3 municípios com combinação de cinco culturas (3 tipos)
- 1 município com combinação de seis culturas (1 tipo)

O total de combinações atinge 40 tipos.

Como o índice de Weaver não leva em consideração a hierarquia, utilizou-se o método de Coppock (8), que destaca a cultura de primeira hierarquia para mapeamento das combinações de culturas, reduzindo o número de 40 para 34 combinações, o que permitiu definir, com mais clareza, as regiões de combinações de culturas (Fig. 12). Quando, no município, a combinação incluía uma ou mais culturas que não eram de primeira hierarquia, essas culturas foram representadas por meio de letras, dentro de um retângulo.

Caracterizadas as combinações, verificou-se que a monocultura aparece principalmente na baixada campista com a cana-de-açúcar, na baixada do rio São João e área serrana próxima com a banana, como também no extremo sul do Estado com este último produto.

Em alguns municípios aparecem lavouras como monoculturas, dando a impressão de que há uma cultura dominante na região. No entanto, esse resultado decorreu do método adotado, onde entra, como um dos elementos para o cálculo do desvio mais baixo (que é o que caracteriza a combinação típica do município), a percentagem total da terra cultivada que, no caso desses municípios, é muito pequena. Como exemplo, podemos citar o caso do milho em Volta Redonda, onde a cultura ocupa 70 ha, correspondendo a 93,33%, porque a área cultivada é muito pequena, 75 ha, pois se trata de município urbano-industrial, onde somente 0,45% da superfície é cultivada.

ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
CONCENTRAÇÃO DE CULTURAS  
ARROZ

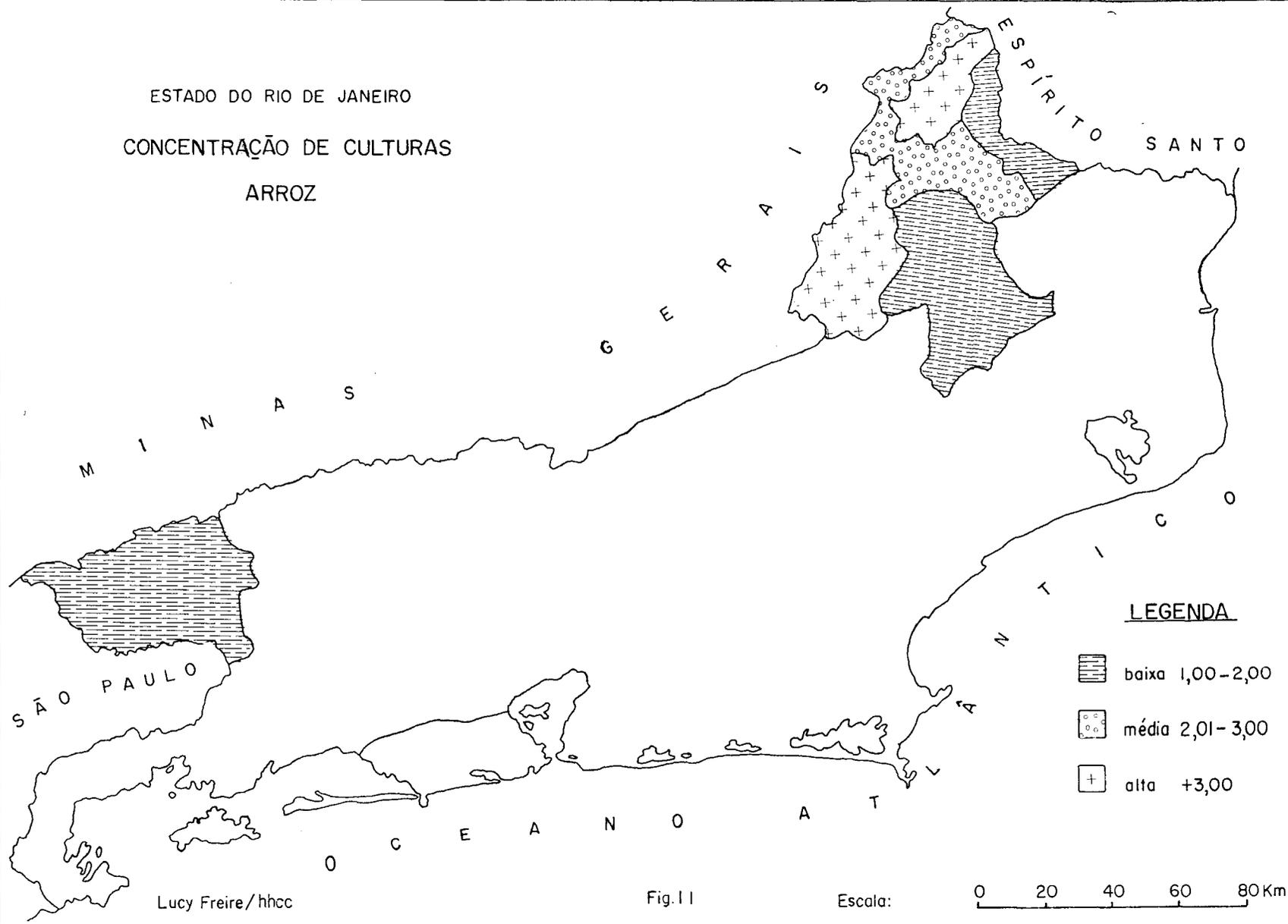
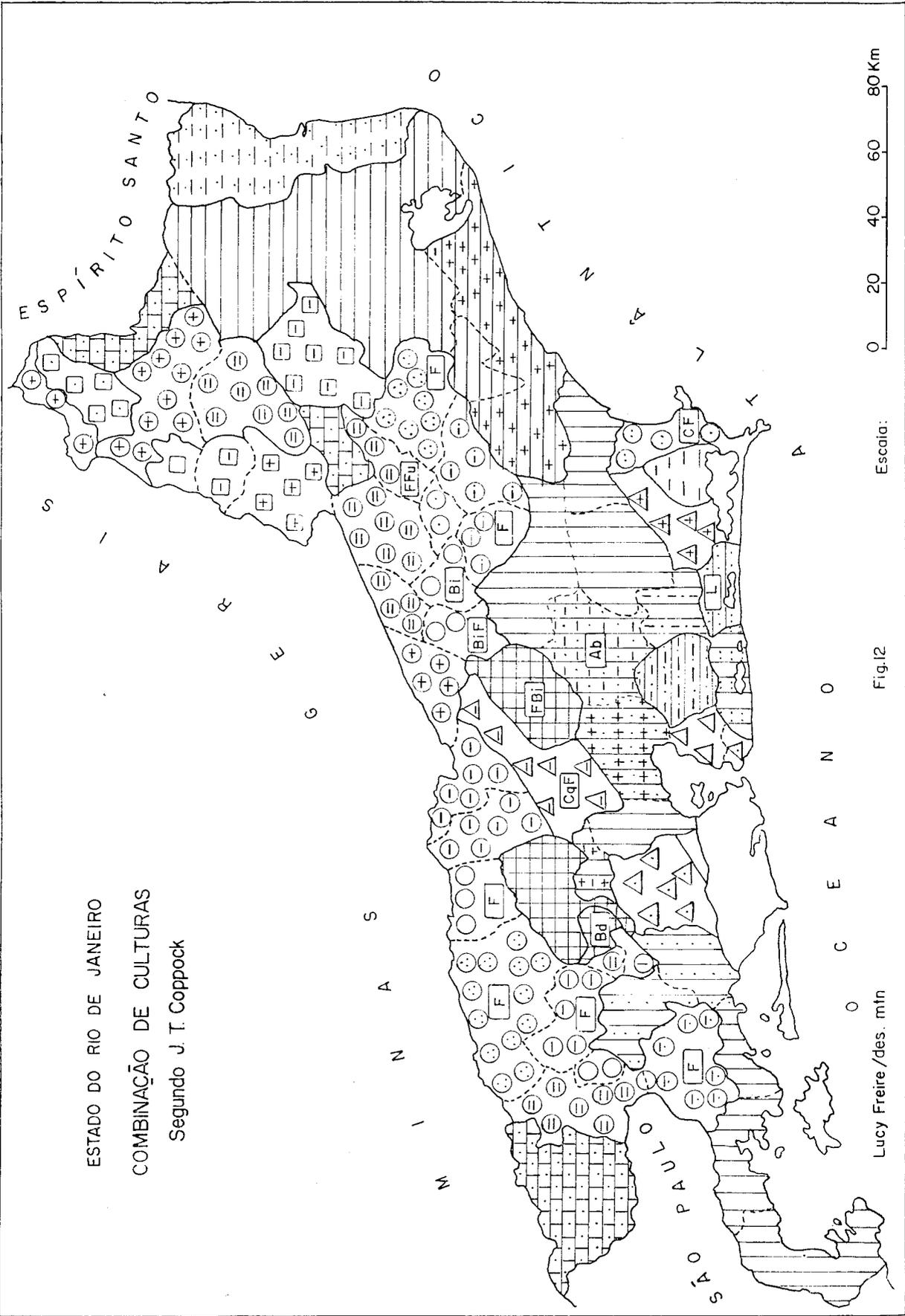


Fig. 11

Escala:

0 20 40 60 80 Km

ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
 COMBINAÇÃO DE CULTURAS  
 Segundo J. T. Coppock



Lucy Freire / des. mtn

Fig. 12

Escala:



# LEGENDA

 Cana	 Banana	 Arroz, Cana, Mandioca e Milho
 Cana e Café	 Banana e Milho	 Mandioca
 Cana, Arroz e Milho	 Banana, Laranja e Cana	 Mandioca e Cana
 Cana, Mandioca e Laranja	 Banana, Milho e Tomate	 Tomate e Milho
 Milho	 Banana, Mandioca, Arroz e Milho	
 Milho e Mandioca	 Banana, Mandioca, Milho, Tomate e Arroz	
 Milho e Arroz	 Banana, Cana, Mandioca, Laranja e Milho	
 Milho e Banana	 Laranja	
 Milho e Cana	 Laranja e Banana	
 Milho e Café	 Laranja e Mandioca	
 Milho e Laranja	 Laranja e Milho	
 Milho, Cana e Arroz	 Arroz	
 Milho, Banana e Laranja	 Arroz e Milho	
 Milho, Café e Arroz	 Arroz, Milho e Cana	

## LETRAS

F	-	Feijão
Fu	-	Fumo
Co	-	Coco
Cq	-	Caqui
Bi	-	Batata Inglesa
Bd	-	Batata Doce

A cana-de-açúcar aparece como monocultura nos Municípios de Campos e Conceição de Macabu, combinada com o café em Macaé, com o milho e arroz em Bom Jesus do Itabapoana, com a laranja em Itaboraí e com mandioca, banana, laranja e limão em Saquarema. No vale do Paraíba do Sul a cana-de-açúcar é cultivada no baixo-médio vale e no extremo-oeste, respectivamente, nos Municípios de Itaocara e Rezende, combinada com o milho e arroz.

A banana tem grande expressão espacial na zona de baixada, aparecendo como monocultura nas bacias do São João e Macacu (Municípios de Silva Jardim e Casimiro de Abreu) e no extremo-sudoeste do Estado (Municípios de Angra dos Reis, Parati e Mangaratiba); a cultura da banana encontrou, nessa última região, condições excelentes para o seu desenvolvimento, já que as encostas da Serra do Mar apresentam calor e umidade elevados. Na área serrana a banana aparece como monocultura no Município de Nova Friburgo. Combinada com outros cultivos ela aparece em Rio Bonito, Cachoeiras de Macacu, Maricá, Majé, Duque de Caxias, Itaguaí, Pirai, Paulo de Frontin e Miguel Pereira.

Ainda predominando na baixada aparece como monocultura a laranja em São Gonçalo, combinada com a banana em Niterói e Nova Iguaçu, com a mandioca em Araruama e com o milho, feijão e caqui na região serrana de Petrópolis.

A mandioca aparece com caráter de monocultura em São Pedro d'Aldeia e se destina principalmente à subsistência. Já no Município de São João da Barra a mandioca aparece combinada com a cana-de-açúcar, sendo aí uma lavoura importante, pois esse município é o primeiro produtor de mandioca do Estado.

A cultura do tomate é expressiva no Município de Vassouras, ocupando 54,37% da área total cultivada; aparece combinada com o milho, fato ligado à predominância da atividade criatória no município, onde as pastagens correspondem à maior parte da área total dos estabelecimentos (60 a 80%). O tomate aparece também na região serrana de Teresópolis, combinado com o feijão, batata-inglesa e milho.

O milho predomina em quase toda a região da bacia do Paraíba do Sul, associado com o arroz em Sapucaia, com arroz e cana-de-açúcar em Barra Mansa, Cantagalo e São Sebastião do Alto, com arroz e café em Valença e Santa Maria Madalena, com a cana-de-açúcar em Três Rios e Barra do Pirai, com o café em Bom Jardim e Trajano de Moraes, com a mandioca em Cordeiro, com feijão em Rio das Flores, com batata-inglesa e feijão em Sumidouro, com batata-inglesa em Duas Barras. Com pequena expressão espacial, o milho aparece com caráter de monocultura em Volta Redonda. Na região de transição da serra para a baixada o milho aparece em combinação com a banana em Paracambi e com a banana e laranja em Rio Claro. Na baixada de Araruama aparece associado também à laranja.

Finalmente, no noroeste do Estado do Rio de Janeiro existe uma importante área rizicultora. O Município de Laje do Muriaé aparece caracterizado pela monocultura do arroz, com 74,12% de sua área total cultivada com esse produto. O arroz aparece combinado com o milho e a cana-de-açúcar em Miracema e São Fidélis, com o milho, cana-de-açúcar e mandioca em Santo Antônio de Pádua, Itaperuna e Prociúncula, com o milho em Natividade. A lavoura rizícola tem se expandido nos vales da região, ocupando terras de várzeas, onde é praticada a irrigação.

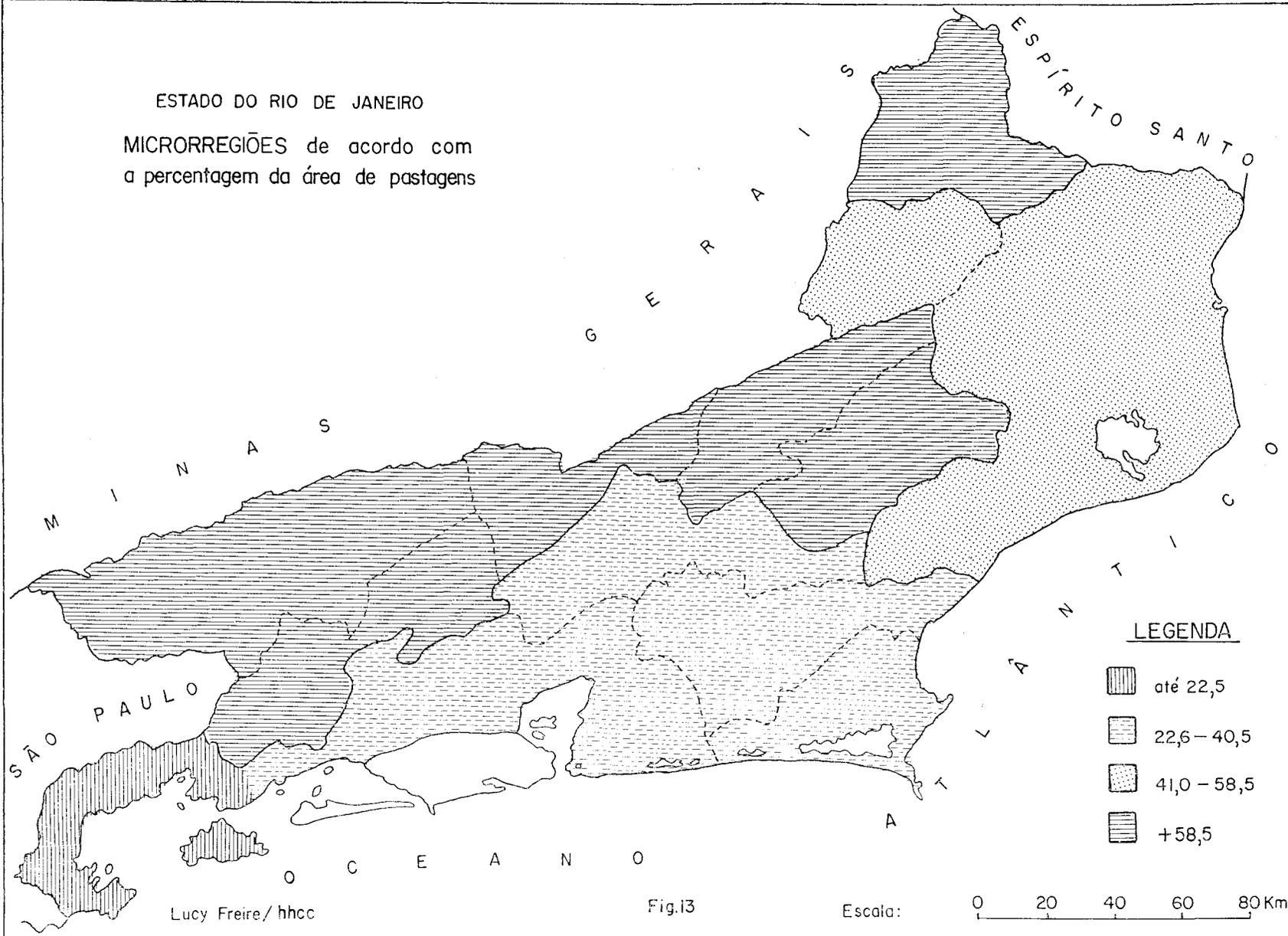
## b) Análise dos Rebanhos

Um estudo semelhante ao realizado com os cultivos foi feito em relação à criação de gado, levantando-se, para todos os municípios do Estado, o número de cabeças de cada tipo de gado criado, o total de vacas ordenhadas e o total de gado de corte. Os dados foram convertidos a uma unidade comum a fim de tornar possível a avaliação da importância dos diferentes rebanhos. Para isso utilizou-se a tabela de conversão elaborada pela FAO e recomendada pela Comissão de Atlas Nacionais, da União Geográfica Internacional (A Proposal of the Unification and the Standardization of Agricultural Maps, in National and Regional Atlas — 1968), que consiste em considerar, para a conversão dos dados em unidades/gado, o seguinte: bovino — 1,0; eqüino — 1,3; asinino — 1,0; muar — 1,1; ovino — 0,1; caprino — 0,1; suíno — 0,3.

O Estado do Rio de Janeiro apresenta uma variação de área ocupada com pastagens, de 4,5% a 76,67%. A microrregião com menor percentagem é a da baía da Ilha Grande, onde a proximidade da serra, na orla marítima, só permite a existência de pequenas planícies, pouco propícias ao desenvolvimento de pastagens. As microrregiões que incluem os municípios da baixada da Guanabara, Araruama e a Zona Serrana, apresentam percentagens que variam de 22,5 a 40,5 de pastagens. As microrregiões de Campos e Miracema apresentam percentuais que vão de 40,6 a 58,5, havendo, porém, uma diferenciação quanto ao objetivo da criação (Fig. 13). Na microrregião de Campos a região de tabuleiros — onde se reduz a lavoura canavieira — possui grandes áreas destinadas à utilização canavieira e à criação de gado de corte; neste caso, visa, principalmente, ao abastecimento de Campos e, secundariamente, de Niterói. Na planície arenosa das restingas há também criação de gado em pastos naturais, destinado ao consumo local e à venda para o serviço de lavoura ou para engorda em áreas de pastos plantados, onde a invernada alcança certa expressão, recebendo novilhos provenientes de Minas Gerais, Bahia e Espírito Santo. Já a microrregião de Miracema tem como objetivo a criação de gado leiteiro. Na região de Miracema a pecuária leiteira é a atividade dominante e os pastos artificiais encontrados na área são de capim angola, guiné, jaraguá e gordura. A produção leiteira destina-se a Itaperuna, onde se localiza a fábrica de Leite Glória, com capacidade de industrializar 400.000 litros de leite por dia. Finalmente, a mais elevada percentagem de áreas ocupadas com pastagens corresponde às microrregiões do vale do Paraíba do Sul, Três Rios, Cantagalo, Cordeiro e Itaperuna, onde as percentagens ultrapassam 58,5. Em Vassouras, na área do planalto, a pecuária leiteira é a principal atividade e as pastagens correspondem ao maior percentual das áreas dos estabelecimentos. Geralmente são antigas fazendas de café transformadas em estabelecimentos dedicados à criação, onde predominam as pastagens de capim gordura. Na área de Resende as pastagens atingem a maior percentagem do Estado, alcançando mesmo 100% em certos estabelecimentos. A criação é semi-extensiva e a estabulação é pouco adotada, embora exista um grupo de pecuaristas que possuem plantéis de alto nível e utilizem avançados métodos de tratamento de gado. A produção de leite na zona de Resende corresponde a 51,2% do total do Estado. A criação de gado leiteiro é praticada, de forma mais intensiva, com regime de “retiro”, com gado mestiço e raciado, originado, principalmente, do cruzamento do touro zebu, da raça guzerate e gir. Entretanto, a produção média, por cabeça, é de dois a três litros de leite por dia. Na microrregião de Três Rios também domina a pecuária leiteira, vinculada à cidade do Rio de Janeiro, Juiz de Fora e zona da Mata de Minas Gerais. Parte da produção leiteira é

ESTADO DO RIO DE JANEIRO

MICRORREGIÕES de acordo com  
a percentagem da área de pastagens



distribuída às fábricas de laticínios locais. Finalmente, as microrregiões de Cordeiro e Cantagalo também se caracterizam pelo fato de serem antigas zonas cafeeiras que evoluíram no sentido de uma economia mista, em que pesam a criação de gado leiteiro, as culturas de subsistência, a horticultura e a fruticultura. A produção de leite está ligada ao abastecimento do Rio de Janeiro e Niterói, mas existe em toda a área pequenos laticínios. A microrregião de Itaperuna, sendo a segunda zona agrícola do Estado ligada ao cultivo do arroz, milho e café, apresenta-se, entretanto, como uma área de economia mista, de agricultura e criação de gado leiteiro. O leite destina-se ao consumo "in natura", nos pequenos núcleos regionais e também aos vários laticínios que aí se estabeleceram, sobretudo nos Municípios de Itaperuna e Bom Jesus do Itabapoana.

Calculada a equivalência dos rebanhos pela tabela de conversão da FAO, foram relacionados os diferentes tipos de rebanhos de cada município e verificadas a primeira e segunda hierarquias (Figs. 14 e 15).

Na criação, em primeira hierarquia, destaca-se, de maneira notável, o rebanho bovino. Essa importância do gado bovino teve início com a decadência da lavoura cafeeira no vale do Paraíba do Sul, com a solicitação crescente dos centros urbanos e com a própria industrialização do leite em certos municípios. Nos Municípios de Nilópolis, São João de Meriti e São Gonçalo, pertencentes à Região Metropolitana do Rio de Janeiro, a criação de suínos ocupa a primeira hierarquia, apesar de não possuírem área rural, o que demonstra a criação do tipo doméstico. Saquarema também apresenta suínos em primeira hierarquia.

Em segunda hierarquia, a criação apresenta-se mais diferenciada, dominando, quer em área quer em número de cabeças, a criação de suínos, ligada à subsistência e a pequenas indústrias de conservas de carne e banha. Ainda tem certa expressão, nessa segunda hierarquia, o rebanho equino, principalmente na região canavieira de Campos, na do vale do Paraíba e na da baía da Ilha Grande, utilizados como meio de transporte. O rebanho mular é encontrado, em segunda hierarquia, em Resende, Volta Redonda e nos Municípios de Cachoeiras de Macacu, Rio Bonito e Itaboraí, onde são utilizados para o transporte da banana, e no Município de São Pedro d'Aldeia. O gado bovino é encontrado, em segunda hierarquia, onde o suíno apresentava-se em primeira hierarquia, isto é, nos Municípios de Nilópolis, São João de Meriti, São Gonçalo e Saquarema, onde a criação é feita, nos três primeiros, nas áreas não ocupadas pelos loteamentos, tendo pouca expressão numérica. Esses três municípios da área metropolitana constituem, entretanto, grandes centros de abate.

### **Concentração dos Rebanhos**

A concentração foi analisada da mesma forma que a concentração de culturas, e aplicada ao estudo dos rebanhos de maior significação no Estado: bovino e suíno.

A análise do índice de concentração de bovinos revelou que a microrregião de Vassouras—Piraí apresentava o mais elevado índice de concentração, apresentando-se o vale Médio do Paraíba e a microrregião Açucareira de Campos, com média concentração (Fig. 16), além de outras regiões de área mais reduzida. Para melhor caracterizar as regiões de criação bovina, efetuou-se o mapeamento da percentagem de unidades gado ordenhado, no total das unidades gado (Fig. 17). As maiores percentagens de gado ordenhado, mais de 24%, são encontradas na parte oeste do Estado, na região montanhosa e vale do Paraíba, áreas que

ESTADO DO RIO DE JANEIRO

CRIAÇÃO - 1ª HIERARQUIA



Lucy Freire / Des.H.H.C.C.

Fig.14

Escala:

ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
CRIAÇÃO - 2ª HIERARQUIA

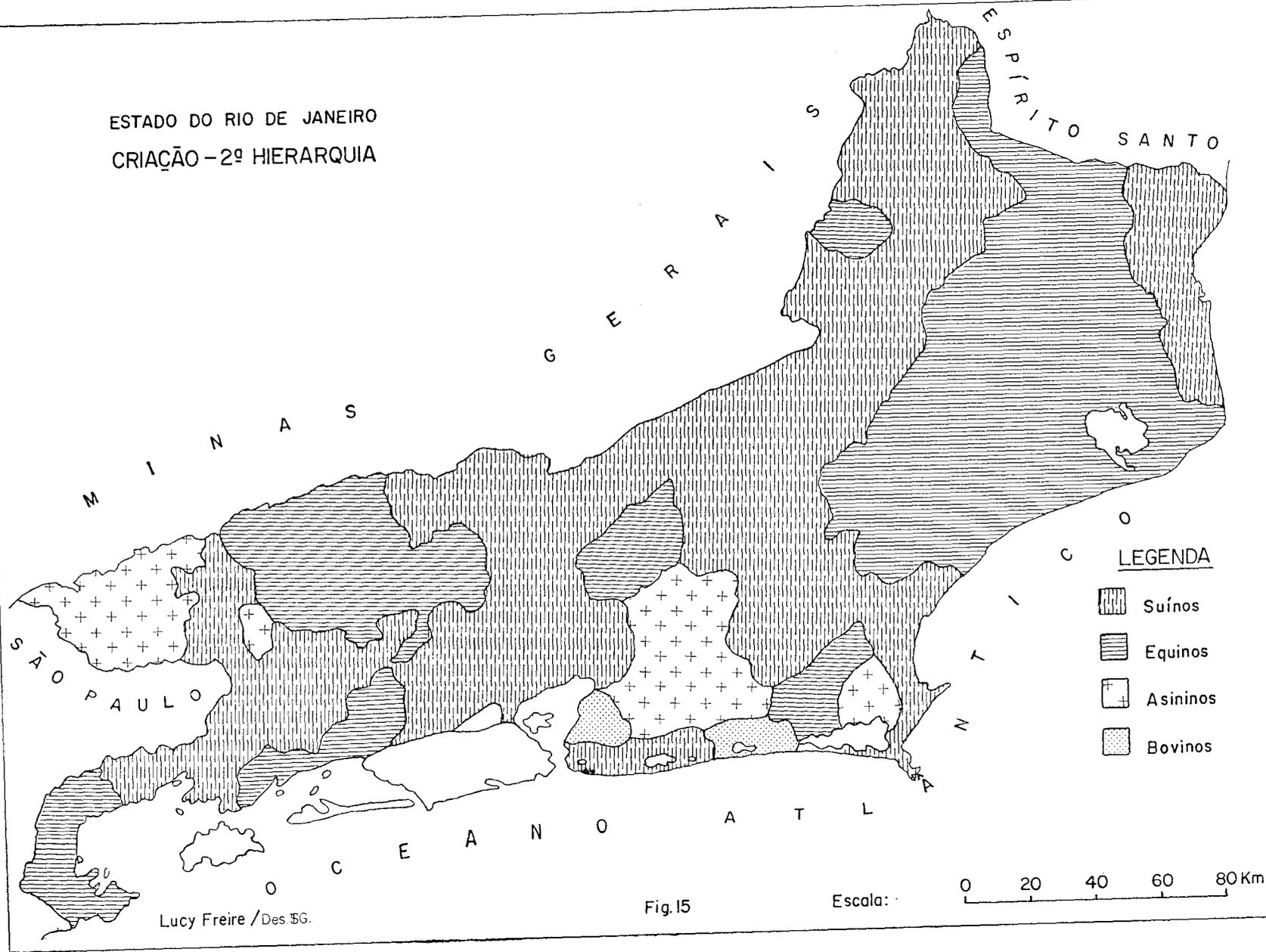
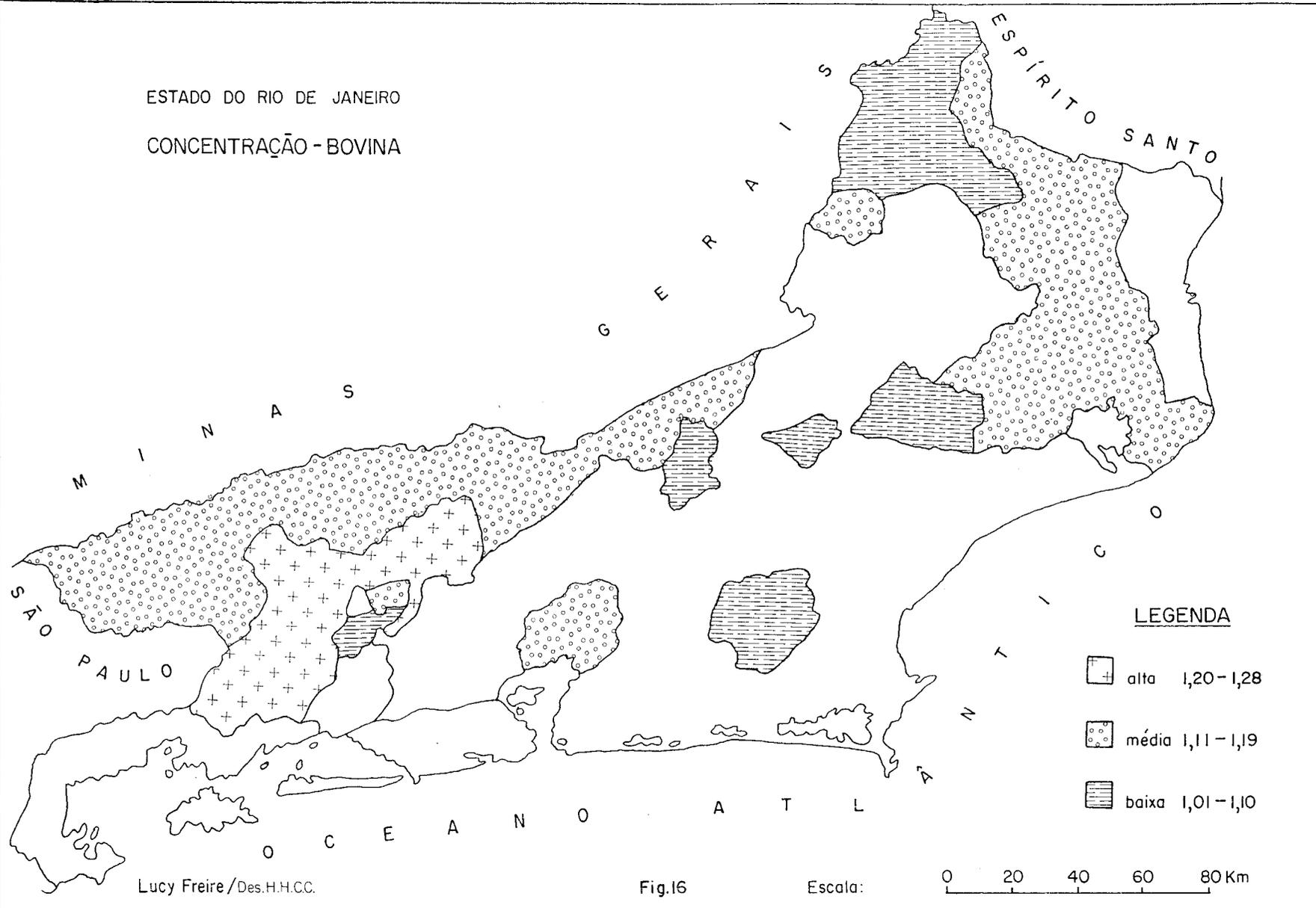


Fig.15

Escala:

ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
CONCENTRAÇÃO - BOVINA



Lucy Freire/Des.H.H.CC.

Fig.16

Escala:

participam mais intensamente do fornecimento de leite à Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Na parte leste e extremo norte do Estado as percentagens estão abaixo de 24, com exceção dos Municípios de Santo Antônio de Pádua, Miracema e Laje, que atinge elevada percentagem de gado ordenhado, em função da existência de grande indústria, já citada.

Nos municípios mais urbanizados da Área Metropolitana do Rio de Janeiro, Nova Iguaçu, Duque de Caxias, São Gonçalo, Niterói, São João de Meriti, e Nilópolis vamos encontrar concentração de suínos, de média a muito alta, ligada a pequenas indústrias locais e à criação doméstica dos residentes de baixo nível econômico destas áreas (Fig. 18).

#### **Densidade dos Rebanhos**

A densidade dos rebanhos foi conseguida relacionando-se o número total de bovinos e a área de pastagens (Censo de 1970). Este cálculo objetiva indicar a real importância da criação no conjunto da atividade agrícola.

A análise do mapa de densidade (Fig. 19) permite verificar que predomina, em quase todo o Estado, a baixa densidade, o que revela o caráter extensivo da criação no Estado.

### **III — REGIONALIZAÇÃO AGRÍCOLA**

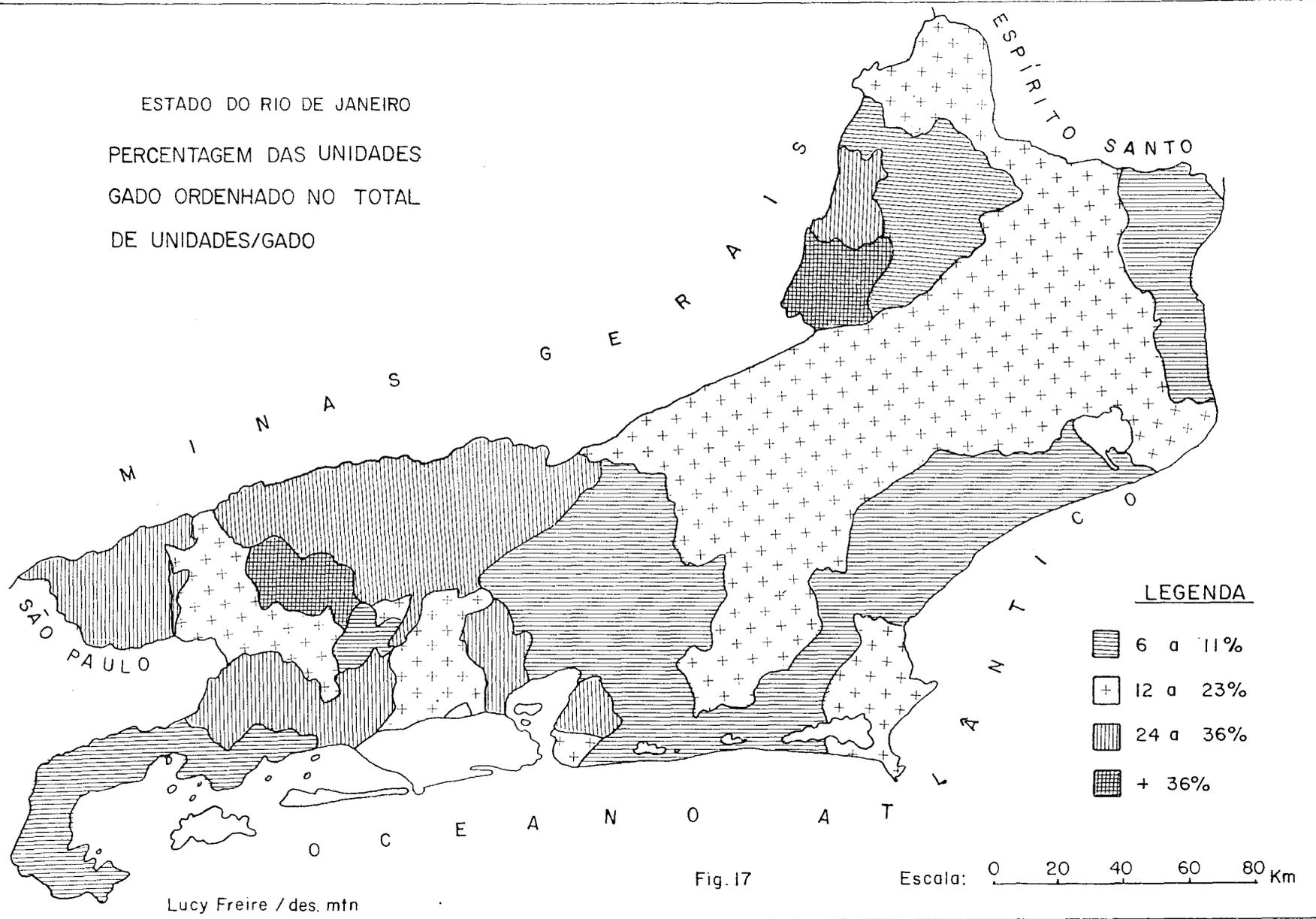
Tomando como base a “característica diferenciadora” — tipos de utilização da terra dos estabelecimentos agrícolas — elaboraram-se quatro mapas do Estado, subdividido em microrregiões, referentes à percentagem de cada tipo de utilização da terra: pastagem, lavoura, mata e terra incultas (Figs. 20/23). Da comparação das percentagens desses 4 mapas constatou-se que, considerando somente as mais elevadas percentagens de cada tipo encontrado nas microrregiões do Estado, foram identificadas três grandes regiões (Fig. 24):

#### **a) Região de Pecuária**

Uma primeira região se define por apresentar os mais elevados percentuais de áreas de pastagens do Estado: mais de 58% da área dos estabelecimentos das microrregiões. Quanto aos outros tipos de utilização da terra, essa região se caracteriza por baixas percentagens de áreas dedicadas à lavoura (11 a 17%), baixas percentagens de terras incultas (0,5 a 2,4) e de matas (14,7 a 27,8%). Ela apresenta percentagens altas quanto à ocupação da área por estabelecimentos agrícolas, variando nesta região de 87 a 69% (Fig. 25).

Essa região se estende por duas unidades espaciais do Estado: o Planalto e parte da Zona Serrana, compreendendo as microrregiões do vale do Paraíba, Três Rios, Vassouras, Cantagalo e Cordeiro. O Planalto estende-se para o interior, dissecado pela drenagem do rio Paraíba do Sul, dominando, como formas de relevo, as baixas colinas. As temperaturas amenas tendem, gradativamente, a aumentar, à medida que se desce em direção à calha do rio Paraíba do Sul. A Zona Serrana abrange parte da encosta da Serra do Mar e a vertente inferior dissecada pelos tributários do Paraíba, sendo que as microrregiões de Cordeiro e Cantagalo constituem o prolongamento final da Serra do Mar em direção ao norte fluminense.

ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
 PERCENTAGEM DAS UNIDADES  
 GADO ORDENHADO NO TOTAL  
 DE UNIDADES/GADO



LEGENDA

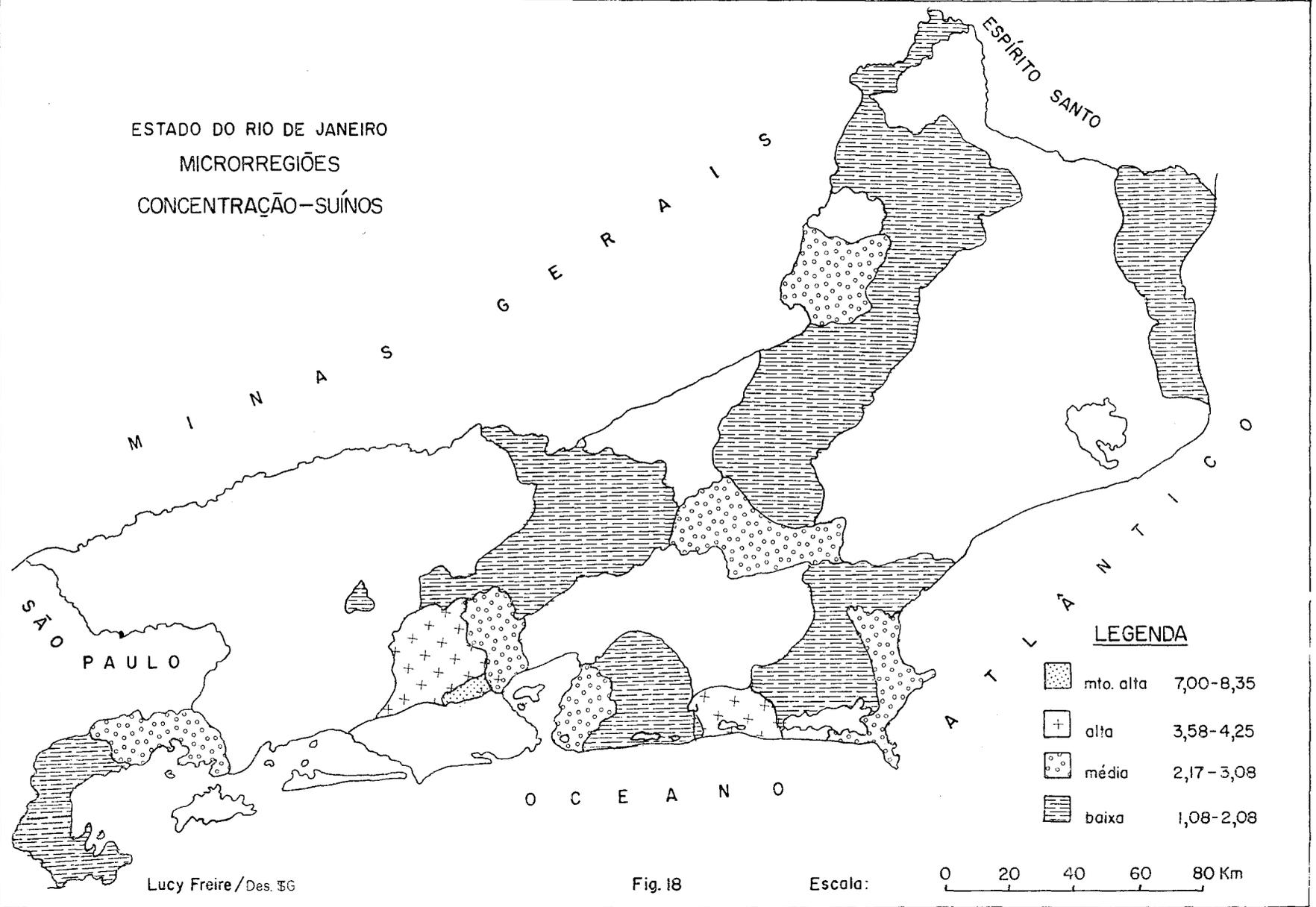
-  6 a 11%
-  12 a 23%
-  24 a 36%
-  + 36%

Fig. 17

Escala: 0 20 40 60 80 Km

Lucy Freire / des. mtn

ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
 MICRORREGIÕES  
 CONCENTRAÇÃO-SUIÍOS



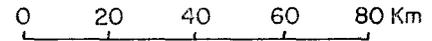
LEGENDA

-  mto. alta 7,00-8,35
-  alta 3,58-4,25
-  média 2,17-3,08
-  baixa 1,08-2,08

Lucy Freire/Des. 56

Fig. 18

Escala:



Essa primeira região, chamada *Região de Pecuária*, tem como “características acessórias”: a — a lavoura apresenta elevada diversificação com combinações diversas, de duas, três e quatro culturas; b — a presença do milho em todas as combinações de culturas identificadas ocupando, na quase totalidade da área, a posição de primeira hierarquia, com exceção do Município de Resende, onde ocupa a segunda hierarquia; c — o rebanho bovino das microrregiões que compõem essa região representa 40,61% do rebanho do Estado, apresentando totais elevados (entre 63.515 e 153.716 cabeças); considerando que o gado leiteiro é importante em todo o Estado, a percentagem de gado de leite sobre o rebanho total (Fig. 26) é elevada nas microrregiões do vale (94,2), de Três Rios (92) e Vassouras (89), sendo um pouco menor nas microrregiões de Cantagalo (77) e Cordeiro (74).

O caráter acentuadamente leiteiro dessa região é ainda comprovado pelos elevados totais de gado ordenhado, pela relação rebanho/vacas ordenhadas e pela produção de leite (160.099.000 litros em 1970), o que representa 57,68% da produção leiteira do Estado. A produtividade dessa região é ainda a mais elevada do Estado: 3,66 litros por dia, apesar de ser ainda baixa, dado o caráter semi-extensivo da criação.

A produção leiteira da região destina-se principalmente ao abastecimento da metrópole carioca e também dos diversos centros médios da região. Estabelecimentos para a pasteurização e refrigeração do leite e indústrias de laticínios são comuns em toda a área.

A região de pecuária pode ser subdividida em duas sub-regiões:

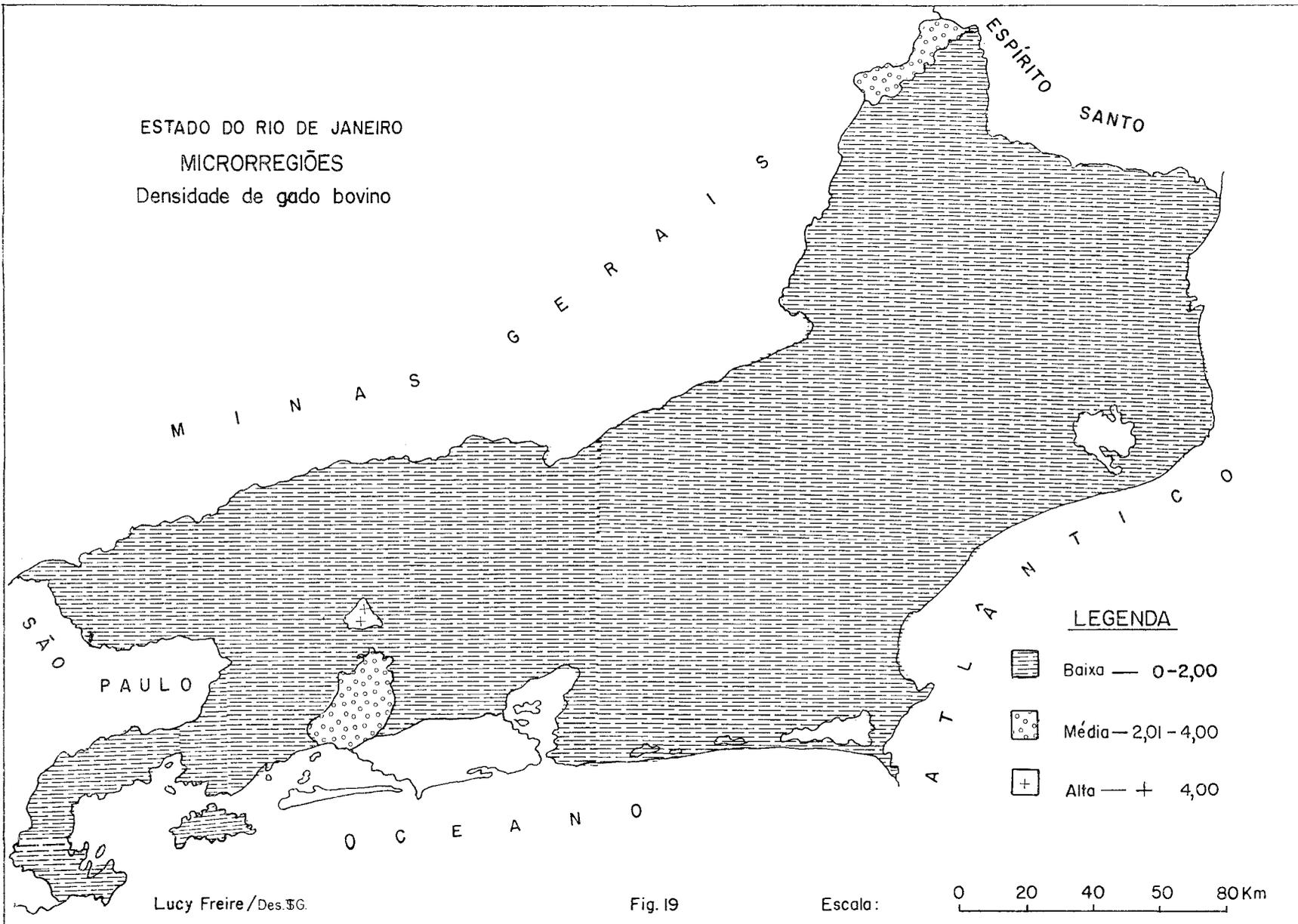
1 — *Sub-região do Vale Médio*, caracterizada por baixas percentagens da lavoura (até 11,04%) e pelas mais elevadas percentagens de gado leiteiro em relação ao rebanho de corte e leite: 2 — *Sub-região de Cantagalo-Cordeiro*, caracterizada, a primeira, por maiores áreas dedicadas à lavoura (11,04 a 17%) e a segunda, por mais baixa percentagem de lavoura (até 11,04%). Quanto ao rebanho, o gado leiteiro apresenta percentuais ainda elevados em relação ao rebanho total: Cordeiro 74% e Cantagalo 77%. Quer os percentuais mais elevados de lavoura da microrregião 4 quer a menor importância relativa do gado de leite, deixam entrever o caráter de “região de transição” (5) para a segunda região do Estado: a Região de Agropecuária. Essa sub-região teve sua ocupação baseada no plantio do café que ainda é encontrado em certos municípios. Enquanto está diminuindo acentuadamente a área cultivada com café, essa sub-região vem assistindo à introdução de novas culturas, porém de maneira lenta, devido à sua acessibilidade deficiente, o que lhe tem conferido o caráter de área deprimida dentro do Estado.

#### **b) Região de Agropecuária (Agropastoril)**

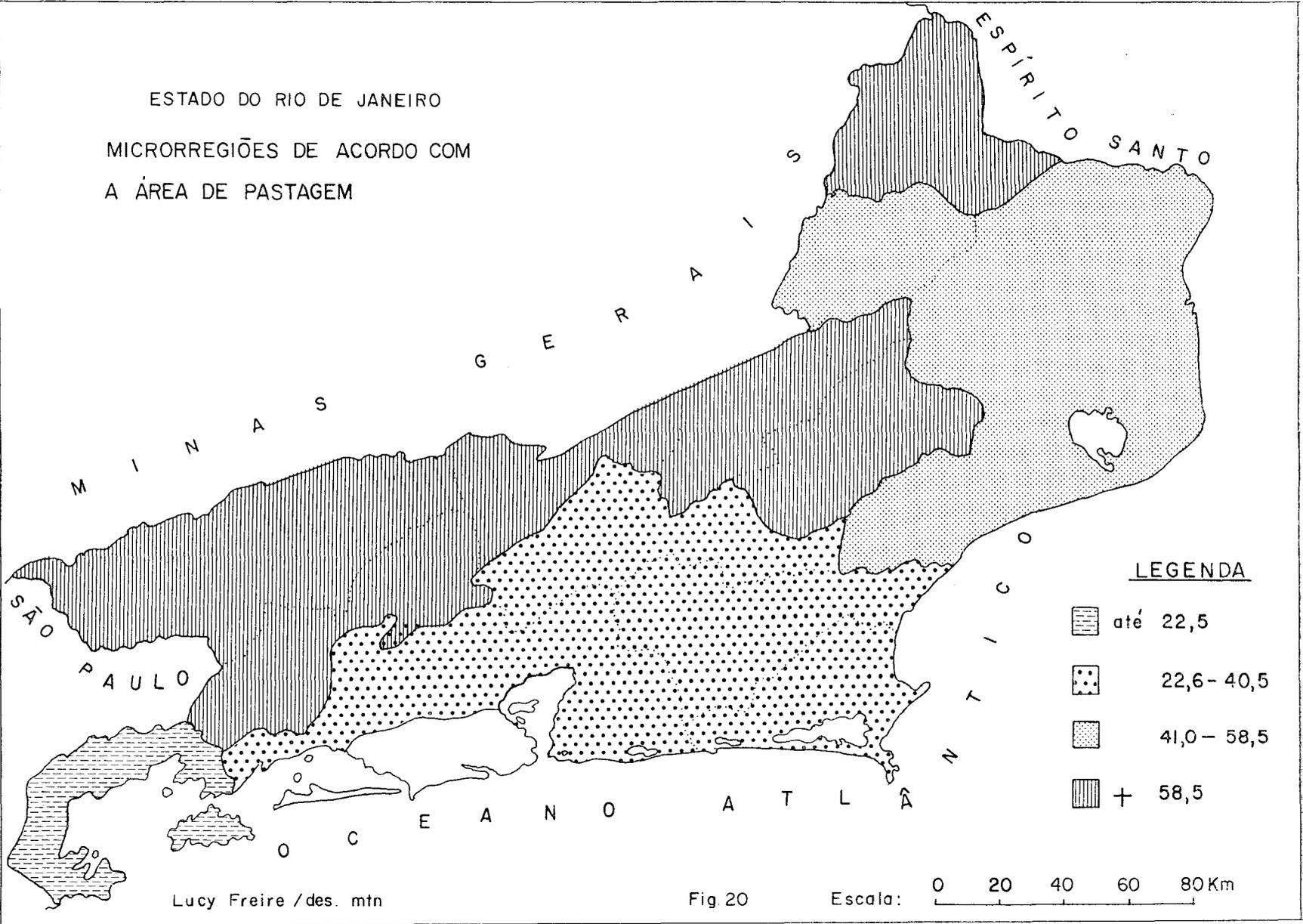
Uma segunda região se define no Estado por apresentar, em seus estabelecimentos, percentuais elevados utilizados por pastagens (de 41 a 58%), ao lado dos mais elevados percentuais de áreas ocupada por lavouras (de 17 a 30%). As áreas dos estabelecimentos ocupados por matas são de 9,30 a 25,8% e as áreas ocupadas por terras incultas são de 0,5 a 2,4%, podendo ser consideradas baixas.

Ela abrange o noroeste do Estado do Rio de Janeiro, região de terras elevadas, constituídas por terrenos cristalinos dissecados. A vegetação florestal primitiva foi devastada no século passado e a área ocupada pela lavoura cafeeira está substituída, hoje, quase totalmente, pela pecuária e pela lavoura. Essa região abrange ainda a baixada campista,

ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
MICRORREGIÕES  
Densidade de gado bovino



ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
 MICRORREGIÕES DE ACORDO COM  
 A ÁREA DE PASTAGEM

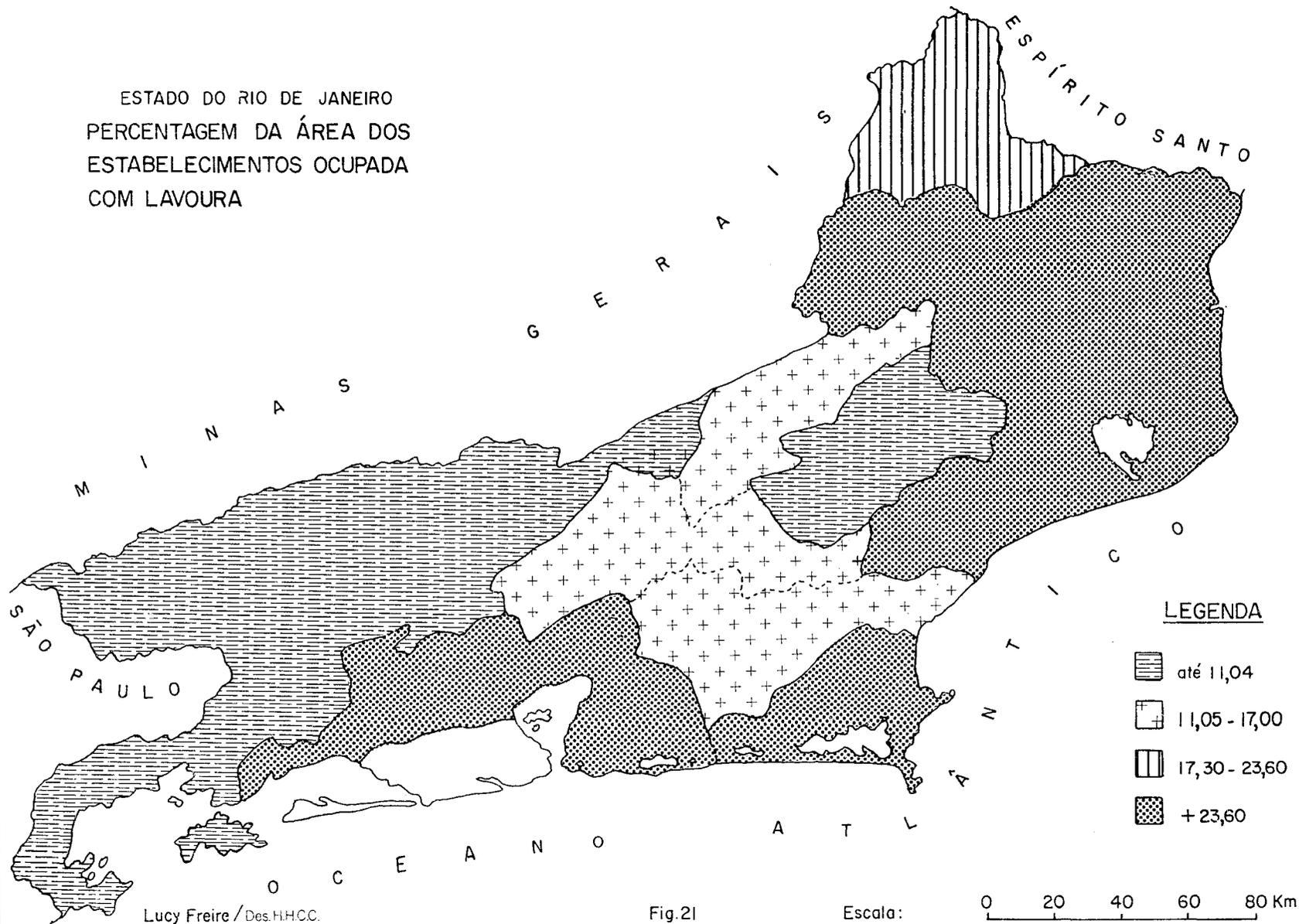


Lucy Freire /des. mtn

Fig 20

Escala: 0 20 40 60 80Km

ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
PERCENTAGEM DA ÁREA DOS  
ESTABELECIMENTOS OCUPADA  
COM LAVOURA



constituída pela planície aluvial do baixo Paraíba do Sul, cercada por baixos tabuleiros terciários e colinas moldadas no cristalino, onde a lavoura ocupa a planície e a pecuária, parte desta e da área de tabuleiros.

Essa região, chamada de *Agropastoril*, compreende as microrregiões de Itaperuna, Miracema e Campos, apresentando percentagens elevadas quanto à área total dos estabelecimentos em relação à área das microrregiões: 94% em Itaperuna, 87% na de Miracema e 75% na de Campos. A região agropastoril apresenta as seguintes “características acessórias”: a — quatro produtos aparecem nessa região ocupando uma posição de primeira ou segunda hierarquia: cana, arroz, milho e mandioca; b — o rebanho bovino (45,61% do rebanho estadual) apresenta totais elevados (89.759 a 274.915 cabeças) e nele as percentagens de gado leiteiro sobre o rebanho total estão acima de 50%, mas não ultrapassam 77%, o que demonstra uma importância menor do gado de leite em relação ao de corte, em comparação com a região anterior.

Em resumo, essa região se caracteriza pela importância da criação de gado bovino, onde a finalidade de corte já apresenta um certo destaque, aliada à importância da lavoura, que nela ocupa maiores espaços e apresenta mais variada gama de produtos de primeira hierarquia nas combinações.

A Região Agropastoril pode ser subdividida em duas sub-regiões:

1 — *Sub-região do noroeste fluminense*, constituída pelas microrregiões de Itaperuna e Miracema. O que vai caracterizar essa sub-região, em relação à seguinte, é o alto grau de diversificação de sua lavoura, onde o milho e o arroz são os produtos de primeira e segunda hierarquias, sendo, no Estado, a área de concentração de arroz, cuja lavoura tem se expandido nos vales da região, ocupando as terras de várzea, onde se pratica a irrigação. Quanto ao gado, esta sub-região possui ainda percentuais elevados de gado leiteiro (microrregiões de Itaperuna — 77,5% e de Miracema — 69,3%), sendo que parte da produção se destina à industrialização em Itaperuna. O total de vacas ordenhadas foi de 36.713 na microrregião de Itaperuna e de 17.786 na de Miracema, variando muito nos municípios da sub-região o percentual de vacas ordenhadas em relação ao rebanho total. Esta sub-região apresenta uma produção anual (1970) de 56.613.000 litros, isto é, 20% da produção leiteira do Estado, com uma produtividade inferior à da região pastoril, isto é, 2,9 e 2,6 litros/dia.

As percentagens de gado de leite comparadas com as de corte são ainda elevadas, apesar de inferiores às da região pastoril, o que já demonstra uma certa tendência ao gado de corte em relação à região anterior, tendência essa que irá se tornar mais acentuada na sub-região seguinte — a da planície campista.

2 — *Sub-região da planície campista* — sua característica principal é a baixa diversificação da lavoura baseada, principalmente, em um produto, a cana, que domina a sub-região em 1.<sup>a</sup> ou 2.<sup>a</sup> hierarquia, seguida pela mandioca e pelo arroz, como produtos de 1.<sup>a</sup> e 2.<sup>a</sup> hierarquia, porém, espacialmente, muito menos importante que a lavoura canavieira. A lavoura de mandioca é característica da zona de tabuleiros ao norte da planície, em São João da Barra, e dos solos de restinga. Quanto ao rebanho total, essa sub-região do Estado ocupa o segundo lugar em relação às outras sub-regiões, 274.915 cabeças de gado bovino, do qual 51% é de gado leiteiro, o que revela um certo equilíbrio entre o rebanho leiteiro

e o rebanho de corte. Apresentando um produção anual de 32.969.000 litros (1970), a produtividade do rebanho leiteiro, entretanto, é baixa, dando uma média de dois litros por dia. A sub-região participa com 11,90% da produção leiteira do Estado.

Por ser a sub-região que possui maior rebanho de corte (107.751 cabeças), misto (corte e leite — 53.725 cabeças) e importante rebanho leiteiro (113.439), foi aí instalada uma unidade misturadora de melaço e uréia, a Fábrica de Rações do Norte Fluminense, localizada no Município de Campos, que visa a contribuir para que toda a região agropastoril se torne um dos principais centros abastecedores de carne bovina para o Grande Rio.

### c) Região Horticultora e Fruticultora

A terceira região do Estado é extremamente complexa devido à diversidade do quadro físico e à presença, dentro dela, da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, cuja influência se faz sentir sobre a ocupação agrícola da região, de vários modos, o que será analisado no final do trabalho.

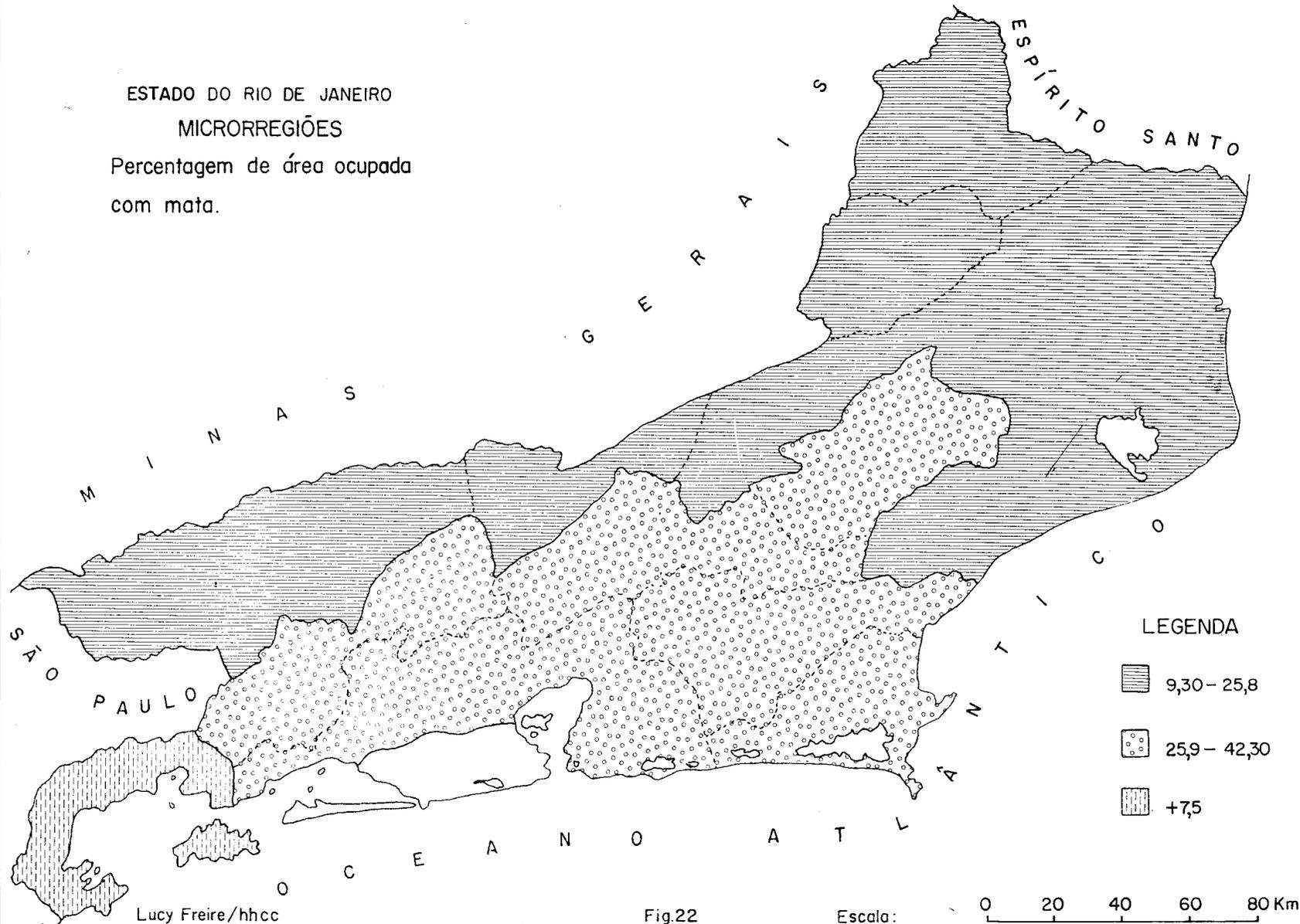
Essa região tem como “característica diferenciadora” o fato de apresentar, em seus estabelecimentos, os mais elevados valores de matas e terras incultas, em relação às duas outras regiões do Estado. A percentagem de área ocupada com mata varia de 29,8% a 75,3% e a percentagem de terras incultas varia de 2,4 a 8,4%. Ela apresenta, também, os mais baixos percentuais de áreas de pastagens: 4,5 a 37,5%. Quanto às percentagem de área ocupada por lavoura, essa região apresenta valores baixos e altos. Considerando a relação entre a superfície das microrregiões e a área nelas ocupada pelos estabelecimentos agrícolas, essa região é a que apresenta menor grau de ocupação e maior grau de outros usos: áreas urbanizadas, áreas loteadas para fins de residência ou lazer, fracamente ocupadas, represas, rio, estradas, propriedades públicas e áreas florestais pertencentes ao governo federal, aos quais atingem valores de 17,11 a 56,76%. Tal fato é explicado pela urbanização real dessa área, pela grande extensão de loteamentos permanentes ou de lazer, intensa ou fracamente ocupados, por terras inaproveitáveis (areais, pântanos, encostas íngremes) e as matas de domínio público, usos esses decorrentes da expansão da metrópole e de suas áreas de lazer e de um quadro físico peculiar.

Essa região abrange duas unidades do relevo do Estado: a Baixada Litorânea e a Região Serrana. A Baixada Litorânea é constituída de planícies, terraços e morros, intercalados por maciços litorâneos, e de faixas arenosas de restingas represando lagoas costeiras, como Maricá, Araruama e Saquarema. Alargando-se em certos trechos, em outros ela se estreita ou chega mesmo a inexistir, comprimida pela Serra do Mar que tomba diretamente no oceano. O litoral caracteriza-se por uma sucessão de lagoas, praias e morros rochosos, de rara beleza e que justificam a sua utilização como áreas de lazer. Seu clima quente e úmido é um dos elementos a explicar o tipo de agricultura que nela se instalou. A Região Serrana compreende a escarpa superior da Serra do Mar e o alto da serra, sendo continuada, em direção ao interior, pelo planalto, drenado pela rede dos afluentes do rio Paraíba do Sul. Seu clima, caracterizado por uma diminuição sensível das temperaturas, deu origem à importante área de veraneio para a população da metrópole. A região da Baixada Litorânea abrange a estreita baixada de Angra dos Reis e Parati, as amplas baixadas de Sepetiba e Guanabara e a baixada lagunar. A Região Serrana abrange a microrregião VIII (Serrana Fluminense) e

ESTADO DO RIO DE JANEIRO

MICRORREGIÕES

Percentagem de área ocupada  
com mata.

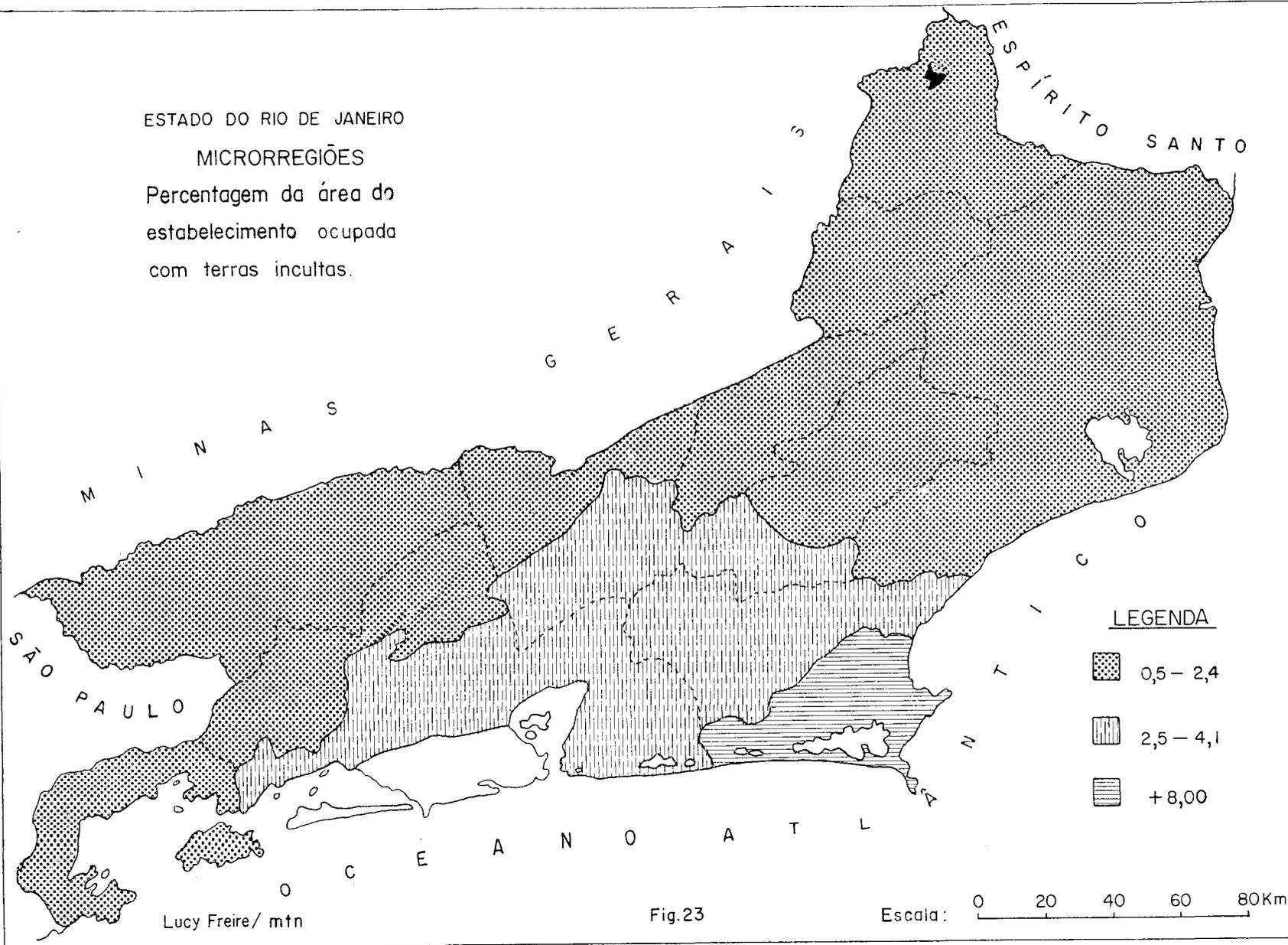


Lucy Freire/hhcc

Fig.22

Escala:

ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
 MICRORREGIÕES  
 Percentagem da área do  
 estabelecimento ocupada  
 com terras incultas.

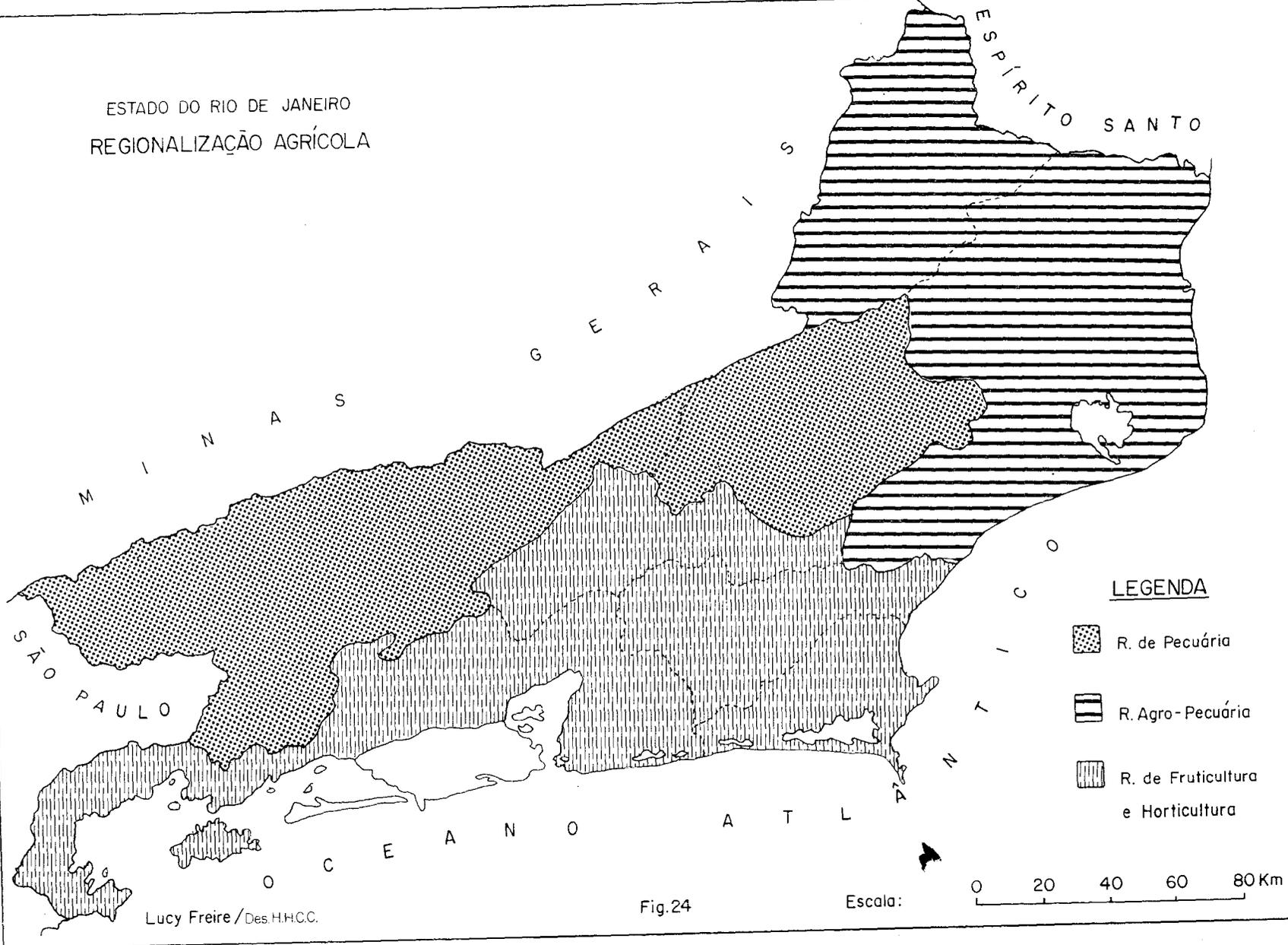


Lucy Freire/ mtn

Fig.23

Escala: 0 20 40 60 80Km

ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
REGIONALIZAÇÃO AGRÍCOLA



Lucy Freire/Des.H.H.C.C.

Fig.24

Escala:

0 20 40 60 80 Km

a microrregião X situada entre a faixa litorânea e a Serra do Mar (bacias do São João e Macacu). Esta última microrregião abrange o trecho da Baixada Fluminense que se estende a nordeste da Guanabara, no qual se salientam colinas e tabuleiros isolados e os contrafortes da Serra do Mar.

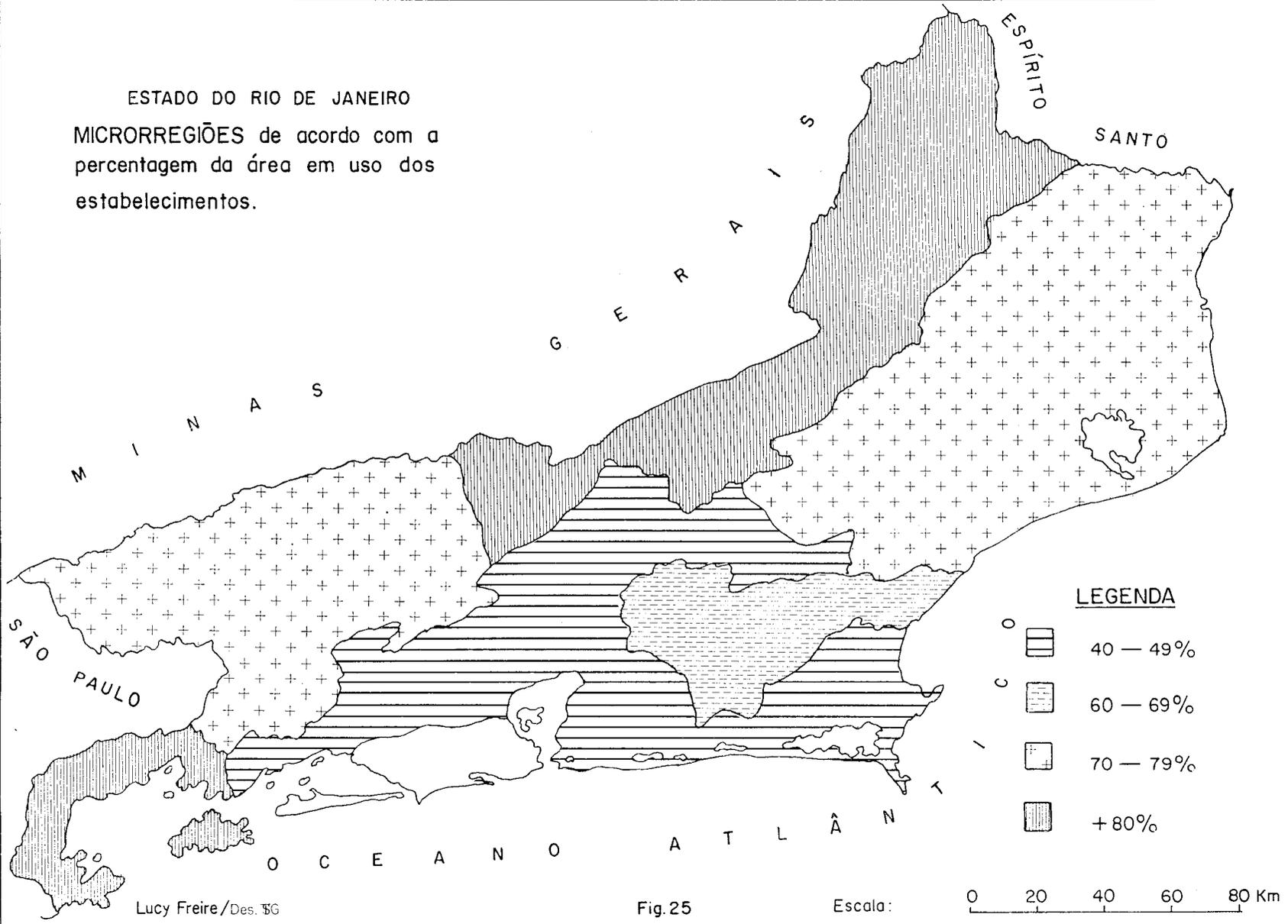
Como "característica acessória" ligada à lavoura (tipo de produto em primeira e segunda hierarquia), essa região é o domínio da floricultura, fruticultura e horticultura no Estado. A banana, a laranja e o tomate ocupam a primeira ou a segunda hierarquia, em quase toda a região que se destaca, ainda, pela produção de outros frutos e pela produção hortícola. É ainda uma região de predomínio da alta diversificação, com exceção da porção sul do litoral fluminense. A outra "característica acessória" está ligada ao gado, que também está presente nesta região, mas em quantidade muito inferior às duas outras, sendo seu rebanho bovino constituído de 164.371 cabeças, o que representa 13,78% do rebanho estadual. Nele a percentagem de gado leiteiro é maior que a de corte, com exceção da microrregião XII.

Essa região chamada de *Fruticultora e Horticultora*, compreende cinco sub-regiões: a Serrana, a das bacias de São João e Macacu, a Fluminense do Grande Rio, a de Cabo Frio e a da baía da Ilha Grande.

1 — *A Sub-região Serrana* compreende os Municípios de Petrópolis, Teresópolis e Nova Friburgo. Abrangendo grande parte da escarpa da Serra do Mar e o alto da Serra, com um relevo extremamente movimentado e recoberto por florestas, e possuindo, além das áreas urbanizadas, grandes extensões ocupadas por loteamentos voltados para o veraneio, essa sub-região é a que tem menor percentagem de área ocupada por estabelecimentos agrícolas (43,24%) do Estado, sendo que nestes as matas ocupam a maior área (25,9% a 42,5%), seguidas das pastagens (22,6 a 40,5%), lavouras (11,4 a 17,0%) e terras incultas (4,1 a 22,5%).

A lavoura dessa sub-região apresenta alta diversificação, e dos produtos considerados na análise da hierarquia agrícola, ocupam a primeira hierarquia, em Petrópolis e Teresópolis, a laranja, e em Nova Friburgo, a banana. A principal característica da lavoura dessa sub-região é, porém, ser a mais importante área hortícola do Estado (Fig. 27), com a produção total de 49.450 toneladas (1970), destacando-se como principais produtos o chuchu, a couve-flor, o tomate, o repolho e a cenoura (em tonelagem). É ainda a sub-região onde é maior o valor da produção de flores (\$ 3.558.000) no Estado, e onde a produção de frutas, como a laranja e a banana, são as mais importantes da sub-região, sendo, porém, aquela que se destaca no Estado como maior produtora de caqui, pera, tangerina e lima. A importância dos produtos hortícolas, das frutas e flores decorre da existência de clima propício a essas culturas e ao abastecimento das próprias cidades serranas de lazer e, principalmente, da metrópole carioca. Essa produção, porém, vem diminuindo à medida em que loteamentos e sítios de veraneio vêm se estendendo sobre as áreas hortícolas e floricultoras. Essa sub-região é, ainda, a segunda do Estado quanto à criação de aves (2.149.768 aves em 1970) para corte e produção de ovos, ainda em decorrência do abastecimento do Rio de Janeiro, e de seu caráter de verdadeira "indústria rural" (7), característica da ocupação das terras altamente valorizadas, próximas da metrópole (Fig. 28). Nesta sub-região o caráter acidentado do relevo permite um tipo de instalação que pode estabelecer suas construções, os aviários, em encostas bem íngremes, como acontece no Município de Petrópolis, com o total de 1.857.000 cabeças, mais de duas vezes maior que Nova Iguaçu, o segundo produtor do Estado. Em Petrópolis, é o

ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
 MICRORREGIÕES de acordo com a  
 porcentagem da área em uso dos  
 estabelecimentos.



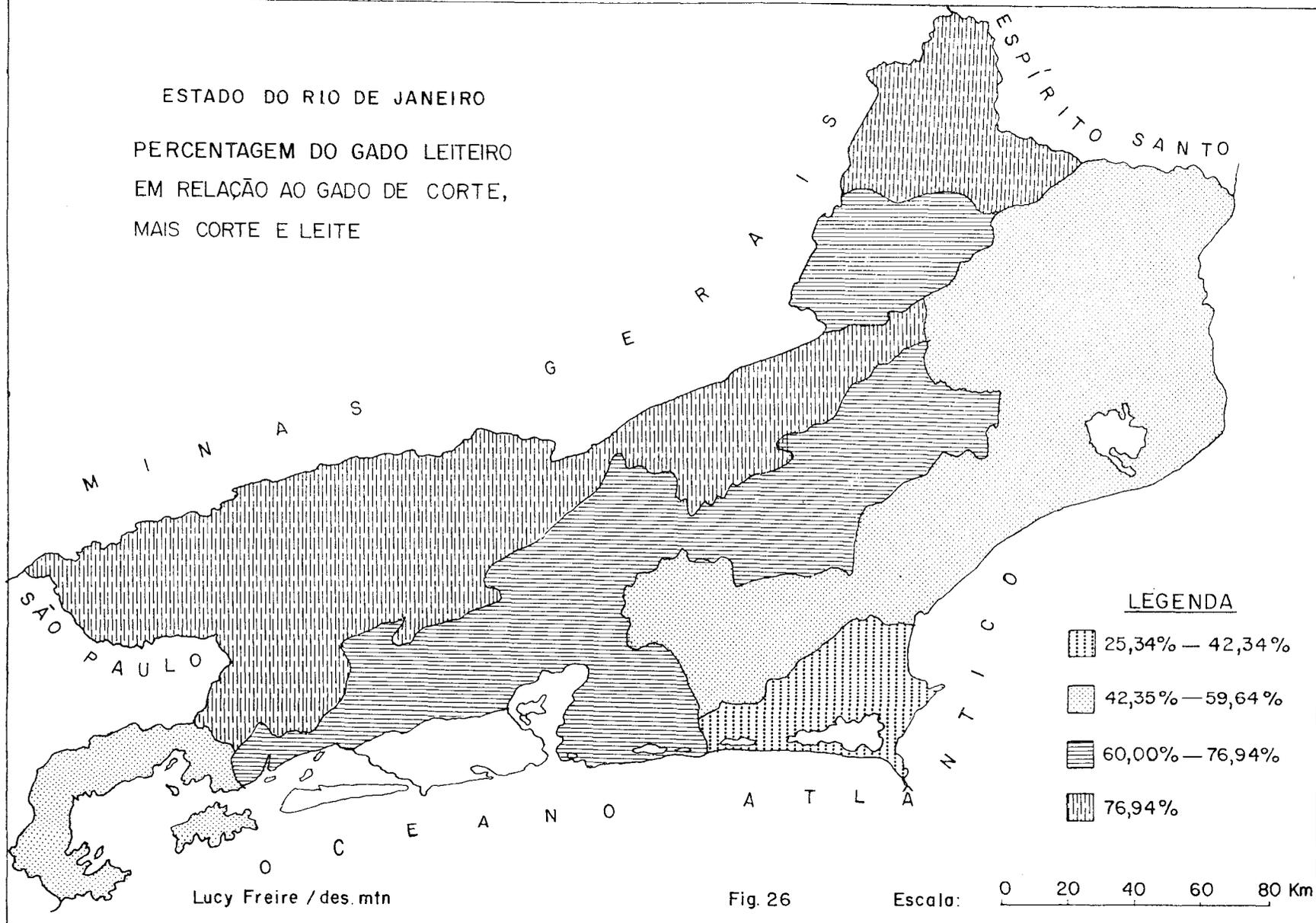
Lucy Freire/Des. 36

Fig. 25

Escala:

ESTADO DO RIO DE JANEIRO

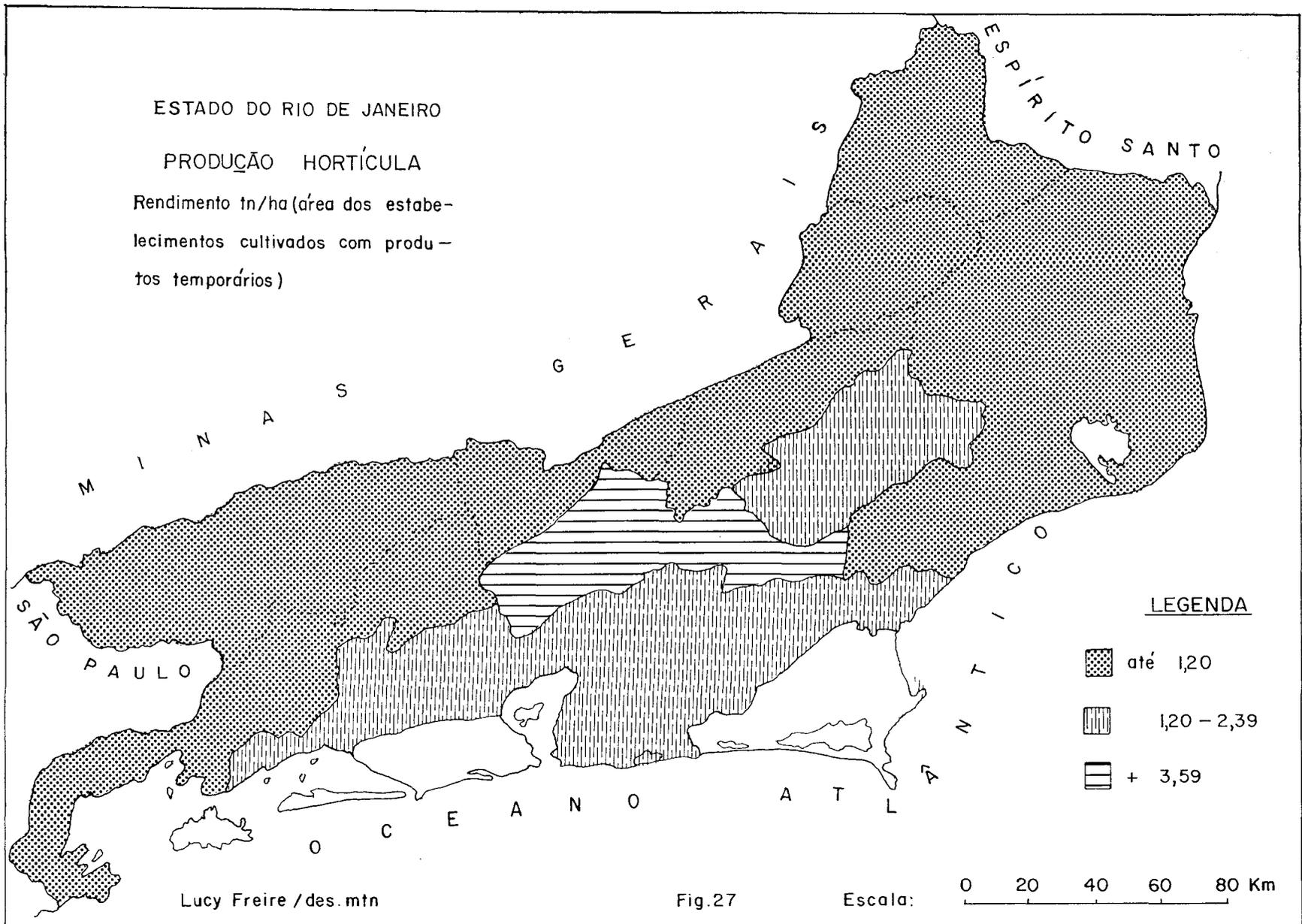
PERCENTAGEM DO GADO LEITEIRO  
EM RELAÇÃO AO GADO DE CORTE,  
MAIS CORTE E LEITE



ESTADO DO RIO DE JANEIRO

PRODUÇÃO HORTÍCULA

Rendimento tn/ha (área dos estabelecimentos cultivados com produtos temporários)



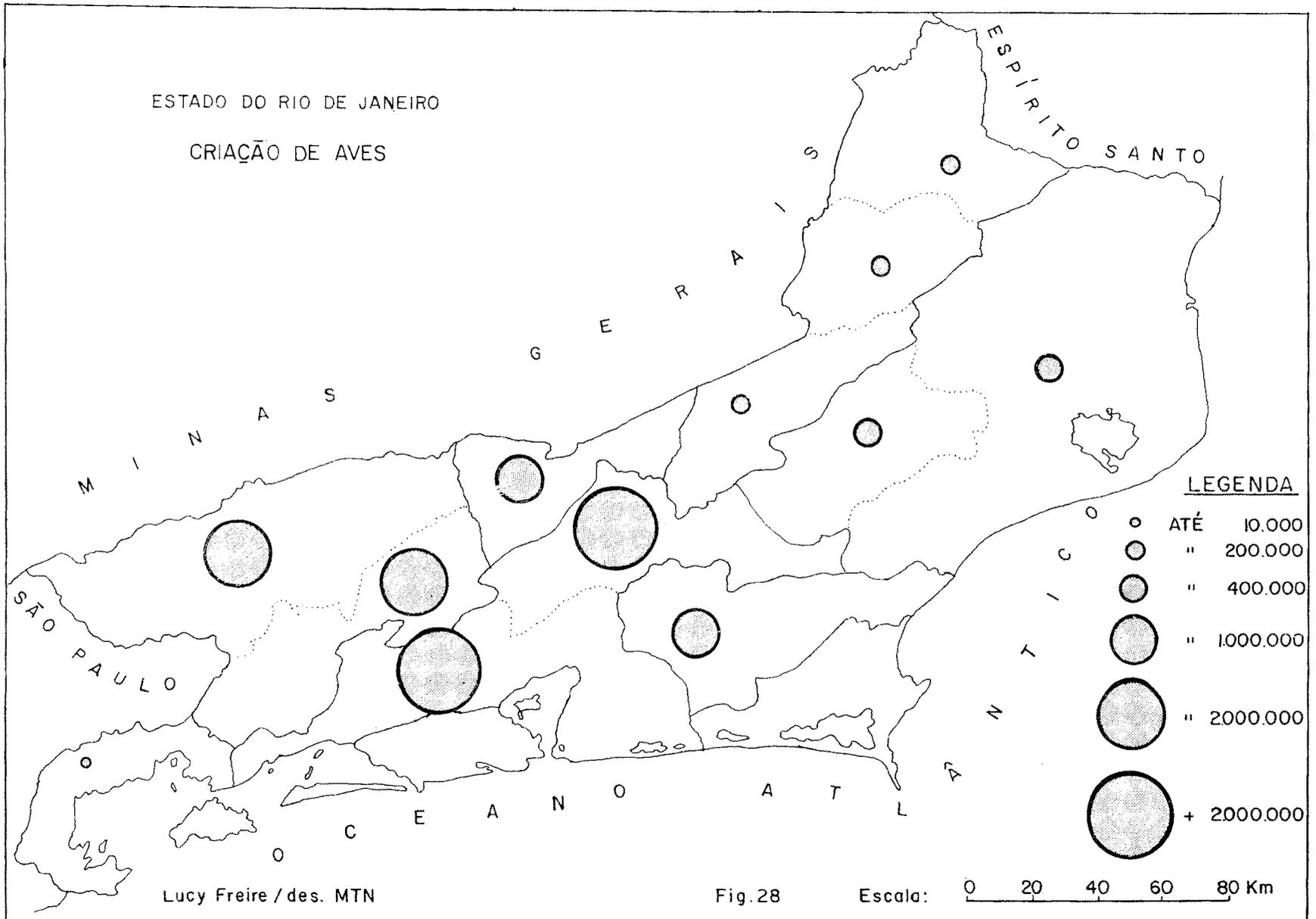
distrito de São José do Rio Preto, ainda pouco atingido pelo veraneio, que se destaca como a área de maior caracterização avícola. Quanto ao gado bovino, seu rebanho é pequeno, totalizando 25.446 cabeças em 1970, predominando o gado leiteiro para abastecimento da própria área.

2 — A segunda sub-região é a das *bacias dos rios São João e Macacu*. É composta por quatro municípios: Cachoeiras de Macacu, Silva Jardim, Rio Bonito e Casimiro de Abreu e constitui uma faixa de contato entre a baixada e a serra, onde as planícies drenadas pelos rios citados são ocupadas, predominantemente, por pastagens, pela lavoura canavieira em decadência, por lavoura de subsistência (milho e mandioca) e, em certos trechos, por horticultura. Nos terrenos mais movimentados da baixada, isto é, nas colinas, aparecem grandes plantações de laranja e mamão. Nessa área os contrafortes da serra apresentam, em suas encostas quentes e úmidas, grandes plantações de banana.

Essa sub-região tem 65,38% de sua superfície ocupada por estabelecimentos agrícolas, o que deve estar ligado a grandes áreas de matas da encosta da serra, de domínio público, uma vez que a sub-região é fracamente urbanizada e ainda não foi invadida por loteamentos de lazer.

Os estabelecimentos agrícolas dessa sub-região apresentam 12% de sua área ocupada por lavouras, 37,5% por pastagens, 39,6% por matas e 2,7% por terras incultas. A lavoura apresenta alta diversificação e, dos produtos considerados na análise da hierarquia agrícola, a banana ocupa a primeira hierarquia em toda sub-região e a mandioca (Cachoeira de Macacu) a segunda hierarquia, juntamente com a cana (Rio Bonito e Silva Jardim) e o arroz (Casimiro de Abreu). O cultivo da cana, antigo na área, apresenta-se hoje decadente e ligado à fabricação de aguardente. Essa sub-região se integra bem na região fruticultora e horticultora porque, além da grande importância da banana, ela é ainda, no Estado, a terceira produtora de laranja, a segunda de frutade-conde, a terceira de goiaba e a primeira de mamão e maracujá (em tonelagem). É também importante área horiticultora, estando essa sub-região do Estado em sétimo lugar quanto à tonelagem, nesse setor, destacando-se, por ordem de importância: o chuchu, aproveitando as encostas úmidas, a vagem, o jiló, o quiabo e a beringela. A produção de flores tem aí certa importância, sendo a quarta em valor da produção do Estado (Cr\$ 2.213.000). A importância da produção hortícola está, em parte, ligada à existência da grande colônia agrícola do INCRA (Papuaia), em Cachoeiras de Macacu, com numerosos japoneses que praticam uma agricultura moderna, intensiva e mecanizada, gozando de razoável padrão de vida.

Essa sub-região apresenta o segundo rebanho da Região de fruticultura e horticultura, totalizando 44.949 cabeças, destacando-se o gado de leite com 58%. O total de vacas ordenhadas representa 30% do rebanho leiteiro, produzindo 7.718.000 litros/ano, o que significa 2,79 litros/dia, o que revela o seu caráter extensivo e tradicional. Nesta sub-região o Município de Cachoeiras de Macacu é o que possui o maior rebanho, com o predomínio de gado de corte, ao contrário dos demais municípios da sub-região. A pecuária aí possui certa preocupação com a qualidade do rebanho e venda de reprodutores. A sub-região ocupa o segundo lugar na criação de galináceos, com o total de 418.335 aves, que contribuem para o abastecimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Nessa sub-região há ainda, em áreas à espera de valorização a de produção de lenha e carvão para a região metropolitana do Rio de Janeiro.



3 — A terceira sub-região é constituída pela microrregião *Fluminense do Grande Rio*, formada pela Região Metropolitana da cidade do Rio de Janeiro, excluído o Município do Rio de Janeiro, antigo Estado da Guanabara, não analisado neste trabalho, e o município de Petrópolis, incluído na sub-região serrana.

Essa microrregião abrange os Municípios de Duque de Caxias, Itaboraí, Itaguaí, Majé, Mangaratiba, Maricá, Nilópolis, Niterói, Nova Iguaçu, Paracambi, São Gonçalo e São João de Meriti. Alguns desses municípios se estendem, em grande parte, por uma área de baixada, a que se segue uma área de colinas e morros, abrangendo também grande parte dos contrafortes da serra.

Em grande parte dessa sub-região existe uma continuidade espacial da urbanização, decorrente da expansão da metrópole do Rio de Janeiro, da cidade de Niterói e cidades vizinhas, havendo uma coalescência desses núcleos com as duas metrópoles, formando uma área densamente urbanizada, à qual se segue uma franja urbano-rural. Os Municípios de São Gonçalo, São João de Meriti, Nilópolis, grande parte dos Municípios de Nova Iguaçu e Duque de Caxias apresentam as suas áreas totalmente ocupadas para fins residenciais, industriais e comerciais. No restante da região metropolitana existem loteamentos com maior ou menor grau de ocupação, espaços rurais vazios ou com atividade agrícola com baixo grau de investimento (criação e lavoura), ou ainda em processo de desaparecimento ou deterioração, que se intercalam com cidades pequenas em expansão (sedes municipais) e indústrias esparsas, com localização rural.

Essa sub-região é caracterizada por um menor grau de diversificação de sua lavoura, devido à existência de áreas, onde certos produtos, que aparecem em primeira hierarquia, constituem quase uma monocultura como a banana, a laranja e a cana e os que aparecem nas mesmas áreas, em segunda hierarquia, são pouco expressivos. A banana, a laranja e a cana são os produtos de primeira hierarquia que apresentam importância nessa sub-região, sendo que a laranja possui baixa diversificação em São Gonçalo, e a banana, em Mangaratiba. O coco, apesar de se apresentar em segunda hierarquia, tem importância no Município de Itaguaí. Assim, essa sub-região tem na fruticultura a sua lavoura principal ligada ao abastecimento da metrópole e de sua região metropolitana.

Essa sub-região tem ainda um papel de área horticultura, destacando-se no Estado pela produção de agrião, alface, beringela, couve, jiló, pepino, pimentão, quiabo, vagem, sendo a terceira sub-região do Estado quanto à tonelagem produzida: 17.930.

Quanto ao gado, a sub-região possui um rebanho de 63.784 bovinos, sendo 17.850 de corte, 37.834 de leite e 8.100 de corte e leite, ligados ao abastecimento da população da região metropolitana, principalmente das sedes municipais e da área suburbana da metrópole. Os Municípios que possuem maiores rebanhos nesta sub-região são os de Itaguaí, Itaboraí, Majé e Nova Iguaçu. Em Itaguaí há quase uma equivalência entre os rebanho de corte (6.894 cabeças) e de leite (7.143). Sendo uma zona muito próxima da "área urbanizada", onde está havendo grande expansão de loteamentos, essa situação pode ser, em parte, explicada, quanto ao leite, pelos "retiros", de proprietários de gado, com pouca ou nenhuma terra, que utilizam as áreas vazias de loteamentos fracamente ocupados para pastagens de gado, vendendo o produto nos subúrbios próximos. Existem ainda algumas grandes áreas, cujos proprietários, prevendo breve valorização das terras para fins urbanos, utilizam-nas para a pecuária leiteira, visando ao mercado local ou próximo, ou alugam

suas terras para engordar o gado. O Município de Nova Iguaçu, que tem uma parte urbanizada unida a cidade do Rio de Janeiro, possui, entretanto, certos distritos, como Cava, Queimados e Japeri, onde existe uma pecuária de certa importância no contexto da sub-região, apesar da expansão de loteamentos, cujo grau de ocupação é fraco. Nesses distritos a pecuária ocupa também espaço vazios dos loteamentos ou grandes propriedades que subsistem nessa área com a pecuária leiteira (12.775 cabeças) ou de corte (2.765 cabeças), altamente extensivas devido à expectativa de valorização para fins urbanos.

Itaboraí, que está se tornando um prolongamento da aglomeração Niterói—São Gonçalo, vem tendo o seu distrito-sede invadido por loteamentos ligados à expansão da própria cidade e de suas atividades (olarias), ou já abrigando pessoas que aí constroem suas casas e trabalham em Niterói. Aí a área de colinas e várzeas, de solos melhores, é ocupada por canais em decadência, devido ao fechamento da Usina de Tanguá, e por grande área de laranjais já, em parte, mal cuidados, sendo ambos os aspectos decadentes da lavoura, devido ao valor especulativo das terras para futuro loteamento. A área da planície do rio Macacu, de terrenos mais arenosos e úmidos, onde existem pastos naturais, é utilizada pela pecuária extensiva (leiteira — 5.538 cabeças e corte — 2.765).

Entre a área de expansão das duas cidades, de cada lado da baía, fica o Município de Majé que, por sua maior distância das duas cidades, só há pouco tempo está se iniciando na função dormitório e as áreas loteadas aí existentes tem baixíssimo grau de ocupação. Propriedades grandes são utilizadas para criação predominante de gado leiteiro . . . (3.653 cabeças) ou de corte (1.919 cabeças), algumas através do aluguel da terra.

O caráter extensivo da pecuária leiteira, que é a predominante nessa sub-região, é demonstrado pela baixa produtividade do rebanho (2,63 litros por dia), só estando abaixo as sub-regiões de Cabo Frio (2,261/dia) e Baía da Ilha Grande (1,931/dia). A sub-região Fluminense do Grande Rio participa com 4,39% da produção leiteira do Estado. Um outro tipo de uso do solo nessa sub-região é a criação de aves. Nos Municípios de Nova Iguaçu a criação atinge um total de 787.268 aves, 203.000 no Município de Duque de Caxias, 240.000 em Itaguaí, 320.000 em Mangaratiba, 563.000 em São Gonçalo, 125.000 em Itaboraí, 70.000 em Maricá. “Os aviários são formas tão industriais como rurais do uso da terra” (7), justificando, economicamente, a sua presença na sub-região que tem na metrópole do Rio de Janeiro e sua região metropolitana seu grande mercado consumidor.

A sub-região Fluminense do Grande Rio, apesar de num estudo de regionalização agrícola ser caracterizada pela fruticultura e pela horticultura, é a que maior percentagem apresenta de área não ocupada por estabelecimentos (55,81%), o que demonstra o seu caráter altamente urbanizado, quer de maneira real (área construída) quer de maneira especulativa, através de loteamentos fracamente ocupados. Contribui também para essa alta percentagem as encostas íngremes de floresta e a faixa arenosa extensa, inaproveitáveis para a agricultura e não incluídas como área de estabelecimentos agrícolas.

É à sub-região Fluminense do Grande Rio que se aplica, muito bem, o seguinte trecho de um artigo de R. Sinclair, “Von Thünen and Urban Sprawl” (7): “a terra próxima à área urbanizada sofre o efeito de um *air of anticipation* da expansão urbana. O grau dessa antecipação tem uma influência direta sobre as práticas agrícolas e particularmente sobre a intensidade do uso do solo. Quanto mais aumentam as chances da utilização urbana da terra menos se torna interessante para o proprie-

tário investir grandes capitais com objetivos agrícolas. O grau de antecipação declina com a distância da metrópole e quanto mais próxima desta maior o valor absoluto do solo e menor o valor relativo para utilização agrícola, que é caracterizada pelo decréscimo da intensidade." (7)

4 — *Sub-região de cabo Frio* — é composta pelos Municípios de Araruama, Cabo Frio, São Pedro d'Aldeia e Saquarema. Esta região é caracterizada por estar situada na baixada litorânea, o que permite o aparecimento de lagoas costeiras, como a de Araruama e Saquarema. As condições naturais favorecem o desenvolvimento de veraneio, em função do que surgiram loteamentos, tendo em vista não somente as características físicas mas também a proximidade dos dois grandes centros, Rio de Janeiro e Niterói. A percentagem ocupada pelos estabelecimentos agrícolas é de 46,04%, sendo que nestes as matas ocupam 29,8%, percentagem idêntica à das pastagens. As lavouras ocupam 25% da área total dos estabelecimentos e as terras incultas, 8,4%.

A lavoura nessa região apresenta-se com alta diversificação, com exceção do Município de São Pedro d'Aldeia. Na análise da hierarquia agrícola, a laranja predomina em Araruama, o milho em Cabo Frio, a mandioca em São Pedro e a cana em Saquarema. Em segunda hierarquia, a laranja em São Pedro, o coco-da-baía em Cabo Frio, a mandioca em Araruama e o limão em Saquarema. Como podemos verificar, a fruticultura tem importância na região, tanto em primeira quanto em segunda hierarquia. Os demais produtos têm sua explicação, no caso da cana, como remanescente de uma economia que caracterizou o Estado do Rio de Janeiro, e os outros, como produtos para atender à subsistência da população local e à comercialização. Essa área, embora próxima da área metropolitana do Rio de Janeiro, não se destaca na produção hortícola.

A pecuária é uma atividade secundária na região, destacando-se a criação de bovinos e suínos realizada de modo extensivo, sendo a produção de leite e corte para abastecimento da própria região. A criação de aves tem pequena expressão, de acordo com o levantamento feito para o Estado.

Concluindo, verifica-se que a economia agrícola desta região está sendo grandemente afetada pela urbanização que se processa nessa área ligada ao lazer.

5 — *Sub-região da Baía da Ilha Grande* — Formada pelos Municípios de Parati e Angra dos Reis, essa região apresenta relevo acidentado, onde os contrafortes da Serra do Mar atingem o litoral, formando grande número de ilhas, com tamanhos variados, numerosas baías e pequenas praias.

A fraca urbanização apresentada pela região decorreu, essencialmente, do relativo isolamento que durante muito tempo caracterizou os núcleos da região em relação aos grandes eixos viários do Estado.

A área de estabelecimentos agrícolas corresponde a 44,19% da área total; as lavouras ocupam 9% do total dos estabelecimentos, sendo a banana o produto comercial por excelência, ocupando a primeira hierarquia em ambos os municípios, caracterizados por baixa diversificação agrícola. Em segunda hierarquia destaca-se a mandioca e o coco-da-baía. O fraco percentual dos estabelecimentos agrícolas ocupado por lavoura pode ser explicado pela topografia, caracterizada por uma escarpa íngreme que limita o aproveitamento do solo para usos agrícolas. Isto explica também o alto percentual dos estabelecimentos ocupados por áreas de matas, 75,3%, a maior do Estado.

Pelo exposto acima, também a pecuária não desempenha papel importante na economia da região, onde as áreas de pastagem ocupam apenas 4,05%, destinando-se a produção essencialmente ao consumo local. Resta ainda observar que o percentual de terra inculta nos estabelecimentos é bastante baixo, ou seja 2,4%.

Cabe ressaltar que as características acima mencionadas podem ser essencialmente alteradas em decorrência do aumento da acessibilidade da região, dado à inauguração da Rodovia Rio—Santos (BR-101), onde a influência do lazer já se faz sentir com intensidade ao longo do litoral.

## V — CONCLUSÃO

Este trabalho objetivou a realização de uma regionalização agrícola do Estado do Rio de Janeiro, no qual foram identificadas três regiões: de pecuária, de agropecuária e de horticultura e fruticultura, regiões homogêneas, definidas por características ligadas ao uso agrícola do solo. Tal identificação levou-nos, porém, a sentir a coesão dada a esses espaços homogêneos pela polarização exercida pela metrópole do Rio de Janeiro, revelada pela grande influência que esse enorme mercado consumidor exerce sobre o uso agrícola do solo nessas regiões e, principalmente, a influência real ou especulativa da expansão da metrópole, sobre a competição entre o uso agrícola ou urbano do solo.

Uma estrutura regional polarizada, onde os espaços homogêneos apresentar-se-iam não como regiões mas como setores de uma região polarizada, está relacionada ao nível de desenvolvimento da região. Dentro do sudeste, o Estado do Rio de Janeiro, muito menos desenvolvido que o de São Paulo, apresenta ainda formas tradicionais de organização regional no setor agrícola, mas se torna cada vez mais acentuada a polarização exercida pelo Rio de Janeiro. Isso nos levou às idéias de Hagggett e Chorley de que “o sistema de regiões só é estabelecido como primeiro passo de uma pesquisa geográfica.” Indica ele o caminho para o estudo do “como” e talvez do “porquê” das variações regionais descritas. Isso evidencia até que ponto a regionalização é um processo de construção de modelos. “A medida do sucesso de um sistema regional não reside na exatidão das fronteiras delimitadas, mas sim no estímulo que o sistema proporciona para explicar as diferenças regionais reveladas pelo sistema. Todos os sistemas regionais são modelos; devem basear-se na seleção, quanto à natureza das coisas, porque um sistema regional não pode basear-se em todas as propriedades possíveis das coisas regionalizadas. Se, em relação à definição de modelo como generalização da realidade, considerarmos os sistemas regionais como uma aproximação da realidade, que poderia ser modificada mais tarde, seremos muito mais tolerantes quanto às limitações e talvez mais conscientes do estímulo que proporcionarão a trabalhos posteriores” (5). A regionalização agrícola pretende ser um processo de construção de modelo de um sistema regional e, como tal, serviu-nos de estímulo para tentar compreender melhor as diferenças regionais reveladas pelo sistema de regiões do Estado do Rio de Janeiro.

O modelo de Sinclair, citado no início do trabalho, pareceu-nos muito mais apropriado para entender as diferenças reveladas pelo sistema de regiões que compõem o Estado do Rio de Janeiro, devido à presença, nesse Estado, de uma região metropolitana com mais de sete milhões de habitantes, que é o fator explicativo mais importante da variação do

grau de intensidade da agricultura, do valor da terra e da organização espacial da atividade agrícola. Outros fatores, como diferença do quadro físico, acessibilidade e permanência de certas lavouras tradicionais, explicariam as distorções encontradas.

Outro estudo está em andamento, visando, através da pesquisa das variáveis utilizadas por Sinclair (grau de intensidade da agricultura, intensidade dos investimentos, grau de deterioração da agropecuária) a chegar a uma conclusão mais segura sobre a aplicabilidade do modelo de Sinclair numa parte da região mais desenvolvida, o Sudeste, de um país em desenvolvimento como o Brasil, uma vez que ele considerou seu modelo aplicável às partes altamente industrializadas do mundo, enquanto que o modelo de von Thünen aplicar-se-ia, ainda hoje, "à maior parte do mundo não industrializado" (7).

Assim, partindo-se de um estudo de regiões homogêneas (agrícolas), chegou-se à noção de região polarizada, sentindo-se a necessidade de conhecer, mais profundamente, os mecanismos em ação, através do uso de modelos.

## REFERÊNCIAS

- (1) BHATIA, S. S. — On Index of Crop Diversification — *The Professional Geographer*, março, 1960.
- (2) ————. — Patterns of Crop Concentration and Diversification in India, *Economic Geography*, vol. 1, janeiro de 1965.
- (3) WEAVER, J. C. — Crop Combination Regions in the Middle West — *The Geographical Review*, vol. 44 n.º 2 — 1954.
- (4) MESQUITA, O. V. & SILVA, S. T. — Regiões Agrícolas do Estado do Paraná — uma definição estatística — *Revista Brasileira de Geografia*, ano 32, n.º 1.
- (5) CHORLEY/HAGGETT — *Modelos Integrados em Geografia* — Editora da USP, 1974.
- (6) VON THÜNEN, J. H. — *Der Isolierte Staat* — 1826.
- (7) SINCLAIR, Robert — Von Thünen and Urban Sprawl — *Annals of the AAG* — Vol. 57, n.º 1, 1967.
- (8) COPPOCK, J. T. — Crop, Livestock and Enterprise Combinations in England and Wales — *Economic Geography*, vol. 40, n.º 1, janeiro 1964.

### Outras Fontes:

- Censo Agrícola do Estado do Rio de Janeiro — IBGE — 1970
- Subsídios à Regionalização — IBGE — 1968
- Diagnóstico do Estado do Rio de Janeiro — CODERJ — 1970
- Sinopse Preliminar do Censo Demográfico — Rio de Janeiro — 1970

## SUMMARY

The quantitative and comparative analysis of livestock and crops, separately by means of indexes and together by means of the agricultural regionalization and the use of patterns of agricultural activity location (Von Thünen's and R. Sinclair's) is essential to the understanding of the spatial organization of agriculture and to any kind of agricultural planning.

In this work, three indexes have been applied: those of crop diversification, of concentration, both established by the hindu geographer Shyam Bathia, and of crop combination, by John Weaver. The crop diversification index determines only two variables: the quantity of crops and the percentages of cultivated area. The concentration index determines the relationship between the cultivated area with only one crop and the total cultivated area in a certain space. The crop combination index determines the type of combination that takes place in a certain area. As to the agricultural regionalization, its objective is to allow the identification of uniform regions in terms of agricultural spatial organization. The percentage of each of the four possible types of land use has been considered as "differentiating characteristic"; the type of agricultural production and the type of livestock in reference to the aim of raising have been considered as "accessory characteristics". Beginning at the level and using the homogeneous microrregions as basic unit and the analytical regionalization method by means of those two types of characteristics, three regions have been determined: Livestock; Agro-Pastoral; Horticulture and Fruit Growing.

The Livestock Region presents as differentiating characteristic the highest percentage of pastures in the State. Its accessory characteristics are a high agricultural diversification, the presence of corn in all crop combinations and 40.61% of the total cattle in the State, more than 75% of which being of dairy animals.

The Agro-Pastoral Region is characterized by high percentages of pastures and of areas occupied by farming. Its accessory characteristics are the sugar cane, rice, corn and manioc crops, and the high totals of cattle, more than 50% of which being of dairy animals.

The Horticulture and Fruit Growing Region presents as differentiating characteristic a percentage of forests and uncultivated lands higher than that of the two other regions already mentioned. Its accessory characteristic related to farming is the fact that the region itself is the domain of floriculture, fruit growing and horticulture in the State. It also presents the highest percentage of area unoccupied by agricultural establishments, a fact that indicates its highly urbanized nature in both actual and speculative ways, through deficiently occupied allotments. Thus, this region is extremely complex due to the diversity of physical features and to the presence of the metropolitan area of Rio de Janeiro which influences the agricultural occupation in many ways.

The identification of the three agricultural regions has revealed the high degree of cohesion between those homogeneous spaces due to the polarization of the metropolis of Rio de Janeiro. This polarization is demonstrated by the great influence of the enormous consumer market on the agricultural land use in those regions and, basically, by the actual or speculative influence of the metropolitan expansion on the competition between agricultural and urban land uses.

## RÉSUMÉ

L'analyse quantitative et comparative de l'élevage et des cultures, séparément par indices et d'une manière intégrée à travers la régionalisation et l'utilisation de modèles de localisation de l'activité agricole (ceux de Von Thünen et de R. Sinclair), est fondamentale à la compréhension de l'organisation spatiale de l'agriculture et à toute planification agricole.

Dans ce travail, trois indices ont été appliqués: ceux de la diversification de cultures, de la concentration, les deux établis par le géographe hindou Shyam Bathia, et de la combinaison de cultures, par John Weaver. L'indice de diversification de cultures détermine seulement deux variables: la quantité de cultures et les pourcentages d'aire cultivée. L'indice de concentration détermine le rapport entre l'aire cultivée avec une seule culture et l'aire totale cultivée dans un certain espace. L'indice de combinaison de cultures détermine le type de combinaison d'une certaine aire. Quant à la régionalisation agricole, son objectif est de permettre l'identification de régions uniformes du point de vue de l'utilisation de l'espace par l'agriculture. Le pourcentage de chacun des quatre types possibles d'utilisation du sol a été considéré comme "caractéristique de différenciation"; le type de production agricole et le type de bétail, quant au but de l'élevage, ont été considérés comme "caractéristiques accessoires". En commençant au plus haut niveau, l'État, et utilisant les micro-régions homogènes comme unité basique et la méthode de régionalisation analytique à travers ces deux types de caractéristiques, trois régions ont été déterminées: la Région de l'Élevage, la Région Agropastorale et la Région d'Horticulture et Culture Fruitière.

La Région de l'Élevage se caractérise par des indices de pâturages les plus hauts de l'État. Ses caractéristiques accessoires sont la grande diversification agricole, la présence du maïs dans

toutes les combinaisons de cultures et 40,61% du troupeau bovin de l'État, dont plus de 75% est de bétail laitier.

La Région Agropastorale se caractérise par des hauts pourcentages de pâturages et d'aires occupées par le labour. Ses caractéristiques accessoires sont les cultures de canne à sucre, riz, maïs et manioc, et les hauts totaux de troupeau bovin, dont plus de 50% est de bétail laitier.

La Région d'Horticulture et Culture Fruitière présente comme caractéristique de différenciation des pourcentages de forêts et terres incultes plus hauts que ceux des deux autres régions déjà citées. Sa caractéristique accessoire liée au labour est le fait d'être le domaine de la culture florale, fruitière et horticulture dans l'État. Elle présente aussi le plus haut pourcentage d'aire qui n'est pas occupée par des établissements agricoles, en démontrant son caractère hautement urbanisé, aussi bien d'une façon réelle que d'une façon spéculative, à travers des lotissements faiblement occupés. Donc, cette région est extrêmement complexe à cause de la diversité des caractères physiques et de la présence de la région métropolitaine du Rio de Janeiro qui influe de diverses manières sur l'occupation agricole.

L'identification de ces trois régions a révélé le haut degré de cohésion entre ces espaces homogènes à cause de la polarisation exercée par la métropole du Rio de Janeiro. Cette polarisation est démontrée par la grande influence du énorme marché de consommation sur l'utilisation agricole du sol dans ces régions et, principalement, par l'influence réelle ou spéculative de l'expansion de la métropole sur la compétition entre l'utilisation agricole et l'utilisation urbaine du sol.

# Considerações metodológicas sobre as medidas de desigualdades

---

RAMONAVAL AUGUSTO COSTA

## I — INTRODUÇÃO

O objetivo deste estudo é apresentar alguns exemplos de variações em indicadores, em função do tamanho da amostra e da metodologia empregada. Para o cálculo deles os indicadores utilizados como exemplo são medidas de desigualdade de renda.<sup>1</sup> Estas medidas estão sendo usadas devido à disponibilidade da informação e à grande importância que se dá às oscilações nos valores destes indicadores. Quando se constatam aumentos na desigualdade das rendas sugere-se que a posição relativa dos indivíduos não melhorou. Tal indicação gera muitos problemas de ordem política e econômica. Nestas circunstâncias seria necessário evitar que se considerasse como aumento efetivo simples variações dos indicadores devido ao tamanho da amostra e ao método de cálculo utilizado. Nosso interesse é chamar atenção para esta possibilidade, a fim de incutir nos técnicos maior preocupação com a metodologia quando da utilização de indicadores de desigualdade de renda (Costa, 1975).

Os indicadores utilizados como exemplo são: o Coeficiente de Pareto, o Coeficiente ou Índice de Gini, a Razão de Concentração de Gini e o Índice de Theil. Aproveitar-se-á a oportunidade para oferecer alguns detalhes sobre o verdadeiro significado destes indicadores e suas propriedades como medidas de desigualdade das rendas.

---

1 Estas medidas não são exclusivamente as da desigualdade de rendas, são também as de desigualdade de qualquer outro atributo que se julgue interessante investigar. Historicamente estas medidas estão ligadas aos estudos da situação de desigualdade das rendas pessoais, daí o experimento ter sido montado com base numa distribuição de renda. Existem vários pontos em comum nos trabalhos do autor divulgados na *Rev. Bras. de Estatística* n.º 144 e no *Boletim Geográfico* n.º 238.

## 1.1 — Tamanho da amostra

No caso o Censo Demográfico de 1970 a Fundação IBGE tem disponível duas amostras. A primeira é constituída de aproximadamente 1,3% da população e dos domicílios. A segunda se refere à amostra de 25% da população e dos domicílios com a qual foram feitas as perguntas adicionais sobre a situação sócio-econômica das pessoas e dos domicílios. A maior amostra serviu de base para divulgação definitiva dos dados do Censo Demográfico de 1970, ao passo que a amostra de 1,3% se constituiu na fonte de informação para a elaboração e divulgação das tabulações avançadas do Censo Demográfico de 1970, em circulação em meados de 1971. Neste trabalho as medidas de desigualdade de rendas foram calculadas para as duas amostras, a fim de evidenciar as possíveis diferenças entre os valores obtidos para cada índice.

Sem dúvida, ambas as amostras foram obtidas por processos de amostragem probabilística da população e dos domicílios. Aqui se admite que a Fundação IBGE tenha tomado todos os cuidados necessários para garantir a representatividade das amostras utilizadas; sendo assim, o trabalho que se segue não contém nenhum julgamento sobre a qualidade das amostras.

## 1.2 — Elementos representativos

Quando do cálculo das medidas da desigualdade das rendas a escolha do elemento representativo de cada classe de renda é muito importante. Em geral, os elementos representativos são os pontos médios. Quando não se tem a possibilidade de obter a verdadeira média da classe e não se tem razão suficiente para admitir que o ponto médio não seja um bom elemento representativo, então ele se destaca e é usado em quase todas as situações. No entanto, se a disponibilidade de dados permite calcular a média de cada classe, ela se torna o elemento representativo mais interessante e mais adequado. Devido às características de determinados índices, como os de Pareto e Gini, às vezes encontramos o limite inferior, ou mesmo o limite superior da classe, sendo utilizado como elemento representativo da mesma (*Tório, 1973*).

Nestas circunstâncias, as medidas de desigualdades serão calculadas de várias maneiras. Tal procedimento metodológico é, em princípio, muito simples, mas será extremamente útil para evidenciar as possíveis diferenças. Um índice de Pareto, calculado utilizando-se o ponto médio como elemento representativo e o mesmo índice, considerando-se a verdadeira média como elemento representativo, apresenta diferenças relativamente grandes. Tais diferenças podem induzir o pesquisador a acreditar que de fato houve uma variação no grau de desigualdade. Por isto mesmo é que neste trabalho, além de considerarmos as diferenças introduzidas pelo tamanho da amostra, também consideramos a escolha do elemento representativo da distribuição como de suma importância, se pretendemos medir a desigualdade da renda de uma maneira honesta e imparcial.

Os elementos representativos aqui considerados são o ponto médio, a média da renda, o limite inferior e o limite superior de cada classe de renda. Dos quatro elementos representativos, somente a média apresenta maiores variações entre as amostras, pois os demais são fixos, já que as classes de renda são mantidas.

### 1.3 — Dados utilizados

Já nos referimos aos dados como sendo do Censo Demográfico de 1970, com duas amostras que serviram de base para as divulgações das tabulações avançadas e dos dados definitivos do Censo Demográfico de 1970. Para efeito de comparação e facilidade de computação escolheu-se uma distribuição de renda que não apresentasse problema de última classe aberta, pelo menos no caso da Amostra de 1,3%.<sup>2</sup> Feita a escolha desta maneira e tendo disponível as verdadeiras médias de cada classe, esta distribuição ofereceria condições mais favoráveis à computação das medidas de desigualdade. A distribuição que encontramos com tais características foi a distribuição das rendas dos Homens em Ocupações da Agropecuária, da Produção Extrativa Vegetal, do Estado de São Paulo, em 1970.

Sem dúvida, seria interessante obter várias distribuições com estas características, a fim de tornar o trabalho mais definitivo e menos provocativo. No entanto, é muito raro obter uma distribuição de rendas, como esta, com a renda média de cada classe disponível, inclusive para a última classe. O mais interessante da distribuição utilizada é que ela permite comparar diversas maneiras de computar as medidas de desigualdade, livre da arbitrariedade introduzida pela abertura da última classe de renda (Costa, 1975).

## II — ÍNDICES QUE DEPENDEM DE AJUSTAMENTO

Consideramos, neste estudo, uma classificação das medidas de desigualdade em função da necessidade ou não de ajustamento dos dados à alguma função específica. Dos índices estudados somente o Índice de Pareto e o Índice de Gini se enquadram como medidas que necessitam do ajustamento de uma determinada função aos dados. Os índices são parâmetros da função ajustada. Portanto, além das diferenças de ajustamento, existem diferenças amostrais e de escolha dos elementos representativos.

Apesar do Índice de Pareto (ou Coeficiente de Pareto) ser uma medida bem conhecida, entre as medidas de desigualdades, antes de apresentar os resultados obtidos tentaremos ressaltar algumas de suas características, bem como mostrar certas relações entre o Índice de Pareto e o Índice de Gini que tem sido pouco divulgadas. Este último, apesar de ser contemporâneo do Índice de Pareto e de ter sido apresentado por *Corrado Gini* como uma medida de desigualdade com melhores propriedades do que o Índice de Pareto, é praticamente desconhecido.

### II.1 — Índice de Pareto

O Índice de Pareto tem sido bem divulgado, mesmo no Brasil. Basta observarmos o trabalho de *Kingston* em 1962, *Hoffman* em 1969, *Duarte* em 1971, *Langoni* em 1973 e mais recentemente *Costa* em 1975. Por este motivo não entraremos em maiores detalhes sobre a descrição desta medida.

Considerando que os indivíduos recebem rendas iguais a  $X_1, X_2 \dots X_n$  e dado que  $N_x$  é o número de pessoas com renda  $X$  ou mais (às

2 No caso da amostra de 25%, a última classe é totalmente fechada, porém a renda média está subestimada em função dos problemas de codificação do Censo de 1970, onde as rendas acima de Cr\$ 9.997,00 foram codificadas como sendo Cr\$ 9.998,00. Tal procedimento certamente subestima a renda média.

vezes alguns autores consideram as pessoas com renda maior que  $X$ ). *Pareto* admitia que  $N_x$  e  $X$  eram relacionados através da seguinte função:

$$N_x = Ax^{-\alpha} \quad \text{ou} \quad \boxed{N_x = \frac{A}{x^\alpha}}$$

Onde  $A$  e  $\alpha$  são parâmetros. A medida de desigualdade de *Pareto* seria dada pelo expoente  $\alpha$ . A interpretação de  $\alpha$  pode ser feita como se fosse uma elasticidade.<sup>3</sup> Admitindo-se que a função densidade da distribuição das rendas seja  $f(x)$ , então a função de distribuição será:

$$\int_{-\infty}^x f(x) dx = F(x)$$

Nestes termos podemos interpretar  $N_x$  como sendo igual a:

$$N_x = 1 - F(x)$$

Observamos que a função de *Pareto* é uma curva obtida a partir de  $F(x)$ , ou seja, a Ogiva. Daí a explicação para  $N_x$  significar o número de pessoas que possuem a renda  $x$  ou mais (ou que possuam renda maior que  $x$ ).

Na informação original de *Pareto* o ajustamento da curva acima mencionada seria muito bom para valores de  $x > x_0$ , onde  $x_0$  seria considerada uma renda mínima a partir da qual a função se ajustaria aos dados. Tal fato coloca a função de *Pareto* como um instrumento de descrição parcial da distribuição de rendas. Considerando-se a existência de uma renda mínima  $x_0$ , podemos sugerir uma outra interpretação para  $\alpha$ . Considerando que:

$$N = Ax_0^{-\alpha} \quad \text{e} \quad N_x = Ax^{-\alpha}$$

obtemos:

$$\frac{N_x}{N} = \frac{Ax^{-\alpha}}{Ax_0^{-\alpha}} = \frac{x_0^\alpha}{x^\alpha} = \left(\frac{x_0}{x}\right)^\alpha$$

Sendo assim  $\alpha$  poderia ser interpretado como o expoente ao qual se elevaria a fração que  $x_0$  (renda mínima) representa da renda  $x$ , a fim de igualá-la à fração de contribuintes que recebem renda igual e maior que  $x$  (*Kingston*, 1967).

Uma outra maneira de vislumbrar a medida de desigualdade introduzida por *Pareto* é aquela derivada do processo de linearização a que submetemos a fração, a fim de poder estimar os seus parâmetros, ou

seja:

$$N_x = Ax^{-\alpha} e^\mu$$

onde  $A$  e  $\alpha$  são os parâmetros a serem estimados. Particularmente,  $\alpha$  é a própria medida de desigualdade;  $\mu$  é um termo de erro na equação que

<sup>3</sup> Para esta interpretação vide *Ramonaval Augusto Costa*, "Medidas de Desigualdade de Renda" — *Boletim Geográfico* n.º 238, jan./fev. de 1974, Ano 33, pp. 45/72.

possui média zero e variância constante.<sup>4</sup> Após o processo de linearização por logaritmos obtemos:

$$\log N_x = \log A - \alpha \log x + \mu$$

Então podemos interpretar  $\alpha$  como sendo a inclinação da reta cuja ordenada é  $\log N_x$  e abcissa  $\log x$ , respectivamente o logaritmo das pessoas com renda maior ou igual a  $x$  (ou maior que  $x$ ) e o logaritmo de  $x$ . Sendo assim, também podemos lembrar que a representação gráfica desta reta seria uma maneira alternativa de utilização da medida de *Pareto*.

Todas as medidas de desigualdade apresentam suas vantagens e desvantagens e o Índice de Pareto tem sido muito discutido através dos tempos, tendo acumulado, portanto, muitas informações sobre o seu desempenho (*Costa, 1975*).

## 11.2 — Índice de Gini

O Índice de Gini é uma outra medida de desigualdade da renda pouco conhecida, apesar de ter sido apresentada por *Corrado Gini* como uma alternativa melhor do que a medida de *Pareto*, na compreensão da situação da distribuição da renda pessoal dos países.<sup>5</sup> Daremos um tratamento mais completo no caso deste índice, em função de sua falta de divulgação.

Primeiramente, vejamos a sua forma geral. O índice de Gini, como coeficiente de Pareto, é também o parâmetro de uma função cuja forma é:

$$N_x = KA_x^\delta$$

Onde  $N_x$  é o número total de pessoas com renda maior que  $x$ ,  $A_x$  é a renda total das  $N_x$  pessoas,  $K$  é uma constante e  $\delta$  é o que chamamos de Índice de Gini.

Uma interpretação semelhante ao Índice de Pareto é obtido através da observação de que  $\delta$  também é uma elasticidade, mas neste caso o seu valor é positivo, ou seja  $\frac{dN_x}{dA_x} > 0$  ao passo que para *Parreto*  $\frac{dN_x}{dx} < 0$ .

Para obter uma interpretação<sup>6</sup> bem clara do que significa o índice de Gini consideremos que  $n$  seja o total de pessoas com as rendas  $x_1, x_2, \dots, x_n$  e  $m$  seja o total de pessoas com as maiores rendas, ou seja,  $x_{n-m+1}, x_{n-m+2}, \dots, x_n$ . Consideremos que  $x_1 < x_2 < \dots < x_n$ , nestas circunstâncias, podemos dizer que:

$$\bar{x}(n) = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

$$\bar{x}(m) = \frac{x_{n-m+1} + x_{n-m+2} + \dots + x_n}{m}$$

4 Estas são hipóteses padrões nos métodos modernos de ajustamento através de regressão simples, usando o método de estimação dos mínimos quadrados.

5 Este índice foi apresentado originalmente no estudo de *Corrado Gini* "*Indice di Concentrazione e di Dipendenza*", Biblioteca Dell'Economista, Roma Editrice, Torinese Milano, 1922, páginas 5/137.

6 Esta interpretação encontra-se em *Corrado Gini* "*Indice di Concentrazione e di Dipendenza*", op. cit. 1922.

e que  $\bar{x}(n) < \bar{x}(m)$ . Portanto, temos que:

$$\frac{x_{n-m+1} + x_{n-m+2} + \dots + x_n}{m} > \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

e

$$\frac{x_{n-m+1} + x_{n-m+2} \dots + x_n}{x_1 + x_2 + \dots + x_n} > \frac{m}{n}$$

Ou seja, o percentual da renda recebida pelas  $m$  pessoas é maior que o percentual de pessoas, e será tanto maior quanto maior for a concentração da renda nas mãos destas  $m$  pessoas. Nestes termos, para *Gini*, deveríamos elevar a fração da renda e um determinado expoente  $\delta$  que a igualaria à fração de pessoas que recebem esta renda. Ou seja:

$$\left( \frac{x_{n-m+1} + x_{n-m+2} \dots x_n}{x_1 + x_2 + \dots x_n} \right)^\delta = \frac{m}{n}$$

Então, quanto maior for o valor de  $\delta$  maior será a concentração.

Para podermos mostrar que na função  $N_x = KA^\delta$   $\delta$  possui o mesmo significado do expoente  $\delta$  que iguala a fração de rendas à fração de pessoas acima, basta fazermos:

$$A = x_1 + x_2 + \dots x_n \quad e \quad N = n$$

$$A_x = x_{n-m+1} + x_{n-m+2} + \dots + x_n \quad e \quad N_x = m$$

Assumindo que  $N = KA^\delta$  e  $N_x = KA_x^\delta$  temos  $\log N_x = \log K + \delta \log A_x$  e  $\log N = \log K + \delta \log A$ ; subtraindo-se uma expressão da outra obtemos.

$$\log m = \log K + \delta \log (x_{n-m+1} + x_{n-m+2} \dots + x_n)$$

$$\frac{\log n = \log K + \delta \log (x_1 + x_2 + \dots + x_n)}{\log m - \log n = \delta [\log (x_{n-m+1} + \dots + x_n) - \log (x_1 + x_2 + \dots + x_n)]}$$

$$\log \frac{m}{n} = \delta \log \frac{x_{n-m+1} + \dots + x_n}{x_1 + x_2 + \dots x_n}$$

$$\frac{m}{n} = \left( \frac{x_{n-m+1} + \dots + x_n}{x_1 + x_2 + \dots + x_n} \right)^\delta$$

Não há dúvida de que o significado de  $\delta$  se torna mais claro e fácil de se compreender quando é interpretado como o expoente ao qual devemos elevar a fração de renda que um determinado número de pessoas ( $m$ ) recebe a fim de que ela se iguale à fração que estas pessoas representam no total.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Observamos aqui o mesmo critério de igualdade que encontraremos por ocasião da definição da curva de Lorenz, onde o percentual acumulado de pessoas deve ser igual ao correspondente percentual acumulado de renda recebida por elas, a fim de se obter perfeita igualdade.

### II.3 — A Relação entre o Índice de Gini e o Índice de Pareto

O Índice de Gini foi idealizado a fim de contrapor as idéias de *Pareto* de que a distribuição das rendas apresentava pouca variabilidade entre as nações. Como a opinião de *Pareto* se baseou nos resultados empíricos obtidos com o seu índice calculado para vários países europeus, *Corrado Gini* tenta mostrar que a pouca variabilidade era mais uma deficiência do instrumental que *Pareto* utilizara do que uma característica da distribuição das rendas dos países. Assim, as origens do Índice de Gini justificam porque as duas medidas da situação da distribuição da renda estão intimamente relacionadas.

O objetivo principal desta parte é divulgar o Índice de Gini que, apesar de ter surgido logo depois da medida de *Pareto*, vem sendo ofuscado por outra medida também proposta por *Gini*, a razão de concentração tão criticada e tão usada na literatura de distribuição da renda pessoal.

A fim de demonstrar a relação que existe entre  $\alpha$  e  $\delta$  necessitamos antes explicitar algumas hipóteses e simplificações envolvidas:

1.  $N = Ax^{-\alpha}$  e  $N_1 = A(x + 1)^{-\alpha}$
2.  $N$  pessoas com renda maior que  $x$
3.  $N_1$  pessoas com renda maior que  $x + 1$
4.  $n = N - N_1$  número de pessoas com renda entre  $x$  e  $x + 1$
5.  $A_x =$  renda total das  $N$  pessoas com renda superior a  $x$
6.  $r =$  a renda total de  $n$  pessoas com renda compreendida entre  $x$  e  $x + 1$

Além das hipóteses acima é também preciso admitir as seguintes aproximações:

$$1 - \left(\frac{x}{x+1}\right)^\alpha = \frac{\alpha}{x} \quad (7)$$

$$r = nx \quad (8)$$

Em seguida, multiplicamos relação (7) por  $\frac{A}{x^\alpha}$  e obtemos:

$$\frac{A}{x^\alpha} - \frac{A}{x^\alpha} \left(\frac{x}{x+1}\right)^\alpha = \frac{A\alpha}{x^\alpha x} = \frac{A\alpha}{x^{\alpha+1}} \quad (9)$$

$$\text{A partir de (4) temos, } n = N - N_1 = \frac{A}{x^\alpha} - \frac{A}{(x+1)^\alpha}.$$

$$\text{Considerando-se o resultado (9), } n = \frac{A}{x^\alpha} - \frac{A}{(x+1)^\alpha} = \frac{A\alpha}{x^{\alpha+1}} \quad (10)$$

Linearizando a relação  $r = nx$ , temos:  $\log r = \log n + \log x$ .  
Dado

$$\log n = \log A\alpha - (\alpha + 1) \log x$$

e

$$\log n = \log r - \log x$$

obtemos:

$$\log A\alpha - (\alpha + 1) \log x = \log r - \log x$$

$$\log A\alpha - \alpha \log x - \log x = \log r - \log x$$

$$\log r = \log A\alpha - \alpha \log x$$

$$r = A\alpha x^{-\alpha} \quad (11)$$

Integrando (11) temos:

$$A_x = \int r \, dx = A\alpha \int x^{-\alpha} \, dx$$

$$= \frac{A\alpha}{\alpha - 1} \cdot x^{-(\alpha-1)}$$

Fazendo  $\frac{A\alpha}{\alpha - 1} = T$  temos  $A_x = Tx^{-(\alpha-1)}$  Linearizando:

$A_x = Tx^{-(\alpha-1)}$  obtemos  $\log A_x = \log T - (\alpha - 1) \log x$  (12). Considerando a relação (12) e  $\log N = \log A - \alpha \log x$ , eliminando-se  $\log x$  obtemos:

$$\log N = \frac{\alpha}{\alpha - 1} \log A_x + \log A - \frac{\alpha}{\alpha - 1} \log T.$$

Chamando de

$$\log K = \log A - \frac{\alpha}{\alpha - 1} \log T$$

temos

$$\log N = \log K + \frac{\alpha}{\alpha - 1} \log A_x$$

então

$$N = KA_x \frac{\alpha}{\alpha - 1}$$

onde obtemos

$$\frac{\alpha}{\alpha - 1} = \delta$$

$$N = KA_x^\delta$$

Não há dúvida das íntimas relações entre a medida sugerida por Pareto e a medida desenvolvida por Gini. É preciso, no entanto, observar que a relação  $\frac{\alpha}{\alpha - 1} = \delta$  é uma relação matemática, obtida a partir de algumas hipóteses e simplificações apontadas anteriormente (Gini, 1922).

Antes de descrevermos os resultados empíricos obtidos para os dois índices seria interessante que destacássemos algumas vantagens que  $\delta$  apresenta sobre  $\alpha$ . A principal vantagem reside na maior sensibilidade de  $\delta$ , como foi registrado por Corrado Gini,<sup>8</sup> tendo sido ressaltado posteriormente por Mary Jean Bowman no seu trabalho clássico sobre a distribuição pessoal da renda nos Estados Unidos.<sup>9</sup> Outra vantagem diz respeito ao significado das medidas de desigualdade; ao contrário de  $\alpha$ ,  $\delta$  tem um significado muito preciso. Ele é o expoente ao qual se deve elevar a fração da renda recebida para igualá-la à fração de pessoas que a recebe. Quando  $\delta$  cresce, aumenta o grau de concentração, não havendo nenhuma ambigüidade na sua interpretação.<sup>10</sup>

## II.4 — Resultados Empíricos

### II.4.1 — Índice de Pareto

Nesta parte tentaremos comentar rapidamente os resultados obtidos para o índice de Pareto no que se refere às diferenças do tamanho da amostra e do elemento representativo de cada classe no cálculo da medida de desigualdade de renda.

A primeira informação que se depreende da tabela 1 é de que ao passarmos de uma amostra de 1,3% para uma amostra de 25% o índice de Pareto aumenta, qualquer que seja o elemento representativo da

TABELA 1

Valores do índice de Pareto segundo o tamanho da amostra e os elementos representativos das classes de renda

ELEMENTOS REPRESENTATIVOS	AMOSTRA SUBAMOSTRA	AMOSTRA 25%	SUBAMOSTRA 1,3%	VARIACÃO	
				Absoluta	%
Ponto Médio (PM)		1,61065	1,59998	0,01067	0,6
Renda Média (RM)		1,84852	1,82204	0,02648	1,4
Límite Inferior (LI)		1,81118	1,79800	0,01318	0,7
Límite Superior (LS)		1.63947	1.62908	0,01039	0,6

FONTE: Dados do Censo Demográfico de 1970 — FIBGE.

8 Vide Corrado Gini, *Índice di Concentrazione e di Dipendenza*, 1922, op. cit.

9 Vide Mary Jean Bowman, *A Graphical Analysis of Regional Income Distribution*, AER. XXXV, setembro 1945, pp. 607/628.

10 No caso do coeficiente de Pareto, alguns autores e o próprio Pareto admitiam que a medida que o índice crescesse a concentração aumentaria, mas a relação  $G = \frac{1}{2\alpha - 1}$  sugere justamente o contrário, quanto maior o valor de  $\alpha$  menor a concentração. No caso do índice de Gini não existe nenhuma discordância sobre o que ele representa.

classe usado. O aumento do Índice de Pareto significa uma diminuição da renda,<sup>11</sup> ou seja, pequenas amostras tendem a exagerar o grau de desigualdade. Apesar de ser flagrante o fato de que quanto maior a amostra menor a desigualdade, é preciso observar também que as diferenças são muito pequenas, no máximo atingindo a segunda casa decimal. Elas não vão além de 2%, quando passamos de uma amostra para outra. No caso em que elemento representativo é a renda média, a diferença é bem maior. Esta maior diferença pode ser explicada pelo fato de que ao se mudar de amostra muda-se também as médias, assim como o total de pessoas em cada classe. Ao passo que no caso dos outros elementos representativos (ponto médio, limite inferior e limite superior), somente varia o número de pessoas. Esta observação é importante, já que ela deve ser válida no caso de qualquer medida de desigualdade. *A priori*, espera-se que no caso do elemento representativo ser a renda média, as diferenças amostrais introduzam diferenças mais intensas no valor da medida de desigualdade.

Outras informações sobre as mudanças no valor da medida de desigualdade da renda são oferecidas pelo exame da tabela 2, onde procuramos apontar as diferenças que surgem em função da utilização de diferentes elementos representativos no cálculo do coeficiente de Pareto. A maior diferença surge quando comparamos os valores de  $\alpha$  obtidos a partir do ponto médio e da renda média, como elementos representativos das classes de renda. A diferença, neste caso, atinge valores relativamente grandes, chegando a casa dos 14% de variação tanto para a amostra de 25% como para a amostra de 1,3%. Com base nas informações da tabela 1 podemos verificar que o Índice de Pareto difere até a primeira casa decimal, isto é, quando  $\alpha$  foi calculado utilizando o ponto médio da classe como elemento representativo, obtivemos 1,61065 para a amostra de 25% e 1,59998 para a subamostra de 1,3%. Quando a renda média foi usada como elemento representativo os valores de  $\alpha$  foram 1,84852 e 1,82204, respectivamente, para a amostra e subamostra. Observa-se também que o ponto médio e a renda média são responsáveis pelos valores extremos obtidos para  $\alpha$ . O ponto médio, quando usado como elemento representativo da classe de renda, dá origem aos menores valores de  $\alpha$ , tanto na amostra como na subamostra, ao passo que a renda média, aos maiores valores de  $\alpha$ . Os demais elementos representativos oferecem valores de  $\alpha$  entre estes extremos, sendo que o limite inferior se aproxima de  $\alpha$  obtido com a renda média e o limite superior de  $\alpha$  obtido com o ponto médio.

No caso do coeficiente de Pareto, o ponto médio e o limite superior superestimam as informações da desigualdade de renda, oferecendo valores menores de  $\alpha$ . Já a renda média e o limite inferior dão origem à valores de  $\alpha$  que mostram um menor grau de desigualdade. A tabela 2 apresenta todas as combinações possíveis 2 a 2 das diferenças entre os valores de  $\alpha$  obtidos conforme o indicador utilizado como elemento representativo de cada classe.

Parece que a partir das informações existentes nas tabelas 1 e 2 podemos derivar pelo menos duas conclusões importantes de caráter metodológico para quem precisa utilizar o coeficiente de Pareto como medida de desigualdade. A primeira delas é que as diferenças amostrais são pequenas. Não obstante, o Índice de Pareto apresenta uma direção bem definida, independente do elemento representativo das classes considerado. Em outras palavras, quando passamos de uma amostra me-

---

11 Para uma explicação sobre a controvérsia a respeito do significado de  $\alpha$  vide o trabalho de Corrado Gini, *Indice di Concentrazione e di Dipendenza*, 1922, op. cit.

TABELA 2

*Variações do Índice de Pareto segundo o tamanho da amostra e os elementos representativos utilizados na representação das classes de renda*

AMOSTRA E SUBAMOSTRA	[ PM, RM ]		[ PM, LI ]		[ PM, LS ]	
	Absoluta	%	Absoluta	%	Absoluta	%
Amostra (25%)	0,23787	19,77	0,20053	12,45	0,02882	1,78
Subamostra (1,3%)	0,22206	13,87	0,19802	12,37	0,02910	1,8

AMOSTRA E SUBAMOSTRA	[ RM, LI ]		[ RM, LS ]		[ LI, LS ]	
	Absoluta	%	Absoluta	%	Absoluta	%
Amostra (25%)	0,03734	2,0	0,20905	11,30	0,17171	9,48
Subamostra (1,3%)	0,02404	1,3	0,10296	5,65	0,16892	9,39

FONTE: Censo Demográfico de 1970 — FIBGE (só valores absolutos).

nor para uma maior o coeficiente de Pareto aumenta, isto é, a desigualdade diminui. A outra conclusão é de que o uso de diferentes elementos representativos introduzem diferenças significantes nos valores do coeficiente de Pareto. A renda média e o limite inferior tendem a aumentar o valor de  $\alpha$ , ao passo que o ponto médio e o limite superior das classes tendem a diminuir o valor de  $\alpha$ , por conseguinte, diminuir e aumentar a desigualdade.

#### II.4.2 — Índice de Gini

Os resultados para o caso do índice de Gini podem ser observados nas tabelas 3 e 4. A primeira enfatiza as diferenças entre as amostras. A segunda ressalta as diferenças entre os vários métodos de computação.

A tabela 3 mostra como os efeitos da mudança de tamanho de uma amostra não são os mesmos para todos os métodos de computação do índice de Gini. Ao passarmos de uma pequena amostra para uma grande amostra, o ponto médio e a renda média sendo escolhidos como os elementos representativos das classes de renda, apresentam uma diminuição na desigualdade da renda. Esta diminuição é mais intensa no caso do ponto médio chegando a casa dos 4%. No caso da renda média esta redução fica em torno dos 2%. Quando os elementos representativos da classe de renda são os limites inferior e o limite superior observa-se um aumento na desigualdade ao passarmos de uma amostra pequena para uma maior. No entanto, este aumento é quase que desprezível, não ultrapassando a casa dos 0,3%. Neste particular o índice de Gini difere um pouco do coeficiente de Pareto, já que os efeitos da mudança amostral não apresentam a mesma regularidade observada para o coeficiente de Pareto.

Outra diferença entre os resultados obtidos para o índice de Gini e o coeficiente de Pareto refere-se aos valores extremos do grau de concentração da renda. O coeficiente de Pareto apresentou a renda média e o limite inferior como os elementos representativos que proporcionaram os maiores valores do coeficiente de Pareto. Agora, com o índice de Gini ocorre justamente o contrário. Os mesmos elementos representativos são responsáveis pelos menores valores do índice de Gini. Isto é, a renda média e o limite inferior tendem a subestimar o valor do grau de concentração, ao passo que o limite superior e o ponto médio a superestimar, justamente o contrário do que se verificou anteriormente para os resultados do coeficiente de Pareto.

TABELA 3

*Valores do Índice de Gini segundo o tamanho da amostra e os elementos representativos das classes de rendas*

ELEMENTOS REPRESENTATIVOS DAS CLASSES DE RENDA	AMOSTRA SUBAMOSTRA		VARIACÃO	
	AMOSTRA 25%	SUBAMOSTRA 1,3%	Absoluta	%
Ponto Médio (PM)	1,65306	1,73527	-0,082210	4,97
Renda Média (RM)	1,53360	1,56511	-0,031510	2,05
Limite Inferior (LI)	1,43835	1,43662	0,001730	0,12
Limite Superior (LS)	1,90017	1,89768	0,002490	0,13

FONTE: Censo Demográfico de 1970 -- FIBGE.

A influência das diferentes maneiras de se calcular o índice de Gini pode ser observada através da tabela 4. O par de elementos representativos que apresentam maior discrepância no cálculo do índice de Gini é aquele formado pelo limite inferior e o limite superior. Tal discrepância chega a atingir o nível de 32% de diferença, demonstrando a importância das diferenças metodológicas no cálculo das medidas de desigualdade. O par que apresentou menor discrepância foi aquele formado pela renda média e o limite inferior, a discrepância neste caso atingindo os níveis de 6% a 8%, que é bem superior ao máximo observado para as diferenças em função do tamanho da amostra.

Novamente, para o índice de Gini, observamos que a diferença em relação ao tamanho da amostra não constitui um elemento que introduz grandes discrepâncias. Mas as diferenças da metodologia no cálculo das medidas de desigualdade parecem de suma importância, especialmente no caso do índice de Gini para o qual os valores das discrepâncias atingiram percentuais muito grandes e bem maiores do que os observados no caso do coeficiente de Pareto. Não há dúvida que a alegada insensibilidade do coeficiente de Pareto deve contribuir muito para a reduzida variação nos valores deste índice tanto em função do tamanho da amostra como das diversas maneiras de calcular.<sup>12</sup>

Os dois exemplos anteriormente descritos devem também ser qualificados no que se refere ao método geral de obtenção das duas medidas

<sup>12</sup> Sobre a insensibilidade do coeficiente de Pareto vide Mary Jean Bowman — *A Graphical Analysis of Personal Income Distribution*, op. cit. e Corrado Gini, *Indice di Concentrazione*, op. cit.

de concentração. Ambas estão sujeitas ao ajustamento das respectivas curvas, o que também se constitui numa outra fonte de diferença, apesar das duas funções proporcionarem graus de ajustamento sempre em torno dos 90%.<sup>13</sup>

Apesar da limitação do experimento, estes dois exemplos deixam bem claro que as diferentes maneiras de calcular os índices são elementos que não devem ser esquecidos quando houver necessidade de comparação no tempo, entre nações ou entre regiões geográficas. As diferenças são enormes, principalmente no caso do índice de Gini, que se mostrou extremamente sensível ao uso de diferentes elementos representativos das classes de renda. As diferenças em função do tamanho da amostra não foram de grande monta, não ultrapassando níveis de 5% a 6%, perfeitamente aceitáveis do ponto de vista prático.

Em seguida verificaremos como se comportam algumas medidas de desigualdade que independem do ajustamento a priori de curvas, isto é, da forma da distribuição em questão como, por exemplo, a Razão de Concentração de Gini e o índice de Theil.

### III — ÍNDICES QUE NÃO DEPENDEM DE AJUSTAMENTO

Até o momento verificamos a influência do tamanho da amostra e das diversas maneiras de se calcular medidas de desigualdade obtidas a partir do ajustamento de uma função à distribuição da renda em ques-

TABELA 4

*Variações do Índice de Gini segundo o tamanho da amostra e os elementos representativos utilizados na representação das classes de renda*

VARIAÇÕES AMOSTRA E SUBAMOSTRA	[ PM, RM ]		[ PM, LI ]		[ PM, LS ]	
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
Amostra (25%)	0,11946	7,2	0,21471	12,99	0,24711	14,95
Subamostra (13%)	0,17016	9,8	0,29865	17,21	0,16241	9,36

VARIAÇÕES AMOSTRA E SUBAMOSTRA	[ RM, LI ]		[ RM, LS ]		[ LI, LS ]	
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
Amostra (25%)	0,09525	6,2	0,36657	23,90	0,46182	32,10
Subamostra (1,3%)	0,12849	8,20	0,33257	21,24	0,46106	32,09

FONTE: Censo Demográfico de 1970 — FIBGE (só valores absolutos).

13 Para o coeficiente de Pareto, no caso da subamostra e renda média, o resultado do agrupamento foi  $\log N_x$  com o coeficiente de determinação  $R^2 = 0,963$ . Para o índice de Gini, nas mesmas condições, o ajustamento foi  $\log N_x = -15,67887 + 1,56511 \log A_x$  com o coeficiente de determinação  $R^2 = 0,97587$ . Os valores de  $\alpha = -1,82204$  e  $\delta = 1,56511$  podem ser observados respectivamente nas tabelas 1 e 3.

tão. O fato deles dependerem de um bom ajustamento das respectivas funções aos dados constitui uma nova fonte de variação que se deve levar em conta quando da utilização destes índices.

Nesta parte tentaremos observar o comportamento de duas medidas de desigualdade de renda que independem, *a priori*, de ajustamento de qualquer função aos dados. Verificaremos o caso da razão de Concentração de Gini e o índice de Theil. O primeiro devido a sua grande popularidade e o uso muito difundido como indicador do grau de desigualdade da renda das pessoas, numa série de tempo ou *cross-section*. O segundo em virtude de sua recente introdução nos estudos da distribuição de renda do Brasil.<sup>14</sup> Estas duas medidas independem da forma da distribuição da renda e foram experimentados nas mesmas condições dos índices de Pareto e Gini. Antes da apresentação dos resultados faremos uma descrição do significado da Razão de Concentração de Gini e do índice de Theil.

### III.1 — Razão de Concentração de Gini

A Razão de Concentração de Gini é, sem dúvida, a medida de desigualdade mais conhecida, usada e criticada nos estudos da distribuição da renda pessoal, tendo sido calculada para a maioria dos países existentes (*Paukert*, 1967). A pesar de sua divulgação ter sido apresentada praticamente como uma medida vinculada à Curva de Lorenz, a Razão de Concentração de Gini tem raízes bem estabelecidas do ponto de vista estatístico.

Estatisticamente, a Razão de Concentração de Gini é definida como uma medida de dispersão relativa, ou seja, a razão entre a média das diferenças e o dobro da média aritmética:

$$G = \frac{\Delta}{2\mu}$$

Considerando-se  $\Delta$  como sendo a média das diferenças, isto é:

$$\Delta = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |X_i - X_j| f_i f_j}{N^2}$$

Não há dúvida, portanto, que a Razão de Concentração é uma medida cujas bases estatísticas são relativamente sólidas, podendo ser comparada ao do Coeficiente de Variação. Trata-se, portanto, de um índice adimensional cujo limite inferior é zero e o limite superior é igual a um.

Recentemente, o reconhecimento destas características da Razão de Concentração levou *Joseph L. Gastwirth* a superar algumas de suas deficiências mais comumente apontadas. Primeiro foi a eliminação da crítica de subestimação da Razão de Concentração, apresentando um limite superior para tal medida (*Gastwirth*, 1972). Em seguida permitindo a decomposição da desigualdade entre classes e intraclasses (*Soltow*, 1960).

Em verdade, parece fora de dúvida de que a interpretação da Razão de Concentração como uma medida de dispersão não foi muito divulgada na literatura econômica anglo-saxônica. Mas se observarmos as contribuições dos estatísticos italianos, nas primeiras três décadas do

14 Vide *C. G. Langoni*, Distribuição da Renda e Desenvolvimento Econômico do Brasil, Rio de Janeiro, Expressão e Cultura e *Albert Fishlow*, Brazilian Size Distribution of Income AER, LXII, maio, 1972 pp. 391-402.

século XX, principalmente em publicações na *Revista Metron*, internacionalmente conhecida, observaremos que o cálculo da média das diferenças (ou diferença média) foi motivo de muita discussão. Estas discussões giravam em torno do objetivo de simplificar sua obtenção, já que se tratava de uma medida de dispersão que, ao invés de aferir as diferenças em relação a uma medida de tendência central (como a variância), pretendia aferir todas as diferenças possíveis entre os atributos, o que dificultava, em demasia, o seu cálculo (*Finetti*, 1931). A Razão de Concentração de Gini não está necessariamente vinculada à Curva de Lorenz, ela tem um significado estatístico próprio, ou seja, uma medida de dispersão relativa representada pela relação:

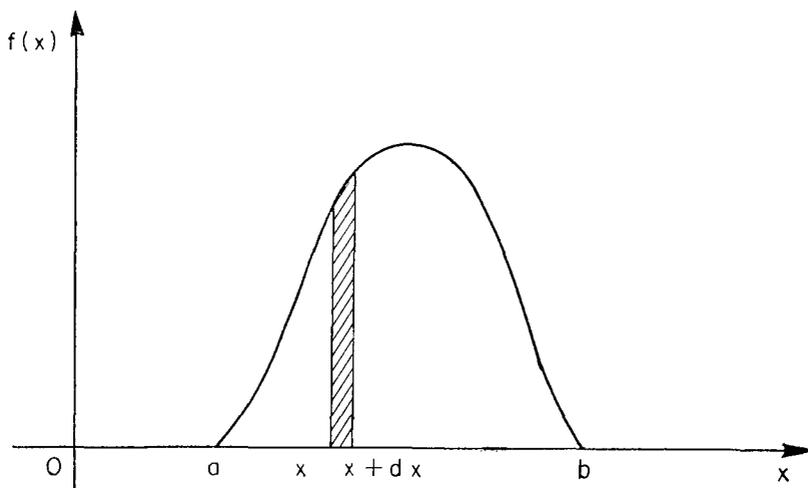
$$\frac{\Delta}{2\mu} = G$$

### III.1.1 — Curva de Lorenz

A Razão de Concentração de Gini tem sido muito divulgada como a razão entre a área de concentração real e a área de concentração máxima, em termos da curva de Lorenz. Tal fato obscurece um pouco o seu significado estatístico, apesar de facilitar enormemente a compreensão e, por conseguinte, a sua ampla divulgação e utilização como medida de desigualdade.

Historicamente, o advento da curva de Lorenz como um instrumento adequado para observações de variações no grau de concentração de um atributo (renda), foi introduzido através dos trabalhos de *Lorenz* (*Lorenz*, 1905), *Chatelain* (*Chatelain*, 1907), *Seailles* (*Seailles*, 1910) e *Corrado Gini* (*Gini* 1914). Todos estes autores foram contemporâneos, no entanto *M. O. Lorenz* tornou-se mais conhecido, tendo a curva de concentração em questão recebido o seu nome.<sup>15</sup>

Antes de apresentarmos a curva de Lorenz na sua forma mais simples, seria interessante dar-lhe uma apresentação mais técnica. Para isso assumimos um atributo quantitativo e variável no intervalo  $[a, b]$  tal que  $a < b$ . Seja  $f(x)$  a função densidade de frequência e  $f(x) dx$  a frequência com que o atributo assume valores no intervalo  $x + dx$ . Graficamente temos:



<sup>15</sup> Vide *M. O. Lorenz*, *Methods of Measuring the Concentration of Wealth*, ASA Nova Série, junho 1965, 209.

Considerando  $x$  o atributo e  $p$  e  $r$  como coordenadas cartesianas de um ponto qualquer  $P$  da curva de Lorenz, temos, portanto, as respectivas equações:

$$p = \frac{\int_a^x f(x) dx}{\int_a^b f(x) dx} \quad (1) \quad e$$

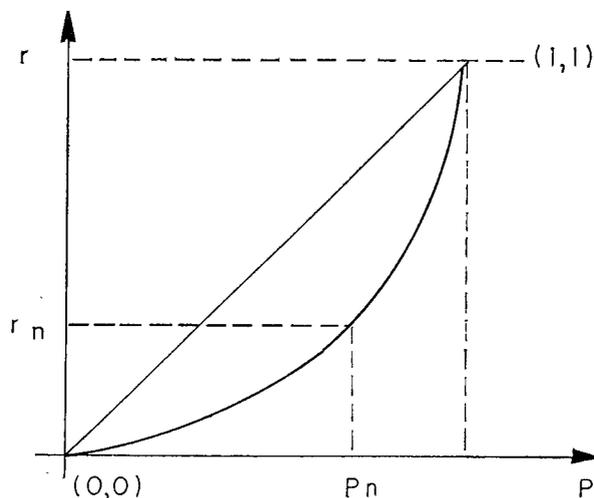
$$r = \frac{\int_a^x x f(x) dx}{\int_a^b x f(x) dx} \quad (2)$$

A equação (1) é a razão entre o momento incompleto e completo de ordem 0 da função densidade  $f(x)$ . Ao passo que a equação (2) representa a razão entre momento incompleto e completo de ordem 1 da mesma função. Portanto, podemos escrever  $p$  e  $r$  como segue:

$$p = \frac{m_0^{(x)}}{m_0} = \frac{\int_a^x f(x) dx}{N} \quad e$$

$$r = \frac{m_1(x)}{m_1} = \frac{\int_a^x x f(x) dx}{N\bar{X}}$$

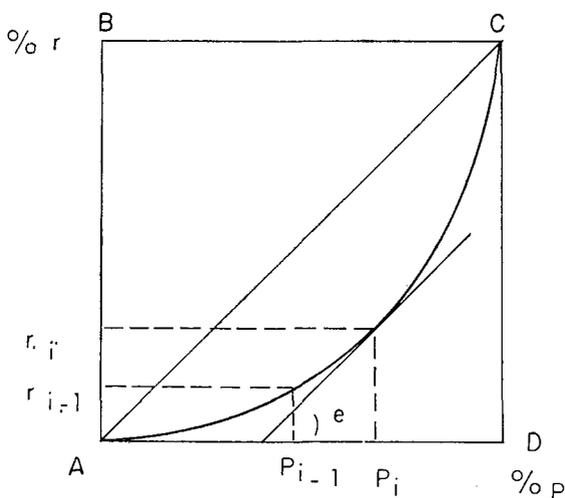
Onde  $N$  e  $\bar{X}$  são respectivamente a frequência total e a média aritmética do atributo  $x$ ; evidentemente  $N\bar{X}$  representa o total do atributo da distribuição em questão. A curva de Lorenz, que é representada num diagrama cartesiano tendo como abcissa  $p$  e como ordenada  $r$ , é uma curva convexa em relação a  $p$ , cujos valores correspondentes aos limites  $a$  e  $b$  são respectivamente  $(0,0)$  e  $(1,1)$ . Fazendo-se o gráfico correspondente temos:



Pela simples observação do gráfico concluímos que  $P_i > r_i$  para todos os pontos com exceção dos extremos onde  $P_i = r_i$  (Galvani, 1932). Nestas condições, fica bem claro que a curva de Lorenz existe para a distribuição de qualquer atributo, não havendo necessidade de que  $x$  seja renda, apesar de Lorenz ter sugerido tal curva como a forma mais ade-

quada para observar mudanças no grau de concentração da renda. (Lorenz, 1905)

Com o intuito de simplificar o entendimento da curva de Lorenz através da eliminação das formalidades matemáticas e estatísticas, como foi feito no trabalho pioneiro de Lorenz, tentaremos expor rapidamente o significado da curva de Lorenz em termos mais simples. Consideremos uma distribuição de freqüências para o atributo  $x$  com  $n$  classes. As freqüências são  $f_1, f_2 \dots f_n$  e os respectivos elementos representativos de cada classe são  $x_1, x_2 \dots x_n$ . A curva de Lorenz relaciona os percentuais acumulados das rendas com os percentuais acumulados das pessoas que recebem tais rendas, a partir dos níveis de renda mais baixos. Em geral, utiliza-se um quadrado de lado igual a unidade para representar a curva de Lorenz.



Nesta figura, AD representa o eixo das abscissas no qual registramos

$$p_i = \frac{\sum_{i < n} f_i}{N} \quad \text{o percentual acumulado das pessoas em ordem crescente}$$

da renda recebida. O lado AB do quadro representa o eixo das ordenadas

onde

$$r_i = \frac{\sum_{i < n} f_i x_i}{\sum_{i=1}^n f_i x_i} \quad \text{o percentual das recebidas pelas pessoas}$$

registradas na abscissa. O conjunto dos pares ordenados  $(r_i, p_i)$  representa o que chamamos de curva de Lorenz. No seu trabalho original, *M. O. Lorenz* colocou  $r_i$  nas abscissas e  $p_i$  nas ordenadas, mas isto não altera em nada as propriedades da curva. Apenas a curva de Lorenz ficará acima da diagonal AC (Lorenz, 1905).

### III.1.2 — Algumas Propriedades da Curva de Lorenz

Esta curva tão utilizada quanto criticada desde o advento de sua divulgação por *M. O. Lorenz*, em 1905, apresenta muitas propriedades que a tornam quase indispensável para aqueles que estudam as características de um dado atributo, mormente a renda. Enunciaremos al-

gumas das principais características analíticas e práticas relacionadas com a curva de Lorenz:

1. É uma curva não decrescente e convexa em relação aos percentuais acumulados de pessoas que recebem renda;

2. Com exceção dos dois primeiros e últimos pares ordenados,  $r_i$  será sempre menor que  $p_i$ , no caso do atributo  $x$  apresentar uma dispersão diferente de zero;

3. A inclinação da Curva de Lorenz em qualquer ponto é igual ao limite da razão  $\frac{r_i - r_{i-1}}{p_i - p_{i-1}}$  (Ames, 1941).

4. Observando-se que a curva de Lorenz é convexa, percebe-se que existe um ponto em que a sua inclinação é paralela à diagonal AC. Justamente neste ponto a inclinação é igual à unidade, ou seja, o percentual de renda é igual ao percentual de pessoas na classe em questão. Esta propriedade permite identificar, aproximadamente, a classe que contém a renda média ( $x$ ) (Ames, 1941).

5. A curva de Lorenz possibilita a visualização das modificações na distribuição da renda através do tempo ou as comparações, no mesmo período, entre diferentes regiões.

6. Quando a curva de Lorenz se reduz à diagonal AC, temos que  $p_i = r_i$  para todo  $i$ . Estamos diante de um caso extremo de perfeita igualdade. Quando a curva de Lorenz se reduz ao triângulo ACD, onde  $p_i = r_i = 0$ ,  $p_j = r_j = 1$  para  $j \neq i$ , então estamos em outro extremo, o de máxima desigualdade, uma pessoa (ou família) com toda a renda. Estes dois extremos são apenas pontos de referência, pois, na realidade, o que existe mesmo é uma curva convexa como AEC. Quanto mais próxima AEC estiver de AC menor a concentração, quanto mais afastada de AC maior a concentração.

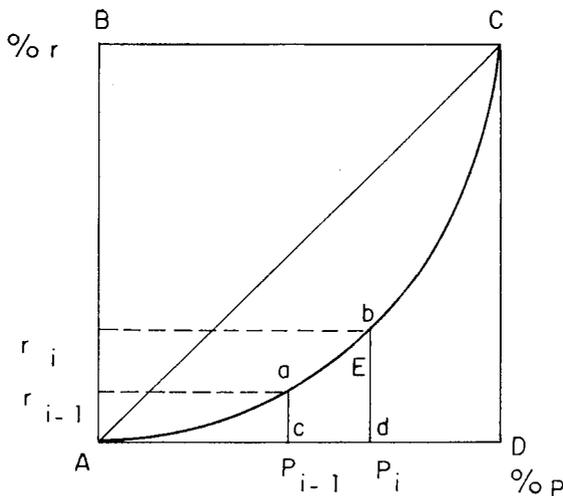
7. Apesar de suas propriedades e indicações sobre o que se passa com a distribuição da renda, a curva de Lorenz apresenta situações de ambigüidade quando existe o cruzamento de duas curvas. A distinção é feita pela área entre a diagonal AC e a curva de Lorenz AEC, isto é, a área de concentração. Quando as áreas de concentração são iguais temos a situação de duas distribuições com a mesma dispersão relativa (Costa, 1974).

Não podemos nos alongar na descrição da curva de Lorenz, pois não é o objetivo do trabalho em questão. A curva de Lorenz é um instrumento cujas características e propriedades ainda não foram completamente discutidas num só trabalho. O material aqui apresentado é o suficiente para compreendermos melhor o significado da Razão de Concentração de Gini quando derivada diretamente da curva de Lorenz. Porém, a curva de Lorenz, pela sua utilidade, mereceria um trabalho a parte se quiséssemos esgotar todas as informações a seu respeito.

### III.1.3 — A Razão de Concentração de Gini e a Curva de Lorenz

Juntando as informações sobre a Razão de Concentração de Gini e sobre a curva de Lorenz podemos mostrar rapidamente como se deriva uma medida prática da Razão de Concentração de Gini. Esta derivação é a forma mais simples de mensuração da Razão de Concentração de Gini. O método aqui apresentado se deve a *James Morgan*, um estudioso da distribuição de renda (Morgan, 1960).

Consideremos, como antes, um quadrado ABCD com lados iguais à unidade, conforme figura abaixo:



Onde AC representa uma situação de perfeita igualdade. A área ACD = 1/2 representa uma situação de máxima desigualdade. Ao passo que a área ACE, entre a diagonal AC e a curva de Lorenz AEC, representa a área de concentração real, a qual pretendemos medir para construir um índice que representa a razão entre esta área de concentração real ACE e a área máxima de concentração ACD, ou seja:

$$G = \frac{\text{área ACE}}{\text{área ACD}} = \frac{\text{concentração real}}{\text{concentração máxima}}$$

Calculando a área AECD e subtraindo-a da área ACD obteremos a área ACE, ou seja:

$$\begin{aligned} G &= \frac{\text{área ACD} - \text{área AECD}}{\text{área ACD}} = \\ &= \frac{1/2 - \text{área AECD}}{1/2} = 1 - 2 \text{ área AECD} \end{aligned}$$

Então a fórmula prática para a Razão de Concentração é obtida após o cálculo da área AECD. Mas esta área pode ser avaliada dividindo-a em pequenos trapézios do tipo abcd. A soma total das áreas de todos estes pequenos trapézios resultará na área AECD, um pouco superestimada porque o segmento ab, em verdade, não é uma reta, mas sim uma curva<sup>16</sup> (Hoffman, 1971). A consequência disto é a obtenção de um valor para G menor do que realmente se verifica. Quando o número de classes é muito grande, esta diferença não chega a constituir um grande obstáculo para aqueles que buscam apenas uma medida aproximada, sem maiores ambições.

<sup>16</sup> Vide R. Hoffman, *Contribuição à Análise da Distribuição da Renda e da Posse da Terra no Brasil*. Dissertação de Doutorado E.S.A.L. Queiroz. 1971.

Aplicando a definição da área de um trapézio temos que:

$$\text{área abcd} = \frac{bd + ac}{2} \cdot cd$$

Mas,

$$bd = r_i, ac = r_{i-1} \text{ e } cd = p_i - p_{i-1},$$

ou seja:

$$\text{área abcd} = \frac{r_i + r_{i-1}}{2} \cdot (p_i - p_{i-1})$$

Como temos k trapézios deste tipo, a área

$$AECD = \sum_{i=1}^k \frac{(r_i + r_{i-1})}{2} \cdot (p_i - p_{i-1})$$

em termos das coordenadas da curva de Lorenz. Por conseguinte

$$G = 1 - 2 \frac{1}{2} \sum_{i=1}^k (r_i + r_{i-1}) (p_i - p_{i-1})$$

$$G = 1 - \sum_{i=1}^k (r_i + r_{i-1}) (p_i - p_{i-1})$$

Esta é a fórmula que se utiliza, na prática, quando se quer obter o valor da Razão de Concentração de Gini. Os limites da Razão de Concentração de Gini ficam bem evidentes.  $G = 0$  quando a área de concentração ACE for igual a zero, ou seja, a igualdade perfeita;  $G = 1$  quando a área de concentração ACE for igual a ACD, ou a máxima desigualdade.

Existem outras fórmulas práticas para a avaliação numérica de G, todas elas fornecem valores aproximados de G mais ou menos equivalentes. A nossa preocupação nesta descrição foi mostrar como a Razão de Concentração de Gini tem raízes estatísticas bem fundamentadas, não sendo simplesmente um número que se obtém dividindo a área de concentração real pela área de concentração máxima condicionada pela curva de Lorenz. É uma medida de dispersão relativa, como o Coeficiente de Variação e outras medidas de desigualdade, não se podendo confundir o método aproximado de cálculo com o verdadeiro significado do índice.

Esta medida também foi utilizada no exercício que estamos realizando para verificação das variações nos valores das medidas de desigualdade de renda em função do tamanho da amostra e do método do cálculo, que utiliza diferentes elementos representativos das classes. Após este longo esclarecimento ainda resta observar as peculiaridades que a Razão de Concentração de Gini apresenta nas circunstâncias em que o experimento vem sendo realizado. Antes descreveremos rapidamente o Índice de Theil, também incluído no experimento como uma das medidas que independem da forma da distribuição.

### III.2 — Índice de Theil

O índice de Theil é uma medida de desigualdade que independe da forma da distribuição estudada. Tem sua origem na Teoria da Informação.<sup>17</sup> Tem sido usado em Economia como uma medida do grau de desigualdade de renda.<sup>18</sup> Não há dúvida de que qualquer informação sobre o comportamento deste índice, nas mesmas condições em que foram experimentados as demais medidas de desigualdade de renda, será importante quando a preocupação for uma utilização mais adequada dos indicadores.

Veremos que a idéia de desigualdade contida no índice de Theil é relativamente simples, no entanto o seu entendimento fica condicionado à compreensão de alguns conceitos básicos da Teoria de Informação. Como resultado desta dependência da Teoria de Informação, o índice de Theil também exige certa familiaridade na manipulação de logaritmos. Portanto, antecipadamente, percebe-se que não se trata de uma medida de fácil penetração popular; mesmo entre os profissionais de economia, já que Teoria de Informação não faz parte do *curriculum* básico e logaritmo, infelizmente, é mal aprendido e, às vezes, subestimada a sua utilização pelo economista. Nestas circunstâncias, fica claro que o índice de Theil será pouco entendido pelo público acadêmico ou não acadêmico que se interessa e acompanha as discussões sobre os problemas da distribuição da renda.

Os conceitos básicos<sup>19</sup> da Teoria de Informação que se fazem necessários para chegarmos ao Índice de Theil são os seguintes: Conteúdo de Informação, Entropia ou Informação Esperada e Informação Esperada de uma Mensagem Indireta (Costa, 1975). Nos restringiremos aqui às idéias emitidas por Henry Theil no seu livro *Economics and Information Theory*. Qualquer divergência de nomenclatura sobre os conceitos básicos da Teoria de Informação deve ser encarada com certa tolerância por se tratar de área relativamente recente de conhecimento (Shannon, 1949). Para ilustrar tal situação reproduziremos a observação feita por Elnyn Edwards em 1964: “*Infelizmente a nomenclatura de Teoria de Informação não está padronizada. Como observaram McGill e Quastler (1965): ‘Constitui uma ironia o fato de a Teoria de Informação colocar problemas de comunicação para os que a utilizam! O que chamamos de ‘Incerteza’ foi denominado ‘Entropia’ por Shannon (1948), ...’.*”

Tentaremos descrever o que se entende por Conteúdo de Informação. Dado um evento E, cuja probabilidade de acontecer é igual a p, chamamos de Conteúdo de Informação da mensagem, afirmando que E aconteceu a uma função inversamente proporcional a sua probabilidade. No caso da Teoria de Informação utiliza-se uma função log na base 2 e, em alguns casos, log na base e. Logo, o conteúdo de informação de um evento E ter acontecido é dado por:

$$h(p) = \log \frac{1}{p} = -\log p, \text{ onde } 0 < p < 1$$

17 Vide Henry Theil — *Economics and Information Theory*, Amsterdam, North, Holland Publishing co., 1967, página 123.

18 Vide Carlos Geraldo Langoni, *Distribuição da Renda e Desenvolvimento Econômico do Brasil*, Rio de Janeiro, Expressão e Cultura, 1973.

19 Estes conceitos já foram apresentados em outro trabalho de Ramonaval A. Costa, “Medidas de Desigualdade de Renda” — *Boletim Geográfico* n.º 238, jan./fev. de 1974, Ano 33 pp. 45/72.

Quando a base dos logaritmos é 2 as unidades de conteúdo de informação denominam-se *bits*, quando a base é de logaritmos neperianos, as unidades são chamadas de *nits*. Na área de comunicação, onde a Teoria de Informação é muito aplicada, as unidades mais comumente encontradas são *bits*. Quando da aplicação dos conceitos da Teoria de Informação em outras áreas, como Economia, têm-se utilizado os logaritmos neperianos com mais frequência (*Theil*, 1967).

O outro conceito básico da Teoria de Informação relacionado com o índice de Theil é o que se chama de Entropia ou Informação Esperada de várias mensagens. Neste caso teríamos um conjunto de eventos  $E_1, E_2 \dots E_n$  com as seguintes probabilidades  $p_1, p_2 \dots p_n$ . A Entropia não é nada mais nada menos que o valor esperado dos respectivos conteúdos de informação, ou seja:

$$H(p) = \sum_{i=1}^n p_i \log \frac{1}{p_i} = - \sum_{i=1}^n p_i \log p_i$$

No caso da Entropia observamos uma distribuição, cujos valores do atributo são os eventos  $E_i$  e as respectivas probabilidades são os valores de  $p_i$ . Juntamente no caso deste conceito é que se tem algumas discordâncias de nomenclatura. *Edwards* (1964) chamou-o de grau de Incerteza, *Shannon* (1948) deu o nome de Entropia, ao passo que *Wiener* (1948) preferiu chamá-lo de "*Entropia negativa*" (*Edwards*, 1964). O que interessa no caso em questão é que se compreenda  $H(p)$  como um valor médio do conteúdo de informação de vários eventos.

Finalmente o último conceito que se faz necessário para uma melhor compreensão do índice de Theil chama-se Informação Esperada de uma Mensagem Indireta. Consideremos  $E_1, E_2 \dots E_n$  um conjunto de eventos e seja  $p_1, p_2 \dots p_n$  suas probabilidades *a priori*, ou a probabilidade deles acontecerem sem nenhuma outra informação. Seja  $t_1, t_2 \dots t_n$  as respectivas probabilidades *a posteriori*, ou as probabilidades corrigidas depois dos eventos terem acontecido (*Theil*, 1967). Podemos calcular facilmente o conteúdo de informação de uma mensagem indireta para cada evento  $E_i$  levando-se em consideração as duas informações sobre as probabilidades  $p_i$  e  $t_i$ :

$$h(p_i) - h(t_i) = \log \frac{1}{p_i} - \log \frac{1}{t_i} = \log \frac{t_i}{p_i}$$

Agora podemos obter o conceito Informação Esperada de uma mensagem Indireta. Basta calcular, como anteriormente, o valor esperado de  $\log \frac{t_i}{p_i}$ , ou seja, do conteúdo de informação de uma mensagem indireta. A única diferença que surge é que as ponderações tanto podem ser as possibilidades *à priori* como as probabilidades *à posteriori*, ou seja:

$$I(t_i : p) = \sum_{i=1}^n t_i \log \frac{t_i}{p_i}$$

ou

$$I(p, t) = \sum_{i=1}^n p_i \log \frac{t_i}{p_i}$$

Apontados estes três conceitos poderemos descrever com mais clareza o que chamamos de índice de Theil no nosso experimento.

### III.2.1 — Entropia, índice de Theil ou Redundância

Os conceitos anteriormente descritos — quando aplicados ao estudo do grau de desigualdade de uma distribuição de rendas — nos fornecem uma medida de desigualdade de renda para informações individuais de rendas e outra medida para as situações em que os dados de renda estão grupados em classes.

Consideremos o primeiro caso. Seja  $r_1, r_2 \dots r_n$  as frações da renda individual entre  $N$  indivíduos. Tomando-se o conceito de Entropia e  $r_i$  a fração da renda total em poder do indivíduo  $i$ , obtemos facilmente uma medida do grau de igualdade entre as diversas frações de renda, ou seja:

$$H(r) = \sum_{i=1}^N r_i \log \frac{1}{r_i}$$

Para mostrarmos como a Entropia nos fornece uma medida de igualdade, basta examinarmos os dois casos extremos relacionados com a distribuição de rendas. O primeiro caso é o de perfeita igualdade, onde  $r_i$  seria igual para todos os indivíduos  $i = 1, 2 \dots N$ . Nesta situação, o valor de  $r_i$  seria igual a  $\frac{1}{N}$  e o valor da Entropia seria igual a:

$$H(r) = \sum_{j=1}^N \frac{1}{N} \log \frac{1}{1/N} = N \cdot \frac{1}{N} \log N = \log N$$

A máxima igualdade ou máxima Entropia seria dada por  $\log N$ . É necessário observarmos que a máxima igualdade depende do número de indivíduos envolvidos na distribuição (Young, 1935).

O segundo caso é o de máxima desigualdade, quando um único indivíduo estaria de posse de toda a renda, ou seja  $r_i = 0$  para todo  $i \neq j$ , ao passo que  $r_j = 1$ . Nestas circunstâncias a Entropia se reduz a um único termo:

$$H(r) = r_j \log \frac{1}{r_j} = 1 \cdot \log \frac{1}{1} = \log 1 = 0$$

A máxima desigualdade significa Entropia zero. Na realidade, nunca lidamos com nenhum dos extremos, portanto o valor da Entropia, no caso da informação individual de renda, está sempre compreendido entre  $\log N$  e 0:

$$\log N < H(r) < 0$$

Uma medida de desigualdade de renda pode ser obtida, imediatamente, a partir da medida de Entropia de uma distribuição. Basta sub-

traírmos da Entropia máxima,  $\log N$ , o valor da verdadeira Entropia e obteremos uma medida do grau de desigualdade das rendas, isto é:

$$\begin{aligned} T(r) &= \log N - H(r) = \log N - \sum_{i=1}^N r_i \log \frac{1}{r_i} = \\ &= \log N + \sum_{i=1}^N r_i \log r_i = \sum_{i=1}^N r_i \log Nr_i \end{aligned}$$

Tal medida é chamada de Redundância. Esta é a medida de desigualdade de renda que obtemos utilizando as noções da Teoria de Informação. A redundância é o que chamamos de Índice de Theil, já que *Henry Theil* tem sido o economista que mais tem divulgado a aplicação da Teoria de Informação em Economia (*Theil*, 1967).

Não há dificuldade para se perceber que o Índice de Theil (ou Redundância) possui o valor zero quando temos uma situação de máxima igualdade e um valor igual a  $\log N$  numa situação de máxima desigualdade (*Costa*, 1975). Sendo assim, é uma medida que depende do valor de  $N$ . Apesar do logaritmo reduzir substancialmente este aspecto indesejável do Índice de Theil, ainda assim tal dependência de  $N$  constitui uma deficiência, mormente quando se fazem necessárias comparações envolvendo distribuições com valores de  $N$  substancialmente diferentes. Às vezes, o uso do Índice de Theil (Redundância ou de Entropia), sem se dar conta da influência de  $N$ , pode levar a evidências obscuras, imprecisas e ambíguas (*Meirelles*, 1976).

Para evitar os problemas introduzidos por  $N$  basta dividirmos tanto a Entropia como o Índice de Theil por  $\log N$  e diminuiremos este aspecto indesejável das medidas em questão:

$$h(r) = \frac{\sum_{i=1}^N r_i \log \frac{1}{r_i}}{\log N} \quad (\text{Entropia relativa})$$

e

$$t(r) = \frac{\sum_{i=1}^N r_i \log_2 Nr_i}{\log N} \quad (\text{Redundância relativa})$$

O Índice de Theil será então entendido como a medida de Redundância relativa que é igual a 1 (um) menos a Entropia relativa:

$$t(r) = \frac{T(r)}{\log N} = 1 - \frac{H(r)}{\log N}$$

Com esta modificação os valores para o Índice de Theil ficarão compreendidos entre 0 e 1, como no caso da Razão de Concentração de Gini.

$$0 < t(r) < 1$$

A máxima igualdade corresponderia a zero, como antes, e a máxima desigualdade corresponderia ao valor 1, eliminando os problemas de medidas, ou seja, não haveria necessidade de se preocupar com os *bits* ou *nits*. A única dificuldade seria a diminuição da sensibilidade do índice de Theil, cuja discussão está fora do alcance deste trabalho.

### III.2.2 — Informação de uma Mensagem Indireta

Até agora apresentamos o índice de Theil com a hipótese de que os dados individuais estariam disponíveis. Como o nosso experimento foi realizado com base numa distribuição de renda com dados agrupados é necessário, então, mostrar como o índice de Theil assim obtido é interpretado. Na ausência de dados individuais o conceito da Teoria de Informação utilizado é o valor esperado do conteúdo de informação de uma mensagem indireta.

Numa distribuição de frequência, cujo atributo é a renda  $R$ , observamos dois tipos de informações. O primeiro são as frequências relativas da população correspondentes a cada classe de renda, isto é,  $n_i$ . O segundo são as frações de renda,  $r_i$ , correspondentes a cada classe de renda, ou seja, a fração da renda  $r_i$  recebida pela fração  $n_i$  da população. Estes dois tipos de informações podem ser interpretados como as probabilidades “*a priori*” e “*a posteriori*”. Conforme consideremos as frações de renda ou as frações da população, como a probabilidade “*a priori*”, obteremos medidas de desigualdade de renda que diferem simplesmente pelos pesos utilizados. Para este experimento escolhemos a fração de renda em cada classe como o peso:

$$\bar{I}(R, N) = \sum_{i=1}^n r_i \log \frac{r_i}{n_i}$$

O índice de Theil empregado no caso em que a renda é divulgada em classes ou estratos possui como limite inferior o valor  $I(R, N) = 0$  e como limite superior  $I(R, N) = \log N$ . O primeiro corresponde a uma situação de perfeita igualdade, entendida como  $r_i = n_i$ , implicando, por conseguinte, que:

$$I(R, N) = \sum_{i=1}^n r_i \log \frac{r_i}{n_i} = \sum_{i=1}^N r_i \log 1 = 0$$

O segundo representa uma situação de máxima desigualdade, ou seja,  $r_i = 0, r_j = 1$  para  $i \neq j$ . Aqui novamente  $I(R, N)$  se reduz a um único termo cujo valor é o seguinte:

$$I(R, N) = r_j \log \frac{r_j}{1/N} = 1 \cdot \log \frac{1}{1/N}$$

### III.2.3 — Interpretação do índice de Theil para Dados Grupados

Esta medida empregada no experimento, além da interpretação, como a informação esperada de uma mensagem indireta, na qual  $r_1, r_2 \dots r_n$  seria as probabilidades *a posteriori* e  $n_1, n_2 \dots n_n$  as probabilidades *a priori*, possui uma outra interpretação relacionada como o con-

ceito de média geométrica. Esta segunda interpretação é mais simples do que a anterior. Lembremos a fórmula de  $I(R, N)$  :

$$I(R, N) = \sum_{i=1}^n r_i \log \frac{r_i}{n_i}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Considerando que  $r_i/n_i$  é a renda *per capita* da classe de renda  $i$ , deflacionada pela renda *per capita* total, é possível interpretar  $I(R, N)$  como o logaritmo da média geométrica ponderada das rendas *per capita* de cada classe deflacionada pela renda *per capita* total, isto é:

$$M_G = {}_eI(R, N) = \frac{n}{\pi} \left( \frac{r_i}{r_i} \right)^{r_i} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Tal interpretação mostra como esta medida do índice de Theil diminui a influência das diferenças absolutas de renda, ora pelo uso do logaritmo ora porque a média geométrica é menos sensível aos valores extremos de uma distribuição.

Parece fora de dúvida de que com as informações oferecidas a respeito da Razão de Concentração de Gini e do Índice de Theil estamos aptos a descrever como estas medidas, independentes de qualquer tipo de ajustamento estatístico ou da forma da distribuição, se comportaram no experimento como a variação do tamanho da amostra e a dos elementos representativos da distribuição.

### III.3 — Resultados Empíricos

#### III.3.1 — Resultados para a Razão de Concentração de Gini

Agora tentaremos ressaltar os resultados obtidos para a Razão de Concentração de Gini quando examinamos os efeitos das diferenças de tamanho da amostra e dos elementos representativos de cada classe de renda, por ocasião do cálculo desta medida de desigualdade.

Primeiramente observamos na tabela 5 que os valores da Razão de Concentração de Gini são menores para a amostra maior, ou seja, ao passarmos de uma amostra de 1,3% da população para uma amostra de 25%, o grau de desigualdade diminui qualquer que seja o elemento representativo. A diminuição do valor da Razão de Concentração de Gini é mais intensa quando o elemento representativo é a Renda Média, atingindo um valor máximo de 2% aproximadamente. Amostras pequenas tendem a exagerar o grau de desigualdade medido pela Razão de Concentração de Gini. No entanto, as diferenças, apesar de existirem, só se manifestam depois da segunda casa decimal, o que não representa uma grande mudança do ponto de vista prático, já que a Razão de Concentração é praticamente divulgada com duas casas decimais.<sup>20</sup>

Novamente, para a razão de concentração de Gini se repetem os fatos observados para os dois primeiros índices (Pareto e Gini), ou seja, quando o elemento representativo é a renda média obtemos uma variação maior. Esta variação maior é explicada pelo fato de que os outros elementos representativos não se modificam quando passamos de uma amostra para outra, é o caso do ponto médio, limite superior e limite

<sup>20</sup> O uso do computador na mensuração da Razão de Concentração permite-nos obter maior aproximação, fazendo com que se vá além das duas casas decimais.

inferior. Portanto, apesar da renda média das classes ser uma informação mais adequada, pois permite uma melhor aproximação na estimativa da média geral e, por conseguinte, da Renda Total, ela é justamente o elemento representativo que apresenta as maiores diferenças quando passarmos de uma amostra para outra. Isto parece muito coerente, pois, nesta situação, além de mudar a frequência relativa de cada classe também muda a média de cada classe.

TABELA 5

*Valores da razão de concentração de Gini segundo o tamanho da amostra e os elementos representativos das classes de renda*

ELEMENTOS REPRESENTATIVOS DAS CLASSES DE RENDA	AMOSTRA SUBAMOSTRA		VARIAÇÃO	
	AMOSTRA 25%	SUBAMOSTRA 1,3%	Absoluta	%
Ponto Médio (PM)	0,358070	0,361354	-0,003284	0,92
Renda Média (RM)	0,328930	0,335041	-0,006111	1,86
Limite Inferior (LI)	0,371520	0,373858	-0,002338	0,63
Limite Superior (LS)	0,339270	0,343185	-0,003915	1,15

FONTE: Censo Demográfico de 1970 — FIBGE.

Como anteriormente fizemos para o Coeficiente de Pareto e o Índice de Gini, na tabela 6 observamos as diferenças entre os valores da Razão de Concentração em função dos elementos representativos. As maiores diferenças para a Razão de Concentração verificam-se em três situações. A primeira maior diferença verificamos entre a Renda Média e o limite Inferior quando observamos uma diferença absoluta de aproximadamente 0,04259, o que corresponderia a uma variação em torno de 12,9% para a amostra de 25% e de 11,6% para a de 1,3%. Não há dúvida de que se trata de uma variação muito significativa. A segunda maior diferença observamos quando comparamos os valores da Razão de Concentração em termos Limite Inferior e Limite Superior. Neste caso, a variação fica em torno de 8,68% para a amostra de 25%, e cerca de 8,20% para a de 1,3% da população. A terceira maior diferença aparece quando comparamos os valores da Região de Concentração em função do Ponto Médio e Renda Média. As diferenças ficam em volta de 8,14 para a amostra de 25% e 7,28% para a de 1,3%.

Estas informações são facilmente entendidas quando voltamos à tabela 5 e observamos que a Renda Média, como elemento representativo, fornece o menor valor para a Razão de Concentração, ou seja, 0,328930, já que o Limite Inferior propicia o valor máximo, isto é, ... 0,371520. Os menores valores para a variação da Razão de Concentração de Gini também são observados na tabela 6 quando comparamos os valores obtidos através da Renda Média com os valores obtidos a partir do limite superior. Apesar desta comparação apresentar as menores variações, ainda assim são maiores do que aquelas observadas em função das diferenças de tamanho de amostras, já que o menor valor observado no Quadro 6 é 0,008144, referente à diferença entre o valor da Razão de Concentração quando se utiliza a Renda Média e o Limite Superior como elementos representativos, no caso da amostra de 1,3%.

TABELA 6

*Variações da razão de concentração de Gini segundo o tamanho da amostra e os tipos de elementos representativos utilizados na representação das classes de renda*

AMOSTRA E SUBAMOSTRA	[ PM, RM ]		[ PM, LI ]		[ PM, RS ]	
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
Amostra (25%)	0,02914	8,19	0,01345	3,76	0,01880	5,25
Subamostra (1,3%)	0,026313	7,28	0,012504	3,46	0,018169	5,03

AMOSTRA E SUBAMOSTRA	[ RM, LI ]		[ RM, LS ]		[ LI, LS ]	
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
Amostra (25%)	0,04259	12,95	0,01034	3,14	0,03225	8,68
Subamostra (1,3%)	0,038817	11,59	0,008144	2,43	0,030673	8,20

FONTE: Censo Demográfico de 1970 — FIBGE (só valores absolutos).

No caso da Razão de Concentração de Gini parece claro que as variações da medida de desigualdade, em função do tamanho da amostra, são pequenas. Tudo indica que será sempre na mesma direção, isto é, quanto maior o tamanho da amostra menor a desigualdade. É um resultado à primeira vista coerente, já que a Razão de Concentração de Gini é uma medida de dispersão relativa. Além disso, este resultado era esperado em função do que se verificou para o Índice de Pareto — o completamente oposto — já que existe uma relação matemática entre ambos os índices:

$$G = \frac{1}{2\alpha - 1}$$

O resultado empírico mais importante se refere à situação em que os diversos elementos representativos são utilizados para a obtenção da Razão de Concentração de Gini. Neste caso as variações, ainda que pequenas, chegam a ser significativas, pois são da ordem de 12,9%, justificando uma certa cautela na escolha do elemento representativo, quando se pretende comparar esta medida de desigualdade no tempo e/ou no espaço.

### III.3.2 — Resultados para o Índice de Theil

O Índice de Theil como a Razão de Concentração de Gini é também um índice que independe da forma da distribuição, não necessitando, portanto, de qualquer tipo de ajustamento estatístico a fim de atingir algum significado como medida de desigualdade. Este índice quando submetido ao mesmo experimento que as demais medidas de desigual-

dade apresentadas também mostrou certas diferenças em função do tamanho da amostra, bem como algumas referentes à utilização dos vários elementos representativos.

Também neste caso os valores do índice de Theil que apresentaram maior variação ao passarmos de uma amostra de 25% para uma amostra de 1,3% da população foram aqueles obtidos quando a média é o elemento representativo da classe de renda. As razões para tais variações são as mesmas apresentadas anteriormente na discussão das outras medidas, isto é, a média muda de amostra para amostra, ao passo que os demais elementos representativos de cada classe são fixos. No entanto, para o índice de Theil esta variação não é tão desprezível assim, pois atingiu valores ao redor de 4,5% que já faz uma certa diferença em comparações em dois momentos de tempo. Os demais valores do índice de Theil não ultrapassam muito o limite de 1%. Esta maior sensibilidade do índice de Theil poderia ser explicada quando o elemento representativo é a média, lembrando que o índice depende do tamanho da população.

TABELA 7

*Valores do índice de Theil segundo o tamanho da amostra e os elementos representativos das classes de renda*

ELEMENTOS REPRESENTATIVOS DAS CLASSES DE RENDA	AMOSTRA SUBAMOSTRA		VARIAÇÃO	
	AMOSTRA 25%	SUBAMOSTRA 1,3%	Absoluta	%
Ponto Médio (PM)	0,133270	0,134560	-0,00129	0,97
Renda Média (RM)	0,106115	0,110984	-0,00487	4,59
Límite Inferior (LI)	0,116956	0,118236	-0,00128	1,09
Límite Superior (LS)	0,142903	0,143776	-0,00087	0,61

FONTE. Censo Demográfico de 1970 — FIBGE.

Na tabela 7 observamos que os valores máximos obtidos para o índice de Theil surgem quando o elemento representativo é o limite superior para os dois tamanhos da amostra. Já os valores mínimos são obtidos quando a Renda Média é o elemento representativo. O ponto médio e o limite inferior proporcionam valores do índice de Theil que se aproximam, respectivamente, do limite superior e da Renda Média. Sendo assim, o uso costumeiro do ponto médio como elemento representativo induziria a uma estimativa superestimada da desigualdade, em oposição a uma estimativa subestimada proporcionada pela Renda Média.

Quando observamos a tabela 8, onde comparamos os valores do índice de Theil de acordo com o elemento representativo utilizado, novamente observamos o mesmo fenômeno constatado para os demais índices, isto é, as discrepâncias são consideráveis. A mudança de elemento representativo introduz diferenças no valor do índice de Theil da ordem de 34,6%, como limite superior, e de 17,6%, como limite inferior. Nestas circunstâncias é preciso tomar o máximo cuidado nas comparações com o índice de Theil.

Os valores mais díspares estão obviamente ligados às comparações entre os valores extremos, ou seja, o ponto médio e a Renda Média, o Limite Superior e o Limite Inferior, tanto na amostra como na sub-amostra. Ao compararmos o limite superior e a renda média obtemos a diferença máxima que atinge o valor de 0,036788 correspondendo aos 34,6% de diferença. Apesar deste elemento representativo não ser muito utilizado, constitui um exemplo bem claro sobre a importância de uma metodologia uniforme quando se pretende comparar medidas de desigualdade. No caso da amostra de 25%, a segunda maior discrepância é quando se mede o índice de Theil através da utilização do ponto médio e da renda média como elementos representativos. Tal discrepância atinge cerca de 20,38% de diferença. Este último caso é o mais relevante, já que a troca entre o ponto médio e a renda média torna-se naturalmente mais freqüente à medida que se obtém melhores informações sobre a renda.

Observamos a mesma característica no caso da amostra de 1,3%. Porém para esta amostra menor, a discrepância que aparece em segundo lugar não é a devida à comparação entre o ponto médio e a renda média, mas sim entre os limites inferior e superior. Os níveis de discrepâncias também não são nada modestos, variando de 21,60 a 29,54%. As informações da tabela 8 tornam imprescindível a necessidade de se tomar o máximo cuidado na manipulação do índice de Theil, procurando sempre explicitar qual o elemento representativo utilizado na sua computação.

O índice de Theil, como um representante das medidas de desigualdade de renda que não dependem da forma da distribuição, mostrou-se mais sensível às mudanças amostrais do que a Razão de Concentração de Gini, mas as diferenças obtidas estão aquém dos 6% — nível de

TABELA 8

*Variações do índice de Theil segundo o tamanho da amostra e os tipos de elementos representativos utilizados na representação das classes de renda*

AMOSTRA E SUBAMOSTRA	[ PM, RM ]		[ PM, LI ]		[ PM, LS ]	
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
Amostra (25%)	0,027155	20,38	0,016314	12,24	0,009633	7,23
Subamostra (1,3%)	0,023576	17,52	0,016324	12,13	0,009216	8,30

AMOSTRA E SUBAMOSTRA	[ RM, LI ]		[ RM, LS ]		[ LI, LS ]	
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
Amostra (25%)	0,010841	10,22	0,036788	34,67	0,025947	22,19
Subamostra (1,3%)	0,007252	6,13	0,032792	29,55	0,025540	21,60

FONTE: Censo Demográfico de 1970 — IBGE (só valores absolutos).

erro tradicionalmente aceito. No entanto, quando se trata das diferenças em função do elemento representativo, o índice de Theil não difere substancialmente das evidências obtidas tanto para a Razão de Concentração de Gini como para os dois outros índices estudados.

Enfim, no caso do índice de Theil, a magnitude das diferenças observadas na tabela 8 compromete as evidências, exigindo, portanto, uma maior preocupação e cuidado a fim de se obter uma metodologia uniforme no cômputo do índice em questão, quando se fizer necessário o uso de comparações.

## IV — CONCLUSÕES

Em função das informações anteriores, não resta a menor dúvida de que o tamanho da amostra e os diversos elementos representativos das classes de renda de uma distribuição de freqüência introduzem variações nos valores das medidas de desigualdade de renda mais comumente utilizados nos estudos da situação da renda pessoal. A seguir tentaremos ressaltar os pontos mais importantes que observamos no decorrer do trabalho.

### IV.1 — Variações em Função do Tamanho da Amostra

As variações em função do tamanho da amostra não apresentaram valores muito significantes do ponto de vista prático, já que o máximo de variação não ultrapassou a casa dos 5%. Tal cifra não representa um valor muito significativo, já que na prática erros de até 5% são toleráveis, mormente no caso especial de indicadores de desigualdade, que são medidas aproximadas da dispersão relativa.

Observando os índices que dependem de ajustamento, como é o caso do Coeficiente de Pareto e o Índice de Gini, constatou-se para o Coeficiente de Pareto um aumento do valor de  $\alpha$  ao passarmos de uma amostra menor para uma maior (ou seja uma diminuição da desigualdade de renda). Para o Índice de Gini não se observou a mesma regularidade na direção da variação amostral, como no caso do Coeficiente de Pareto. Houve uma diminuição de  $\delta$  quando os elementos representativos eram o Ponto Médio e a Renda Média e um aumento de  $\delta$ , ainda que pequeno, quando os elementos eram os Limites Inferior e Superior. Tal fato evidencia, para o Índice de Gini, uma maior sensibilidade às variações amostrais do que para o Coeficiente de Pareto.

Para os índices que independem de ajustamento, como é o caso da Razão de Concentração de Gini e do Índice de Theil, verificou-se o mesmo fenômeno: pequenas variações nos valores dos índices quando se muda de uma amostra para outra. Neste caso, porém, a regularidade foi para os dois índices. A Razão de Concentração de Gini diminuiu quando passamos de uma amostra menor para uma maior (ou seja, diminuiu a desigualdade coerentemente com o valor de  $\alpha$  independentemente obtido). O Índice de Theil apresentou a mesma característica que a Razão de Concentração de Gini, seus valores diminuíram, isto é, indicaram uma subestimação da desigualdade ao passarmos para uma amostra maior, ou seja, para pequenas amostras a desigualdade é maior. Estes fatos são perfeitamente coerentes com o significado dos dois índices, isto é, medidas de dispersão relativa (Costa, 1974).

No experimento que fizemos o tamanho da amostra introduz variações, mas elas são pequenas do ponto de vista prático. Não podemos

generalizar que sempre acontecerá assim, por dois motivos. O primeiro é que trabalhamos com apenas uma distribuição e seriam necessários muitas distribuições para estabelecermos uma posição definitiva sobre o efeito da variação do tamanho da amostra. O segundo é que a amostra, no caso específico, foi derivada do próprio Censo, ou seja, a amostra de 1,3% é, em verdade, uma subamostra, com base na amostra de 25%. Este último fato contribui muito para diminuir as discrepâncias entre as duas amostras. O mais interessante é que a distribuição estudada não representa uma parcela muito grande do universo, o que nos leva a concluir que as duas amostras do Censo Demográfico são de boa qualidade, pois indicadores secundários foram obtidos com variações muito pequenas.

#### IV.2 — Escolha dos Elementos Representativos das Classes de Renda

O trabalho lidou com quatro possíveis elementos representativos, o Ponto Médio (PM), a Renda Média (RM), o Limite Superior (LS) e o Limite Inferior (LI). Tradicionalmente utiliza-se o Ponto Médio (PM) e, às vezes, a Renda Média (RM). Quando os dados são de melhor qualidade, os outros dois são raramente usados, por esta razão nos deteremos apenas na qualificação dos efeitos dos dois primeiros elementos representativos nas variações das medidas de desigualdade. Tentaremos contrapor o Ponto Médio e a Renda Média em termos de medidas que dependem de ajustamento de função e as que independem de ajustamento.

Independente de qualquer condição, a mudança do elemento representação no cálculo das medidas introduz variações significativas, atingindo percentuais acima de 20% de diferença. Para o Coeficiente de Pareto o Ponto Médio é o Limite Inferior e a Renda Média o Limite Superior, ou seja, constituem os valores extremos. O Ponto Médio superestima a desigualdade, ao passo que a Renda Média subestima (quanto maior  $\alpha$ , menor a desigualdade), conseqüentemente a maior diferença aparece quando comparamos  $\alpha$  calculado em função do Ponto Médio e  $\alpha$  calculado através da Renda Média. A diferença, neste caso, atinge a casa dos 14% (para a distribuição em questão) uma diferença relativamente elevada. No caso do Índice de Gini a situação é inversa, o Ponto Médio dá origem aos maiores valores de  $\delta$ , a Renda Média aos menores valores, portanto, novamente o Ponto Médio superestima e a Renda Média subestima a desigualdade de renda (os valores extremos são dados pelo Limite Superior e Limite Inferior).

O Índice de Gini apresentou algumas discrepâncias muito elevadas, em torno de 32%, quando comparamos  $\delta$  obtido em função do Limite Superior com o  $\delta$  calculado usando o Limite Inferior. Este é um caso gritante de variação nos valores das medidas única e exclusivamente em função da troca dos elementos representativos.

Quando observamos os índices que não dependem de ajustamento de função, percebemos que, para a Razão de Concentração de Gini, a Renda Média proporciona o menor valor da desigualdade e o Ponto Médio o segundo maior valor.<sup>21</sup> Conseqüentemente, a diferença entre estas duas maneiras de computar a Razão de Concentração proporciona diferenças em torno de 8,14%. Tal diferença está acima dos 5%, tolerados na prática, constituindo-se, portanto, numa diferença significativa. Em relação ao Índice de Theil, o comportamento é o mesmo verificado para a Razão de Concentração. A Renda Média apresenta o menor valor do

21 O primeiro maior valor é introduzido pelo Limite Inferior, tanto na amostra de 25 como na de 1,3%.

Índice de Theil, ao passo que o Ponto Médio proporciona o segundo maior valor. Comparando-se os respectivos valores do Índice de Theil obtém-se a segunda maior variação dos valores deste índice.

Ao contrário da variação no tamanho da amostra a amostra do elemento representativo introduz diferenças muito significativas na avaliação da desigualdade. Por isto é necessário, para efeito de comparação, calcular as medidas de desigualdade utilizando-se sempre o mesmo elemento representativo a fim de evitar variações destas medidas introduzidas única e exclusivamente pela troca dos elementos representativos.

Outro fato interessante observado em todos os quatro casos: a Renda Média foi o elemento representativo que provocou maior variação nos valores dos índices nas comparações entre as amostras. Parece que a explicação para este fato é de que a Renda Média muda muito mais de amostra para amostra do que os outros elementos representativos, pois permanecem fixos, uma vez que as classes de renda são as mesmas.

#### IV.3 — Considerações Metodológicas

O trabalho em questão levanta dois pontos de caráter metodológico quando do cálculo da medida de desigualdade de renda para comparações de qualquer natureza. O primeiro ponto diz respeito à necessidade de se tomar o devido cuidado com as diferenças introduzidas pelo tamanho da amostra que, no caso particular deste experimento, não acusou diferenças acima de 5%, no entanto não devem ser esquecidas. O segundo ponto diz respeito à escolha do elemento representativo de cada classe de renda. Em função das diferenças constatadas, chegando, às vezes, ao redor de 32%, é preciso que se tenha uma metodologia uniforme para o cálculo dos índices, a fim de evitar evidências devido a diferenças de metodologia. Se existe a necessidade de comparação de duas medidas no tempo ou no espaço é necessário que estas medidas sejam calculadas utilizando-se o mesmo elemento representativo. Ou seja, deve-se escolher a Renda Média, ou o Ponto Médio de classe, ou o Limite Superior, ou o Limite Inferior que não se deve fazer é misturar os vários métodos.

Apesar das limitações do experimento, ele serve de alerta para aqueles que não se importam com a metodologia de cálculo das medidas de desigualdade. Se mesmo com um experimento feito em condições excepcionais, as diferenças são de magnitudes relativamente grandes, podendo desviar o sentido das evidências, é imprescindível um mínimo de preocupação com a metodologia de cálculo destas medidas. Mormente em comparações da Razão de Concentração de Gini entre estado, entre países ou entre períodos de tempo, é necessário estar atento para o método de cálculo desta medida, sob pena de estar fazendo afirmações que não são necessariamente verdadeiras.

As medidas da desigualdade tentam resumir em um só índice informações sobre toda a distribuição, logo, devem merecer um certo cuidado no seu cálculo, do contrário estaremos apenas em busca de um número, cujo significado se torna vazio pela arbitrariedade com que foi obtido.

#### IV.4 — A Mensagem que Fica

Pode parecer um exagero a preocupação demasiada com a metodologia do cálculo de uma modesta medida de desigualdade. No entanto, é um problema muito sério para aqueles que querem saber o que de fato

se passa com a dispersão relativa da distribuição de renda. Podemos encontrar em *Corrado Gini* — um dos cientistas que mais contribuíram para o estudo da desigualdade da renda pessoal — uma preocupação semelhante com a que tentamos transmitir neste modesto experimento, pois, em 1922, quando comparava o seu índice de concentração  $\delta$  e o índice  $\alpha$  de Pareto, fazia a seguinte afirmativa:<sup>22</sup>

*“È arbitrario seguire per il calcolo dei  $\delta$  l'uno o l'atro dei metodi suesposti. Quando pero si voglia procedere a confronti, è opportuno costantemente un dato metodo, per non conceudere a differenze essenziale nella distribuzione dei redditi da differenze nei valori di  $\delta$  che dipendono unicamente dall'aver usato metodi differenti”.*

Um exemplo onde o pesquisador teve uma grande preocupação metodológica no cálculo das medidas de desigualdade é o nosso trabalho sobre a distribuição da renda pessoal no Brasil, em 1970, pois a pesquisa envolvia uma seqüência de comparações destas medidas através das unidades geográficas estudadas. Não há dúvida que os trabalhos de *Corrado Gini* sempre levaram em consideração esta necessidade de uma certa uniformidade metodológica quando qualquer comparação das medidas de desigualdade se fazia necessária.

No entanto, a literatura atual sobre a distribuição da renda pessoal é rica em trabalhos, onde a comparação de medidas de desigualdade de renda de países diferentes é feita sem a menor preocupação com a metodologia envolvida no cálculo dessas medidas. Alguns autores compararam informações sobre a Razão de Concentração de Gini de diversos países simplesmente coletando os valores a partir dos trabalhos que foram feitos para as respectivas unidades geográficas sem, pelo menos, indagar como foi calculada cada Razão de Concentração, qual o tamanho da amostra, se as classes de renda eram fechadas ou se os elementos representativos utilizados no cálculo para cada país eram os mesmos ou não.

Para ilustrar, podemos citar o trabalho de *Félix Paukert*<sup>23</sup>, onde compara as razões de concentração para sessenta e um países com os respectivos PIB, procurando estabelecer uma relação entre as duas medidas a fim de justificar certas heresias sobre desigualdade de renda e crescimento econômico. O outro exemplo é o trabalho de *Montek S. Ahluwalia*<sup>24</sup> para o Banco Mundial que, apesar de reconhecer as limitações dos dados utilizados, usou razões de concentração calculadas para os vários países sem a menor preocupação com a metodologia envolvida.

Apesar das intenções dos autores serem dignas de respeito, apesar da ausência de informação justificar a utilização do melhor dado disponível no momento, ainda assim seria necessário um cuidado especial com as medidas utilizadas, pois, como foi observado, elas estão sujeitas a variações significantes quando simplesmente usamos o Ponto Médio no lugar da Renda Média. Sem esta preocupação de uniformidade no cálculo das medidas a serem comparadas, corremos um grande risco de apresentar evidências que são apenas uma consequência das diferentes

22 Vide *Corrado Gini — Indice di Concentrazione e di Dipendenza*, Roma, Biblioteca Dell'Economista, Editrice Torinese, Milano, 1922, pp. 5/137.

23 Vide *Felix Paukert*, “Income Distribution at Different Levels of Development: a Survey of Evidence” — *International Labour Review*, 108, agosto/setembro de 1973, pp. 97/123.

24 Vide *Montek S. Ahluwalia* e outros — *Redistribution and Growth*, publicado pelo Banco Mundial, Oxford University Press, 1974.

maneiras como foram calculadas as medidas utilizadas. Além das críticas mais sofisticadas sobre a utilização de dados de *cross-section* para obter referências sobre a evolução de cada unidade geográfica, as diferenças existentes em função da diversidade de cálculo podem marcar evidências interessantes, bem como apresentar evidências as mais absurdas possíveis, que podem se transformar em regra para a maioria dos economistas.

Para ilustrar como este problema de metodologia é muito importante nas comparações no tempo ou entre unidades geográficas, podemos utilizar um exemplo extraído do trabalho de *Cline*,<sup>25</sup> onde, para 1960, foi obtido um valor para a Razão de Concentração de Gini ao redor de 0,61. Se utilizarmos pura e simplesmente esta informação sem averiguar em que condições foi obtida e a compararmos com o valor da Razão de Concentração de Gini calculada por *Langoni*, para 1970, cujo valor foi 0,5684 chegaríamos a conclusão de que não houve nenhum aumento de concentração de renda no Brasil, mas sim uma diminuição. Nestas condições, porque tanta celeuma a respeito do aumento da desigualdade ocorrido entre 1960 e 1970? O absurdo está na comparação das duas medidas, as quais foram obtidas por métodos completamente diferentes e a partir de dados de qualidade muito diversa.

Anteriormente, afirmamos que no caso da Razão de Concentração o Ponto Médio fornece um valor mais elevado do que aquele que se obtém usando a Renda Média. Os dados de 1960 só permitem uma aferição da Razão de Concentração de Gini, via Ponto Médio da classe, ao passo que, em 1970, a medida foi calculada utilizando-se a Renda Média. No nosso experimento a Renda Média proporcionou sempre o valor mínimo para a Razão de Concentração de Gini. Nestas circunstâncias, ao compararmos a Razão de Concentração de Gini, para 1960, com a medida, para 1970, consideramos que o acréscimo de desigualdade está sendo subestimado por duas razões. A primeira porque o Ponto Médio, em 1960, fornece um valor maior para a Razão de Concentração de Gini. A segunda porque a Renda Média, em 1970, subestima o valor da desigualdade. Em outras palavras, para comparar 1960 com 1970 seria necessário calcular a desigualdade para 1970 usando o Ponto Médio, ou calculá-la para 1960 usando a Renda Média, a fim de se obter uma estimativa mais realista do aumento de desigualdade ocorrido entre 1960 e 1970.

Finalmente este trabalho procura mostrar que precisamos ser mais cautelosos com os números que usamos, calculamos e comparamos, a fim de evitar absurdos e injustiças. Nunca devemos nos esquecer que os números foram também inventados pelo homem.

---

25 Vide *William R. Cline — Potential Effects of Income Redistribution on Economic Growth — Latin American Cases*, Praeger Publishers, 1972.

## BIBLIOGRAFIA

- ( 1 ) AMES, Edward — “*A Method for Estimating the Size Distribution of a Given Aggregate Income*” — *The Review of Economics and Statistics*, julho de 1942.
- ( 2 ) BOWMAN, Mary J. — “*A Graphical Analysis of Personal Income Distribution*” — *A. E. R.* XXXV, setembro de 1945, pp. 607/628.
- ( 3 ) CHENERY, Hollis; AHLUWALIA, Montek S.; BELL, G. L. G.; DU-LOAY, John H. e JOLLY, Richard — *Redistribution and Growth*, publicado pelo Banco Mundial, Oxford University Press, 1974.
- ( 4 ) CLINE, William R. — *Potential Effects of Income Redistribution on Economics Growth — Latin American Cases*, Praeger Publishers, 1972.
- ( 5 ) COSTA, Ramonaival A. — *Size Income Distribution of Brazil in 1970 — A Cross-section Analysis of Income Distribution by Occupations — Tese de Doutorado apresentada na Universidade de Vanderbilt*, agosto de 1975.
- ( 6 ) COSTA, Ramonaival A. — “*Bem Estar e Indicadores de Desigualdade*” — *Revista Brasileira de Estatística* — Rio de Janeiro, Fundação IBGE, julho de 1974.
- ( 7 ) COSTA, RAMONAIVAL A. — *Medidas de Desigualdade de Renda* Boletim Geográfico — n.º 238, jan./fev. de 1974, ano 33, pp. 45/72.
- ( 8 ) DE FINETTI, B. Paciello, U. — “*Calcolo della differenza Media*” — *metron*, Vol. VIII, n.º 3, fevereiro de 1960.
- ( 9 ) DUARTE, J. C. — “*Aspectos da Distribuição de Renda no Brasil em 1970*” — Piracicaba, Tese de Mestrado da E. S. A. L. Queiroz, 1971.
- (10) EDWARDS, Elwyn — *Introdução à Teoria da Informação* — Editora Cultura, Editora da USP, 1971.
- (11) GALVANI, L. — *Sulle Curve di Concentrazione Relative a Caratteri non Limitati e Limitati* — *metron*, Vol. X, n.º 3, Roma, outubro de 1932.
- (12) GASTWIRTH, Joseph L. — “*The Estimation of the Lorenz Curve and Gini Index*” — *The Review of Economics and Statistics*, LIV, agosto de 1972.
- (13) GINI, Corrado — *Indici di Concentrazione e di Dipendenza*, Roma, Biblioteca Dell’Economista, Editrice Torinese Milano, 1922, pp. 5/137.
- (14) HOFFMAN, R. — “*Contribuição à Análise da Distribuição da Renda e da Posse da Terra no Brasil*” — Piracicaba, Tese não publicada, E. S. A. L. Queiroz, 1971.
- (15) KINGSTON, Jorge — *Desigualdade na Distribuição das Rendas* — *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, março de 1955, p. 5.
- (16) LANGONI, C. G. — *Distribuição da Renda e Desenvolvimento Econômico do Brasil*, Rio de Janeiro, Expressão e Cultura, 1973.
- (17) LORENZ, M. O. — “*Methods of Measuring the Concentration of Wealth*” — *A. S. A., New Series*, junho de 1905, p. 209.
- (18) MEIRELLES, Antonio C. — “*A Evolução da Estrutura do Sistema Bancário Brasileiro no Período 1966-1974*” — *Sindicato dos Bancos do Estado da Guanabara*, 1975, ano III, n.º 8.

# Hierarquia de localidades centrais em áreas subpovoadas: o caso de Rondônia

---

ALUIZIO CAPDEVILLE DUARTE  
Geógrafo do IBGE

A teoria de localidades centrais formuladas dedutivamente por W. Christaller em 1931<sup>1</sup> considera a existência de um sistema funcionalmente hierarquizado de aglomerados de população, quer sejam cidades, vilas ou povoados. No modelo original presumiu-se a existência de uma planície isotrópica quanto às condições naturais, densidade de população, nível de renda e padrões culturais. Através de mecanismos econômicos de mercado mínimo e de alcance especial das funções centrais foi deduzido um modelo do arranjo espacial e localidades centrais com suas áreas de mercado hierarquizadas em um sistema de classes. Tal modelo assume uma forma hexagonal. Cada classe, neste modelo, apresenta grupos de funções centrais específicas e é caracterizada por um certo nível de população. A hierarquia é constituída por classes de lugares centrais numa complexidade crescente. As localidades centrais de nível hierárquico mais baixo são funcionalmente menos complexas, oferecendo menor número de funções e de estabelecimentos centrais, distribuindo bens e serviços ubíquos, servindo a pequenas áreas de mercado e possuindo pouca população. Os centros de hierarquia mais elevada apresentam todas as funções características das classes imediatamente inferiores e são os de maior complexidade funcional. Possuem maior número de tipos e de estabelecimentos centrais, têm maiores áreas de mercado e maior população. Os centros de nível hierárquico mais baixo são numerosos, enquanto os de mais alta ordem ocorrem em menor número.

---

1 Christaller, W. — *Central Places in Southern Germany*, Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 1966, 230 pp.

A adequação da teoria é comprovada pelo fato de que após 30 anos de sua formulação e de ter sido testada através de numerosos estudos empíricos, poucas modificações nela foram introduzidas. Entre elas citam-se as estabelecidas por Berry e Garrison<sup>2</sup> e por Berry e Barnum<sup>3</sup> a respeito do desenvolvimento de uma estrutura hierárquica sem as premissas da planície isotrópica e da forma hexagonal no modelo espacial. Os autores afirmam em suas pesquisas que quaisquer que sejam as condições da área estudada, sempre existirá uma estrutura hierarquizada de localidades centrais. Mostraram que há relações fundamentais caracterizando as localidades de um sistema, tais como: entre população dos centros e o número total de estabelecimentos de bens e serviços em cada centro; entre número de diferentes tipos de negócios e o número total de estabelecimentos centrais existentes no centro. A densidade de população foi considerada como variável determinante no tamanho das áreas de mercado e isto foi explicado através dos conceitos de mercado mínimo (*threshold*) e alcance espacial (*range*).

Evidências empíricas têm demonstrado que não só a variação de densidade mas também diferenciações espaciais de nível de renda, acessibilidade, padrões culturais, são outras variáveis que devem ser consideradas ao se identificar uma hierarquia em um sistema de localidades centrais.

Christaller, em sua teoria, já se preocupava em mostrar que a distribuição da população poderia afetar o desenvolvimento das localidades centrais. Em áreas de população dispersa o desenvolvimento de localidades centrais é menor do que em áreas onde a população está concentrada. Nelas o consumo de bens centrais é menor do que nas regiões densamente povoadas.

Outras variações espaciais, tais como renda, condições de transporte e estágio de povoamento foram, igualmente, consideradas por Christaller na definição de sistema hierarquizado de localidades centrais.

Nossa intenção, neste documento, é verificar em que medida áreas subpovoadas apresentam um sistema hierarquizado de localidades centrais e qual é a estrutura deste sistema e seus relacionamentos. A área subpovoadada, selecionada para estudo foi a do Território Federal de Rondônia.

#### Características da área

Rondônia, com uma superfície de 243.044 km<sup>2</sup>, e uma população de 111.064 habitantes é uma área subpovoadada, pois sua densidade demográfica é de 0,46 hab/km<sup>2</sup>. Possui terrenos tanto do planalto brasileiro como da planície amazônica e tem terras drenadas pelos rios da bacia do alto Madeira, cobertas por densa floresta tropical, com clima quente e sempre úmido.

Apesar de percorrida por expedições militares, bandeiras e missões religiosas desde o século XVII, só nos fins do século XIX teve seu território realmente ocupado, entretanto, de maneira rarefeita, pelo extrativismo da borracha e secundariamente pela castanha.

2 Berry, B. J. L. e Garrison, W. L. — "Recent Developments of Central Place Theory" — *Papers and Proceedings of the Regional Science Association*, 4, 1958, 107-120.

3 Berry, B. J. L. e Barnum, H. G. — "Aggregate Relations and Elemental Components of Central Place Systems" — *Journal of Regional Science*, 4 (1), 1962, 35-42.

Até 1960 Rondônia apresentava as mesmas características vigentes na Amazônia, o isolamento e a não articulação com o restante do sistema nacional, constituindo um setor da periferia remota sob a dependência de Belém, com quem mantinha relações através dos transportes fluvial e aéreo, por intermédio de Manaus.

A estratégia política estabelecida pelo governo federal no sentido de aproveitar os recursos existentes na Amazônia, estimular seu crescimento econômico e assegurar sua integração na economia brasileira, processou-se através de diferentes planos de ação. Entre eles, o que maiores transformações trouxe para Rondônia foi a infra-estrutura básica dos transportes rodoviários, que tornou acessíveis os recursos naturais ali existentes: a cassiterita e a disponibilidade de terras a serem ocupadas.

A abertura da Rodovia Cuiabá-Porto Velho, completada no fim da década de 60, intensificou o fluxo migratório para Rondônia, pois possibilitou o acesso às terras ainda não ocupadas, por migrantes provenientes de diferentes áreas do Centro Sul do País. Ao longo da rodovia surgiram, nos últimos 10 anos, numerosos povoados, desorganizados, em sua maioria, e núcleos agrícolas oficiais. Este fenômeno ocorreu na parte oriental do Território, de maior acessibilidade pela rodovia BR-364, enquanto que a parte ocidental permaneceu menos dinâmica, com menor acessibilidade, apesar da rodovia que atinge Guajará-Mirim, centro tradicionalmente ligado a Porto Velho pela Estrada de Ferro Madeira—Mamoré, hoje extinta.

A economia do Território vem se transformando através da abertura de frentes agrícolas e do desenvolvimento e modernização da exploração da cassiterita.

Se as transformações ocorridas na ocupação do Território não modificaram os padrões espaciais de distribuição da população, afetaram, entretanto, a vida de relações entre os centros urbanos dentro e fora do Território.

#### Metodologia Adotada

Para a definição da hierarquia dos centros estudados, um primeiro problema de natureza metodológica se apresenta. Como determinar que as funções centrais se agrupam em classes e que estas classes estão associadas com as classes dos lugares centrais, como a teoria sugere? Assim, o primeiro passo metodológico foi classificar as funções centrais e as localidades centrais estudadas. Utilizou-se a mesma metodologia adotada por Berry e Garrison<sup>4</sup> e por Barnum.<sup>5</sup>

O universo da pesquisa foi constituído por 19 localidades, sendo 2 cidades, 6 vilas e 11 povoados. Os dados utilizados para selecionar as funções centrais foram obtidos através do censo comercial de 1970, utilizando-se, entretanto, dados do setor censitário contidos na Caderнета do Recenseador do IBGE. Para serviços de educação, saúde e bancário, foram utilizadas outras fontes fornecidas pelo Ministério de Educação e pelas Secretarias do Governo do Território de Rondônia.

Selecionou-se 31 tipos de funções centrais, sendo: 13 de distribuição de bens, desde funções ubíquas como estivas e artigos de bazar, até

4 Berry, J. L. e Garrison, W. L. — "The Functional Basis of the Central Place Hierarchy" — *Economic Geography* — Vol. 34 (2): 145-155 — 1958.

5 Barnum, H. G. — *Market Centers and Hinterlands in Baden-Württemberg* — Research Paper (107). The University of Chicago 173 pp — 1966.

as menos freqüentes como artigos para presentes e jóias; 4 do setor de educação; 3 do setor bancário; 2 do setor saúde e os restantes concernentes a diversos serviços.

Com esses dados preparou-se uma matriz onde para os centros eram assinaladas as funções centrais e o número de estabelecimentos centrais que os mesmos possuíam. Esta matriz possibilitou definir classes de funções centrais e classes de centros, numa hierarquia funcional com grau de complexidade crescente.

O modelo teórico considera que as localidades centrais pertencem a uma ou outra das classes definidas e que estas possuem grupos de funções específicas e são caracterizadas por um certo nível de população. Assim, procurou-se correlacionar o número de funções e de estabelecimentos centrais de cada centro com sua população, para se definir as classes com os níveis de população. Preparou-se gráficos cartesianos monologarítmicos e logarítmicos associando-se essas variáveis.

O segundo passo metodológico foi definir os relacionamentos de dependência dos centros segundo seu escalonamento hierárquico e suas áreas de mercado hierarquizadas e encaixadas segundo os pressupostos teóricos. Aplicou-se questionários em estabelecimentos de distribuição de bens e serviços nas cidades de Porto Velho, Guajará-Mirim e em Vila de Rondônia.

Todos os estabelecimentos de ensino secundário, hospitalares e bancários foram submetidos ao questionário. No setor distribuição de bens foi feita amostragem, variando seu percentual de acordo com o número de estabelecimentos segundo classes de comércio.

Com os dados do questionário foram organizados 2 tipos de matrizes para as três localidades acima mencionadas. Uma onde se definia a área de mercado de cada tipo de função central. A outra indicava subordinação das localidades a centros hierarquicamente superiores dentro do sistema considerado e fora do sistema.

### **Análise dos Resultados**

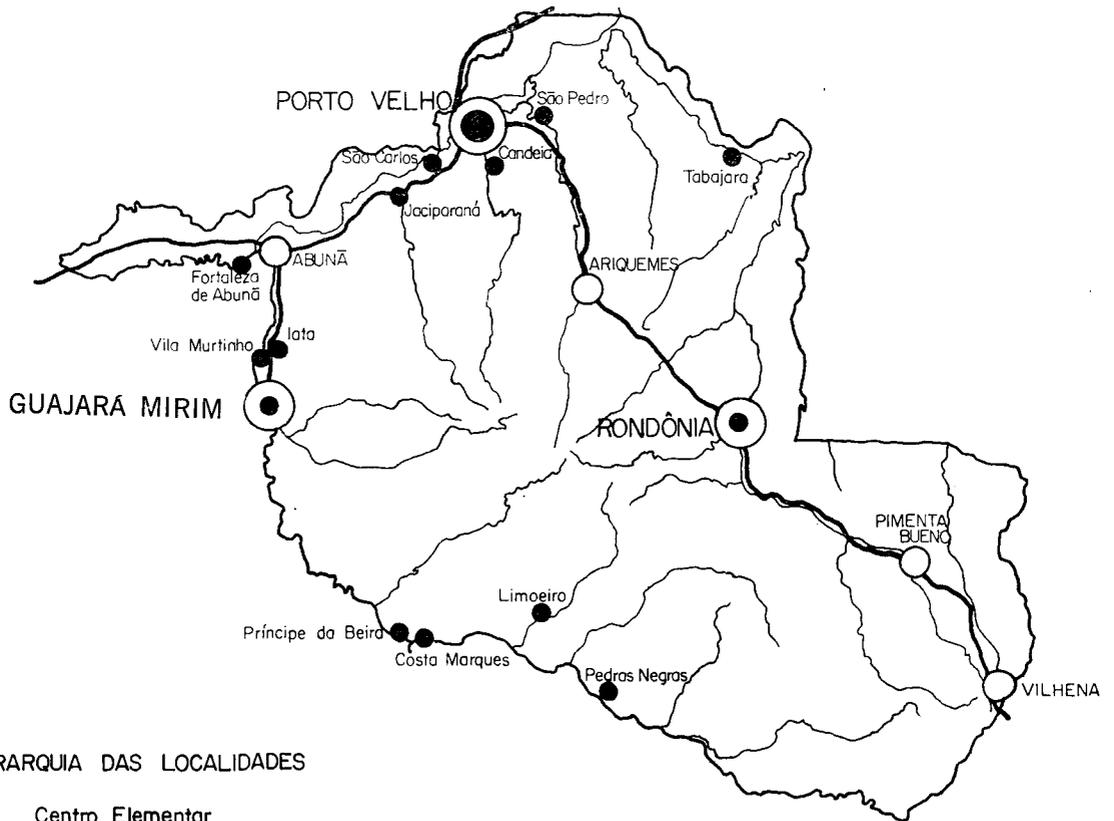
A matriz de equipamento funcional indicou uma hierarquia de centros em classes e cada classe com grupos de funções características. As classes estão associadas a níveis de população indicados nos gráficos.

A primeira classe é constituída por 12 localidades com 3 tipos de funções centrais, as mais ubíquas. O número de estabelecimentos centrais existentes nestes centros varia de 4 a 8 estabelecimentos. O nível de população destes centros varia entre 195 a 885 habitantes. Esta classe corresponde aos centros elementares, isto é, cuja centralidade é dada pela distribuição de bens e serviços de pequeno mercado mínimo e de curto alcance espacial.

A segunda classe abrange 4 centros com 6 ou 7 funções centrais e com número de negócios centrais variando entre 12 e 26 e o nível de população nesta classe varia entre 1.110 e 2.280 habitantes. As localidades desta classe foram consideradas como centros locais. Possuem as funções da classe inferior e oferecem outros bens centrais que exigem maior mercado mínimo.

A terceira classe identificada é constituída por 2 localidades, possuindo 21 e 25 funções centrais, com 66 e 216 estabelecimentos centrais. A população destes centros é de 13.305 a 17.885 habitantes. Oferecem funções centrais com mercado mínimo mais elevado e de alcance espacial maior, além das outras funções características das classes imediatamente inferiores. Estes centros foram considerados como centros de zona.

## SISTEMA DE LOCALIDADES CENTRAIS



### HIERARQUIA DAS LOCALIDADES

- Centro Elementar
- Centro Local
- (circled) Centro de Zona
- (double-circled) Centro Regional

ESCALA - 1:5.000.000  
 50 km 0 50 100 km  
 Projeção Policônica

/M.J.S.A.

— Rodovia  
 — Rio

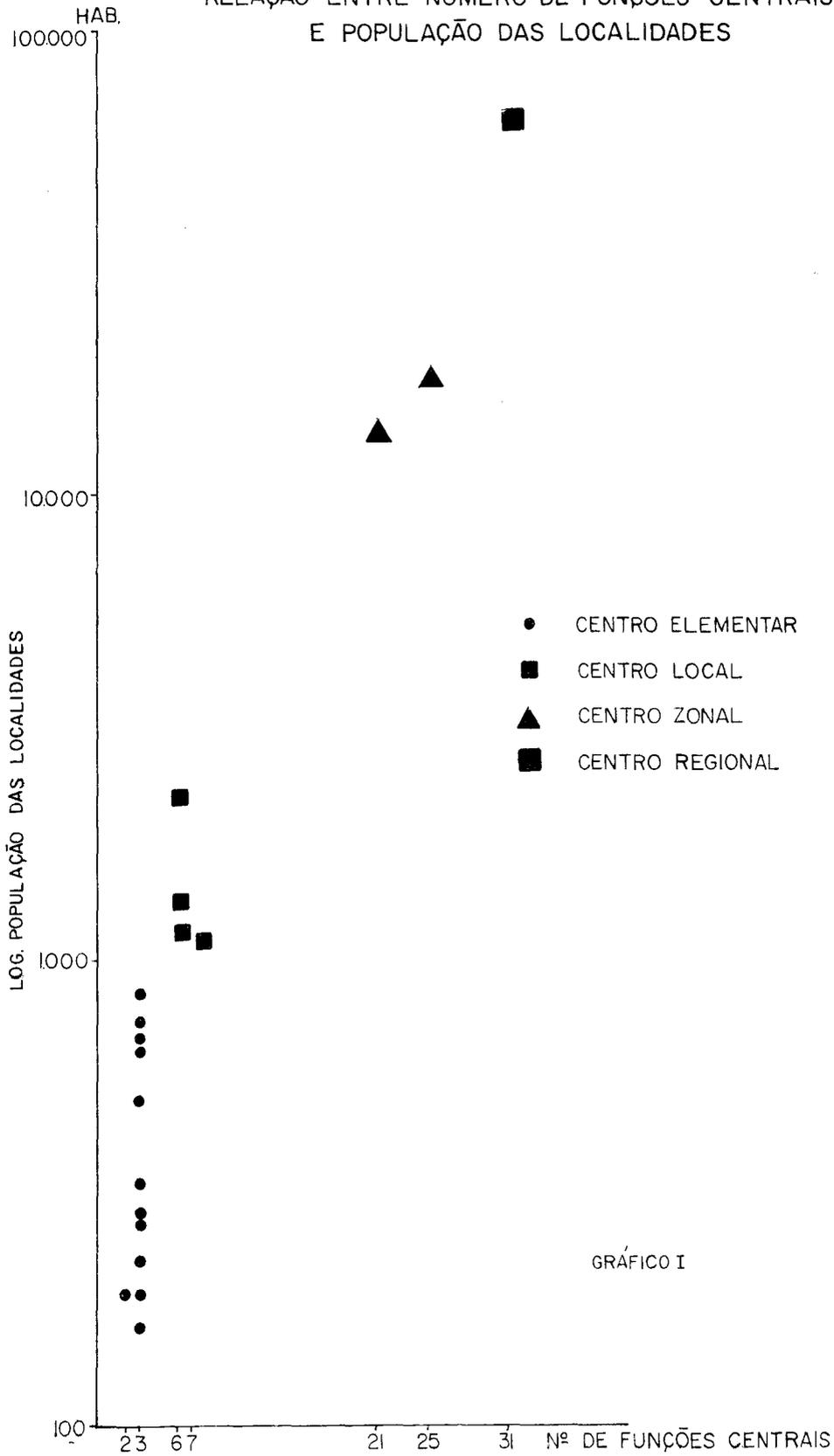
A quarta classe é constituída pelo centro de maior complexidade funcional, possuindo todas as funções das classes inferiores e identificando-se pelas funções: distribuição de material elétrico e de iluminação, material de construção, joalheria, artigos para presente, ensino superior e bancos particulares. Possui 528 estabelecimentos de negócios centrais e sua população é de 64.350 habitantes. Esta localidade foi considerada como o centro regional do sistema.

Identificou-se, assim, uma estrutura de localidades centrais hierarquizada em classes, com grupos de funções igualmente hierarquizadas, em um sistema de 1, 2, 4, 12 centros. Este sistema assemelha-se ao modelo teórico e atende às premissas de complexidade crescente a partir dos centros de mais baixa ordem.

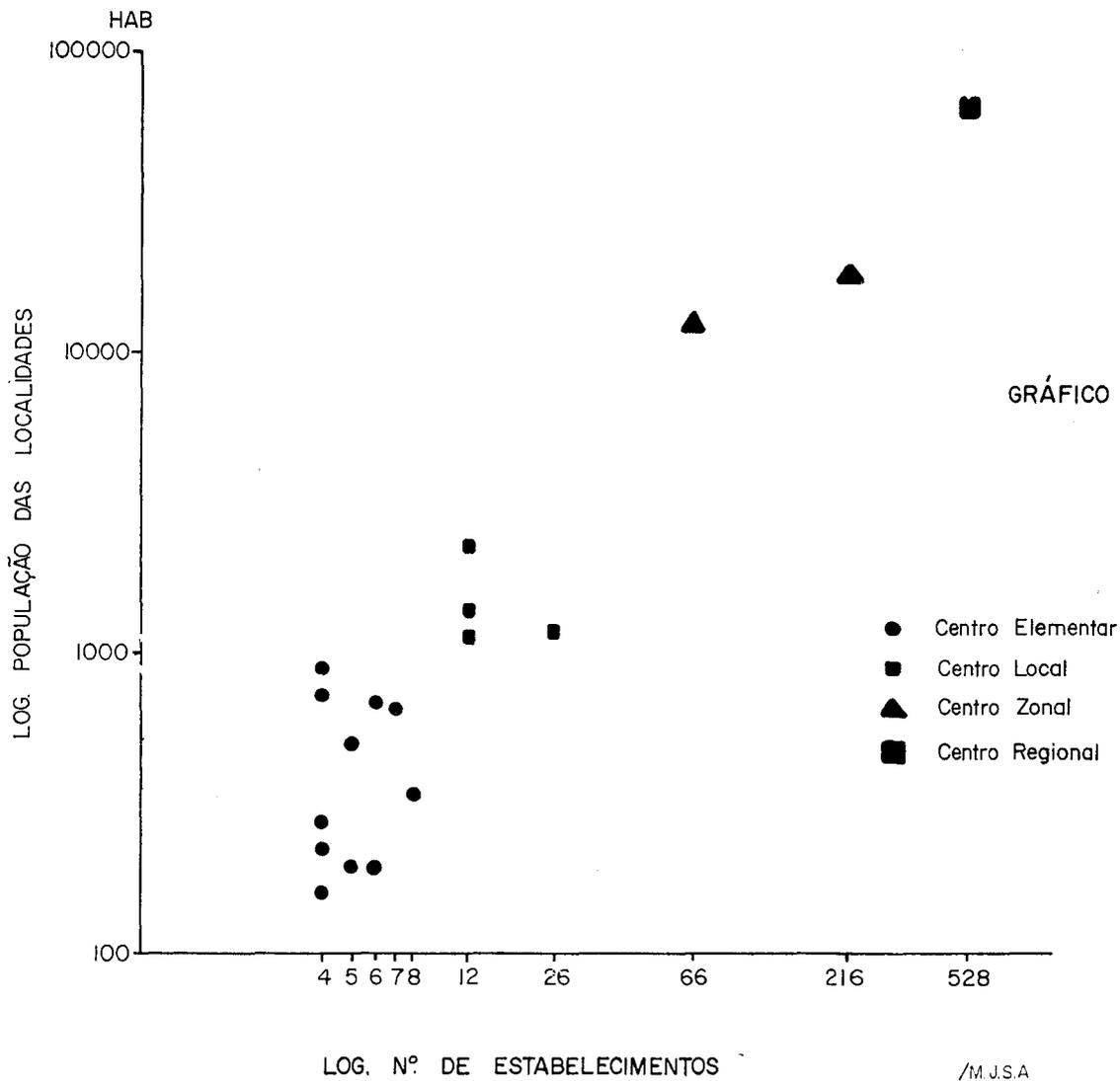
Através da análise dos gráficos, onde foram posicionados os centros relacionados através do número de tipos de funções e de estabelecimentos centrais com a população dos centros, e o número de funções com o número de estabelecimentos centrais, constata-se que há uma relação linear, sobretudo a partir dos centros com mais de 1.000 habitantes, identificados como centros locais, zonais e regional. Alguns desvios foram, entretanto, observados e podem ser explicados pelas peculiaridades da área.

O grupo de localidades identificadas como centros elementares não apresentam, nos gráficos I e III, uma localização que a teoria sugere e uma certa dispersão no gráfico II. Estes centros apresentam número de funções e de estabelecimentos centrais semelhantes e sua população varia em uma distribuição crescente. Assim, as localidades de Príncipe da Beira, Costa Marques e Fortaleza de Abunã não apresentam um número de funções centrais e de estabelecimentos correspondente a sua população. Isto pode ser explicado pela posição destas localidades em áreas de acessibilidade difícil e servindo a área rural de densidade demográfica mais baixa (menos de 0,25 hab/km<sup>2</sup>) do que a da média do

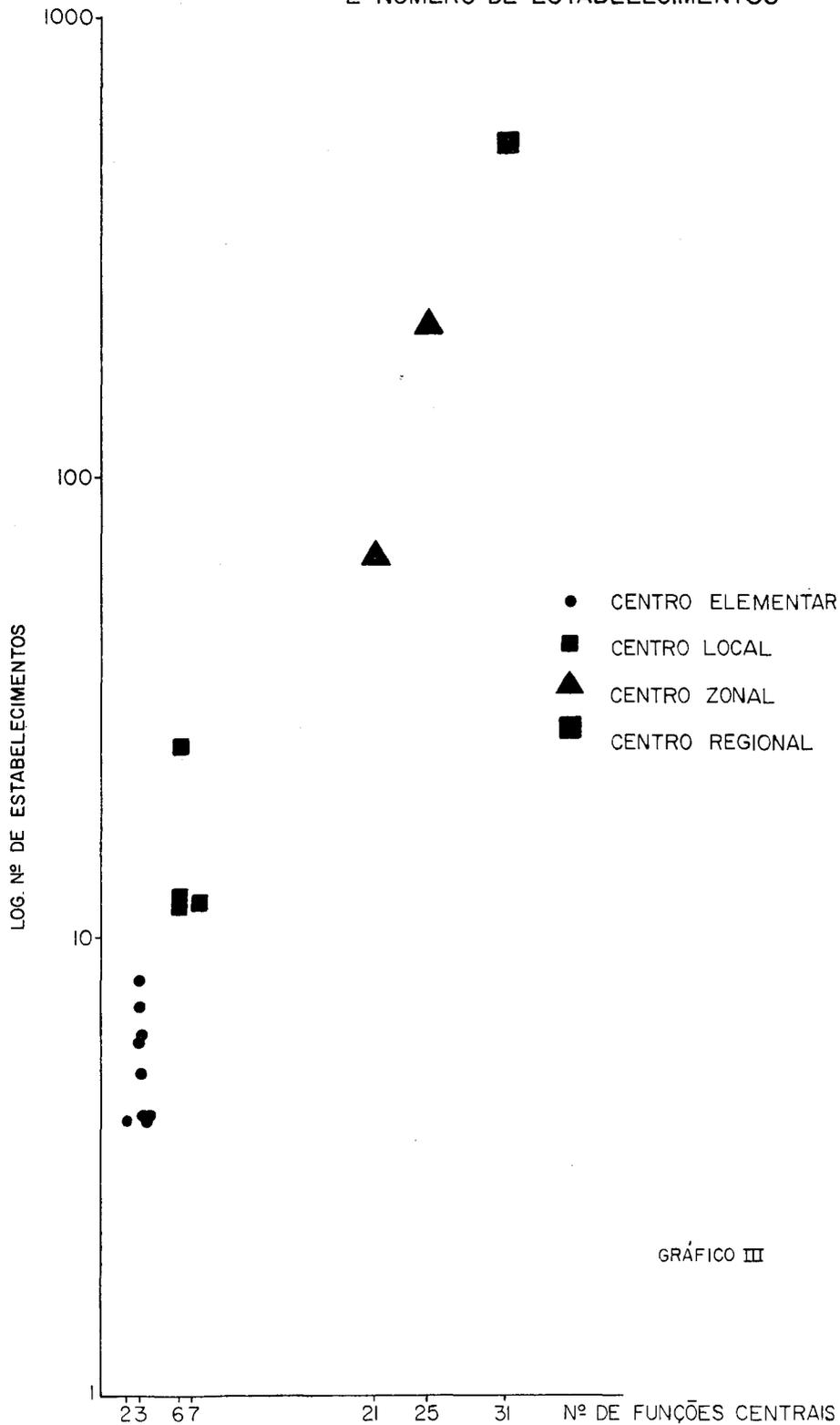
# RELAÇÃO ENTRE NÚMERO DE FUNÇÕES CENTRAIS E POPULAÇÃO DAS LOCALIDADES



RELAÇÃO ENTRE NÚMERO DE ESTABELECIMENTOS  
E POPULAÇÃO DAS LOCALIDADES



RELAÇÃO ENTRE NÚMERO DE FUNÇÕES CENTRAIS  
E NÚMERO DE ESTABELECIMENTOS



Território. A população rural está dispersa ao longo dos rios, penetrados por “regatões” que oferecem mercadorias de porta em porta. A manutenção deste tipo de comércio tradicional, pelo isolamento da população rural e difícil acessibilidade da área, inibe o crescimento do número de funções e de estabelecimentos centrais nas localidades.

No grupo de centros locais, Ariquemes possui maior número de estabelecimentos centrais, como um desvio do padrão característico desta classe. Esta localidade, situada na principal área de mineração de cassiterita, representa o lugar central onde a população mineradora procura os bens que necessita.

O maior número de estabelecimentos centrais encontrados mais em Guajará-Mirim do que em Vila de Rondônia pode ser explicado pela tradição da cidade como principal centro urbano do vale do Guaporé e por sua posição na fronteira com a Bolívia, servindo como centro local para a população boliviana da cidade de Guajamirim, situada na outra margem do rio Mamoré.

As matrizes que definem a área de mercado das três principais localidades centrais e seus relacionamentos indicam forte subordinação de Guajará-Mirim, Vila de Rondônia, Humaitá (no Amazonas), Pimenta Bueno e Cacoal, como as principais localidades que se servem dos estabelecimentos de distribuição de bens localizados em Porto Velho. Das 68 firmas pesquisadas que acusaram vendas para fora da cidade, 36 indicaram vendas para Guajará-Mirim, 29 para Vila de Rondônia, 28 para Humaitá, 15 para Pimenta Bueno e 14 para Cacoal e outras em menor número. Os bens de alcance espacial maior são aqueles só distribuídos por Porto-Velho, como material de construção, material elétrico e de iluminação. A subordinação de Guajará-Mirim e Vila de Rondônia foi também medida através das firmas comerciais nelas existentes e que são filiais de firmas com matriz em Porto Velho. Em Guajará são 3 e em Vila de Rondônia, 8.

A área de mercado dos bens centrais distribuídos por Guajará-Mirim se estende por todo o vale do Guaporé, se bem que as maiores vendas sejam feitas para a cidade boliviana de Guayaramirim. Das 28 firmas pesquisadas, 18 acusaram vendas para esta cidade.

Vila de Rondônia atende majoritariamente a sua própria população e à população rural vizinha, sobretudo a do núcleo colonial de Ouro Preto, representando estas vendas 90% do movimento dos estabelecimentos de distribuição de bens. O restante é vendido para população das localidades de Jarú, Pimenta Bueno e Vilhena que procuram o varejo deste centro de zona.

A subordinação de Porto Velho a centros de nível hierárquico maior e situados fora do sistema em estudo foi analisada através das relações com centros que fornecem equipamento e material de consumo para exercício dos negócios. Das 83 firmas pesquisadas, 23 acusaram São Paulo como o centro onde adquirem máquinas registradoras, barbante e durex, 34 para compra de papel e embalagem. Somente uma firma acusou ter adquirido máquina registradora em Belém. As demais acusaram compras nos centros do centro-sul do País, pulverizando os números, todos abaixo de 4 firmas, que compravam em Brasília, Cuiabá, Campo Grande, Goiânia, etc.

Quanto ao abastecimento dos 83 estabelecimentos de comércio varejista de Porto Velho, em representantes, atacadistas e fontes produtoras, a tabela I indica a subordinação evidente do centro regional à São Paulo.

TABELA I

*Abastecimento do Comércio Varejista de Porto Velho, N.º de Firms abastecidas segundo os centros abastecedores e a fonte*

CENTROS ABASTECE- DORES	FORMA DE ABASTECIMENTO		
	Por representantes	Por atacadistas	Nas fontes produtoras
São Paulo	56	29	36
Rio de Janeiro	35	12	24
Belém	13	5	11
Manaus	11	4	5
Recife	8	2	5
Cuiabá	6	—	4

Na distribuição de serviços de educação, médico-hospitalares e financeiros a área de influência de Porto Velho não é tão ampla, pois os centros de zona têm equipamento suficiente para atender a sua população.

O atendimento pelos hospitais de clínica geral e maternidade com 23 mil internados em 1973 era majoritariamente (97%) para a própria cidade e para a população rural das vizinhanças. O restante era composto por doentes procedentes de Humaitá, Lábrea e mesmo Rio Branco, no Acre. Porto Velho tem em seus consultórios médicos especializados (oftalmologia, otorrino, cardiologia e neurologia) sua maior área de influência. Este fato vem comprovar como, mesmo em áreas subpovoadas, os mecanismos de mercado mínimo e alcance espacial funcionam. O aparecimento destes serviços só ocorre no centro de nível hierárquico mais alto, aquele que tem ampla área de mercado.

Os demais centros só dispõem de hospitais de clínica geral, atendendo as suas áreas de mercado como centros de zona. Guajará-Mirim recebe doentes (27% das 8.000 internações em 1973) do vale do Guaporé, da Bolívia e mesmo de Rio Branco. O restante são moradores da própria cidade e do núcleo colonial, distante 20 km.

Vila de Rondônia tem ampla área de mercado para seu hospital de clínica geral. Das 2.000 internações ocorridas em 1973, 33% são de doentes procedentes de Vilhena, Pimenta Bueno, Jaru e do núcleo colonial de Ouro Preto.

A área de mercado das funções bancárias corresponde, em linhas gerais, à mesma área de atuação dos estabelecimentos hospitalares. A função bancos particulares só é encontrada em Porto Velho, constituindo uma função de mercado mínimo elevado e de grande alcance espacial, sendo uma função mais rara do que a do Banco do Brasil ou de bancos oficiais. Este fato é uma característica do sistema estudado, pois há evidências empíricas que bancos particulares ocorrem com maior frequência do que a de bancos oficiais. É necessário lembrar que em áreas subpovoadas e de economia pouco desenvolvida o governo procura se antecipar à iniciativa privada, instalando serviços necessários à população.

Com essas análises pode-se definir áreas de mercados das diferentes localidades centrais, encaixadas e hierarquizadas segundo os pressupostos teóricos aplicados. Porto Velho, como centro regional, apresenta uma vasta área de mercado com 277.475 km<sup>2</sup>, de baixa densidade demográfica, subordinando 2 centros de zona: Guajará-Mirim e Vila de Rondônia; 4 centros locais: Ariquemes, Abunã, Vilhena e Pimenta Bue-

no (Calama e Humaitá são centros locais, porém não foram aqui considerados por não terem sido suas funções analisadas na matriz de equipamento funcional, aparecendo, entretanto, nas matrizes de relacionamentos) e 12 centros elementares.

### Conclusões

A análise dos resultados obtidos através da metodologia aplicada permite estabelecer algumas conclusões a respeito do sistema de localidades centrais estudado. Ficou evidente a primazia exercida por Porto Velho tanto em equipamento funcional como pela concentração de população na região, fazendo com que nele o consumo de bens centrais seja maior do que no restante do sistema.

Apesar da baixa densidade demográfica da região comandada por Porto Velho, existe uma hierarquia de localidades em classes, com funções centrais igualmente hierarquizadas, de acordo com os pressupostos teóricos.

O consumo de bens é maior em Porto Velho e nos centros de zona, que são as localidades de maior contingente demográfico, diminuindo à medida que se afasta destes centros, e isto é uma consequência não só da distância mas sobretudo da dispersão da população e do isolamento em que vive esta população, cuja acessibilidade é feita apenas pelos transportes fluviais, sobretudo na parte referente ao vale do Guaporé e em grande parte da bacia do Madeira. Nestas áreas ocorre maior número de pequenas localidades e que pouco se desenvolveram. Já ao longo do eixo rodoviário, de implantação recente, o dinamismo demográfico e econômico é maior, permitindo o desenvolvimento de localidades centrais há pouco tempo inexistentes.

Houve transformações nos relacionamentos mantidos por Porto Velho com centros de hierarquia mais elevada. Pela pesquisa ficou evidenciado que, atualmente, aquela cidade mantém relacionamentos maiores com São Paulo do que com Manaus e Belém. Com estas duas cidades existem ainda relações quanto aos serviços, por força da tradição. Entretanto, com a recente pavimentação da Rodovia Manaus-Porto Velho e o estabelecimento de linhas de ônibus entre estas duas cidades, as interações entre elas podem se acentuar não só no setor serviços mas também para procura de bens, em Manaus, no comércio da Zona Franca.

É costume afirmar-se que na Amazônia não existe rede urbana organizada. O que se pretende dizer com o termo organizada? Se for referente à hierarquia em classes poder-se-ia dizer que os resultados talvez não tenham definido uma estrutura hierarquizada porque as unidades analisadas tenham sido apenas as cidades, administrativamente falando. Em áreas subpovoadas como a Amazônia e de grande extensão territorial, com população dispersa e rarefeita, as unidades de pesquisa devem chegar a povoados e vilas, para a compreensão de todos os relacionamentos existentes no sistema.

# Aplicação do sistema de classificação climática de C. W. Thornthwaite a partir de estações selecionadas dos Estados da Paraíba e Pernambuco.

---

ANA MARIA DE PAIVA M. BRANDÃO  
Geógrafa do IBGE

## INTRODUÇÃO

**T**hornthwaite idealizou dois sistemas de classificação climática (1931 e 1948). O primeiro sistema seguiu os mesmos objetivos de Köppen, ou seja, determinar os limites climáticos empiricamente a partir de estudos de vegetação, embora considerando também algumas características dos solos e fatores de drenagem de água nos mesmos. Neste sistema Thornthwaite idealizou o mais sofisticado método de determinar a "efetividade da precipitação" e a "eficiência térmica", bem como suas variações sazonais. Uma vez que o sistema requeria dados de evapotranspiração que eram, como ainda o são, pouco disponíveis, a relação entre a evapotranspiração e a temperatura foi desenvolvida a partir de dados do sudeste dos Estados Unidos e, subsequentemente, aplicada ao resto do mundo.

Em 1948 Thornthwaite propôs um novo sistema no qual utilizou essencialmente os mesmos índices, porém abandonou o conceito de subdivisões climáticas sobre as bases de regiões de vegetação. No novo sistema a vegetação foi considerada como "um mecanismo físico por meio do qual a água é transportada do solo para a atmosfera". Embora hoje existam vários métodos de calcular a evapotranspiração, Thornthwaite foi o pioneiro do seu estudo (talvez sua maior contribuição). Porém a carência de dados sobre este mecanismo e de adequado meio de obtê-los, forçou-lhe a computar a evapotranspiração como uma função da temperatura e do tempo de radiação solar (*sunshine*). Comparando a precipitação com a evapotranspiração potencial em bases mensais para certo número de estações, Thornthwaite encontrou distintos

limites nas séries climáticas, as quais ele denominou, providencialmente, de “*an approach toward a rational classification of climate*”: Uma vez que esta classificação fora desenvolvida independentemente da vegetação, dos solos e do uso da terra, Thornthwaite pensou fornecer com ela a “chave para a sua distribuição geográfica”. Embora a complexidade do sistema e a carência de dados necessários para a maior parte das áreas do mundo, o esforço de Thornthwaite não foi frustrante, pois, passado pouco mais de 20 anos de sua aplicação, seu sistema tem demonstrado ser de grande utilidade em fornecer uma chave da distribuição geográfica dos ambientes naturais, sobretudo no que se refere ao método de calcular o balanço hídrico. Uma das mais recentes contribuições do sistema de Thornthwaite pode ser exemplificada pelo modelo espacial de classificação ecológica de Holdridge (*The Life Zone System*), cujo fundamento de classificação de meio-ambiente reside na relação entre a precipitação e a evapotranspiração potencial que, embora efetuada por método um pouco diferente, ela resulta de idéias e conceitos similares.

Neste trabalho, realizado sob a orientação do professor Edmon Nimer, objetivou-se verificar não apenas o grau de relação entre o modelo de Thornthwaite e a realidade geográfica dos ambientes ecológicos do Brasil Tropical mas também exercitar na prática a aplicação de tão complexo sistema. Naturalmente que pelo reduzido espaço geográfico (Paraíba e Pernambuco), em relação ao vasto território brasileiro, esse trabalho não é suficiente para se obter conclusões definitivas. Além disso, a carência de dados sobre as condições de temperatura não estimula a traçar os limites climáticos do espaço geográfico da Paraíba e Pernambuco, baseado no método tradicional e eficaz representado pela extrapolação e interpolação. Limitamo-nos, por isto, a descrever os resultados da aplicação do sistema de Thornthwaite, circunscrito aos locais cujas estações climatológicas, além de disporem de dados completos de um prazo de tempo suficientemente longo, refere-se à série de 1931-1960 prefixada pela Organização Meteorológica Mundial. Assim procedendo, acreditamos evitar generalizações inadequadas que pudessem prejudicar a experiência proposta.

A escolha dos Estados da Paraíba e Pernambuco reside em dois motivos principais: a) tratando-se de uma área que por possuir os mais diversos ambientes — desde os de florestas úmidas (como a área de Barreiros, no litoral de Pernambuco) até os mais áridos do Brasil (tais como a área de Soledade, na depressão de Cabaceiras na Paraíba e a área de Cabrobó no sertão do rio São Francisco em Pernambuco) — a aplicação do sistema de Thornthwaite seria melhor testada; b) e ao mesmo tempo seus resultados forneceriam subsídios a um projeto do Departamento de Estudos do Meio Físico (Recursos Naturais e Meio-Ambiente nos Estados da Paraíba e Pernambuco).

## DESENVOLVIMENTO

### 1 — Balanço Hídrico Anual

#### Paraíba:

*Areia* (Tabela e Fig. 1A) — O total anual de precipitação (137,9 cm) é superior às suas necessidades anuais de água (evapotranspiração potencial de 101,0 cm). A estação climaticamente úmida (meses

em que o total de precipitação é superior às necessidades de água) é de fevereiro a agosto, e a estação climaticamente seca (meses em que a precipitação é inferior às necessidades de água) é de setembro a janeiro. Porém a estação biologicamente úmida (meses que apresentam excesso de água no solo) é de abril a agosto, com um excesso de 51,6 cm, e a estação biologicamente seca (meses que apresentam déficit de água no solo) é de novembro a janeiro, com um déficit de 14,8 cm. Embora nos meses de fevereiro e março a precipitação seja superior às necessidades de água, tais meses não são nem úmidos nem secos, porque, tratando-se de início da estação climaticamente úmida, tal excesso de precipitação é absorvido totalmente pelo solo antes que as plantas possam dele fazer uso. Da mesma forma, os meses de setembro e outubro não são biologicamente nem úmidos nem secos, pois, ao iniciar-se a estação climaticamente seca, há uma certa quantidade de água retida no solo que é utilizada pelas plantas.

*João Pessoa* (Tabela e Fig. 1B) — total anual de precipitação (116,8) é também superior ao da evapotranspiração potencial, isto é, às necessidades de água. Climaticamente a estação úmida é de março a agosto e a estação seca é de setembro a fevereiro. A estação biologicamente úmida, embora tenha a mesma duração que em Areia (abril a agosto), seu excesso de água é maior (59,2 cm). Em contrapartida a estação seca, além de ser bem mais prolongada que em Areia (outubro a fevereiro), seu *deficit* de água é bem maior (39,1 cm). Os meses de março e setembro não são úmidos nem secos. Embora o total anual de precipitação seja bem superior ao de Areia, esta localidade é menos úmida, pois a evapotranspiração potencial anual (146,7 cm) torna, para esta localidade, maior a necessidade de água.

*Bananeiras* (Tabela e Fig. 1C) — O total de precipitação (118,6 cm) é pouco superior à necessidade de água (108,1 cm). Tanto o índice de água precipitada quanto o de evapotranspirada são muito inferiores aos de João Pessoa. De março a agosto a precipitação é maior que a evapotranspiração potencial. As estações úmida e seca (climática e biológica) incidem no mesmo período e possuem a mesma duração de João Pessoa, porém tanto a estação úmida quanto a estação seca em Bananeiras são menos pronunciadas. Nesta localidade as estações úmida e seca, embora tenham a mesma duração (5 meses), a estação úmida, com um excesso de 32,9 cm e a estação seca, com um *deficit* de 20,4 cm, fazem com que esta localidade seja classificada dentro do grupo dos climas úmidos.

*Umbuzeiro* (Tabela e Fig. 1D) — Somente de abril a agosto a curva de precipitação passa acima da curva de evapotranspiração potencial. O total anual de precipitação é inferior à necessidade de água, e a estação biologicamente úmida se restringe aos meses de inverno (junto a agosto), com um excesso de apenas 10,7 cm. Por isto, a estação biologicamente seca é bem mais prolongada (outubro a março) e intensa, com um *deficit* de 36,3 cm. Embora a necessidade de água seja praticamente igual à de Bananeiras (108,5) seu índice pluviométrico (83,0 cm) é bem inferior, o que torna esta localidade com um índice de umidade efetiva bem inferior e sua classificação geral dentro do grupo de climas secos.

*Guarabira* (Tabela e Fig. 1E) — Somente os meses de maio e junho possuem precipitação superior à evapotranspiração potencial, por isto a precipitação anual (92,3 cm) está bem aquém da necessidade anual de água (143,6 cm). Conseqüentemente, apenas o mês

de junho é úmido, com um pequeno excesso de 3,8 cm, e a estação seca se estende de setembro a abril com um elevado *deficit* de água de 45,4 cm. Os meses de maio, julho e agosto não são úmidos nem secos.

*Campina Grande* (Tabela e Fig. 1F) — Maio, junho e julho são os únicos meses em que a precipitação é superior à evapotranspiração potencial, daí o total anual de precipitação (68,8 cm) ser bem inferior à necessidade de água (112,6 cm). Embora os meses de maio, junho e julho possuam precipitação superior à necessidade de água, biologicamente não existe nenhum mês úmido. De maio a setembro não há nem excesso nem *deficit* de água e estes meses não são úmidos nem secos. Os meses restantes (outubro a abril) são secos e apresentam uma deficiência de água de 43,9 cm.

*Soledade* (Tabela e Fig. 1G) — A evapotranspiração potencial é superior à precipitação em qualquer mês do ano. A precipitação anual (31,8 cm) é muito inferior à necessidade anual de água (97,9). Conseqüentemente, em nenhum mês há excesso de água e todos os meses são biologicamente secos.

### **Pernambuco:**

*Barreiras* (Tabela e Fig. 1H) — O total anual de precipitação (231,6 cm) é muito superior à necessidade de água (122,3 cm), chegando mesmo a ser quase o dobro. Embora a curva mensal de precipitação passe acima da curva de evapotranspiração potencial de fevereiro a setembro, o recarregamento de água no solo durante fevereiro e março transfere o início da estação biologicamente úmida para o mês de abril. Deste mês até setembro o excesso de água atinge o total de 113,9 cm. De outubro a janeiro as precipitações mensais são inferiores à evapotranspiração potencial, porém ao iniciar-se a estação de deficiência de precipitação e a existência de 10,0 cm de água acumulada no final da estação úmida, tornam os meses de outubro e novembro nem úmidos nem secos. Assim, apenas os meses de dezembro e janeiro são biologicamente secos, somando um *deficit* de apenas 4,5 cm.

*Goiana* (Tabela e Fig. 1I) — O total anual de precipitação (225,1 cm) é bem superior à necessidade de água (138,0 cm). De fevereiro a agosto as precipitações mensais são superiores à evapotranspiração potencial, porém o mês de fevereiro não é úmido nem seco e a estação biologicamente úmida se estende de março a agosto, com um notável excesso de água de 103,8 cm. Nos meses de setembro e outubro a utilização, pelas plantas, de água acumulada no solo, ao iniciar-se a estação climaticamente seca, faz desses dois meses nem úmidos nem secos, e a estação biologicamente seca restringe-se apenas aos meses de novembro, dezembro e janeiro, com *deficit* total de 16,8 cm.

*Jaboatão* (Tabela e Fig. 1J) — O total anual de precipitação (208,6 cm) é um pouco inferior ao de Goiana, porém sendo o índice de evapotranspiração potencial também inferior (126,8 cm), a necessidade de água é, igualmente, um pouco menor. De fevereiro a agosto há excesso de precipitação em relação à evapotranspiração potencial, porém a estação efetivamente úmida somente inicia em março, estendendo-se até agosto, com excesso de água de 93,3 cm. A estação efetivamente seca, como em Goiana, inicia-se em novembro e se estende até janeiro, com um *deficit* muito pequeno de apenas 11,6 cm. Os meses de setembro e outubro, embora com precipitação inferior à necessidade de água, não são secos nem úmidos.

*Escada* (Tabela e Fig. 1K) — O total anual de precipitação (171,0 cm) é ainda bem superior à necessidade de água (11,6 cm). De março a setembro a curva de precipitação passa acima da curva de evapotranspiração potencial. A estação efetivamente úmida possui a mesma duração de Jaboatão e Goiana, porém o excesso de água (65,3 cm) é sensivelmente inferior ao daquelas localidades. Em compensação a estação efetivamente seca (dezembro a fevereiro), embora tenha a mesma duração, seu *deficit* de água é um pouco inferior (9,3 cm). Os meses de março, outubro e novembro não são úmidos nem secos.

*Garanhuns* (Tabela e Fig. 1L) — O total anual de precipitação (133,3 cm) é bem inferior ao das localidades até aqui descritas no Estado de Pernambuco, em compensação, em função de sua altitude elevada (acima de 900 m) e da conseqüente redução de temperatura, o índice de evapotranspiração potencial é menor, resultando daí que sua necessidade de água é também inferior. Pelo mesmo motivo, embora a estação efetivamente úmida seja de apenas 4 meses (maio a agosto) com um excesso de 54,7 cm, a estação biologicamente seca é também curta (novembro a fevereiro) e pouco acentuada, com um *deficit* de 14,9 cm. Os meses de março, abril, setembro e outubro não são úmidos nem secos.

*Recife* (Tabela e Fig. 1M) — O total anual de precipitação (176,3 cm) é bem superior ao de Garanhuns, em compensação a necessidade de água é ainda bem maior (152,5 cm); conseqüentemente, embora a estação biologicamente úmida seja apenas um mês maior que em Garanhuns (abril a agosto), também um mês maior é a estação biologicamente seca (outubro a fevereiro), com *deficit* de água de 42,5 cm).

*Tapacurá* (Tabela e Fig. 1N) — A quantidade de água precipitada (132,8 cm) é um pouco superior à necessidade de água (127,3 cm), por isto o excesso (maio a abril) de 30,3 cm é ligeiramente superior ao *deficit* (novembro a fevereiro).

*Nazaré da Mata* (Tabela e Fig. 10) — A necessidade de água é superior à quantidade de água precipitada, portanto o *deficit* (145,9 cm) é maior que o excesso de água (16,7 cm) e, conseqüentemente, a estação efetivamente seca (outubro a março) é maior que a estação efetivamente úmida (maio a julho). Os meses de abril, agosto e setembro não são úmidos nem secos. Resulta daí que esta localidade se classifica dentro do grupo dos climas secos.

*Correntes* (Tabela e Fig. 1P) — Apesar do débito de precipitação em relação à necessidade de água ser sensivelmente maior, da estação efetivamente úmida ser dois meses menor e da estação efetivamente seca ser três meses maior que em Nazaré da Mata, o excesso e o *deficit* anual são muito semelhantes aos de Nazaré da Mata. Por isto, ambas situam-se no mesmo tipo climático quanto à umidade.

*Pesqueira e Surubim* (Tabelas e Figs. 1Q e R) — Em ambas a necessidade de água é quase o dobro da quantidade de água precipitada anualmente. Somente em 2 meses a precipitação mensal sobrepõe a evapotranspiração potencial (fins de outono e início de inverno). Con-

tudo, nesta época o excesso de precipitação é tão pequeno que pouco contribui para a estocagem de água no solo, não havendo, por isso, nenhum mês efetivamente úmido, enquanto que a estação efetivamente seca é bastante prolongada, com *deficit* superior a 50,0 cm.

*Cabrobó* (Tabela e Fig. 1S) — O total anual muito alto de evapotranspiração potencial (156,0 cm) e o baixíssimo índice de precipitação anual (42,0 cm) tornam esta localidade carente de água durante todo ano. Em qualquer mês a precipitação é inferior à necessidade de água, não havendo, portanto, estação úmida nem biológica nem climática. A estação seca climática e biológica é de 12 meses e o *deficit* é muito elevado (114,0 cm).

## 2 — Umidade Efetiva

De acordo com o balanço hídrico, na Paraíba, as localidades de Areia, João Pessoa e Bananeiras estão enquadradas no grupo de *climas úmidos*, porém em classes diferentes, em função do índice de umidade efetiva: Areia, com 42,3 de *umidade efetiva*, é *segundo úmido* (B<sub>2</sub>), João Pessoa, com 24,3, é *primeiro úmido* (B<sub>1</sub>) e Bananeiras, com 19,1, é *subúmido-úmido* (C<sub>2</sub>). As demais localidades estudadas são classificadas no grupo de *climas secos* e seus índices de umidade efetiva são os seguintes, em ordem crescente de aridez: Umbuzeiro (−10,2) e Guarabira (−16,4) são *subúmido-seco* (C<sub>1</sub>), Campina Grande (−22,6) é *semi-árido* (D) e finalmente Soledade (−45,7) é *árido* (E).

No Estado de Pernambuco, conforme a Tabela 2, as estações selecionadas de *H* a *N* são classificadas no grupo de *climas úmidos* e seus índices de *umidade efetiva* variam em ordem decrescente de umidade, da seguinte maneira: Barreiras (90,9) é a mais úmida, *quarto úmido*, (B<sub>4</sub>); Goiana (67,9) e Jaboatão (68,1) são *terceiro úmido* (B<sub>3</sub>); Escada (53,1) e Garanhuns (49,0) são *segundo úmido* (B<sub>2</sub>); Recife (26,6) é *primeiro úmido* (B<sub>1</sub>); Tapacurá (12,0) é *subúmido-úmido* (C<sub>2</sub>). As estações de *O* a *S* pertencem ao grupo de *climas secos*, com os seguintes índices de *umidade efetiva* em ordem crescente de aridez: Nazaré da Mata (−7,8) e Correntes (−15,8) são do tipo *subúmido-seco* (C<sub>1</sub>); Pesqueira (−27,5) e Surubim (−29,4) são do tipo *semi-árido* (D) e finalmente Cabrobó (−43,9) é *árido* (E).

Outros índices anuais destas estações selecionadas podem ser consultados na Tabela 2.

## 3 — Utilização de Água do Solo

De acordo com o sistema de Thornthwaite, o índice de necessidade de água para as plantas não é obtido, como na maioria dos sistemas de classificação climática, através da relação entre a temperatura e a precipitação, mas sim da evapotranspiração potencial com a precipitação de cada mês. Entretanto, os excessos ou déficits de água não são determinados unicamente por esta relação, mas somente depois de computada uma certa quantidade de umidade do solo (no máximo 100 mm). De fato, no início da estação climaticamente seca (total de precipitação inferior ao total de evapotranspiração potencial) há uma certa quantidade de água estocada no solo que é utilizada pelas plan-

tas. Ao contrário, no início da estação climaticamente úmida, estando o solo inteiramente esgotado de umidade, este deverá ser recarregado de água para que as plantas comecem a fazer uso dela.

Como se pode observar nas Figs. 1 e Tabela 3 a *utilização e o recarregamento de umidade do solo*, além de provocar um desvio temporal das estações biologicamente secas e úmidas em relação às estações climaticamente secas e úmidas, torna-as também mais curtas. Por exemplo: *Areia* possui climaticamente uma estação úmida de 7 meses e uma estação seca de 5 meses. Entretanto, considerando o recarregamento e a utilização de água do solo, as estações biologicamente úmidas e secas são encurtadas para 5 e 3 meses, respectivamente. Pode até mesmo ocorrer o desaparecimento da estação efetivamente úmida, como é o caso de *Campina Grande e Pesqueira*, que não possuem nenhum mês efetivamente úmido, embora climaticamente ambas possuam 3 meses úmidos, isto é, com precipitação superior à evapotranspiração potencial. O desaparecimento da estação biologicamente seca pode, teoricamente, ocorrer com a mesma frequência, porém este caso não se observa dentre as estações selecionadas.

Quase sempre o encurtamento da estação úmida ou seca se verifica no início das mesmas, permanecendo o final a incidir nos mesmos meses. Por exemplo: em *Areia* a estação climaticamente úmida começa em fevereiro e termina em agosto, porém, considerando a necessidade de recarregar o solo com 100 mm de água, os meses de fevereiro e março tornam-se nem úmidos nem secos, e a estação biologicamente úmida inicia-se somente em abril para terminar em agosto. O mesmo fenômeno é observado se for comparada a estação climaticamente seca com a biologicamente seca. Para citar a mesma localidade, *Areia*, observa-se que a estação climaticamente seca inicia-se em setembro e termina em janeiro, porém, considerando a utilização da umidade estocada no solo (100 mm), a estação efetivamente seca começa em novembro e termina em janeiro.

#### 4 — Variação Sazonal da Umidade

De acordo com o sistema de Thornthwaite, os *Índices de umidade (Ih)* e de *aridez (Ia)* podem ser classificados em *pequenos, moderados e grandes* \*. Os valores quantitativos destas expressões são mostrados na Fig. 2. De acordo com esse critério, as estações de *Areia*, *João Pessoa* e *Bananeiras (Paraíba)*, *Barreiras*, *Goiana*, *Jaboatão*, *Escada*, *Garanhuns*, *Recife* e *Tapacurá (Pernambuco)* possuem índices anuais de umidade efetiva que as colocam no grupo de *climas úmidos*. Todas possuem *Ih grande*, porém com *Ia* variando de *pequeno a moderado*. Por outro lado, as estações de *Umbuzeiro*, *Guarabira*, *Campina Grande* e *Soledade (Paraíba)* e *Nazaré da Mata*, *Correntes*, *Pesqueira*, *Surubim* e *Cabrobó (Pernambuco)* estão classificadas quanto ao *índice de umidade efetiva* como *climas secos*. Enquanto o *Ih* varia de *pequeno a moderado*, o *Ia* é *grande* em todas elas.

\* *Ih* — Índice de Umidade Anual (percentagem do excesso de água em relação à necessidade). *Ia* — Índice de Aridez Anual (percentagem da deficiência da água em relação à necessidade). O *Ih* é *pequeno, moderado* ou *grande* quando seus valores variam, respectivamente, entre: 0 a 10; e 20, superiores a 20. O *Ia* é *pequeno, moderado* ou *grande*, quando seus valores variam, respectivamente, entre: 0 e 16; 16 e 32; superior a 32.

TABELA 1

*Balanço Hídrico (em cm)*

## PARAÍBA

A — Areia — Latitude 06°58' — Longitude 35°41' — Altitude 624 m

ITENS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
Evap. Potencial	10,0	9,1	9,8	8,9	8,3	6,9	6,6	6,7	7,3	8,6	9,1	9,7	101,0
Precipitação	5,5	9,4	15,9	15,7	20,5	23,7	18,5	14,2	5,4	2,5	2,8	3,7	137,9
Estoc. Usada	0	0,3	6,1	3,6	0	0	0	0	-1,9	-6,1	-2,0	0	—
Estocagem	0	0,3	6,4	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	8,1	2,0	0	0	—
Excesso	0	0	0	3,2	12,2	16,8	11,9	7,5	0	0	0	0	51,6
Deficit	4,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,3	6,0	14,8

B — João Pessoa — Latitude 07°06' — Longitude 34°52' — Altitude 28 m

ITENS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
Evap. Potencial	14,5	13,4	14,6	13,1	11,7	9,8	9,3	9,4	10,6	12,6	12,6	14,4	146,7
Precipitação	6,2	7,9	17,3	22,7	30,1	34,8	19,0	13,2	6,1	2,3	3,1	4,1	166,8
Estoc. Usada	0	0	2,7	7,3	0	0	0	0	-4,5	-5,5	0	0	—
Estocagem	0	0	2,7	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	5,5	0	0	0	—
Excesso	0	0	0	2,3	18,4	25,0	9,7	3,8	0	0	0	0	59,2
Deficit	8,3	5,5	0	0	0	0	0	0	0	4,8	10,2	10,3	39,1

**C — Bananeiras — Latitude 06°39' — Longitude 35°42' — Altitude 522 m**

ITENS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
Evap. Potencial	10,6	9,4	10,2	9,4	8,9	7,6	7,0	7,4	8,4	8,9	9,8	10,5	108,1
Precipitação	5,2	7,4	15,0	16,4	18,9	19,0	13,8	10,3	4,6	2,2	2,3	5,5	118,6
Estoc. Usada	0	0	4,8	5,2	0	0	0	0	-3,8	-6,2	0	0	---
Estocagem	0	0	4,8	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	6,2	0	0	0	---
Excesso	0	0	0	1,8	10,0	11,4	6,8	2,9	0	0	0	0	32,9
Deficit	5,4	2,0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	7,5	5,0	20,4

**D — Umbuzeiro — Latitude 07°42' — Longitude 35°42' — Altitude 497 m**

ITENS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
Evap. Potencial	11,1	10,1	10,9	9,5	8,6	7,1	6,8	6,8	7,6	9,3	10,0	10,7	108,5
Precipitação	2,5	4,3	7,7	10,6	13,7	15,1	11,9	8,2	3,2	1,9	1,7	2,1	83,0
Estoc. Usada	0	0	0	1,1	5,1	3,8	0	0	-4,4	-5,6	0	0	---
Estocagem	0	0	0	1,1	6,2	10,0	10,0	10,0	5,6	0	0	0	---
Excesso	0	0	0	0	0	4,2	5,1	1,4	0	0	0	0	10,7
Deficit	8,6	5,8	3,2	0	0	0	0	0	0	1,8	8,3	8,6	36,3

**E — Guarabira — Latitude 06°51' — Longitude 35°29' — Altitude 101 m**

ITENS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
Evap. Potencial	13,8	12,7	13,7	12,9	12,2	9,4	9,4	9,5	10,2	12,6	13,3	13,9	143,6
Precipitação	4,2	6,3	9,8	12,3	15,1	20,3	8,8	5,6	2,2	1,2	2,0	4,6	92,3
Estoc. Usada	0	0	0	0	2,9	7,1	-0,6	-3,9	-5,5	0	0	0	---
Estocagem	0	0	0	0	2,9	10,0	9,4	5,5	0	0	0	0	---
Excesso	0	0	0	0	0	3,8	0	0	0	0	0	0	3,8
Deficit	9,6	6,4	3,9	0,6	0	0	0	0	2,5	11,4	11,3	9,3	45,4

## F — Campina Grande — Latitude 07°13' — Longitude 35°53' — Altitude 527 m

ITENS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
Evap. Potencial	11,4	10,4	11,2	10,1	9,0	7,4	7,0	7,0	8,1	9,5	10,4	11,1	112,6
Precipitação	2,7	4,3	7,4	9,4	11,7	11,8	8,4	5,8	2,4	1,3	1,6	1,9	68,8
Estoc. Usada	0	0	0	0	2,7	4,4	1,4	-1,2	-5,7	-1,6	0	0	—
Estocagem	0	0	0	0	2,7	7,1	8,5	7,3	1,6	0	0	0	—
Excesso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deficit	8,7	6,1	3,8	0,7	0	0	0	0	0	6,6	8,8	9,2	43,9

## G — Soledade — Latitude 07°03' — Longitude 36°23' — Altitude 517 m

ITENS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
Evap. Potencial	12,4	11,0	12,0	10,9	10,5	9,1	8,3	8,9	9,8	11,3	11,6	12,7	128,5
Precipitação	1,8	4,1	7,0	6,0	4,0	3,5	1,8	0,7	0,2	0,7	0,2	0,6	31,8
Estoc. Usada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
Estocagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
Excesso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deficit	10,6	6,9	5,0	4,9	6,5	5,6	6,5	8,2	9,6	10,6	11,4	12,1	97,9

## Estado de Pernambuco

## H — Barreiros — Latitude 08°49' — Longitude 35°15' — Altitude 18 m

ITENS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
Evap. Potencial	12,2	11,0	11,5	10,6	9,9	8,8	8,5	8,3	8,6	10,2	10,8	11,9	122,3
Precipitação	10,5	13,5	18,5	25,1	38,5	38,0	30,9	23,3	13,3	6,3	5,5	8,3	231,6
Estoc. Usada	0	2,5	7,0	0,5	0	0	0	0	0	-3,9	-6,1	0	—
Estocagem	0	2,5	9,5	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	6,1	0,8	0	—
Excesso	0	0	0	14,0	28,6	29,2	22,4	15,0	4,7	0	0	0	113,9
Deficit	1,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,8	4,5

## I — Goiana — Latitude 07°33' — Longitude 34°59' — Altitude 11 m

ITENS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
Evap. Potencial	13,6	12,2	13,2	11,7	11,0	9,2	9,0	9,1	10,5	12,2	12,7	13,6	138,0
Precipitação	8,7	15,1	23,2	32,6	36,1	38,8	25,9	17,5	9,2	5,1	5,2	7,6	225,1
Estoc. Usada	0	2,9	7,1	0	0	0	0	0	-1,3	-7,1	-1,6	0	—
Estocagem	0	2,9	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	8,7	1,6	0	0	—
Excesso	0	0	2,9	20,9	25,1	29,6	16,9	8,4	0	0	0	0	103,8
Deficit	4,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,9	6,0	16,8

## J — Jaboatão — Latitude 08°08' — Longitude 35°01, — Altitude 50 m

ITENS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
Evap. Potencial	12,2	10,9	12,2	11,1	10,3	9,0	8,6	8,7	9,1	10,6	11,4	12,7	126,8
Precipitação	11,8	17,2	18,6	18,8	33,3	36,4	29,4	20,4	8,7	3,9	3,4	6,6	208,6
Estoc. Usada	0	6,3	3,7	0	0	0	0	0	-0,4	-6,7	-2,9	0	—
Estocagem	0	6,3	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	9,6	2,9	0	0	—
Excesso	0	0	2,7	7,7	23,0	27,4	20,8	11,7	0	0	0	0	93,3
Deficit	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,1	6,1	11,6

## K — Escada — Latitude 08°19' — Longitude 35°11' — Altitude 107 m

ITENS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
Evap. Potencial	11,0	9,9	11,1	9,9	9,2	8,6	7,7	7,5	7,8	9,1	10,0	10,8	112,6
Precipitação	5,8	9,0	15,9	22,3	30,9	26,7	18,4	15,0	7,9	5,1	5,6	6,0	171,0
Estoc. Usada	0	0	4,8	5,2	0	0	0	0	0	-4,0	-4,4	-1,6	—
Estocagem	0	0	4,8	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	6,0	1,6	0	—
Excesso	0	0	0	7,2	21,7	18,1	10,7	7,5	0,1	0	0	0	65,3
Deficit	5,2	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,2	9,3

**L — Garanhuns — Latitude 08°53' — Longitude 36°31' — Altitude 927 m**

ITENS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
Evap. Potencial	9,5	8,5	9,3	8,1	7,2	6,1	5,6	5,8	6,6	8,2	8,8	9,8	93,5
Precipitação	3,9	5,5	11,1	13,4	22,4	23,1	21,3	15,5	6,6	3,0	3,6	3,9	133,3
Estoc. Usada	0	0	1,8	5,3	2,9	0	0	0	0	-5,2	-4,8	0	—
Estocagem	0	0	1,8	7,1	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	4,8	0	0	—
Excesso	0	0	0	0	12,3	17,0	15,7	9,7	0	0	0	0	54,7
Deficit	5,6	3,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	5,9	14,9

**M — Recife (Olinda) — Latitude 08°01' — Longitude 34°51' — Altitude 56 m**

ITENS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
Evap. Potencial	15,3	13,9	15,0	13,5	12,0	10,3	9,9	10,0	10,9	13,1	13,7	14,9	152,5
Precipitação	4,0	8,9	19,7	24,8	33,5	31,8	22,4	14,6	6,2	3,7	2,5	4,0	176,3
Estoc. Usada	0	0	4,7	5,3	0	0	0	0	-4,7	-5,3	0	0	—
Estocagem	0	0	4,7	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	5,3	0	0	0	—
Excesso	0	0	0	6,0	21,5	21,5	12,5	4,6	0	0	0	0	66,1
Deficit	11,3	5,0	0	0	0	0	0	0	0	4,1	11,2	10,9	42,5

## N — Tapacurá — Latitude 08°10' — Longitude 35°11' — Altitude 102 m

ITENS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
Evap. Potencial	12,9	11,6	12,4	11,1	10,5	8,8	8,2	8,3	8,9	10,6	11,4	12,6	127,3
Precipitação	5,7	10,6	12,8	17,5	20,6	21,2	16,9	10,6	5,8	3,7	3,6	3,6	132,8
Estoc. Usada	0	0	0,4	6,4	3,2	0	0	0	-3,1	-6,9	0	0	—
Estocagem	0	0	0,4	6,8	10,0	10,0	10,0	10,0	6,9	0	0	0	—
Excesso	0	0	0	0	6,9	12,4	8,7	2,3	0	0	0	0	30,3
Deficit	7,2	1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,8	9,0	25,0

## O — Nazaré da Mata — Latitude 07°44' — Longitude 35°16' — Altitude 87 m

ITENS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
Evap. Potencial	14,3	13,0	13,5	12,1	11,0	9,0	8,5	8,6	9,4	11,4	12,6	13,9	137,3
Precipitação	3,8	6,4	10,9	15,1	19,7	19,7	12,8	7,7	3,9	2,1	2,7	3,3	108,3
Estoc. Usada	0	0	0	3,0	7,0	0	0	-0,9	-5,5	-3,6	0	0	—
Estocagem	0	0	0	3,0	10,0	10,0	10,0	9,1	3,6	0	0	0	—
Excesso	0	0	0	0	1,7	10,7	4,3	0	0	0	0	0	16,7
Deficit	10,5	6,6	2,6	0	0	0	0	0	0	5,7	9,9	10,6	45,9

P — Correntes — Latitude 09°08' — Longitude 36°22' — Altitude 374 m

ITENS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
Evap. Potencial	12,3	9,5	11,5	9,9	8,9	7,1	6,9	6,8	8,0	9,9	11,1	12,2	114,1
Precipitação	3,2	2,7	7,7	8,5	10,9	13,3	12,2	10,3	4,1	2,8	1,8	1,8	76,8
Estoc. Usada	0	0	0	0	2,0	6,2	1,8	0	-3,9	-6,1	0	0	—
Estocagem	0	0	0	0	2,0	8,2	10,0	10,0	6,1	0	0	0	—
Excesso	0	0	0	0	0	0	3,5	3,5	0	0	0	0	7,0
Deficit	9,1	6,8	3,8	1,4	0	0	0	0	0	1,0	9,3	10,4	41,8

Q — Pesqueira — Latitude 08°24' — Longitude 36°46' — Altitude 657 m

ITENS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
Evap. Potencial	11,8	10,3	10,9	9,3	8,3	6,7	6,2	6,7	8,1	10,2	10,9	11,8	111,2
Precipitação	3,5	5,3	8,4	9,5	8,3	8,1	5,2	3,5	1,9	1,7	2,0	2,8	60,2
Estoc. Usada	0	0	0	0,2	0	1,4	-1,0	-0,6	0	0	0	0	—
Estocagem	0	0	0	0,2	0,2	1,6	0,6	0	0	0	0	0	—
Excesso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deficit	8,3	5,0	2,5	0	0	0	0	2,6	6,2	8,5	8,9	9,0	51,0

## R — Surubim — Latitude 07°49' — Longitude 35°47' — Altitude 380 m

ITENS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
Evap. Potencial	12,4	10,7	11,9	10,6	9,5	7,9	7,6	7,7	9,0	10,7	11,1	12,0	121,1
Precipitação	2,1	3,8	6,6	8,8	10,4	10,0	7,4	4,9	2,2	1,4	2,0	2,1	61,7
Estoc. Usada	0	0	0	0	0,9	2,1	-0,2	-2,8	0	0	0	0	—
Estocagem	0	0	0	0	0,9	3,0	2,8	0	0	0	0	0	—
Excesso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deficit	10,3	6,9	5,3	1,8	0	0	0	0	6,8	9,3	9,1	9,9	59,4

## S — Cabrobó — Latitude 08°31' — Longitude 39°20' — Altitude 335 m

ITENS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
Evap. Potencial	15,5	14,3	14,5	12,9	11,5	9,8	9,2	9,9	11,8	15,2	15,7	15,8	156,0
Precipitação	4,1	6,7	10,3	5,5	2,2	1,1	0,8	0,3	0,6	0,8	5,1	4,6	42,0
Estoc. Usada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
Estocagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
Excesso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deficit	11,4	7,6	4,2	7,4	9,3	8,7	8,4	9,6	11,2	14,4	10,6	11,2	114,0

TABELA 2

## PARAÍBA

## Principais Índices Climáticos

ESTAÇÕES	n	% n VERÃO (ET)	PREC.	s ÁGUA	d ÁGUA	% s/n	% d/n	Im	TIPO CLIMÁTICO
<i>Paraíba</i>									
A — Areia	101,0	28,5	137,9	51,6	14,8	51,1	14,6	42,3	B <sub>2</sub> B' <sub>4</sub> ra'
B — João Pessoa	146,7	28,8	166,8	59,2	39,1	40,3	26,6	24,3	B <sub>1</sub> A'sa'
C — Bananeiras	108,1	28,2	118,6	32,9	20,4	30,4	18,9	19,1	C <sub>2</sub> B' <sub>4</sub> sa'
D — Umbuzeiro	108,5	29,4	83,0	10,7	36,3	9,9	33,5	-10,2	C <sub>1</sub> B <sub>4</sub> da'
E — Guarabira	143,6	28,1	92,3	3,8	45,4	2,6	32,0	-16,4	C <sub>1</sub> A'da'
F — Campina Grande	112,6	29,2	68,8	0	43,9	0	37,7	-22,6	DB' <sub>4</sub> da'
G — Soledade	128,5	28,1	31,8	0	97,9	0	76,2	-45,7	EA'da'
<i>Pernambuco</i>									
H — Barreiros	122,3	28,7	231,6	113,9	4,5	93,1	3,7	90,9	B <sub>4</sub> A'ra'
I — Goiana	138,0	28,5	225,1	103,8	16,8	75,2	12,2	67,9	B <sub>3</sub> A'ra'
J — Jaboatão	126,8	28,2	208,6	93,3	11,6	73,6	9,1	68,1	B <sub>3</sub> A'ra'
K — Escada	112,6	28,1	171,0	65,3	9,3	58,0	8,2	53,1	B <sub>2</sub> B' <sub>4</sub> ra'
L — Garanhuns	93,5	29,7	133,3	54,7	14,9	58,5	15,9	49,0	B <sub>2</sub> B' <sub>3</sub> ra'
M — Recife (Olinda)	152,5	28,9	176,3	66,1	42,5	43,3	27,9	26,6	B <sub>1</sub> A'sa'
N — Tapacurá	127,3	29,1	132,8	30,3	25,0	23,8	19,6	12,0	C <sub>2</sub> A'sa'
O — Nazaré da Mata	137,3	30,0	108,3	16,7	45,9	12,2	33,4	- 7,8	C <sub>2</sub> A'sa'
P — Correntes	114,1	29,7	76,9	7,0	41,6	6,1	36,5	-15,8	C <sub>1</sub> A'da'
Q — Pesqueira	111,2	30,5	60,2	0	51,0	0	45,9	-27,5	DB' <sub>4</sub> da'
R — Surubim	121,2	29,4	61,7	0	59,4	0	59,0	-29,4	DA'da'
S — Cabrobó	156,0	29,2	42,0	0	114,0	0	73,1	-43,9	EA'da'

Em que:

n = Necessidade de água

% n Verão = Concentração da eficiência térmica no verão

s = Excesso

d = Deficit de água

Im = Índice de umidade efetiva

TABELA 3

*Comparação Entre as Estações Úmidas e Secas,  
Climáticas e Biológicas*

ESTAÇÕES	Im	ESTAÇÃO ÚMIDA				ESTAÇÃO SECA			
		Climática		Biológica		Climática		Biológica	
<i>Paraíba</i>									
A — Areia	42,3	7m	FE-AG	5m	AB-AG	5m	SE-JA	3m	N.D.J
B — João Pessoa	24,3	6m	MR-AG	5m	AB-AG	6m	SE-FE	5m	OU-FE
C — Bananeiras	19,1	6m	MR-AG	5m	AB-AG	6m	SE-FE	5m	OU-FE
D — Umbuzeiro	-10,2	5m	AB-AG	3m	J.J.A	7m	SE-MR	6m	OU-MR
E — Guarabira	-16,4	2m	M.J.	1m	J.	10m	J-AB	8m	SE-AB
F — Campina Grande	-22,6	3m	M.J.J.	0	—	9m	AG-AB	7m	OU-AB
G — Soledade	-45,7	0	—	0	—	12m	JA-DE	12m	JA-DE
<i>Pernambuco</i>									
H — Barreiros	90,9	8m	FE-SE	6m	AB-SE	4m	OU-JA	2m	DE-JA
I — Goiana	67,9	7m	FE-AG	6m	MR-AG	5m	SE-JA	3m	N.D.J
J — Jaboatão	68,1	7m	FE-AG	6m	MR-AG	5m	SE-JA	3m	N.D.J
K — Escada	53,1	7m	MR-SE	6m	AB-SE	5m	OU-FE	3m	D.J.F
L — Garanhuns	49,0	6m	MR-AG	4m	MA-AG	6m	SE-FE	4m	NO-FE
M — Recife (Olinda)	26,6	6m	MR-AG	5m	AB-AG	6m	SE-FE	5m	OU-FE
N — Tapacurá	12,0	6m	MR-AG	4m	MA-AG	6m	SE-FE	4m	NO-FE
O — Nazaré da Mata	- 7,8	4m	AB-JL	3m	M.J.J	8m	AG-MR	6m	OU-MR
P — Correntes	-15,8	4m	MA-AG	2m	J.A	8m	SE-AB	7m	OU-AB
Q — Pesqueira	-27,5	3m	A.M.J	0	—	9m	JL-MR	8m	AG-MR
R — Surubim	-29,4	2m	M.J	0	—	10m	JL-AB	8m	SE-AB
S — Cabrobó	-43,9	0	—	0	—	12m	JA-DE	12m	JA-DE

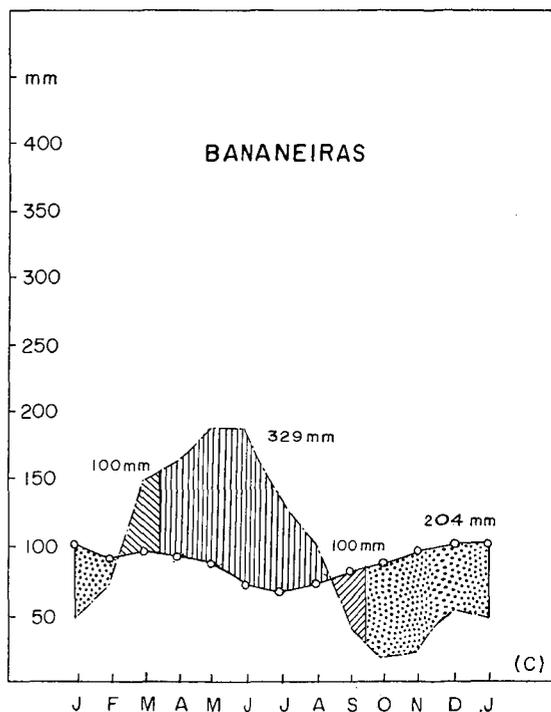
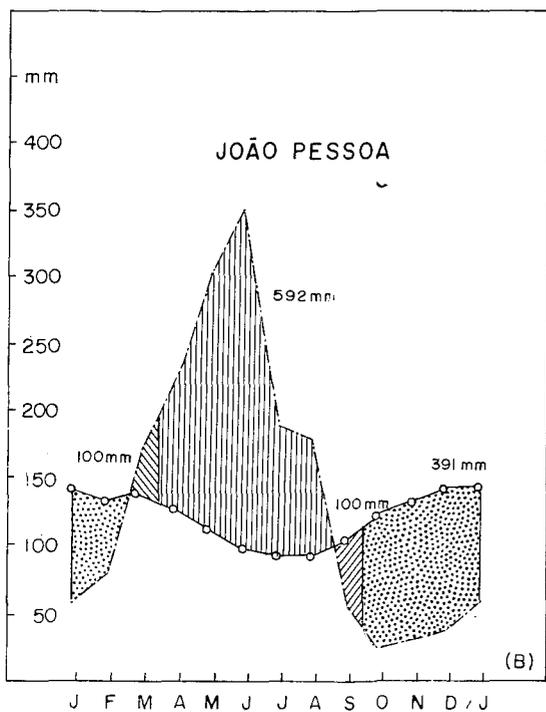
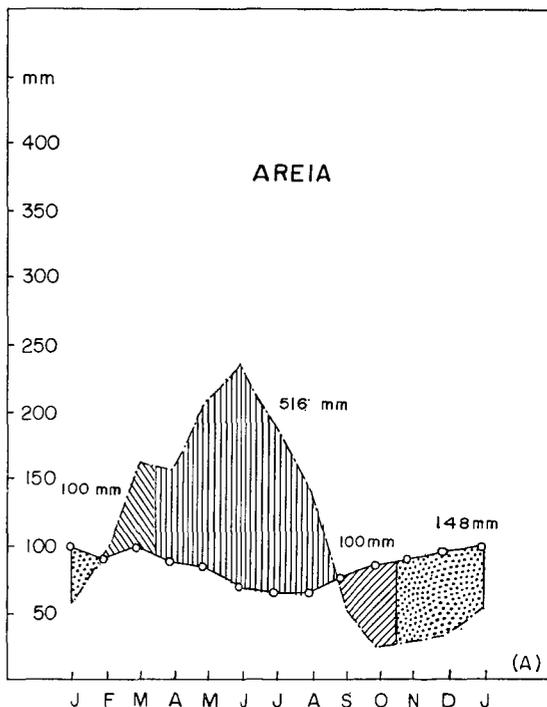
# ESTADO DA PARAIBA - FIG 1-A

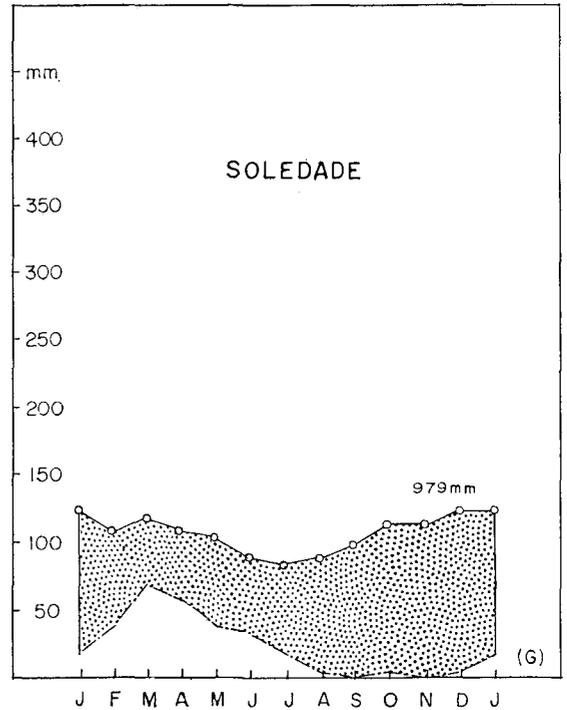
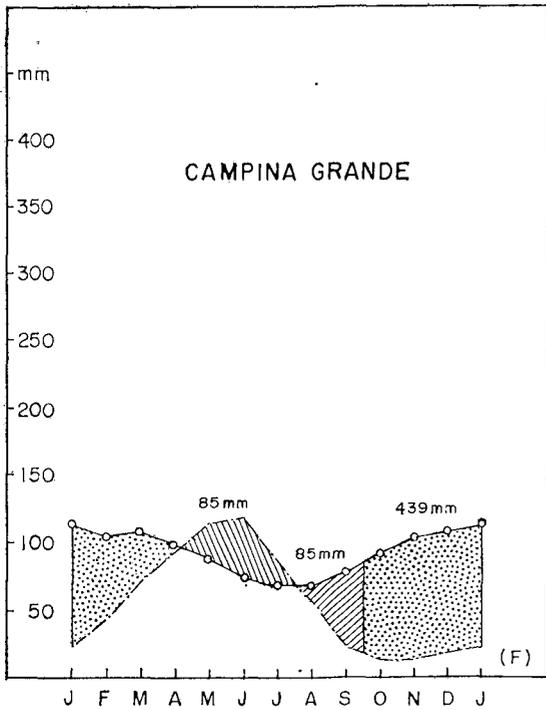
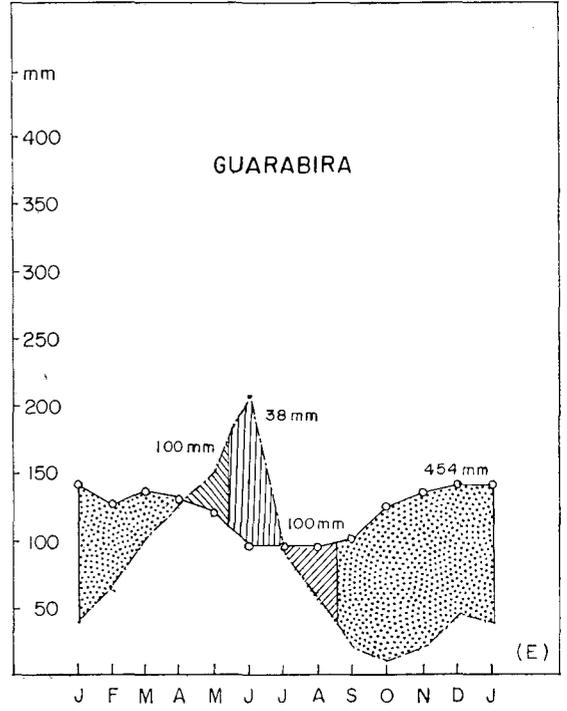
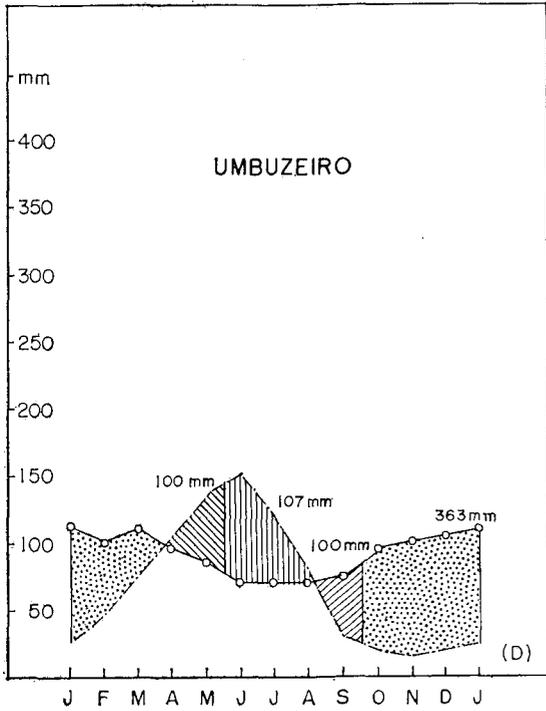
## DIAGRAMAS DO BALANÇO HÍDRICO

### CONVENÇÕES

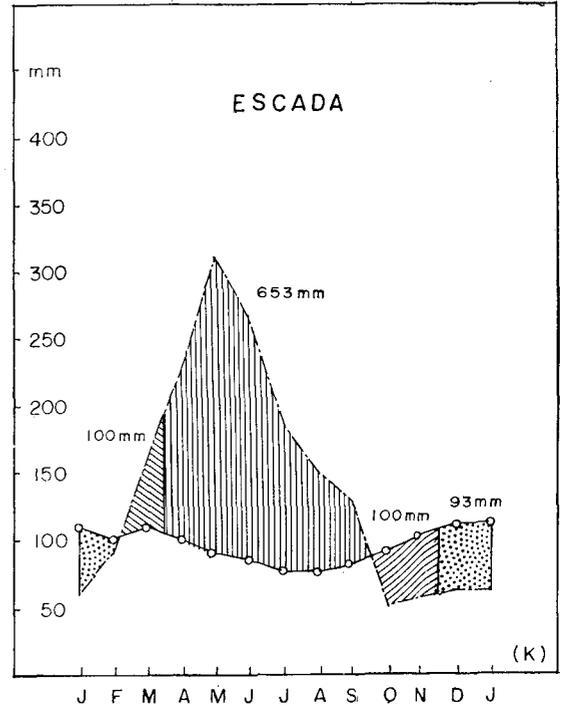
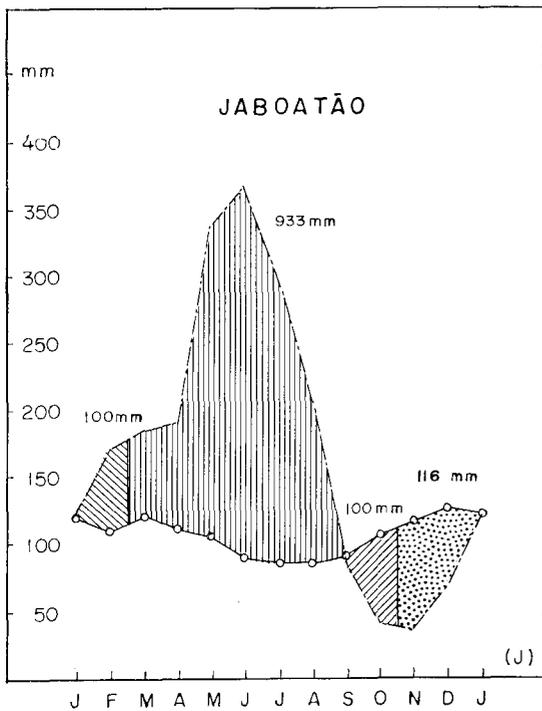
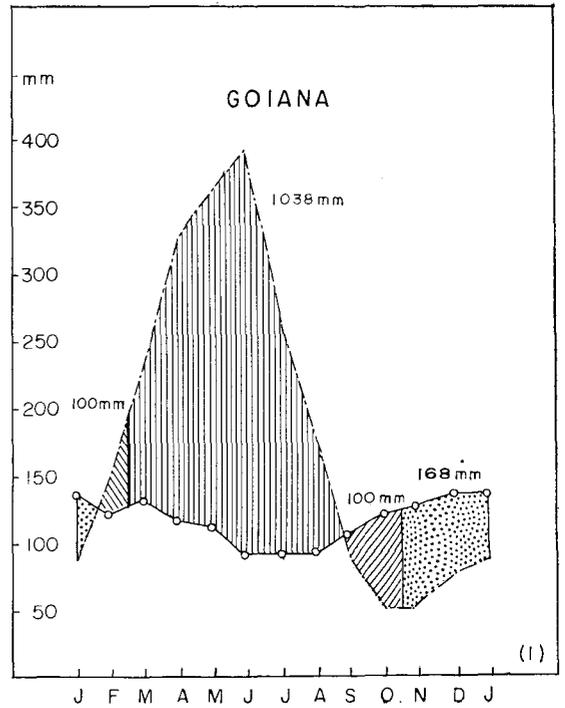
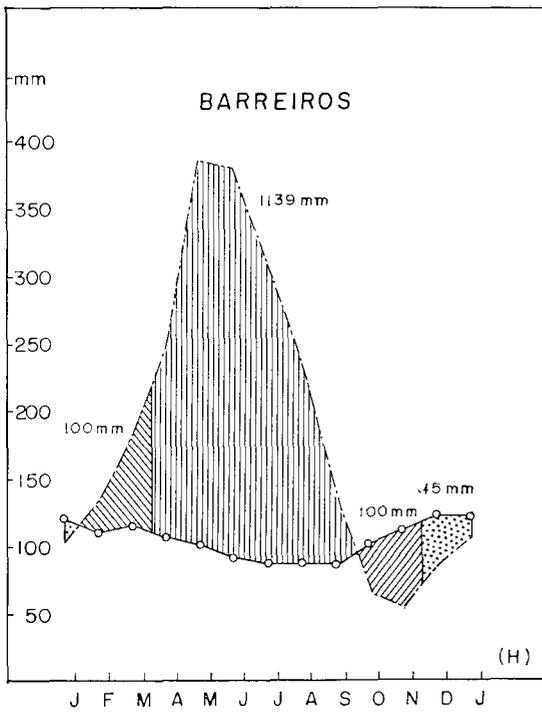
- Evapotranspiração potencial
- Precipitação
- ▨ Excesso de água
- ▩ Deficiência de água
- ▧ Utilização da umidade do solo
- ▦ Recarregamento da umidade do solo

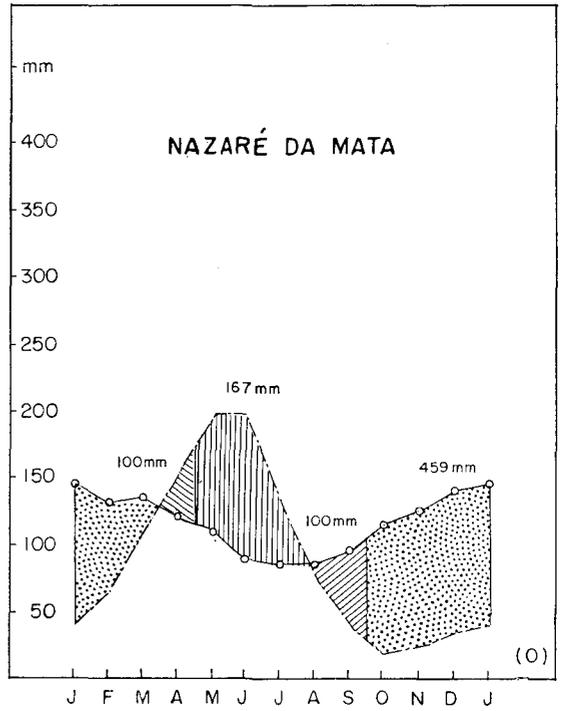
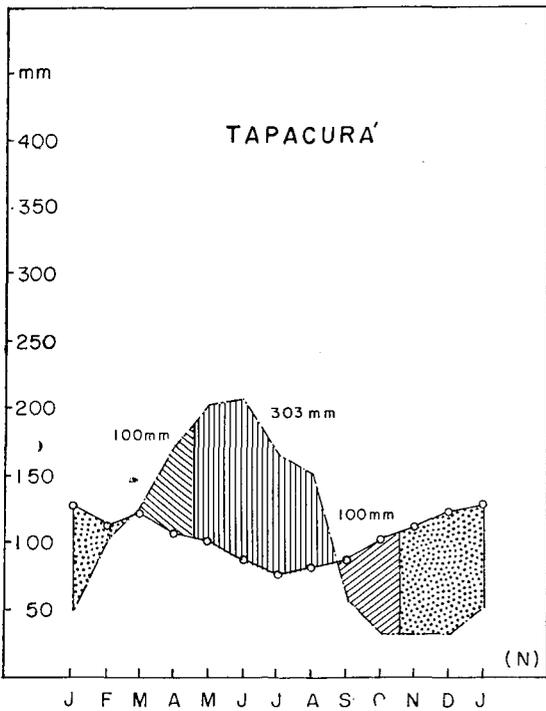
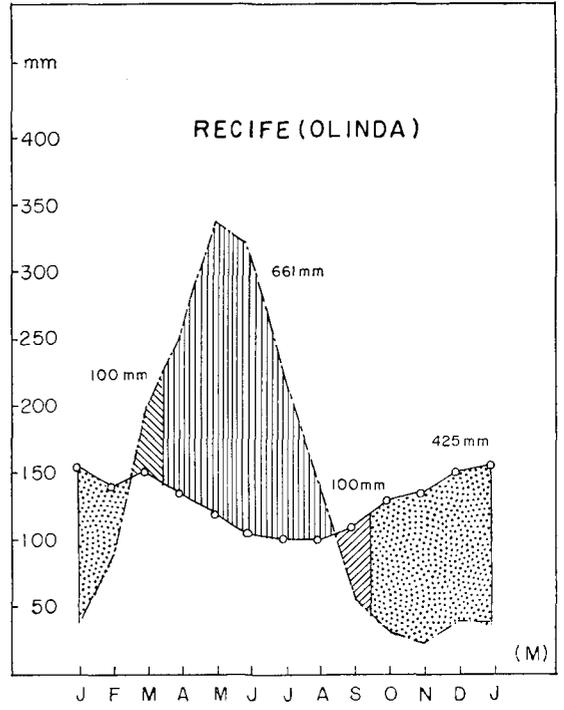
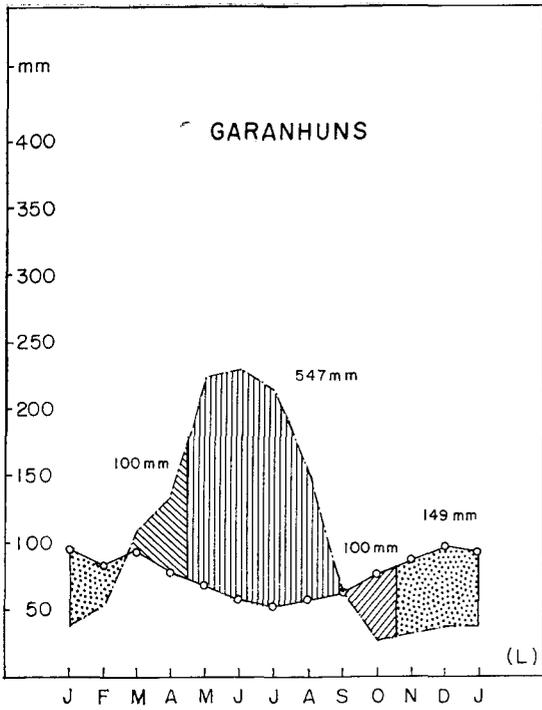
Elaborado por: Ana Maria de Paiva M. Brandão.

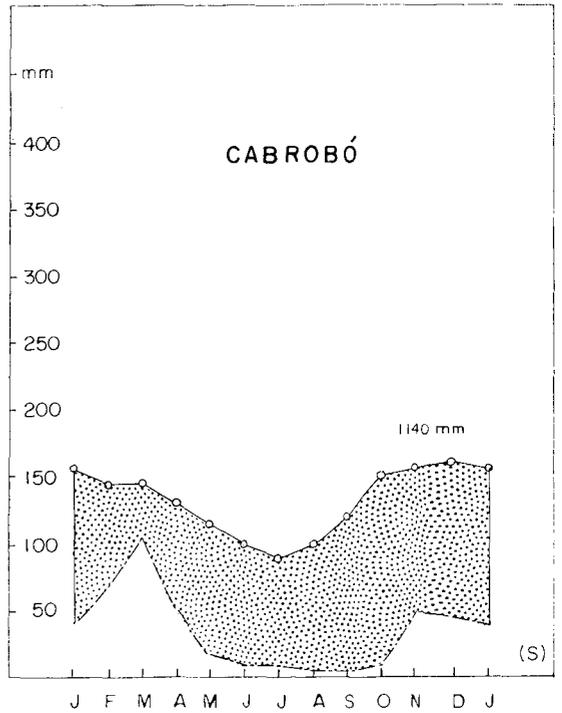
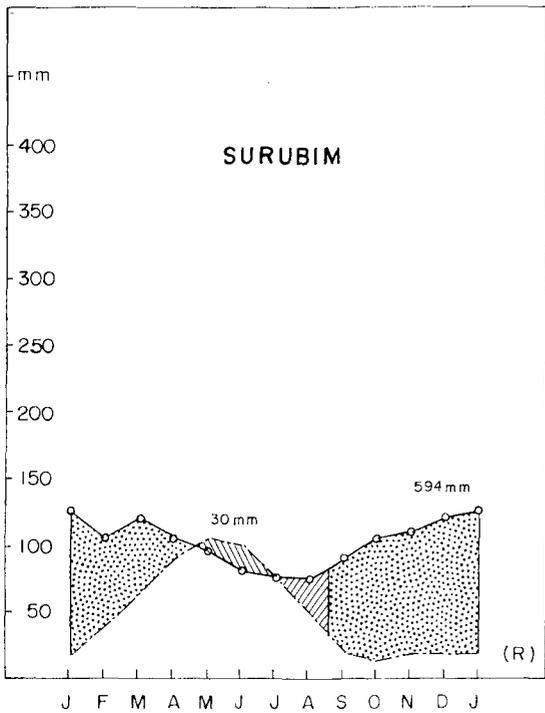
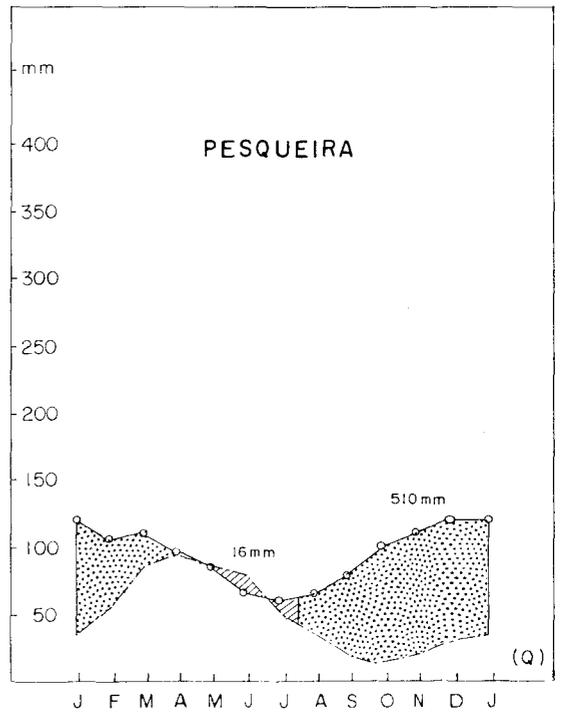
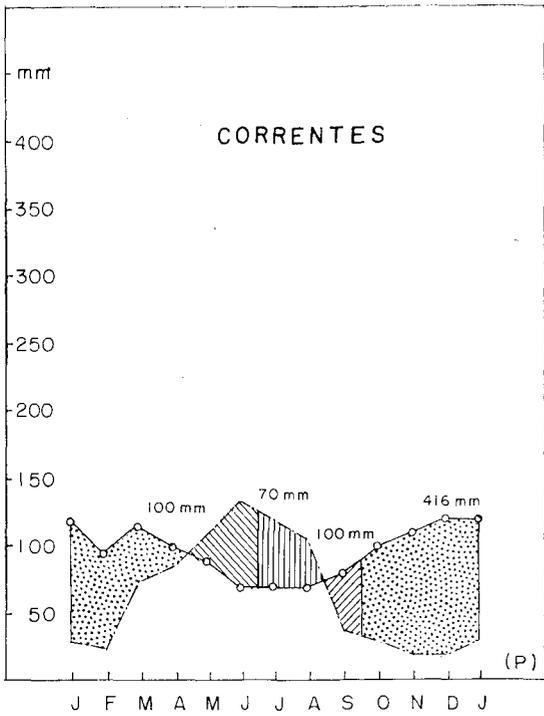




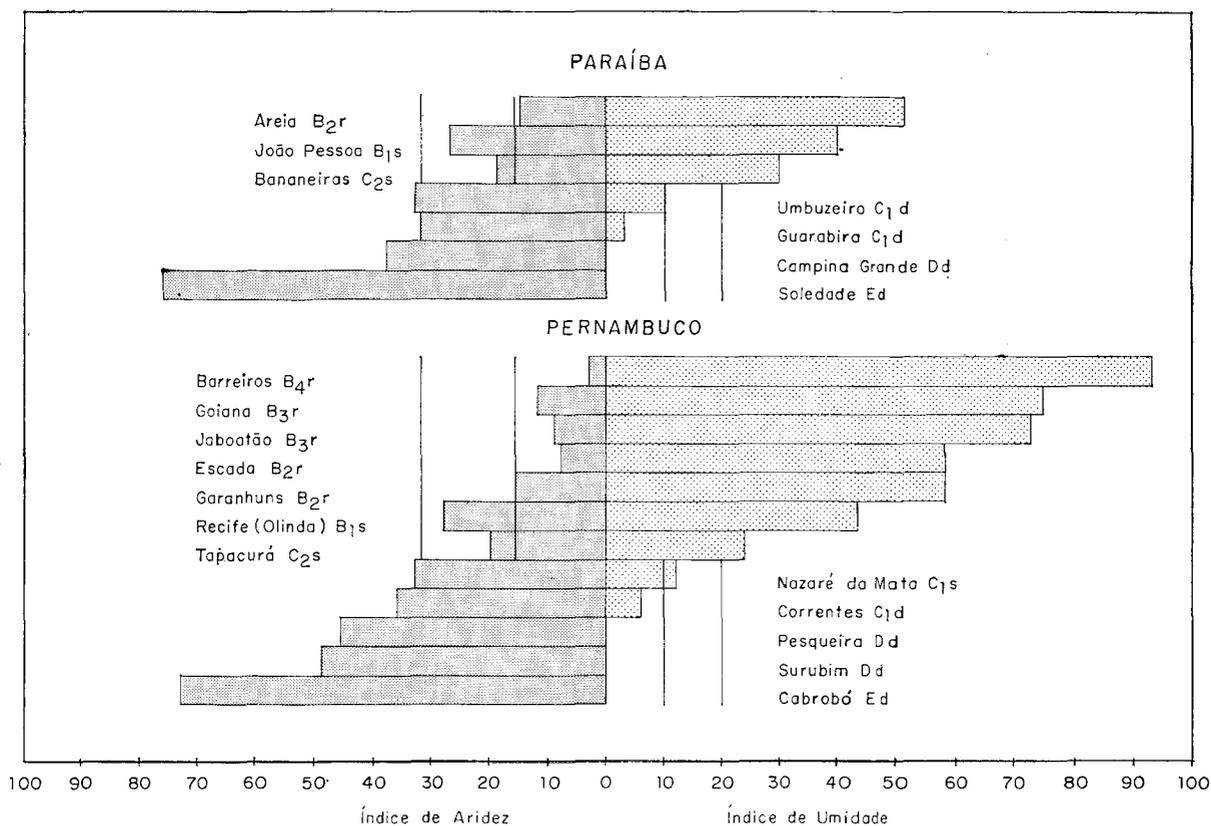
ESTADO DE PERNAMBUCO - FIG 1-B







## VARIAÇÃO SAZONAL DA UMIDADE



Elaborado por: Ana Maria de Paivã M. Brandão

Fig 2

Portanto a *variação sazonal da umidade* em cada localidade é a seguinte:

### Paraíba

*Areia* — Grande índice de umidade (51,1%) e pequeno índice de aridez (14,6%). Quanto à *umidade efetiva* seu clima é *segundo úmido* (B<sub>2</sub>) com pouco *deficit* de água (r).

*João Pessoa* — Grande índice de umidade (40,3) e moderado índice de aridez (26,6). Segundo a *umidade efetiva* é *primeiro úmido* (B<sub>1</sub>), com moderada *deficiência* de água no verão (s).

*Bananeiras* — Embora possua um grande índice de umidade (30,4) e um moderado índice de aridez (18,9), estes são sensivelmente inferiores aos de João Pessoa e, conseqüentemente, o índice de *umidade efetiva* é também menor, daí seu clima ser *subúmido-úmido* (C<sub>2</sub>), com moderada *deficiência* de água no verão (s).

*Umbuzeiro* — Nesta localidade verifica-se o oposto das localidades descritas acima, o índice de umidade é pequeno (9,9) e o índice de

aridez é grande (33,5), ambos, porém, muito próximos de moderado. Conseqüentemente, o índice de *umidade* efetiva é negativo, o que a classifica como *subúmido-seco* (C<sub>1</sub>), com pouco excesso de água (d) no inverno.

*Guarabira* — Possui, igualmente, pequeno índice de umidade (2,6) e grande índice de aridez (32,0). A umidade é um pouco inferior, porém a aridez é semelhante à de Umbuzeiro. Daí seu índice de *umidade efetiva* ser um pouco mais baixo, porém classifica-se também como *subúmido-seco* (C<sub>1</sub>), com pouco excesso de água (d) somente em julho.

*Campina Grande* — Não possuindo excesso de água em nenhum mês, o índice de umidade é zero, enquanto o índice de aridez é grande (37,7), classificando-se como clima *semi-árido* (D), com nenhum excesso de água (d).

*Soledade* — Todos os meses apresentam deficiência de água. Seu índice de umidade é, portanto, zero, e seu grande índice de aridez é duas vezes maior que o de Campina Grande (76,2), com maior deficiência de água de outubro a janeiro. Por isto esta localidade classifica-se como *árido* (E), sem excesso de água (d).

## **Pernambuco**

*Barreiras* — Grande índice de umidade (93,1) quase atingindo o limite de 100%, onde o excesso de água é igual à necessidade de água, isto é, onde a precipitação é o dobro da evapotranspiração potencial. Em conseqüência, o índice de aridez é pequeno (3,7). Resulta daí que seu clima é *quarto úmido* (B<sub>4</sub>), com um índice de *umidade efetiva* de 90,9 (quase superúmido), com pouco *deficit* de água (r), apenas nos meses de dezembro e janeiro.

*Goiana e Jaboatão* — Ambas possuem grande índice de umidade (75,2 e 73,6 respectivamente), e pequeno índice de aridez (12,2 e 9,7 respectivamente). Classificam-se como *terceiro úmido* (B<sub>3</sub>), com pouco *deficit* de água (r) no verão.

*Escada e Garanhuns* — Ambas possuem índice de umidade grande e praticamente iguais (58,0 e 58,5) e índice de aridez pequeno 8,2 e 15,9). Estas duas localidades classificam-se como *segundo úmido* (B<sub>2</sub>), com pouco *deficit* de água (r) no verão.

*Recife* — Mesmo apresentando um índice de umidade grande (43,3), o índice de aridez é moderado (27,9), bem maior que o de Garanhuns. Conseqüentemente, seu índice de *umidade efetiva* (26,6) é muito inferior ao de Garanhuns (49,0), classificando-se como clima *primeiro úmido* (B<sub>1</sub>) com *deficit* moderado de água no verão (s), embora o *deficit* de fins de primavera seja também importante.

*Tapacurá* — O índice de umidade é grande, porém quase moderado (23,8) e o índice de aridez é moderado (19,6), estando, pois, aproximadamente equidistantes de zero. O índice de *umidade efetiva* de apenas 12,0 a classifica como *subúmido-úmido* (C<sub>2</sub>), com *deficit* moderado de água no verão (s).

*Nazaré da Mata* — Índice de umidade moderado (12,2) e índice de aridez grande (33,4), daí seu índice de *umidade efetiva* ser baixo (-7,8) classificando-a como *subúmido-seco* (C<sub>1</sub>), com excesso moderado de água no inverno (s).

*Correntes* — Possui, como Nazaré da Mata, índice de aridez grande (36,5), porém o índice de umidade é pequeno (6,7), daí o índice de

*umidade efetiva* ser mais baixo que o de Nazaré da Mata (-15,8), classificando-se também como *subúmido-seco* (C<sub>1</sub>), porém com pouco excesso de água (d) no inverno.

*Pesqueira e Surubim* — Não possuem excesso de água em nenhum mês, por isso o índice de umidade é zero. Ao contrário, os índices de aridez ultrapassam o limite de *grande aridez* (45,9 e 49,9, respectivamente), Conseqüentemente, o clima de ambas as localidades, de acordo com os índices de *umidade efetiva* (-27,5 e -29,4), é *semi-árido* (D), sem excesso de água em qualquer mês (d).

*Cabrobó* — Não possuindo também qualquer excesso de água, seu índice de umidade é zero. Como em Soledade (Paraíba), seu grande índice de aridez (73,1) e *umidade efetiva* muito baixa (43,9) classifica esta localidade como clima *árido* (E) e seu excesso de água em qualquer mês (d).

## 5 — Eficiência Térmica

### A — Média Anual

Através do sistema de Thornthwaite os valores da evapotranspiração potencial são utilizados para definir também os diversos tipos climáticos no que se refere às condições térmicas. Neste caso específico o índice é denominado de *eficiência térmica* (ET) e se refere à média anual.

Das estações selecionadas para este trabalho, a maioria é classificada como clima *megatérmico* (A<sup>1</sup>). Todas com índice de *eficiência térmica* superior a 114,0 cm. No litoral e suas proximidades o limite inferior desse tipo climático passa aproximadamente junto à quota altimétrica de 400 metros. No sertão este limite alcança altitudes mais elevadas. Por exemplo, Soledade, situada a 517 metros e Cabrobó a 335 metros, têm índices de *eficiência térmica* bem acima de 114,0 cm (128,5 e 156,0, respectivamente). Este último índice é o mais alto das estações selecionadas.

O sistema de Thornthwaite compreende quatro classes de clima *mesotérmico*. Dentre as estações selecionadas, Areia, Bananeiras, Umbuzeiro, Campina Grande (Paraíba), Escada e Pesqueira (Pernambuco) são do tipo *quarto mesotérmico* (B<sub>4</sub>), com ET variando de 114,0 a 99,7. \*

Dentre todas as localidades, Garanhuns é a única que possui clima do tipo *terceiro mesotérmico* (ET de 99,7 a 85,8). Em Garanhuns este índice é de 93,5. Trata-se de uma localidade que, em função da altitude (927 m), possui valores térmicos muito baixos em relação aos da região, o que lhe confere condições especiais. Resulta daí que seu índice de evapotranspiração potencial é menor e, conseqüentemente, sua *eficiência térmica*.

---

\* Esclarecemos que a ocorrência desse tipo no Zona da Mata e Agreste do Nordeste Oriental não causa surpresa, uma vez que o sistema de Thornthwaite compreende quatro classes de clima *mesotérmico*, e sua ocorrência no Nordeste se refere à categoria mais quente dentro deste tipo. Além disso, trata-se de áreas cujas condições térmicas são amenizadas durante todo o ano pelos constantes ventos refrescantes dos alísios de E a SE. Assim sendo, uma elevação acima de 400 metros, aproximadamente, é suficiente para a ocorrência desse tipo climático nestas áreas. A única exceção é representada pela estação de Escada que, embora situada a 107 m de altitude, tem, não obstante, o mesmo tipo climático. Contudo, observamos que os dados da temperatura de Escada se refere a um prazo de tempo muito curto, daí seus valores médios serem pouco representativos.

## B — Concentração no Verão

Considerando que todas as localidades estudadas estão situadas em latitudes baixas (máxima de 9,8° latitude sul), o percentual de contribuição da *eficiência térmica no verão* é o mais baixo, compreendido no sistema de Thornthwaite, inferior a 48,0 (a'). Essa concentração está normalmente relacionada com os climas *megatérmicos* (A'). Entretanto, em algumas das localidades estudadas, por possuírem clima *mesotérmico*, tal relação não ocorre. Para as localidades de clima B'<sub>3</sub> e B'<sub>4</sub>, a concentração normal da *eficiência térmica no verão* deveria estar entre 51,9 a 56,3 (B'<sub>3</sub>) e entre 48,0 a 51,9 (B'<sub>4</sub>). Portanto, para as localidades classificadas como *mesotérmico*, há um pequeno deslocamento quanto à concentração da eficiência térmica no verão. No sistema de Thornthwaite esses desvios definem *anomalias* que estão relacionadas com a maior ou menor influência marítima ou altitudinal.

Entretanto, tendo em vista o posicionamento latitudinal das estações estudadas, esta baixa *concentração da eficiência térmica no verão* (a') é *normalmente* esperada. Neste caso, a *anomalia* verificada resulta não do percentual de *concentração da eficiência térmica no verão* mas do índice de eficiência térmica anual que, em função da maritimidade da área e da altitude de certas localidades, é mais baixa do que normalmente ocorre em suas latitudes.

## 6 — Tipos Climáticos

Da combinação dos diversos índices resultam os seguintes tipos climáticos:

*Barreiros* (PE) — B<sub>4</sub>A'ra': Quarto Úmido, Megatérmico, com pouco *deficit* de água, com regime de eficiência térmica normal.

*Goiana e Jaboatão* — (PE) — B<sub>3</sub>A'ra': Terceiro Úmido, Megatérmico, com pouco *deficit* de água e regime de eficiência térmica normal.

*Escada* (PE) e *Areia* (PB) — B<sub>2</sub>B'<sub>4</sub>ra': Segundo Úmido, Quarto Mesotérmico, com pouco *deficit* de água e regime de eficiência térmica normal para Megatérmico.

*Garanhuns* (PE) — B<sub>2</sub>B'<sub>3</sub>ra': Segundo Úmido, Terceiro Mesotérmico, com pouco *deficit* de água e regime de eficiência térmica normal para Megatérmico.

*Recife* (PE) e *João Pessoa* (PB) — B<sub>1</sub>A'sa': Primeiro Úmido, Megatérmico, com *deficit* moderado de água no verão e regime de eficiência térmica normal.

*Bananeiras* (PB) — C<sub>2</sub>B'<sub>4</sub>sa': Subúmido-Úmido, Quarto Mesotérmico, com *deficit* moderado de água no verão e regime de eficiência térmica normal para megatérmico.

*Tapacurá* (PE) — C<sub>2</sub>A'sa': Subúmido-Úmido, Megatérmico, com *deficit* moderado de água no verão e regime de eficiência térmica normal.

*Nazaré da Mata* (PE) — C<sub>2</sub>A'sa': Subúmido-Seco, Megatérmico, com excesso moderado de água no inverno e regime de eficiência térmica normal.

*Umbuzeiro* (PB) — C<sub>1</sub>B<sub>4</sub>da' : Subúmido-Seco, Quarto Mesotérmico, com pouco excesso de água e regime de eficiência térmica normal para Megatérmico.

*Correntes* (PE) e *Guarabira* (PB) — C<sub>1</sub>A'da' : Subúmido-Seco, Megatérmico com pouco excesso de água e regime de eficiência térmica normal.

*Pesqueira* (PE) e *Campina Grande* (PB) — DB'da' : Semiárido, Quarto Mesotérmico, nenhum excesso de água e regime de eficiência térmica normal para Megatérmico.

*Surubim* (PE) — DA' da' : Semi-árido, Megatérmico, nenhum excesso de água e regime de eficiência térmica normal.

*Cabrobó* (PE) e *Soledade* (PB) — EA'da' : Árido, Megatérmico, nenhum excesso de água e regime de eficiência térmica normal.

## CONCLUSÃO

O sistema de classificação climática de Thornthwaite foi elaborado sem a pretensão de que seus diversos tipos climáticos devesse se relacionar com determinados tipos de vegetação. Sua aplicação na Região Nordeste do Brasil parece atingir plenamente seu objetivo, qual seja, o de fornecer uma chave de sua distribuição geográfica e, conseqüentemente, das distintas regiões fisionômicas-ecológicas. Com efeito, as condições ecológicas das diversas localidades selecionadas para este trabalho parecem responder com precisão as categorias climáticas definidas pelo sistema de Thornthwaite.

Assim é que a mata úmida das áreas próximas ao litoral, em Pernambuco, constitui uma resposta aos climas *Quarto Úmido* de Barreiras e ao *Terceiro Úmido* de Goiana e Jaboatão. As áreas de mata um pouco menos úmidas da encosta da Borborema que aparecem em Areia (PB) e Escada (PE) respondem aos climas *Segundo* e *Primeiros Úmidos*. Da mesma forma que *Pesqueira* e *Surubim* em Pernambuco e *Campina Grande* na Paraíba, representam áreas de caatinga que respondem a clima Semi-Árido. *Cabrobó* no sertão de Pernambuco e *Soledade* no sertão da Paraíba são conhecidas como áreas de caatinga das mais xerófilas e parecem constituir uma resposta adequada ao clima *Árido* do sistema de Thornthwaite. Enquanto isso, os climas *Subúmido-Úmido* e *Subúmido-Seco*, considerados *transição climática* entre os climas propriamente úmidos e secos, parecem perfeitamente relacionados com a *transição ecológica* representada pela zona do agreste: o *Subúmido-Úmido* de Tapacurá (Pernambuco) e de Bananeiras (Paraíba) parecem corresponder a áreas do agreste em transição mais para a mata do que para a caatinga, enquanto que o *Subúmido-Seco* de Nazaré da Mata e *Correntes* em Pernambuco e *Umbuzeiro* e *Guarabira* na Paraíba, parece ser representativo das áreas do agreste em transição mais para a caatinga do que para a mata.

Considerando que o sistema de Thornthwaite fornece uma chave da distribuição fisionômica dos Estados da Paraíba e Pernambuco, e que as reais condições ecológicas constituem indicadores naturais de condições potenciais, concluímos que a aplicação do sistema de classificação climática de Thornthwaite pode se constituir em um notável instrumento que, utilizado adequadamente, poderá fornecer informações básicas para um melhor e mais racional aproveitamento das condições ambientais e dos recursos naturais do território da Região Nordeste do Brasil e, provavelmente, de todo o território brasileiro.

# Tendências da distribuição Espacial da Atividade Manufatureira no Brasil

---

WAYNE T. ENDERS \*  
Geógrafo Economista

## INTRODUÇÃO

Assim como desenvolvimento e modernização têm sido frequentemente associados com crescimento industrial, o interesse de uma região no Setor Secundário de sua economia pode ser prontamente compreendido. Do ponto de vista de planejamento e política, os tomadores de decisões nos setores públicos e privado deveriam estar cientes não apenas das atividades e mudanças de padrão que estão ocorrendo dentro de suas fronteiras regionais mas também da posição relativa do seu próprio perfil manufatureiro regional no que diz respeito às grandes mudanças na estrutura manufatureira nacional. Este estudo trata de algumas tendências locais da estrutura manufatureira nacional e representa uma parte de um estudo maior sobre a posição dinâmica do Setor Secundário do Rio Grande do Sul na economia brasileira. Sendo um estudo de nível nacional, os resultados podem ser usados também como base de comparação com qualquer outro estado.

Historicamente, o Rio Grande do Sul (RS) faz parte da Região mais desenvolvida do Brasil<sup>1</sup> em relação às zonas periféricas menos

---

\* Professor Visitante — Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

1 A região mais desenvolvida do Brasil (por nós denominada macrorregião sul) consiste, neste estudo, do Espírito Santo, Rio de Janeiro, ex-Guanabara, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Em 1960 e 1970, respectivamente, estes sete Estados foram responsáveis por 85% e 84% do produto bruto nacional do setor secundário, 79% e 80% do emprego industrial da nação, e 66% e 65% dos estabelecimentos industriais do País.

Agradeço a ajuda de Jaime Evaldo Fensterseifer do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul na parte dos comentários críticos. Uma versão preliminar desta pesquisa foi apresentada no Segundo Encontro Nacional da Associação dos Geógrafos Brasileiros em Belo Horizonte, Minas Gerais, de 8 a 12 de julho de 1976.

desenvolvidas do Norte e Nordeste. No entanto, um exame recente da situação da economia gaúcha revelou um declínio geral da participação do RS no Setor Secundário relativamente à Nação e à Região Sudeste (Fundação de Economia e Estatística — FEE, 1975). Esta revelação despertou interesse em vários aspectos da economia gaúcha, temendo-se que este declínio estivesse apontando uma tendência desfavorável, a longo prazo, no setor econômico do Estado.

Além das preocupações imediatas do RS, a situação é também interessante do ponto de vista teórico do crescimento. Dentro do contexto da teoria do crescimento polarizado (Myrdal, 1957; Hirschman, 1958) e o conceito de relação centro-periferia (Friedmann, 1972) o RS como parte do centro desenvolvido deveria estar recebendo benefícios da “causação cumulativa”, que fornece vantagens aquisitivas não oferecidas às zonas periféricas. O que quer dizer que, pelo menos a nível nacional, ao longo do tempo o RS deveria estar adquirindo uma quantidade mais que proporcional da atividade no setor secundário. Assim, tanto do ponto de vista do planejamento prático como no de considerações teóricas de crescimento, a posição de um estudo como o RS no padrão evolutivo do setor industrial brasileiro merece uma atenção mais detalhada da que tem até aqui recebido.

## **O FOCO DA PESQUISA**

No Setor Secundário do RS pouco mais se sabe além do fato de que, como um todo, o Estado não vem mantendo seu antigo nível favorável de participação nacional no valor da produção industrial (FEE, 1975). Sua posição, à luz das grandes mudanças estruturais-espaciais no Setor Secundário da economia nacional, ao longo do tempo, não tem sido avaliada sistematicamente. O setor global não foi decomposto em seus componentes para avaliar as mudanças locacionais e o crescimento experimentado pelos vários gêneros. Além do mais, avaliações sistemáticas e comparações entre os vários indicadores da atividade industrial ainda não existem.

O propósito deste estudo é focalizar somente um dos três aspectos acima citados, ou seja, as grandes mudanças estruturais—espaciais, no tempo, no Setor Secundário da economia brasileira. O objetivo desta apresentação é mostrar um método de medir o grau de concentração espacial e as tendências de concentração ou dispersão espacial no Setor Secundário, ao longo do tempo.

O estudo emprega o modelo de entropia espacial para testar a hipótese de que no período considerado de onze anos, o qual inclui os anos iniciais do “milagre econômico brasileiro”, de 1960 a 1970, inclusive, a distribuição da atividade industrial entre estados permaneceu a mesma em vez de tender a uma maior concentração ou dispersão espacial. Os dados para três indicadores do Setor Secundário — número de estabelecimentos, pessoal empregado e valor da produção — foram retirados para cada gênero do censo industrial brasileiro e empregados nesta análise.

## **A ENTROPIA COMO UM MODELO ESPACIAL**

Entropia, um conceito-chave em teoria da informação (Shannon e Weaver, 1949), provou ser um instrumento útil de análise espacial (Gauthier e Semple, 1974; Chapman, 1970; Medvedkov, 1966). Sua

contribuição potencial à análise de padrões espaciais dinâmicos foi demonstrada por Hackbart e Anderson (1975), Garrison e Paulson (1973) e Semple e Golledge (1970), enquanto que estudos mais recentes realizados por Haynes e Enders (1975) comprovaram a existência de seus resultados através da utilização de outros instrumentos de análise espacial.

Como um índice útil de concentração geográfica da atividade econômica, a entropia de um sistema espacial pode ser definida como:

$$H = - \sum_{i=1}^K (n_i/n) \ln (n_i/n) \quad (1)$$

onde  $n_i/n$  representa a participação de cada estado na atividade industrial, total da Nação (ou em algum gênero industrial específico), e  $K$ , o número de estados. Enquanto que na teoria da informação o valor de  $H$ , a informação esperada num sistema, aumenta com o grau de incerteza ou a falta de informações, com este estudo um acréscimo de  $H$  representa um acréscimo na dispersão da atividade industrial. Pode ser mostrado que, para um dado número  $K$  de categorias,  $H$  assume o valor máximo quando a indústria está igualmente distribuída. Por outro lado, quando  $H$  é igual a zero, toda a atividade industrial está concentrada em um único estado e a informação sobre a localização de qualquer unidade industrial está completa (Garrison e Paulson, 1973).

Foi mostrado por Bowman, et al. (1971) que  $H$  tem uma distribuição aproximadamente normal (quando  $n_i/n \neq 1/K$  para todo  $i$ ) e tem uma variância definida por

$$\text{var } H = \frac{\sum_{i=1}^K (n_i/n) \ln^2 (n_i/n) - H^2 + K - 1}{n} + \frac{1}{2n^2} o(n^{-2}), \quad (2)$$

quando  $n$  é grande ( $n > 5k$  pode ser considerado grande). O símbolo  $o(n^{-2})$  indica que um erro cometido ao utilizar a equação (2) é de magnitude menor do que  $n^{-2}$ . Sabendo-se que  $H$  é aproximadamente normal e conhecendo-se sua variância aproximada, quando se usam os dados da amostra é possível o uso de testes estatísticos "standard" para determinar se um índice particular de concentração difere significativamente de outro (Garrison e Paulson, 1973; veja também Hackbart e Anderson, 1975).

Para facilitar a interpretação da entropia, o valor  $H$  pode ser transformado numa medida "de contrapartida".

$$F = \exp H \quad (3)$$

onde  $F$  iguala-se ao número de categorias (estados) de igual tamanho necessárias para gerar a entropia observada (Horowitz, 1971). Assim, um baixo número-equivalente  $F$  indica um alto grau de concentração geográfica e um número-equivalente tendendo à  $K$  indica uma distribuição mais igualmente dispersa.

## EVOLUÇÃO ESPACIAL DA ATIVIDADE INDUSTRIAL NO BRASIL

O modelo de entropia é usado para descobrir se, com o passar do tempo, a atividade industrial brasileira tende a se concentrar num menor número de estados. Análises similares são conduzidas em duas escalas espaciais: a nível da nação como um todo e a nível da macrorregião mais desenvolvida. O Censo Industrial (1960, 1970) proporciona dados a nível de estado para os vinte e um gêneros pertencentes ao Setor Secundário da economia brasileira. Para prover uma vista mais ampla da distribuição e evolução espacial do Setor Secundário foram usados dados sobre três indicadores manufatureiros — o número de empresas, pessoal empregado e valor bruto da produção.

Aos dois níveis de análise, medidas de entropia e números equivalentes são fornecidos para cada gênero e o setor industrial como um todo, entre 1960 e 1970<sup>2</sup>. Neste estudo os  $H$ , sendo computados dos dados do Censo Industrial, não são sujeitos às variações usuais de amostras. Conseqüentemente, os testes de significância apropriados a dados amostrais não são apresentados aqui. Em outras aplicações, onde se usam dados de amostra, testes de significância "standard" para diferenças de concentração ou dispersão sobre o tempo seriam apropriados (Hackbart e Anderson, 1975; Theil, 1971).

### Escala Nacional

Para cada variável, mudanças dirigidas à concentração ou dispersão da atividade industrial entre os estados são identificadas por sinais (+) ou (—) respectivamente (Tab. 1). A distribuição do número total de empresas (última linha) dispersou-se no período de onze anos, identificando uma distribuição mais uniforme das empresas em 1970 do que em 1960. Um exame dos vinte e um gêneros industriais indica que em quatorze gêneros a distribuição foi mais uniforme em 1970 do que em 1960. Em sete gêneros a distribuição das empresas moveu-se em direção da concentração.

A dinâmica de distribuição das outras duas variáveis — pessoal empregado e valor da produção — exhibe uma tendência geral diferente da variável número de empresas. Embora o número de gêneros em dispersão seja maior do que o número de gêneros em concentração, estes últimos influenciam suficientemente o setor total, efetuando um movimento global em direção à concentração espacial para ambos indicadores.

As tendências globais observadas de dispersão das empresas e de concentração de pessoal empregado e valor da produção se tornam mais interessantes quando relacionadas à estatística  $F$ , o número de estados de igual tamanho necessário para gerar a entropia observada. A estatística  $F$ , maior para a variável número de empresas, indica que a distribuição existente de empresas já é mais uniformemente distribuída do que pessoal empregado e valor da produção. Ainda, como foi observado acima, as duas últimas variáveis continuam a se mover na direção oposta, isto é, para a concentração espacial crescente.

---

<sup>2</sup> No censo industrial de 1970 os dados sobre pessoal empregado e valor da produção, em alguns gêneros, foram omitidos para evitar identificação da empresa individual. Em tais casos o valor médio por empresa foi identificado para cada gênero e a diferença entre o valor total para a nação e o valor para os estados com informação disponível foi proporcionalmente distribuída entre as empresas nos estados onde foram omitidos.

TABELA 1

*Indicadores de Entropia da Tendência de Dispersão Industrial  
Entre os Estados do Brasil, por Gênero, 1960-1970*

GÊNERO	INDICADOR	NÚMERO DE EMPRESAS			PESSOAL EMPREGADO			VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO		
		1960	1970	Ten- dência <sup>1</sup>	1960	1970	Ten- dência	1960	1970	Ten- dência
Prod. de Min. n/Met.	H <sup>2</sup>	2,450	2,584	—	2,213	2,267	—	1,834	1,891	—
	F <sup>3</sup>	11,59	13,25		9,14	9,56		6,26	6,63	
Metalúrgica	H	1,725	2,029	—	1,596	1,601	—	1,487	1,514	—
	F	5,61	7,61		4,93	5,96		4,42	4,55	
Mecânica	H	1,297	1,984	—	1,066	1,464	—	0,813	1,194	—
	F	3,66	7,27		2,90	4,32		2,25	3,30	
Mat. Elét. e de Com.	H	1,126	1,858	—	0,799	1,013	—	0,678	0,851	—
	F	3,08	6,41		2,22	2,76		1,97	2,34	
Mat. de Transp.	H	1,739	2,211	—	1,075	1,098	—	0,565	0,711	—
	F	5,69	9,12		2,93	3,00		1,76	1,04	
Madeira	H	2,264	2,458	—	2,181	2,254	—	2,084	2,092	—
	F	9,62	11,68		8,85	9,53		8,04	8,10	
Mobiliária	H	2,347	2,558	—	1,974	2,108	—	1,538	1,732	—
	F	10,45	12,91		7,20	8,23		4,66	5,65	
Papel e Papelão	H	1,777	1,720	+	1,584	2,561	+	1,536	1,312	+
	F	5,91	5,59		4,88	4,76		3,88	3,71	
Borracha	H	1,878	2,157	—	1,073	1,241	—	0,692	0,894	—
	F	6,54	8,64		2,87	3,46		2,00	2,44	
Couro, Pel. e Prod. Sim.	H	2,386	2,557	—	2,247	2,070	+	1,997	1,814	+
	F	10,87	12,90		9,46	7,92		7,37	6,13	
Química	H	2,324	2,238	+	1,623	1,744	—	1,411	1,738	—
	F	10,21	9,38		5,08	5,72		4,10	5,68	
Prod. Farm. e Veter.	H	1,876	1,838	+	1,155	1,282	—	1,048	1,055	—
	F	6,53	6,28		3,17	3,60		2,85	2,87	
Perfum. Sab. e Velas	H	2,450	2,427	+	1,934	1,679	+	1,673	1,250	+
	F	11,59	11,43		6,91	5,36		5,33	3,49	
Prod. de Mat. Plástica	H	1,037	1,259	—	0,901	1,154	—	0,553	1,121	—
	F	2,82	3,52		2,46	3,17		2,59	3,07	
Têxtil	H	1,940	1,663	+	1,888	1,795	+	1,706	1,604	+
	F	6,96	5,28		6,61	6,00		5,51	4,98	
Vest. Calç. Art. de Tec.	H	2,151	1,939	+	1,776	1,674	+	1,436	1,439	—
	F	8,60	6,95		5,91	5,33		4,20	4,22	
Produtos Aliment.	H	2,530	2,621	—	2,386	2,453	—	2,070	2,126	—
	F	12,55	13,75		10,87	11,62		7,93	8,38	
Bebidas	H	2,491	2,453	+	2,144	2,293	—	1,762	1,875	—
	F	12,07	11,62		8,53	9,91		5,82	6,52	
Fumo	H	2,286	2,290	—	2,037	2,117	—	1,839	1,988	—
	F	9,83	9,88		7,67	8,30		6,29	7,30	
Editorial e Gráfica	H	2,125	2,159	—	1,841	1,907	—	1,432	1,453	—
	F	8,37	8,66		6,30	6,73		4,19	4,27	
Diversas	H	1,767	1,971	—	1,447	1,436	+	1,068	1,288	—
	F	5,85	7,18		4,25	4,21		2,91	3,63	
Setor Sec. como Total	H	2,410	2,480	—	1,995	1,972	+	1,719	1,717	+
	F	11,13	11,95		7,35	7,19		5,58	5,57	

(1) O sinal (+) indica mudança até concentração e o sinal (—) indica mudança até dispersão.

2) H = medida de entropia.

3) F = o número equivalente que identifica o número de estados com distribuição igual da atividade manufatureira para gerar a entropia determinada. Neste caso o máximo de F é igual a 75, o número de estados analisados.

## **Escala Macrorregional**

As tendências identificadas na escala nacional são repetidas entre os estados da macrorregião com algumas diferenças importantes. Como indicado na tabela 2 (última linha), a tendência global da localização das empresas foi de uma distribuição mais equitativa entre os sete estados da macrorregião. Entre os gêneros individuais só ocorreu movimento para concentração locacional entre quatro gêneros. Entre os outros 17 gêneros a tendência foi a de dispersão, entretanto, em 14 destes o movimento foi bem pequeno.

Como ocorreu a nível nacional, as variáveis pessoal empregado e valor da produção no setor secundário, como um todo, moveram-se para a concentração na macrorregião. Entretanto, para ambos os indicadores, o número de gêneros em processo de concentração foi maior do que para a nação como um todo (Tab3), sugerindo a existência de um processo de concentração mais intenso na macrorregião do que no país como um todo.

Similarmente, a nível nacional, a distribuição existente de empresas está consideravelmente mais dispersa do que a do número de pessoal empregado e o valor da produção. Assim, a variável mais uniformemente distribuída, número de empresas, desloca-se em direção a uma distribuição ainda mais equitativa, enquanto que o pessoal empregado e o valor da produção movem-se para uma maior concentração em um ou alguns dos estados da macrorregião.

## **SUMARIO E A NECESSIDADE DE PESQUISA ADICIONAL**

### **Sumário**

Na base dos resultados da análise de entropia, e conforme a teoria de crescimento polarizado, foram identificadas mudanças em direção à concentração espacial de emprego e produção no setor secundário, entre 1960 e 1970. Embora esta afirmação não se aplique a cada gênero específico, torna-se verdadeira no caso do setor secundário global a nível nacional, assim como a nível da região de desenvolvimento tradicional do Brasil. Baseado no número de gêneros que estão sendo concentrados, parece que o processo de polarização dentro da macrorregião mais desenvolvida é mais intenso que dentro do país como um todo.

Ao contrário do emprego e da produção, a variável número de estabelecimentos apresentou uma tendência de distribuição mais uniforme em ambos os níveis espaciais. Uma análise dos gêneros individuais, porém, indicou que as tendências para esta dispersão foram mais fracas na região tradicional de desenvolvimento (macrorregião sul) do que para a nação como um todo. Também foi descoberto que esta variável, a qual já tem uma distribuição consideravelmente mais uniforme que as variáveis pessoal ocupado e valor bruto da produção, continua dispersando enquanto as outras continuam concentrando.

### **A Necessidade de Pesquisa Adicional**

Dos resultados da pesquisa aqui apresentada surgem algumas questões seqüências de interesse prático e teórico sobre tendências de localização industrial. Por exemplo, dados os perfis manufatureiros diferentes entre os estados, qual o efeito, em qualquer estado individual,

TABELA 2

*Indicadores de Entropia da Tendência de Dispersão Industrial  
Entre os Estados da Macrorregião Sul do Brasil, por Gênero, 1960-1970*

GÊNERO	INDICADOR	NÚMERO DE EMPRESAS			PESSOAL EMPREGADO			VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO		
		1960	1970	Ten- dência <sup>1</sup>	1960	1970	Ten- dência	1960	1970	Ten- dência
Prod. de Min. n/Met.	H <sup>2</sup>	1,448	1,452	—	1,390	1,371	+	1,228	1,183	+
	F <sup>3</sup>	4,35	4,27		4,02	3,94		3,41	3,26	
Metalúrgica	H	1,239	1,312	—	1,210	1,105	+	1,150	1,080	+
	F	3,45	3,71		3,35	3,02		3,16	2,94	
Mecânica	H	1,015	1,275	—	0,908	1,100	—	0,719	0,953	—
	F	2,76	3,58		2,48	3,00		2,05	2,59	
Mat. Elét. e de Com.	H	0,844	1,170	—	0,671	0,699	—	0,597	0,620	—
	F	2,33	3,22		1,96	2,01		1,82	1,86	
Mat. de Transp.	H	1,207	1,422	—	0,821	0,834	—	0,459	0,598	—
	F	3,34	4,14		2,27	2,30		1,58	1,82	
Madeira	H	1,692	1,676	+	1,646	1,607	+	1,634	1,620	+
	F	5,43	5,34		5,19	4,99		5,12	5,05	
Mobiliária	H	1,491	1,621	—	1,376	1,489	—	1,116	1,293	—
	F	4,44	5,05		3,96	4,43		3,05	3,64	
Papel e Papelão	H	1,347	1,329	+	1,333	1,266	+	1,129	1,097	+
	F	3,85	3,78		3,79	3,55		3,09	2,99	
Borracha	H	1,104	1,388	—	0,729	0,794	—	0,466	0,516	—
	F	3,02	4,01		2,07	2,21		1,59	1,68	
Couro, Pel. e Prod. Sim.	H	1,380	1,461	—	1,381	1,365	+	1,315	1,301	+
	F	3,97	4,31		3,98	3,92		3,42	3,67	
Química	H	1,466	1,387	+	0,996	1,169	—	0,846	1,231	—
	F	4,25	4,00		2,71	3,22		2,33	3,43	
Prod. Farm. e Veter.	H	1,234	1,301	—	0,943	0,991	—	0,932	0,887	+
	F	3,44	3,67		2,57	2,69		2,54	2,43	
Perf. Sab. e Velas	H	1,512	1,524	—	1,231	1,142	+	1,124	0,872	+
	F	1,54	4,56		3,43	3,13		3,08	2,39	
Prod. de Mat. Plást.	H	0,767	0,946	—	0,843	0,940	—	0,929	0,970	—
	F	2,15	2,58		2,32	2,56		2,53	2,64	
Têxtil	H	0,760	0,945	—	1,048	1,075	—	0,866	0,982	—
	F	2,14	2,57		2,85	2,93		2,38	2,67	
Vest. Calç. Art. de Tec.	H	1,224	1,204	+	1,208	1,175	+	1,068	1,015	+
	F	3,40	3,33		3,35	3,24		2,91	2,76	
Produt. Aliment.	H	1,595	1,667	—	1,512	1,522	—	1,440	1,367	+
	F	4,93	5,20		4,53	4,58		4,22	3,92	
Bebidas	H	1,594	1,610	—	1,450	1,497	—	1,308	1,345	—
	F	4,92	5,00		4,26	4,47		3,70	3,83	
Fumo	H	1,243	1,310	—	1,256	1,429	—	1,177	1,287	—
	F	3,47	3,71		3,51	4,17		3,24	3,62	
Editorial e Gráfica	H	1,367	1,433	—	1,338	1,250	—	1,050	1,047	+
	F	3,92	4,19		3,45	3,49		2,86	2,85	
Diversas	H	1,213	1,340	—	1,107	1,093	+	0,892	1,021	—
	F	3,37	3,82		3,21	2,98		2,44	2,77	
Setor Sec. como Total	H	1,521	1,664	—	1,314	1,307	+	1,178	1,172	+
	F	4,58	4,78		3,72	3,69		3,25	3,23	

1) O sinal (+) indica mudança até concentração e o sinal (—) indica mudança até dispersão.

2) H = Medida de entropia.

3) F = O número equivalente que identifica o número de estado com distribuição igual da atividade manufatureira para gerar a entropia determinada. Neste caso o máximo de F é igual a 7, o número de estados analisados.

TABELA 3

*Sumário das Tendências Espaciais dos Gêneros do Setor Secundário do Brasil e da Macrorregião Sul, 1960-1970*

## Empresas

TENDÊNCIAS EVOLUCIONÁRIAS	NÍVEIS ESPACIAIS	
	BRASIL	MACRORREGIÃO SUL
Gêneros Dispersando	14	17
Gêneros Concentrando	7	4

## Pessoal empregado

TENDÊNCIAS EVOLUTIVAS	NÍVEIS ESPACIAIS	
	BRASIL	MACRORREGIÃO SUL
Gêneros Dispersando	15	13
Gêneros Concentrando	6	8

## Valor bruto da produção

TENDÊNCIAS EVOLUTIVAS	NÍVEIS ESPACIAIS	
	BRASIL	MACRORREGIÃO SUL
Gêneros Dispersando	17	11
Gêneros Concentrando	4	10

das tendências para a concentração ou dispersão entre os vários gêneros? Quais as implicações da inconsistência das tendências distribucionais de estabelecimentos com as do emprego e produção? Quais os estados que estão atraindo os vários gêneros e por que? Por que alguns gêneros tendem à concentração enquanto outros tendem à dispersão?<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Uma tentativa inicial para relacionar as tendências de distribuição espacial com o grau de dinamismo dos gêneros foi feita usando a prova de probabilidade exata de Fischer (Siegel, 1975). Nenhuma relação significativa, no entanto, pôde ser constatada.

A pesquisa sistemática nestes assuntos só pode contribuir para melhorar o conhecimento do Setor Secundário das economias nacional e regional do Brasil. O estudo aqui apresentado, onde o modelo de entropia espacial identificou e mediu as tendências de concentração ou dispersão entre gêneros, representa uma base para que outros estudos possam ser iniciados. Além disso, um exame do modelo de entropia sugerirá sua potencialidade em outros estudos de diversificação espacial e econômica.

## BIBLIOGRAFIA

- BOWNMAN, K. O., L. R. Shenton, K. Hutcheson, e E. P. Odum. "Comments on the Distribution of Indices of Diversity", em Patil, G. P., E. C. Pielou, e W. E. Waters (eds). *Many Species Populations, Ecosystems, and System Analysis*. Vol. 3, da Symposium on Statistical Ecology, University Park, Pennsylvania, 1971, pp. 315-366.
- CHAPMAN, G. P. "The Application of Information Theory to the Analysis of Population Distributions in Space", *Economic Geography* (Supplement), (June, 1970), pp. 317-31.
- FRIEDMANN, J. "A General Theory of Polarized Development", em Hansen, N. M. (ed) *Growth Centers in Regional Economic Development*, New York: The Free Press, 1972, pp. 82-107.
- FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA. *25 Anos de Economia Gaúcha*. Secretaria de Coordenação e Planejamento, Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1975.
- GARRISON, C. B. e A. S. Paulson. "An Entropy Measure of the Geographic Concentration of Economic Activity", *Economic Geography*, Vol. 49 n.º 4 (October, 1973), pp. 319-324.
- GAUTHIER, H. e K. Semple. "Tendências nas Desigualdades Regionais da Economia Brasileira 1947/1966". *Dados*, Publicação do Instituto Universitário do Rio de Janeiro, 1972, pp. 103-113.
- HACKBART, M. M. e D. A. Anderson. "On Measuring Economic Diversification", *Land Economics*, Vol. 51, n.º 4 (novembro, 1975) pp. 374-378.
- HAYNES, K. E. e W. T. Enders. "Distance, Direction, and Entropy in the Evolution of a Settlement Pattern", *Economic Geography*, Vol. 51, n.º 4 (October, 1975), pp. 357-65.
- HIRSCHMAN, A. O. *The Strategy of Economic Development*. New Haven, Connecticut: Yale University Press, 1958.
- HOROWITZ, I. "Numbers — Equivalents in U. S. Manufacturing Industries 1954, 1958, 1963", *The Southern Economic Journal*. Vol. 37, n.º 2 (1971) pp. 396-408.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Industrial de 1970 — Brasil*, VII Recenseamento Geral do Brasil, Série Nacional, V. IV, 1970.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Industrial de 1960 — Brasil*, VII Recenseamento Geral do Brasil, Série Nacional, V. III, 1960.
- MEDVEDKOV, Y. V. "The Concept of Entropy in Settlement Pattern Analysis", *Regional Science Association: Papers*, Vol. 18, European Congress, Vienna (1966) pp. 165-68.
- MYRDAL, G. *Economic Theory and Underdeveloped Regions*. London: Duckworth, 1957.

SEMPLE, R. K. e R. G. Golledge. "An Analysis of Entropy Changes in a Settlement Pattern over Time", *Economic Geography* Vol. 46, n.º 2 (October), 1970, pp. 157-160.

SIEGEL, S. *Estatística Não-Paramétrica* (Tradução de Alfredo Alves de Farias). São Paulo: Editora McGraw Hill do Brasil, Ltda, 1975.

SHANNON, C. E. e WEAVER. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University of Illinois Press, 1949.

THEIL, H. *Principles of Econometric*. New York: Wiley, 1971.

## Uma Geografia (Sistêmica) dos Sistemas Econômicos

Nilo Bernardes

Berry, Brian J. L. Edgard C. Conkling  
e B. Michael Ray — The geography of  
economic systems, Englewood Cliffs,  
New Jersey: Prentice Hall, Inc. 1976, 529 p.

**N**o bojo do movimento de reformulação filosófica e metodológica da pesquisa geográfica, com ênfase na teorização e na quantificação, uma das várias características (e não vem ao caso mencionar todas elas, ainda que sumariamente) que insistentemente se procurou incorporar foi o papel dos mecanismos econômicos e, portanto, o emprego dos conceitos fundamentais da economia na explanação geográfica. Foi justamente essa economicidade que mais realçou, nos Estados Unidos, a oposição (falsa ou verdadeira, não vem também ao caso comentar) entre a corrente da chamada “geografia econômica” e a outra, dita “geografia cultural”, esta, em regra geral, mais dedicada ao enfoque ecológico e à ênfase do papel do homem como agente transformador das paisagens na superfície terrestre.

Poucos são ainda os manuais compendiando os resultados do decênio crítico (grosso modo, a década dos anos 60) e que sobretudo tenham sido produzidos por alguns dos geógrafos que mais lideraram este movimento de uma “geografia econômica” superteorizante.

Sem dúvida, desde o começo dos anos 70 vem surgindo alguns de tais compêndios. Porém, um dos que maior curiosidade pode despertar no leitor surgiu há menos de um ano sob o título de *The geography of economic systems*, da autoria de Brian Berry, M. Ray e E. Conkling e publicado pela Prentice Hall. Isto, por três motivos principais: primeiro, porque um dos co-autores (Berry) é nada mais nada menos que um dos maiores expoentes da corrente renovadora; segundo, porque o livro se nos apresenta como um manual completo de geografia econômica. Completo no sentido de que enfatiza e sistematiza o leque das novas preocupações temáticas e as respectivas bases teóricas. Ele não se detém, por exemplo, na análise metódica das atividades de

produção ou de transportes: a ênfase do livro é dada à interdependência de áreas, aos mecanismos de interação entre lugares, seus aspectos locacionais e seus fundamentos econômicos, políticos, demográficos, ecológicos e até mesmo históricos. Um terceiro motivo de atração peculiar oferecida pelo compêndio em apreço reside no fato de que enfoca, ao lado de uma apresentação sistemática dos fatos econômicos, uma parte regional. Sobretudo uma visão regional no contexto de um mundo em crises, dentre as quais a crise energética, embora não sendo a única, é a mais aguda e a principal responsável por uma brusca perturbação nas relações entre os componentes do grande sistema econômico planetário.

Creemos que a maioria dos manuais anteriores não apresentam estas características combinadas, tanto porque não associam de forma abrangente a análise tópica dos mecanismos econômicos à análise de entidades nacionais ou regionais, quanto porque procuram abarcar toda a geografia sistemática (não aprofundando, pois, a parte econômica propriamente dita), ou porque se cingem topicamente a uma só categoria de fatos. Neste último caso se enquadra, por exemplo, o que de melhor se produziu sob a forma de pequenos manuais em séries ou coletâneas, uma das mais importantes delas sendo aquela que a própria Prentice Hall, Inc. vem publicando sob a rubrica de *Foundation of Economic Geography Series*.

Na presente obra os autores se propõem a nos dar elementos para reconhecer e compreender os padrões globais de interdependências segundo os quais os problemas de uma parte são relacionados com eventos de outra. Para tanto, dizem eles, se impõe um enquadramento sistêmico, dado que "um sistema é uma entidade que funciona devido à interdependência de suas partes". A proposição não é absolutamente nova, tendo sido de forma notável utilizada em escala mundial por Meadows e outros, no famoso estudo sobre *Os limites do crescimento* \* um dos marcos inaugurais da era de preocupação com a dimensão ambiental do desenvolvimento e do bem-estar da humanidade. A obra que estamos apreciando, porém, tem o grande mérito de nos oferecer, sob esta perspectiva, uma sistematização da Geografia Econômica. Cerca de metade do compêndio (doze capítulos) é dedicada à analisar de forma *sistemática* as partes ou os elementos dos mecanismos econômicos. A outra parte, outros doze capítulos, examina de forma *regional* exemplos de economias nacionais e a interdependência mundial. O livro acaba com mais um capítulo dedicado expressamente ao tema do crescimento econômico e seus limites.

Os capítulos estão todos estruturados em oito partes, reunindo os temas considerados fundamentais pelos autores: 1) os fundamentos geográficos, 2) os fundamentos econômicos, 3) as teorias de localização, 4) os mecanismos de intercâmbio comercial e interação, 5) a estrutura regional da economia, 6) as economias do centro mundial, 7) as economias da periferia mundial, 8) o crescimento dos sistemas econômicos e sua dinâmica espacial.

A parte relativa aos fundamentos geográficos se inicia com uma síntese introdutória, oferecendo um panorama da evolução da geografia econômica a partir da geografia comercial anglo-saxônica; a seguir a maneira pela qual a geografia atravessou a fase determinista e incorporou a preocupação com a organização do espaço, estreitando seu relacionamento com o campo da economia e adotando o enfoque sistêmico.

---

\* Meadows, D. H., D. Meadows, J. Randers e W. W. Berens. *The limits to growth: a report for the Club of Rome's Project on the predicament of mankind*. New York: Universe Books 1972.

Como fundamentos geográficos básicos considera em primeiro lugar a população (a “primeira variável na análise do sistema”), sua distribuição espacial e comportamento temporal, e a relação das características demográficas com os problemas de desenvolvimento. Em seguida, a natureza e a disponibilidade dos recursos naturais são analisadas sob a perspectiva de uma população crescente e carente de alimentos, recursos energéticos e matérias-primas básicas, realçando o papel da tecnologia (na elevação do nível de aproveitamento dos recursos não renováveis) e da estrutura comercial (estreitando a interdependência no sistema).

Dentre os fundamentos econômicos, imprescindíveis para a compreensão da natureza de custos e benefícios e, conseqüentemente, das mudanças das inter-relações locacionais, são destacados: os preços e seu papel na estrutura de demanda e oferta; a estrutura de preferência do consumidor e a variação espacial da demanda, o que poderia constituir as bases para uma “geografia da demanda”; finalmente, a escala econômica da unidade de produção e as inter-relações básicas da oferta.

A terceira parte, teorias de localização, constituindo o âmago da moderna geografia econômica, consta de uma resenha do que tem sido amplamente divulgado, entre nós, sobre o assunto. Contém, ademais, um capítulo bem didático sobre estudos de casos da dinâmica da localização industrial, enfocando exemplos das indústrias tradicionais segundo variação nos fatores clássicos: papel da área de mercado, da mudança, da tecnologia de transportes, da busca por energia mais barata, da emergência dos custos de trabalho. Por outro lado, como exemplo de indústria bem moderna, com fatores peculiares de localização mostra o caso da indústria eletrônica.

De fundamental importância para se compreender os propósitos e a estrutura do livro é a sua quarta parte: intercâmbio e interação. De início, teorias do comércio internacional são expostas à luz dos efeitos das condições de oferta, dos efeitos das condições de demanda, das barreiras ao comércio (distância, interferências governamentais). Extensa análise sobre os padrões e a dinâmica do comércio mundial constitui, aqui, a base para a compreensão holística do sistema econômico internacional. Curiosamente não é aqui, mas bem mais adiante, que se manifesta nitidamente a inclinação dos autores pelo “modelo funcional de dependência” na organização espacial da economia internacional. A inferência do modelo se daria, é claro, mais pelos padrões organizacionais (as conseqüências) do que pelos fluxos (as causas). Esta observação, entretanto, não implica em omitir o fato de que os desequilíbrios mundiais são, desde logo, assinalados nesta parte. A inclusão, no final desta mesma parte, do capítulo sobre o comércio local e a hierarquia urbana aparentemente quebraria a linha seguida de escala crescente na análise dos fatos; mas, depois de revisar os conhecidos aspectos da teoria da centralidade, ele culmina com a análise do modelo de James Vance. Neste modelo são desenvolvidas as diferentes fases da organização mercantil do espaço cuja evolução se faz sob forças exógenas relacionadas com as fases de emergência do modelo de centralidade, por sua vez oriundo de forças endógenas.

Conseqüência direta da parte anterior é aquela que trata da estrutura regional da economia (incidentalmente é interessante notar aqui que, segundo os autores, tal como o modelo de hierarquia urbana, o sistema de regiões foi pressentido pelo geógrafo árabe Al-Muqaddasi, ainda no final do século dez). Aqui o conceito regional é relacionado ao “sistema internacional” cujas dimensões são analisadas no final.

Antes disso, porém, são revisadas as características das três modalidades de região (funcionais, homogêneas e administrativas); e é, igualmente, reiterada a *spatial field theory*. Formulada por Berry com o fim de inter-relacionar os fundamentos funcionais e os fundamentos formais das duas primeiras modalidades, esta teoria é aqui estendida para incluir também os fundamentos das regiões administrativas.

O capítulo de maior importância nesta parte, o que serve de prólogo aos estudos regionais, refere-se ao paradigma da estrutura espacial da economia mundial. Trata-se do conhecido modelo centro-periferia, aqui denominado de *The heartland-hinterland paradigm* (os dois primeiros termos sendo dificilmente traduzíveis com fidelidade). Ele é referido à “teoria geral do desenvolvimento polarizado” de John Friedman, aplicável em diferentes escalas geográficas. Evidencia-se, desde logo, que este modelo não é apenas a referência para a seleção e classificação dos casos estudados na parte regional, como ele enquadra as características básicas assinaladas para cada caso. Ele permite, ademais, a caracterização geográfica da matriz de dependência na escala mundial. Com efeito, a concepção regional dos autores está calcada, como parece óbvio, nesta moldura: as *heartlands* são definidas como subsistemas da sociedade, territorialmente organizados, possuindo uma alta capacidade para gerar mudanças inovadoras; as *hinterlands* são todas as regiões além das *heartlands* cujo processo de crescimento e mudança é determinado por suas relações “de dependência com as *heartlands*”. Estas, por seu lado, têm em comum uma alta concentração da força de trabalho nas atividades industriais e nos serviços especializados (setor quaternário), resultado de uma passagem do desenvolvimento baseado nos recursos naturais para o desenvolvimento baseado nos recursos humanos. Indústrias e serviços tornam-se cada vez mais sofisticados e cientificamente orientados, cada vez mais interligados, e cada vez menos relacionados com processamento e o comércio de recursos primários. Estas características constituem o “moderno motor do crescimento”, tornando o termo *heartland* quase que sinônimo de altas rendas *per capita* e altos potenciais de renda.

As características organizacionais de uma e de outra parte do modelo mundial são analisadas (no caso das *hinterlands* são enfatizados o papel da herança colonial e a persistência da economia dual) e discutidos os critérios para a seleção das entidades nacionais que são tomadas como casos para estudo nas partes que se seguem. Os autores identificam cinco tipos de sistemas econômicos, de acordo com a natureza do processo de decisão e a capacidade dos líderes nacionais para controlar e efetuar mudanças: 1) a economia de mercado em *laissez-faire* (sic); 2) o sistema do moderno estado industrial com negociações de mercado em larga escala; 3) o *welfare state* (economias com prioridade no bem-estar social); 4) o estado socialista; 5) o grupo diversificado de economias do Terceiro e Quarto Mundo\*.

São examinados quatro casos nas *heartlands* e outros quatro nas *hinterlands* (sexta e sétima parte). No primeiro grupo, o Canadá, que os autores enquadram no tipo do *laissez-faire* predominante, é oferecido como um exemplo de desafio do crescimento e mudança no Primeiro Mundo, onde os recursos naturais vão sendo substituídos pela urbanização como alavanca do crescimento, e onde ainda são flagrantes os problemas de disparidades regionais. O Reino Unido, colocado entre os *welfare states*, é uma ex-potência imperial voltada para si, e cuja

---

\* O Quarto Mundo é formado por aqueles países de tal modo pobres que não dispõem ou não desenvolveram recursos para financiar as importações essenciais.

liderança mundial foi substituída (de modo mais ou menos brusco) pelos problemas de ajustamento a um *mini status* no processo de integração na Europa em unificação. O Japão, correspondendo melhor ao segundo tipo de economia acima indicado, é o pólo de crescimento do Oriente, e fez da tecnologia o acicate para seu vertiginoso crescimento industrial no após-guerra. Finalmente, a União Soviética (líder do Segundo Mundo) oferece-nos o quadro de uma transformação urbano-industrial emergida de um processo continuado de planejamento estatal centralizado que comanda a estrutura e os objetivos de um estado socialista.

No segundo grupo é apontado como exemplo do *laissez-faire* \* no contexto do subdesenvolvimento a área do Mercado Comum Centro-Americano (Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicarágua e Costa Rica). Esta região é constituída por pequenos países e grandes problemas, mas que procuram se desenvolver pela cooperação; o MCCA apresenta-se como exemplo de uma economia de *laissez-faire* altamente dualística. A Nova Zelândia é exemplo de *welfare state* nas hinterlândias, de um País que encontrou o caminho da prosperidade através de forte dependência econômica, não obstante a grande distância de seu parceiro (a Grã-Bretanha). A Indonésia, que enfrenta o desafio do tamanho e da diversidade de espaço e de culturas, ainda tenta remover o fardo da herança colonial dos dualismos e procura o caminho do crescimento, organizando, em larga escala, uma economia orientada para o aproveitamento de seus recursos. A China, com seu socialismo e seu planejamento à moda oriental, tenta criar novas formas de organização do espaço, com soluções marxistas próprias.

Toda esta parte regional, ademais, de muito imaginativa se revela muito rica de informações, não obstante procurar se cingir aos fatos relevantes que, em cada caso, caracterizam o "sistema". Evidentemente, há uma preocupação para com a aplicação de esquemas teóricos (é sempre sugestiva, por exemplo, a análise da aplicação do modelo nacional centro-periferia ao arquipélago do Japão, comparadamente com a Grã-Bretanha). Na consideração dos fundamentos geográficos econômicos, as condições históricas são devidamente realçadas: os problemas de ajustamento no após-guerra, nas *heartlands*, a formação cultural e os conflitos gera-los pelo colonialismo, nas *hinterlands*. Na análise dos fundamentos e das condições prevaletentes, a caracterização dos problemas se detém, inclusive, em alguns aspectos muito a gosto da tradicional geografia cultural ateorética, tal como o detalhamento do papel da formação histórica (formação étnica, em alguns casos) ou as características da agricultura tradicional face as características da agricultura comercial.

Persistente em seu gosto pela síntese dos fatos e fiéis à abordagem geográfica e nomotética, os autores apresentam, ao final de cada grupo de casos, uma sistematização dos problemas do crescimento econômico nas *heartlands* e nas *hinterlands*.

Para o primeiro caso há uma base teórica formal: o Modelo de Denison (Edward), apresentado em um estudo feito por este autor em 1962 (*The sources of economic growth in the United States and the alternatives before us*), modelo este que, tendo sido também aplicado à Europa Ocidental, ao Canadá e ao Japão, e até mesmo à União Soviética, constitui uma base para a avaliação quantitativa do crescimento econômico e para explicar as diferenças nas taxas de desenvolvimento dos países industrializados. Baseia-se ele no meticuloso exame e classificação

---

\* Talvez seja este o caso em que mais nos choca o emprego da expressão *laissez-faire* de significado tão controvertido no mundo atual. Talvez seja ela aceitável apenas em uma conotação parcial, aplicável a alguns poucos setores do sistema econômico social.

das fontes de crescimento, grupadas em dois conjuntos: crescimento devido a aumentos nos níveis absolutos dos fatores de produção e crescimento devido ao aumento da eficiência no uso e combinação dos fatores. As *heartlands*, com incipiente ou nula industrialização, não dispoem das mesmas estatísticas sofisticadas que o outro grupo (a começar pela matriz de insumo-produto) não são passíveis de enfoque análogo. Seus problemas são equacionados em torno do desafio das desigualdades internacionais e das possibilidades de mudar o poder de barganha de modo mais favorável aos países retardatários (vg. a crise mundial devido aos preços do petróleo).

Finalmente, a última parte do livro constitui-se na análise mais abrangente do crescimento dos sistemas econômicos e sua relação com a dinâmica espacial. Primeiramente é analisado o processo de crescimento em si, os seus tipos e padrões (diferenciando-se crescimento e mudança), momento em que é introduzida a lei da alometria, tão cara a um dos co-autores (M. Ray).

A alometria estabelece índices que comparam o crescimento das partes com o crescimento do todo e, por aí, verificando-se diferentes relações de crescimento entre as diversas partes e o todo, se pode detectar mudanças dentro do sistema. Em seguida passa-se a um aspecto bem mais explicitamente geográfico, o crescimento dos sistemas espaciais e o desenvolvimento da organização espacial. Ambos aspectos, insistem os autores, são ligados por três processos inter-relacionados: invenção (ato de criação) inovação (ato de adoção) e difusão (modo de propagação do centro de invenção aos lugares de adoção). Embora esteja ocorrendo desde o paleolítico, o processo de difusão de inovações se identificou com a propagação da própria revolução industrial do mundo moderno, tornando-se imprescindível para a compreensão da geografia dos sistemas econômicos da atualidade, conforme se propõe o compêndio em exame. Não é sem razão, portanto, que estranhemos que os autores tenham dado um tratamento muito reduzido ao estudo do processo de difusão propriamente dito, do mesmo modo que deixando de ilustrar os mecanismos de propagação (*spread effect*) e retorno (*backwash effect*) ao considerarem a dinâmica espacial dos sistemas.

O fecho de toda a matéria exposta é o exame dos limites do crescimento, voltando-se ao balanço das duas primeiras ordens de variáveis — população e recursos naturais — dentro da dinâmica dos sistemas econômicos considerados em diversas escalas, a partir do enfoque planetário. Neste ponto seria impossível aos autores fugir da moldura traçada por Meadows e mais outros (*The limits to growth*) e da discussão das sombrias alternativas de crescimento por eles propostas. Contudo, a posição geral de Berry, Ray e Conkling nesta questão não é radical. Por isso gostaríamos de encerrar estes comentários transcrevendo a profissão de fé que eles estampam no prefácio:

“Cada cultura e cada época têm sua própria imagem do futuro, com suas esperanças e suas expectativas, suas aspirações e seus ideais. (...) o sociólogo Frederick L. Polak afirma que a história (de cada) cultura é a história de sua imagem do futuro e que “pensar sobre o futuro não é apenas a mais poderosa alavanca do progresso mas também a condição para a sobrevivência”. Os geógrafos econômicos, tal como outros especialistas, inesperadamente apanhados pelos problemas da época atual, começam a voltar sua atenção para a imagem do futuro e para a contribuição que eles desejam fazer para esse futuro. A base da contribuição deles é uma geografia dos sistemas econômicos. Com este objetivo é que este livro é oferecido”.