

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

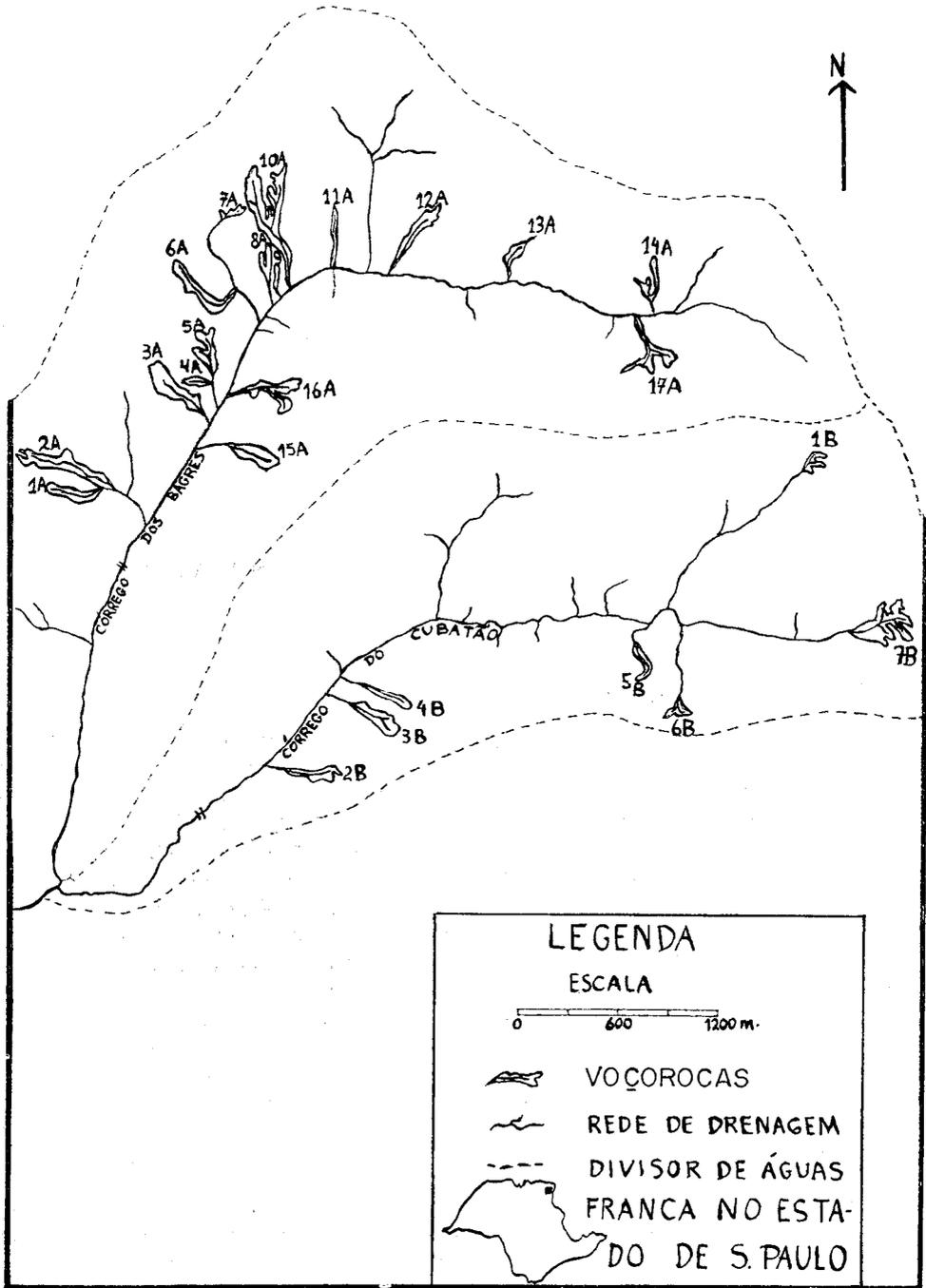
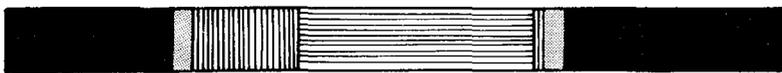
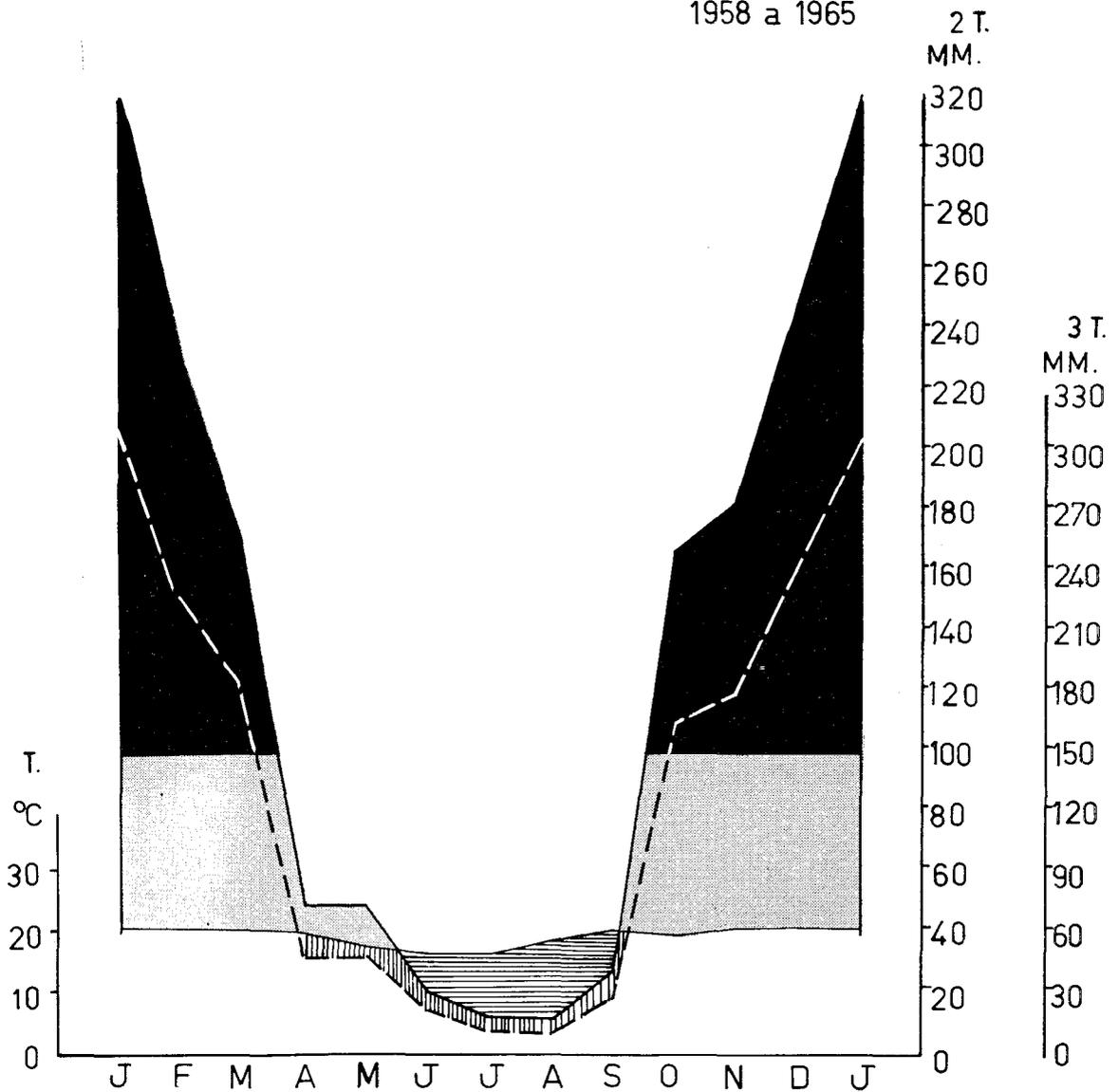


FIGURA - 1

DIAGRAMA CLIMÁTICO DE FRANCA

1958 a 1965



período muito úmido
($>100\text{mm}$)

período sêco
($P > 2T$ e $< 3T$)

período úmido
($<100\text{mm}$ 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).

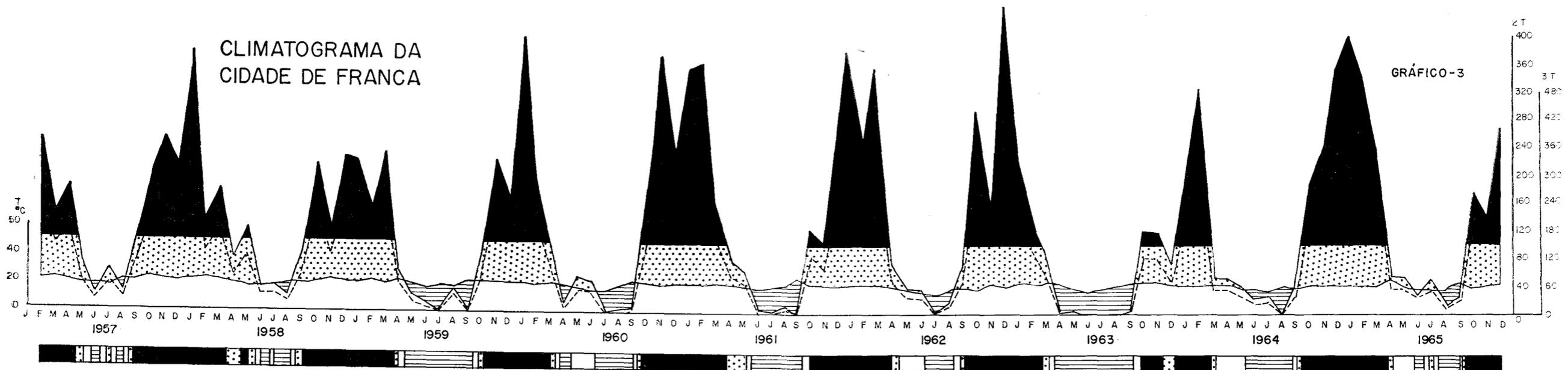
Os dados utilizados na construção dos gráficos baseados em concepções de Henri Walter, sumariadas por Rosseau (1962), abrangeram período bastante curto devido à falta de dados, motivadas por observações incompletas e com interrupções, algumas vezes, bastante grandes.

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

Meses	Chuvas em mm										Total de Dias Chuvosos	N.º Médio de Dias Chuvosos
	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		
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

Chuvas em mm \ Meses	—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
Mai	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 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
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

Freqüência 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

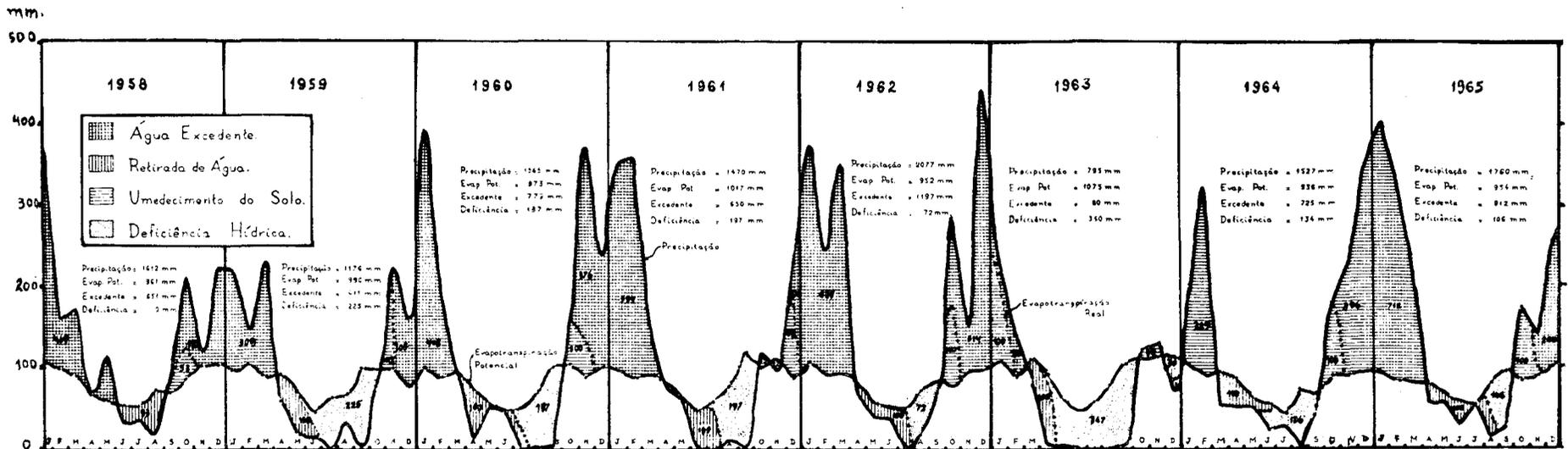
O estudo de clima se completa com a interpretação dos índices de evapotranspiração que representam a perda da umidade do solo, possibilitando caracterizar térmica e hidricamente a área em estudo. A evapotranspiração potencial é “o elemento que indica a necessidade de água, por unidade de área do terreno, 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

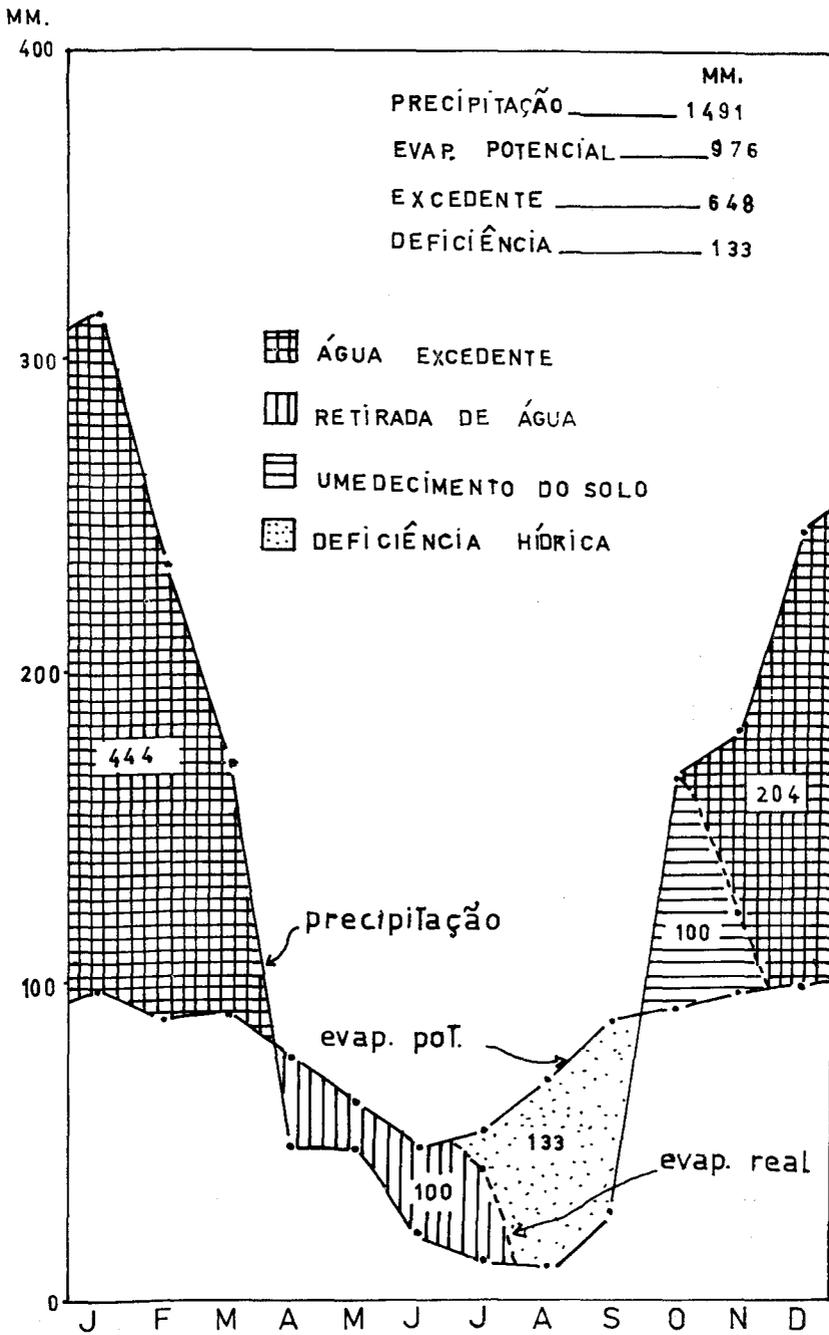


FIG-5

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:

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

onde I_m = 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 I_m 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 Mezzalira 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.

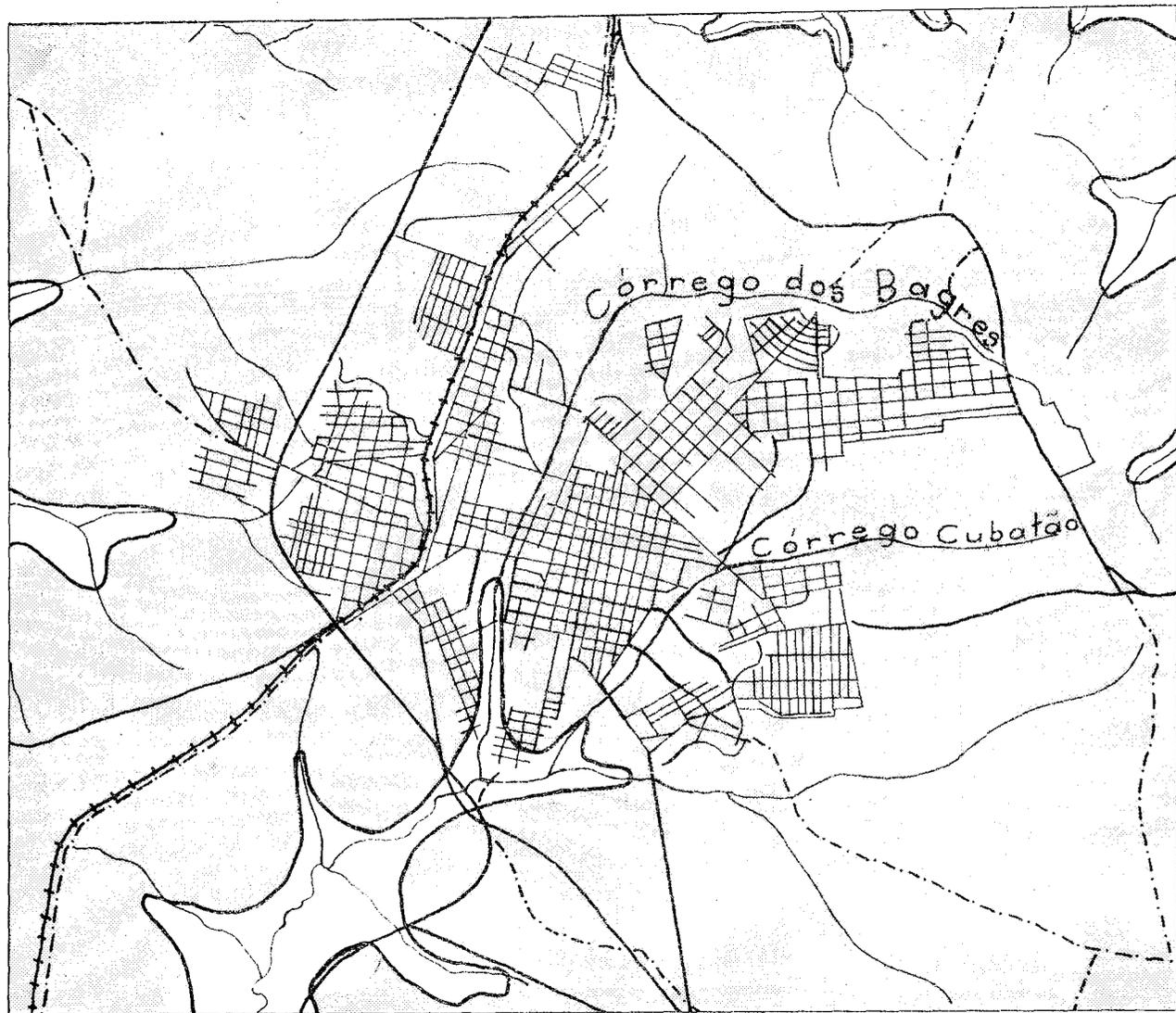
Na altura em que esses dois córregos cortam as rochas da Formação Serra Geral aparecem as quedas d'água que estão bem representadas no perfil longitudinal dos referidos canais fluviais (fig. 9).

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.

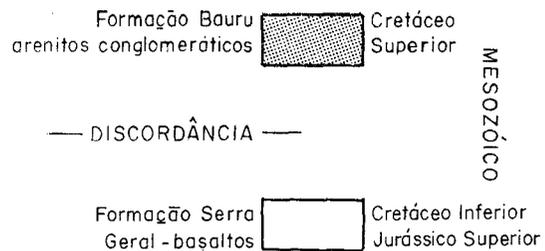
As demais sondagens e poços não chegaram ao arenito eólico Botucatu, porém deduzimos que a espessura da camada basáltica varia entre 30 e 140 m. Essas diferenças de espessuras podem ser explicadas, pois, como escreveu Almeida (1964), as lavas muito fluidas ocupavam as depressões dunares, que apresentavam 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.



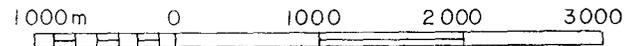
MAPA GEOLÓGICO DE FRANCA

COLUNA ESTRATIGRÁFICA (Generalizada)



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

Fig.6



CORTE GEOLÓGICO DE FRANCA BASEADO EM SONDAGENS E ABERTURAS DE POÇOS SEMI-ARTESIANOS

ALT. EM METROS

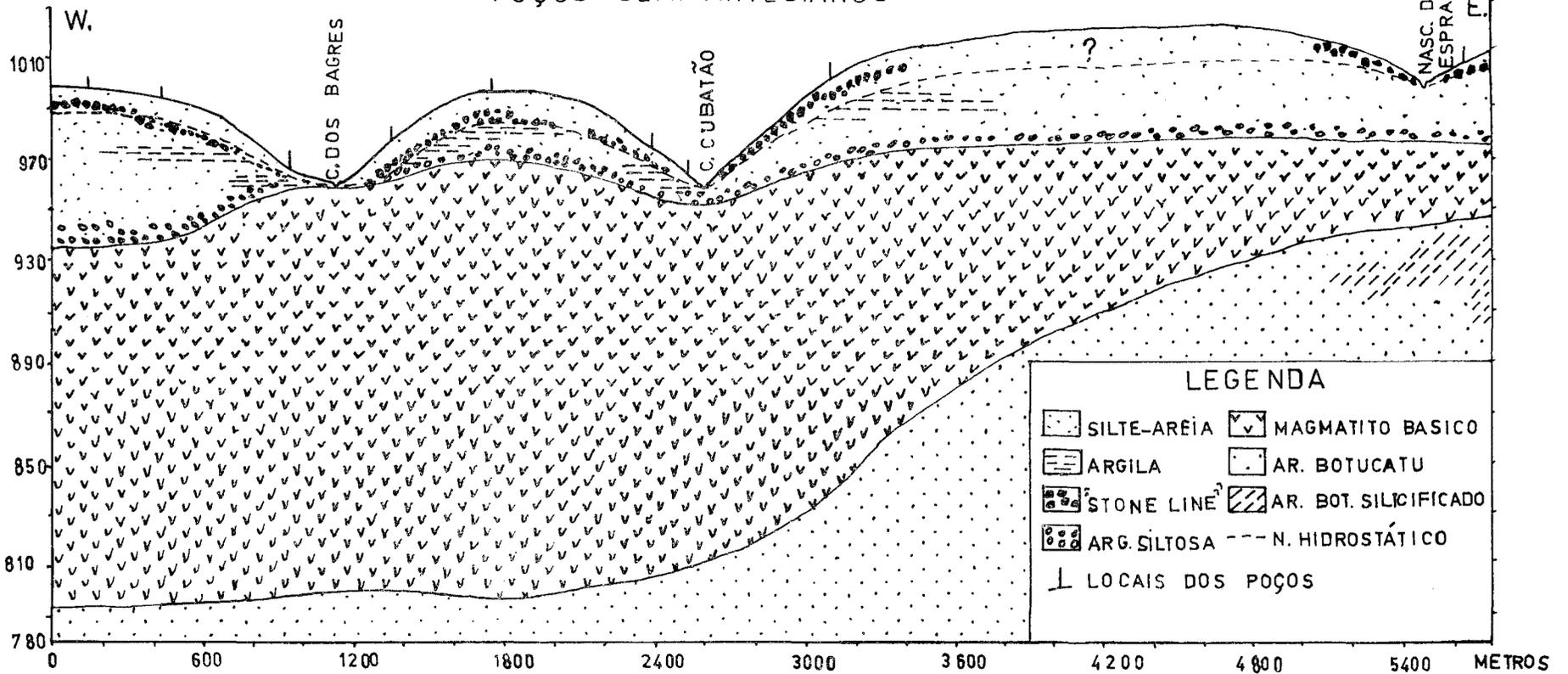


FIG-7

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 detríticos 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.

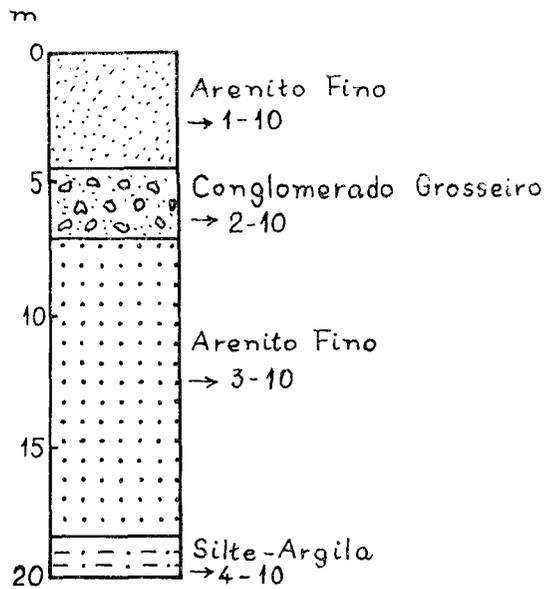
Os estratos de argilas, às vezes visíveis nas paredes das voçorocas, apresentam-se sempre como delgados leitões, não ultrapassando 30 cm de espessura, onde se destaca uma estruturação em finas lâminas plano-paralelas, bastante plásticas e de coloração vermelha.

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 IOA.

INDICAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

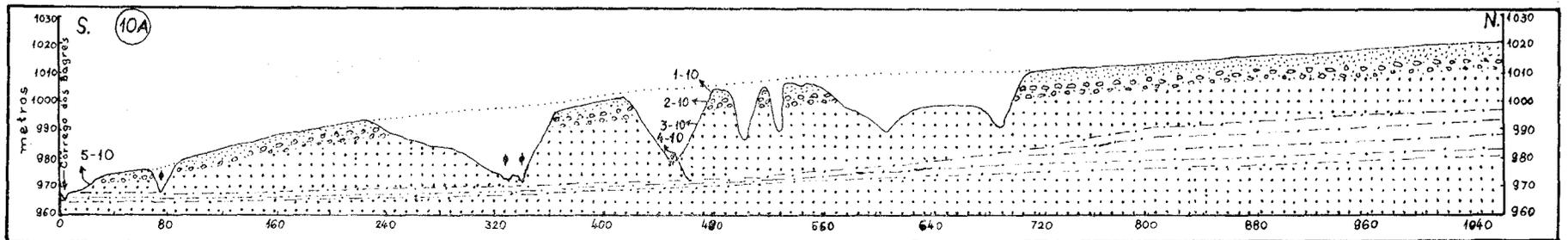


FIG-8

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_3 (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 _I	SK _I	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, epídoto, turmalina); traços de detritos vegetais.

B₁ — 60 ——— 110 cm

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

B₂ — 110 ——— 250 cm +

100% de quartzo; traços de (conc. ferruginosas, conc. calcárias, conc. argilosas, magnetita, epídoto, 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 neocenozóicos, 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 Espraiado, 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 Espraiado 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

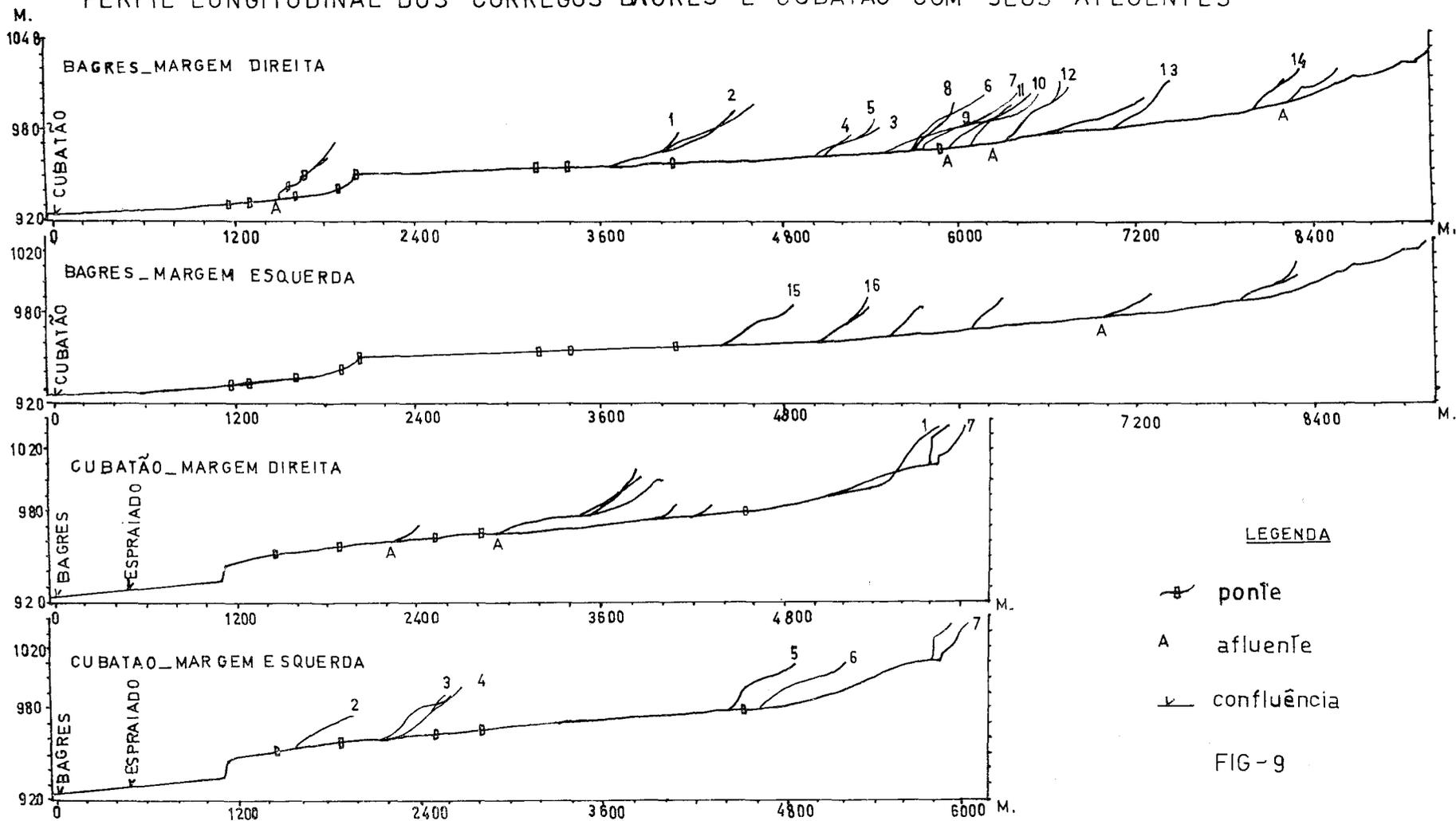


FIG-9

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.

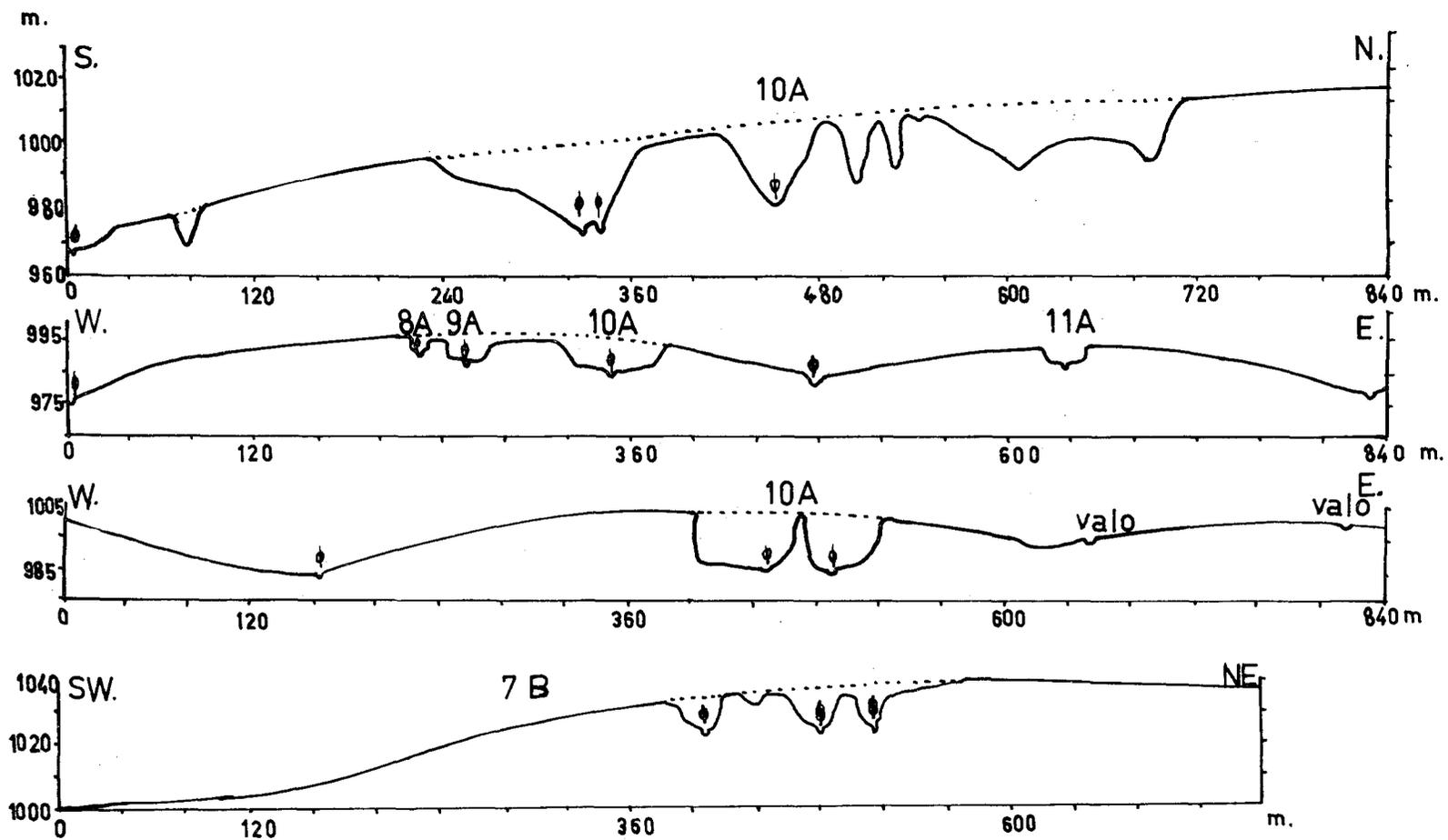
O *grau de declividade* das vertentes das colinas de Franca pode ser colocado na classificação de Soil Survey Staff (1951), dentro da classe B, ou seja, “declividade moderada, própria de áreas ligeiramente onduladas, com um deflúvio de lento a moderado e sem problemas sérios de erosão”, se não considerarmos 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 2.º. 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 5.º 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

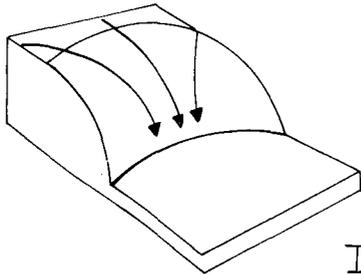


PERFIS LONGITUDINAIS E TRANSVERSAIS DAS VERTENTES QUE ALOJAM VOÇOROCAS
 FIG-10

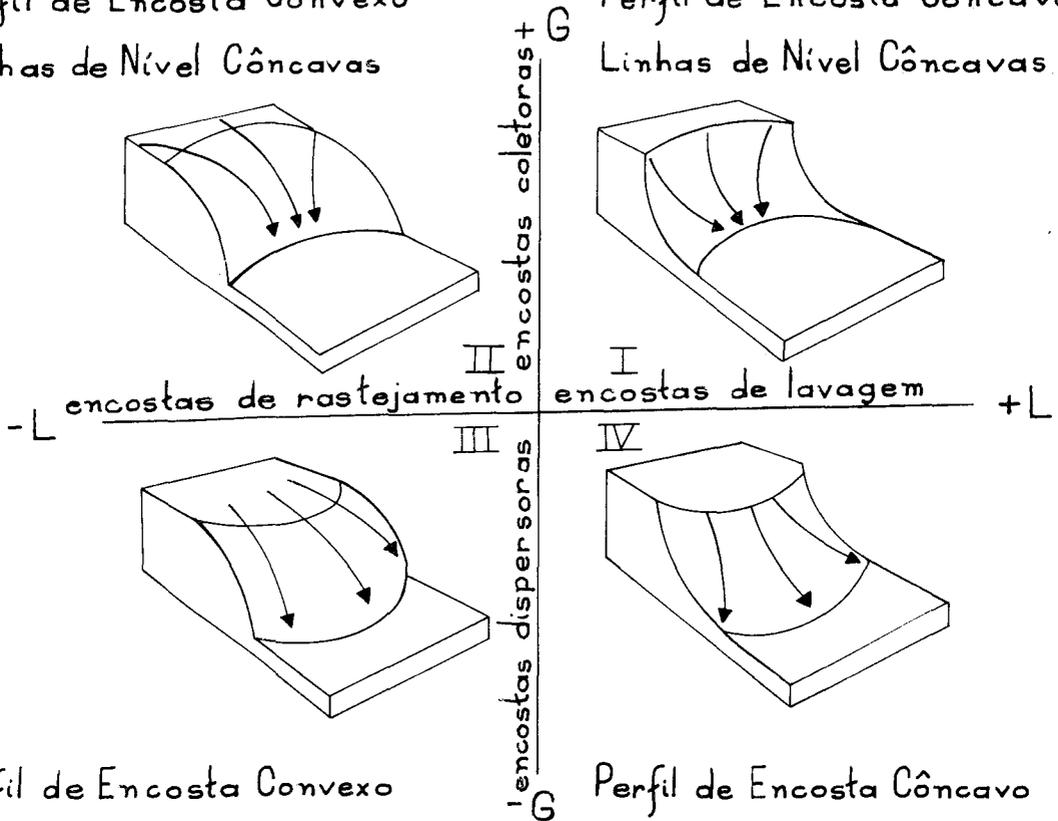
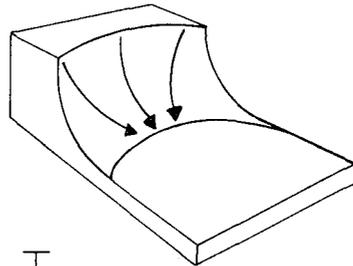
Embora a forma geral dos declives das vertentes de Franca apresente suave convexidade no perfil longitudinal (fig. n.º 10), podem possuir também áreas côncavas.

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

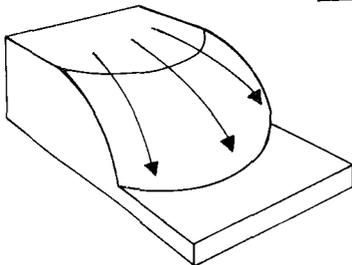
Perfil de Encosta Convexo
Linhas de Nível Côncavas



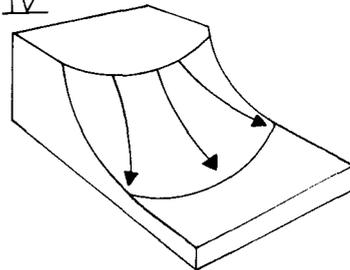
Perfil de Encosta Côncavo
Linhas de Nível Côncavas



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.

FIG-11

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 "ganharam 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 tufos, 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 jacati-rão), *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 morfogênicos 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 Geográficos da Terra Bandeirante*. Conselho Nacional de Geografia, Rio de Janeiro, 1 — 97 págs.
- (1965) — "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.
- (1968.a) — "A região de Franca — Estudos de Geografia Aplicada." Inédito, 11 págs., Franca.
- (1968.b) — "As voçorocas de Franca". *Revista da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Franca*, I (2) : 5-27, Franca.
- (1969.a) — "As voçorocas de Franca." *Plano de desenvolvimento integrado de Franca, Diagnóstico*, : 201-205, Franca.
- (1969.b) — Uma revisão do Quaternário Paulista: do presente para o 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*. *Boletim* (41), I.G.G., : 87-101, São Paulo.
- (1964)
- BIGARELLA, J. J. & MOUSINHO, M. R. — "Significado Paleogeográfico e Paleoclimático dos depósitos rudáceos." *Boletim Paranaense de Geografia*, (16/17), : 7-16, Curitiba.
- (1965)
- 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." *Boletim do Instituto Agrônomo de Campinas*, (116), 20 págs., Campinas.
- (1960)
- — "Contribuição para a determinação da evapotranspiração potencial do Estado de São Paulo." *Boletim do Instituto Agrônomo de Campinas*, (161), 60 págs., Campinas.
- (1966)
- — "Clima do Cerrado." in *Simpósio sobre o cerrado.* Ed. da Universidade de São Paulo, : 75-103, São Paulo.
- (1971)

- 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 úmi- (1968) das.” *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 do- (1958) cumentos)*. 120 págs., Franca.
- ERHART, HENRI — “Biostasia e Resistasia — Esboço de uma teoria que con- (1962) sidera a pedogênese como um fenômeno geológico.” *Notícia Geo- morfológica*, V, (9/10), : 23-25, Campinas.
- — “A teoria Bioresistásica e os problemas biogeográficos e (1966) paleobiológicos.” *Notícia Geomorfológica*, VI, (11), : 51-58, Cam- pinas.
- FOLK, R. L. E WARD W. C. — “Brazos River Bar: a study in the signification (1957) of gain 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. Bole- (1964) tim 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 so- (1971) los*. 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 natu- (1966) ral de evolução das vertentes.” *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 correspond 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.