

SUMÁRIO

Pedro Pinchas Geiger
Maria Salette Ney da Motta Lima
Myriam Emile Abi Abib

Distribuição de atividades agropastoris em
torno da metrópole de São Paulo 3

Neuza Machado Vieira

O desequilíbrio do quadro natural de Franca
(SP) e a formação de voçorocas 37

Pedro Pinchas Geiger
Ana Margaret Simões Lyra
Ernst Willy Küffer
Pedro Luiz Pinto Felicíssimo

Introdução à análise de séries temporais ... 81

Reuben H. Brooks
Daniel G. Colley

O que veio antes, o caramujo ou o ovo? O
problema de difusão da esquistossomose no
Brasil 109

INDICADOR DO ANO

Sumário 129

Índice de Autores 131

Distribuição de atividades agropastoris em torno da metrópole de São Paulo^{*}

PEDRO PINCHAS GEIGER
MARIA SALETTE NEY DA MOTTA LIMA
MYRIAM EMILE ABI ABIB

1 — Considerações Gerais

1.1 — Um Teste para o Modelo de Von Thünen

O modelo de Von Thünen, que se refere à distribuição de atividades agropastoris pelo espaço geográfico, é bem conhecido. Segundo este modelo, tendo em vista o destino da produção destas atividades para o consumo de um centro que funciona como mercado (sendo este constituído naturalmente de uma grande cidade, e dado as condições de homogeneidade do espaço rural), as atividades acabarão por se organizar de forma ordenada, segundo anéis, em torno do centro-mercado. Estes anéis serão caracterizados pela presença de determinados gêneros de produtos e sistemas de cultivo.

Como todo modelo, trata-se, evidentemente, de uma abstração a partir da realidade, abstração necessária no sentido de classificar a atuação de uma variável, neste caso, custo de transporte. J. D. Nystuen,** citando o próprio texto original de Von Thünen, mostra que este autor tinha plena consciência dos desvios entre a realidade, mais complexa, e seu modelo, cujo propósito é o de indicar “o efeito e operação de uma variável singela”.

* Este trabalho foi promovido pelo Núcleo de Planejamento Urbano e Regional — PLANUR, órgão da Universidade Federal do Rio de Janeiro que proporcionou auxílio financeiro à pesquisa. Está sendo publicado igualmente na *Revista Geográfica* do I.P.G.H.

** JOHN D. NYSTUEN “Identification of Some Fundamental Spatial Concepts” — *Spatial Analysis* pp. 45:41, Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1968.

Segundo o modelo, os gêneros perecíveis, ou que, por outra razão, tenham custo de transporte relativamente mais elevado (definido pela relação entre o custo do transporte por unidade de produto e o valor da mesma unidade de produto) se localizarão mais próximos do mercado; produtos de custo de transporte relativamente mais baixo ficarão a maiores distâncias.

No Brasil, a metrópole paulistana se desenvolveu como grande centro concentrador da atividade industrial do país (cerca de 50%, considerada a grande região metropolitana), grande centro consumidor que reúne cerca de 8,5 milhões de habitantes na área metropolitana, ou mais de 10 milhões na região metropolitana. A condição de núcleo-pri-maz faz com que à sua volta não se encontre nenhuma outra grande cidade que lhe seja, não digamos comparável, mas que disponha, pelo menos, de um contingente apreciável de população, em relação à di-mensão metropolitana. Santos e Campinas, 2.^a e 3.^a cidades do Estado de São Paulo, são componentes da Grande Região Metropolitana, mas Campinas, por exemplo, não alcançava 400.000 habitantes no Censo de 1970. A maior cidade fora da região metropolitana, no Estado de São Paulo, Ribeirão Preto, 4.^a cidade desta Unidade da Federação e a 400 km de São Paulo, não possuía nem 300.000. A partir da metrópole paulista-na, para o noroeste, só serão encontradas outras grandes cidades, da ordem de 500.000, em Goiânia, ou em Brasília, a mais de 1.000 km. Por-tanto, torna-se o espaço, em torno de São Paulo — principalmente na direção do interior do continente — favorável à análise da distribuição das atividades agropastoris, para um confronto com o modelo de Von Thünen.

A validade do modelo pressupõe a estabilidade relativa, ao longo do tempo, da organização em anéis. Mais do que isto, pressupõe que os anéis possam se deslocar, se ampliar ou reduzir, mantendo, contudo, a mesma disposição ordinal, por influência do crescimento do mercado e das melhorias tecnológicas no campo da produção e do transporte. Seria, portanto, de interesse na pesquisa, recorrer a informações sobre atividades agropastoris referentes a diferentes períodos do tempo.

1.2 — As Variáveis Disponíveis

O andamento da pesquisa iria depender, naturalmente, das variáveis disponíveis.

O Censo Agrícola de 1970, realizado pelo IBGE, já publicou uma série de resultados a nível de município, unidade de observação cuja escala de dimensão é indispensável em pesquisa de tal natureza. De uti-lidade para o nosso estudo, encontram-se os seguintes dados:

- área dos estabelecimentos rurais cultivada em lavouras per-manentes.
- área dos estabelecimentos rurais cultivada em lavouras tempo-rárias.
- área dos estabelecimentos rurais não cultivada.

Apesar de apreciáveis, como se vê, a diversidade da informação necessária para este gênero de pesquisa não é muito grande.

Como se sabe, a Estatística da Produção do Ministério da Agricultu-ra dispõe de dados anuais relativos a uma série de produtos. A questão é que estes dados não possuem a precisão dos dados censitários; expe-riências realizadas mostraram discrepâncias apreciáveis entre as duas

fontes de dados. Vamos considerar, portanto, que os dados dos Censos são “corretos” e que os dados da Produção Agrícola são “incorretos”. Se, no entanto, assumirmos que os erros estão de certa forma igualmente distribuídos pelas unidades de observação, ou municípios, poderemos fazer comparações entre os dois conjuntos de dados, em termos da participação relativa de cada município no total da produção ou da área cultivada.

Note-se, contudo, que de qualquer forma não seria possível fazer a compatibilização dos dados do Censo quanto a áreas cultivadas em produtos temporários ou permanentes, com os da Produção Agrícola, partindo de somatórios envolvendo os diversos produtos desta última, para se obter igualmente áreas em produtos temporários e áreas em produtos permanentes. Isto por duas razões: 1.^o porque teríamos que esgotar todos os produtos agrícolas de um município e, na verdade, as estatísticas selecionam uma série de produtos; 2.^o porque muitas espécies são cultivadas em lavouras intercaladas ou associadas, de modo que a área de uma é também a área de outra.

Portanto, tivemos que fazer recurso de dados de alguns produtos da Produção Agrícola, de modo que pudéssemos analisar a sua distribuição percentual pelos municípios, a saber:

- café
- cana-de-açúcar
- algodão
- feijão
- arroz
- soja.

Para estes produtos foram coletados os dados de área cultivada em 1970. Note-se que certas atividades, como no caso de ovos, leite, ou de dimensão de rebanhos — como no caso de bovinos — existem apenas dados de produção em volume ou cruzeiros. No entanto, para o trabalho em questão, tratava-se de definir a utilização do solo, de modo que estas atividades não puderam ser analisadas.

Quanto ao dado censitário de terras não cultivadas, englobava terras de mata e terra de pastagens.

Para realizar a comparação temporal dispúnhamos do Censo de 1950, também uma realização do IBGE. Neste caso, as informações são mais variadas, uma vez que pudemos utilizar, a nível de município, os seguintes dados:

- área dos estabelecimentos rurais cultivada em lavouras permanentes.
- área dos estabelecimentos rurais cultivada em lavouras temporárias.
- área dos estabelecimentos rurais em pastagens.
- área dos estabelecimentos rurais em matas.
- área dos estabelecimentos rurais em reflorestamento.
- área dos estabelecimentos rurais cultivada em café.
- área dos estabelecimentos rurais cultivada em cana-de-açúcar.
- área dos estabelecimentos rurais cultivada em algodão.
- área dos estabelecimentos rurais cultivada em milho.
- área dos estabelecimentos rurais cultivada em feijão.
- área dos estabelecimentos rurais cultivada em arroz.

1.3 — O Método Aplicado

Sobre um mapa do Brasil foram traçados círculos centrados sobre a cidade de São Paulo. O raio do primeiro círculo foi de 75 km; o seguinte tinha 150; sucessivamente, cada círculo possuía um raio maior de 75 km em relação ao círculo anterior. Ao todo, foram traçados 10 círculos, o último com 750 km de raio. Estes círculos formavam, portanto, anéis em torno da cidade de São Paulo, “anéis de análise”. Dado o volume de trabalho e os recursos humanos e financeiros disponíveis, não havia condição de realizar o levantamento de dados para todos os municípios envolvidos pelos círculos descritos, em número superior a 1.000.

Uma grade quadriculada, todas as quadriculas tendo a mesma dimensão (37,5 km de lado), foi superposta aos anéis acima mencionados. Deste modo, os anéis internos, de menor área, possuíam número menor de quadriculas e os anéis externos, de maior área, número maior. As quadriculas foram numeradas para que pudessem ser identificadas no mapa.

Em seguida foram sorteados, de forma aleatória, 20% das quadriculas de cada anel, resultando um total de 161 quadriculas. Identificadas as quadriculas no mapa, procurou-se relacionar a estas quadriculas os municípios nelas inscritos. Naturalmente que esta tarefa foi muito delicada, uma vez que freqüentemente apenas parte de municípios se encontravam dentro da quadricula. Nestes casos, cada situação era analisada por si, para que fosse decidida a inclusão ou não do município.

A técnica acima descrita foi aplicada à malha municipal de 1970. Ainda assim, no entanto, o número de municípios seria extremamente elevado. Além disso, havia um problema metodológico muito sério: dado a posição excêntrica da cidade de São Paulo em relação ao continente, os anéis não “fecharam”, isto é, na maioria dos círculos não eram completos, uma vez que se projetavam sobre o Oceano, como se vê na figura 1.

A primeira vista parece que, tendo em conta o objetivo de igual representatividade para cada anel, o certo seria traçar um setor de círculo, com vértice em São Paulo, e considerar os trechos dos anéis, inscritos no setor. No entanto, é necessário considerar que a distribuição das atividades agrícolas, na medida em que apresentarem a influência do custo de transporte, se adaptará ao traçado das estradas. Optou-se, portanto, por desenhar dois retângulos com largura de 225 km e comprimento de 750 km, superpostos aos anéis e à grade considerada e que recobrem dois grandes eixos de circulação. Um retângulo *A* ocupou uma posição que vai de São Paulo na direção do Noroeste, passando por Ribeirão Preto, Uberaba, Uberlândia, até o sudeste de Goiás. Outro retângulo *B*, tomou a direção de Sudoeste, cobrindo Botucatu, Jacarezinho, Londrina, até a barranca do Rio Paraná. A figura 1 mostra o espaço do Brasil estudado, os “anéis de análise”, os anéis econômicos identificados no fim do trabalho e os retângulos que cobrem as regiões de observação.

Os municípios selecionados no interior destes retângulos tiveram os seus dados levantados. A Tabela I dá a relação dos municípios escolhidos para o retângulo que cobre o Estado de São Paulo, o Triângulo Mineiro e Sul de Goiás. A Tabela II faz o mesmo quanto aos municípios do retângulo que interessa ao Estado de São Paulo e ao Paraná.

Ainda no sentido da economia de recursos, os mesmos municípios sorteados para 1970 foram utilizados para a pesquisa referente a 1950. No entanto, como se sabe, a divisão municipal não é a mesma nos dois períodos. Conseqüentemente, no caso de municípios de 1970, desmembrados de outros em 1950, foram considerados os municípios de origem. Naturalmente que com esta prática formaram-se possíveis distorções no

DISTRIBUIÇÃO DE ATIVIDADES AGROPASTORIS EM TORNO DA METRÓPOLE PAULISTA

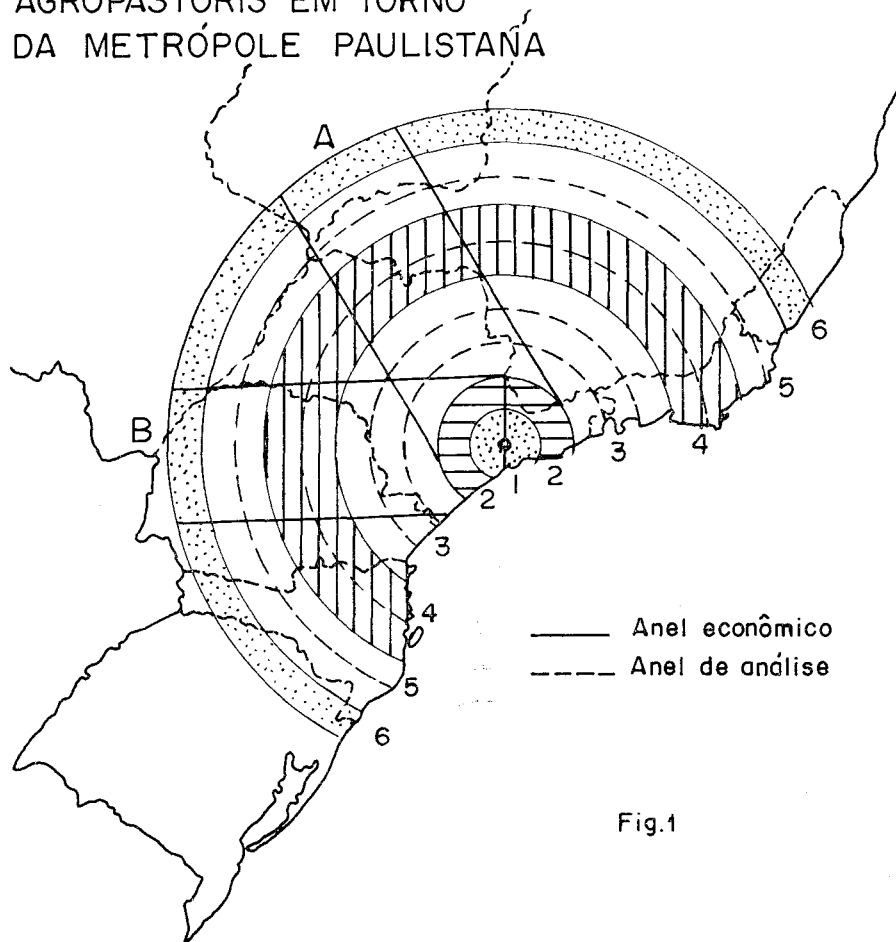


Fig.1

DivEd/D-J.A.C.

tratamento da amostragem. Por isso mesmo cada caso foi examinado cuidadosamente para a minimização destas distorções.

No caso do retângulo voltado para o Norte do Paraná, a comparabilidade entre 1970 e 1950 tornou-se muito difícil, dado o enorme desmembramento verificado nesta região, entre 1950 e 1970. Finalmente, foi decidido não fazer por ora a comparação temporal para esta parte do território. Essa comparação se cingiu à região entre São Paulo e Goiás.

Obtidos os dados estatísticos relativos aos municípios sorteados, adotou-se o seguinte procedimento para cada região-retângulo e para cada ano de observação:

1.º — Os dados dos municípios pertencentes a cada anel de análise foram agregados, de modo que áreas ocupadas pelas diversas atividades passaram a representar os anéis.

2.º — Foram calculadas as percentagens das áreas ocupadas pelas diversas atividades de cada anel, sobre os totais das áreas ocupadas pelas respectivas atividades no retângulo ou região considerada. Deste modo, pode-se verificar a contribuição que cada anel faz quanto à área total ocupada por determinada atividade. Por exemplo, podemos verificar

TABELA I

Relação dos municípios sorteados, por anel de análise no retângulo, de São Paulo ao Sul de Goiás

Anéis	Municípios
1.º	Mongaguá, Praia Grande, S. Vicente, Franco da Rocha, Caieiras, Mairiporã, Guarulhos, Osasco, Mogi das Cruzes, Guerorema, Arujá, Biritiba-Mirim.
2.º	Miracatu, Pedro de Toledo, Tapiraí, Pilar do Sul, Monte Mor, Nova Odessa, Sumaré, Elias Fausto, Capivari, Mogi-Guaçu, Itapira, Mogi-Mirim.
3.º	Botucatu, Anhembi, S. Manuel, Araras, Leme, Sta. Cruz da Conceição, Corumbataú, Águas da Prata, S. Sebastião da Gramma, Vargem Grande do Sul, São João da Boa Vista, Santo Antônio do Jardim, Pinhal, Albertina (MG), Andradadas (MG).
4.º	Luís Antônio, Pradópolis, Dumont, Cravinhos, Serrana, Serra Azul.
5.º	Itápolis, Santa Adélia, Cândido Rodrigues, Catanduva, Catiguá, Palmares Paulista, Paraíba do Sul (RJ).
6.º	Olimpia, Severina, Conceição das Alagoas (MG).
7.º	Frutal (MG).
8.º	S. Francisco de Sales (MG), Campina Verde (MG).
9.º	S. Simão (GO), Caçu (GO), Paranaiguara (GO), Santa Vitória (MG), Tupaci-guara (MG), Itumbiara (GO), Panamá (GO), Goiatuba (GO), Buriti Alegre (GO).
10.º	Quirinópolis (GO), Rio Verde (GO).

TABELA II

Relação dos municípios sorteados, por anel de análise no retângulo, de São Paulo ao Norte do Paraná

Anéis	Municípios
1.º	Franco da Rocha, Caieiras, Mairiporã, Guarulhos, Osasco.
2.º	Miracatu, Pedro de Toledo, Tapiraí, Pilar do Sul, Sete Barras, Monte Mor, Nova Odessa, Sumaré, Elias Fausto, Capivari.
3.º	Jacupiranga, Registro, Pariquera-Açu, Guapiara, Ribeirão Branco, Itatinga, Botucatu, Anhembi, São Manuel.
4.º	Ribeira, Sengis (PR), Santa Bárbara do Rio Pardo.
5.º	São José da Boa Vista (PR), Venceslau Braz (PR), Tomazina (PR), Quatinguá (PR), Siqueira Campos (PR), Jacarezinho (PR), Ribeirão Claro (PR), Chavantes, Timburi, Santa Cruz do Rio Pardo, S. Pedro do Turvo.
6.º	Telêmaco Borba (PR), Tibaji (PR), Ortigueira (PR), Santa Cecília do Pavão (PR), São Sebastião da Amoreira (PR), Açaí (PR), Leopólis (PR), Sertaneja (PR), Florínea.
7.º	Londrina (PR), Marilândia do Sul (PR), Califórnia (PR), Apucarana (PR), Borrazópolis (PR), Cambira (PR), Marumbi (PR), Rio Bom (PR).
8.º	Barboza Ferraz (PR), Campo Mourão (PR), Cafeara (PR), Lupionópolis (PR), Santa Inês (PR), Santo Inácio (PR), Colorado (PR), Cruzeiro do Sul (PR), Lobato (PR), Paranacity (PR), Uniflor (PR), Imajá (PR), Paranaipoema (PR), São João do Caiuá (PR), Santo Antônio do Caiuá (PR).
9.º	Janiópolis (PR), Araruna (PR), Tapira (PR), Cidade Gaúcha (PR), Terra Rica (PR), Paranavaí (PR).
10.º	Formosa (PR), Andirá (PR), Icaraima (PR), Umuarama (PR), Botaiporã (M. Grosso), Ivinheima (M. Grosso).

PERCENTUAIS DE PASTAGENS, LAVOURAS, MATAS
E ÁREAS REFLORESTADAS DOS ANEIS SOBRE OS
TOTAIS DE CADA COLUNA.

— S. PAULO AO TRIÂNGULO MINEIRO-1950 —

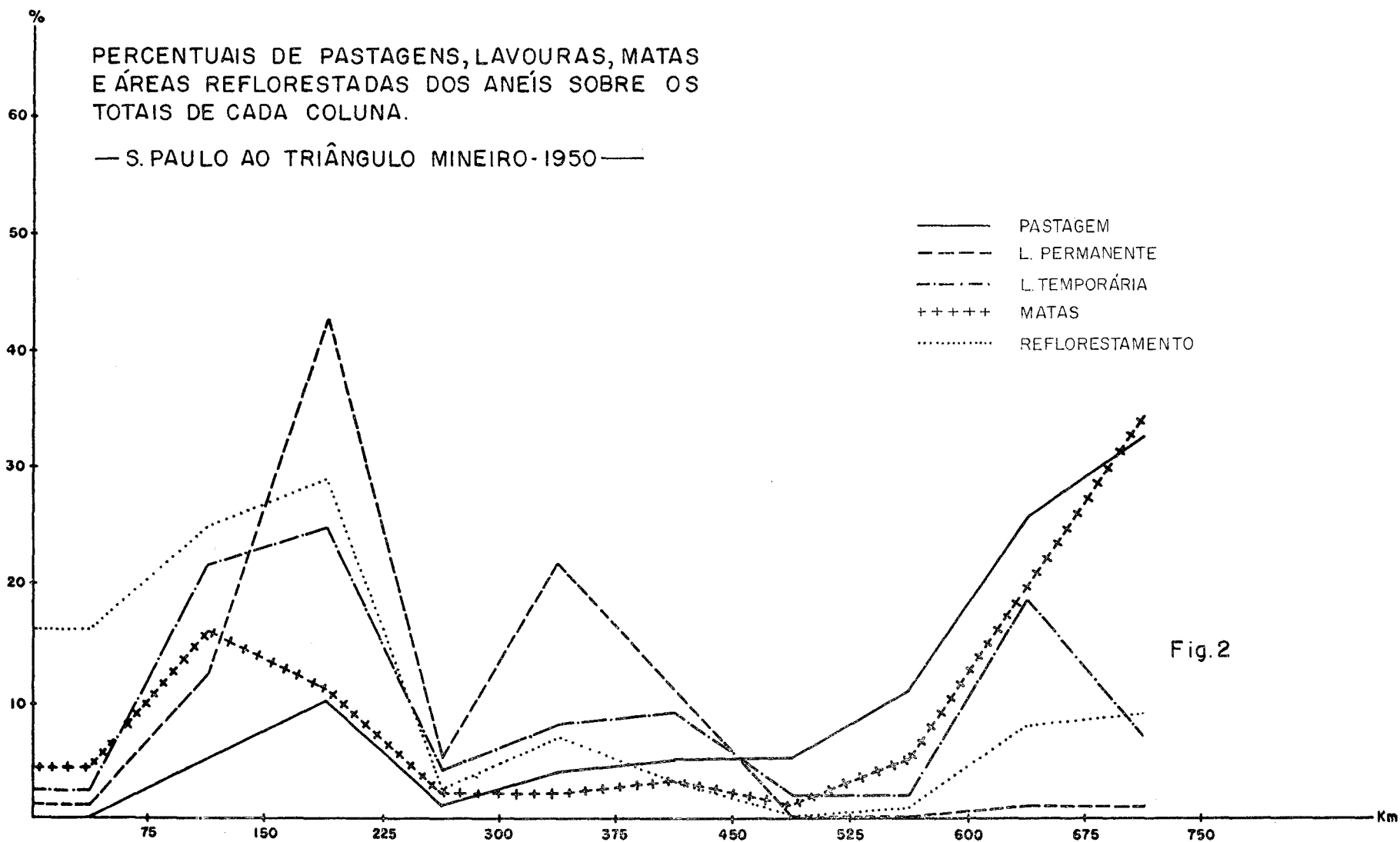


Fig. 2

qual é a participação de um anel na área total ocupada por café da região.

As Tabelas 3, 5, e 7 mostram estas percentagens, para 1950, na Região de São Paulo a Goiás, para 1970, na mesma região, e para 1970 na Região de São Paulo a Paraná. Do mesmo modo, as figuras 2 e 3, 6 e 7, e 10 e 11.

3.º — Foram calculadas as percentagens das áreas ocupadas pelas diversas atividades de cada anel, em relação ao total da área ocupada pelo anel. Isto é, foram calculadas as áreas ocupadas por pastagens, matas, reflorestamento, lavouras temporárias e lavouras permanentes de um anel, que somam aproximadamente 100% da área total do anel (aproximadamente, devido a cálculos não exatos, à existência de construções e a litossolos).

As Tabelas 4, 6 e 8 referem-se a resultados destes cálculos, assim como as figuras 4 e 5, 8 e 9 e 12 e 13.

O texto que se segue é a interpretação destes resultados.

2 — Da Região Metropolitana de São Paulo ao Sudeste de Goiás

2.1 — A Situação em 1950

a) 1.º Anel

Uma primeira faixa, em torno da capital paulistana, se estende até uma distância de cerca de 75 quilômetros, e corresponde ao 1.º “anel de análise”. O que caracteriza este anel é o fato de que sua principal contribuição se faz em produtos do reflorestamento e de matas existentes. Em relação a toda a região, em estudos considerados, a área ocupada por reflorestamento e matas era de 16% e 4% respectivamente. Seguiu-se a lavoura temporária (2%) e que compreendia a produção hortigranjeira. Portanto, esta faixa define o clássico anel fornecedor de lenha e hortigranjeiros em torno da cidade.

Quanto à organização interna do anel, observa-se que matas e reflorestamento cobriam 25% da área das propriedades rurais; as pastagens, ligadas à pecuária leiteira, abrangiam 24%.

b) 2.º Anel

Este também corresponde ao 2.º “anel de análise” e se estende a 150 km da metrópole. Reflorestamento e matas continuam ocupando posição apreciável, agora somando 41%. Tomando-se em conjunto o 1.º e o 2.º anel, acumula-se 41% da área reflorestada de todo o retângulo e 20% das matas. No entanto, neste anel, a lavoura temporária se salienta com 22%. Com efeito, este é o anel de lavouras industriais; inclui trechos da região açucareira, na qual Piracicaba desponta como principal centro, comparecendo com 52% de toda a área cultivada em cana-de-açúcar da região em estudos. Inclui, também, áreas algodoeiras em 27%.

A organização interna deste anel (veja Tabela 4) mostra que, logo após as pastagens, 41% são das lavouras temporárias que ocupam a maior parte do solo das propriedades agrícolas, com 18%; seguem-se matas, 15%, lavouras permanentes 6%; e reflorestamento, 3%. A cana-de-açúcar ocupa 3% do uso do solo, ou seja, um sexto do total da área cultivada, e o algodão 2%. O milho comparece com 5%. Quanto às permanentes, 3% é ocupado pelo café.

TABELA III

Percentuais das áreas ocupadas (em km), pelas atividades agropastoris nos anéis de análise, em relação aos totais das áreas ocupadas no retângulo, de São Paulo ao Sul de Goiás — 1950

Anéis	Área de Lavouras		Área de Pastagens	Área de Matas	Área de Reflorestamento	Produtos Agrícolas						
	Permanentes	Temporárias				Arroz	Milho	Soja	Algodão	Cana	Feijão	Café
1	1	2	—	4	16	—	3	—	—	2	4	—
2	15	22	5	16	25	11	29	—	27	52	19	10
3	43	25	10	11	29	14	26	—	49	29	20	45
4	5	4	1	2	1	3	3	—	5	9	3	6
5	22	8	4	2	7	11	10	—	8	4	7	24
6	11	9	5	3	3	15	10	—	9	1	15	13
7	—	2	5	1	—	4	2	—	—	—	1	—
8	—	2	11	5	1	2	4	—	—	—	5	—
9	1	19	27	20	8	28	9	—	2	—	20	1
10	1	7	33	35	9	11	5	—	—	1	6	1

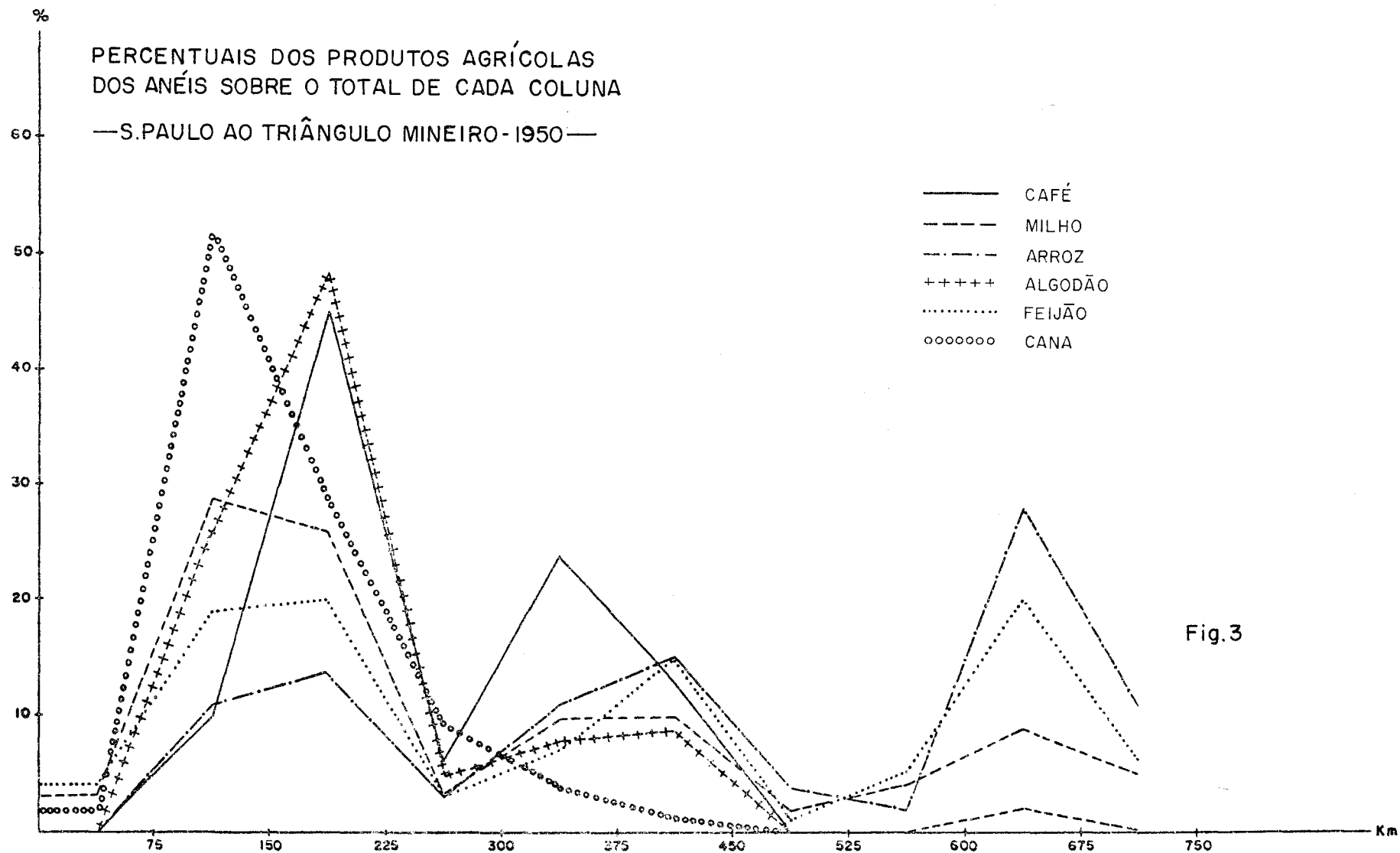
FONTE: Censo Agrícola do IBGE — 1950.

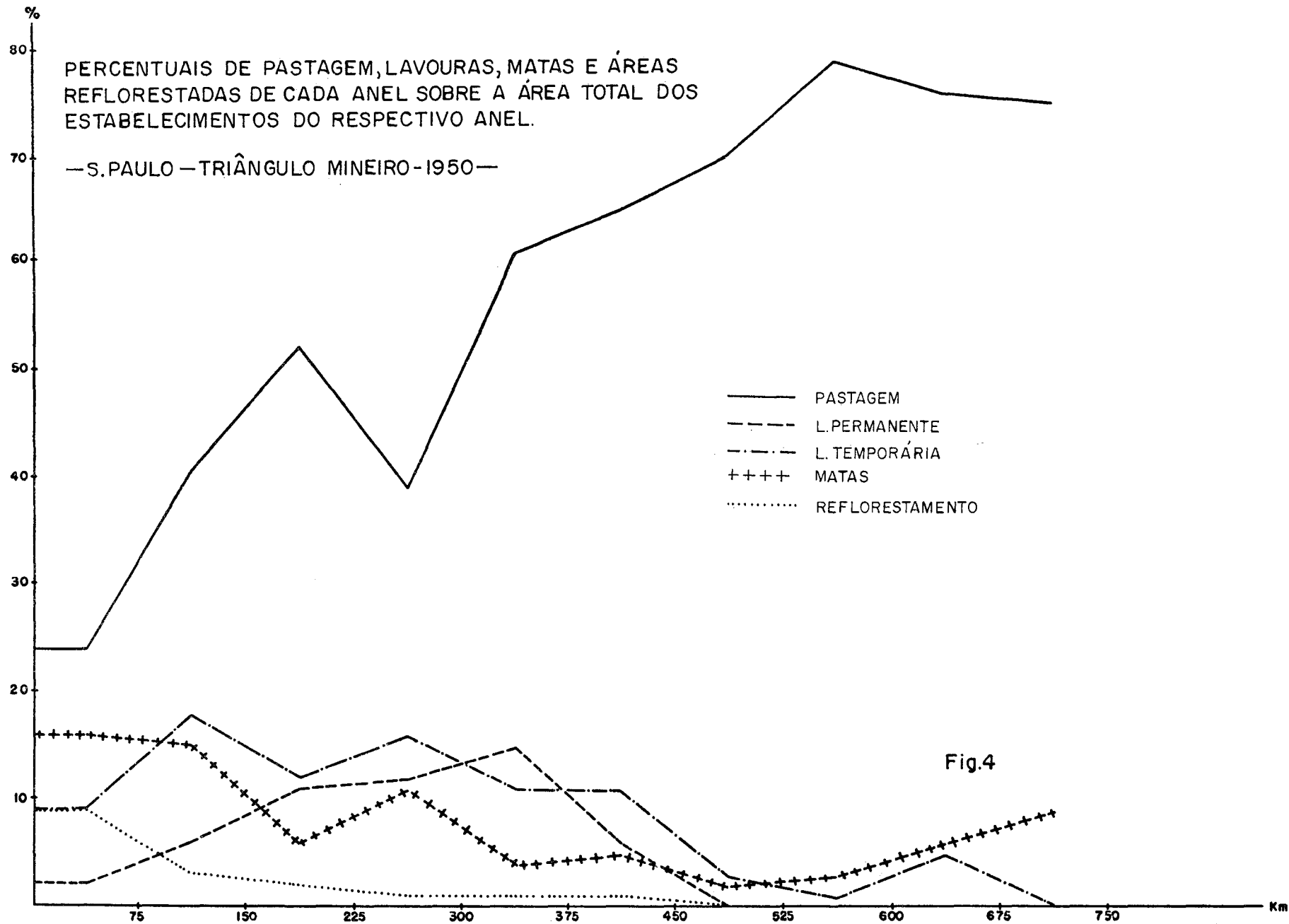
TABELA IV

Percentuais das áreas ocupadas pelas atividades agropastoris nos anéis de análise em relação à área total dos estabelecimentos rurais dos respectivos anéis, no retângulo de São Paulo ao Sul de Goiás — 1950

Anéis	Área de Lavouras		Área de Pastagens	Área de Matas	Área de Reflorestamento	Produtos Agrícolas						
	Perma- nentes	Tempo- rárias				Arroz	Milho	Soja	Algodão	Cana	Feijão	Café
1	2	9	24	16	9	—	2	—	—	1	—	—
2	6	18	41	15	3	3	5	—	2	3	—	3
3	11	12	52	6	2	2	3	—	2	1	—	9
4	12	16	39	11	1	4	3	—	2	3	—	12
5	15	11	61	4	1	4	3	—	1	—	—	13
6	6	11	65	5	1	5	3	—	1	—	—	6
7	0	3	70	2	0	2	1	—	0	—	—	0
8	0	1	79	3	0	—	1	—	0	—	—	0
9	0	5	76	6	0	2	1	—	0	—	—	0
10	0	1	75	8	0	1	—	—	0	—	—	0

FONTE: Censo Agrícola do IBGE — 1950





Os outros 3% representam as fruteiras, que assim indicam, mais uma vez, concordância entre a organização do espaço existente e o modelo de Von Thünen.

c) 3.^o Anel

Corresponde ao 3.^o, 4.^o e 5.^o “anéis de análise”, isto é, se estende de 150 a 375 km de São Paulo, quase alcançando a fronteira do Estado de São Paulo com o Triângulo Mineiro.

Neste anel sobressai a importância da lavoura permanente, que aí comparece com 70% do total de toda a região estudada. Esta lavoura permanente corresponde principalmente ao café, em cuja produção a faixa em pauta também comparece com 75%.

A lavoura temporária é a segunda contribuição deste anel, com 37%. A cana-de-açúcar invade este anel, com 42% do total, mas esta é principalmente a faixa do algodão. Entre 150 e 225 km de São Paulo, a área algodoeira surge como sendo 49% do total da área em estudo, enquanto que o café representa 45%; mas no trecho mais externo do anel, entre 300 e 375 km, o algodão representa 8% e o café 24%.

Deste modo, resumindo a organização do espaço, que abrange o 2.^o e 3.^o anéis, podemos figurar, no modelo, um anel de concentração da cana-de-açúcar, seguido do algodão e depois pelo café.

A organização interna do 3.^o anel mostra a ascensão das lavouras permanentes. Na faixa de 300 a 375 km, 15% do uso do solo das propriedades agropecuárias são ocupadas por lavouras desta categoria, sendo 13% em café, matas e reflorestamento ocupam apenas 5% e as pastagens começam a se estender, com 61%; as lavouras temporárias ocupam 11%.

d) 4.^o Anel

Trata-se de uma área de transição que corresponde ao 6.^o e 7.^o “anéis de análise”, e que se estende de 375 a 525 km da metrópole de São Paulo, abrangendo trechos do Triângulo Mineiro, como Uberaba ou Frutal. Este anel ainda ocupa 13% da área total do café, mas são as lavouras temporárias de cereais que representam a melhor contribuição deste espaço; 19% do arroz; 16% do feijão, enquanto o milho é apenas de 12%. À guisa de comparação, veja-se que no anel anterior o milho comparecia com 39%, o feijão com 30% e o arroz com 28%, portanto em ordem simetricamente inversa. Por outro lado, o algodão cai a 9% e a cana-de-açúcar a 5%.

Neste anel a organização interna já mostra maior área ocupada por lavouras temporárias do que permanentes: entre os 375 e 450 km a relação é de 11% a 6%; na faixa de 450 a 525 km, a relação é de 3% a 0.

Condições físicas influem, certamente, para a diminuição, em geral, tanto das áreas cultivadas como das matas. As áreas de pastagens se elevam a cerca de 70%.

e) 5.^o Anel

O 5.^o anel corresponde aos 8.^o e 9.^o “de análise”, dos 525 a 675 km, atingindo o Sul de Goiás. A principal contribuição deste anel consiste em pastagens, 38% do total da região em estudo, mas tanto as matas como as lavouras temporárias são também muito expressivas. As lavouras temporárias alcançam 21% do total da região, sendo o arroz a lavoura mais importante. Uberlândia é o grande centro urbano deste anel. Esta disposição encontra-se, portanto, de acordo com o modelo de Von Thü-

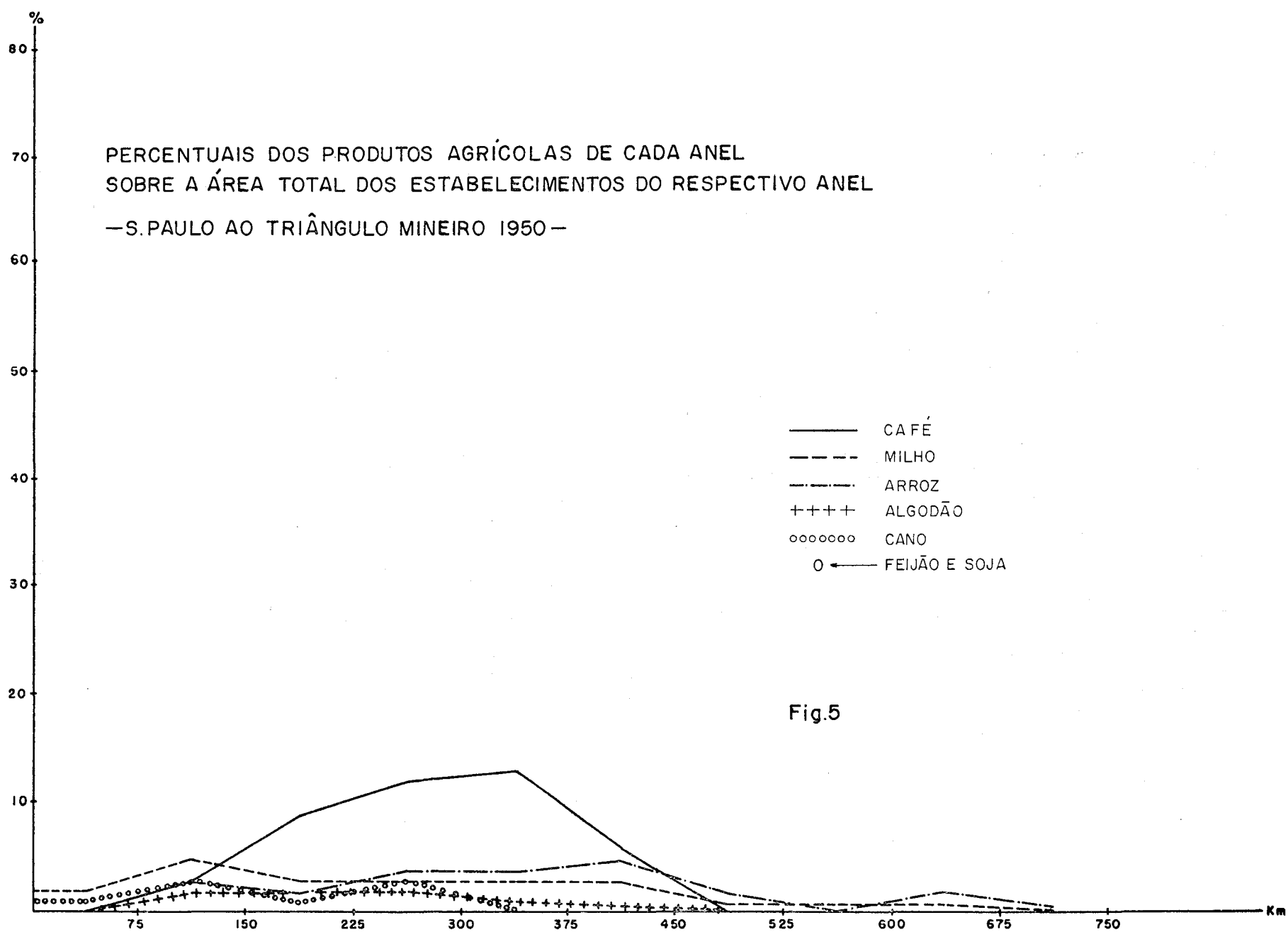


Fig.5

nen, que prevê anel de cereais externo à grande cidade-mercado. Quanto a matas e reflorestamento alcançam 34% do total desta atividade em toda a área em estudo.

Além do arroz, que neste anel tem 30% de sua área cultivada, o feijão comparece com 25%. Menor posição é alcançada pelo milho: 13%.

A organização interna mostra, desse modo, a prevalência ampla das pastagens, a mais de 70%. As matas chegam a 6% e as lavouras temporárias a 5%.

f) 6.º Anel

Corresponde ao 10.º “anel de análise”, e abrange a faixa ao sul de Goiânia, de 675 a 750 km de São Paulo. Pastagens e matas representam a contribuição desta faixa: 33% e 43%, respectivamente, do total. A área de mata inclui uma contribuição de 8% do reflorestamento. Quanto às lavouras, contribuem apenas com 7%, em temporárias e 1%, em permanentes. Em termos de uso de solo do anel em pauta, apenas 1% do território é ocupado por lavouras. As pastagens ocupam 75% da área e as matas 9%.

g) Sumário

Em 1950, a distribuição das atividades agropecuárias em torno da metrópole de São Paulo, no que diz respeito ao trecho que se projeta de SE e NW, na direção de Goiás, mostra conformidade, em termos gerais, com o modelo de Von Thünen. É possível distinguir 6 anéis.

O primeiro é o anel das atividades hortigranjeiras e do reflorestamento, reproduzindo lenha e carvão vegetal; o segundo é o anel das lavouras industriais, cana-de-açúcar e algodão, bem como de fruteiras permanentes; o 3.º anel compreende o grosso da produção cafeeira; é a faixa de lavouras permanentes. O 4.º anel é uma faixa de cereais, ao mesmo tempo que se alargam as áreas de pastagem; no 5.º anel o domínio do arroz, quanto ao cultivo agrícola, é acentuado, sendo amplas as pastagens da pecuária de corte. Finalmente, no 6.º anel as áreas cultivadas se reduzem a 1% do uso do solo, prevalecendo sua contribuição como área de pastagem.

2.2 — A Situação em 1970

a) 1.º Anel

As lavouras permanentes mostraram um ganho em relação à situação existente em 1950; o 1.º anel participa, agora, com 6% do total das lavouras permanentes da região em estudo, enquanto as temporárias decrescem para 1%. Tal fato se deve, certamente, à expansão da produção fruteira observada no período, uma vez que o café não comparece neste anel.

Em termos de uso do solo, nota-se, igualmente, o avanço da lavoura permanente, 7%, embora a temporária ocupe ainda área maior, de 8%. Mas o total de 15% é superior aos 11% de 1950! Reduziu-se, portanto, o conjunto formado por pastagens, matas, reflorestamento e terras não agrícolas.

b) 2.º Anel

O segundo anel mostra a elevação da participação das lavouras temporárias, 11%, que, no entanto, é índice inferior aos 22% de 1950. Por

TABELA V

Percentuais das áreas ocupadas pelas atividades agropastoris nos anéis de análise, em relação aos totais das áreas ocupadas no retângulo, de São Paulo ao Sul de Goiás — 1970

Anéis	Área Total dos Estabelecimentos	Lavouras		Área não Cultivada	Produtos Agrícolas						
		Perma- nentes	Tempo- rárias		Arroz	Milho	Soja	Algodão	Cana	Feijão	Café
1	2	6	1	2	—	2	—	—	1	4	—
2	9	18	11	8	1	5	—	20	23	12	6
3	11	34	13	10	2	13	—	46	42	20	58
4	3	3	6	2	1	4	7	5	20	4	4
5	5	18	5	4	2	6	—	5	10	7	28
6	4	9	16	4	6	11	9	4	1	8	3
7	3	—	3	4	6	3	3	—	—	—	—
8	8	—	4	9	9	1	—	7	—	—	—
9	28	10	25	29	33	30	11	1	3	36	—
10	26	1	17	28	24	27	71	12	—	8	—

Dados obtidos no Ministério da Agricultura e pela SINOPSE Preliminar Agrícola — IBGE — 1970

TABELA VI

Percentuais das áreas ocupadas pelas atividades agropastoris nos anéis de análise em relação à área total dos estabelecimentos rurais dos respectivos anéis no retângulo, de São Paulo ao Sul de Goiás — 1970

Anéis	Lavouras		Área não Cultivada	Produtos Agrícolas						
	Permanentes	Temporárias		Arroz	Milho	Soja	Algodão	Cana	Feijão	Café
1	7	8	85	—	3	—	—	1	1	—
2	5	19	76	1	2	—	2	4	1	1
3	8	19	73	2	5	—	3	6	1	8
4	3	30	67	3	6	—	1	12	1	2
5	10	16	74	4	4	—	1	4	1	10
6	6	17	77	15	12	—	1	—	1	1
7	—	12	88	9	3	—	—	—	—	—
8	—	8	92	7	—	—	1	—	—	—
9	1	14	85	8	4	—	—	—	1	—
10	—	11	89	6	3	—	—	—	—	—

Dados obtidos no Ministério da Agricultura e IBGE — 1970

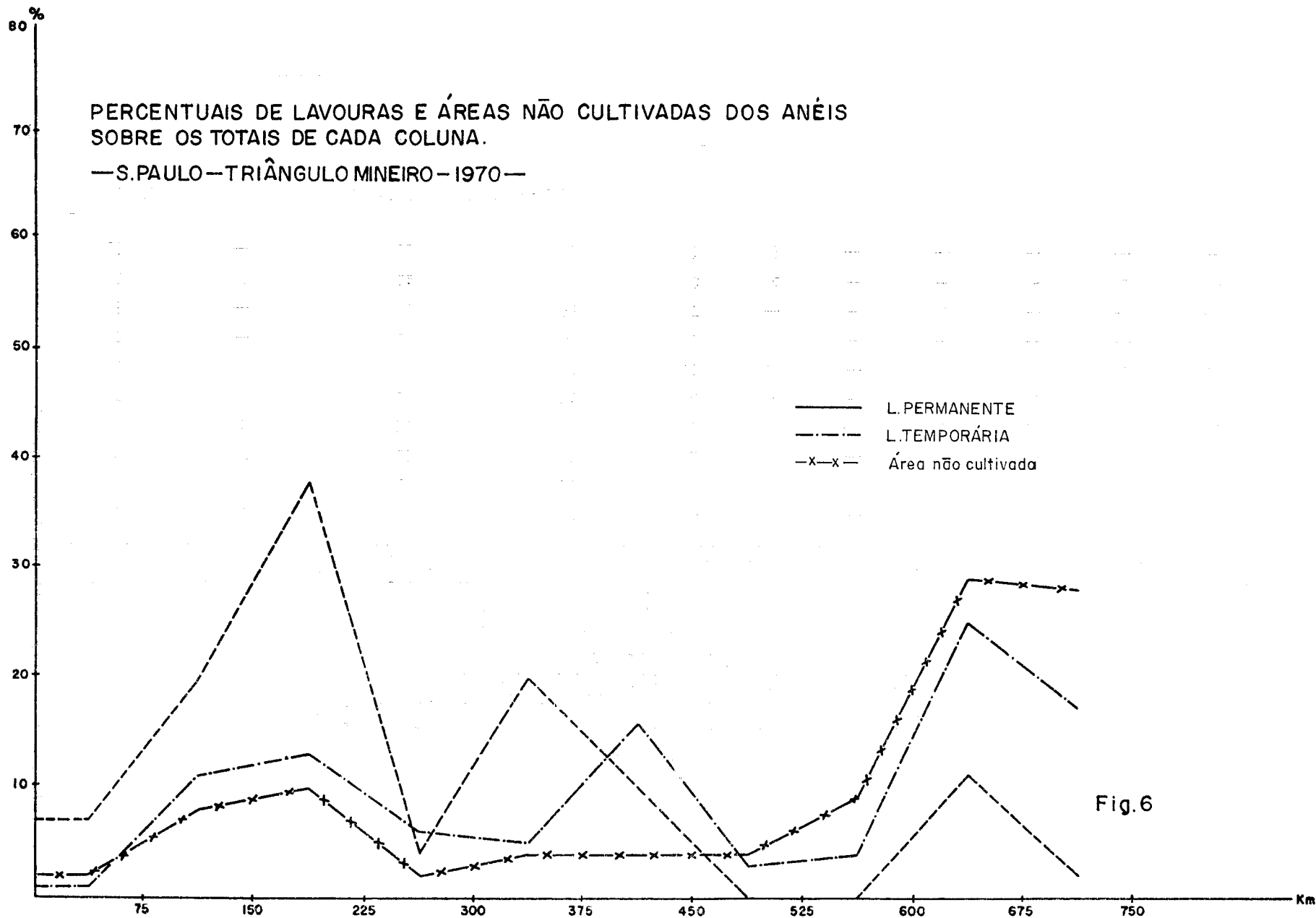
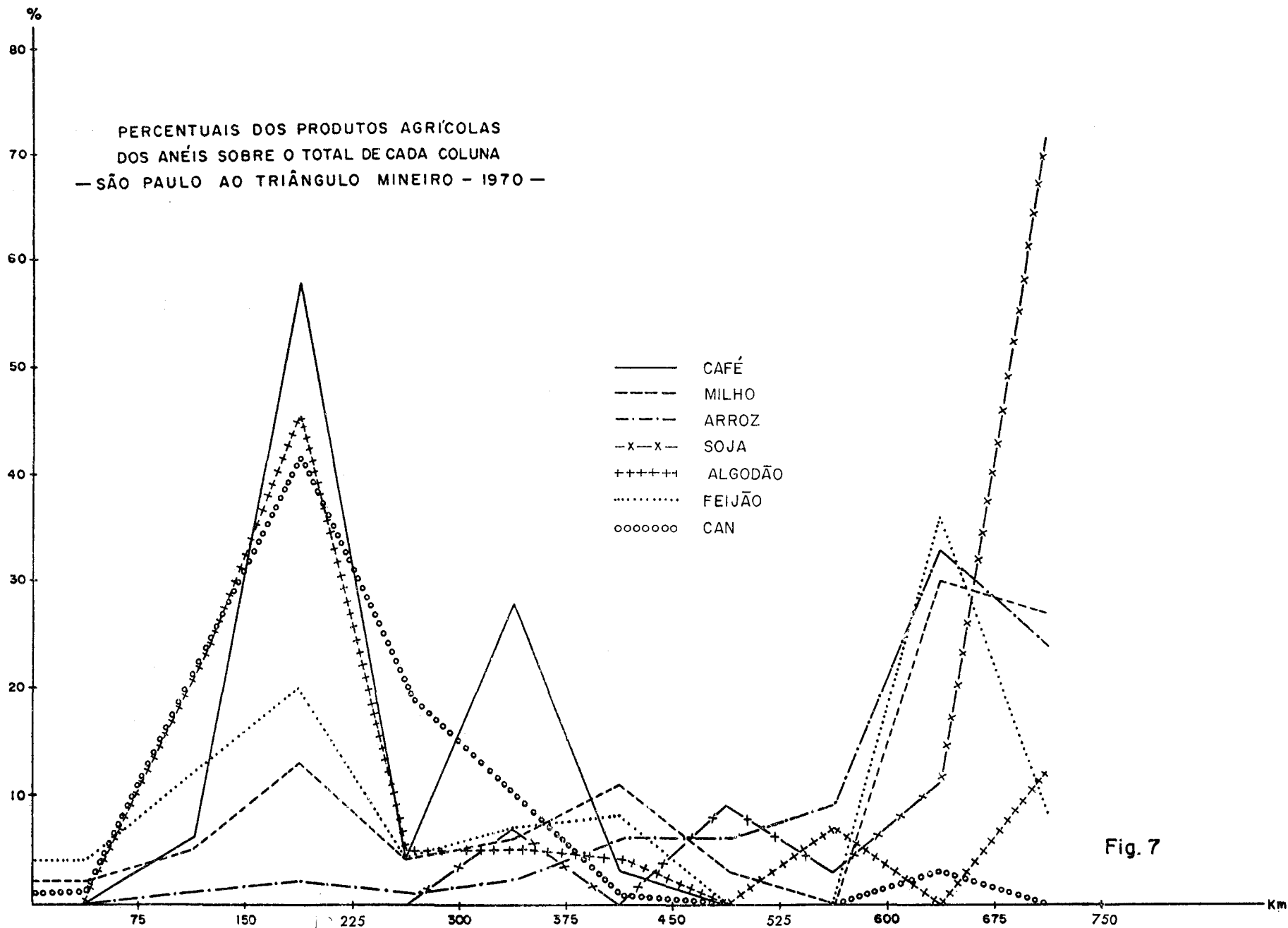


Fig.6



outro lado, mais significativa é a participação das lavouras permanentes, de 18% (15% em 1950). Mais uma vez verifica-se a importância da extensão do cultivo de fruteiras. Com efeito, sabemos que áreas de produção de cítricos tiveram um avanço relativo em relação às terras dedicadas aos canaviais. Tal fato se comprova quando observamos que a participação da cana-de-açúcar do 2.º anel decaiu de 52%, em 1950, para 23%, em 1970, alcançando agora seu máximo no anel seguinte, com 72%. Também o algodão decaiu de 27% para 20%.

No entanto, quanto ao uso do solo do território que corresponde ao segundo anel, verifica-se 19% para as temporárias, e 5% para as permanentes, ou seja, ligeiro aumento para as primeiras e ligeiro declínio para as segundas. Isto significa que na região, como um todo, a área cultivada em temporárias aumenta mais do que em lavouras permanentes.

c) 3.º Anel

Este anel reúne 55% das lavouras permanentes, e 90% do café. Acentuou-se, portanto, a concentração do café na faixa que abrange São Carlos, Ribeirão Preto, Batatais, Jaboticabal, entre outros municípios. Quanto às lavouras temporárias esta faixa, como em 1950, mostra participação menor, de 24% (37% em 1950).

A faixa de 150 a 225 km concentra a cana-de-açúcar, com 42%, enquanto que a de 300 a 375 km somente reúne 10%; o mesmo quanto ao algodão, com 46% e 5% respectivamente. Ao contrário de 1950, o anel participa mais em feijão do que em milho (31% e 23%), mas sempre mais do que em arroz, que figura apenas em 5% (28% em 1950). Além disso, a faixa comparece com 7% da soja, que fora introduzida na região.

Portanto, quanto ao uso do solo deste anel, observa-se, de modo geral, mais espaço dedicado às atividades agrícolas na faixa de 225 a 300 km; as lavouras temporárias ocupam 30% dos solos, e as permanentes, 3%, num total de 33%; Na faixa de 300 a 365 km, por exemplo, as lavouras permanentes ocupam 10% da área total das propriedades rurais, e as lavouras temporárias 16%.

d) 4.º Anel

Este anel se caracteriza, agora, pela grande participação em termos de área cultivada em lavouras temporárias, que soma 19% (contra 11% em 1950). Verifica-se, também, no gráfico do uso do solo, que as propriedades rurais possuem, aqui, em torno de 15% de seu território em cultivos temporários.

O anel participa com 14% do milho, 12% do arroz e 8% do feijão. Como se vê, uma alteração racional em relação a 1950. Naquele ano, a faixa a 200 km de São Paulo comparecia com 26% do milho e 20% do feijão, enquanto a 400 km a relação era de 10 a 15%. Agora é o feijão que figura com 20% a 200 km e o milho a 13%, enquanto que a 400 km o milho ultrapassa o feijão. A faixa comparece com 9% de soja.

e) 5.º Anel

O 5.º anel mostra que, mais do que em 1950, ele passa a ser o grande contribuinte de cereais: 42% do arroz, 36% do feijão, 31% do milho (30, 25 e 13, em 1950). Além disso apresenta 14% da soja, surgindo uma participação mais expressiva do algodão (7%) e cana-de-açúcar (3%), para o que podem influir mercados regionais que não apenas São Paulo.

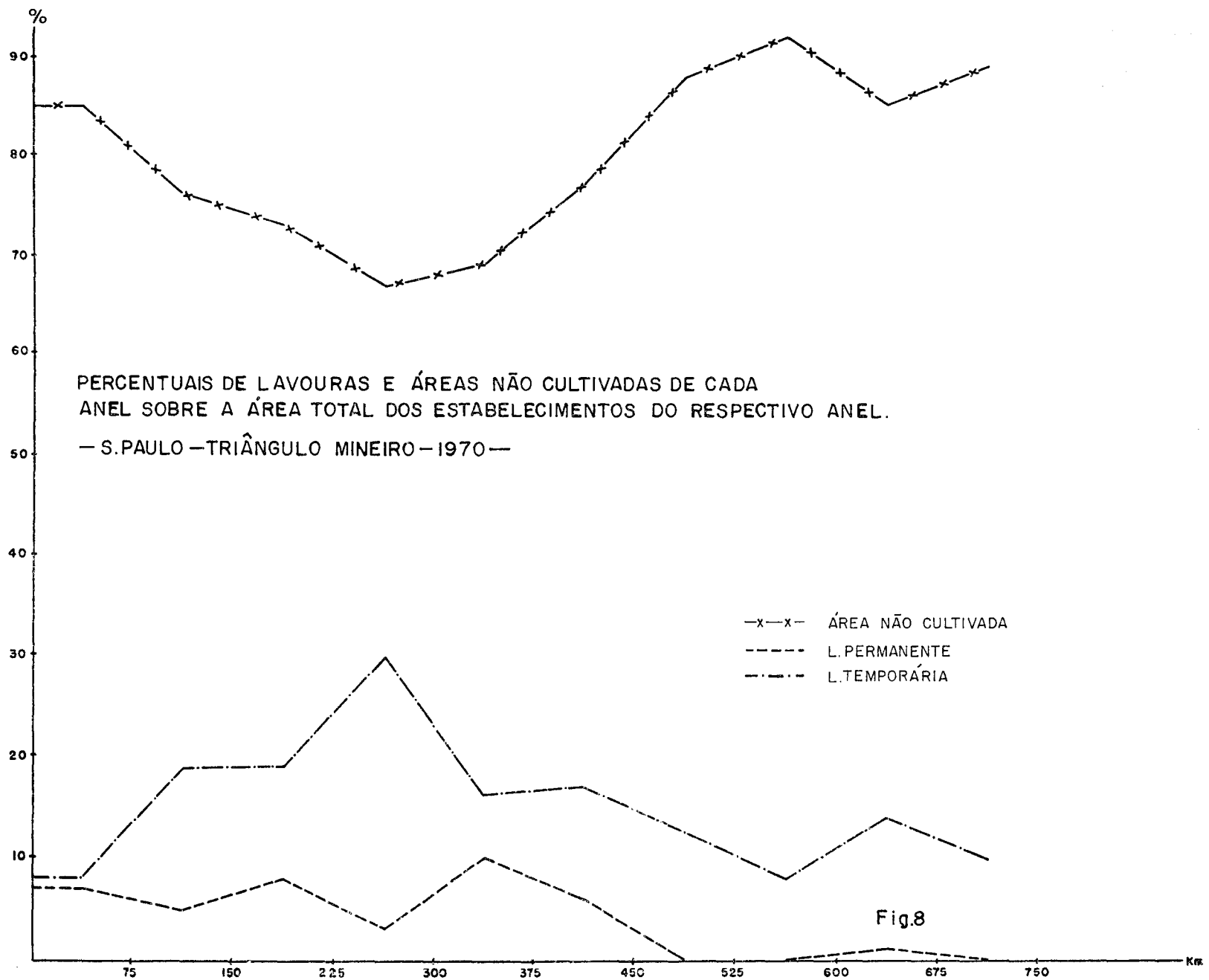
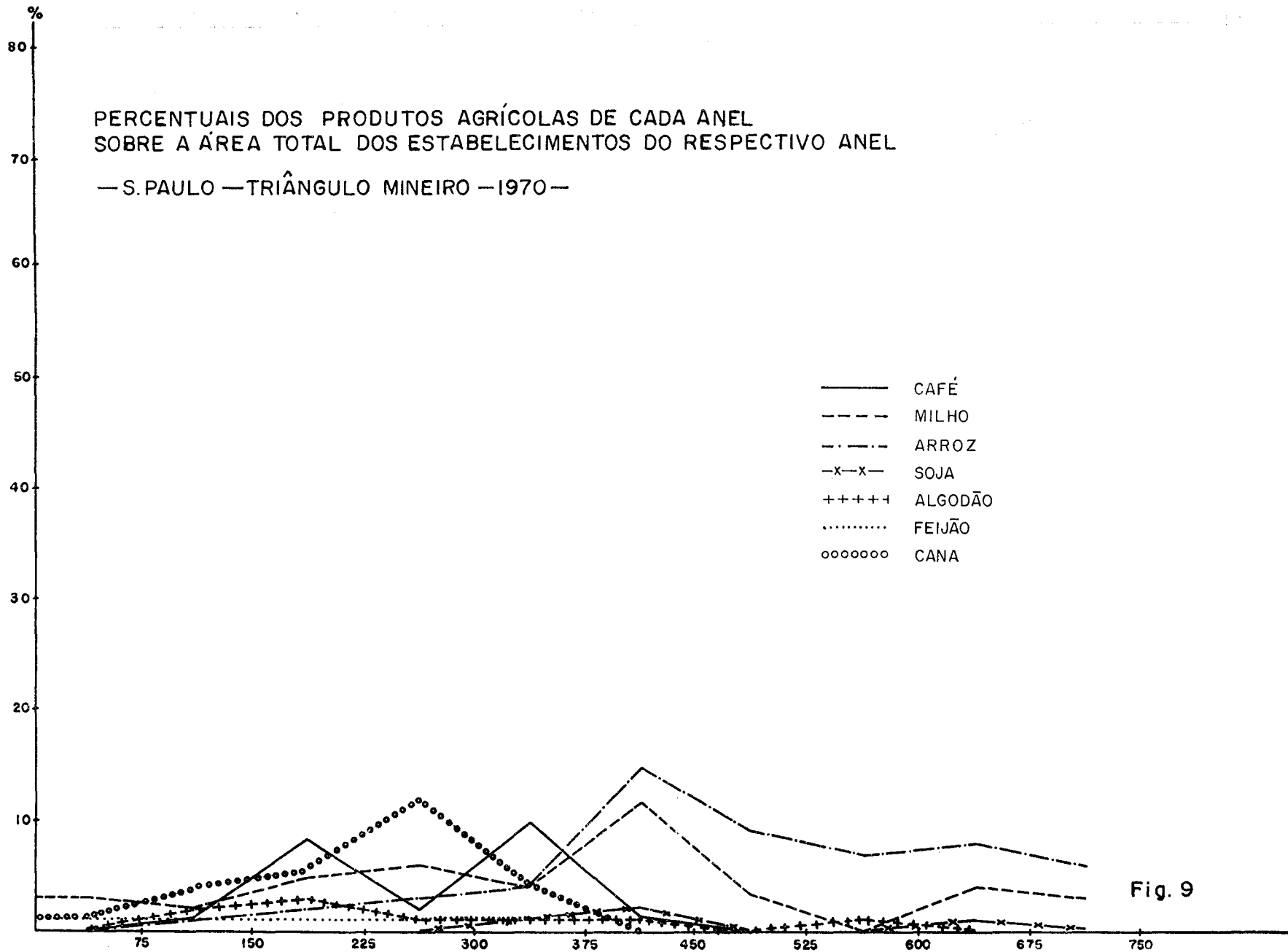


Fig.8



Resulta que a participação desta faixa, no total de lavouras temporárias, é de 29% (21% em 1950) e no de lavouras permanentes — que se referem certamente a fruteiras — 10%.

Em termos de uso do solo, observa-se a redução, em relação ao anel anterior das áreas cultivadas, em favor das pastagens e matas. No entanto, esta área cultivada é proporcionalmente bem maior do que era em 1950, principalmente a do arroz.

f) 6.º Anel

Finalmente, como em 1950, o 6.º anel declina acentuadamente sua participação na área cultivada, com excessão, no entanto, do fato importante de que ele detém 71% da produção de soja, e participa com 12% de toda a área cultivada de algodão da região.

g) Sumário

O que se observa entre 1950 e 1970, de modo geral, é uma ampliação do solo dedicado às lavouras, principalmente no que diz respeito às lavouras temporárias. Isto se deve a uma extensão da produção de cereais e cana-de-açúcar, principalmente quanto aos temporários, e de fruteiras quanto aos permanentes.

Houve também alteração na distribuição das atividades, em certo sentido mostrando maior adaptação ao modelo racional de Von Thünen e, ao mesmo tempo, mostrando o surgimento de novos centros comerciais, cidades médias e grandes como Uberlândia, Goiânia, Brasília e outras.

De um lado, vimos a expansão de fruteiras, em torno de São Paulo e, em compensação, a expansão açucareira por anéis mais distantes. Também os cereais aumentaram seu grau de concentração em anéis mais externos. Áreas mais próximas a São Paulo passaram a participar proporcionalmente mais em feijão do que em milho. Por outro lado, no anel mais externo, a soja criou uma coroa em torno da área mais rizícola; no penúltimo anel verificou-se, igualmente, um incremento quanto à produção de cana-de-açúcar e de algodão.

3 — Da Região Metropolitana de São Paulo ao Norte do Paraná

3.1 — A Situação em 1970

a) 1.º Anel

O sorteio aleatório de municípios que compõem esta faixa, que vai a 75 km da metrópole, deu como resultado a presença de localidades urbanizadas, sem que a atividade agrícola alcançasse qualquer expressão. Apenas 3,0% do território deste anel é cultivado em lavouras permanentes, e 5% em temporárias.

b) 2.º Anel

Esta faixa, de 75 a 150 km, participa de forma quase idêntica em termos de lavouras temporárias e permanentes. Trata-se de 7% e 5%, respectivamente, do total das áreas cultivadas de toda a região em estudo. No entanto, como se verifica, a sua contribuição é inferior ao do anel correspondente, examinado na região anterior (de São Paulo a

Goiás). Como se sabe, o deslocamento a partir de São Paulo, na direção Sudoeste, nos conduz, inicialmente, por áreas mais pobres em solos do que aquelas situadas a Noroeste. A existência de áreas de campo dedicadas a pastagens explica a participação em 9,5% das terras incultas.

Este é o anel da cana-de-açúcar, da qual o anel participa com 42%, quase 5% das terras das propriedades agrícolas são dedicadas a esta lavoura.

A utilização das terras do anel mostra a expansão em relação ao anterior: 14,5% das terras encontram-se ocupadas pelas lavouras temporárias, que compreendem algodão, milho e feijão, além da cana-de-açúcar, embora estes produtos pouco signifiquem no cômputo geral da região; 5% são ocupadas por lavouras permanentes, que se referem certamente a fruteiras.

c) 3.º Anel

Como na região anterior, o 3.º anel pode ser considerado como constituído dos 3.º, 4.º e 5.º “anéis de análise”, isto é, estende-se de 150 a 375 km. Caracteriza-se pela sua participação nas lavouras permanentes, com 20%, uma acentuada elevação em relação ao anel anterior. No entanto, este número encontra-se longe dos 62% verificados na região anterior. A razão é certamente relacionada aos solos, uma vez que o grosso do café vai se encontrar mais longe, a oeste, no Norte do Paraná. O anel participa apenas com 10% da produção cafeeira.

Quanto às lavouras temporárias, o anel contribui com 23%, uma situação mais próxima à observada na região anterior. De um lado trata-se da extensão da área açucareira, em cuja produção o anel participa com 45%. Esta faixa contribui com 21% da área plantada com arroz, 20,0% do milho, 25,0% do feijão; o que distingue esta região da estudada anteriormente é a insignificância do cultivo de algodão nas faixas em pauta.

De qualquer forma, no entanto, este anel marca a expansão da atividade agrícola; o trecho entre 300 e 375 km, na área de Jacarezinho, porta de entrada do norte do Paraná, participa com apenas 10% das terras não cultivadas da região, dado inferior à sua participação em lavouras temporárias e em lavouras permanentes. Neste trecho, por exemplo, 10% das terras são ocupadas por lavouras permanentes e 20% por lavouras temporárias, num total de 30%.

Neste anel distingue-se, portanto, o trecho de 150 a 250 km e outro de 250 a 375 km. O primeiro contribui mais com a cana-de-açúcar, sendo que o feijão não tem expressão como cereal (0,5% da área cultivada do trecho 150 a 225 km); o segundo contribui mais com cereais, e o feijão alcança 7% das terras cultivadas da faixa de 300 a 375 km. O milho alcança 8%.

d) 4.º Anel

Este anel corresponde a grande parte do Norte do Paraná, estendendo-se dos 375 aos 525 km oeste de São Paulo, abrangendo o município de Londrina, seu ponto central.

Este é o anel cafeeiro por excelência, que participa em 31,5% da área cultivada da região. A participação, em termos de lavouras permanentes, é de 27%. Em lavouras temporárias, a participação é de 32%. No trecho entre 450 e 525 km, por exemplo, 20,5% das terras são ocupadas por lavouras permanentes e 22% por lavouras temporárias, apenas 57,0% são terras não cultivadas!

TABELA VII

Percentuais das áreas ocupadas pelas atividades agropastoris nos anéis de análise em relação aos totais das áreas ocupadas no retângulo, de São Paulo ao Norte do Paraná — 1970

Anéis	Área Total dos Estabelecimentos	Lavouras		Área não Cultivada	Produtos Agrícolas						
		Perma- nentes	Tempo- rárias		Arroz	Milho	Soja	Algodão	Cana	Feijão	Café
1	1	—	—	1	—	1	—	—	2	0,5	—
2	8	5	7	9	2	2	—	1,5	42	2	—
3	13	8	7	14	7	5	—	1	31	3	7
4	5	—	3	6	3	2	—	—	—	1	—
5	11	12	13	10	11	13	—	0,5	14	21	10
6	17	3	18	18	13	12	15	40	2	15,5	2
7	10	24	14	8	39	27	8	2	1	33	39
8	12	16	17	11	7	9	22	23	2	8	9
9	7	14	7	7	6	4	14	11	—	3	20
10	16	18	14	16	11	25	41	21	6	13	13

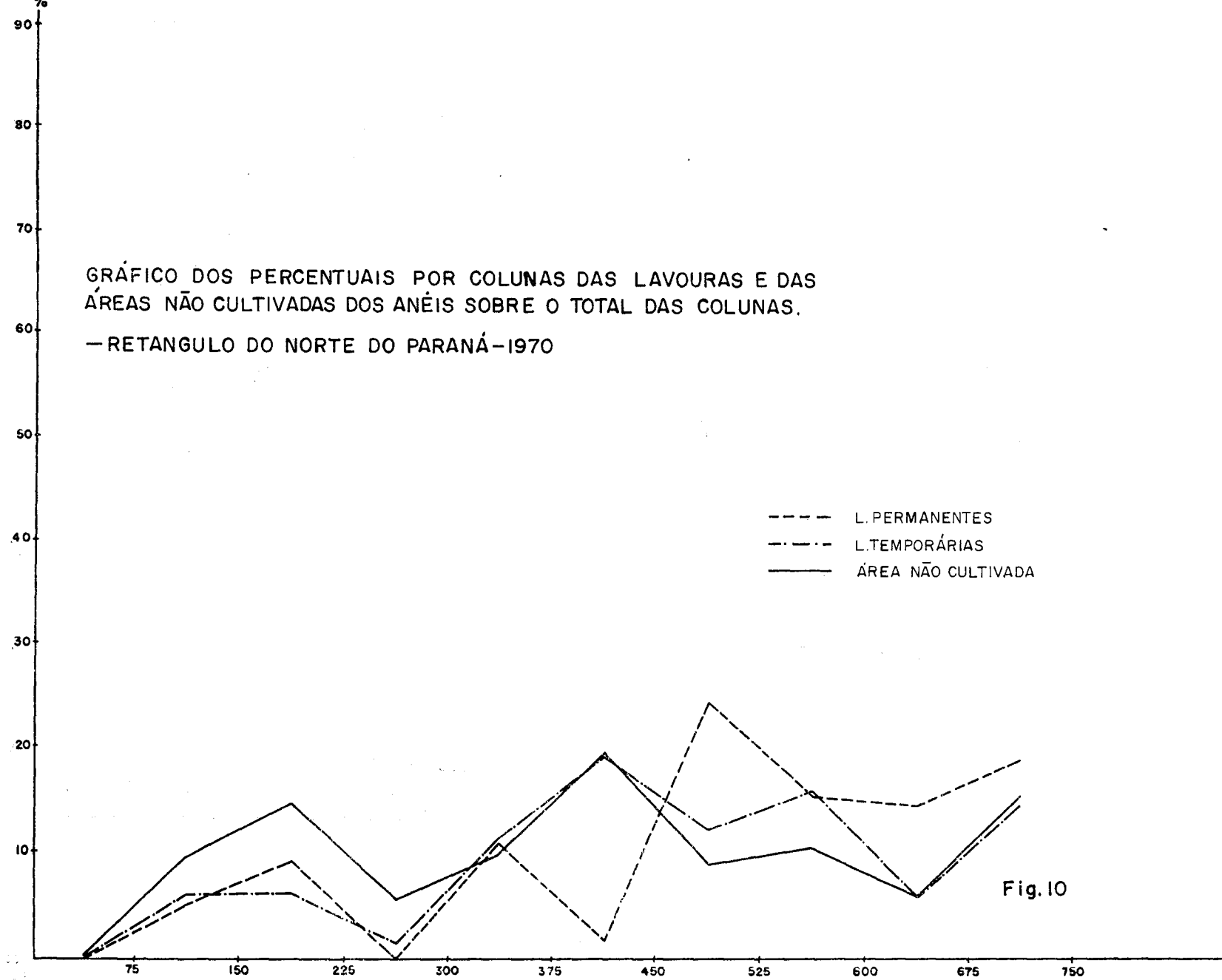
Dados obtidos no Ministério da Agricultura e IBGE — 1970

TABELA VIII

Percentuais das áreas ocupadas pelas atividades agropastoris nos anéis de análise em relação à área total dos estabelecimentos rurais nos respectivos anéis no retângulo, de São Paulo ao Norte do Paraná — 1970

Anéis	Lavouras		Área não Cultivada	Produtos Agrícolas						
	Permanentes	Temporárias		Arroz	Milho	Soja	Algodão	Cana	Feijão	Café
1	3	5	92	—	2	—	—	1	1	—
2	5	14	81	1	2	—	1	4	1	—
3	5	9	86	2	3	—	—	2	1	5
4	1	9	90	2	4	—	—	—	1	—
5	10	20	70	2	8	—	—	1	7	7
6	2	18	80	1	4	1	8	—	3	1
7	21	22	57	5	9	1	1	—	6	21
8	11	23	66	2	6	1	8	—	3	6
9	17	15	68	3	4	1	4	—	2	17
10	10	14	76	1	6	1	2	—	2	7

Dados obtidos no Ministério da Agricultura e IBGE — 1970



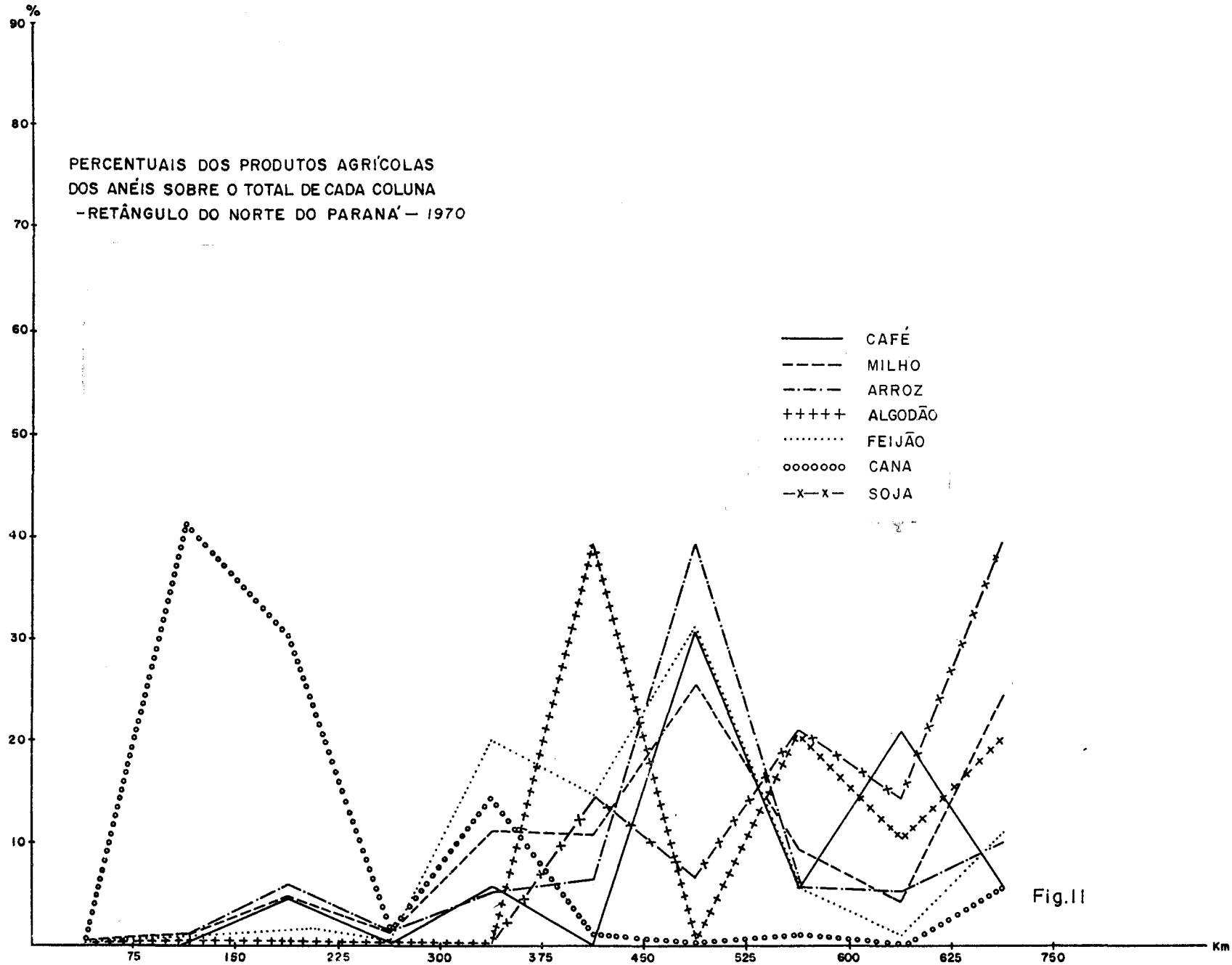


Fig.II

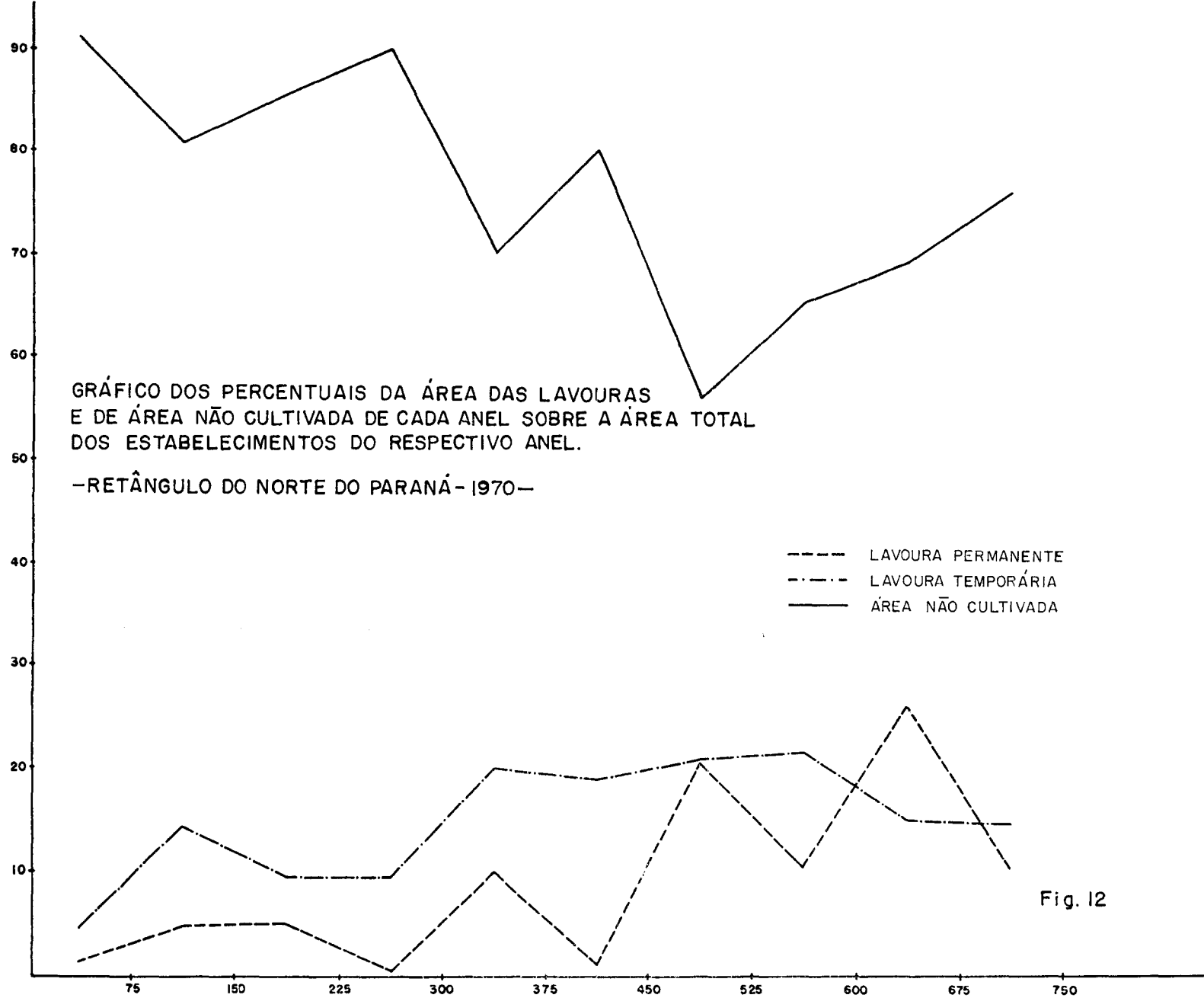


Fig. 12

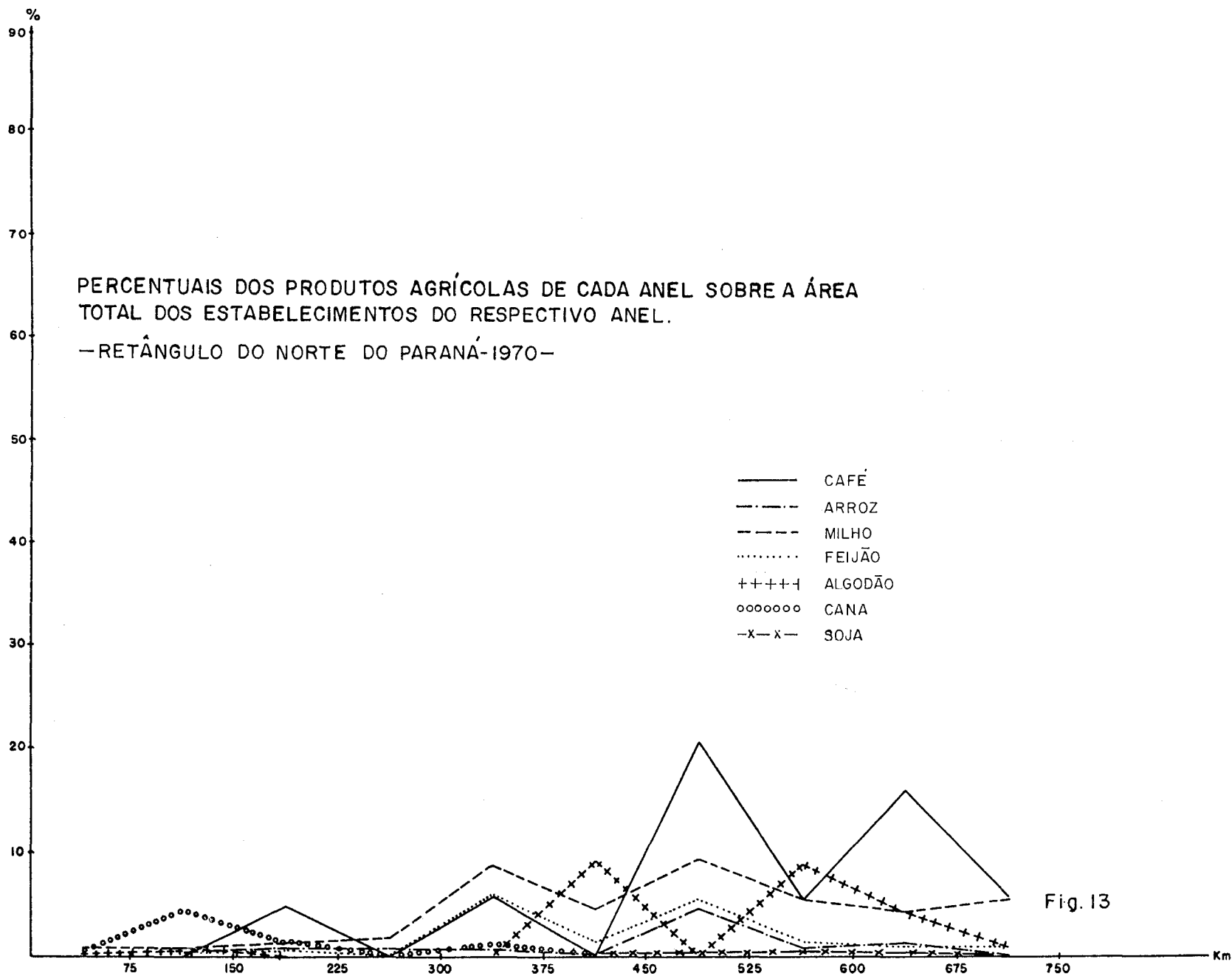


Fig. 13

Portanto, o que se observa é que, em relação à região anteriormente estudada, houve como que um deslocamento das atividades agrícolas para distâncias maiores. Com efeito, este 4.º anel se assemelha, em sua composição, ao 3.º da região anterior, quanto à participação em café e cereais.

Ainda para se assemelhar ao 3.º anel da região anterior, observa-se que uma faixa mais próxima a São Paulo, de 375 a 450 km, contém 40% da área algodoeira regional, que decresce na faixa seguinte, domínio dos cereais; do mesmo modo, neste anel surge pela primeira vez a soja, com 23% do total da região.

O 4.º anel contribui com 52% do arroz, 48,5% do feijão e 39% do milho. É o milho, no entanto, que mobiliza maior área cultivada. Na faixa de 375 a 450 km, o cultivo que ocupa mais espaço é o algodão, com 8,0% do total das terras das propriedades agrícolas.

Este anel tem também uma elevada participação quanto a terras não cultivadas, ou seja, 26,0% do total da região. Tal fato se explica pelas grandes extensões de pastagens, que coexistem com as áreas de lavoura.

Resumindo as observações até agora realizadas, podemos dizer que do 2.º ao 4.º anel repete-se uma organização analisada na região anterior: de São Paulo para o interior sucedem-se trechos de predomínio respectivo da cana-de-açúcar, do algodão, do café e cereais. Apenas estas faixas, na região em pauta, ficam mais distantes. Além disso, o 4.º anel não detém uma concentração tão elevada de lavouras permanentes, como o 3.º, na região do Estado de S. Paulo.

e) 5.º Anel

O 5.º anel se estende até 675 km, atingindo áreas novas do oeste, no norte do Paraná. No entanto, se o declínio da participação em áreas de lavouras temporárias, 24%, é observado, no que diz respeito à lavoura permanente a participação é de 30%, sendo no café de 29%.

Outro aspecto peculiar a este anel é a sua elevada participação em algodão e soja. Para o primeiro é de 34% e, para o segundo, de 36%. Quanto aos outros cereais há um declínio acentuado.

No que diz respeito ao uso do solo neste anel, ao contrário do que se viu na região anterior, as lavouras temporárias e principalmente as permanentes ainda ocupam apreciáveis extensões das propriedades. Na faixa externa do anel os dados indicam 15,0% para as temporárias e 17% para as permanentes.

Como se vê, este anel ainda se assemelha ao anterior, ao invés de representar o declínio da lavoura permanente face à produção de cereais, como fora observado no 5.º anel da região anterior.

f) 6.º Anel

Ainda este anel, que alcança 750 km já na fronteira do Mato Grosso, possui expressiva participação em lavouras permanentes: 18%. O café comparece com 13% apenas. Mas as lavouras temporárias, todavia, apresentam igualmente importante presença.

Este é o anel da expansão da soja, que aí se concentra em 41% de toda a sua área cultivada. O milho tem aqui 25% da área cultivada, o feijão 13,0% e o arroz 10,5%. A participação em algodão é expressiva, com 21% e a cana-de-açúcar ressurgue com 5,5% do total.

Este anel lembra, portanto, características do 5.^o e 6.^o da região anterior, que se caracterizam pelo seu papel em produzir cereais. No entanto, quando se observa a distribuição do uso do solo do 6.^o anel em causa, verifica-se o declínio acentuado tanto das áreas cultivadas em temporárias, 14,5% das terras, como das cultivadas em permanentes, 10% das terras. Extendem-se naturalmente as terras não cultivadas nesta parte da região, a qual apresenta trechos de ocupação recente: equivalem a 76% das propriedades.

g) *Sumário*

O exame da região que se estende da metrópole paulistana, ao Norte do Paraná, vem confirmar o que fora observado na região anterior: é possível caracterizar o espaço, através de uma certa ordenação geral das atividades agrícolas, respeitadas distorções variadas devidas a uma série de influências, entre as quais as ecológicas são, sem dúvida, muito importantes.

Assim, à faixa açucareira sucede-se uma faixa algodoeira, seguida de cultivos permanentes (café) e cereais; mais distante prevalecem os cereais, entre os quais se destaca a soja. A cerca de 650 — 750 km ressurge o cultivo da cana-de-açúcar e do algodão.

Na direção do Paraná os anéis foram deslocados para mais longe. Por outro lado, o cultivo do algodão se estendeu mais para oeste; além disso, o arroz não alcança a importância verificada nos anéis externos da região anterior, sendo melhor a posição do milho.

4 — Conclusão

Podemos concluir que o trabalho realizado mostra que a distribuição das atividades agropastoris — nos espaços rurais que contornam a metrópole paulistana — obedece a forças econômicas, as quais moldam uma configuração geral suscetível de ser abstraída em termos de um modelo. Este modelo se aproxima bastante daquele proposto por Von Thünen, baseado na relação entre o valor unitário de cada produto e o custo de transporte da mesma unidade.

Tal fato pode ser concluído ao se examinarem duas faixas distintas de terras, a partir de São Paulo, voltadas para direções diferentes: uma para o noroeste, na direção do sul de Goiás, outra para o sudoeste, na direção do norte do Paraná.

Em torno do núcleo metropolitano prevalece a fruticultura e atividades hortigranjeiras; segue-se a produção açucareira e logo depois a algodoeira; a faixa seguinte concentra a maior parte do produto de exportação por excelência, o café, mas produz igualmente cereais; em seguida passamos ao domínio dos cereais.

Este esquema é válido tanto para 1950 como para 1970. No entanto, verificaram-se mudanças quanto ao deslocamento, em distância, dos diversos anéis e quanto ao peso da área cultivada dos diversos produtos. O fator mais importante foi o da expansão do próprio núcleo metropolitano, dado as exigências que resultaram em termos do consumo de seu mercado. Assim, verificou-se o avanço das lavouras permanentes de fruteiras, bem como de hortigranjeiras, no primeiro anel, como no seguinte. Os laranjais, por exemplo, aumentaram sua extensão proporcionalmente aos cereais, na faixa de 75 a 150 km de São Paulo. Em consequência disso os canaviais, para manterem sua expansão, invadiram o anel

seguinte. Finalmente, na periferia externa, ampliou-se a produção de cereais e desenvolveu-se a de soja.

Verificaram-se também diferenças que, certamente, são devidas às condições ecológicas. Por exemplo, dado a qualidade de solos e da vegetação no Sudeste do Estado de São Paulo — em contraste com as terras de mata e de “terra roxa” do Norte do Paraná — os anéis de algodão, de café e de cereais encontram-se mais afastados nesta região de estudos.

Os resultados desta pesquisa fazem-nos pensar, portanto, na possibilidade de relacionar este tipo de estudo com o dos fretes e da política de transportes. Até que ponto será indicado cobrar taxas diversas de frete, segundo diferentes direções a partir da metrópole, atendendo às diferenciações geográficas que fazem com que os mesmos produtos se localizem a distâncias diversas? Neste caso haveria acentuação da especialização em certas áreas, valendo-se de suas vantagens de condições físicas, e quebrando a força do modelo original? Até que ponto pode o planejamento presidir futuras expansões ou alterações nos anéis do modelo em pauta?

SUMMARY

This work aims to test the application of Von Thünen's model to Brazil. The city of São Paulo was chosen and, therewith, its circumscribing area in a radius of 750 kilometers, in view of the high population concentration and the activities of the paulist metropolis, plus the relatively primordial character existing therein.

The variables utilized refer to the Census data of 1950 and 1970 besides the Production Statistics of the Ministry of Agriculture, referring to soil usage: planted areas of permanent or temporary crops, forestal areas and those reserved for pasture, areas where determinate produce is cultivated. These statistics were collected at the “município” level.

Rings were drawn over a map of Brazil (“analysis rings”), these centered on the city of São Paulo, each one 75 kilometers across. A squared grid was placed over the rings, each side of the squares 37.5 kilometers long. Two rectangles were drawn on the squared grid, each one covering a broad highway-railroad axis: from São Paulo towards the South of Goiás and from São Paulo towards the North of Paraná. Having a length of 750 kilometers, each rectangle was 115 kilometers wide. Squares were selected at random in these rectangles, so that the rings be proportionately represented and the “municipios” of the squares supplied the data for the analysis. Said analysis consisted in the verification of the percentage held by each ring in relation to the ensemble, touching a determinate utilization of the soil, as well as the percentage of a determinate utilization, within a given ring, in relation to the total of the utilizations.

Conclusion was reached that the agro-pastoral activities in the rural spaces that surround the São Paulo metropolis are subject to economic forces that mold a general configuration which can be separated into a form of a model approaching the one proposed by Von Thünen, based on the relation between the unit value of each product and the transportation cost of the same unit.

The first rectangle, to the South of Goiás, showed the following results for 1950: the 1st. ring (corresponding to the 1st. “analysis ring”) is that of horticulture-farming activities and of reforestation; the 2nd. (2nd. “analysis ring”) is of industrial plantations, sugar cane and cotton, plus permanent fruit-growing; the 3rd. ring (3rd., 4th. and 5th. “analysis rings”), of permanent crop plantings; the 4th. ring (6th. and 7th. “analysis rings”) belongs to the cereals; the 5th. ring (8th. and 9 th. “analysis rings”) is the domain of rice, pastures and cattle-raising; and, finally, the 6th. ring (10th. “analysis ring”) where areas for animal grazing predominate.

Comparing this picture with that of 1970, one can see an augmentation in the amount of land destined to cultivation, principally in temporary crop plantings. One further observes a centrifugal displacement of the various rings, the most important factor being the expansion of the metropolitan nucleus proper. In the external periphery, the production of cereals increased and the plantation of soybeans was developed.

In the rectangle leading from São Paulo to the North of Paraná, a temporal comparison could not be made; the study was made for 1970 only where the observations found in the previous region were confirmed, with emphasis on the distortions caused by other influences, principally those of an ecological order. In this region, the rings are displaced to greater distances, with the cotton area succeeding the sugar cane belt, followed by the permanent plantations (coffee) and the cereals.

RESUMÉ

Ce présent travail eut comme but à atteindre celui de tester l'application du modèle de Von Thünen au Brésil. La ville de São Paulo et la zone circonvoisine, dans un rayon de 750 kilomètres, furent choisies, en vertu de la haute concentration de la population et des activités de la métropole de São Paulo et du caractère relativement primordial qui s'y trouve présent.

Les variables utilisées se réfèrent aux données fournies par les recensements de 1950 et 1970 et des Statistiques de Productions du Ministère de l'Agriculture, relatives à l'utilisation de la terre: les surfaces cultivées par plantations permanentes et temporaires, les étendues boisées, ou de pâturage, les terres cultivées en produits déterminés. Ces statistiques furent cueillies au niveau de "município".

Des anneaux furent tracés sur une carte du Brésil ("anneaux d'analyse"), centrés sur la ville de São Paulo, chacun ayant 75 kilomètres de largeur. Une grille quadrillée fut superposée aux anneaux, chaque carré ayant 37,5 kilomètres de côté. Deux rectangles furent tracés sur la grille quadrillée, chacun couvrant un grand axe routier et de chemins de fer: de São Paulo en direction du Sud de Goiás et de São Paulo en direction du Nord du Paraná. Avec une longueur de 750 kilomètres, la largeur de chaque rectangle était de 225 kilomètres. Des carrés furent choisis au hasard dans ces rectangles, de façon à ce que les anneaux fussent représentés proportionnellement et les "municípios" de ces carrés fournirent les données de l'analyse. Cette analyse consista en une vérification du pourcentage déteu par chaque anneau par rapport à l'ensemble, quant à une utilisation déterminée de la terre, de même que du pourcentage d'une utilisation déterminée, dans un anneau donné, par rapport au total des utilisations.

On put conclure que la distribution des activités agropastorales dans les espaces ruraux qui contournent la métropole de São Paulo obéit à des forces économiques qui prennent l'empreinte d'une configuration générale qui peut être séparée en forme d'une modèle s'approchant de celui proposé par Von Thünen et qui est basé sur le rapport entre la valeur unitaire de chaque produit et le coût du transport de cette même unité.

Le premier rectangle, au sud de Goiás, montre les résultats suivants pour 1950: le 1er. anneau (correspondant au 1er. "anneau d'analyse") est celui des activités fermières et d'horticulture ainsi que du reboisement; le 2ème. anneau (2ème. "anneau d'analyse") est celui des cultures industrielles, canne à sucre et coton, ainsi que fruitières permanentes; le 3ème. anneau (3ème. 4ème. et 5ème. "anneaux d'analyse"), des plantations permanentes; le 4ème. anneau (6ème. et 7ème. "anneaux d'analyse") est le rayon des céréales; le 5ème. anneau (8ème. et 9ème. "anneaux d'analyse"), le domaine du riz, du pâturage et des troupeaux d'abattage; et, finalement, le 6ème. anneau (10ème. "anneau d'analyse") où prédominent les surfaces de paissance.

En comparant ce tableau avec celui de 1970, on constate une augmentation des terres de plantations, principalement pour les cultures temporaires. On observe aussi un déplacement centrifuge des différents anneaux, le fait le plus important étant l'expansion du propre noyau métropolitain. A la périphérie extérieure, la production des céréales se trouve élargie et la plantation du soja y est développée.

Dans le rectangle qui part de São Paulo en direction du nord du Paraná, une comparaison temporelle ne fut pas possible, l'étude fut faite seulement pour 1970 où les faits observés dans la région précédente furent confirmés, et à noter les distorsions causées par des influences principalement d'ordre écologique. Dans cette région, les anneaux se trouvent déplacés à de plus grandes distances, la zone de coton succédant à la ceinture des plantations de canne à sucre et, à leur suite, les cultures permanentes (le café) et les céréales.

O desequilíbrio do quadro natural de Franca (SP) e a formação das voçorocas*

NEUZA MACHADO VIEIRA

APRESENTAÇÃO

A cidade de Franca está localizada no extremo Nordeste do Estado de São Paulo, numa área considerada por Ab' Saber (1968a) como "marcadamente tradicional, tanto do ponto de vista das formas de relevo como das condições ecológicas, do solo, da vegetação, e ainda da história do povoamento".

O objetivo desse trabalho é o estudo dos vários componentes do quadro natural que, no conjunto, formam uma cadeia onde cada elemento deve estar em equilíbrio com os demais. Este equilíbrio é muito delicado e quando há mudança em qualquer um dos fatores se verifica perturbação e desequilíbrio de todo o conjunto.

Sendo as voçorocas uma forma de erosão típica de áreas desequilibradas (fase resistásica), através do estudo de cada fator, poderemos avaliar qual deles se modificou, rompendo o equilíbrio. Veremos, também, como esses elementos se comportam para atingir novamente o equilíbrio dinâmico do conjunto natural. É do comportamento desses fatores naturais que depende a intensidade de atuação de cada processo morfogenético, havendo, conseqüentemente, maior ou menor ação erosiva. Por exemplo, no que se refere à influência do relevo, observamos que a velocidade de um escoamento é menor numa inclinação inferior a 1.º do que em declives de 2 a 3º, onde se torna mais rápido e mais ativo.

Este trabalho corresponde a uma parte da Tese de Doutorado intitulada "Estudo Geomorfológico das Voçorocas de Franca (SP)" apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Franca.

VOÇOROCAS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS BAGRES E DO CUBATÃO - FRANCA

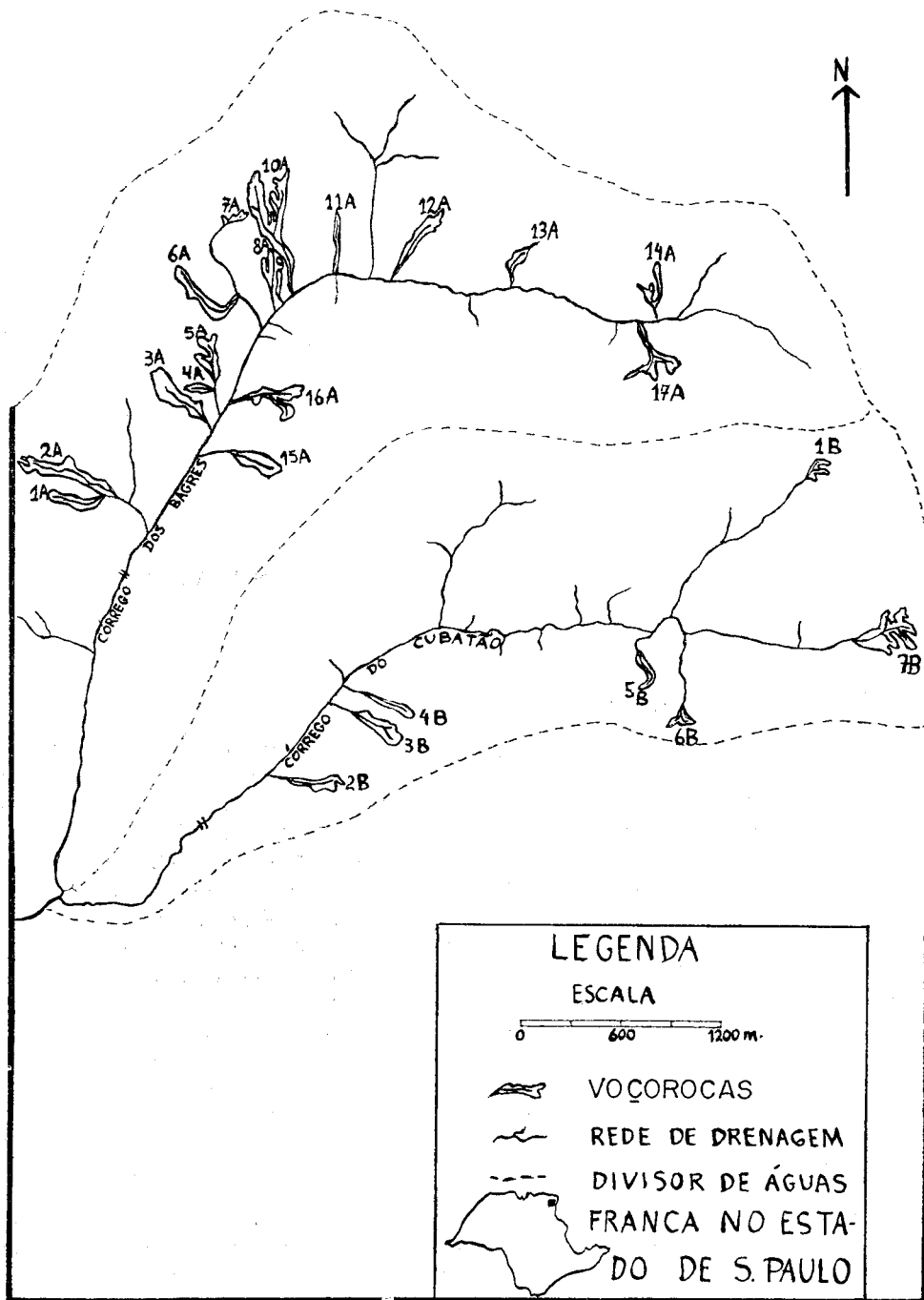
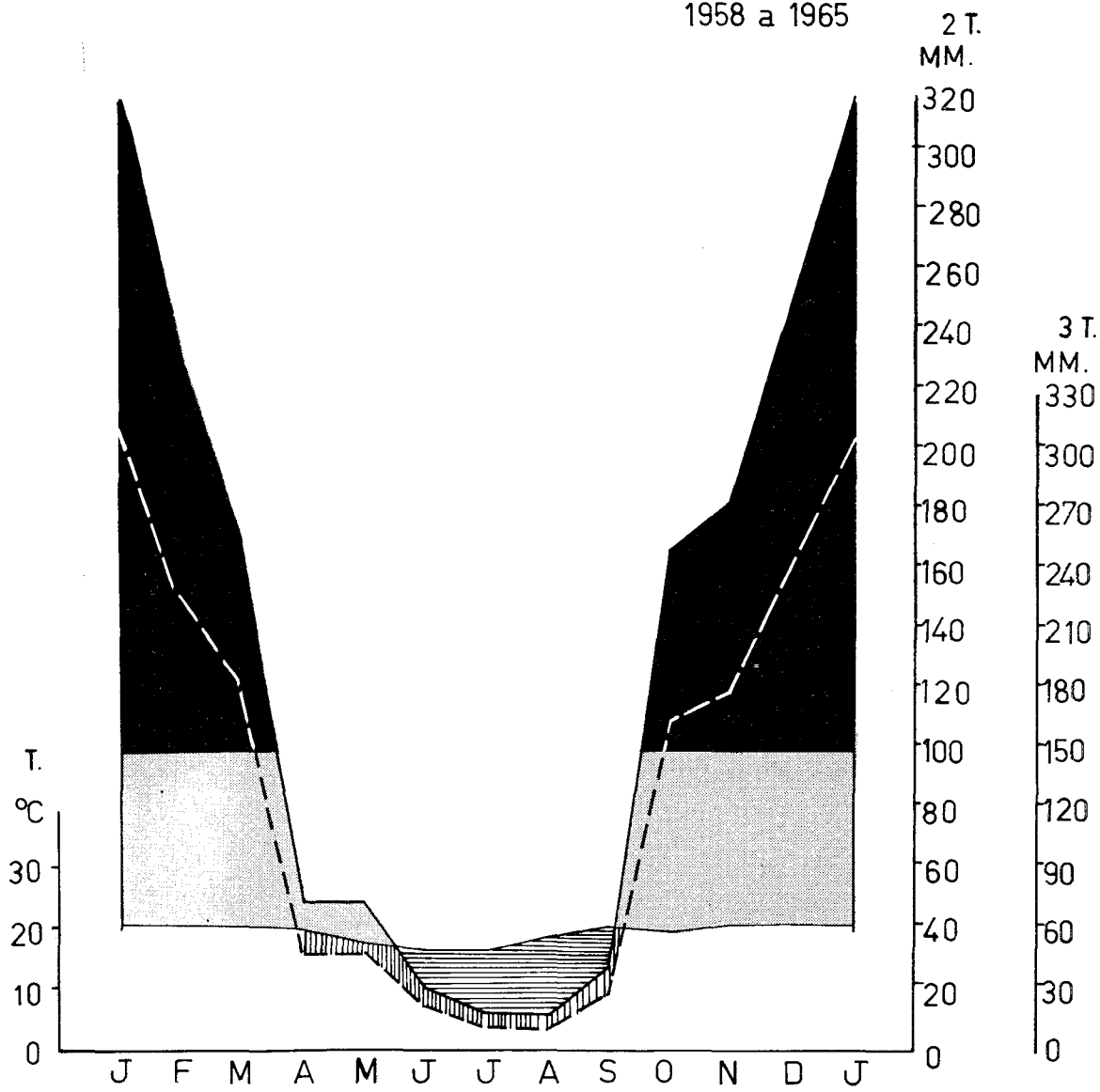


FIGURA - 1

DIAGRAMA CLIMÁTICO DE FRANCA

1958 a 1965



período muito úmido (>100mm)
período úmido (<100mm >3T)
período sêco (P>2T e <3T)
período árido (P<2T)

FIG - 2

Torna-se oportuno dizer que o esquema deste estudo é descritivo e não interpretativo, baseando-se numa série de dados levantados através das pesquisas de campo e da aplicação de técnicas de laboratório.

Para facilitar o estudo posterior de cada voçoroca estas foram numeradas conforme mostra a figura n.º 1, sendo que todas se encontram dentro do perímetro urbano de Franca.

1 — Clima

O clima é o principal fator condicionante dos processos erosivos, sendo que a esculturação das voçorocas se realiza devido à presença da água da chuva, que é o agente mais importante da desnudação. Portanto, devemos estudar todos os fatores característicos das chuvas, como: volume de precipitação, duração, intensidade e frequência, condicionadas à distribuição cronológica ao longo das estações do ano.

Para o estudo de precipitação e temperatura fizemos levantamento de dados conseguidos através do 7.º Distrito de Meteorologia do Ministério da Agricultura, em São Paulo, e do Departamento de Águas e Energia Elétrica, Seção de Hidrologia de São Paulo.

Embora os dados de chuvas em totais anuais, mensais, diários ou mesmo de seis em seis horas não tenham um grande significado em relação aos estudos sobre erosão, pois a chuva se distribui de uma maneira irregular mesmo em 60 minutos, achamos conveniente analisar o diagrama climático e o climatograma da cidade de Franca, que relacionam as chuvas e as temperaturas, estabelecendo quatro períodos: muito úmido (P. é superior a 100 mm); úmido (P. é superior a 3T e inferior a 100 mm); seco (P. é superior a 2T mas inferior a 3T); e árido (P. inferior a 2T).

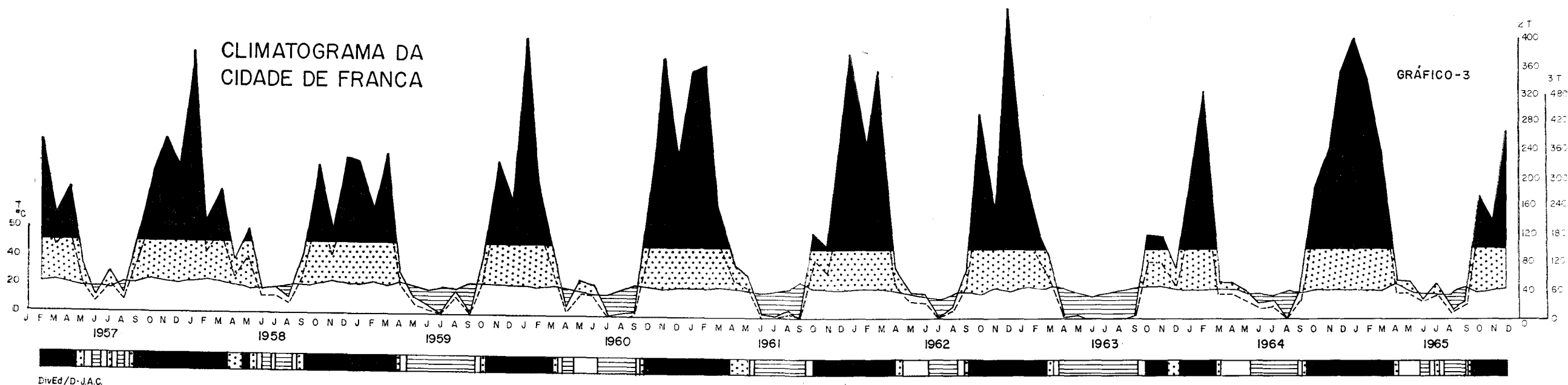
Os dados utilizados na construção dos gráficos baseados em concepções de Henri Walter, sumariadas por Rosseau (1962), abrangeram período bastante curto devido à falta de dados, motivadas por observações incompletas e com interrupções, algumas vezes, bastante grandes.

1.1 — Análise do Diagrama Climático

Analisando o diagrama climático da cidade de Franca (fig. n.º 2), que representa as médias de 8 anos, entre 1958 e 1965, observamos que as temperaturas não variam muito, ocorrendo pequenas diferenças nas médias de verão ou de inverno, além de existir 8 meses com médias acima de 20 graus C, sendo fevereiro o mês que se apresenta como o mais quente, com a média de 21,4°C, opondo-se ao mês mais frio, que é junho, com 16,9°C, resultando uma amplitude térmica anual de 5,5°C.

Quanto às precipitações, Franca possui um total pluviométrico médio anual de 1498,0 mm, sendo dezembro, janeiro e fevereiro os meses mais chuvosos, com respectivamente 247,2, 317,0 e 233,7 mm, concentrando 53,2% do total das chuvas. Junho, julho e agosto são os meses mais secos com 22,2, 13,8 e 11,8 mm, respectivamente, somando 3,2% do total anual. Como meses intermediários aparecem março — 172,4 mm; outubro — 167,7 mm e novembro — 181,7 mm, correspondendo a 35,0% do total anual; enquanto abril — 49,7 mm; maio — 49,6 mm e setembro — 29,4 mm representam 8,6% do total. Assim, podemos dizer que o máximo de pluviosidade ocorre no verão e o mínimo no inverno.

O período chuvoso alonga-se de outubro a março, com 88,2% do total, correspondendo às chuvas que, além de mais frequentes, são as



de maior intensidade, "tipo convectivas", acompanhadas de trovoadas, sendo a época do aceleramento erosivo. Através de medidas feitas com pluviômetro, constatou-se ser comum nesta época a ocorrência de chuvas de 15 a 20 mm, no espaço de 30 minutos.

As vezes ocorrem chuvas fortes separadas por pequenos intervalos, o que agrava mais o problema da erosão, como no dia 9 de março de 1973 quando, pela manhã, das 9 horas até 9 horas e 25 minutos, choveu 20 mm; das 14 às 14 horas e 40 minutos — 12 mm; das 17 às 18 horas mais 40 mm. Neste dia o escoamento superficial foi tão grande que provocou estragos nas margens dos córregos canalizados, colocando em perigo principalmente as pontes do córrego Cubatão, quando as águas passavam por cima delas, pressionando-as devido ao represamento.

O período seco recebe apenas 11,8% do total pluviométrico, observando-se 44 dias chuvosos que abrangem o período compreendido entre os meses de abril a setembro.

O diagrama climático revela ainda a passagem brusca do período muito úmido para o árido e vice-versa, havendo entre ambos um tempo de transição bem curto, correspondente aos períodos úmidos e secos.

1.2 — Análise do Climatograma

Através da análise do climatograma (fig. n.º 3) vemos a mesma sucessão de estações chuvosas, compreendendo os períodos muito úmido e o úmido, e estações secas que correspondem aos períodos seco e árido, dos anos de 1957 até 1965.

Fazendo-se uma análise da variação das estações chuvosas e secas, quanto a sua durabilidade, notamos a presença de períodos muito úmidos e úmidos, que se prolongam além do espaço de tempo normal, como em 1957 e 1958, quando a fase chuvosa se alongou de setembro a maio, opondo-se a junho, julho e agosto de 1958, que foi o período mais curto de secas dentre os anos analisados.

Destacamos 1963 e 1964 como os anos de períodos áridos e secos mais prolongados, indo de março a setembro, sendo que em 1963, de abril a setembro, existiu um período árido onde P é inferior a 2T. Além de maior duração do período árido, o ano de 1963 teve 3 meses, junho, julho e agosto, sem nenhuma precipitação.

Os anos chuvosos de 1961 — 1962 e 1964 — 1965, foram os que mais se aproximaram do padrão normal, variando mais no que se refere a maior intensidade das precipitações, embora a duração do período seja a mesma. Em todos os anos há uma sucessão de períodos áridos aureolados por períodos secos, úmidos, até atingir o muito úmido.

Assim como varia a duração dos períodos chuvosos e secos, a intensidade das chuvas também é diferente de um ano para outro.

O período chuvoso de maior intensidade pluviométrica foi de 1962 a 1963, com dezembro apresentando fortes precipitações quase diárias que somaram 442,0 mm. O ano de 1962 destaca-se como o mais chuvoso, com total de 2.080,6 mm, concentrando 89% das precipitações em dezembro, janeiro e fevereiro.

1.3 — Intensidade das chuvas

Para a explicação dos processos morfogenéticos, consideramos a intensidade das chuvas como a categoria de dados climáticos mais importante. Porém, como em Franca não há pluviógrafo em funcionamento, o estudo da distribuição horária das chuvas cotadas em minutos

TABELA N.º 1

Intensidade das chuvas em 24 horas em Franca entre 1958 a 1970

Chuvas em mm Meses	0 a 10,0	10,1 a 20,0	20,1 a 30,0	30,1 a 40,0	40,1 a 50,0	50,1 a 60,0	60,1 a 70,0	70,1 a 80,0	80,1 a 90,0	+ de 90,0	Total de Dias Chuvosos	N.º Médio de Dias Chuvosos
Janeiro	131	61	33	23	5	7		4	1		265	22
Fevereiro	125	52	28	18	2	5		2	2		234	19
Março	105	36	15	6	6			1	1	1	171	14
Abril	85	10	3	2	4	1					105	8
Maiο	52	12	3	4	1		1				73	6
Junho	32	9	4								45	3
Julho	25	5									30	2
Agosto	35	6									41	3
Setembro	67	7	5	1	1	2					83	6
Outubro	109	37	13	15	4	2	1				181	15
Novembro	111	30	22	12	11	2	1				189	15
Dezembro	154	40	22	16	10	6	2	1	1		251	20
TOTAL	1.031	305	148	97	44	25	5	8	5	1	1.669	133

não foi possível. Por esse motivo, recorreremos aos dados concernentes à intensidade diária, o que não dá uma imagem real, porque as chuvas variam muito, tanto em intensidade como em duração ao longo do dia.

A tabela n.º 1, de intensidade de chuvas em 24 horas para Franca, de 12 anos, de 1958 a 1970, apresenta um total de 1.669 dias chuvosos, ou seja, 38% de dias com ocorrência de chuvas. Do total de dias chuvosos, 61,8% possuem precipitações inferiores a 10 mm em 24 horas, seguida de 18,3%, com intensidade de 10,1 a 20,0 mm diários. Considerando a média para o período, os três meses mais chuvosos, dezembro, janeiro e fevereiro, somam 61 dias com chuvas (45,8%), enquanto junho, julho e agosto, que são os três meses menos chuvosos, têm 8 dias apenas com chuvas (6%). Devemos considerar que apenas as chuvas com intensidade de zero a 20 mm (80%) ocorrem ao longo de todo ano, sendo que as chuvas acima de 30,1 mm diários não ocorrem nos meses de junho, julho e agosto. As precipitações de grande intensidade, acima de 60,1 mm em 24 horas, ficam restritas à estação chuvosa (0,8%), verificando-se os maiores índices pluviométricos nos dias: 26-3-1965 = 93,7 mm; 14-12-1964 = 90,0 mm; 23-01-1969 = 89,3 mm; 12-2-1961 = 88,9 mm e 02-03-1962 = 87,7 mm; ao longo do período acima considerado.

Como complementação às observações e interpretações a respeito de dados de intensidade de chuvas, achamos conveniente analisar as precipitações no espaço de tempo, das 12 às 18 horas, e das 18 até 24 horas, conforme as leituras efetuadas no pluviômetro da Estação de Tratamento de Águas de Franca, pertencente ao 7.º Distrito de Meteorologia do Estado de São Paulo, de 1965 a 1970. (Tabela n.º 2).

TABELA N.º 2

Frequência das chuvas (em mm.) cotadas em 6 horas para Franca de 1965 a 1970

Meses	Chuvas em mm				
	—0,9	1,0 a 14,9	15,0 a 29,9	+ de 30,0	Total
Janeiro	34	83	24	3	144
Fevereiro	31	75	11	5	122
Março	25	51	9	4	89
Abril	18	12	3	2	35
Maio	11	16	1	—	28
Junho	3	7	2	—	12
Julho	10	5	—	—	15
Agosto	7	8	1	—	16
Setembro	9	19	1	1	30
Outubro	30	38	7	4	79
Novembro	34	67	11	6	118
Dezembro	28	83	13	5	129
TOTAL	240	464	83	30	817

Também neste caso não nos esquecemos de que o valor da intensidade e da duração das chuvas varia bastante no espaço de seis horas, mas pode dar idéia mais precisa do que os dados de 24 horas.

Pelo estudo da tabela de freqüência vemos que 53,5% do volume das precipitações variam de 1,0 a 14,9 mm em 6 horas, sendo 35% representadas por chuvas fracas, isto é, menos de 1 mm em 6 horas. Apenas as duas últimas categorias, com escala de 15 a 30 mm em 6 horas, correspondendo a 8,5% e 3% respectivamente, terão bastante interesse para os problemas de intensificação do fenômeno erosivo, principalmente no caso destes índices estarem concentrados em apenas alguns minutos.

As chuvas mais intensas ocorrem de outubro a março, alcançando índices bastante elevados no espaço de 6 horas: 55,2 mm (10-1968); 55,0 mm (12-1966); 55,0 mm (10-1969); 52,5 mm (12-1969); 51,6 mm (11-1966); sendo que em novembro e dezembro de 1966 houve concentração de chuvas fortes, que contribuíram para a formação do maior índice pluviométrico anual de Franca — 2.101,1 mm. É importante notar que as poucas chuvas verificadas na estação seca são de fraca intensidade, índices que dificilmente ultrapassam 15 mm em 6 horas.

1.4 — Variações das temperaturas

Além da pluviosidade, o fator temperatura é importante, especialmente quando tratamos de balanço hídrico, considerando o armazenamento e a perda da água do solo que, por sua vez, irá ter influência nos processos erosivos, através do aumento ou diminuição da coesão dos elementos formadores do regolito.

Através de análise dos dados de temperatura, onde destacamos as máximas, as mínimas e as amplitudes térmicas diárias durante os anos de 1965 a 1970, vemos a grande influência do fator altitude (1.000 m) e da grande atividade da massa Polar.

Pela tabela n.º 3 vemos que as temperaturas máximas oscilam entre 10 e 37 graus C, sendo mais comuns as situadas entre 19 e 29 graus C (80%), não tendo quase nenhum significado as temperaturas superiores a 30 graus C, que apresentam uma freqüência de apenas 7%, sendo o mês mais quente, setembro, seguido por outubro, que marca o fim do período seco. Em contraposição, aparecem os meses de abril a julho, apresentando as cifras mais baixas de temperaturas máximas, numa escala de 10 a 18 graus C (13%). A temperatura máxima diária predominante é de 26 graus C (11,6%) referente aos 6 anos analisados.

As temperaturas mínimas (tabela n.º 4) são sempre superiores a zero graus C e inferiores a 22 graus C, apresentando as maiores percentagens de incidências as de 11 e 18 graus C (89,5%), seguidas pelas de zero a 10 graus C (7,3%) e de 19 a 22 graus C (3,2%). As temperaturas abaixo de 10 graus C predominam entre os meses de abril e setembro e as mais altas (mais de 18 graus C) de outubro a março. A temperatura mínima mais freqüente é de 16 graus C (17,8%).

Quanto às amplitudes térmicas (tabela n.º 5) há uma variação de 1 a 18 graus C, sendo que as mais freqüentes estão entre 3 e 14 graus C (80%), com o domínio da cifra de 12 graus C (12,2%), estando acima destas as que representam 17,8% do total. Os meses de julho, agosto, setembro e outubro são os que apresentam as maiores amplitudes térmicas, contrapondo-se ao período de novembro a junho que são os meses menos turbulentos.

TABELA N.º 3

*Frequência de temperaturas máximas em Franca durante os
anos de 1965 a 1970*

Meses	°C																																				
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37									
Janeiro								4	4	7	8	15	13	17	18	18	23	30	13	6	6	4	2														
Fevereiro								3	2	6	6	7	9	15	18	10	30	16	13	9	7																
Março								2	10	18	15	9	18	6	8	8	13	13	18	9	7																
Abril	1				4	2	5	6	10	16	13	6	10	4	8	11	25	36	11	5																	
Maio				1	4	3	10	12	13	17	5	5	9	13	16	20	31	16	6	1																	
Junho			1		3	5	7	9	11	4	6	9	17	20	27	26	18	15	2																		
Julho		2	2	2	2	7	14	25	13	5	10	11	20	14	24	11	16	6	2																		
Agosto					1	1	5		5	7	11	12	12	16	23	15	19	22	11	18	4	3															
Setembro					1	1	1	3	5	4	6	13	7	7	9	20	10	15	10	14	16	19	12	5	1											1	
Outubro									1	2	5	4	8	11	12	18	21	14	16	20	10	9	2	1													
Novembro					1		4	4	12	23	13	11	3	5	10	16	12	14	21	13	10	3	2														
Dezembro							5	7	13	12	14	8	10	7	10	17	26	19	15	8	8	5	1	1													
TOTAL	1	2	3	3	16	19	51	75	99	121	112	110	136	135	183	190	244	216	138	103	68	43	19	7	1											1	

TABELA N.º 4

*Frequência das temperaturas mínimas de Franca durante os
anos de 1965 a 1970*

Meses	°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Janeiro															3	8	32	55	54	22	5	3	1	1
Fevereiro											1					7	16	55	38	26	14	1		
Março														2	2	13	24	49	37	24	4			
Abril											2	5	3	11	14	29	49	27	23	8	2			
Maió							1	2	1	4	3	13	18	20	32	27	32	17	14					
Junho			1					1		5	9	20	20	43	41	24	10	5	1					
Julho							1	3	3	9	10	19	44	43	27	20	5	3		1				
Agosto			1				1	1	2	4	11	13	29	28	30	25	21	9	7	4				
Setembro							1	1		1		3	6	18	18	20	41	29	27	6	8	1		
Outubro											1	6	13	11	15	34	28	27	13	4	2			
Novembro												4	4	12	21	31	53	34	10	6	3	1		
Dezembro															4	14	33	46	54	23	8	4		
TOTAL			1	1			4	8	6	23	35	75	130	182	194	223	328	376	316	137	51	14	2	1

TABELA N.º 5

*Frequência das amplitudes diárias de Franca, durante os
anos de 1965 a 1970*

Meses \ °C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Janeiro	5	10	13	7	14	13	15	22	23	24	19	15	4	1	1			
Fevereiro	3	7	5	7	11	10	21	21	28	16	21	3	4			1	1	
Março	13	10	15	12	11	8	7	9	11	22	15	10	6	2		1		
Abril	7	10	11	17	12	7	4	11	14	16	28	26	5	4				
Maiο	6	8	14	22	15	2	5	4	10	14	22	32	15	8	4	3		
Junho	1	2	13	5	10	7	3	4	14	17	24	42	27	11				
Julho	6	3	8	17	22	11	6	5	8	12	21	30	19	13	2	1	1	
Agosto	2	1	1	9	5	10	5	6	6	7	17	33	33	30	14	5	2	
Setembro	3	2	7	6	11	8	9	6	5	7	14	13	23	29	25	9	1	1
Outubro			2	1	6	7	9	11	21	21	14	21	14	14	8	4	1	
Novembro	10	15	14	13	12	9	12	6	12	22	22	14	9	5	5	1		
Dezembro	21	12	16	9	9	10	10	14	20	22	15	19	2	5	2	1		
TOTAL	77	80	119	125	138	102	106	119	172	200	232	258	161	122	61	26	6	1

MÉDIA — 9,7°

1.5 — Atuação das Massas de Ar

Tanto a pluviosidade como a temperatura são elementos climáticos condicionados à dinâmica atmosférica das massas de ar Equatorial Continental e Continental Tropical (responsáveis pelo calor, umidade e chuva de verão); Tropical Atlântica (que provoca chuvas de verão devido à instabilidade basal); Massa Polar (responsável pelas chuvas de outono-inverno e de primavera-verão, produzindo, porém, bom tempo quando na fase de domínio durante o inverno) que é a chamada Polar Velha.

Nos anos de 1962 e 1967 houve grande atividade da Massa Polar, explicando os invernos com várias ondas de frio e médias diárias de temperatura de até 13,2 graus C (23-07-1967).

Houve nestes anos invernos com chuvas freqüentes, embora pouco intensas, graças à falta de aquecimento basal, apresentando maiores intensidades apenas “quando os avanços da Frente Polar se fazem em pulsações mais equilibradas com espaços suficientes entre elas para permitir atuação da onda de Noroeste no aquecimento pré-frontal”. (Penteado, 1966:35).

Em contraposição, no ano em que ocorre a predominância da Massa Tropical Atlântica, o índice pluviométrico abaixa (1963 —798,4 mm), pois esta barra as incursões da Massa Polar em choques frontais e, como consequência, o inverno é seco e não muito frio.

No verão a intensidade das precipitações aumenta, predominando chuvas rápidas e fortes, devido à instabilidade basal da Massa Tropical Atlântica ou de ondas de Noroeste, relacionadas às Massas Continental Tropical e Equatorial Continental.

1.6 — Balanço Hídrico

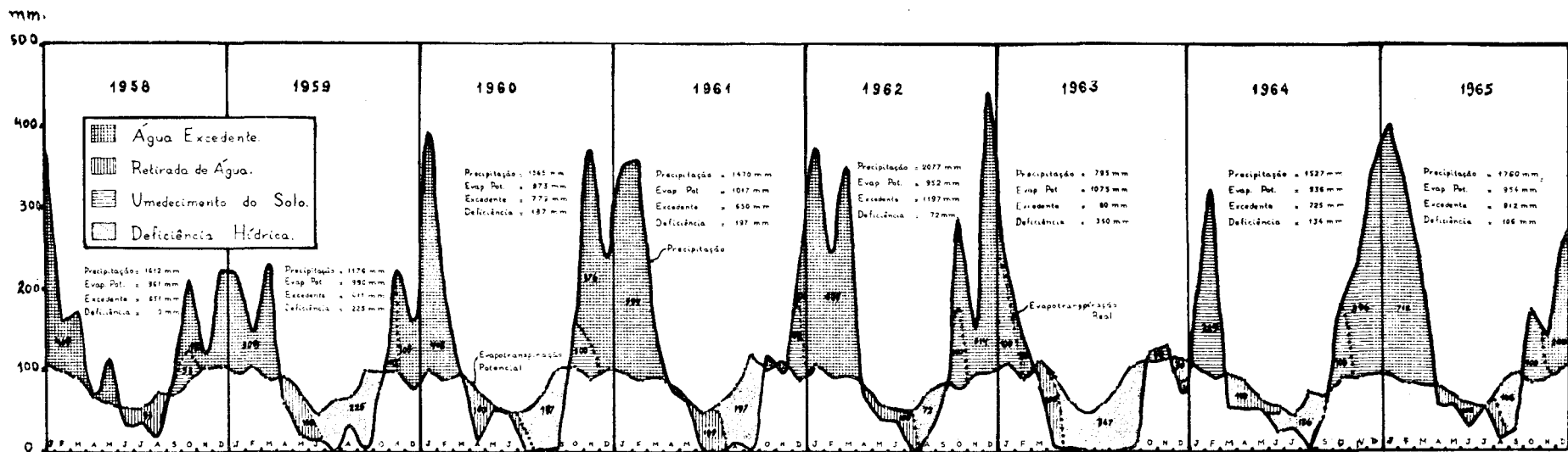
O estudo de clima se completa com a interpretação dos índices de evapotranspiração que representam a perda da umidade do solo, possibilitando caracterizar térmica e hidricamente a área em estudo. A evapotranspiração potencial é “o elemento que indica a necessidade de água, por unidade de área do terreno, ou melhor, a chuva teoricamente necessária para manter a vegetação verde e turgesciente o ano inteiro” (Tarifa, 1970:35).

A análise dos dados se torna necessária no estudo da formação e desenvolvimento das voçorocas, considerando a vegetação um agente detentor de erosão dos solos, dificultando a atividade do escoamento superficial e facilitando a infiltração da água.

Para a obtenção dos dados de evapotranspiração potencial, real, de excedente e deficiência de água no solo usamos o método de Thornthwaite (1948), que considera o valor da água armazenada na zona das raízes variando entre zero e 100 mm.

Após o cálculo dos dados do balanço hídrico fizemos uma representação gráfica para cada ano de 1958 a 1965 (fig. n.º 4). Através da análise deste gráfico podemos observar que o ano de 1962 foi aquele que apresentou maior volume de água excedente (1.197 mm) de janeiro a março (683 mm) e de outubro a dezembro (514 mm), havendo retirada de água de 100 mm, uma deficiência de apenas 72 mm e 100 mm de umedecimento do solo.

Em contraposição o ano de 1963 foi o mais seco, apresentando apenas 80 mm de água excedente (janeiro a fevereiro), com 100 mm de retirada de água do solo e 347 mm de deficiência, abrangendo o espaço



Representação Gráfica do Balanço Hídrico Segundo o Método de "Thorntthwaite-1948" para França.

FIG - 4

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO BALANÇO HÍDRICO DE FRANCA — MÉTODO THORNTHWAITÉ-1948

PERÍODO: 1958-1965

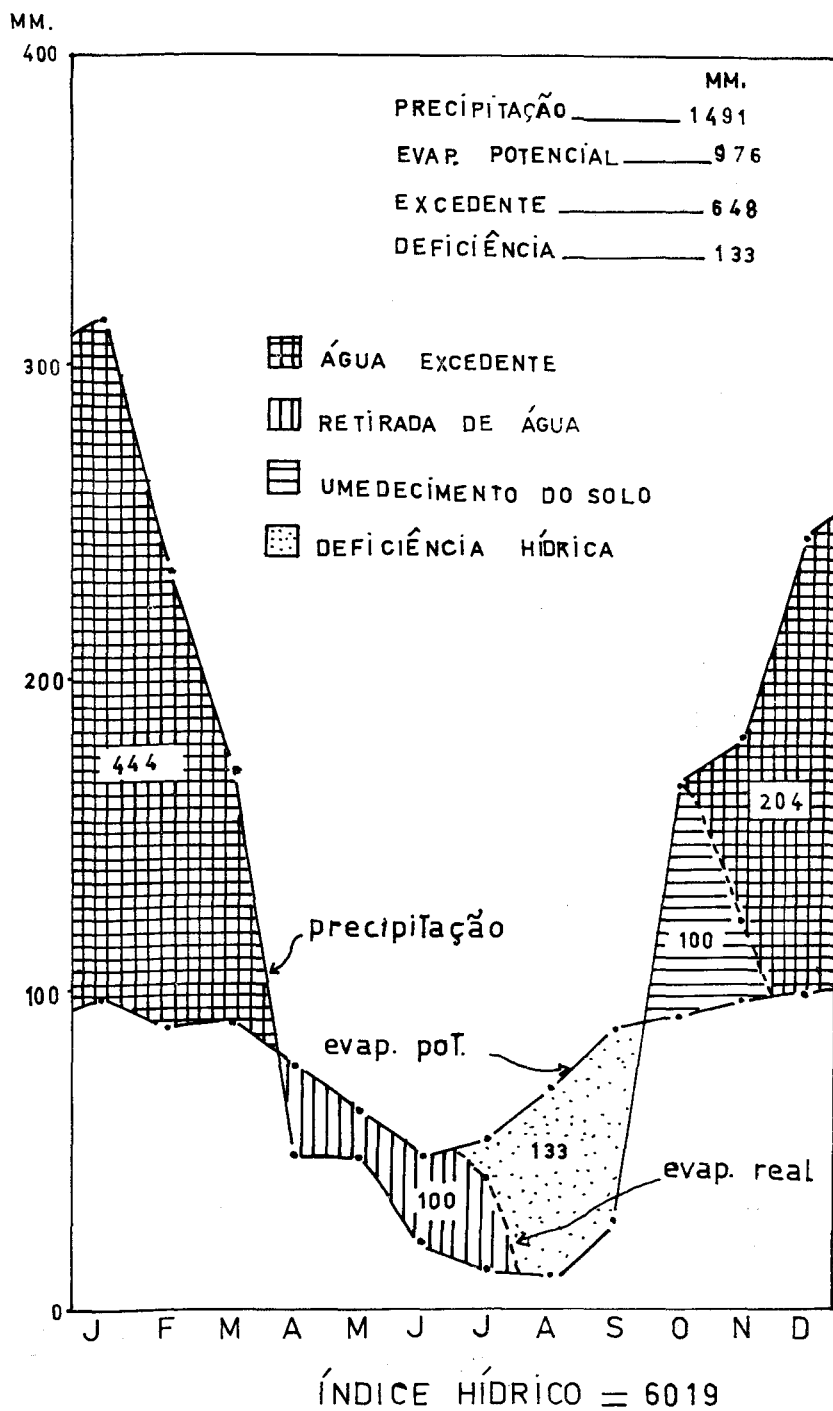


FIG - 5

de tempo compreendido entre os meses de abril a setembro, havendo em outubro e novembro um pequeno umedecimento (30 mm), mas igual retirada de água em dezembro, quando ocorreu uma deficiência de 13 mm.

O ano de 1958 aparece como o mais equilibrado, com 651 mm de água excedente de janeiro a março (469 mm) e de setembro a dezembro (182 mm), havendo retirada de água apenas de julho a agosto (93 mm), sem existir período de deficiência.

A figura n.º 5 representa o balanço hídrico para Franca, no período de 1958—1965, considerando-se os dados médios. Através dele podemos concluir que de novembro a março há uma média de 648 mm de água excedente nos solos de Franca. Por outro lado o período de deficiência estende-se de julho a setembro, apresentando a média de 133 mm. Enquanto a maior perda de água ocorre de abril a julho (100 mm), o umedecimento com igual valor vai de setembro a novembro.

Como vimos através das figuras 4 e 5, os balanços hídricos indicam não só as deficiências anuais mas também os excedentes e, de uma relação calculada entre ambos, propõe Thornthwaite um índice hídrico (Tarifa, 1970:35), cuja fórmula é:

$$Im = \frac{(100e - 60d)}{n}$$

onde Im = índice hídrico

d = deficiência anual

e = excedente anual

n = evapotranspiração potencial anual

Os índices hídricos para Franca de 1958 a 1965 são os seguintes:

1958 = 67,67

1959 = 27,87

1960 = 68,53

1961 = 52,29

1962 = 121,07

1963 = 12,65

1964 = 68,86

1965 = 87,88

Para este período o índice hídrico médio foi de 60,19.

Se os valores de Im superiores a 100 indicam clima superúmido; entre 100 e 20 clima úmido; entre 20 e 0 subúmido; entre 0 e —20 clima seco; entre —20 e —40 clima semi-árido; entre —40 e —60 clima árido (Tarifa, 1970:36), podemos classificar o clima de Franca como *úmido*, tendo havido apenas duas exceções no espaço de tempo analisado: o ano de 1963 que apresentou um valor negativo e 1962 quando o índice hídrico se elevou acima de 100.

2 — Fatores Litológicos-estruturais

2.1 — Aspectos da Geologia

Tendo como base as referências sobre a geologia do Planalto de Franca, feitas principalmente por Fernando F. M. de Almeida, Ruy Osório de Freitas e Sérgio Mezzalana através da publicação especial do IGG “A Geologia do Estado de São Paulo” (1964), complementada com um mapa geológico, observamos que a área em estudo é constituída por terrenos da Era Mesozóica. Esses terrenos mesozóicos, e os sedimentos recentes que os recobrem, estão sendo ainda entalhados pela drenagem que se dirige, de um modo geral, para SW, e que se organizou após a última fase de movimento tectônico de tipo epirogênico. (fig. n.º 6)

2.1.1 — Formação Serra Geral

O alicerce das três colinas que constituem o sítio urbano é composto por uma laje de basaltos que Ab'Saber (1968b:8) classifica como o “derame topograficamente mais elevado e cronologicamente o mais moderno (Jurássico Superior ou Cretáceo Inferior)”, e que aflora especialmente nos talvegues dos córregos que atingiram o contacto da cobertura de arenito com o basalto, ao nível de aproximadamente 940 m de altitude, como acontece com o córrego dos Bagres e do Cubatão.

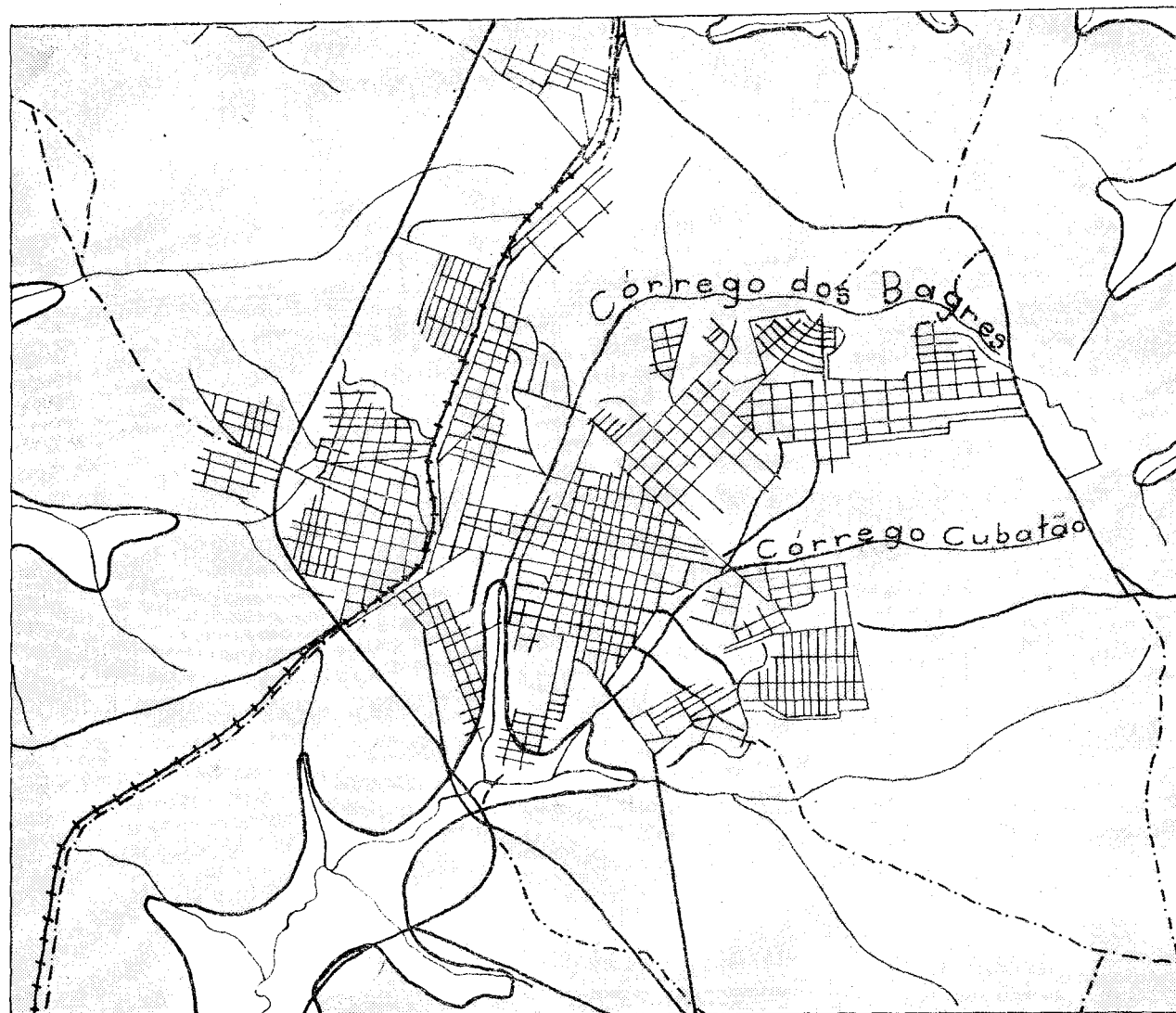
Na altura em que esses dois córregos cortam as rochas da Formação Serra Geral aparecem as quedas d'água que estão bem representadas no perfil longitudinal dos referidos canais fluviais (fig. 9).

Tendo em vista os resultados de sondagens realizadas em Franca pela Cia “N.C.L. Engenharia de Solos”, e também devido às análises feitas a partir de material coletado nas aberturas de poços semi-artesianos, esquematizamos um corte geológico (fig. n.º 7), sem, no entanto, levar em consideração as possíveis fraturas que possam ocorrer na área.

Na chácara Santa Cruz, localizada do lado leste da cidade (altitude de 1.000 m), o magmatito básico foi encontrado a 27 m de profundidade e o arenito Botucatu intercalar apareceu a 57 m, mostrando-se silicificado a 62 m. Enquanto nesta posição a laje da Formação Serra Geral apresenta apenas 30 m, a oeste a broca, que furou o poço da Fábrica de Saltos Amazonas, atravessou 60 m de arenito cretáceo, depois 140 m de basalto, atingindo o arenito Botucatu a 200 m de profundidade.

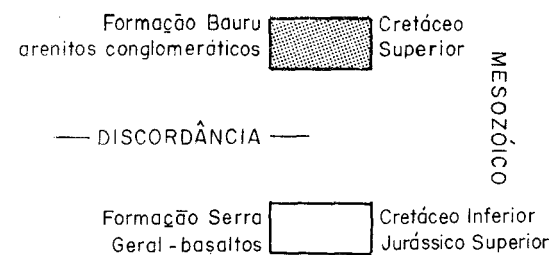
As demais sondagens e poços não chegaram ao arenito eólico Botucatu, porém deduzimos que a espessura da camada basáltica varia entre 30 e 140 m. Essas diferenças de espessuras podem ser explicadas, pois, como escreveu Almeida (1964), as lavas muito fluidas ocupavam as depressões dunares, que apresentavam desníveis de 50 a mais de 100 m, sendo que as partes mais espessas coincidiram com as áreas mais baixas, e as mais delgadas com as porções mais elevadas das dunas. Ainda outro fato que pode explicar a variação de espessura das camadas de basalto, que não é a mesma em relação com a original, é o fenômeno de erosão lembrado também por Almeida (1964), que afirmou serem os basaltos talhados em bisel pela superfície de erosão Pratinha. Continuando, o mesmo autor escreve que, embora a base dos derrames possa ser irregular, devido ao relevo pré-existente ou à erosão, a sua superfície é bastante plana, tendo pequenos desníveis.

Na cachoeira do córrego dos Bagres o basalto apresenta textura relativamente grosseira e juntas colunares. A direção das fraturas da rocha é predominantemente no sentido NW — SE.



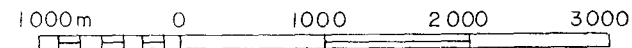
MAPA GEOLÓGICO DE FRANCA

COLUNA ESTRATIGRÁFICA (Generalizada)



FONTE: Mapa Geológico - NE Est. S. Paulo
C.N.E.N - D.E.M. (modificações do A.)

Fig.6



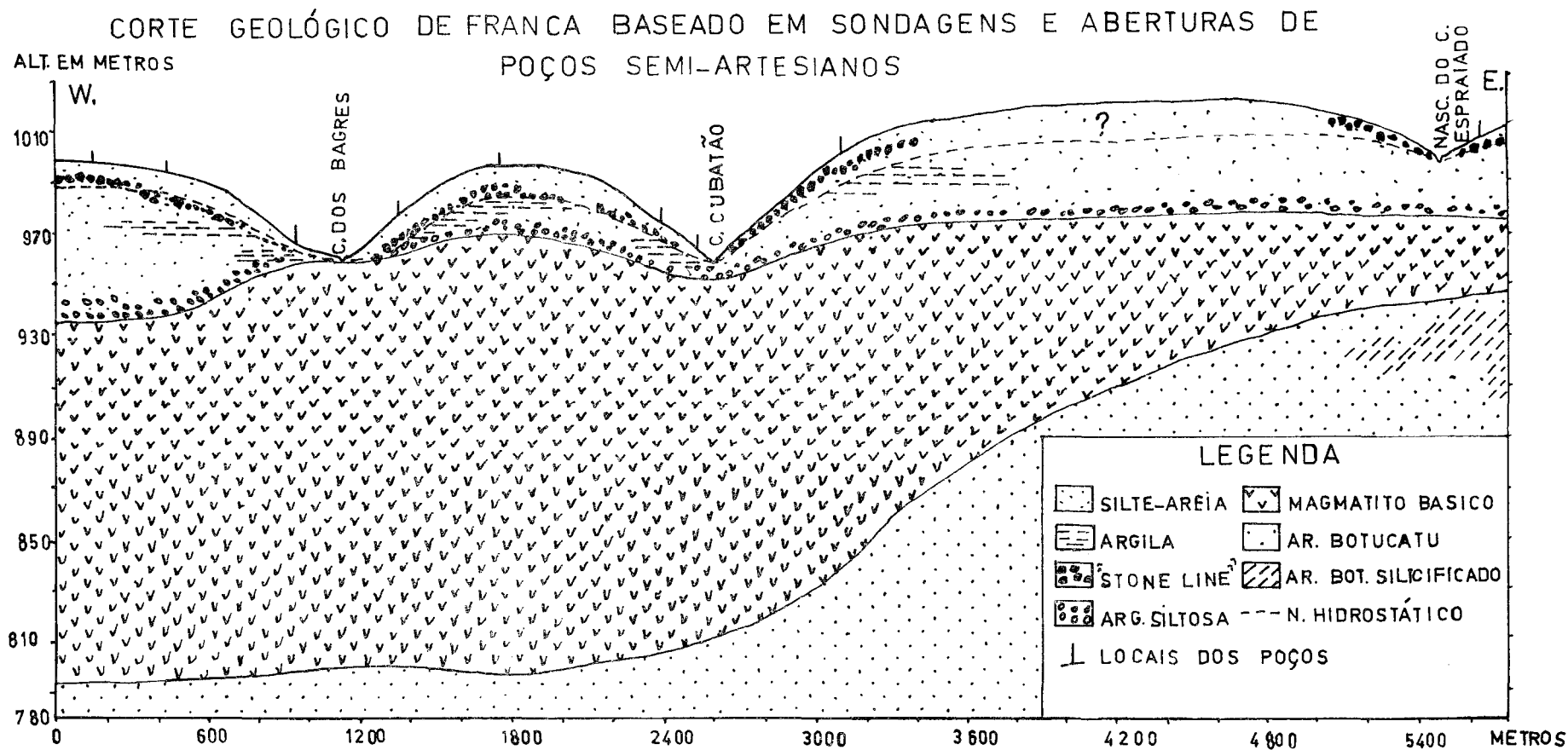


FIG-7

2.1.2 — *Formação Bauru*

Repousando em discordância sobre a Formação Serra Geral (eocretácea) está a Formação Bauru (neocretácea), constituída por arenitos de cores diversas, mormente branco, avermelhado, amarelo e cinza.

A Formação Bauru, em sentido geral, constitui um pacote sedimentar homogêneo, variando de arenosa a areno-siltosa.

No interior da voçoroca 7B (nascente do córrego Cubatão) encontramos uma secção deste pacote sedimentar constituído de um arenito médio, quartzoso róseo, bem estratificado, silicificado e bastante diaclasadado que está impedindo a evolução no sentido vertical da voçoroca.

A área de ocorrência do Bauru constitui o divisor de águas das bacias hidrográficas dos afluentes da margem direita do rio Sapucaí e da margem esquerda do rio Grande.

2.1.3 — *Depósitos de cobertura e linhas de pedras*

Embora não tenham sido consignados no mapa geológico (fig. n.º 6) da área em estudo, os depósitos de cobertura neocenozóicos, pois a sua delimitação demandaria em pesquisas mais aprofundadas, o que não constitui objetivo deste trabalho, sabemos que esses terrenos de pequena espessura cobrem em grandes proporções o arenito Bauru, acompanhando o relevo colinoso.

Para Ab'Saber (1969b) “esses mantos detriticos aperfeiçoaram o caráter convexo das topografias tropicais úmidas paulistas, em áreas de vertentes e interflúvios”.

O que temos observado é que normalmente os horizontes superficiais do solo ficam contidos dentro dos depósitos de cobertura, ou surgem sobre eles. Porém são pouco extensas as áreas onde os horizontes pedogênicos se encontram diretamente assentados sobre as camadas de arenito Bauru situadas mormente abaixo da linha de pedras.

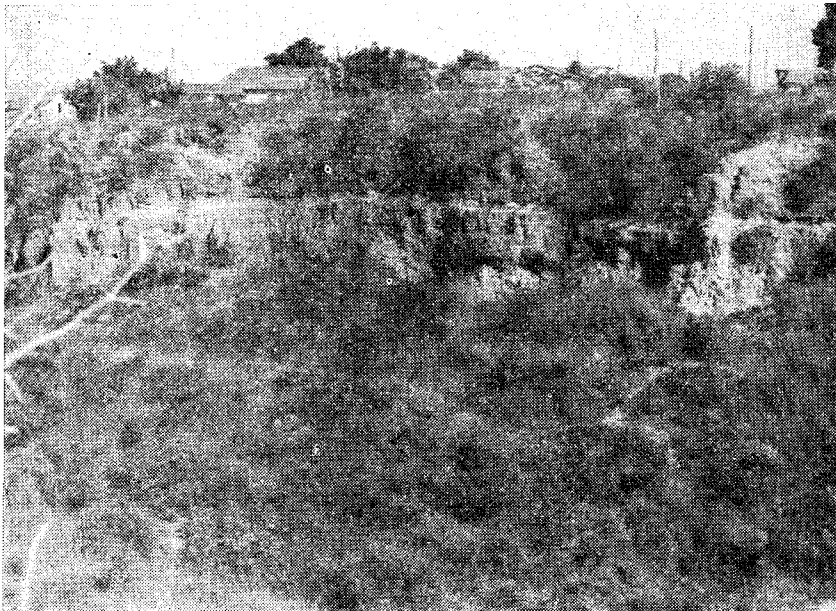


Foto 1

A fotografia n.º 1 ilustra o contacto dos depósitos superficiais com a Formação Bauru, textura geralmente fina, predominando areia, silte e argila, provenientes especialmente da Formação Cretácea e apresentando uma cor que varia do amarelado até o avermelhado.

Ao examinarmos os paredões abruptos das voçorocas, o que mais se destaca na porção subsuperficial é a presença da *stone line*, que constitui uma camada formada de material grosseiro, como é o caso do quartzo, da canga laterítica, que normalmente também acompanha as irregularidades do relevo, chegando a aflorar em algumas partes das vertentes das colinas, devido à erosão do material que a fossilizava.

Na voçoroca 10A a espessura desses depósitos chega a 2 m, sendo constituídos por arenitos, argilitos e especialmente por seixos retrabalhados, derivados do conglomerado basal do Grupo Bauru, sendo encontrados também ventifatos característicos da Formação Botucatu. Freitas (1955) e Ab'Saber (1969a) acreditam que o Grupo Bauru tenha sido o maior contribuinte para a formação dos paleopavimentos da região de Franca, considerando que os terrenos cretáceos abrangiam neste período uma área bem maior, a leste, sendo aos poucos dissecada pelos rios que desciam em direção à calha do Rio Paraná.

É comum aparecer nas cascalheiras um cimento ferruginoso que, unindo os grãos de quartzo, origina tanto blocos de laterito como placas limoníticas duras e finas (2 a 2 cm de espessura), que contribuem para pequeno retardamento do processo erosivo nos locais onde aparecem.

Quanto à distribuição espacial desses depósitos, notamos que não são contínuos, formando, às vezes, camadas de curta extensão lateral e de pequena espessura em relação à massa total.

2.2 — Análise do perfil estratigráfico

Ao efetuarmos as pesquisas de campo notamos que os arenitos constituem a feição mais geral da área, com granulometria variando de fina a muito fina, sendo comum a ocorrência de conglomerados, mormente na subsuperfície.

A coloração desses arenitos é predominantemente vermelha ou avermelhada, devido à presença comum do cimento ferruginoso, podendo aparecer também com cores amareladas ou esbranquiçadas.

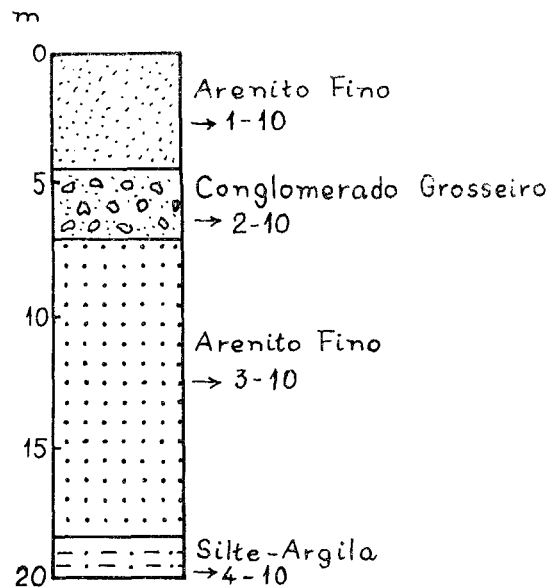
Os estratos de argilas, às vezes visíveis nas paredes das voçorocas, apresentam-se sempre como delgados leitos, não ultrapassando 30 cm de espessura, onde se destaca uma estruturação em finas lâminas plano-paralelas, bastante plásticas e de coloração vermelha.

O que notamos ao estudar as camadas arenosas das voçorocas é que elas possuem as mais variadas espessuras, porém raramente se apresentam descontínuas.

Durante os trabalhos de campo coletamos as amostras pontuais de sedimentos, tomadas em pontos convenientes das camadas que desejávamos conhecer.

2.2.1 — Granulometria e aspectos gerais dos sedimentos

Os dados granulométricos obtidos através das análises de laboratório estão colocados na tabela n.º 6, através da qual podemos constatar a predominância da fração areia em todas as amostras. Além disso, apenas a amostra 2-10 contém frações mais grossas, explicável por ser ela a representante da camada de conglomerados ou *stone line*.



COLUNA ESTRATIGRÁFICA E CORTE GEOLÓGICO DA VOÇOROCA 10A.

INDICAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

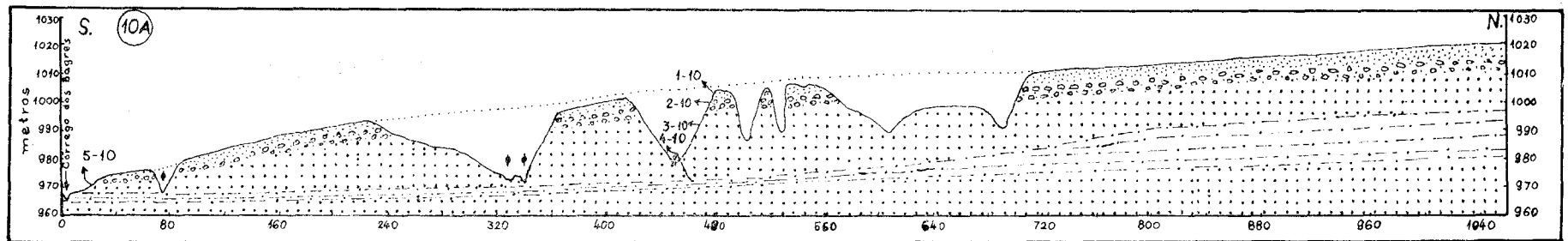


FIG - 8

TABELA N.º 6
Classes Granulométricas (ϕ) — Grânulos e Areias

Amost.	—2,00	—1,50	—1,00	—0,50	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	%
1—10					1,93	1,72	3,76	10,23	14,83	14,10	9,81	5,41	2,47	64,40
2—10	10,95	2,02	2,13	2,18	1,96	2,90	3,75	5,75	7,89	8,78	7,68	5,90	4,30	66,27
3—10						0,33	3,62	15,74	18,85	12,20	7,75	5,18	4,07	67,77
4—10							0,67	3,00	10,72	12,44	8,67	5,55	3,03	44,09
5—10					0,60	2,00	6,54	14,84	15,14	11,84	7,11	3,98	2,08	64,23
5—7						0,60	3,29	8,10	11,03	13,06	10,70	8,48	5,84	61,14

SILTES E ARGILAS

Amost.	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	8,50	%
1—10	0,19	2,99	2,87	1,57	1,58	1,56	1,72	0,85	0,75	21,01
2—10	0,68	2,55	1,21	1,13	0,96	1,22	0,90	0,18	0,30	24,45
3—10	0,58	0,51	0,44	0,38	0,34	0,31	0,28	0,26	0,23	28,73
4—10	1,02	0,92	0,87	0,77	0,70	0,62	0,54	0,45	0,39	49,49
5—10	0,69	0,66	0,61	0,60	0,57	0,56	0,53	0,52	0,49	30,37
5—7	0,64	0,55	0,51	0,39	0,32	0,27	0,22	0,20	0,14	35,12

A partir desses dados e da análise das camadas no campo, passaremos a uma rápida descrição de cada secção estratigráfica representada na fig. n.º 8.

a) *Camada Superficial — amostra 1-10*
(profundidade = 1 metro)

Esta amostra apresenta uma coloração amarelada quando os sedimentos estão em conjunto, porém quando separados a cor varia de avermelhado, para os sedimentos grosseiros, até amarelada para os mais finos. Nas frações com valor $0,0 \phi$ encontramos, além do quartzo que predomina, pequenas concreções de manganês.

Este material pode ser considerado como areno-siltoso, possuindo 29% de areia fina e 15% de areia muito fina.

O CNEPA (1960:384) analisando esta camada superficial, de 0,00 a 2,50 metros de profundidade, classificou-a como latossolo vermelho amarelo — fase arenosa (Lva), caracterizando-se por apresentar os dois primeiros horizontes A_1 e A_2 (de 0 a 60 cm de espessura) como “macio, friável, ligeiramente plástico e não pegajoso, com raízes abundantes”, enquanto que em maiores profundidades (até 2,50 m) as características continuem as mesmas, havendo ausência ou raízes escassas.

b) *Camada subsuperficial — amostra 2-10*
(profundidade = 4,5 metros)

A amostra analisada tem grande quantidade de seixos ($-2,0$ até $-6,0 \phi$) constituídos especialmente de seixos rolados de quartzo, às vezes em adiantado processo de decomposição, e também algumas bolas de caulim. Devemos destacar a presença de alguns ventifatos.

Na análise granulométrica foram considerados apenas os granulos até $-2,0 \phi$ (10,95%), predominando o quartzo acompanhado por concreções ferruginosas.

Nesta amostra 13% corresponde a grânulos que vêm misturados com aproximadamente 17% de areia fina.

O material em conjunto apresenta uma coloração rosada.

c) *Camada mais espessa e responsável pelo maior desenvolvimento da voçoroca — amostra 3-10*
(profundidade = 10 metros)

A amostra retirada desta secção é a que apresenta a maior percentagem de areia (68%), cuja granulometria varia de $1,0$ a $4,0 \phi$, predominando a areia fina. O arenito é bem rosado com algumas manchas brancas. A característica principal desta camada é o alto índice de friabilidade e a ausência de coesão entre as partículas quando estas ficam saturadas de água.

d) *Camada que assoalha as voçorocas mais evoluídas — amostra 4-10*
(profundidade = 20 metros)

A amostra retirada da camada que forma o fundo da voçoroca é de coloração avermelhada.

Entre as amostras analisadas é a que apresenta maior porcentagem de material fino (49,49%), constituindo os únicos terrenos estudados

que podem ser classificados como silticos arenosos. Possuem uma estratificação plana paralela bem visível, apresentando ainda alguns níveis de argilas vermelhas.

e) *Camada de Tabatinga — amostra 5-10*
(profundidade = 4 metros)

A referida amostra foi retirada da boca da voçoroca número 10A (Maritacas) do leito do curso d'água.

É de cor esverdeada, apresentando grande quantidade de argila, embora a predominância também seja areia fina.

f) *Camada em vias de silicificação da voçoroca 7B — amostra 5-7*
(profundidade = 20 metros)

A amostra foi retirada da voçoroca da nascente do Cubatão, na parte mais profunda, cuja camada funciona como um nível de base na evolução do processo erosivo.

O arenito é rosado claro, endurecido pelo processo de silicificação e bastante diaclasado, apresentando uma porcentagem elevada de material fino (35,12%).

É comum nesta camada e também nas demais a presença de um cimento ferruginoso.

2.2.2 — *Parâmetros Estatísticos*

Como complementação da análise das amostras foram calculados os parâmetros estatísticos pelo método Folk e Ward (1957).

a) *Média (M_z)*

O diâmetro médio das frações grossa, média e fina dos sedimentos indica os maiores valores para as camadas mais superiores, englobando o solo (2,002) e para as mais inferiores que formam o fundo das voçorocas (2,306). O valor mais baixo está na segunda camada (0,826) que apresenta uma variação muito grande no tamanho das partículas.

A fim de explicar a ocorrência de material grosseiro nas áreas superficiais podemos formular duas hipóteses: 1) existiu uma deposição em função do processo seletivo na superfície; 2) tornou-se mais grosseiro motivado pela lixiviação do material superior muito fino.

TABELA N.º 7
Parâmetros Estatísticos

N.º das Amostras	M_z	σ_1	SK_1	Kg
1—10	2,002	0,898	—0,017	1,080
2—10	0,826	2,403	—0,458	0,945
3—10	1,998	0,823	0,677	0,999
4—10	2,368	0,731	0,534	0,960
5—10	1,837	0,843	0,128	1,005
5—7	2,306	0,910	0,829	0,899

b) *Desvio Padrão* (σ_1)

Os valores do desvio padrão caracterizam a seleção dos sedimentos. Folk e Ward (1957) sugeriram uma escala verbal considerando 0,35 o sedimento muito bem selecionado; de 0,35 a 0,50, o bem selecionado; de 0,50 a 1,00, moderadamente selecionado; de 1,00 a 2,00, pobremente selecionado; de 2,00 a 4,00, muito mal selecionado; acima de 4,00, extremamente mal selecionado.

Pelos valores encontrados nas amostras analisadas e relacionados na tabela n.º 7, constatamos a predominância de sedimentos moderadamente classificados, sendo a 2-10 constituída de material muito mal selecionado.

Não devemos nos esquecer que a boa seleção dos sedimentos proporciona boa porosidade e permeabilidade.

c) *Assimetria* (SK_1)

A assimetria é um parâmetro que indica se a distribuição granulométrica inclina-se para o lado dos grosseiros ou dos finos.

Entre as amostras estudadas existe uma que apresenta assimetria muito negativa que é a 2-10; a 1-10 possui assimetria negativa e as restantes têm assimetria positiva.

As assimetrias positivas indicam que há um maior deslocamento das extremidades das curvas para o lado dos finos, constituindo o caso mais comum para os sedimentos estudados.

d) *Curtosis* (Kg)

Este é um parâmetro que estabelece uma comparação entre a classificação da parte central e das extremidades da distribuição.

No caso foi utilizada a curtosis normalizada que, segundo Folk e Ward (1957), varia entre 0,30 e 0,90.

Através da tabela n.º 7 verifica-se que há uma predominância de amostras com distribuição leptocúrtica e mesocúrtica, destacando-se apenas a 5-7 como platicúrtica. Este fato vem demonstrar que há uma melhor classificação dos sedimentos na parte central da distribuição do que nas extremidades.

3.2.2.3 — *Caracteres morfométricos e texturais dos sedimentos*

Os resultados das análises morfoscópicas estão representados na tabela n.º 8.

Verificamos que a esfericidade média predominante é 0,7, com uma amostra (5-10) atingindo 0,8, sendo portanto bastante alta.

Quanto ao arredondamento, poderemos classificar as partículas de um modo geral, como arredondadas (0,5), sendo que as faces originais foram quase totalmente destruídas, ficando os cantos suavemente arredondados.

O arredondamento das partículas vem demonstrar que foram submetidas a processos de retrabalhamento em vários ciclos.

Além da esfericidade e arredondamento há detalhes nas superfícies dos grãos de rochas sedimentares que devem ser levados em conta, podendo apresentar-se polidos, foscos ou corroídos.

A maior parte das partículas analisadas vai de intermediária à fosca, o que sugere trabalho anterior do vento e polimento feito pela

TABELA N.º 8

Caracteres Morfométricos e texturais dos sedimentos

Classe Modal

Amostra	Esfer. Média	Arred. Médio	Foscagem %		
			F.	I.	P.
1—10	0,77	0,5	53	44	3
2—10	0,77	0,48	44	36	20
3—10	0,79	0,5	40	52	8
4—10	0,76	0,5	45	38	17
5—10	0,80	0,5	45	46	9
5—7	0,75	0,4	45	48	7

água corrente, que o transportou e depositou. Porém, antes de tirarmos conclusões no que se refere à sedimentação, devemos sempre nos lembrar que, além desses, outros fatores estão em jogo, podendo deixar a superfície mais ou menos polida.

3.2.2.4 — *Análise Mineralógica*

Como não tivemos oportunidade de fazer uma análise mineralógica das amostras coletadas, achamos oportuno aproveitar o trabalho realizado pelo C.N.E.P.A. (1960:386) onde descrevem quatro horizontes do solo.

“A₁ — 0 ——— 25 cm

99% de quartzo; 1% de magnetita; traços de (conc. ferruginosas, conc. calcárias); traços de detritos vegetais.

A₃ — 25 ——— 60 cm

100% de quartzo; traços de (conc. ferruginosas, conc. calcárias, magnetita, epidoto, turmalina); traços de detritos vegetais.

B₁ — 60 ——— 110 cm

100% de quartzo; traços de (conc. ferruginosas, conc. calcárias, magnetita, epidoto, turmalina); traços de detritos vegetais.

B₂ — 110 ——— 250 cm +

100% de quartzo; traços de (conc. ferruginosas, conc. calcárias, conc. argilosas, magnetita, epidoto, turmalina, feldspato); traços de detritos vegetais”.

Os grãos de quartzo que representam 99 a 100% da fração mineral do solo se apresentam rolados ao longo do perfil. Os outros minerais que ocorrem como traços também “não são fontes de reservas de elementos químicos para as plantas, exceto o feldspato no B₂”, C.N.E.P.A. (1960:386), fato este que explica este tipo de solo muito pobre.

Para completarmos esta parte resta acrescentar que, apesar de termos realizado a separação de minerais pesados, verificamos que as amostras apresentaram uma porcentagem abaixo de 1,5%.

No que se refere à matéria orgânica, a quantidade encontrada foi tão reduzida que não se cogitou em trabalhar com ela.

3 — Fatores Hidrográficos e Topográficos

Numa visão geral do relevo, a área em estudo, isto é, as bacias hidrográficas dos córregos dos Bagres e Cubatão, que alojam um grande número de voçorocas, estão localizadas no topo do Planalto de Franca, na zona de encontro do espigão ou eixo N-S com o ramal W-E, apresentando altitudes superiores a 1.000 m. Este Planalto funciona como divisor de águas da rede de drenagem dos rios Sapucaí e Grande (Canoas), sendo sustentado pelo arenito Botucatu, em parte silicificado, e pelo basalto, que nos trechos mais altos é capeado pelo arenito Bauru (basal) e por sedimentos neoceno-zóicos, conforme já tivemos ocasião de ver na parte de geologia.

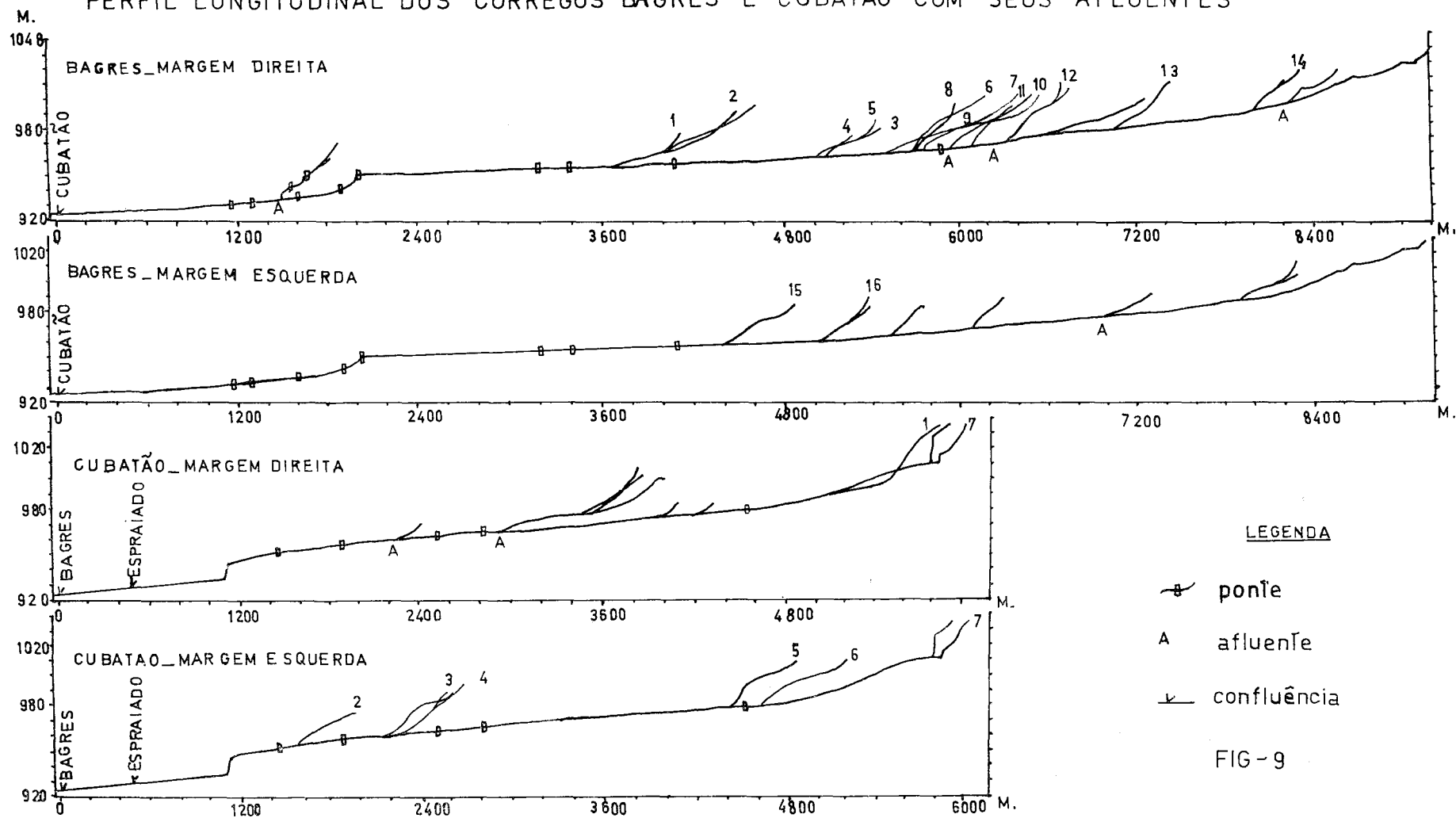
3.1 — A rede de drenagem

A rede de drenagem atual foi estabelecida por epigenia sobre aquela superfície pós-cretácea, constituindo a responsável direta pela formação das colinas alongadas, como a que abriga o centro da cidade, e apresenta duas direções preferenciais E—W e NE—SW. Já a colina de Santa Rita forma o interflúvio entre os córregos Cubatão e Espiraído, alongando-se em direção ENE-WSW. A chamada colina da estação caracteriza-se como divisor de água dos córregos dos Bagres a E, e dos Correias, Macacos, Engenho Queimado e Matadouro Velho a W. Essas três colinas estreitam-se a SE, próximo da confluência dos três cursos de água citados.

Essa drenagem aproxima-se do tipo radical, se considerarmos o conjunto dos córregos que nascem na periferia desta parte mais elevada, correndo para N, E e W, em direção ao Canoas e Sapucaí, enquanto o córrego dos Bagres, Cubatão e Espiraído se dirigem para o SW, formando o ribeirão dos Bagres. Se considerarmos somente as bacias dos córregos Bagres e Cubatão podemos classificar a drenagem como dendrítica, passando em alguns trechos a paralela, o que significaria estar relacionada às diáclases tectônicas. Para Ab-Saber (1968a:9) “os setores E-W das cabeceiras (desses córregos) são do tipo ressequente, enquanto que a maioria dos traçados NNW-SSW são do tipo insequente”.

Ao examinarmos a fig. n.º 1, notamos que quase todas as nascentes dos cursos d'água, que pertencem às bacias hidrográficas dos córregos dos Bagres e Cubatão, estão situadas dentro das voçorocas. Este fato vai explicar o íntimo relacionamento que existe entre o desenvolvimento das voçorocas e a evolução do perfil longitudinal dos cursos d'água pertencentes às duas bacias acima citadas. Os dois córregos têm como nível de base local soleiras basálticas, responsáveis pela formação das quedas de água situadas: uma na altura do cruzamento do córrego dos Bagres com a rua Voluntários de Franca, e outra no córrego Cubatão, a 350 m para jusante do cruzamento deste com a Avenida Champagnat. As 24 voçorocas estudadas encontram-se a montante das duas quedas d'água, onde o terreno arenoso possibilita o seu desenvolvimento, enquanto a jusante, em solos argilosos (LR), a forma de erosão predominante é composta pelas ravinas.

PERFIL LONGITUDINAL DOS CÓRREGOS BAGRES E CUBATÃO COM SEUS AFLUENTES



Analisando o gráfico n.º 9 notamos que o córrego dos Bagres apresenta um perfil longitudinal mais evoluído, isto é, entalhou mais os sedimentos e se apresenta com maior extensão do que o do córrego Cubatão. Possui 15 confluências com cursos de água da margem direita, que abriga 14 voçorocas, enquanto na margem esquerda somente 6 córregos chegam até ele, sendo 3 oriundos de voçorocas.

O córrego Cubatão possui menor número de afluentes, tanto na margem direita como na esquerda, isto é, 5 para a primeira e 6 para a segunda, somando-se apenas 7 os oriundos do interior de voçorocas.

O maior número de voçorocas encontra-se na vertente direita da bacia do córrego dos Bagres, na posição em que este muda bruscamente de direção.

3.2 — O relevo

É nas proximidades das cabeceiras dos córregos dos Bagres e Cubatão que encontramos as maiores altitudes de Franca (1.040 a 1.050 m), enquanto as menores cotas altimétricas (920 a 930 m) se localizam a SW, próximo da confluência dos córregos que esculpem as três colinas francanas. Portanto, a amplitude altimétrica é da ordem de 120 a 130 m, o que resulta num declive geral de NE para SW de 1 ou 2º. Quanto à amplitude altimétrica das vertentes das colinas, varia até 50 m, fato que classifica o relevo de Franca como “suavemente ondulado”, e que corresponde a “superfície pouco movimentada, colinas com diferenças de nível inferiores a 50 m e declives suaves” (*Soil Survey Staff*:1951).

O fator topográfico mais importante no estudo de origem e evolução das voçorocas é a *declividade*, pois quanto maior a inclinação da vertente maior será a quantidade de água a se escoar superficialmente, acelerando os processos erosivos. Neste caso, temos que levar em conta três características principais de um declive, ou seja, a forma e a extensão.

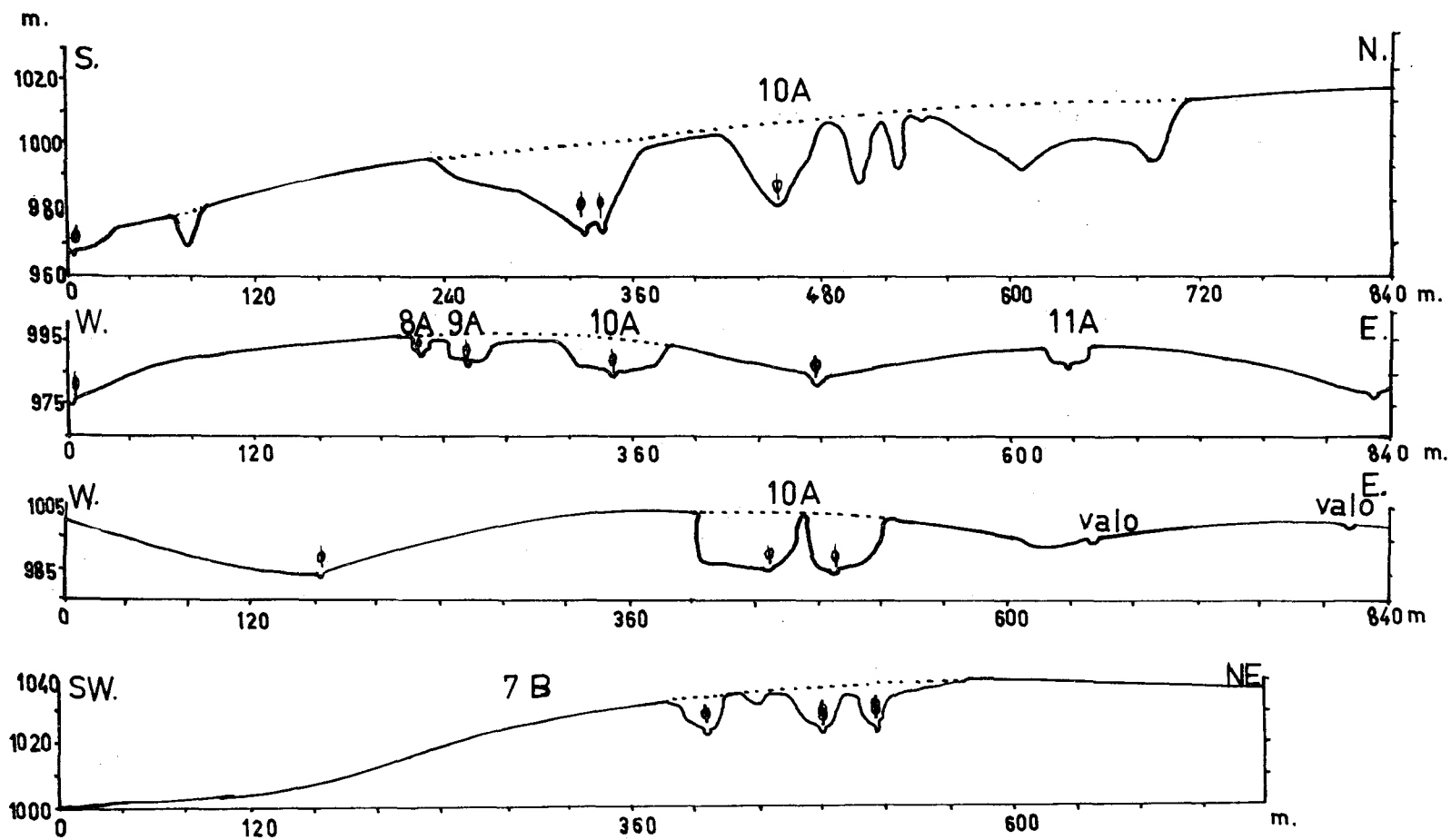
O *grau de declividade* das vertentes das colinas de Franca pode ser colocado na classificação de Soil Survey Staff (1951), dentro da classe B, ou seja, “declividade moderada, própria de áreas ligeiramente onduladas, com um deflúvio de lento a moderado e sem problemas sérios de erosão”, se não considerarmos a forma e extensão. Um declive de 2º, quando regular, isto é, 2º ao longo de todo o percurso, especialmente se o trecho for curto, não oferecerá condições para o aumento de velocidade e concentração das águas. Porém, na área em estudo, há variações no valor das declividades, o que nos levou a dividir as vertentes das colinas em setores. As *vertentes baixas*, correspondendo a área mais próxima do curso de água, geralmente mais inclinadas, com a média de 4º de declive, representando 36% dos valores computados, seguido por 5º com 30%. Já as *vertentes altas*, menos inclinadas, apresentam 45 e 42% dos valores representados por 2 e 1º, respectivamente, o que dá uma declividade média da encosta no valor de 2º. No *topo das colinas* as declividades são quase nulas, sempre abaixo de 1º, ou seja, 1,8%. Pela análise da tabela n.º 9 observamos que as voçorocas ocupam os trechos com as maiores declividades, fato facilmente explicado, porque num declive médio de 5º o deflúvio passa de moderado a rápido.

A variação dos graus de declive está intimamente relacionada à forma côncava, convexa, ou reta, tanto que Cline (1961:21) usou esses termos para descrever o grau de declive, tendo considerado que um declive convexo pode ser moderado, mas o seu grau aumentará à medida que descemos. Ao contrário, nas formas côncavas, o grau de declive aumenta em direção de montante.

TABELA N.º 9

*Declividades em graus das vertentes das colinas onde
aparecem as Voçorocas*

N.º das Voçorocas	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A	10A	11A	12A	13A	14A	15A	16A	17A	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	Média Geral
Boca da Voçoroca-córrego	—	1	4	4	3	—	1	4	4	—	—	—	5	6	2	4	—	—	3	1	1	—	—	—	3º
Vertente baixa	2	2	4	4	4	4	3	4	4	4	4	5	5	6	4	5	4	5	3	5	5	4	3	4	4º
Vertente alta	3	3	1	1	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	2	2	2	2º
Vertente da colina-altura da Voçoroca	6	4	5	7	5	6	6	5	7	4	4	4	7	7	5	5	4	5	3	6	5	3	4	5	5º
Vertente completa da colina	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3º

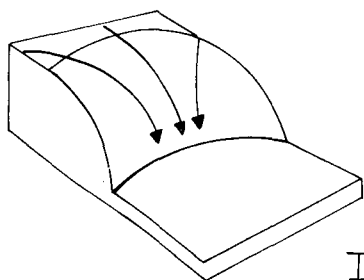


PERFIS LONGITUDINAIS E TRANSVERSAIS DAS VERTENTES QUE ALOJAM VOÇOROCAS
FIG-10

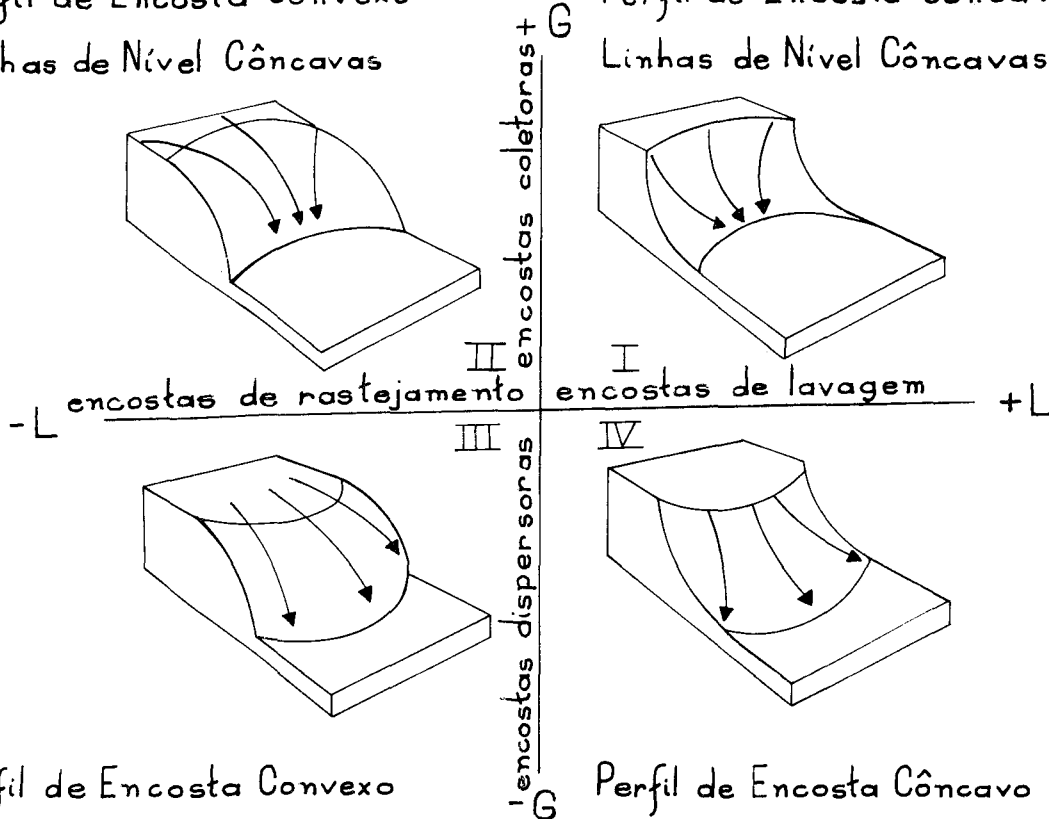
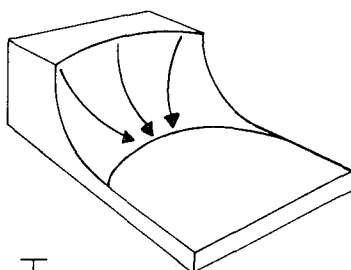
Embora a forma geral dos declives das vertentes de Franca apresente suave convexidade no perfil longitudinal (fig. n.º 10), podem possuir também áreas côncavas.

O melhor modo para descrever as formas topográficas é a aplicação das quatro combinações de concavidade e convexidade fornecidas por Troeh (1965:625). Os quatro quadrantes da fig. n.º 11 são relacionados com signos algébricos de dois parâmetros obtidos das equações de revolução das parabolóides, onde G representa o grau de declividade (equação 3 Troeh 1965:618) e o coeficiente L significa a curvatura do declive, sendo $-L$ (declive negativo ou convexo) e $+L$ (declive positivo ou côncavo). De um modo geral, os declives das vertentes das colinas da área em estudo enquadram-se nos quadrantes II e III, com perfil de encosta

Perfil de Encosta Convexo
Linhas de Nível Côncavas



Perfil de Encosta Côncavo
Linhas de Nível Côncavas



Perfil de Encosta Convexo
Linhas de Nível Convexas

Perfil de Encosta Côncavo
Linhas de Nível Convexas

Classificação de encostas combinando-se a curvatura de perfil e curvatura de linhas de nível Troeh (1965:625). Modificações da Autora.

convexa, podendo as linhas de nível ser côncavas (quadrante II), ou convexas (quadrante III). A maior incidência de voçorocas da área, ocorre onde aparecem vertentes do tipo do quadrante II.

As superfícies horizontais ou retas e encostas chatas encontram seus lugares nos eixos do diagrama de Troeh.

TABELA N.º 10
*Extensão dos declives das vertentes
das colinas que possuem voçorocas*

Voçorocas	Extensão dos Declives em Metros
1A	825
2A	1 125
3A	900
4A	900
5A	750
6A	900
7A	750
8A	525
9A	525
10A	1 270
11A	673
12A	1 125
13A	750
14A	675
15A	750
16A	900
17A	800
1B	500
2B	675
3B	675
4B	750
5B	600
6B	225
7B	450

Tanto quanto o grau de declividade e a forma do declive, a longitude da inclinação deve merecer destaque, pois numa rampa longa a água tem tempo suficiente para se concentrar. Pela tabela n.º 10 observamos que o comprimento médio das rampas das colinas de Franca é de 746 m, classificados como “muito longo” em relação às classes de declives estabelecidas por Ranzani (1969:74).

4 — Fatos Biogeográficos e a ação antrópica

4.1 — A vegetação no Planalto de Franca

A vegetação original da área de Franca era representada por matas de vale e de meia encosta e por campos cerrados que ocupavam os interflúvios e as altas vertentes, conforme descrições de: Prof. Correia Junior (1958:3), e dos viajantes, Saint-Hilaire (1940:125) e D'Alincourt (1953:72).

Ab'Saber (1968a:2) coloca esta área dentro de uma *faixa de transição ou de contato* “entre o domínio dos chapadões florestados (domi-

nantes nos planaltos ocidentais paulistas) e os chapadões revestidos de cerrados (dominantes no Triângulo Mineiro e no Sudoeste de Goiás)", apresentando-se como "mosaico cerrado-mata". O mesmo autor acha que essas matas localizadas ao longo dos rios não são "florestas galeirias" e sim de meia encosta que "ganham terreno aos cerrados em período relativamente recente do Quaternário" (Ab'Saber, 1968a:4). Mesmo avançando ao longo dos rios e encostas baixas, a mata não ocupa as partes mais elevadas e suavemente onduladas no Planalto de Franca, recoberto por um solo arenoso muito pobre e bastante laterizado, revestido pela vegetação de campo cerrado.

De fato, notamos que a presença do cerrado está intimamente ligada ao fator pedológico que, pela oligotrofia mineral devido à lixiviação, propicia o aparecimento de um ambiente que se é "favorável às plantas de cerrado é desfavorável às espécies vegetais mais exigentes". (Ranzani, 1971:71).

Quanto ao fator climático, embora as flutuações climáticas quaternárias possam ter contribuído para o estabelecimento do cerrado em tempos remotos na região de Franca, Camargo (1971:86) verificou que este tipo de vegetação não depende da umidade do solo e pode aparecer tanto "ao lado de matas mesmo em faixas sem deficiência alguma de umidade", como nas áreas com deficiência elevada de água no período seco.

As duas estações que caracterizam o clima de Franca, embora não reflitam na compartimentação cerrado-mata, marcam a sua influência na fisionomia que o cerrado assume em cada período do ano.

De julho a setembro, por efeito da falta de chuva e da insolação direta, "as temperaturas do solo e do ar são em geral muito elevadas". Camargo (1971:92). Com a deficiência de umidade, a vegetação rasteira, o capim-gordura (*Melinis minutiflora*) o capim-barba-de-bode (*Aristida pallens*) e todas as plantas com sistemas radiculares curtos secam, enquanto que as árvores e arbustos, muitas vezes tortuosos, com caules cobertos de grossa casca, sistemas radiculares profundos de 15 a 20 metros, e folhas coriáceas, difíceis de cair, permanecem verdes.

Mesmo no período seco, a vegetação natural do cerrado protege o solo contra o poder erosivo das águas, pois as gramíneas, desenvolvendo um sistema radicular fibroso e muito abundante, têm a capacidade de aprisionar e impedir que a terra seja arrastada, recebendo para isto a colaboração das partes aéreas da planta que sobrem o solo, juntamente com o colchão de folhas secas caídas das árvores e arbustos.

4.2 — O povoamento e as atividades agrícolas no Planalto de Franca

Os primeiros habitantes do Planalto de Franca, os índios goiases e caiapós, estes últimos conhecidos como queimadores de mato, e os seus sucessores, os colonizadores, que aqui chegaram nos primórdios do ano de 1700, foram aos poucos alterando e destruindo a vegetação original, através principalmente dos diferentes sistemas de utilização da terra.

O processo de desmatamento teve início com a realização das queimadas (coivara), constituindo uma técnica dos índios caiapós, com a finalidade de cercar os animais durante as caçadas, além de servir para a limpeza do terreno a ser cultivado. Esta técnica de limpeza de campo teve continuidade através dos colonizadores, chegando até nossos dias, mormente através da queima periódica (na estação seca) de áreas de pastagens. Braun (1961:614), cita vários problemas que a queima traz

para os solos: “a) grande perda de matéria orgânica, além das modificações de características químicas que acarreta, tem pernicioso efeito sobre a estrutura do solo, tornando-o menos resistente à erosão; b) a acidificação sofrida pelo solo que acarreta, como conseqüência, o desenvolvimento de uma microflora nociva; c) as perdas de elementos transformados em óxidos voláteis e de elementos cujos óxidos fixos permanecem nas cinzas que são lavadas pelos primeiros deflúvios que se formarem”. Atualmente, até as plantas que cobrem os barrancos das voçorocas são, às vezes, queimadas com a finalidade de limpar o terreno, o que vai facilitar o desenvolvimento das mesmas.

A contínua e irracional criação do gado, desde os primórdios da colonização, pode ser apontada como fator que contribuiu para o empobrecimento do cerrado, motivado pelo extermínio de algumas plantas utilizadas pelos animais. Além disso, o pisoteio constante do gado provocava o aparecimento de trilhos que acompanhavam a descida das encostas, servindo de canais de escoamento das enxurradas.

Além dos fatores acima citados, através da exploração da madeira para construções, dormentes, carvão, lenha, etc., o homem foi devastando toda a cobertura vegetal que não poderia se recuperar, principalmente devido à precariedade dos solos de cerrados, tanto em estrutura como em composição química.

Mesmo a vegetação secundária, que forma os campos de pastagem, vem se modificando ao longo da história e assim o capim-mimoso que chegou a dar nome a esta área, já desapareceu completamente e o mesmo está acontecendo com o capim-barba-de-bode que vem sendo substituído pelo capim-gordura roxo.

Durante as observações de campo, em horas de chuvas, verificamos que o capim-barba-de-bode (*Aristida pallens*), formando tufo, auxilia a concentração da água que vai abrindo caminhos lavados e endurecidos onde a vegetação não tem a possibilidade de se fixar.

Hoje, o capim-gordura (*Melinis minutiflora*) constitui a planta dominante, sem quase nada exigir e vai se alastrando nas encostas mais estáveis das colinas e nas vertentes internas das voçorocas em estágio de estabilidade.

Embora a destruição da cobertura vegetal, através da ação antrópica, tenha sido o principal responsável pelo desequilíbrio da natureza (fase resistásica) no Planalto de Franca, devemos nos lembrar que o aceleração erosivo, através da intensificação dos processos morfogenéticos atuantes se deve também: a) à exploração de vertentes de colinas para a realização da garimpagem, acarretando a retirada de grande quantidade de material, chegando a provocar desmoronamentos; b) à exploração de cascalhos, eliminando a linha de seixos que funciona como proteção no início do ravinamento; c) à abertura de vales profundos de 2 metros, seguindo o declive das colinas até chegar aos cursos de água e que serviam para separar as propriedades, constituindo uma técnica muito usada pelos criadores de gado dos séculos XVIII e XIX; d) à abertura de valetas perpendiculares aos declives das vertentes das colinas, com a finalidade de barrar as enxurradas, constituindo uma técnica mais recente, mas devido à concentração das águas nas partes terminais apresentam geralmente ravinamentos que poderão se transformar em voçorocas. Essas valetas e valos estão bem representados no graf. n.º 1; e) por último, devemos dizer que a regularização (canalização) dos córregos, como no caso dos Bagres e Cubatão, provocou um aumento da capacidade de transporte, enquanto a construção de barragens dentro

das voçorocas provoca a diminuição do processo erosivo e o aluvionamento, além de fazer mudar o nível do lençol de água subterrâneo.

4.3 — A vegetação das voçorocas

Depois de formada e durante a sua evolução, a voçoroca sofre a influência de uma associação vegetal complexa que vai se estabelecendo ao longo de suas vertentes internas menos íngremes e no seu fundo úmido, através de um contínuo processo de adaptação às novas condições ecológicas criadas. A vegetação somente tem possibilidade de se fixar no interior das voçorocas, nos locais onde as condições ambientais são favoráveis, e principalmente quando os terrenos de materiais móveis atingem uma estabilidade do ponto de vista da gravidade. Esta estabilidade das partículas do solo é possível somente quando as vertentes internas das voçorocas atingem 45° de declividade, sendo que, além desse valor, principalmente a água de chuva não propicia ambiente para o vegetal se fixar.

O povoamento vegetal é iniciado pelo capim-gordura que constitui a vegetação pioneira e que vai aos poucos fixando os depósitos de taludes originados pelo efeito da gravidade em vertentes instáveis.

As duas vertentes laterais da voçoroca n.º 10A (Maritacas) indicam que o povoamento vegetal é mais denso nos paredões menos inclinados,



Foto 2

mostrando que a fixação vegetal depende antes de tudo do fator declividade, ou melhor, da estabilidade dos materiais móveis, como já tivemos ocasião de explicar. Os declives da vertente esquerda inferior tem 25° e da superior 35°, enquanto que na vertente direita da mesma voçoroca a parte inferior tem 30° e a superior 55°.

Os fatores umidade e tipo de solo têm grande influência na compartimentação vegetal dentro das voçorocas, especialmente no que se refere aos tipos e tamanhos dos indivíduos. Das voçorocas estudadas, a que se destaca pela vegetação exuberante e bastante intrincada que a reveste é a de n.º 11A. Apenas a cabeceira desta voçoroca está sofrendo erosão, embora não muito intensa, e por isso pode ser considerada como uma forma de erosão próxima do equilíbrio dinâmico.

Quando a voçoroca está no auge de seu desenvolvimento, aparecendo paredões abruptos verticais e bem fendilhados, sujeitos a desmoronamentos freqüentes, a vegetação não consegue segurar a terra, sendo arrastada com ela. (Foto n.º 2).

Após um estudo de cada voçoroca, do ponto de vista da distribuição das espécies vegetais, chegamos a seguinte conclusão: a) na “boca” da voçoroca, devido às melhores condições ecológicas, a vegetação cobre totalmente os terrenos, além de existir espécies mais desenvolvidas, especialmente quando há afunilamento do vale; b) nas proximidades das nascentes, uma vegetação herbácea e arbustiva cobre totalmente o solo, disputando a umidade reinante; c) no fundo úmido, forrado por aluviões, há o predomínio de samambaias como: *Cyathoa sp*, que é um feto arborescente; a *Gheichenia sp*. e a *Pteris sp*, entre as mais comuns. Aparecem ainda o *Lycopodium sp*, que também é uma *Pteridophyta*, juntamente com a *Xyris sp*, que é uma planta própria dos brejos com ph elevado. Nas áreas de brejos é comum aparecer ainda a *Tipha domingensis* (tabua); d) as encostas são povoadas pela *Tibouchina sp*. (quaresmeira-anã), a *Baccharis sp*. (carqueja) a *Cecropia* (embaúba), a *Gomphrena sp* (da família das amaranteceae), a *Pyrostegia venusta* (cipó-de-são-jão), a *Microlicia sp* (da família das Melastomataceas), a *Cyperus sp* (Rotundus-tiririca), o *Melinis minutiflora* (capim-gordura) e ainda outras gramíneas e leguminosas; e) nas vertentes internas superiores das voçorocas o solo aparece coberto por densas formações de *Melinis minutiflora* (capim-gordura) e *Aristida pallens* (barba-de-bode), ocorrendo aí as plantas que são típicas do cerrado, mas que invadem as voçorocas como: a *Miconia sp* (Melastomataceae, espécie de quaresmeira jacatirão), *Erythroxylum sp* (catuaba), *Aegiphila sp* (família Verbenaceae), *Banisteria sp* (tipo de cipó), *Solanum sp* (lobeira), *Qualea sp* (pau-terra), a *Curatella americana* (lixreira).

4.4 — A atuação dos animais

Os animais condicionam a dinâmica dos processos morfogenéticos através das trilhas abertas pelo pisoteio quando vão em direção dos cursos de água em busca do precioso líquido para matar a sede, percorrendo as áreas mais limpas dos cerrados, evitando caminhar ao longo dos vales cobertos de vegetação mais fechadas.

As formigas, principalmente as saúvas, além de dificultar e impedir o crescimento e o desenvolvimento da vegetação protetora do solo, escavam o solo, às vezes profundamente, onde a água poderá agir facilmente. Também o tatu e muitos outros micro e macro animais atuam destruindo o solo e ativando os processos erosivos.

5 — Conclusões

Ao terminar este estudo julgamos necessário tecer breves considerações finais e salientar as principais conclusões a que chegamos:

1 — A voçoroca é uma forma de relevo gerada por um conjunto de processos morfogenéticos, subordinado tanto a fatores climáticos, litológicos, pedológicos, fitogeográficos, topográficos e antrópicos, como à dimensão, à forma e ao estágio evolutivo em que se encontra esta forma erosiva.

2 — A voçoroca é uma forma de erosão típica de área desequilibradas, onde houve a mudança de um dos componentes do quadro natural, rompendo a cadeia formada por elementos que se encontravam em equilíbrio.

3 — O clima de Franca, através de seu regime pluviométrico, que se caracteriza pela presença de duas estações bem diferenciadas, ou seja, uma seca prolongada e outra com chuvas de grande intensidade, é o principal fator condicionante dos processos morfogenéticos. Embora a ação da água da chuva esteja subordinada a muitos outros elementos como tipo de solo, vegetação, relevo, ação humana, que se mostram favoráveis ao aparecimento e desenvolvimento das voçorocas, estas não poderiam se desenvolver com a ausência de água.

Durante cada época do ano há a predominância de atuação de determinados processos erosivos, sendo que outros agem em qualquer estação, variando apenas em intensidade no decorrer destas. Assim, a maior intensidade do mecanismo de erosão pela gota da chuva ocorre em Franca, especialmente no período primavera-verão, durante as precipitações do tipo convectivo, que apresentam gotas de diâmetros maiores, sendo oblíqua a sua linha de incidência, condicionadas pelos ventos fortes devido à instabilidade atmosférica. Essas gotas atingem o solo formado de areia fina e de fraca coesão que se encontra sem a cobertura vegetal protetora, que foi queimada ou está seca, motivada pela deficiência de umidade do solo neste período. Portanto, através do processo de saltitação, comandado pela gota da chuva, o solo é fracionado em partes susceptíveis de serem transportadas pelo escoamento superficial.

Já na fase superúmida, de novembro a março, a cobertura vegetal e a própria umidade do solo não deixam a gota da chuva agir intensamente.

No início da estação chuvosa, devido às chuvas intensas, há equiparação entre o volume de água infiltrado no solo seco e o escoado superficialmente. Todavia, na segunda metade do período chuvoso, as voçorocas sofrem a ação conjunta e mais intensa, tanto do escoamento superficial, que tem o seu valor de caudal aumentado porque, conjugado às fortes precipitações está o volume de água pré-existente no solo, como do escoamento subterrâneo que, motivado pelo excesso de água, provoca deslizamentos e desmoronamentos dos taludes instáveis das vertentes internas das voçorocas.

4 — As condições litológicas comandam o aparecimento das voçorocas, sendo que estas se desenvolvem somente em terrenos arenosos, de fraca coesão, bem selecionados, profundos, bastante permeáveis e porosos que recobrem camadas argilosas ou impermeáveis. Em Franca, a ação erosiva atua primeiramente nos depósitos de cobertura neocenozóicos, cortando a Formação Bauru até atingir as lentes argilosas ou os arenitos semi-silicificados das partes mais profundas.

A maior ou menor declividade das vertentes internas das voçorocas está intimamente relacionada ao tipo de terreno, destacando-se os menores declives para as partes mais arenosas e os maiores para as camadas mais resistentes e mais coesas, seja do arenito semi-silicificado ou das camadas argilo-arenosas.

5 — No que se refere aos fatores topográficos, o grau, a forma e a extensão dos declives são de grande importância na origem e formação das voçorocas que tendem a aparecer em vertentes com declives moderados (2º), porém de forma convexa, o que significa que o grau de declividade aumenta à medida que descemos. Além disso, os declives longos dão tempo e facilitam a concentração das águas, formando voçorocas alongadas, enquanto que as mais circulares aparecem em rampas curtas.

Ainda no que se refere à forma da voçoroca em relação à forma da vertente da colina, concluímos que, quando as vertentes apresentam perfil de encosta convexo e linhas de nível côncavas, alojam voçorocas circulares que formam anfiteatros, estrangulando-se bruscamente em direção à foz. Já as voçorocas que se desenvolvem em vertentes com perfil de encosta convexo e linhas de nível também convexas, dispersando águas, originam voçorocas alongadas.

6 — Sempre que falamos em voçoroca como forma de relevo ligada a uma condição especial de resistasia, o que se destaca é a mudança do componente vegetação dentro do quadro natural, tendo como responsável direto o homem. Além do homem ter sido o principal atuante na destruição da cobertura vegetal primitiva, foi também o agente mais eficiente da aceleração do processo erosivo através da abertura de valos profundos, garimpagem, exploração de cascalho, etc.

7 — Cada voçoroca pode ter se originado pela atuação predominante de um ou de outro fator, como é o caso da abertura de valos, presença de um solo menos resistente à erosão, fendilhamento dos mesmos, exploração de cascalhos, construção de cercas, abertura de ruas para loteamentos, etc. Porém, através do princípio de “equifinality” ou equifinalização, não devemos levar em conta a condição inicial da formação da voçoroca e sim a natureza dos processos que agiram e levaram essas formas de erosão a resultados finais semelhantes.

8 — Ao mesmo tempo que o ambiente físico atua sobre as voçorocas, este subsistema, embora subsequente, provoca alterações e mudanças nos sistemas antecedentes, fazendo aparecer um microclima que favorece o desenvolvimento de uma vegetação diferente da preexistente, além de forçar o homem a se adaptar às novas condições ambientais.

BIBLIOGRAFIA

- Ab'Saber, Aziz Nacib — "A geomorfologia do Estado de São Paulo." in *Aspectos*
(1954) *Geográficos da Terra Bandeirante*. Conselho Nacional de Geografia, Rio de Janeiro, 1 — 97 págs.
- — "Depósitos quaternários de valor paleoclimático no Estado de São Paulo." in *Resumo de Teses e Comunicações do II Congresso Brasileiro de Geógrafos*, : 3-4, Rio de Janeiro.
- — "A região de Franca — Estudos de Geografia Aplicada." (1968.a) Inédito, 11 págs., Franca.
- — "As voçorocas de Franca". *Revista da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Franca*, I (2) : 5-27, Franca.
- — "As voçorocas de Franca." *Plano de desenvolvimento integrado de Franca, Diagnóstico*, : 201-205, Franca.
- — Uma revisão do Quaternário Paulista: do presente para o (1969.b) passado." *Revista Brasileira de Geografia*, 31 (4) : 1-51, Rio de Janeiro.
- ALINCOURT, Luiz D' — *Memórias sobre a viagem do porto de Santos à cidade de Cuiabá*. Livraria Martins Editora, São Paulo, 207 págs.
- (1953)
- ALMEIDA, F. F. MARQUES DE — "Relevo de cuevas na bacia sedimentar do Rio Paraná." *Boletim Paulista de Geografia* — A.G.B., (3) : 21-23, São Paulo.
- (1949)
- — "O Planalto basáltico da bacia do Paraná." *Boletim Paulista de Geografia*, (24), : 3-34, São Paulo.
- (1956)
- — "Grupo São Bento." in *Geologia do Estado de São Paulo*. (1964) *Boletim* (41), I.G.G., : 87-101, São Paulo.
- BIGARELLA, J. J. & MOUSINHO, M. R. — "Significado Paleogeográfico e (1965) Paleoclimático dos depósitos rudáceos." *Boletim Paranaense de Geografia*, (16/17), : 7-16, Curitiba.
- BJORNBERG, A. S.; GANDOLFI, N. E. PARAGUASSU, A. B. — "Basculamentos tectônicos modernos no Estado de São Paulo." *Anais do XXV Congresso*, vol. 2, Sociedade Brasileira de Geologia, : 159-174, São Paulo.
- (1971)
- BORGONOV, MARIO E CHIARINI, JORGE VICENTE — "Cobertura vegetal do Estado de São Paulo." *Revista Brasileira de Geografia IBGE*, 30, (3) : 39-50, Rio de Janeiro.
- (1968)
- BOURGEAT, F. E. PÉTIT, MM. M. — "Os lavaka malgaches: um agente natural de evolução das vertentes." *Boletim Geográfico* — C.N.G., XXV (190) : 29-32, Rio de Janeiro.
- (1966)
- CAMARGO, ANGELO PAES DE — "Balanço hídrico no Estado de São Paulo." (1960) *Boletim do Instituto Agrônomo de Campinas*, (116), 20 págs., Campinas.
- — "Contribuição para a determinação da evapotranspiração (1966) potencial do Estado de São Paulo." *Boletim do Instituto Agrônomo de Campinas*, (161), 60 págs., Campinas.
- — "Clima do Cerrado." in *Simpósio sobre o cerrado*. Ed. da (1971) Universidade de São Paulo, : 75-103, São Paulo.

- CHRISTOFOLETTI, ANTONIO — “Considerações a propósito da Geografia (1966) física dos cerrados.” *Notícia Geomorfológica*, VI (11), : 5-32, Campinas.
- — “A significação das cascalheiras nas regiões quentes e úmidas.” (1968) *Notícia Geomorfológica*, 8, (15), : 42-49, Campinas.
- CLINE, M. G. — *Soils and soil associations of New York*. Cornell Univ. Bull, (1961) 930, 64 págs.
- C.N.E.P.A. (COMISSÃO DE SOLOS) — “Levantamento de reconhecimento (1960) dos solos do Estado de São Paulo.” *Boletim do Serviço Nacional de Pesquisas Agrônomicas*, (12), 634 págs., Rio de Janeiro.
- CORRÊA JUNIOR, CARMELINO — *Os primórdios de Franca (e outros documentos)*. 120 págs., Franca.
- ERHART, HENRI — “Biostasia e Resistasia — Esboço de uma teoria que considera a pedogênese como um fenômeno geológico.” (1962) *Notícia Geomorfológica*, V, (9/10), : 23-25, Campinas.
- — “A teoria Bioresistásica e os problemas biogeográficos e (1966) paleobiológicos.” *Notícia Geomorfológica*, VI, (11), : 51-58, Campinas.
- FOLK, R. L. E WARD W. C. — “Brazos River Bar: a study in the signification (1957) of grain size parameters.” *Journal of sedimentary Petrology*, Tulsa, 27, (1), : 3-26.
- FREITAS, RUI OSÓRIO — Sedimentação, estratigrafia e tectônica da Série (1953) Bauru. (Estado de São Paulo). *Boletim de Geologia*, (194), 185 págs.
- — “Grupo Bauru.” in *Geologia do Estado de São Paulo*. Boletim I.G.G., (41), : 126-147, São Paulo.
- FURLANI, GERALDO MAJELLA — “As voçorocas de Casa Branca e seu (1969) significado geomorfológico.” *Geomorfologia*, (10), : 12-15, São Paulo.
- G.P.I. (GRUPO DE PLANEJAMENTO INTEGRADO LTDA) — *Plano de (1969) Desenvolvimento Integrado de Franca*. Ministério do Interior — SERFHAU, 205 págs.
- LANDIM, P.M.B. E RIBEIRO, M. DO CARMO — “Comparação entre seixos (1970) das formações Botucatu (Eo-cretáceo) e Bauru (Neo-cretáceo).” *Notícia Geomorfológica*, 10, (19), : 17-33, Campinas.
- BARBOSA LEITE, FRANCISCO — “Tipos e Aspectos do Brasil — Voçoroca, (1961) suas causas e seus efeitos.” *Revista Brasileira de Geografia*, XXIII, (3), : 573, Rio de Janeiro.
- MELLO, VICTOR F. B. E TEIXEIRA, ALBERTO H. — *Mecânica dos solos*. USP — Escola de Engenharia de São Carlos, I, São Carlos.
- PENTEADO, MARGARIDA MARIA — “Contribuição ao estudo do clima do (1966) Estado de São Paulo — caracterização da área de Rio Claro.” *Notícia Geomorfológica*, VI, (11), : 33-39 Campinas.
- — “Novas informações a respeito dos pavimentos detríticos (1969) (stone lines).” *Notícia Geomorfológica*, (17), Campinas.
- PETIT, M. M. E BOURGEAT, F. — “Os lavaka malgaches: um agente natural de evolução das vertentes.” (1966) *Boletim Geográfico*, XXV, (190), : 29-32, Rio de Janeiro.

- PICHLER, ERNESTO — "Voçorocas." *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 2, (1), : 3-16, São Paulo.
- QUEIROZ NETO, JOSÉ FERREIRA — *Simpósio sobre o quaternário do Brasil de Sudeste*. Anais do XXV Congresso Brasileiro de Geologia, I, : 33-43, São Paulo.
- RANZANI, GUIDO — *Manual de Levantamento de solos*. Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 167 págs.
- — *Solos de cerrado*. in *Simpósio sobre o cerrado*, Editora Edgard Blucher Ltda, : 41-74, São Paulo.
- RIBEIRO, MARIA DA CONCEIÇÃO MARTINS — "Franca (contribuição ao estudo dos centros urbanos brasileiros)." *Revista do Arquivo do Departamento de Cultura de São Paulo*, LXXXVII, São Paulo.
- ROUGERIE, M. G. — "Os lavaka na evolução das vertentes de Madagascar." (1966) *Boletim Geográfico*, XXV, (190), : 18-28, Rio de Janeiro.
- ROUSSEAU, R. — "Les diagrammes climatiques d'après les techniques de Walter." *L'information Géographique*, 26, (1), : 35-39, Paris.
- SAINT-HILAIRE, AUGUSTE — *Viagem à Província do Estado de São Paulo* (1940) II. Biblioteca Histórica Brasileira, Livraria Martins, São Paulo.
- SETZER, JOSÉ — "O problema dos solos lateríticos. Umidade do clima e alteração das argilas. Argilas bentoníticas do Estado de São Paulo. Tropical Soils." *Notícia Geomorfológica*, (3), : 39-45, Campinas.
- SOIL SURVEY STAFF — *Soil Survey Manual*. USDA Agric. Hand Book, (1951) (18), 502 págs., Washington.
- TARIFA, JOSÉ ROBERTO — "Estudo preliminar das possibilidades agrícolas da região de Presidente Prudente, segundo balanço hídrico de Thornthwaite." *Boletim Geográfico*, 29, (217), : 34-54, Rio de Janeiro.
- TROEH, FREDERIC R. — "Landform equations fitted to contour maps." (1965) *American Journal of Science*, 263, : 616-627, New York.
- TROPPEMAIR, HELMUT — *A cobertura vegetal primitiva do Estado de São Paulo*. Biogeografia n.º 1 do Instituto de Geografia USP, : 1-10. São Paulo.
- WERNICK, EBERHARD — "Contribuição ao conhecimento da tectônica das rochas básicas da região Nordeste do Estado de São Paulo." *Notícia Geomorfológica*, 12, (23), : 31-40 Campinas.
- WOHLERS, ARMAND — "Cenozóico." in "Geologia do Estado de São Paulo." (1964) *Boletim I.G.G.*, (41), : 147-164, São Paulo.

SUMMARY

The disequilibrium of Franca city (S.P.) natural landscape and the formation of the gullies is a work that corresponds to one part of a doctoral thesis entitled: "Estudo Geomorfológico das Voçorocas de Franca (S.P.)", presented by Dr. Neuza Machado Vieira from the Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Franca.

There were studied all the natural factors that condition the formation of the gullies which are kinds of typical erosion from unbalanced areas.

The climate contributes to the formation of the gullies, due to the volume, duration, intensity and frequency of rains, which are conditioned by the chronological distribution throughout the seasons of the year.

Concerning the lithology, the gullies develop in recent and mesozoic lands of sandy constitution, crossed by clay layers and based upon a more impermeable stratum that constitutes the level of local basis in the development of the erosion valleys.

The relationship which exists between the development of the gullies and the evolution of the longitudinal profiles of the water streams is also intimate.

As for the topography there were considered: the degree of declivity, the shape and extension of the slopes of the hills. The erosion is greater in strong inclinations, convexly shaped and quite broad — as the ones that can be seen at Franca City.

Finally, it was considered the vegetation element changed by man's presence. The ancient protecting "cerrados" of the ground were destroyed, breaking the light equilibrium that existed between climate, ground, topography and vegetation.

The gullies are a kind of relief that reflects not only the disequilibrium phase of the landscape but also the transformation of the slopes from concave to convex in order to achieve a dynamic equilibrium.

RESUMÉ

"Le déséquilibre du cadre naturel de Franca et la formation des ravines" est une étude qui correspondre à une partie de la thèse de doctorat intitulée "Étude géomorphologique de ravines de Franca S.P." da Dra. Neuza Machado Vieira, à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Franca.

Furent étudiés tous les facteurs naturels qui conditionnent la formation des ravines, ces dernières étant une forme d'érosion typique de zones déséquilibrées.

Le climat contribue à la formation des ravines étant donné le volume, la durée, l'intensité et la fréquence des pluies conditionnées par le rythme des saisons.

En ce qui concerne la lithologie, les ravines se développent dans les terrains mésozoïques et récents de structure sableuse, renfermant des lentilles d'argile et reposant sur une couche plus imperméable qui constitue le niveau de base in situ du développement de ce type d'érosion.

Il existe également une étroite relation entre le développement des ravines et l'évolution du profil longitudinal des cours d'eau.

Quant à la topographie, on a pris en considération le degré de pendage, la forme et l'étendue des versants des collines, l'érosion étant plus importante sur les pentes accentuées, assez étendues et de forme convexe, comme le sont celles de Franca.

Nous prenons finalement en considération l'élément "végétation" modifié par la présence de l'homme. L'ancien cerrado, qui protégeait le sol, fut détruit engendrant une rupture de l'équilibre qui existait entre climat, sol, relief, hydrographie et végétation.

Les ravines sont des formes de relief qui démontrent la phase de l'évolution du paysage ainsi que la transformation de versants convexes en versants concaves, aboutissant à l'équilibre dynamique.

Introdução à análise de séries temporais

PEDRO PINCHAS GEIGER, coordenador
ANA MARGARETE SIMÕES LYRA
ERNST WILLY KÜFFER
PEDRO LUIZ PINTO FELICÍSSIMO *

I — Introdução

Este estudo é fruto do interesse pela aplicação da análise de séries temporais em pesquisas de Ciências Sociais no Brasil, em particular, na Geografia. Apesar da denominação séries temporais, as técnicas que elas envolvem têm a sua utilização não limitada a fenômenos temporais, podendo também estender-se ao espaço.

O primeiro problema que surge quando se deseja aplicar as técnicas de séries temporais se refere ao fato de que, geralmente, para aqueles fenômenos que mais nos interessam quanto à evolução socioeconômica do País, faltam os dados. Deve ser lembrado que para o uso dessas técnicas torna-se necessário grande quantidade de observações, ao longo do tempo, para que se possam caracterizar uma série temporal, a ser analisada em suas componentes. Exclui-se portanto a mera possibilidade de utilização de dados censitários para uma análise de séries temporais. **

Já no caso da aplicação das técnicas no espaço, mediante o levantamento de dados referentes a lugares, as possibilidades são maiores. Neste

* Pedro Pinchas Geiger — Geógrafo e Chefe da Divisão de Pesquisas Regionais do Departamento de Geografia; Ana Margarete Simões Lyra — Auxiliar de Estatística; Ernst Willy Küffer — Técnico em Estatística e Pedro Luiz Pinto Felicíssimo — Estatístico, todos da mesma Divisão.

** Em termos gerais podemos dizer, por exemplo, que seria impossível estudar ciclos com apenas 5 observações ao longo do tempo, (correspondentes aos censos de 1920, 1940, 1950, 1960 e 1970), embora em alguns casos pudessem talvez esboçar uma tendência. (O texto explicará adiante o significado dos termos tendência e ciclos).

caso podemos, por exemplo, considerar os diversos lugares ao longo de um corte sobre o território como se fossem observações de uma série temporal; as ordenadas desses pontos podem se referir à população, produção industrial, nível hierárquico, etc., enquanto que na abscissa se registram as distâncias a partir de um ponto inicial.

No entanto, há diferenças na apreciação dos fenômenos ao longo do tempo e na sua localização no espaço. No primeiro caso, um acontecimento num dado instante pode depender de acontecimentos ocorridos em instantes anteriores, isto é, o tempo é unidimensional e flui num único sentido. No segundo caso, um acontecimento pode depender de acontecimentos ocorridos em sua vizinhança, isto é, numa superfície as influências se fazem em todas as direções. Por isso, quando da aplicação das técnicas de séries temporais no espaço terrestre, é indicado muitas vezes que os dados sejam colhidos ao longo de uma faixa e projetando-se estes pontos sobre um eixo. Uma outra solução consiste em trabalhar em duas dimensões, quando se trata de séries espaciais, o que implicaria na utilização de uma superfície.*

Como exemplo de possível aplicação da técnica de séries temporais no espaço, poderia-se apontar o estudo de litoralização e interiorização, que poderão caracterizar uma “tendência” na distribuição espacial de diversos fenômenos, ou então a sucessão de cidades mais e menos importantes ao longo de um eixo — tendo-se em vista a Teoria da Centralidade — que nos sugere a possibilidade de identificar um padrão cíclico. Por outro lado, a ocorrência de determinada localização geográfica, como a existência de um local de mineração, podem trazer certa interferência, caracterizando-se como uma aleatoriedade no processo.

O segundo problema encontrado é que a aplicação de séries temporais a qualquer fenômeno deverá sempre ser encarado apenas como um modelo descritivo. Mesmo a utilização de *cross-correlation*, entre duas séries com a finalidade de observar a liderança de uma em relação a outra (*lead and lag*) não chega a tornar o modelo propriamente explicativo, embora se alcance uma descrição mais compreensiva.

No entanto, achamos oportuno a apresentação deste trabalho, para marcar o que supomos ser um início de estudos de séries temporais no DE GEO e tendo o propósito de servir como uma pequena contribuição a estas pesquisas futuras, já que foi levado em consideração o sentido didático do mesmo. Esta contribuição tem por objetivo melhorar a compreensão da análise de séries temporais e contém a elaboração de vários programas em linguagem Fortran, o que nos parece outra razão importante para a divulgação deste trabalho. Para maior clareza e compreensão, mostraremos alguns exemplos manipulando dados disponíveis e relativos a variáveis da vida econômica nacional.

A organização deste trabalho segue a seguinte ordem:

- Breve comentário sobre série temporais.
- Alguns exemplos sobre a decomposição de séries temporais em suas componentes.
- Verificação de influência de uma série sobre a outra através da *cross-correlation*.
- Aplicação de filtros a uma série e o efeito de seus pesos através da curva Resposta de Frequência.
- Apresentação dos Programas.

* A técnica de *Trend Surface* poderia também ser aplicada utilizando-se uma dimensão para uma Série Temporal e a outra dimensão para uma Série Espacial.

II — Séries Temporais

Uma série temporal é um conjunto ordenado de observações sobre um fenômeno, numa escala de intervalos. Deve-se observar que a série temporal não tem aplicação limitada ao tempo, podendo também ser aplicada ao espaço. Se temos a cada instante uma informação, dizemos que a distribuição dos pontos é contínua. Temos freqüentemente apenas séries discretas, ou seja, séries cujos dados são obtidos em intervalos discretos.

De modo geral, uma série é formada por 3 componentes, ou seja, tendência, ciclos e de uma componente aleatória. Para compor a série original, as componentes podem ser aditivas ou multiplicativas. Por ser mais simples usaremos aqui a formação aditiva:

$$x(t) = h(t) + c(t) + a(t)$$

Quando se tem observações mensais durante alguns anos pode-se desdobrar a componente cíclica em ciclos e estacionais:

$$x(t) = h(t) + c(t) + e(t) + a(t)$$

Antes de iniciarmos o estudo de séries temporais, devemos verificar o seu comportamento quanto ao grau de aleatoriedade, isto é, observar a dependência da série em relação ao tempo.

Em algumas séries esta dependência pode ser notada a partir da observação do seu gráfico, em outras torna-se necessário a aplicação de um teste que será escolhido levando-se em consideração a facilidade de aplicação e de sua eficiência.

A seguir descreveremos, sucintamente, as quatro componentes mencionadas, que posteriormente serão tratadas com mais detalhes, quando da apresentação do exemplo.

1 — *Tendência*

Quando, a partir dos valores observados de uma série, fazemos um gráfico, podemos observar que esse conjunto de pontos irá representar uma tendência do fenômeno em estudo, tendência essa que poderá ser crescente, decrescente ou estacionária.

É interessante também observar que o gráfico de uma série temporal se assemelha à trajetória de uma partícula que se desloca sob a influência de forças físicas. Todavia o movimento pode ser provocado, em vez de forças físicas, por uma combinação de forças econômicas, sociais, psicológicas e outras, no decorrer do tempo.

Denominaremos simplesmente tendência de uma série temporal a função valor médio de seu processo gerador.

São freqüentemente ajustadas as seguintes curvas na determinação da tendência:

1) *Tendência Linear*

$$Y = at + b$$

onde a é o coeficiente angular e b o linear

2) *Curva Exponencial*

$$Y = ab^t$$

a e b são os parâmetros a serem determinados

3) Curva Logística

$$Y = \frac{k}{1 + a e^{-bt}} \quad K = \text{assíntota superior a ser estimada juntamente com } a \text{ e } b$$

4) Polinomial

$$Y = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots \quad \text{onde } a_0, a_1, a_2, \dots \text{ são os parâmetros a determinar.}$$

2 — Componente Estacional

As variações estacionais são pequenos ciclos que se repetem em intervalos nunca maiores que 12 meses. Estas flutuações são decorrentes das estações do ano e distinguem-se nitidamente dos ciclos, já que estes têm períodos maiores do que 12 meses.* Um exemplo bem típico de componente estacional pode ser observado nas vendas de sorvetes, quando há um aumento considerável no verão em relação às outras estações.

Descreveremos o cálculo dos estacionais** realizado pelo Programa ESTAC.

A partir da série original, calculamos a série de médias móveis*** de treze meses enfatizando os termos centrais:

$$X_{ij}, i = 1, 2, \dots, N$$

$$j = 1, 2, \dots, 12$$

onde x_{ij} é o termo da série original e N é o número de anos

$$w_{ij} = \frac{x_{ij-6} + 2(x_{ij-5} + \dots + x_{ij+5}) + x_{ij+6}}{24}$$

Definimos então os coeficientes Y_{ij} dos termos da série original pelo seu correspondente da série de médias móveis.

$$Y_{ij} = \frac{x_{ij}}{w_{ij}}$$

Fazemos a média dos elementos para cada mês, obtendo, assim, os 12 estacionais não corrigidos:

$$e_j^* = \frac{1}{N-1} \sum_{i=2}^N Y_{ij}, \quad \text{Se } j \leq 6$$

$$e_j^* = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} Y_{ij}, \quad \text{Se } i \geq 7$$

Para corrigir estes estacionais basta exprimir cada um destes elementos como taxa percentual sobre a média dos estacionais não corrigidos.

$$m(e)^* = \frac{1}{12} \sum_{j=1}^{12} e_j^*$$

$$e_j = \frac{e_j^*}{m(e)^*} \cdot 100$$

* Nas Séries Econômicas o conceito de ciclo aplica-se a períodos de mais de 24 meses.

** COVA, H. G. (1969), "Pequena Contribuição ao Estudo das Séries Temporais" — Separata da *Revista Brasileira de Estatística* n.º 119.

*** Veja mais detalhes da descrição do método de médias móveis no item Uso e Determinação de Filtros.

Para obtermos a componente estacional basta subtrair uma unidade dos estacionais e multiplicar esse resultado pela tendência. Devemos observar que se a tendência é crescente as variações estacionais também serão crescentes, ano a ano.

Um outro método para o cálculo das variações estacionais consiste em ajustarmos uma série de Fourier à série residual obtida da diferença entre a série original e a tendência. Para isso, basta utilizarmos no programa, para determinação de ciclos (CICLO), o período de 12 meses.

3 — Componente Cíclica

A componente cíclica é representada numa série temporal por acontecimentos que se repetem em períodos regulares.

Podemos classificar os ciclos em três tipos distintos:

- 1 — Longos, com período de 50 anos
- 2 — Médios, com duração em torno de 10 anos
- 3 — Curtos, com período de 2 a 7 anos

Esta classificação de ciclos é usada apenas em séries econômicas. Veremos posteriormente na parte referente a filtros, que o termo ciclo pode ser usado num sentido mais amplo.

Se a série em estudo apresentar a componente cíclica, estaremos diante de uma função periódica de período p : $f(t) = f(t + p)$ onde $f(t)$ é o termo geral da série. Como não conhecemos esta função periódica, ajustamos uma série de Fourier a série residual (X_t) ou seja uma função do tipo:

$$f(t) = m + \sum_{k=1}^{\infty} \left(a_k \cos \frac{2\pi k t}{p} + b_k \sin \frac{2\pi k t}{p} \right)$$

$$\text{onde } m = \frac{1}{p} \sum_{t=1}^p x(t)$$

$$a_k = \frac{2}{p} \sum_{t=1}^p x(t) \cos \frac{2\pi k t}{p}$$

$$b_k = \frac{2}{p} \sum_{t=1}^p x(t) \sin \frac{2\pi k t}{p}$$

O primeiro passo no estudo da componente cíclica consiste na determinação do período p , em geral desconhecido. Torna-se então necessário obter um método que determine esse período, apenas com base nos termos da série em questão. Esse método consiste na procura da amplitude máxima de cada onda fundamental, quando se varia o período das ondas.

A amplitude da onda fundamental é dada por

$$C(p) = \sqrt{a_1^2(p) + b_1^2(p)}$$

Tomando-se esse valor para a ordenada e o seu correspondente período para a abscissa temos um espectro contendo as amplitudes de cada onda fundamental em função de seu período. Este diagrama é normalmente chamado de periodograma, e o *provável período* da componente cíclica será o período correspondente a ordenada máxima (Programa PDOG).

Quando no periodograma não distinguimos nitidamente um período, devido a pouca variação entre a ordenada máxima e as situadas na sua vizinhança, testamos se esse suposto período é verdadeiro ou se foi obtido por mero acaso. A significância do período pode ser determinada através do teste de Schuster.

4 — Componente Aleatória

A componente aleatória apresenta-se numa série sob a forma de movimentos irregulares de frequência elevada e é normalmente ocasionada por acontecimentos acidentais, tais como enchentes, greves, revoluções, guerras, crise de matéria-prima, etc. ... Estes acontecimentos tanto podem produzir variações durante um curto intervalo de tempo, como também, dependendo da sua intensidade, pode acarretar variações em períodos maiores.

III — Exemplo de Análise de uma Série Temporal

Tomamos como exemplo a série de produção de automóveis no Brasil no período de janeiro de 1967 a outubro de 1971, totalizando 58 dados mensais. Plotamos esses dados num plano carteziano em que no eixo das abscissas está o tempo e no eixo das ordenadas a produção (fig. 1).

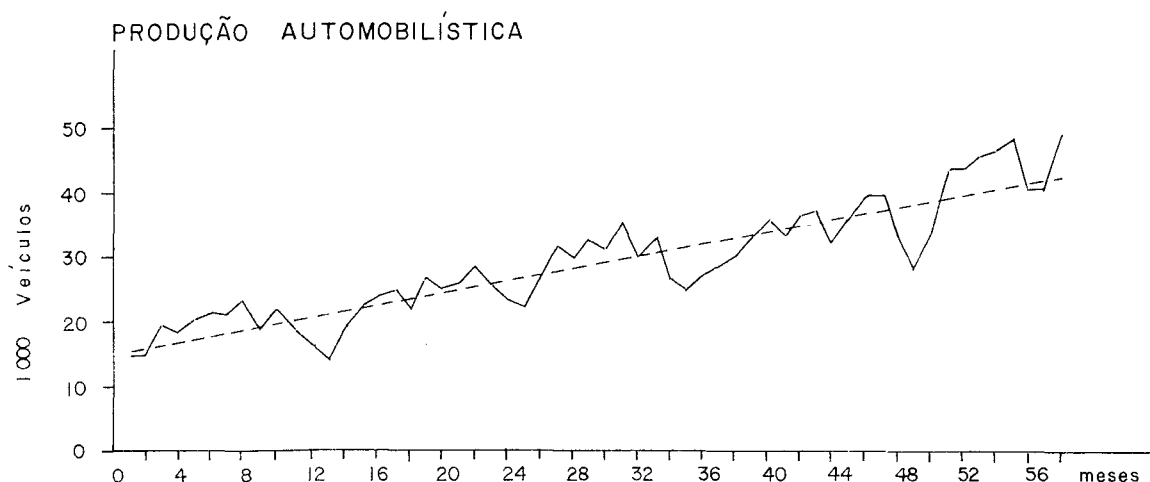


FIG. 1 — Série Original e Determinação da Tendência

Fonte: Ind. de Transf. - DEICOM

A rigor o primeiro passo seria a realização de um teste para verificar a aleatoriedade da série, mas neste caso podemos notar claramente que há uma tendência crescente e linear, sendo assim, ajustamos pelo método dos mínimos quadrados a reta $Y = 496,75 t + 14.653,00$

A seguir fizemos a análise da variância, que nos indicou que a reta ajustada explica 83,7% da variação total.

Definida a tendência, subtraímos da série original esta tendência e assim demos origem a uma nova série. Uma nova série obtida dessa forma é denominada série residual.

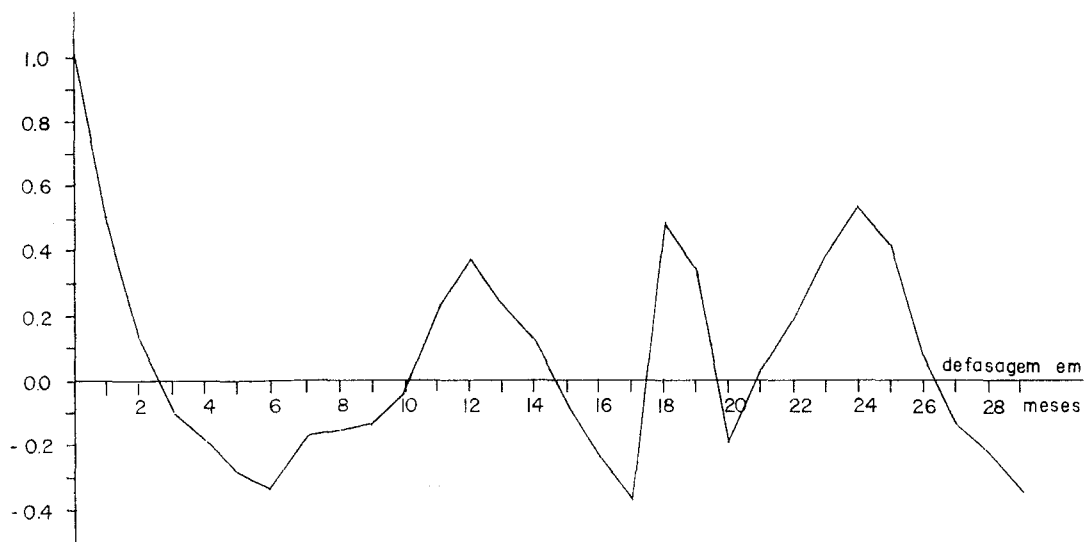


FIG. 2 — Correlograma da Série Residual (Orig. - Tend.)

Convém testar a hipótese dessa série residual ser estacionária, ou seja de média e variância constantes e que a variância entre os elementos da série dependa somente do intervalo entre eles. Só é possível estudar flutuações cíclicas (estacionais e ciclos) em séries estacionárias, já que só tem sentido aplicar uma série de Fourier a uma função periódica, portanto aplicamos o teste de Mann que indicou ser a série Estacionária com probabilidade de erro de 5%.

A partir desta série residual, determinamos os coeficientes de autocorrelação (programa C.A.C.), com os quais construímos um correlograma (fig. 2). No eixo das abscissas é marcado o defasamento (neste caso, em meses) que é dado entre a série em questão, e ela própria des-

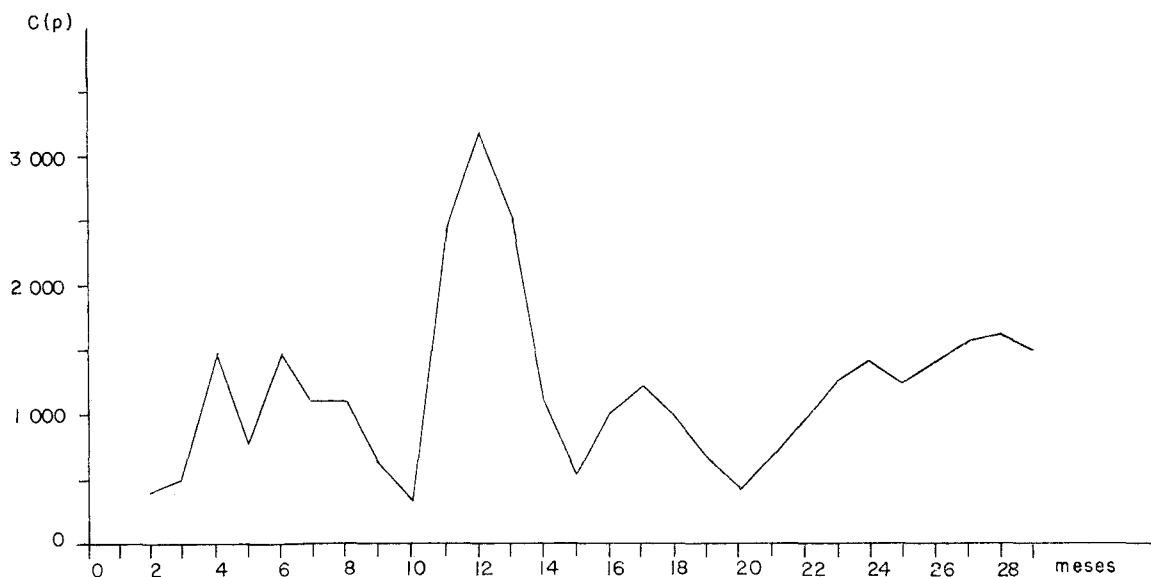


FIG. 3 — Periodograma da Série Residual (Orig. - Tend.)

locada ao longo desse eixo. Na ordenada colocamos os coeficientes de autocorrelação correspondentes a cada defasamento. É óbvio que quando o defasamento é zero temos o máximo de correlação e o coeficiente é um.

Pelo correlograma observamos que o processo gerador da série residual parece ser o de periodicidade ocultas, isto é, o correlograma sugere a existência de ciclos ou variações estacionais. Existe uma boa correlação quando o defasamento é de 12 meses, o que nos sugere um provável período de 12 meses, ou seja a existência de estacionais.

Vamos investigar os períodos presentes na série através do periodograma (fig. 3). O período correspondente a ordenada máxima é o período da série residual que é de 12 meses, o que confirma a existência da componente estacional.

Para a determinação dos estacionais utilizamos o processo descrito anteriormente através do programa ESTAC. Os estacionais encontrados para cada mês do ano, a partir de janeiro foram: 0,775; 0,915; 1,077; 1,070; 1,073; 1,039; 1,126; 1,051; 1,036; 1,040; 0,948; 0,852.

Para obtermos a componente estacional, basta multiplicarmos os estacionais pelo valor da tendência linear em cada ponto e subtrairmos a tendência. Podemos também subtrair os estacionais de um e multipli-



FIG. 4 — Componente Estacional somada à Tendência

car este valor pela tendência. Na figura 4 encontramos a componente estacional já somada à tendência. Convém observar que este método se ajusta bem nos casos em que as variações estacionais acompanham uma tendência crescente. No exemplo em pauta a análise da variância mostrou que a tendência adicionada à componente estacional explica 93,42% da variação total.

Outro método para o cálculo da componente estacional é ajustar uma série de Fourier à série residual (original-tendência), com um período de 12 meses, utilizando-se para isso o programa CICLO. Neste caso as amplitudes das variações estacionais são constantes de ano para ano (fig. 5). Encontramos os seguintes valores:

$$XM = -104,7$$

A(K)

— 3253.9 — 886.4 — 699.9 92,2 619.6

B(K)

— 473.1 — 1198.4 — 1217.4 475,7 279.1

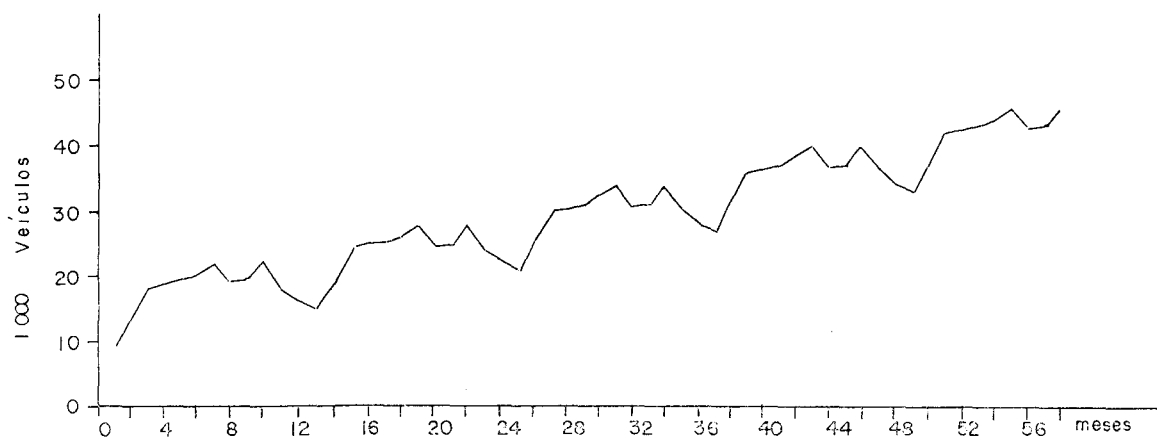


FIG. 5 — Componente Estacional (p/ Fourier) somada à Tendência

A vantagem de ajustarmos uma série de Fourier à série residual é de obtermos uma equação que explica os resíduos.

$$x(t) - h(t) = -104,7 - 3253,9 \cos \frac{2\pi t}{12} - 473,1 \sin \frac{2\pi t}{12} \\ - 886,4 \cos \frac{4\pi t}{12} - 1198,4 \sin \frac{4\pi t}{12} + \dots + c(t) + a(t)$$

A análise da variância para esta componente estacional com a tendência, explica 93,33% da variação total dos dados, quase idêntico ao caso anterior.

Na fig. 4 e 5 observamos grande queda anual referente aos meses de janeiro e fevereiro. Esta baixa coincide justamente com o período de férias coletivas dado pelas indústrias automobilísticas.

Uma vez determinada a tendência e a componente estacional, investigamos a existência da componente cíclica. Subtraímos da série original a tendência e as variações estacionais* e obtemos uma nova série residual.

Através do teste de Mann comprovamos que esta série residual é estacionária com probabilidade de erro de 5%. Foi construído um correlograma que mostrou a possibilidade do processo gerador desta série ser o de periodicidades ocultas (fig. 6). Sendo assim, determinamos o periodograma (fig. 7). A ordenada máxima se encontra para o período de 24 meses, porém essa ordenada pouco difere dos valores das ordenadas próximas, o que sugere investigar a existência ou não de ciclos, através do teste de Schuster.

O teste de Schuster baseia-se na relação:

$$P_r \left\{ \frac{C^2(N, r)}{\frac{4\sigma^2}{N}} > k \right\} = e^{-k} = P_s$$

* Foi utilizado os estacionais percentuais ao invés dos obtidos pela série de Fourier, porém estes também poderiam ser usados já que explicam quase integralmente a série residual como foi constatado com base na análise da variância.

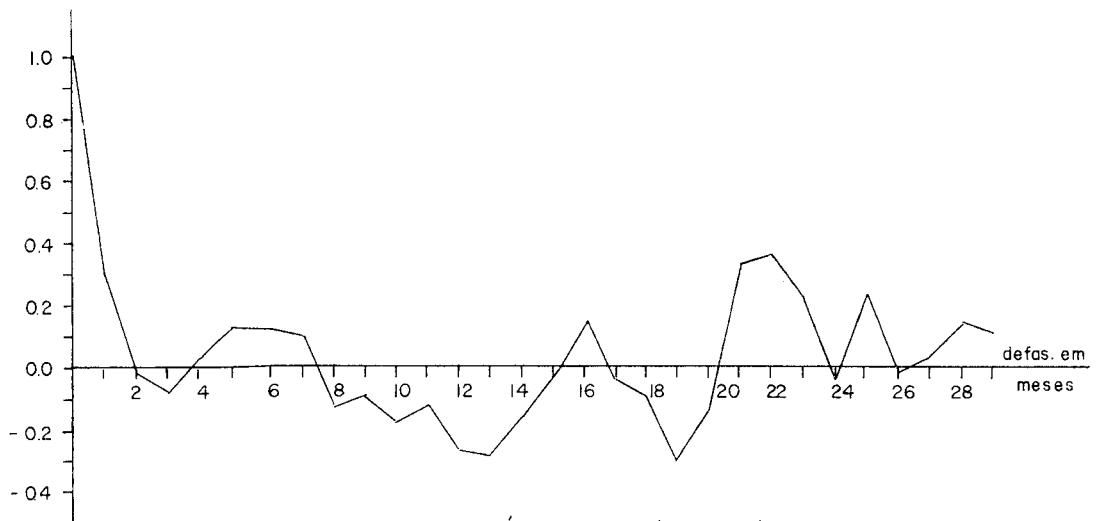


FIG. 6 - Correlograma da Série Residual (Orig. - (Tend. + Estac.))

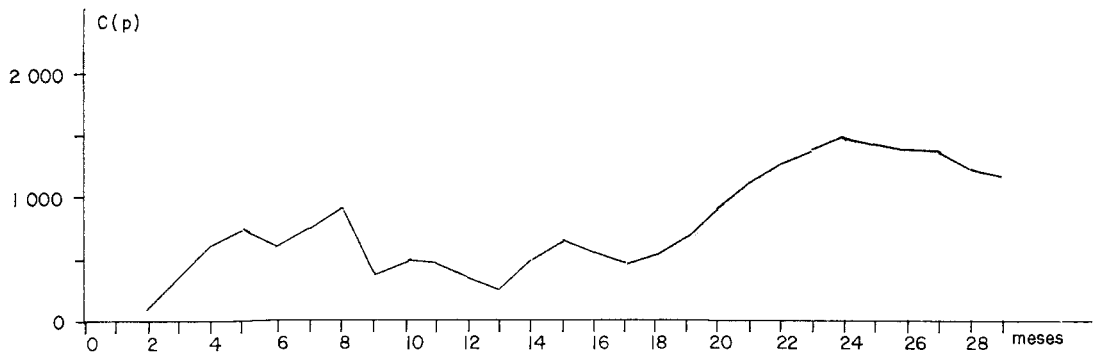


FIG. 7 - Periodograma da Série Residual (Orig. - (Tend. + Estac.))

onde $C^2(N, r)$ é a ordenada máxima do periodograma, σ^2 é a variância do universo que pode ser estimado por

$$S^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2$$

Para uma probabilidade de 0,05 $K = -\ln(P)$

$$K = -\ln(0,05) = 3$$

No nosso caso temos

$$C^2(N, r) = (1430,38)^2$$

$$S^2 = 13.118.945,0 \quad \text{donde} \quad \frac{C^2(N, r)}{\frac{4s^2}{N}} = 2,26 < k$$

A probabilidade de que esse máximo tenha ocorrido por mero acaso é acima de 5%, sendo assim não podemos aceitar a hipótese da existência de um período.

Devemos lembrar que anteriormente já fora verificado que duas componentes, a tendência e a componente estacional, já explicaram

93,42% da variação total, de modo que já se poderia supor a inexistência da componente cíclica.

Após o estudo da influência das componentes na série temporal, resta-nos agora completar nosso exemplo no que diz respeito a estimativas a serem obtidas e seu grau de fidedignidade.

Podemos notar conforme a fig. 1, que o fenômeno, na evolução do tempo, apresentou irregularidades em alguns pontos, motivo pelo qual obtivemos um grande erro padrão de estimativa, ou seja:

$$\sigma = 3.622$$

Um teste para avaliar o modelo foi efetuado através da realização de uma estimativa para o mês de outubro de 1972, valor este já por nós conhecido. O resultado encontrado foi de 49.500; dado este obtido somente com a tendência. Como, além da tendência tivemos a componente estacional, somamo-la à tendência fornecendo-nos 51.500 unidades, que passou a ser nosso valor estimado.

Para obtenção do intervalo de confiança, a um nível de aceitação de 95%, basta multiplicarmos o erro padrão de estimativa por dois, somando e subtraindo o valor encontrado de 51.500

$$51.500 \pm 2\sigma \equiv [44.256 : 58.744]$$

Em uma comparação com o valor observado para o mesmo mês que foi de 56.656, verificamos que o valor estimado situa-se dentro da faixa de segurança estipulada. Embora tendo boa estimativa para o referido mês, seria conveniente notarmos, conforme fig. 8, que a componente aleatória possui grande amplitude, o que contribuiu também para o valor elevado do erro padrão de estimativa, assim como contribuirá para as distorções de estimativas posteriores ao ponto estimado.

Finalizando, queremos deixar bem claro, no caso do nosso exemplo com produção automobilística, que o processo por nós aplicado descreve o fenômeno no decorrer do tempo e não o explica, e que, para isso, tornar-se-ia necessário a inclusão de outras variáveis, como: disponibilidade de matéria-prima, poder aquisitivo da população, oscilações no preço de combustíveis, políticas governamentais, etc., envolvendo assim um estudo de repressão múltipla, o que não seria mais nosso primordial objetivo.

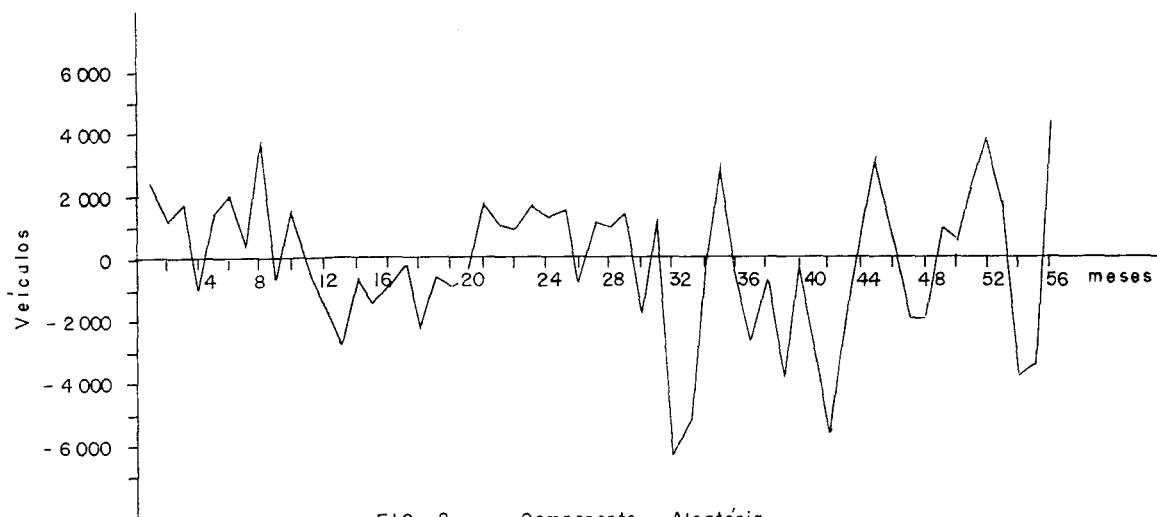


FIG. 8 — Componente Aleatória

IV — Cross-Correlation

Pode-se comparar duas séries temporais através da correlação entre elas (*cross-correlation*) para observar a liderança de uma série sobre a outra. Isto é feito da mesma forma que na autocorrelação, quando, ao invés de se correlacionar a série com ela mesma, usa-se uma outra série.

Fixa-se uma série e desloca-se a outra ao longo do eixo das abcissas, calculando-se as covariâncias:

$$R_{xy} = \frac{1}{N - r} \sum_{n=1}^{N-r} x_n y_{n+r}$$

$$R_{yx} = \frac{1}{N - r} \sum_{n=1}^{N-r} y_n x_{n+r}$$

Convém observar que a correlação só pode ser feita utilizando-se séries estacionárias, o que implica em remover inicialmente as tendências. Calcula-se o desvio padrão de cada série e acha-se os coeficientes de *cross-correlation* por:

$$\rho_{xy} = \frac{R_{xy}}{S_x S_y}; \quad \rho_{yx} = \frac{R_{yx}}{S_x S_y}$$

Demonstra-se que $-1 \leq \rho \leq 1$

Como exemplo, apresentaremos uma *cross-correlation* relacionada a uma hipótese sobre a passagem de mão-de-obra de um determinado setor econômico para outro setor econômico e vice-versa. No caso, trata-se de comparar a série referente à mão-de-obra do setor de transporte, do antigo Estado da Guanabara, através das estatísticas de pessoal ocupado, com a mão-de-obra do setor de material elétrico do mesmo Estado, no período de 1970 a 1973, totalizando 48 termos.

Na fig. 9 representamos as 2 séries com os respectivos números de estabelecimentos. Ajustamos a cada série uma equação linear para a tendência e fizemos para cada uma a diferença entre a série original e a tendência, obtendo-se uma série residual. Com estas duas séries calculamos os coeficientes de *cross-correlation* através do programa CROSS, e plotamos estes coeficientes na fig. 10.

Existe uma forte correlação negativa quando se adianta, de um mês, a série de material elétrico em relação a de material de transporte, o que mostra a possibilidade de haver a influência da primeira na segunda quanto à oscilação da mão-de-obra. Adiantando-se a série de material de transporte de aproximadamente 5 a 6 meses, existe uma forte correlação positiva, quando as duas séries estão em fase.

Chamando-se a série de material de transporte de X e a outra de Y, observa-se que, no fim de 1970, um estabelecimento da série X encerrou as suas atividades, diminuindo o número de pessoas ocupadas neste setor. Dois meses depois foi criado um novo estabelecimento na série Y, o que aumentou o número de pessoas neste setor. Porém, por volta de junho de 71, um estabelecimento de Y fechou e houve um crescimento em X sem um aumento no número de estabelecimentos até dezembro, quando uma outra indústria fechou. Logo depois, um novo estabelecimento de Y começou as suas atividades. Este movimento nos sugere a possibilidade da passagem de mão-de-obra entre os dois setores.

GUANABARA

PESSOAL OCUPADO NA INDÚSTRIA

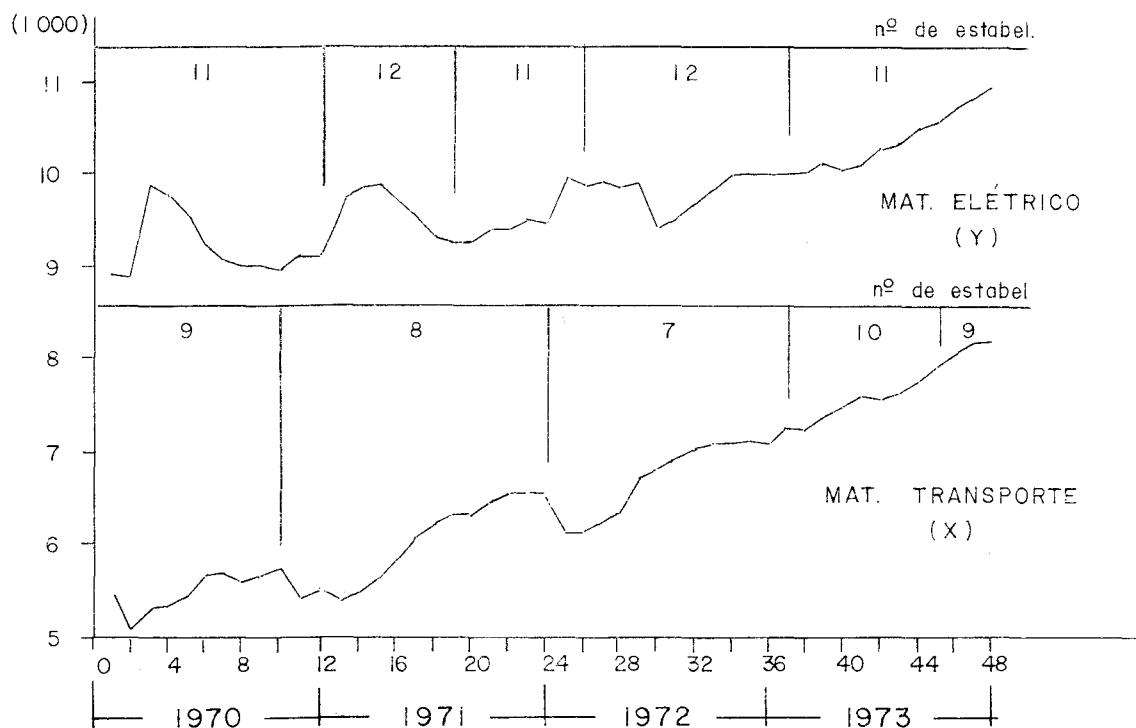


FIG. 9

Fonte: Ind. de Transf. - DEICOM

Para a comprovação da hipótese, devemos levar em consideração todos os outros setores, a quantidade de pessoal desocupado, etc. Deveríamos também pesquisar este fato em outras cidades, tentando uma generalização para não ser apenas um caso isolado no espaço. Também o tempo é importante já que, a partir de 1973, a influência de uma série sobre a outra se torna menos nítida, o que pode indicar um fenômeno ocorrido apenas num curto intervalo de tempo. De qualquer forma, a comprovação de uma hipótese como esta pode nos ser útil em planejamento.

Como um segundo exemplo, pesquisamos a influência da série de produção automobilística sobre a produção de pneumáticos. Eliminamos inicialmente os pneumáticos produzidos para reposição, já que estes estão correlacionados com a frota existente, e a quantidade produzida em 1973 foi aproximadamente de duas a três vezes o número de pneumáticos produzidos para primeiro equipamento.

A análise da dependência direta entre as séries de produção automobilística e de pneus para primeiro equipamento se torna extremamente complicada. (Há a considerar a exportação de pneus para carros de passeio, o que mostra uma boa oferta de pneus deste gênero). Pneus mais sofisticados como para tratores e certos caminhões são produzidos artesanalmente, o que implica em uma pequena produção, havendo as vezes importação destes tipos de pneumáticos; se estudarmos a influên-

CROSS CORRELATION

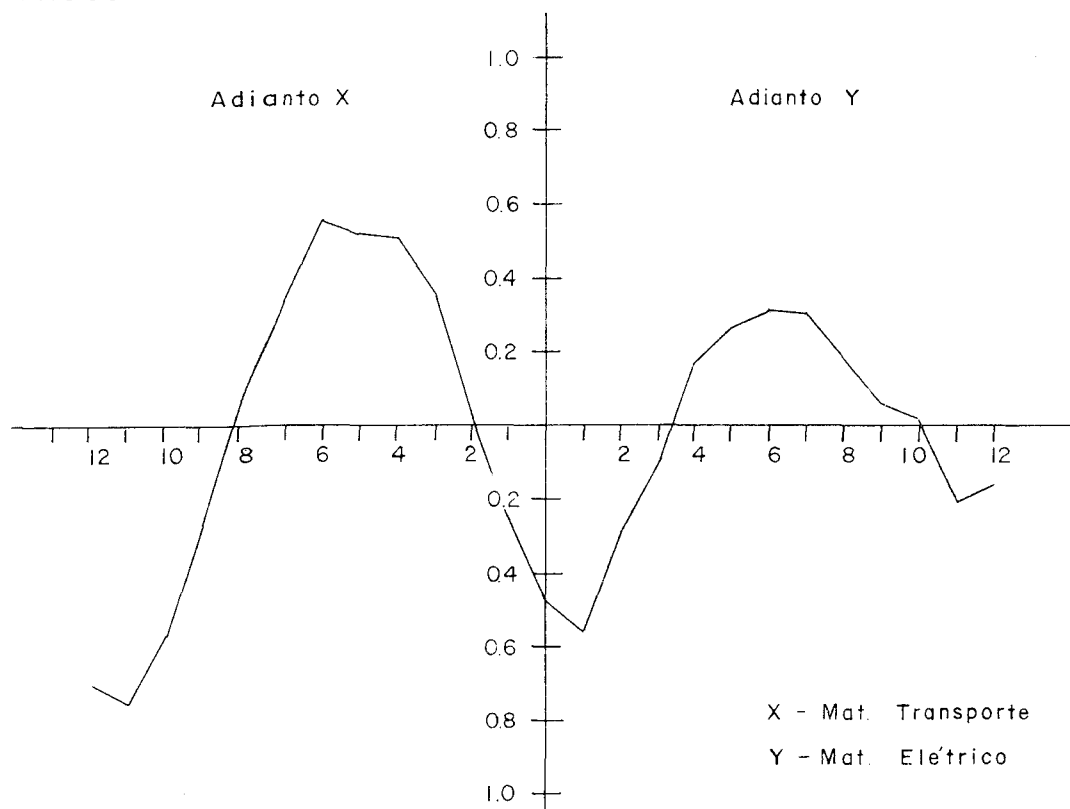


FIG. 10

PRODUÇÃO AUTOMOBILÍSTICA E DE PNEUMÁTICOS (1ª Equip.)

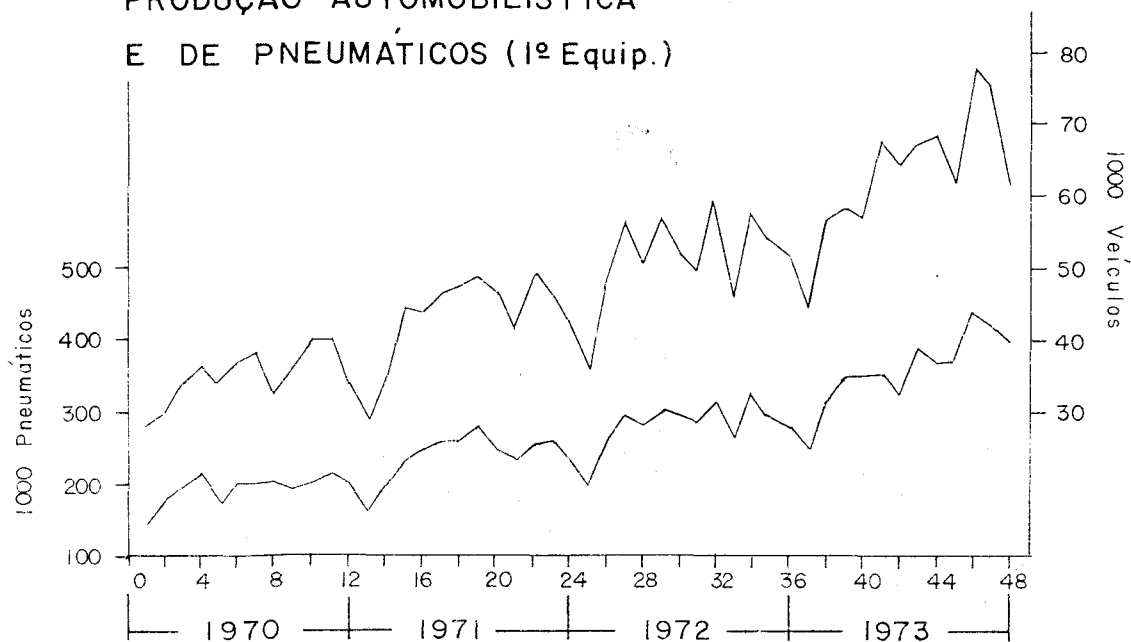


FIG. 11

CROSS CORRELATION

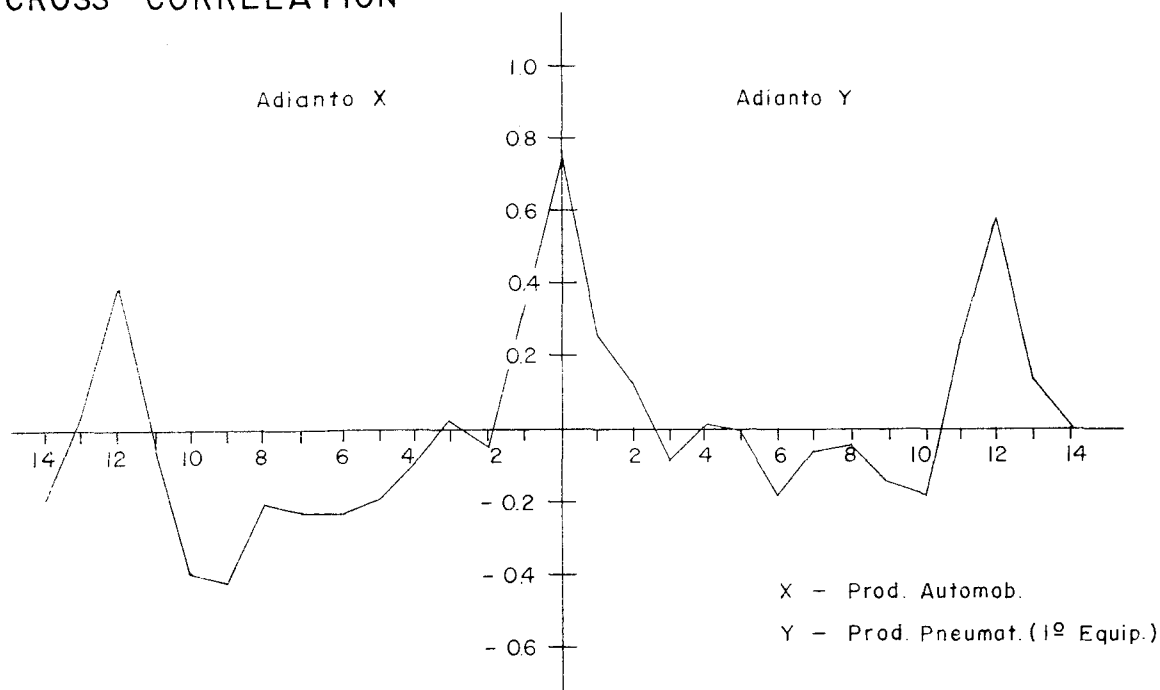


FIG. 12

cia entre elas, usando a *cross-correlation*, poderemos constatar variações que estejam relacionadas simplesmente a problemas de estocagem de pneus.

Tomamos as duas séries no período de 1970 a 1973, totalizando 48 termos (fig. 11). Ajustamos para a tendência uma reta e subtraímos da série original esta tendência, para cada série. Em seguida, obtivemos os coeficientes de correlação (*cross-correlation*) que plotamos na fig. 12.

Verificou-se que a correlação é máxima, quando não há defasamento entre as duas séries, o que mostra a simultaneidade entre elas e a impossibilidade de se apontar, estatisticamente, a liderança de uma sobre a outra.

V — Uso e Determinação de Filtros

Uma outra forma de analisar uma série temporal, para obter as suas componentes, consiste em filtrar devidamente a série. Ao tratar de filtros vamos considerar apenas o trato de três componentes, tendência, ciclos e aleatória, sem fazer distinção entre ciclos e estacionais.

$$x(t) = h(t) + c(t) + a(t)$$

A partir de filtros, podemos chegar a qualquer componente de uma série, uma vez que existe correspondência entre as componentes e suas respectivas frequências, bastando utilizar os filtros no sentido de deixar passar ou não determinadas frequências. Assim, frequência baixa corresponderia à tendência, frequência média aos ciclos, e uma frequência elevada representaria as componentes randômicas.

A filtragem de uma série baseia-se no método de médias móveis. Calcula-se as médias para um número consecutivo de períodos de tempo (geralmente um número ímpar) e este valor é um termo da série filtrada. Se o período de tempo for três, somamos inicialmente os três primeiros termos da série original e dividimos o resultado por três, ou seja multiplicamos cada termo por $1/3$ e os somamos. Este valor é o primeiro termo da nova série e corresponde ao segundo termo da série inicial. Neste caso, a nova série ou a série filtrada tem dois termos a menos que a original. Observe-se que a utilização da média com 3 termos serve para eliminar freqüências elevadas ou seja elimina variações na série inicial, já que cada termo da série filtrada é a média de alguns termos da série original, e a série resultante é mais suave que a original.

A transformação linear que filtra a série é da forma:

$$Y_t = \sum_{j=-m}^m a_j X_{t+j}$$

onde a_j são os pesos em número de $2m + 1$ e y_t t-ésimo elemento da série filtrada, isto para uma média móvel de ordem $2m + 1$.

O tipo mais comum de médias móveis é a que adota pesos iguais. Os pesos normais são também muito utilizados, em que o peso central tem o valor da ordenada máxima da curva normal. Existem ainda outros tipos de pesos, com peso central máximo e os outros ponderados.

Escolhemos acima um filtro de ordem três, como poderíamos ter escolhido de ordem cinco, sete ou $2m + 1$. Um número ímpar de pesos implica em não haver defasamento entre a série original e a série filtrada já que sempre há um peso central. O número de pesos e o tipo de pesos devem ser levados em consideração para filtrar determinadas freqüências. Daí a necessidade de termos uma curva que mostre o espectro de freqüências que serão eliminadas em função dos pesos. Esta curva é denominada curva resposta de freqüência, na qual a abcissa traz as freqüências e na ordenada temos o grau de filtragem dado por

$$R(f) = a_0 + 2 \sum_{k=1}^m a_k \sin(2\pi f k)$$

onde f é a freqüência dada pelo inverso do período do ciclo.

Quando se utiliza pesos iguais, apenas o número de pesos influi na curva resposta de freqüência. Utilizando-se poucos pesos eliminam-se apenas freqüências muito elevadas. Conforme o número de pesos aumenta, elimina-se melhor as freqüências mais baixas, até no limite obter-se apenas a tendência da série original. Variando-se o número de

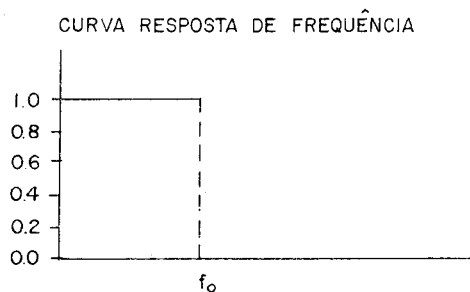


FIG. 13 - Filtro Ideal

pesos podemos obter tanto as componentes cíclicas, aleatórias como a tendência.

Quando se vai filtrar uma determinada série sabemos o tipo de frequência que se quer eliminar, ou seja se queremos eliminar frequências altas, médias ou baixas. Para a determinação do tipo e do número de pesos, podemos consultar várias curvas respostas de frequência e observar qual a que se ajusta melhor. Também podemos eliminar, a partir de uma frequência f_0 , calculando-se os pesos por:

$$\alpha_n = \frac{1}{\pi n} \sin 2 \pi f_0 n \quad \text{e} \quad \alpha_0 = 2 f_0$$

Para obter-se boa aproximação da curva resposta de frequência, como na fig. 13, deve-se incluir um número elevado de pesos, sendo a causa principal de sua utilização ser limitada.

SÉRIES FILTRADAS

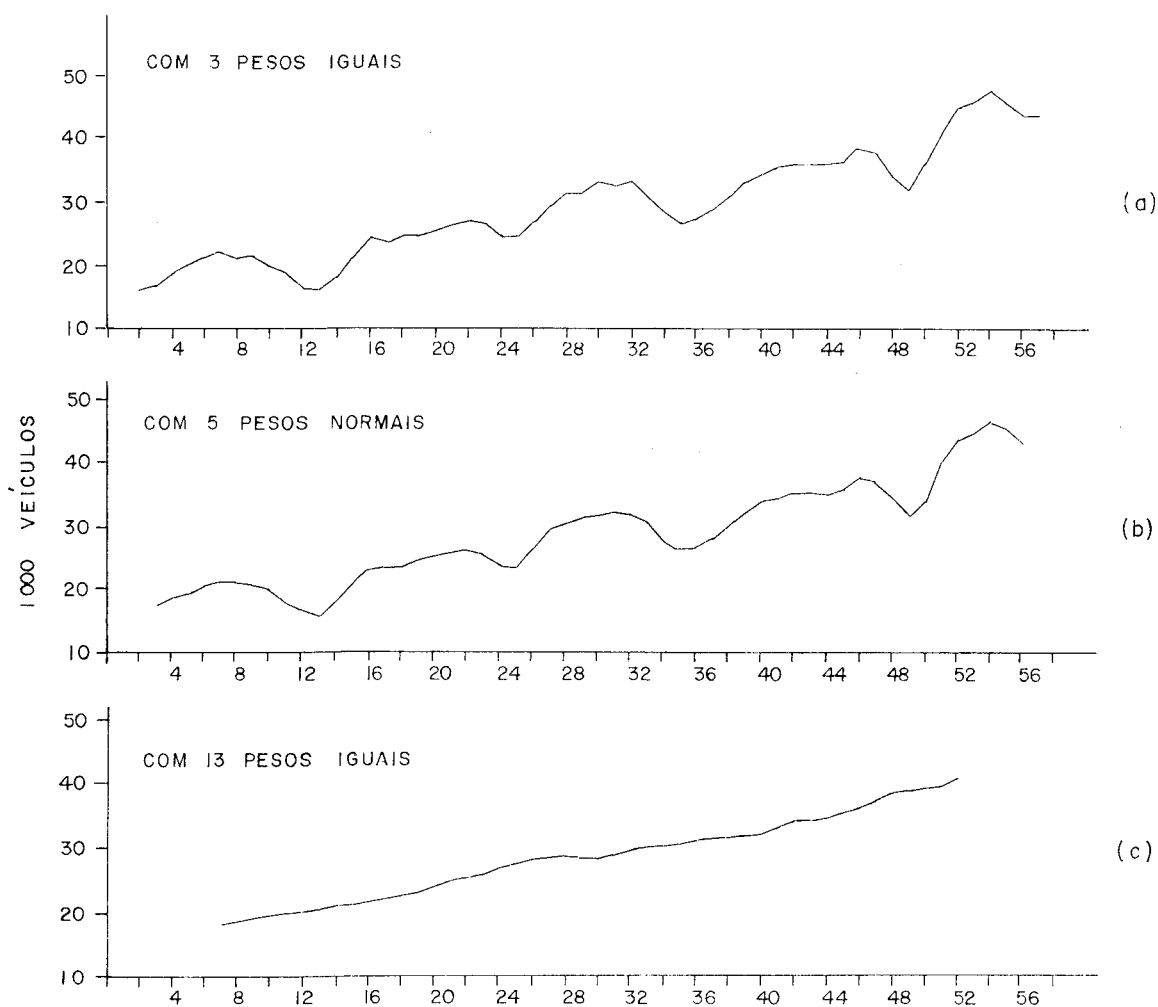


FIG. 14 -- PRODUÇÃO AUTOMOBILÍSTICA

As principais dificuldades na utilização de filtros são:

1 — A série filtrada contém menos elementos que o inicial. Numa série com $2m + 1$ pesos, perde-se $2m$ elementos da série.

2 — A escolha cuidadosa dos pesos de um filtro, já que estes podem criar flutuações cíclicas inexistentes. Também a ampliação de certas frequências indesejáveis (quando $R(f) < 0$) é um problema que pode ser solucionado por exemplo com pesos normais. (Para o cálculo destes pesos — Tobler (1966)).

Algumas considerações para facilitar o uso de filtros:

1 — Quanto maior o número de pesos, melhor a aproximação para um filtro ideal, mas, no entanto, torna-se maior a perda de termos em relação a Série Original. Em geral, quando o número de pesos aumenta a resposta de frequência é mais seletiva, ou seja, uma melhor determinação da tendência:

2 — Para filtrar um determinado ciclo, o número de pesos deve ser no mínimo igual ao período do ciclo.

3 — É sempre melhor escolher uma frequência de corte maior do que a desejada, já que o grau de filtragem é pequeno perto deste ponto.

4 — Um filtro também serve para filtrar apenas uma faixa de frequência. Seja esta faixa compreendida entre f_1 e f_2 ($f_1 < f_2$). Filtra-se inicialmente a série até f_2 , eliminando-se as frequências elevadas e, em seguida, filtra-se a mesma série original até f_1 , deixando passar apenas as frequências baixas. Da diferença entre as duas séries obtém-se uma série residual contendo apenas frequências médias.

Para exemplificar, utilizamos a mesma série de produção automobilística (fig. 1). Para a eliminação de frequências elevadas ajustamos inicialmente um filtro de 3 pesos iguais. A série resultante e a curva resposta de frequência para esses pesos estão nas figs. 14 e 15, respecti-

CURVAS RESPOSTA DE FREQUÊNCIA

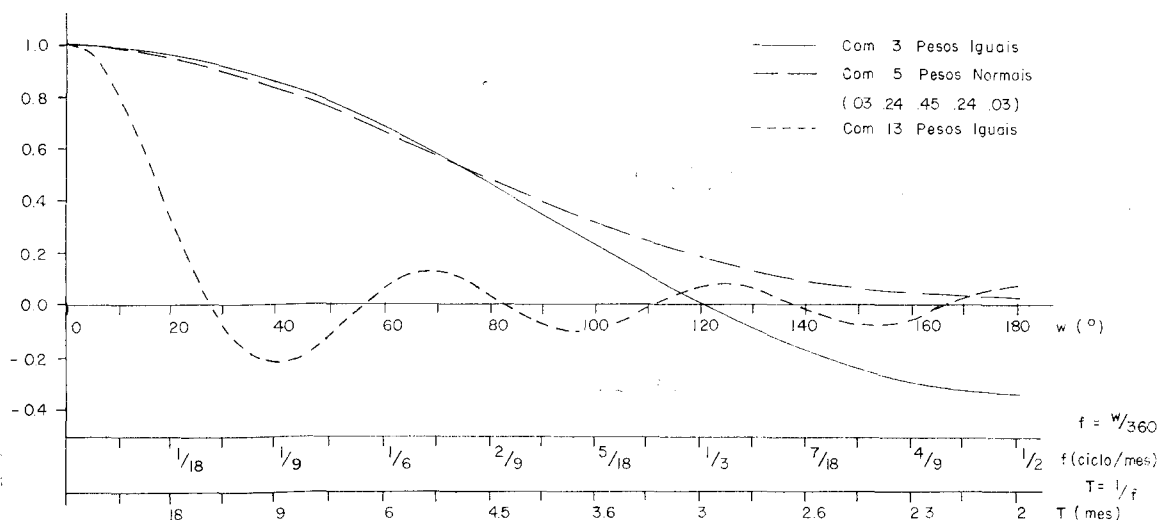


FIG 15 — Curvas Resposta de Frequência correspondentes aos Filtros da Fig 14, com as escalas: Frequência Angular, Frequência e Período.

vamente. A partir da frequência de 1/3 de ciclo/mês, ou seja ciclos de período menor do que três meses, podem ser observados na série filtrada, em particular, ciclos de período de 2 meses. Para eliminar estas frequências utilizamos, ao invés deste filtro, um outro de 5 pesos normais (fig. 14b) na série original. Observamos na curva resposta de frequência (fig. 15) que não existe ampliação de frequências altas, e, neste caso, este filtro se ajusta melhor à eliminação da componente aleatória.

Para a determinação de tendência utilizamos um filtro com 13 pesos iguais. Perdemos ao todo 12 pontos, 6 no início e 6 no final, que é uma desvantagem quando pensamos em projeções. A série filtrada se encontra na fig. 18 e a curva resposta de frequência na fig. 19. Numa frequência de 1/18 de ciclo por mês (ciclo de período de 18 meses) mais de 60% já é eliminado, um ótimo filtro para a determinação da tendência.

VI — Conclusão

O que desenvolvemos aqui, além de ser uma apresentação da análise de séries temporais, também é uma introdução para um processo temporal mais complexo como a difusão, que é um processo dependente do tempo e do espaço.

Muitos autores (Harvey, 1968) tem mostrado as semelhanças básicas entre a análise de séries temporais e a de séries espaciais. Também é sabido que técnicas desenvolvidas no domínio do tempo podem ser adaptadas para processos espaciais, como é o caso do cálculo dos coeficientes de autocorrelação e o uso de espectros de frequência (periodograma). Assim sendo, pode-se prever as propriedades estatísticas de uma distribuição espacial a partir das propriedades estatísticas da série temporal.

BIBLIOGRAFIA

- COVA, Harvey. *Análise das Séries Temporais*, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Ciências Estatísticas, 1969.
- BASSET K., e Norcliffe, G. "Filter Theory and Filter Methods in Geographical Research", Dept. of Geography, University of Bristol, Seminar Paper, 1969.
- HARVEY, David W. "Patterns, Process and the Scale Problem in Geographical Research". *Transactions, Institute of British Geographers* n.º 45, 1968.
- KENDAL, M. G., e Stuart, A. *The Advanced Theory of Statistics*, Vol. 3, London, 1966.
- MONTELLO, Jessé. *Estatística para Economistas*, Rio de Janeiro: APEC Editora, 1970.
- TINLINE, R. "Time Series Analysis". *International Geographical Congress*; Montreal, 1972.

Programas realizados para o estudo de séries temporais no Setor de Pesquisas Urbanas do Departamento de Geografia do IBGE., escritos por Ernst Willy Küffer.

a) PROGRAMA CAC

Finalidade: Determinação dos Coeficientes de Autocorrelação para uma Série Estacionária.

Input:

NTSI = n.º de termos da Série Inicial

KF = A defasagem máxima que deve ser dada na série
($KF \leq NTSI/2$)

X = Série Residual Inicial

Output:

X = Série Residual Inicial

KF = O defasamento máximo

C(k) = Estimador da Covariância da ordem k da Série

R = Coeficientes de Autocorrelação

PROGRAMA CAC

```

INTEGER T,T2
DIMENSION X(100),C(100),R(100)
READ(5,1)NTSI,KF
1  FORMAT(213)
   READ(5,2) (X(I),I=1,NTSI)
2  FORMAT(10F8.0)
   KF1=KF+1
   DO3K=1,KF1
   KO=K-1
   NK=NTSI-KO
   S1=0.
   S2=0.
   S3=0.
   DO4T=1,NK
   S1=S1+X(T)*X(T+KO)
4  S2=S2+X(T)
   T2=KO+1
   DO5T=T2,NTSI
5  S3=S3+X(T)
3  C(K)=(S1-S2*S3/FLOAT(NK))/FLOAT(NK)
   DO7K=1,KF
7  R(K)=C(K+1)/C(1)
   WRITE(6,8)KF
8  FORMAT(1,///,20X,'DETERM. DOS. COEF. DE AUTOCORRELA-
   ÇÃO'+//,15X,'DEFAS. MÁXIMO : KF = ',T3,///,15X,' SÉRIE RE-
   SIDUAL', + ' INICIAL',//)
   WRITE(6,9) (X(L),L=1,NTSI)
9  FORMAT(10F8.0)
   WRITE(6,10)
10  FORMAT(////,15X,'COVARIÂNCIAS',//)
   WRITE(6,11) (C(J),J=1,KF1)
11  FORMAT(5X,F14.1,/)
   WRITE(6,12)
12  FORMAT(////,15X,'COEFICIENTES DE AUTOCORRELAÇÃO',//)
   WRITE(6,13) (R(I),I=1,KF)

```

```

13  FORMAT(5X,F14.7,/)
    STOP
    END

```

b) *Programa PDOG*

Finalidade: Determinação do Periodograma

INPUT:

NTSI = n.º de termos da Série Inicial
 X = Série Residual Inicial

OUTPUT:

X = Série residual inicial
 J,C(J) = Período e sua respectiva ordenada

PROGRAMA PDOG

```

    INTEGER PLINH,T
    DIMENSION X(100),S(100),XMED(100),C(50)
    READ(5,2)NTSI
2   FORMAT(I3)
    READ(5,3) (X(I),I=1,NTSI)
3   FORMAT(10F8.0)
    PI=3.1416
    NO=NTSI/2
    DO4LINH=2,NO
    SOMAT=O.
    SOMBT=O.
    DO5L=1,PLINH
    KONT=O
    S(L)=O.
    DO6J=L,NTSI,PLINH
    S(L)=S(L)+X(J)
6   KONT=KONT+1
5   XMED(L)=S(L)/FLOAT(KONT)
    DO9T=1,PLINH
    SOMAT=SOMAT+XMED(T)*COS(2.*PI*FLOAT(T)/FLOAT
    (PLINH))
9   SOMAT=SOMBT+XMED(T)*SIN(2.*PI*FLOAT(T)/FLOAT
    (PLINH))
    SOMAT=2.*SOMAT/FLOAT(PLINH)
    SOMBT=2.*SOMBT/FLOAT(PLINH)
4   C(PLINH) = SORT(SOMAT**2+SOMBT**2)
    WRITE(6,12)NTSI
12  FORMAT('1',////,20X,'NÚMERO DE TERMOS DA SÉRIE INI-
    CIAL = ',+I3,/,20X,'PERIODOGRAMA',////,40X,'SÉRIE RESI-
    DUAL INICIAL',/)
    +WRITE(6,13) (X(J),J=1,NTSI)
13  FORMAT(10F11.0)
    WRITE(6,20)
20  FORMAT(///,20X,'ORDENADAS DO PERIODOGRAMA',/)
    DO14J=2,NO
14  WRITE(6,15)J,C(J)
15  FORMAT(5X,I3,5X,F12.2)
    STOP
    END

```

c) *PROGRAMA ESTAC*

Finalidade: Determinação dos Estacionais para o Cálculo da Componente Estacional

Input:

NTSI = n.º de termos da série inicial

X = série original

Output:

X = série original

E = os 12 estacionais

PROGRAMA ESTAC

```
REAL MEST
DIMENSION X(100),XAST(100),Y(100),EAST(100),E(12)
READ(5,2)NTSI
2  FORMAT(I3)
   REAL(5,3) (X(I),1=1,NTSI)
3  FORMAT(10F8.0)
   J6=NTSI-6
   N=NTSI/12
   DO4I=7,J6
     S=O.
     DO5L=1,11
       LL=I+L-6
5    S=S+X(LL)
     XAST(I)=X(I-6)+2.*S+X(I+6)
4    Y(I)=X(I)/XAST(I)
     DO8L=1,6
       SY=O.
       DO7I=1,N
         M=12*I+L
         IF(M-J6)7,7,9
7    SY=SY+Y(M)
     EAST(L)=SY/FLOAT(N)
     GOTO8
9    EAST(L)=SY/FLOAT(N-1)
8    CONTINUE
     DO11L=7,12
       SY=O.
       DO12I=1,N
         ID=I-1
         M=12*ID+L
         IF(M-J6)12,12,13
12    SY=SY+Y(M)
     EAST(L)=SY/FLOAT(N)
     GOTO 11
13    EAST(L)=SY/FLOAT(N-1)
11    CONTINUE
     SEST=O.
     DO15J=1,12
15    SEST=SEST+EAST(J)
     MEST=SEST/12,
     DO16J=1,12
16    E(J)=EAST(J)/MEST
     WRITE(6,17)
```

```

17 FORMAT('1',////,20X,'DETERMINAÇÃO DOS ESTACIONAIS',
+////,40X,'SERIE ORIGINAL',//)
WRITE(6,18) (X(L),L=1,NTSI)
18 FORMAT(10F8.0)
WRITE(6,19)
19 FORMAT(////,40X,'ESTACIONAIS',//)
WRITE(6,20) (E(J),J=1,12)
20 FORMAT(F14.6,/)
STOP
END

```

d) *PROGRAMA CICLO*

Finalidade: Cálculo das variações cíclicas e das variações estacionais através da Série de Fourier

$$\hat{X}_T(T) = X_M + \sum_{k=1}^{\infty} \left(A(k) \cos \frac{2\pi k T}{P} + B(K) \sin \frac{2\pi k T}{P} \right)$$

INPUT:

NTSI = n.º de termos da série inicial
P = Período da série
X = Série Residual Inicial

OUTPUT:

X = Série Residual Inicial
XT = Variações Cíclicas
RESD = Série Residual; diferença entre a série inicial e a componente cíclica
RESI2 = Quadrado dos Resíduos
XM,A(K),B(K) = Coeficientes da Série de Fourier

PROGRAMA CICLO

```

INTEGER P,Q,T,PO,SS
DIMENSION X(100),S(100),A(25),XT(100),RESD(100),B(25)
PI=3.1416
RESI2=0.
READ(5,2)NTSI,P
2 FORMAT(2I3)
READ(5,3) (X(L),L=1,NTSI)
3 FORMAT(10F8.0)
Q=NTSI/P
PQ=FLOAT(P)*FLOAT(Q)
DO4L=1,P
KONT=0.
S(L)=0.
DO5J=L,NTSI,P
S(L)=S(L)+X(J)
5 KONT=KONTI+1
4 S(L)=S(L)/FLOAT(KONT)
XM=0.
DO7T=1,P
7 XM=XM+S(T)
XM=XM/FLOAT(P)
PO=(P-1)/2
DO8SS=1,PO
A(SS)=0.

```

```

      B(SS)=O.
      DO9T=1,P
      A(SS)=A(SS)+S(T)*COS(2.*PI*SS*FLOAT(T)/FLOAT(P))
9     B(SS)=B(SS)+S(T)*SIN(2.*PI*SS*FLOAT(T)/FLOAT(P))
      A(SS)=A(SS)*2./FLOAT(P)
8     B(SS)=B(SS)*2./FLOAT(P)
      DO10T=1,NTSI
      XT(T)=XM
      DO11K=L,PO
11     XT(T)=XT(T)+A(K)*COS(2.*PI*FLOAT(K)*FLOAT(T)/
      FLOAT(P))
      *+B(K)*SIN(2.*PI*FLOAT(K)*FLOAT(T)/FLOAT(P))
      RESD(T)=X(T)-XT(T)
10     RESI2=RESI2+RESD(T)**2
      WRITE(6,12)
12     FORMAT(///,30X,'COMP. CÍCLICA',//,'SÉRIE INICIAL',/)
      WRITE(6,13)(X(I),I=1,NTSI)
13     FORMAT(10F8.0)
      WRITE(6,14)
14     FORMAT(///,10,'VARIÇÕES CÍCLICAS',/)
      WRITE(6,15)(XT(I),I=1,NTSI)
15     FORMAT(10F9.1)
      WRITE(6,16)XM
16     FORMAT(///,10X,'XM=',F14.5,///,10X,'A(K)',/)
      WRITE(6,17)(A(K),K=1,PO)
17     FORMAT(5F14.3)
      WRITE(6,18)
18     FORMAT(///,10X,'B(K)',/)
      WRITE(6,19)(B(K),K=1,PO)
19     FORMAT(5F14.3)
      WRITE(6,20)
20     FORMAT(///,10X,'SERIE RESIDUAL',/)
      WRITE(6,21)(RESD(K),K=1,NTSI)
21     FORMAT(10F8.0)
      WRITE(6,22)RESI2
22     FORMAT(///,10X,'QUADRADO DOS RESÍDUOS',2X,F14.1)
      STOP
      END

```

e) *PROGRAMA CROSS*

Finalidade: Determinação dos Coeficientes de Cross-Correlation

INPUT:

NTSI = n.º de termos das Séries Iniciais

KF = Defasagem máxima ($KF \leq NTSI/2$)

X,Y = Séries Residuais Iniciais, de médias iguais a zero

OUTPUT:

X,Y = Séries Residuais Iniciais

SX(K) = Estimador da Covariância de Ordem K da Série X

SY(K) = Estimador da Covariância de Ordem K da Série Y

RXY(k) = Cross-Correlation de Ordem K da Série X com Série Y

Ryx(K) = Cross-Correlation de Ordem K da Série Y com a Série X

ROXY(K) = Coeficiente de Cross-Correlation de Ordem K da Série X com a Série Y

ROYX(K) = Coeficiente de Cross-Correlation de Ordem K da série Y com a série X

PROGRAMA CROSS

```

DIMENSION X(100),Y(100),SX(50),SY(50),RXY(50),RYX(50),
+ROXY(50),ROYX(50)
READ(5,2)NTSI,KF
2  FORMAT(2I3)
   READ(5,3) (X(I),I=1,NTSI)
   READ(5,3) (Y(J),J=1,NTSI)
3  FORMAT(10F8.0)
   KF=KF+1
   DO4K=1,KF
   KK=K-1
   NK=NTSI-KK
   SX(K)=O.
   SY(K)=O.
   RXY(K)=O.
   RYX(K)=O.
   DO5N=1,NK
   SX(K)=SX(K)+X(N)*X(N+KK)
   SY(K)=SY(K)+Y(N)*Y(N+KK)
   RXY(K)=RXY(K)+X(N)*Y(N+KK)
5  RYX(K)=RYX(K)+Y(N)*X(N+KK)
   SX(K)=SX(K)/FLOAT(NK)
   SY(K)=SY(K)/FLOAT(NK)
   RXY(K)=RXY(K)/FLOAT(NK)
4  RYX(K)=RYX(K)/FLOAT(NK)
   DXY=SQRT(SX(1)*SY(1))
   DO15L=1,KF
   ROXY(L)=RXY(L)/DXY
15  ROYX(L)=RYX(L)/DXY
   WRITE(6,6)
6  FORMAT('1',///,25,'CROSS CORRELATION',///,15X,'SERIE X',/)
   WRITE(6,50) (X(I),I=1,NTSI)
50  FORMAT(10F8.0)
   WRITE(6,7)
7  FORMAT(///,15X,'SÉRIE Y',/)
   WRITE(6,50) (Y(J),J=1,NTSI)
   WRITE(6,8)
8  FORMAT(///,15X,'AUTO CORRELAÇÃO X',/)
   WRITE(6,9) (SX(L),L=1,KF)
9  FORMAT(2X,F14.1)
   WRITE(6,10)
10  FORMAT(///,15X,'AUTO CORRELAÇÃO Y',/)
   WRITE(6,9) (SY(L),L=1,KF)
   WRITE(6,11)
11  FORMAT(///,15X,'CROSS CORRELATION XY',/)
   WRITE(6,9) (RXY(J),J=1,KF)
   WRITE(6,12)
12  FORMAT(///,15X,'CROSS CORRELATION YX',/)
   WRITE(6,9) (RYX(J),J=1,KF)
   WRITE(6,13)
13  FORMAT(///,15X,'COEF. DE CROSS CORREL. XY',/)
   WRITE(6,14) (ROXY(L),L=1,KF)
14  FORMAT(2X,F14.4)
   WRITE(6,16)
16  FORMAT(///,15X,'COEF. DE CROSS CORREL. YX',/)
   WRITE(6,14) (ROYX(L),L=1,KF)
   STOP
   END

```

f) *PROGRAMA FILTRO*

(aplicável IBM 1130 com PLOTTER)

Finalidade: Cálculo da série filtrada, a partir da série original e dos pesos dados

Determinação da curva resposta de frequência

INPUT:

NTSI = n.º de termos da série inicial
N = n.º de pesos
A = pesos
X = série inicial

OUTPUT:

1)

X = série original
Y = série filtrada
A = pesos

2) Plotter:

Gráfico da série original, da série filtrada e da curva resposta de frequência para os pesos dados

PROGRAMA FILTRO

```
INTEGER T
DIMENSION A(29),X(60),Y(60)
WRITE(1,7)
7 FORMAT(3X,'PONHA APENAS NA POSIÇÃO')
READ(5,1)NTSI,N
1 FORMAT(I3,I2)
WRITE(6,11)NTSI
11 FORMAT('1'///,20X,'ESTUDO DE SÉRIES TEMPORAIS',//,
20X,+'NÚMERO DE TERMOS DA SÉRIE INICIAL ='I3//,5X,
'PESOS—',/)
READ(5,4) (A(J),J=1,N)
4 FORMAT(F14.6)
WRITE(6,4) (A(J),J=1,N)
WRITE(6,6)
6 FORMAT(///,10X,'SÉRIE ORIGINAL',//)
READ(5,100) (X(I),I=1,NTSI)
100 FORMAT(9F8.1)
DO2I=1,NTSI
XI=FLOAT(I)
2 WRITE(6,12)XI,X(I)
12 FORMAT(5X,F5.0,10X,F8.1)
C CÁLCULO DA SÉRIE FILTRADA
NTSF=NTSI—N+1
DO5T=1,NTSF
Y(T)=0.
DO5J=1,N
KK=T—1+J
5 Y(T)=Y(T)+A(J)*X(KK)
WRITE(6,15)
15 FORMAT(///// ,10X,'SÉRIE FILTRADA',//)
DO10 I=1,NTSF
YI=FLOAT(I)
```



```

10 WRITE (6,18) YI,Y (I)
18 FORMAT (5X,F5.0,10X,F8.1)
C   TRAÇADO DO GRÁFICO 1
    PAUSE 11
    CALL SCALF (0.1953,0.0782,0.,0.)
    CALL FGRID (0,0.,0.,2.,30)
    CALL FGRID (1,0.,0.,0.,12)
    X(1)=X(1)/1000.
    CALL FPLOT (+3,1.,X(1))
    CALL FPLOT (+2,1.,X(1))
    DO9J=2,NTSI
    XI=FLOAT(J)
    X(J)=X(J)/1000.
9   CALL FPLOT (0,XI,X(J))
    CALL FCHAR (0.,65.,0.125,0.2,0.)
    WRITE (2,21)
21  FORMAT ('SERIE ORIGINAL')
C   EIXO HORIZONTAL
    DO22L=1,61,2
    M=L-1
    D=FLOAT(M)
    CALL FCHAR (D,-4.,0.0625,0.125,0.)
22  WRITE (2,23) D
23  FORMAT (F3.0)
    CALL FCHAR (61.,-4.,0.0625,0.127,0.)
    WRITE (2,24)
24  FORMAT ('MESES')
C   EIXO VERTICAL
    DO25I=1,61,5
    M=I-1
    D=FLOAT(M)
    CALL FCHAR (-2.,D,D.0625,0.125,0.)
25  WRITE (2,26) D
26  FORMAT (F3.0)
C   SEGUNDO GRÁFICO
    CALL FPLOT (+3,0.,-82.5)
    CALL SCALF (0.1953,0.0782,0.,0.)
    CALL FGRID (0,0.,0.,2.,30)
    CALL FGRID (1,0.,0.,5.,12)
    Y(1)=Y(1)/1000.
    M=(N-1)/2+1
    YI=FLOAT(M)
    CALL FPLOT (+3,YI,Y(1))
    CALL FPLOT (+2,YI,Y(1))
    DO28J=2,NTSF
    L=M+J-1
    YI=FLOAT(L)
    Y(J)=Y(J)/1000.
28  CALL FPLOT (0,YI,Y(J))
    CALL FCHAR (0.,65.,0.125,0.2,0.)
    M=(N-1)/2
    WRITE (2,29) M
29  FORMAT ('SÉRIE FILTRADA M = ',I2)
C   EIXO HORIZONTAL
    DO30L=1,61,2
    M=L-1

```

```

      D=FLOAT(M)
      CALL FCHAR(D,—4.,0.0625,0.125,0.)
30 WRITE (2,31) D
31 FORMAT (F3.0)
      CALL FCHAR(61.,—4.,0.0625,0.125,0.)
      WRITE (2,32)
32 FORMAT ('MESES')
C   EIXO VERTICAL
      DO33I=1,61,5
      M=I—1
      D=FLOAT(M)
      CALL FCHAR(—2.,D,0.0625,0.125,0.)
33 WRITE (2,34) D
34 FORMAT (F3.0)
C   CURVA RESPOSTA DE FREQUÊNCIA
      CALL FPLOT(+3,72.,60.)
      CALL SCALF(0.0391,1.953,0.,0.)
      CALL FGRID(0,0.,0.,10.,18)
      CALL FGRID(1,0.,0.,0.2,5)
      CALL FPLOT(+3,0.,1.)
      CALL FPLOT(+2,0.,1.)
      W=2.
51 ANGR=3.14*W/180.
      M=(N—1)/2
      RW=A(M+1)
      DO50J=1,M
      L=M—J+1
      RJ=FLOAT(J)
50 RW=RW+2.*A(L)*COS(RJ*ANGR)
      CALL FPLOT(O,W,RW)
      W=W+2.
      IF(W—180.) 51,51,52
52 DO60L=1,181,10
C   EIXO HORIZONTAL
      M=L—1
      D=FLOAT(M)
      CALL FCHAR(D,—0.2,0.0625,0.125,0.)
60 WRITE (2,61) D
61 FORMAT (F4.0)
      CACALL FCHAR(190.,—0.2,0.0625,0.125,0.)
      WRITE (2,62)
62 FORMAT ('W (GRAUS)')
C   EIXO VERTICAL
      DO63I=1,11,2
      M=I—1
      D=FLOAT(M)/10.
      CALL FCHAR(—10.,D,-0.0625,0.125,0.)
63 WRITE (2,64) D
64 FORMAT (F3.1)
      CALL EXIT
      END

```

O que veio antes, o caramujo ou o ovo?

O problema de difusão da esquistossomose no Brasil*

REUBEM H. BROOKS, Ph. D.

Departamento de Geografia George Peabody
College for Teachers e Center for Latin American
Studies Vanderbilt University

e

DANIEL G. COLLEY, Ph. D.

Departamento de Microbiologia Vanderbilt
School of Medicine e Center for Latin American
Studies Vanderbilt University e The Veterans
Administration Hospital Nashville,
Tennessee

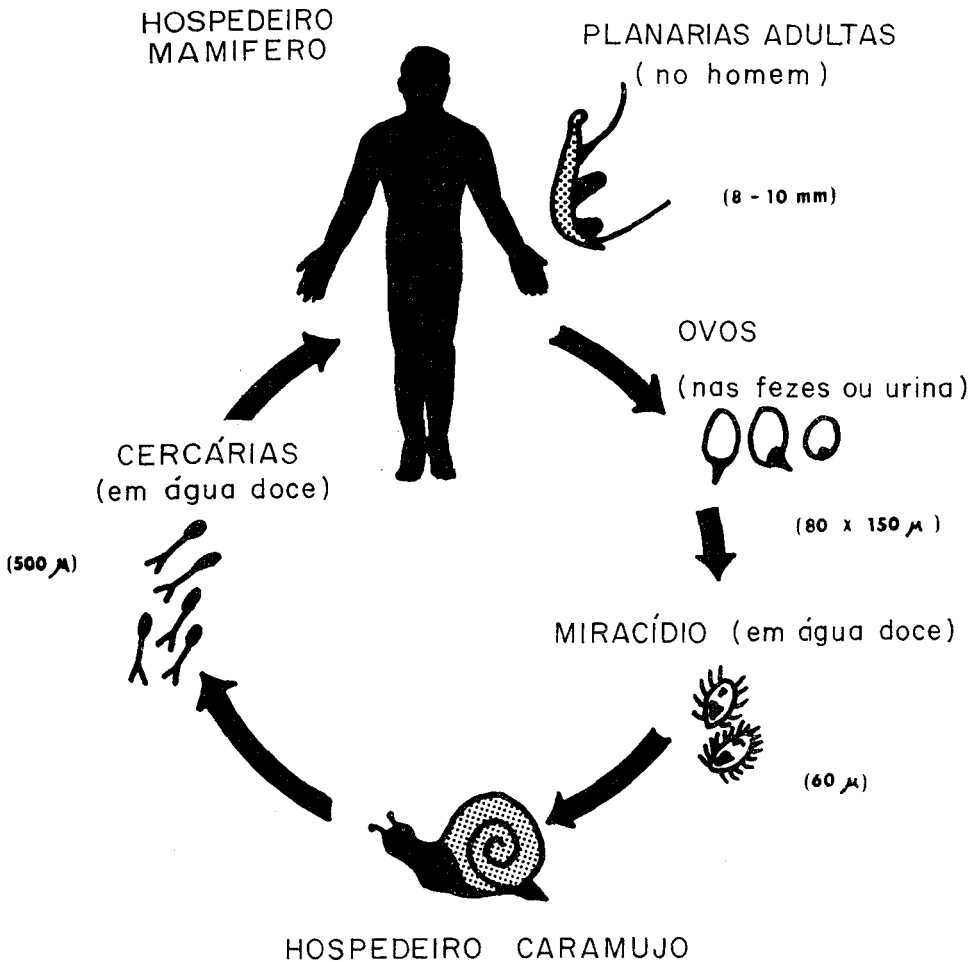
A esquistossomose é um do males mais críticos que afetam as pessoas nas regiões tropical e subtropical. Encontrada em condições ambientais bastante específicas, ela pode ser observada como grassando através do Mediterrâneo e da África subsaariana, em oásis espalhados do Oriente Médio, em amplas áreas do Leste e do Sudeste da Ásia, em determinadas ilhas das Caraíbas, e no leste da América do Sul. Conhecido há tempos pelo nome de bilharzíase, a esquistossomose é uma doença que vem perseguindo o homem desde os tempos antigos. Ela era conhecida nas primeiras civilizações agrícolas do Egito e da Mesopotâmia, ao longo dos grandes rios. Múmias egípcias de mais de três mil anos ainda fornecem testemunho mudo deste doloroso mal.¹

* Apoio parcial do Veterans Administration Hospital, Nashville, Tennessee. São devidos, também, agradecimentos à equipe do Departamento de Anatomia Patológica do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco, em Recife, Brasil, por sua orientação e encorajamento. Sumários do presente trabalho foram apresentados sob os títulos de "O papel dos migrantes na difusão da *schistosomiasis mansoni*, ou "O que milhões de brasileiros têm e você não" na Conferência de Geógrafos Latino Americanos realizada em Boca Raton, Florida, de 18 a 21 de dezembro de 1974.

1 M. Farooq, "Historical Development", *Epidemiology and Control of Schistosomiasis (Bilharziasis)*, N. Ansari, ed. (Baltimore, Londres e Toquio: University Park Press, 1973), pp. 1-2.

FIGURA 1

CICLO VITAL DOS ESQUISTOSSOMOS



Em contraste com a maioria das doenças infecciosas, as transmissões das três espécies de esquistossomo que infestam o homem — *Schistosoma mansoni*, *S. Haematobium*, *S. Japonicum* — estão aumentando, de maneira que se calcula hoje cerca de 300 milhões de pessoas possuidoras deste doença.² Os esquistossomos, comumente denominados de sangue-sugas, são trematódeos, planárias parasíticas que possuem um complicado ciclo vital que envolve os caramujos e os mamíferos. Básico para a apreciação da dinâmica de transmissão da esquistossomose é uma compreensão geral do ciclo vital do organismo. O hospedeiro mamífero (o homem ou outros determinados reservatórios animais) é infectado na água doce por larvas (cercária) que nadam e que podem penetrar na pele intacta. As cercárias se desenvolvem até planárias

2 R. J. Terry, "Vaccination against Schistosomes? Report of an Expert Conference Sponsored by the Rockefeller Foundation," *International Journal for Parasitology*, Vol. 3 (maio de 1973), 287.

imaturas que circulam por todo o corpo, terminando em determinados vasos sanguíneos. As planárias adultas macho e fêmea se cruzam e residem nesses vasos durante até 20 ou 30 anos." Durante este período, cada par de planárias poderá produzir de 150 a 3.000 ovos por dia. Muitos desses ovos saem do corpo, quer nas fezes ou na urina, e, ao atingir um ambiente de água doce, eles incubam e produzem larvas (miracídio) que são infecciosas para determinadas espécies de caramujos. Dentro do caramujo hospedeiro o miracídio se desenvolve em milhares de cercárias, que são depositadas na água e se tornam livres para infectar o hospedeiro mamífero, começando de novo o ciclo vital (Fig. 1). Os caramujos de água doce, que servem como hospedeiros intermediários para os esquistossomos, são altamente específicos. A distribuição geográfica de cada uma das três espécies de esquistossomos é e será limitada àquelas áreas que abrigam, ou são capazes de abrigar, a espécie apropriada de caramujo. O potencial para a transmissão da doença em uma determinada área é, ainda, dependente de uma "massa crítica" de mamíferos infectados, isto é, a população de transmissores suficientemente ampla para manter o nível de contaminação de miracídios do *habitat* do caramujo para assegurar a infecção do caramujo, assim fornecendo oportunidade suficiente para a exposição do mamífero à água infestada de cercárias para assegurar a penetração dermal do mamífero.

A patofisiologia da doença varia com a espécie de esquistossomo e, em grande parte, depende da gravidade da infecção, a carga de planária *S. haematobium* causa principalmente desordens do trato urogenital, envolvendo os rins, a bexiga e a uretra. *S. mansoni* e *S. japonicum* muitas vezes induzem problemas intestinais e, o que é mais sério, ao final impedem o fluxo de sangue venoso através do fígado. Posteriormente, pequenos vasos são usados, os quais, impossibilitados de transportar tamanho volume de sangue, muitas vezes se rompem, resultando em hemorragias internas e os problemas relacionados com hipertensão portal, tal como esplenomegalia e retenção de fluido na cavidade peritoneal. Assim, a esquistossomose debilita uma grande quantidade de trabalhadores nas áreas endêmicas, resultando, às vezes, em morte prematura. É a espécie *S. mansoni* e sua difusão no Brasil que são a preocupação específica do presente trabalho.

OS VETORES

Este mal, há muito observado em focos isolados, está agora ameaçando seriamente grandes áreas da América Latina. Para compreender a complexidade desta possibilidade nefasta, precisamos entender que o processo de difusão pode ser colocado em movimento por um de dois vetores: o mamífero transportador dos ovos (o hospedeiro) ou o caramujo infectado (o hospedeiro intermediário). O hospedeiro mamífero é principalmente o homem, ainda que outros hospedeiros de reserva — roedores, cachorros, macacos, gado, etc., — tenham-se infectado com o esquistossomo sob determinadas condições. Para o outro hospedeiro, caramujos do genus *Biomphalaria* — *Biomphalaria Glabrata*, *B. straminea* e *B. tenagophila* — são hospedeiros intermediários naturais do esquistossomo na América Latina. A infecção é difundida principalmente pela migração de uma massa crítica de pessoas para uma região onde se desenvolvem em números adequados a espécie correta de caramujo,

3 D. A. Berberian, H. O Paquin, Jr., e A. Fantauzzi, "Longevity of *Schistosoma Haematobium* and *Schistosoma Mansoni*: Observation Based on a Case," *Journal of Parasitology*, Vol. 39, n.º 5 (outubro de 1953), 517-519.

ou, secundariamente, pela difusão de caramujos infectados em áreas de suficiente densidade de mamíferos para permitir a manutenção do ciclo de transmissão. Ambos os processos foram observados no Brasil. Em verdade, é razoável fazer a pergunta em qualquer caso, "O que veio primeiro, o caramujo ou o ovo?"

DA ÁFRICA

Como o homem é o portador mais móvel, normalmente ele é o mais suspeito. Este foi o caso na transposição do *S. mansoni* da África para a América Latina. Os ovos foram levados ao Novo Mundo nas pessoas de escravos infeccionados que depositaram-nos no novo ambiente.⁴ Dos nove e meio milhões de escravos que foram exportados da África para o Novo Mundo, mais de três e meio milhões — 38,1 por cento — vieram para o Brasil.⁵ Eles eram originários de várias partes da África, especialmente dos mercados de escravos em três setores principais: a Costa da Guiné, abarcando a área atualmente denominada África Ocidental; Angola e o Congo na África Central; e Moçambique no leste da África. Apesar de ninguém saber o número de escravos que poderiam ter trazido a infecção tropical, a esquistossomose mansoni há muito é endêmica nestas três regiões, em gradações variáveis de incidência apenas leve até infecção quase total.⁶ Assim, a transmissão insuspeitada de *S. mansoni* para a América Latina foi um efeito colateral custoso da prática da escravidão. Deve ser notado, porém, com alívio, que somente uma das duas formas de esquistossomos africanos que afligem ao homem está presente nas costas da América Latina. Apesar de muitos escravos indubitavelmente transmitirem o tipo urinário — *S. haematobium* — a espécie de caramujo apropriada não existe no Hemisfério Ocidental para permitir a continuação de seu ciclo de transmissão. Portanto, a doença feneceu dentro de uma única geração após a importação.

PARA A AMÉRICA LATINA

A ampla distribuição de escravos infectados nas Américas encorajaria a implantação da doença no Novo Mundo sempre que o necessário caramujo hospedeiro prosperasse e o seu ambiente de água doce fosse contaminado por excremento humano. Como os Africanos foram introduzidos em muitas ilhas das Caraíbas, bem como na Venezuela, Guianas e no Brasil, não chega a surpreender a observação de que estas são as verdadeiras áreas tropicais onde a esquistossomose mansoni é encontrada na América Latina hoje em dia. A República Dominicana, Porto Rico, Vieques, St. Martin, Antigua, Guadalupe, Martinica e Sta. Lucia são hoje áreas endêmicas nas Caraíbas.⁷ Na Venezuela, a zona endêmica é

4 Farooq, op. cit., 5. Ver também Sir H. Harold Scott, "Influence of the Slave-Trade in the Spread of Tropical Disease," *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, vol. 37, n.º 3 (dezembro de 1943), 187.

5 Philip D. Curtin, *The Atlantic Slave Trade: A Census* (Madison, Milwaukee e Londres: The University of Wisconsin Press, 1969), pp. 88-89. Ver ainda, José Honorário Rodrigues, *Brazil and Africa* (Berkeley e Los Angeles: University of California Press, 1965), pp. 40-45; e James Pope-Hennessy, *Sins of the Fathers* (New York: Alfred A. Knopf, 1968).

6 F. S. McCullough, "The Distribution of *S. mansoni* and *S. haematobium* in East Africa," *Tropical and Geographical Medicine*, vol. 24, n.º 3 (setembro de 1972), 199-207; S. G. Cowper, Bilharziasis (Schistosomiasis) in Nigeria," *Tropical and Geographical Medicine*, vol. 25, n.º 2 (junho de 1973), 105-118.

7 W. H. Wright, "Geographical Distribution of Schistosomes and Their Intermediate Hosts," em Ansari, *Epidemiology and Control*, pp. 32, 182, 203-210. Ver também, Scott, op. cit.

adjacente ao setor mais densamente populado do país.⁸ A taxa de incidência está crescendo no Suriname, especialmente nas comunidades indonésicas ou hindustânicas, ou onde se encontrem campos de arroz, valas e canais.⁹ Como o caramujo hospedeiro não existe na América do Norte nem em muitas das ilhas das Caraíbas, muitas regiões que abrigaram escravos foram incapazes de implantar o ciclo de transmissão.

Foi no Brasil, com o maior componente populacional de africanos das Américas, onde a doença foi primeiramente reconhecida no Novo Mundo. Pirajá da Silva encontrou "ovos de planárias contendo uma espinha lateral" nas fezes de pacientes na Bahia em 1904, e Soto descobriu *S. mansoni* na Venezuela logo depois, em 1906.¹⁰

NO BRASIL

Havia três principais portos de desembarque para os navios negreiros africanos: Salvador, na Bahia, ainda a mais africana de todas as regiões brasileiras; Recife, Pernambuco, o coração do distrito da cana-de-açúcar e Rio de Janeiro. Apesar de os escravos terem eventualmente se difundido por todo o Brasil, os setores da Bahia e Pernambuco compunham o centro do elemento africano. Portanto, não constitui surpresa verificarmos que esta é a principal área de esquistossomose no Brasil.¹¹

Há agora uma pequena observação sobre o estreito relacionamento entre a escravidão de africanos, o cultivo da cana-de-açúcar e a difusão da esquistossomose. A cana-de-açúcar requer umidade considerável e constante, e é em tais climas tropicais-úmidos que a presença da espécie apropriada do caramujo é, muitas vezes, suspeita. Em verdade, ele estava lá. Pernambuco, Bahia e as áreas vizinhas de Alagoas e Sergipe já possuíam o caramujo adequado em número suficientes para começar a movimentar o ciclo de transmissão. Assim, onde quer que as massas de trabalhadores negros infectados fossem praticar a monocultura do açúcar, o mal seguia junto, pois lá também o caramujo proliferava.

O centro do predomínio brasileiro da doença encontra-se no Nordeste (Fig. 2). Alastra-se da costa e montanhas do Rio Grande do Norte para o sul em uma faixa quase ininterrupta através da Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. Esta zona possui uma elevada proporção de incidência entre os rurícolas, e mulheres e crianças que lavam, banham-se ou nadam nas águas doces contaminadas das lagoas, riachos e charcos. (Tabela 1).

Mas a esquistossomose não está restrita aos estados nordestinos. Sua presença foi descoberta em amplas áreas do Brasil através de exames rotineiros de fazes¹² e viscerotomias *post-mortem*.¹³ A Superintendência de Campanhas de Saúde Pública, em sua campanha contra a

8 C. F. Pifano, "La Schistosomiasis mansoni en Venezuela y sus problemas," *Acta Medica Venezolana*, vol. 17, n.ºs 3/4 (1970), 83-96.

9 E. Von der Kuyp, "Schistosomiasis mansoni in the Saramacca district of Surinam," *Tropical and Geographical Medicine*, vol. 21, n.º 1 (março de 1969), 88-92; também por Von der Kuyp, "A Local Schistosomiasis explosion in Surinam," *Tropical and Geographical Medicine*, vol. 23, n.º 4, (dezembro de 1971), 376-380. Ver ainda, Wright, op. cit., 201-202.

10 Farooq, op. cit.

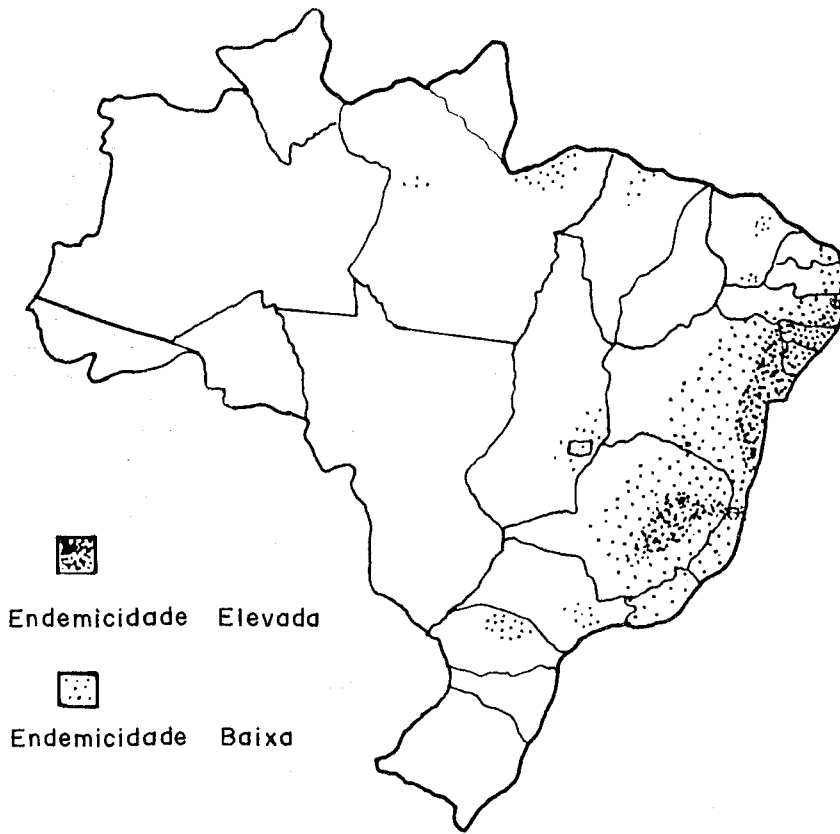
11 Barros Coelho, "A esquistossomose no Nordeste," *Separata de Publicações Médicas*, Ano XIV, n.ºs, 3-4 (outubro-novembro, 1942), 1-4.

12 Celso Arcoverde de Freitas, "Situação atual da Esquistossomose no Brasil," *Separata da Malariologia e Doenças Tropicais*, Vol. 24, n.ºs 1-4 (1972), 3-63.

13 Madureira Pará, "The Distribution of certain diseases in Brazil as indicated by data obtained through viscerotomy: 1. The incidence of schistosoma mansoni lesions in material collected from 1937 to 1946," *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, vol. 47, n.ºs 3-4 (1949), 461-519.

FIGURA 2

CENTRO DE ESQUISTOSSOMOSE NO BRASIL



esquistossomose em 1972, verificou que somente uma das 18 unidades da federação que foram investigadas (o Estado do Piauí) não registrou incidência da doença. Hoje em dia existe, na realidade, um foco secundário anexo, que se estende desde a costa do Espírito Santo até o interior ao longo do vale do Rio Doce, atravessando a cidade de Belo Horizonte e indo para o centro de Minas Gerais.¹⁴ Pode-se bem supor a

¹⁴ Wright, *op. cit.*, 187.

TABELA N.º 1
Prevalência do S. Manson, 1972

Unidade da Federação	N.ºs de Exames	N.ºs de Positivos	% de Prevalência
NORTE			
Pará	53,610	216	0.4
NORDESTE	302,595	37,612	12.4
Maranhão	56,509	884	1.6
Piauí	1,249	—	0.0
Ceará	25,676	842	3.3
Rio Grande do Norte	49,986	2,260	4.5
Paraíba	25,777	907	3.5
Pernambuco	52,897	9,465	17.9
Alagoas	14,338	4,770	33.3
Sergipe	33,368	10,644	31.9
Bahia	42,795	7,840	18.3
SUDESTE	1,119,603	15,344	1.4
Minas Gerais	162,274	7,661	4.7
Espírito Santo	55,787	2,526	4.5
Rio de Janeiro	599,700	707	0.1
Guanabara	301,842	4,450	1.5
CENTRO-OESTE	166,118	859	0.5
Mato Grosso	35,031	94	0.3
Goiás	90,011	258	0.3
Distrito Federal	40,176	507	1.3
SUL			
Paraná	177,329	2,269	1.3

FONTE: *Superintendência de Campanhas de Saúde Pública*

ligação entre este setor endêmico do sudeste ao do nordeste, formando uma macrozona de infecção do sul do Brasil até o “bojo” do nordeste. O total de casos da doença no Brasil é estimado em cerca de nove milhões de pessoas, a maioria delas dentro desta zona endêmica Nordeste-Sudeste.¹⁵

O Hospedeiro Migrador. Como poderia ser explicada esta ampla difusão? A migração de trabalhadores escravos africanos da área central do Nordeste começou a espalhar a esquistossomose. As migrações foram um elemento de importância na história do Nordeste há quase trezentos anos.¹⁶ A exportação mais importante da região ainda é de gente, e ela permanece como o reservatório mais importante de trabalhadores para o Brasil. É o nordestino que, enfrentando as tensões ambientais de secas desastrosas, muitas vezes larga seu solo nativo na esperança de uma vida melhor em outro lugar. Foi ele quem povoou as florestas de borracha na Amazônia, quem plantou café nas terras férteis do Paraná e São Paulo, quem, como trabalhador, erigiu os gigantes metropolitanos de concreto do sul e construiu a nova capital federal de Brasília. Foi ele que preencheu as lacunas de trabalho das indústrias

15 Derivado de estimações de Kenneth S. Warren em “Schistosomiasis (Bilharziasis),” em Paul B. Baeson e Walsh McDermott (eds.), *Textbook of Medicine*, 13.ª Edição (Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1971), p. 747.

16 Reuben H. Brooks, “Human Response to Recurrent Drought in Northeastern Brazil,” *The Professional Geographer*, vol. 23, n.º 1 (janeiro de 1971), 40-44; e do mesmo autor, “Flight from Disaster: Drought Perception as a Force in Migration from Ceará, Brazil,” (dissertação não publicada de Ph. D, Department of Geography, University of Colorado, 1972), pp. 46-58, 147-155.

automobilística e de maquinaria de São Paulo. E ainda é ele, o mais móvel dos brasileiros, que busca novos desafios nas fronteiras da Amazônia ... levando a esquistossomose consigo.

Onde tenham ido em números suficientes, os migrantes nordestinos parecem ter instituído ciclos de transmissão de esquistossomose onde o caramujo apropriado estivesse presente. O foco secundário em Minas Gerais sem dúvida é resultado das migrações antigas de escravos do nordeste para os setores de minas e agrícola do Sudeste. Não há dúvidas de que os movimentos de nordestinos foi responsável pelo aparecimento de novos focos no sul.¹⁷ Focos isolados surgiram nos estados sudestes do Rio de Janeiro, Guanabara, São Paulo, e sulino do Paraná, bem como nos estados do norte, do Pará e Maranhão, e centro-oeste de Goiás e Brasília.¹⁸ Até o árido Estado do Ceará possui um pequeno foco na cadeia de montanhas úmidas onde o caramujo hospedeiro prolifera. A fronteira transamazônica poderá se tornar a maior zona endêmica do mundo para a esquistossomose se uma massa suficiente de nordestinos infectados encontrar a espécie apropriada de caramujo. Freitas não deixou dúvidas de que os novos migrantes para as fronteiras da Amazônia estão levando a infecção para lá.¹⁹

Nem todos os casos relatados da doença são autóctones, isto é, nem todo caso se origina no lugar em que é descoberto. Ele pode ter sido importado pela migração. Sendo a proporção de migrantes de regiões endêmicas tão elevada, os relatórios de incidência poderão distorcer um tanto a dimensão atual do problema, pois notícias de tais achados muitas vezes vêm de lugares onde o ciclo de transmissão ainda não foi posto em movimento.²⁰ Por exemplo, Suassuna e Coura verificaram, em estudo de pessoas tratadas de esquistossomose na Guanabara, que mais de três quartos delas eram migrantes dos nove estados nordestinos, 41,5% deles vindo só de Pernambuco e Paraíba.²¹ Da mesma forma, milhares de portorriquenhos na cidade de New York estão infectados pelo esquistossoma, que o levaram consigo das Caraíbas. Deveria ser, portanto, entendido que enquanto massas críticas de migrantes transportadores de esquistossomos poderiam infectar as populações locais de caramujos de maneira que pudesse ter como resultado o processo de retransmissão, nem todo o caso registrado é originário do local de sua descoberta. Ainda assim, cada incidência registrada fora das regiões focais fixadas deve ser investigada com alguma preocupação, pois a possibilidade de que os humanos não tratados possam excretar ovos durante a maioria, se não a totalidade, de suas vidas, torna a perspectiva de invasão de esquistossomos ameaçadora, se o hospedeiro intermediário fizer parte da ecologia imediata. Até que o processo do ciclo vital do esquistossomo esteja instituído localmente, não podemos considerar as incidências registradas como indicativas de uma nova área endêmica.

O Hospedeiro Intermediário. As espécies de caramujos infectantes não estão presentes em toda a parte. Sabe-se da existência de cerca de vinte espécies do genus *Biomphalaria* nas Américas, oito ou nove no Brasil, mas só três deles — *B. glabrata*, *B. straminea* e *B. tenagophila* — são transmissores naturais de *S. mansoni*. *B. amazonica* e algumas

17 Frederico Simões Barbosa, "Epidemiologia", *Esquistossomose Mansonii*, editado por Aloisio Sales da Cunha (São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1970), p. 34.

18 Freitas, *op. cit.*, 20-35.

19 *Ibid.*, 8.

20 The Ford Foundation, "Esquistossomose: Bases Para um Plano Nacional de Pesquisas" (mimeo.), 1972, p. 5.

21 Alcino Suassuna e J. Rodrigues Coura, "Esquistossomose Mansonii no Estado da Guanabara — Aspectos Epidemiológicos Relacionados às Migrações Internas," *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, Vol. 3, n.º 2 (março-abril, 1969), 62.

variações de espécie de *B. peregrina* são capazes experimentalmente de infecção e precisam ser consideradas como transmissores em potencial.²²

Cada espécie do caramujo vetor possui diferenças de variação de espécie. *B. glabrata*, por exemplo, normalmente é altamente suscetível à infecção, mas em Salvador, Bahia e seus arredores, ele é resistente à infecção. Na zona da seca do nordeste, *B. glabrata* é capaz de sobreviver a secas prolongadas, enquanto em Minas Gerais ele não o consegue. A variação de espécie de *B. tenagophila* encontrada no vale do Paraíba resiste à espécie de *S. mansoni* que o *B. glabrata* aceita.²³ *B. tenagophila* é normalmente associado a uma esquistossomose menos severa. Em realidade, variedades biologicamente distintas de esquistossomose foram observadas espacialmente no Brasil, com capacitações diferenciadas de infectar as espécies e gerações variadas de caramujos.²⁴ Qual o efeito que a variação de espécie parasítica possui sobre o homem, ainda permanece um assunto para pesquisas posteriores.

A geografia do caramujo do Brasil é ainda grandemente desconhecida. A fig. 3 resume, por extrapolação, as áreas conhecidas e suspeitas de terem hospedeiros caramujos, por províncias. Conquanto amostras mínimas foram examinadas em alguns dos estados indicados, sabe-se que os lugares e números das descobertas de caramujos podem estar diretamente relacionados aos números de cientistas trabalhando no campo. Excetuado o pequeno foco isolado, grandes áreas dentro da Amazônia, o Centro-Oeste, e o extremo Oeste ainda precisam ser examinados em relação à sua população de caramujos.²⁵ Wright documenta, porém, que *B. glabrata* foi descoberto como difundido em quinze estados do nordeste, sudeste e centro, que o *B. straminea* é encontrado em dezesseis estados do norte, nordeste e centro, e que *B. tenagophila* está difundido em nove estados, principalmente sulinos.

Considerando que os ambientes de água doce dos caramujos são variáveis, existem duas classes distintas de localizações potenciais de caramujos: a primeira, o tipo natural, poderia ser melhor visualizada como um local raso com água em abundância e ampla vegetação, com água parada ou com pequeno fluxo que não desloque o caramujo ou torne difícil a sua alimentação. Assim são os lagos, as lagoas, alagadiços, pântanos ou riachos de fluxo lento. O segundo tipo, o artificial, ocorre onde a água é fornecida por meio de irrigação, assim criando um *habitat* satisfatório.

Hairston observa que os hospedeiros intermediários do esquistossomo quase nunca são encontrados em todas as coleções de água de uma

22 W. Lobato Paraense, "Planorbídeos Hospedeiros Intermediários do Schistosoma Mansonii," em Cunha, *Esquistossomose Mansonii*, p. 25. Ver ainda por Paraense e L. R. Correa, "Susceptibility of *Biomphalaria peregrina* from Brazil and Ecuador to two strains of *Schistosoma mansoni*," *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, Vol. 15, n.º 3 (1973), 127-130.

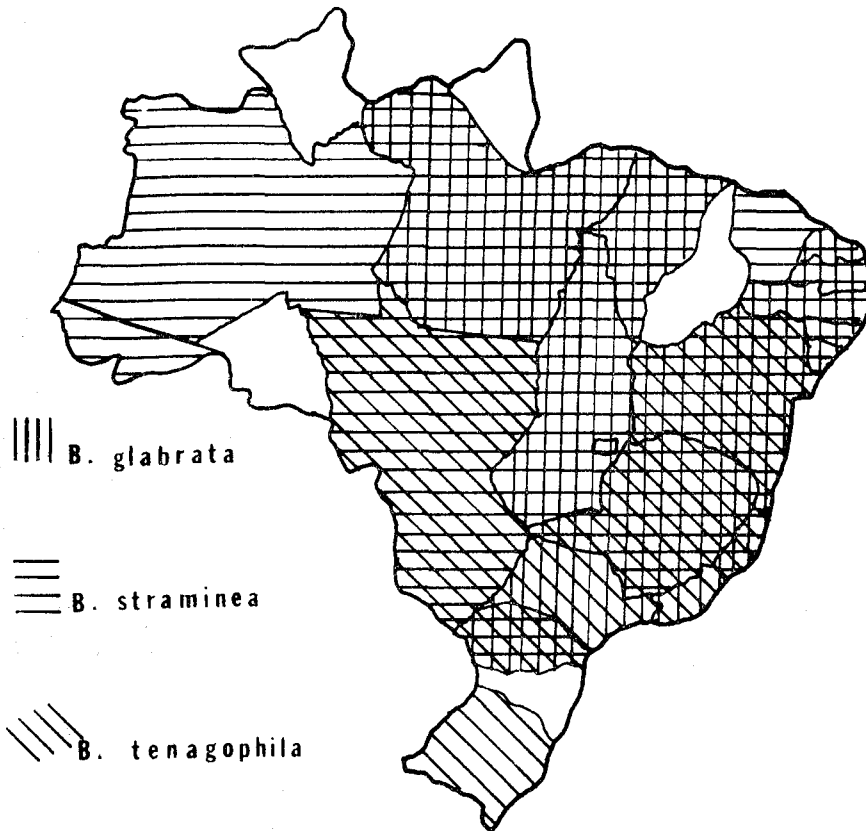
23 The Ford Foundation, *op. cit.*, 17.

24 Zilton A. Andrade e Allen W. Cheever, "Clinical and Pathological Aspects of Schistosomiasis in Brazil," *Bilharziasis*, F. K. Mostafi, ed. (Berlin e New York: Springer Verlag, 1967), p. 158. Ver ainda, C. A. Wright, "Infra-Specific Taxonomy in *Bilharziasis*," *CIBA Foundation Symposium on Bilharziasis*, G. E. W. Wolstenhome e Maeve O'Connor, eds. (Boston: Little, Brown and Company, 1962), pp. 108-110; Note também, Kendall G. Powers e Allen W. Cheever, "Comparison of Geographical strains of *Schistosoma mansoni* in the rhesus monkey," *Bulletin of World Health Organization*, Vol. 46, n.º 3 (1972), 295-300.

25 Paraense, "Planorbídeos Hospedeiros Intermediários," p. 27. Também, W. H. Wright, "Geographical Distribution of Schistosomes," pp. 182-198; e, Frederico S. Barbosa, "Aspects of the Ecology of the Intermediate Hosts of *Schistosoma Mansonii* interfering with the transmission of *Bilharziasis* in North-Eastern Brazil," *CIBA Symposium*, pp. 23-24.

FIGURA 3

GEOGRAFIA DO CARAMUJO HOSPEDEIRO
ONDE ENCONTRADO OU SUSPEITO NO BRASIL



FONTE: Paraense (1970), W.H.Wright (1973)

determinada área.²⁶ Espécies diferentes de caramujos se acomodam a diferentes fatores aquáticos. Alguns pesquisadores tentaram, com sucesso modesto, isolar os componentes químicos, físicos e biológicos da ecologia do caramujo que, quando presente ou ausente, asseguraria a

26 N. G. Harrston, "The Ecology of the Intermediate Host," em Ansari, *Epidemiology and Control*, p. 313.

presença ou ausência de caramujos hospedeiros.²⁷ Sioli notou, por exemplo, que o fator mais importante na determinação da ocorrência ou não de caramujos da região de Fordlândia, do vale amazônico, parece ser o pH da água. Caramujos planorbídeos existem aparentemente em quase todas as coleções de água de pH neutro encontradas nas formações carboníferas perto de Fordlândia, mas estão ausentes nos cursos de água forte e ácida de origem terciária e cretácea na região.²⁸ Foi observado, porém, que raramente duas das espécies de hospedeiros coexistem no mesmo *habitat*. A exclusão competitiva parece formar os padrões distributivos de maneira que enquanto seus níveis poderão se sobrepor, suas presenças não o farão.²⁹

DIFUSÃO DO ESQUISTOSSOMO

Como se propagam os esquistossomos? Quais são as possibilidades de vetores? Quando são aplicáveis ao caso brasileiro? Temos diante de nós um registro de difusão da doença de um continente para outro, e de uma área principal central no Nordeste para focos isolados, em regiões de recente captação de migrantes. Pode-se especular como o *S. mansoni* poderia ter-se espalhado ao redor da África Tropical, para o Egito e a Mesopotâmia. Mas no Brasil, temos uma oportunidade rara de observar a contínua difusão mais de perto.

Qualquer modelo próprio de difusão precisa levar em consideração ambos os vetores. Mamíferos infectados poderão contaminar o ambiente da água dos caramujos não infectados com excrementos cheios de ovos, ou os caramujos infectados poderão soltar na água doce milhares de cercárias que podem penetrar na pele do mamífero não infectado. Ou o mamífero vai até o caramujo ou o caramujo vai até o mamífero, e nem sempre é possível dizer quem chegou primeiro. O complemento total de possibilidades de transmissão foram isolados na fig. 4.

ESTADO SEM TRANSMISSÃO

Transportador Mamífero para Mamífero. Os mamíferos não podem transmitir a doença para outros mamíferos nem os caramujos a outros caramujos (Figura 4-A). Muitos dos africanos contagiados de esquistossomos que vieram como escravos para as Américas foram impossibilitados de transmitir a infecção às populações recipientes, pois o hospedeiro intermediário não estava presente. Com exemplo: St. Vincent, uma ilha nas Índias Ocidentais, não conhece a esquistossomose mansoní, enquanto seu vizinho, a ilha de Sta. Lucia (que recebeu expedições paralelas de escravos), possui a infecção. Na primeira ilha, o caramujo apropriado está ausente, enquanto em Sta. Lucia o molusco prolifera. Assim sendo, pode-se afirmar que uma pessoa infeccionada não pode transmitir o esquistossomo diretamente a outra, pois não há estágio contaminante.

Caramujo Transportador para Caramujo. É o mesmo caso com os caramujos. Caramujos infectados, apesar de emitir milhares de cercárias

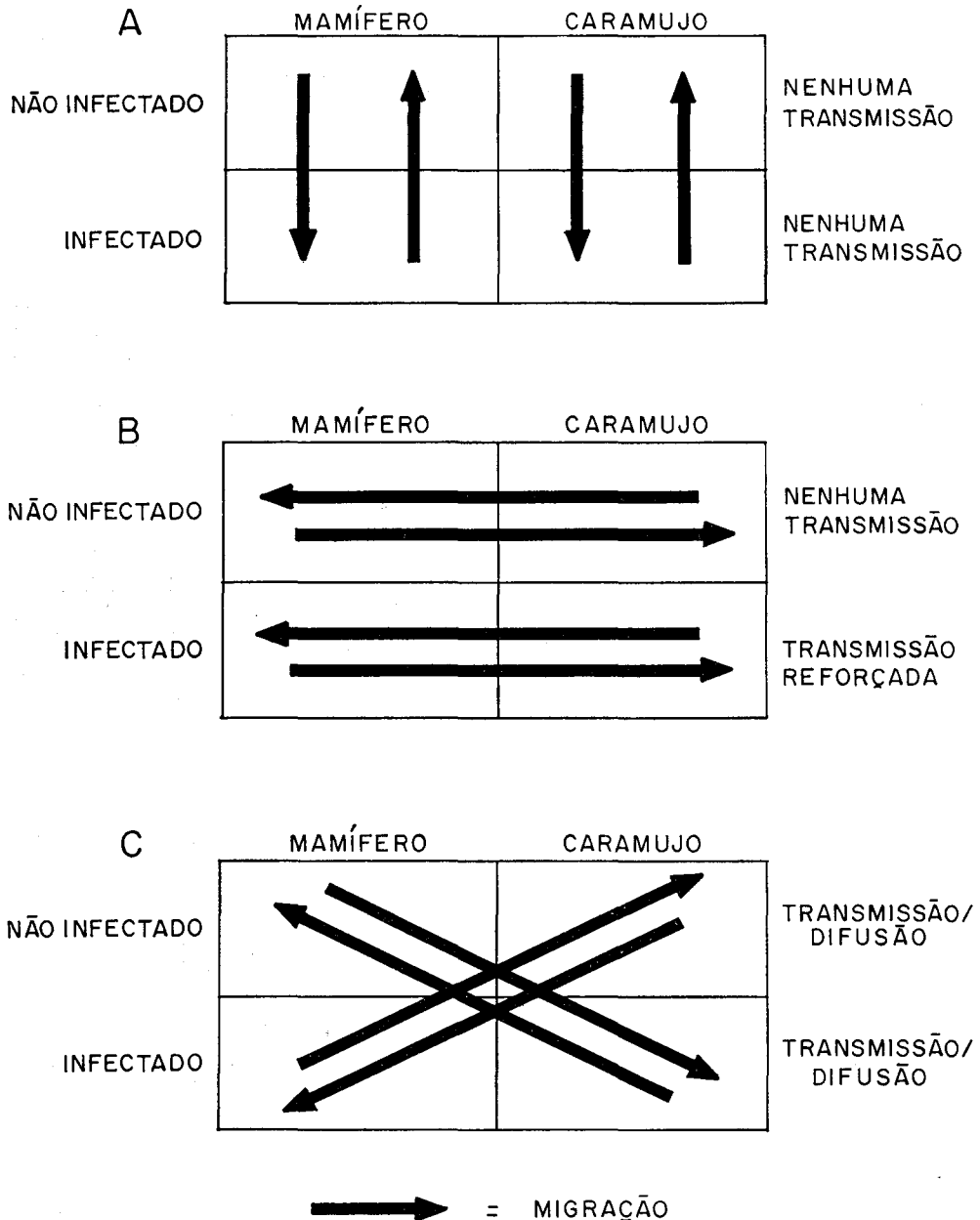
27 *Ibid.*, 313-316. Também, N. V. Williams e G. B. J. Dussart, "The relation of the physical chemistry of water and physiology of the snail vectors of bilharzia," *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, Vol. 67, n.º 1 (1973), 29.

28 Harald Sioli, "Schistosomiasis and Limnology in the Amazon Region," *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, Vol. 2, n.º 4 (julho de 1953), 700-707.

29 Paraense, *op. cit.*, 29.

FIGURA 4

EFEITO DA MIGRAÇÃO DOS HOSPEDEIROS ESQUISTOSSOMOS SOBRE A TRANSMISSÃO/DIFUSÃO DA ESQUISTOSSOMOSE



diariamente e migrar para águas não infestadas, não podem passar a infecção para caramujos não expostos (Figura 4-A). A exposição mamífera precisa ocorrer, seguida pela excreção dos ovos. A contaminação da água precisa ser efetuada para que os caramujos virgens possam tornar-se parte do ciclo de transmissão. A cooperação involuntária de ambos os hospedeiros é básica para o processo de difusão.

Mamífero para Caramujo; Caramujo para Mamífero. Nem a migração de mamífero nem a de caramujo no território do outro assegura por si só a transmissão do esquistossomo. A menos que uma das duas populações transmita a infecção ao ambiente aquático do outro, não haverá difusão (Fig. 4-B).

ESTADO DE TRANSMISSÃO

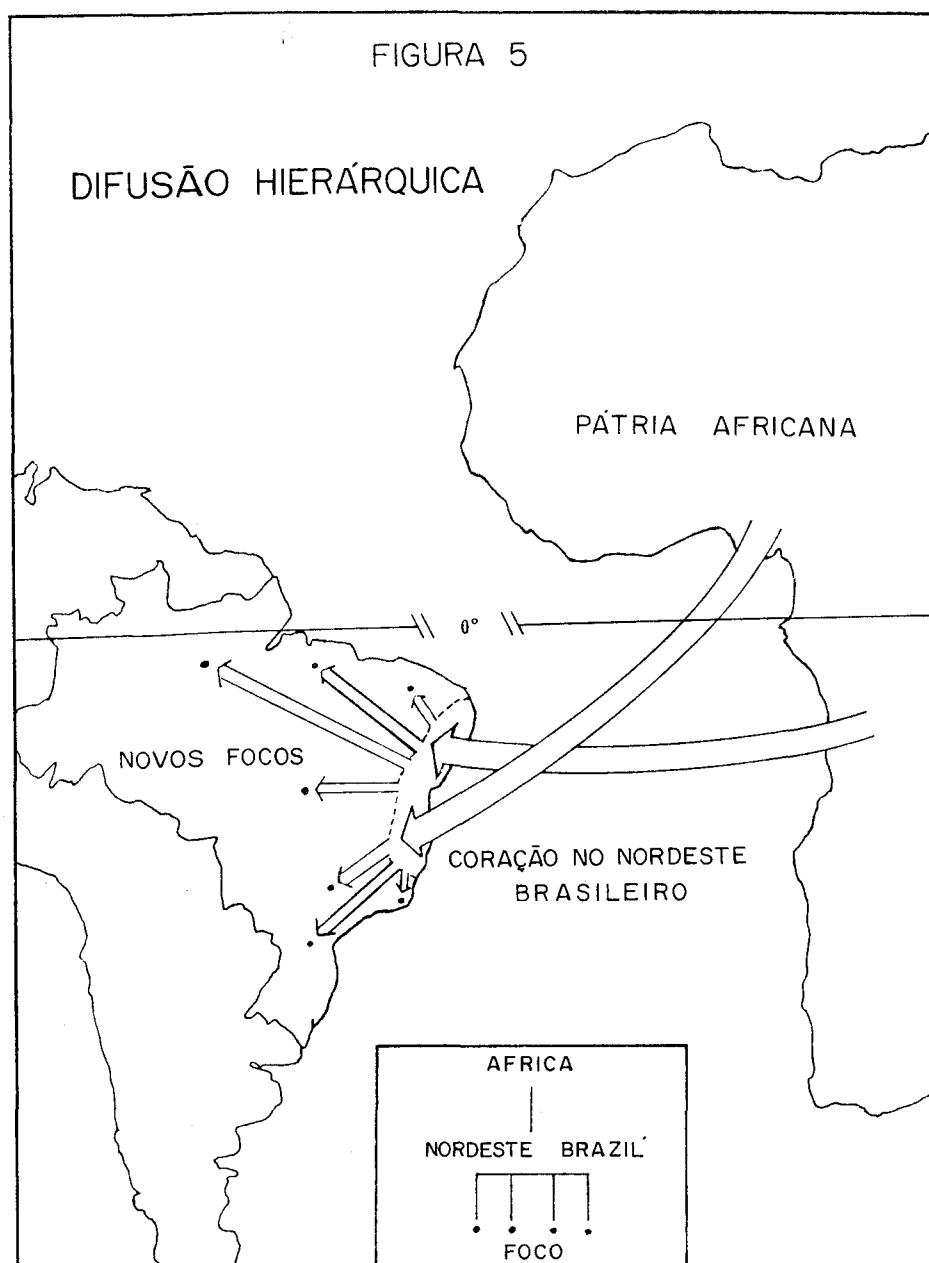
A difusão é teoricamente possível de quatro maneiras (Fig. 4-C). A primeira, *Transportador Mamífero para Caramujo* ocorre quando uma massa suficiente de mamíferos infectados entra e contamina o reduto de água doce de uma população apropriada de caramujos. O vetor mamífero é o meio mais suspeito de difusão em qualquer caso dado, especialmente de difusão à longa distância. Este é o meio principal através do qual a doença é transplantada, propagando-se em um padrão hierárquico e passo a passo³⁰ (Fig. 5). Foi o meio pelo qual o esquistossoma foi introduzido nas Américas, originário da África, e para as novas regiões focais brasileiras vindo do interior nordestino de maior concentração da esquistossomose. Este é o fenômeno vetor que atemoriza e que se espera começar o processo de transmissão nas terras da fronteira transamazônica através da migração de milhares de camponeses nordestinos infectados, ameaçando tornar a bacia amazônica a área endêmica mais vasta em toda a América Latina e talvez do mundo. As concentrações urbanas também estão sujeitas ao processo de transmissão, conforme foi notado por Suassuna e Coura na Guanabara, onde a doença é endêmica em determinados subúrbios e favelas do Rio de Janeiro.³¹

O processo *Mamífero para Transportador Caramujo* significa que as pessoas não infectadas entram no ambiente de água de caramujos produtores de cercárias, tornando-se assim infectados. Aqui a zona de transmissão permanece estática, não enviando vetores para fora, mas recebendo os mamíferos para dentro. Quando infectados, estes auxiliam o gradativo crescimento do centro de maneira radial, empurrando para o espaço residencial ao longo da periferia (Fig. 6). Tanto há possibilidades de difusão à curta como à longa distância. As pessoas que se mudam para a zona de transmissão de áreas da redondeza — por exemplo, migrações rurais para urbana, ou migrações sazonais agrícolas — podem, depois de infectadas, estender o centro pela expansão até a redondeza densamente preenchida, ou pelo retorno ao lar e lá iniciar o ciclo de transmissão em áreas favoráveis a caramujos no interior. Este é um fenômeno corrente no Nordeste brasileiro. Os aspectos de longa distância ocorrem quando os migrantes chegam ao centro vindos de lugares distantes, como Rio ou São Paulo ou Manaus, e voltam como vetores *Transportadores Mamíferos para Caramujo* para introduzir o esquistossoma. Conquanto este aspecto seja uma possibilidade teórica no Brasil, ele não é suspeito como o principal difusor, pois a maioria das migrações saem do Nordeste e não em direção a ele. Sempre que os migrantes iniciem um novo foco de transmissão, um padrão radial de difusão tende a resultar se o hospedeiro caramujo estiver presente nas adjacências.

O caramujo é um vetor capaz por si mesmo. O processo *Transportador Caramujo para Mamífero* é amplamente reconhecido. O “passo de

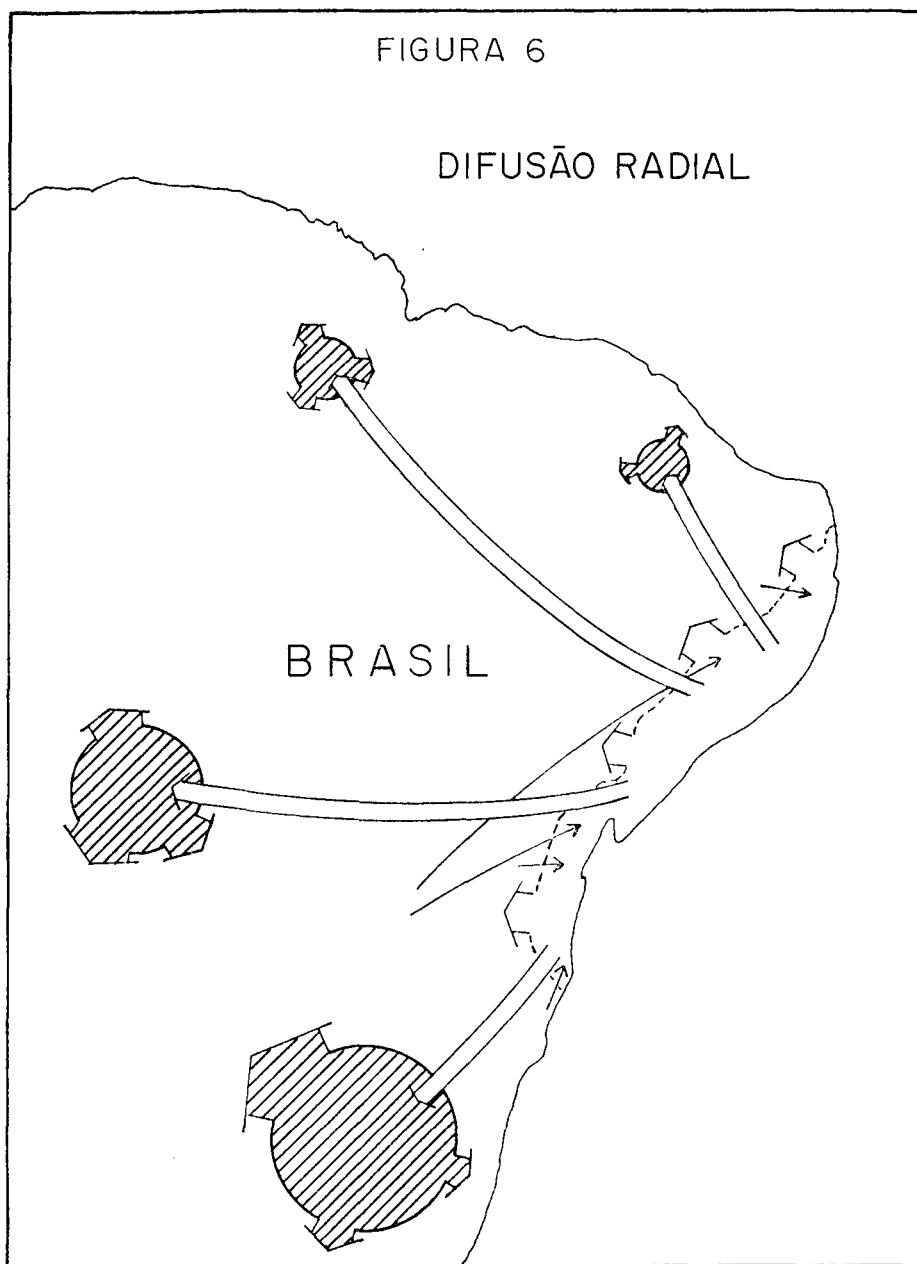
30 Gerald F. Pyle, “The Diffusion of Cholera in the United States in the Nineteenth Century,” reimpresso em *Man, Space and Environment*, Paul Ward English e Robert C. Mayfield (eds.), (New York: Oxford University Press, 1972), 410-422.

31 Suassuna e Coura, *op. cit.*, 65.



caramujo”, não tão lento assim, é observado nas regiões áridas e subtropicais em que foram introduzidos esquemas de irrigação. Na verdade, terras que outrora se considerou como sendo excessivamente secas para a esquistossomose, terras que eram inacessíveis ao caramujo anteriormente à introdução de canais de irrigação, agora registram alarmantemente a presença da infecção. Hughes e Hunter observam que grande parte da África está em perigo sério, pois seus numerosos esquemas de irrigação aumentaram mensuravelmente as condições aquáticas para a difusão do esquistossomo.³² O Egito, com sua vasta rede de irrigação, é

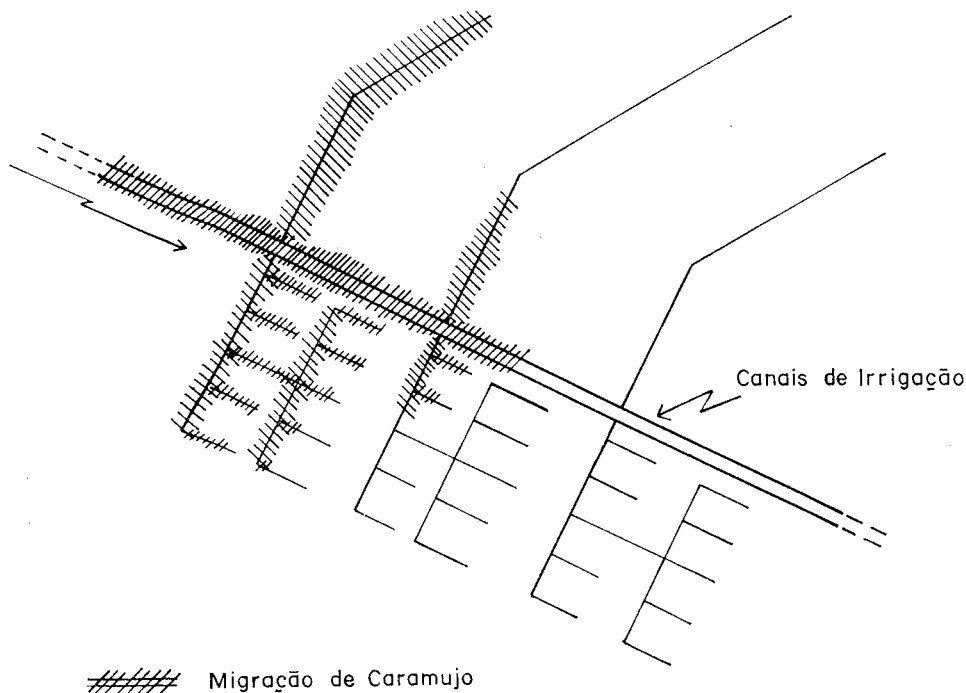
³² Charles C. Hughes e John M. Hunter, “Disease and ‘Development’ in Africa,” *Social Science and Medicine*, Vol. 3 (1970), 456-463.



o país mais fortemente infectado na África. Em todo aquele continente a predominância da doença está crescendo rapidamente em regiões de irrigação recentemente desenvolvidas, ameaçando arruinar a saúde de muitos dos países, alguns experimentando uma taxa de infecção de até 100 por cento em determinadas áreas.³³ O Brasil, que está adotando o sistema de canais de irrigação, já viu provas da ocorrência deste fenômeno, e poderá estar em perigo não menor de difusão ampla do esquistossomo do que o exemplo africano (Fig. 7).

Os caramujos infectados podem migrar por outros meios além de "rastejando". Algumas vezes eles são transportados por descuido em

³³ *Ibid.*, 458.



DIFUSÃO DE CARAMUJOS ATRAVÉS DE CANAIS

FIGURA 7

aquários ou nos pés de passáros aquáticos, ou por enchentes.³⁴ Seja qual for a modalidade, onde a espécie apropriada for, eles irão facilitar a possibilidade de se implantar o ciclo de transmissão, caso o novo ambiente seja um *habitat* adequado, e caso haja suficiente exposição mamífera ao caramujo e contaminação de seu meio.

O último difusor, *Caramujo não Infectado para Transportador Mamífero*, não é desconhecido. A capacidade migratória dos caramujos é assombrosa. Por exemplo, o ponto culminante da invasão de caramujos africanos e ovos de caramujos, em determinadas partes do Sudão, ocorre aparentemente durante os períodos de enchentes, enquanto, em outros casos, os caramujos migram grandes distâncias flutuando nas superfícies de águas de canais impelidos por correntezas ou ventos, quando estes não forem excessivamente fortes.³⁵ Parece que os hospede-

34 A. S. Ramos, J. T. Piza, e E. Froes, "A importância das inundações na expansão da esquistossomose mansoni," *Revista da Saúde Pública*, Vol. 4, n.º 1 (1970), 1-5.

35 S. Markowski, "The Distribution of the Molluscan Vectors of Schistosomiasis in the Sennar Area of the Sudan, and their Invasion of the Gezira Irrigation System," *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, Vol. 47 (1953), 375-380.

deiros caramujos do Egito originalmente vieram da Etiópia por intermédio do Nilo, há séculos.³⁶ Quando o caramujo não infectado penetra no reduto da população mamífera pré-infectada e transportadora de ovos (pois o homem continua a depositar os ovos durante vários anos), o processo de transmissão pode ser reinstituído e a difusão continuada. Os caramujos não infectados são frequentemente os primeiros sinais observados nos novos distritos irrigados, com a infecção seguindo posteriormente. Hughes e Hunter descrevem o caso da área de Gezira no Sudão, África, em que a espécie de caramujo transmissora da doença apareceu nos canais de irrigação cerca de três anos após a implantação da irrigação, isto é, os hospedeiros intermediários da doença apareceram primeiramente e o esquistossomo depois na presença de trabalhadores-migrantes infectados da África Ocidental.³⁷ Seja qual for o caso, as determinadas espécies de caramujos, quando se transportam para um nicho ecológico não preenchido e adequado, trazem uma ameaça para qualquer área focal em potencial e é razão para preocupação e a aplicação imediata de moluscidas ou outras medidas preventivas, quer os caramujos já tenham sido infectados ou não.

ESTADO DE REFORÇO

Onde tanto massas de mamíferos infectados como caramujos infectados se encontram e abundam, há certeza de elevada transmissibilidade da esquistossomose no ambiente da água (Fig. 4-B). Sempre que a doença for hiperendêmica, a exposição continuada à infecção resulta em taxas elevadas de morbidez, e crescente debilitação e mortalidade.

RECOMENDAÇÕES DE POLÍTICA PÚBLICA PARA O CONTROLE DA DIFUSÃO

A pesquisa e o desenvolvimento das medidas de controle da difusão, ainda que além dos objetivos imediatos deste trabalho, são metas que preocupam centenas de cientistas e técnicos de várias disciplinas em todo o mundo. Mas os escritores acreditam que há determinadas medidas positivas que o Brasil pode e deve tomar agora para controlar a disseminação da esquistossomose mansonii. Em resumo, como há dois vetores, dois impulsos precisam ser realizados, programas de controle duplos precisam ser instituídos. O ciclo vital do esquistossomo precisa ser quebrado.

CONTROLE DO VETOR MAMÍFERO

É a alegação dos atuais investigadores que medidas imediatas para o controle do vetor humano é um requisito indispensável e urgente para o povoamento humano das terras de fronteira transamazônicas. Sem elas os lavradores migrantes transportadores de esquistossomos estão em perigo de plantar o ciclo de transmissão em vários dos sistemas de água doce da vasta bacia amazônica, criando possivelmente a maior região endêmica para o *s. mansonii* em todo o mundo. Ainda que ocasionalmente os macacos, o gado, a preá, cachorros, roedores ou outros animais também possam ficar infectados, raramente a sua população

36 "General Discussion," *CIBA Symposium*, p. 153.

37 Hughes e Hunter, *op. cit.*, 459.

será suficientemente grande, ou, no caso dos roedores, terão eles vidas suficientemente longas para desempenhar papel decisivo no processo de transmissão. É o homem, o principal transmissor, que precisa ser controlado.

Mas a mobilidade do homem não pode ser contida sob condições normais. Portanto, é necessário que ele se torne um participante disposto a efetuar mudanças de difusão. Ele precisa ser provido de motivação e educação sanitária, e ser auxiliado a utilizar medidas de segurança para dispor dos excrementos humanos para evitar a contaminação da água doce com ovos de esquistossomos viáveis. Provavelmente, a metade da população brasileira utiliza-se de modalidades não sanitárias e poluidora da água, para dispor de seus excrementos.³⁸ Mas a eficiência da engenharia sanitária está ligada à educação sanitária. Deveria ser instituído um sistema de informações governamentais para educar o lavrador e o lavrador-migrante sobre os métodos adequados de dispor de seus excrementos, enquanto se forneceria instruções simples e tecnologia rudimentar. Secundariamente, outras medidas de controle de mamíferos, como a vacina³⁹ e a quimioterapia prática de massa devem continuar a ser procuradas. Infelizmente, a quimioterapia de massa das pessoas infectadas não é viável por ora devido à toxicidade dos remédios atualmente disponíveis e o custo e logística de sua administração. Em última análise, é o homem vetor e vítima ele próprio que poderia resolver o problema da difusão através do controle da disposição de seus excrementos, assim quebrando o ciclo de transmissão do esquistossomo.

CONTROLE DO VETOR CARAMUJO

Além disso, não se pode permitir que o caramujo migre de seu centro esquistossômico conhecido para regiões mais áridas seguindo os canais de irrigação. Para deter esta invasão, várias medidas podem ser tomadas: quimicamente, a utilização de moluscidas para ajudar a erradicar o caramujo; biologicamente, a introdução de espécies de caramujos competitivos⁴⁰ ou caramujos predadores;⁴¹ e, tecnologicamente, a mudança de sistemas de canais para o de irrigação por borrifador. Sistemas de borrifação hidráulica não somente reduziram os *habitats* favoráveis ao caramujo, interrompendo, assim, o avanço do caramujo para as regiões áridas, mas também evitariam vários dos problemas da irrigação de valas, tais como depósitos sedimentares, areação, erosão e controle de ervas daninhas. Trocando pelos borrifadores, os canais de irrigação não mais seriam necessários, evitando-se o excesso de água, assim removendo dois dos principais fatores na criação de locais de fecundação dos caramujos.⁴² Como um benefício adicional para os bor-

38 The Ford Foundation, *op. cit.*, 15.

39 Daniel G. Colley, "Immunologic Consequences of Schistosome Infection," *Proceedings of the Second International Congress of Immunology*, E. J. Holborow e L. Brent (eds.), (Amsterdam: North-Holland Publishing Company, esperado em 1974). Ver também por Daniel G. Colley, Ageu Magalhães Filho e Raimundo Barros Coelho, "Immunopathology of Dermal Reactions Induced by *Schistosoma Mansoni* Cercariae and Cercarial Extract," *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, Vol. 21, n.º 5 (setembro de 1972), 558-568.

40 M. Farooq, "Review of National Control Programmes," em Ansari *Epidemiology and Control*, pp. 392-393.

41 Amos L. Hopkins, "The Turtle *Malayemys Subtrijuga*, as a Potential Agent in the Control of Schistosomiasis Vector Snails," (correspondência), *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, Vol. 67, n.º 2 (1973), 309-310.

42 D. B. McMullen, "Biological and Environmental Control of Snails," em Ansari, *Epidemiology and Control*, pp. 547-575.

rifadores, as terras ondulantes ou inclinadas, e que não são aráveis através de canais de irrigação, poderão ser úteis agricolamente, assim criando mais milhares de hectares utilizáveis do que seria possível sob a metodologia de canal de nível fixado. Além disso, as colheitas são normalmente melhores sob a aplicação uniforme de borrifadores do que pelo atual sistema comum de gravidade.⁴³

O Brasil não possui alternativas aceitáveis, exceto a de parar a difusão dos esquistossomos. Ele deve exercer controle imoderado sobre os vetores para evitar a experiência de um dos maiores e mais trágicos desastres biológicos do futuro.

43 *Ibid.*, 574. Para uma avaliação dos custos relativos e as vantagens de dispositivos de irrigação, ver Joseph N. Lanoix, "Relation between Irrigation Engineering and Bilharziasis," *Bulletin of the World Health Organisation*, Vol. 18 (1958), 1011-1035.

REVISTA BRASILEIRA DE GEOGRAFIA

ANO 36 — 1974

N.^{os} 1 — 2 — 3 — 4

JAN-MAR/ABR-JUN

JUL-SET/OUT-DEZ

INDICADOR

SUMÁRIO

JANEIRO-MARÇO

ARTIGOS

Contribuição à análise espacial do sistema universitário brasileiro — Roberto Lobato Corrêa. 3

Estudo da organização agrária da Região Sul através de uma análise fatorial — Rivaldo Pinto de Gusmão. 33

COMENTÁRIOS

A cidade do Rio de Janeiro: descentralização das atividades terciárias. Os centros funcionais — Haidine da Silva Barros Duarte. 53

Paula Mattos, uma comunidade italiana do Rio de Janeiro — Celeste Rodrigues Maio e Rachel Jardim Moccelin. 99

ABRIL-JUNHO

ARTIGOS

A Amazônia na estrutura espacial do Brasil — Bertha K. Becker. 3

Diferenciais de produtividade industrial e estrutura urbana — Hamilton C. Tolosa. 37

O Biscateiro como uma categoria de trabalho: Uma análise antropológica — Jane Souto de Oliveira, Regina de Paula Santos Prado, Tereza Cristina Nascimento Araújo Costa e Lúcia Helena Garcia de Oliveira. 57

COMENTÁRIOS

Nordeste do Brasil — 1700 — 1750 — Reexame de uma crise — J. H. Galloway. 85

JULHO-SETEMBRO

ARTIGOS

Reflexões sobre a evolução da estrutura espacial do Brasil sob o efeito da industrialização — Pedro Pinchas Geiger e Fany Rachel Davidovich. 3

<i>Subsídios à regionalização e classificação funcional das cidades: Estudo de caso — Estado de São Paulo</i> — Roberto Vasconcelos Moreira da Rocha.	30
--	----

COMENTÁRIOS

<i>A organização espacial do sistema urbano brasileiro: Relações entre a estrutura das cidades e as relações entre elas</i> — Speridião Faissol.	75
<i>O princípio classificatório “cor”, sua complexidade e implicações para um estudo censitário</i> — Tereza Cristina N. Araujo Costa.	91

OUTUBRO-DEZEMBRO

ARTIGOS

<i>Distribuição de atividades agropastoris em torno da metrópole de São Paulo</i> — Pedro Pinchas Geiger, Maria Salette Ney da Motta Lima e Myriam Emile Abi Abib.	3
<i>O desequilíbrio do quadro natural de Franca (SP) e a formação das voçorocas</i> — Neuza Machado Vieira.	37

COMENTÁRIOS

<i>Introdução à análise de séries temporais</i> — Pedro Pinchas Geiger, Ana Margarete Simões Lyra, Ernst Willy Küffer e Pedro Luiz Pinto Felicíssimo.	81
<i>O que veio antes, o caramujo ou o ovo? O problema de difusão da esquistossomose no Brasil</i> — Reubem H. Brooks e Daniel G. Colley.	109

ÍNDICE DE AUTORES

BECKER, Berta K.	
<i>A Amazônia na estrutura espacial do Brasil.</i>	n.º 2, p. 3
BROOKS, Reubem e COLLEY, Daniel G.	
<i>O que veio antes, o caramujo ou o ovo? O problema da difusão da esquistossomose no Brasil.</i>	n.º 4, p. 109
CORRÊA, R. Lobato	
<i>Contribuição à análise espacial do sistema universitário brasileiro.</i>	n.º 1, p. 3
COSTA, Tereza Cristina N. Araujo	
<i>O princípio classificatório "cor", sua complexidade e implicações para um estudo censitário.</i>	n.º 3, p. 91
DUARTE, Haidine da Silva Barros	
<i>A cidade do Rio de Janeiro, descentralização das atividades terciárias. Os centros funcionais.</i>	n.º 1, p. 53
FAISSOL, Speridião	
<i>A organização espacial do sistema urbano brasileiro: Relações entre a estrutura das cidades e as relações entre elas.</i>	n.º 3, p. 75
GALLOWAY, J. H.	
<i>Nordeste do Brasil, 1700 — 1750 — Reexame de uma Crise.</i>	n.º 2, p. 85
GEIGER, Pedro Pinchas e DAVIDOVICH, Fany.	
<i>Reflexões sobre a evolução da estrutura espacial do Brasil sob o efeito da industrialização.</i>	n.º 3, p. 3
GEIGER, Pedro Pinchas et alii	
<i>Distribuição de atividades agropastoris em torno da metrópole de São Paulo.</i>	n.º 4, p. 3

GEIGER, Pedro Pinchas et alii	
<i>Introdução à análise de séries temporais</i>	n.º 4, p. 81
GUSMÃO, Rivaldo Pinto de	
<i>Estudo da organização agrária da Região Sul através de uma análise fatorial.</i>	n.º 1, p. 33
MAIO, Celeste Rodrigues e MOCCELIN Rachel Jardim	
<i>Paula Mattos, uma comunidade italiana do Rio de Janeiro.</i>	n.º 1, p. 99
OLIVEIRA, Jane Souto de, et alii	
<i>O biscateiro como uma categoria de trabalho: Uma análise antropológica.</i>	n.º 2, p. 57
ROCHA, Roberto Vasconcelos Moreira da	
<i>Subsídios à regionalização e classificação das cidades: Estudo de caso — Estado de São Paulo.</i>	n.º 3, p. 30
TOLOSA, Hamilton C.	
<i>Diferenciais de produtividade industrial e estrutura urbana.</i>	n.º 2, p. 37
VIEIRA, Neuza Machado	
<i>O desequilíbrio do quadro natural de Franca (SP) e a formação das voçorocas.</i>	n.º 4, p. 37