

PADRÕES AEROFOTOGRAFICOS DE BACIAS E REDES HIDROGRAFICAS EM SOLO PODZOLICO VERMELHO AMARELO (PVA) NO MUNICIPIO DE PACOTI – CEARÁ – BRASIL*

A. R. M. LIMA**
F. A. M. LIMA***

1 INTRODUÇÃO

O emprego de fotografias aéreas tem, ultimamente, se generalizado em muitos ramos do conhecimento humano, sendo elemento imprescindível no levantamento de solos, pelo grande número de informações que as mesmas oferecem. As fotografias aéreas reduzem em muito, o tempo e o custo das operações, em relação aos métodos convencionais de levantamentos. No levantamento de solos, a relevância da fotografia aérea se faz sentir, tanto na identificação dos solos, quanto na representação cartográfica das diferentes unidades pedológicas, simples ou associadas. Espera-se que o maior conhecimento de padrões fotográficos venha a permitir, no futuro, maiores facilidades nos levantamentos de solos detalhados e com as vantagens acima enumeradas. Assim, o estabelecimento

de padrões fotográficos torna-se importante na consecução destes estudos. As redes de drenagem têm destaque especial dentro dos padrões, pois índices numéricos podem ser determinados, evitando-se o subjetivismo na fotointerpretação, quando da mudança de fotointérpretes. Desta forma, os solos de uma região podem ser estudados através desses índices, mostrando que a drenagem superficial se revela como uma boa indicadora de certas propriedades de solos. Sabe-se que a drenagem de uma região, além de depender do regime pluviométrico, do relevo, da vegetação e da textura do solo, é bastante influenciada pela litologia e pela estrutura das rochas. Os solos do Ceará, foram levantados ao nível exploratório-reconhecimento, havendo áreas que foram objeto de levantamentos mais detalhados. O estabelecimento de padrões fotográficos, particularmente índices morfométricos de redes de drenagem aqui estudados, certamente virá facilitar a identificação e o mapeamento de unidades de solos por fotointerpretação, representando uma contribuição aos estudos pedológicos no Estado do Ceará e em outras regiões de características similares. O presente estudo visa os seguintes objetivos especí-

* Parte da dissertação do primeiro autor, apresentada ao Departamento de Ciências do Solo, do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal do Ceará (UFC), para obtenção do grau de Mestre em Solos e Nutrição de Plantas.

** Eng.^o Agr.^o do Banco do Nordeste do Brasil (BNB).

*** Professor Adjunto, Bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq).

ficos: a — estudar os elementos relativos às características descritivas e quantitativas das bacias e redes de drenagem em fotografias aéreas verticais, preto e branco, para a identificação e possível distinção da unidade de solo PVA; e b — contribuir para o enriquecimento do acervo de índices e padrões fotoanalíticos de bacias e redes de drenagem, utilizados na identificação e mapeamento de solos no Estado do Ceará e regiões de características semelhantes.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo situa-se na Zona Fisiográfica de Baturité, localizada na Microrregião Homogênea 65, no Município de Pacoti (SUDEC 1977). A sede municipal apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 04.º13' de Latitude

Sul e 38.º56' de Longitude W. Gr., sendo a altitude na sede do município de 700m. Limita-se este com os de Palmácia, Redenção, Baturité, Guaramiranga e Caridade (Fig. 1). A Fig. 2 mostra a localização das bacias hidrográficas objeto do presente estudo. Os solos da área foram levantados por BRASIL (1973) ao nível Exploratório-Reconhecimento, sendo encontrado na área o Solo PODZÓLICO VERMELHO AMARELO (PVA). Estes solos compreendem características de B textural, não hidromórficos, com argila de atividade baixa, perfis bem diferenciados, seqüência de horizonte A, Bt e C normalmente profundos a muito profundos, textura arenosa ou média no horizonte A e média a argilosa no B. O relevo apresenta-se ondulado a forte ondulado, com outeiros e colinas de formas geral-

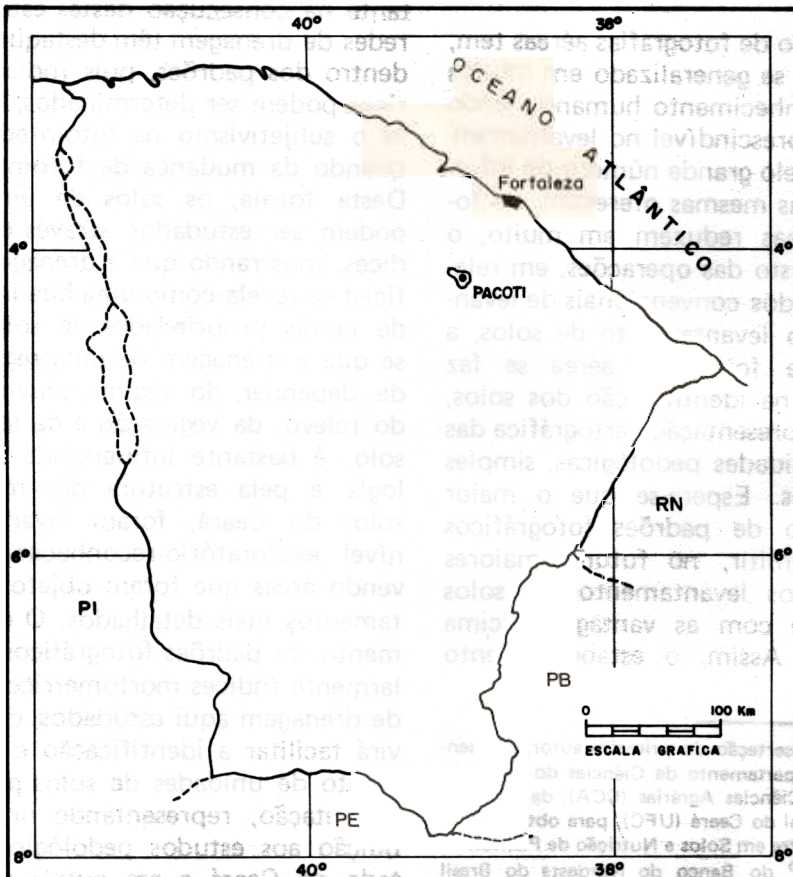


Figura 1 — Situação do Município de Pacoti em mapa do Estado do Ceará.

mente arredondadas ou em forma de meia laranja (SOUZA 1975). O mesmo autor revela que o maciço de Baturité, onde se encontra a área, possui orientação NNE-SSW e está situado a pouco mais de 50 Km da costa. Assinala, ainda, aquele autor que a vegetação é de floresta latifoliada sempre verde, onde as espécies vegetais de maior porte atingem 20 metros de altura. Para MA/SUDEC (1967) a vegetação do maciço apresenta uma feição característica, devido a que parte dela se encontra misturada com plantações de café, podendo-se observar a ocorrência de três estratos distintos, sendo dois arbóreos e um arbustivo. Para CEPA (1975) Pacoti possui um clima Amw-, segundo a classificação de Koeppen. Tratando-se, portanto, de um clima chuvoso de monção. O período seco é atenuado. O período

chuvoso abrange o verão e o outono. CEARÁ/CETREDE (1978), assinala que a temperatura média anual do município é de 21,5.°C. A época mais fria corresponde aos meses de julho a agosto com médias abaixo de 20.°C e as mínimas situam-se entre 16.° e 17.°C. Para a CEPA (1975) a pluviometria do maciço de Baturité é considerada relativamente elevada, com precipitações médias ao redor de 1200mm/ano, com amplitudes de 700 a 1700mm/ano. Segundo MA/SUDEC (1967) a formação geológica da unidade de solo denominada Pacoti, representativa do município do mesmo nome, pertence ao Pré-Cambriano, onde predominam os gnaisses, quartzo, feldspato e biotita. Os quartzos micáceos e xistosos formam a maior parte do material de origem das unidades de solos. Quanto à geomorfologia, SOUZA (1975)

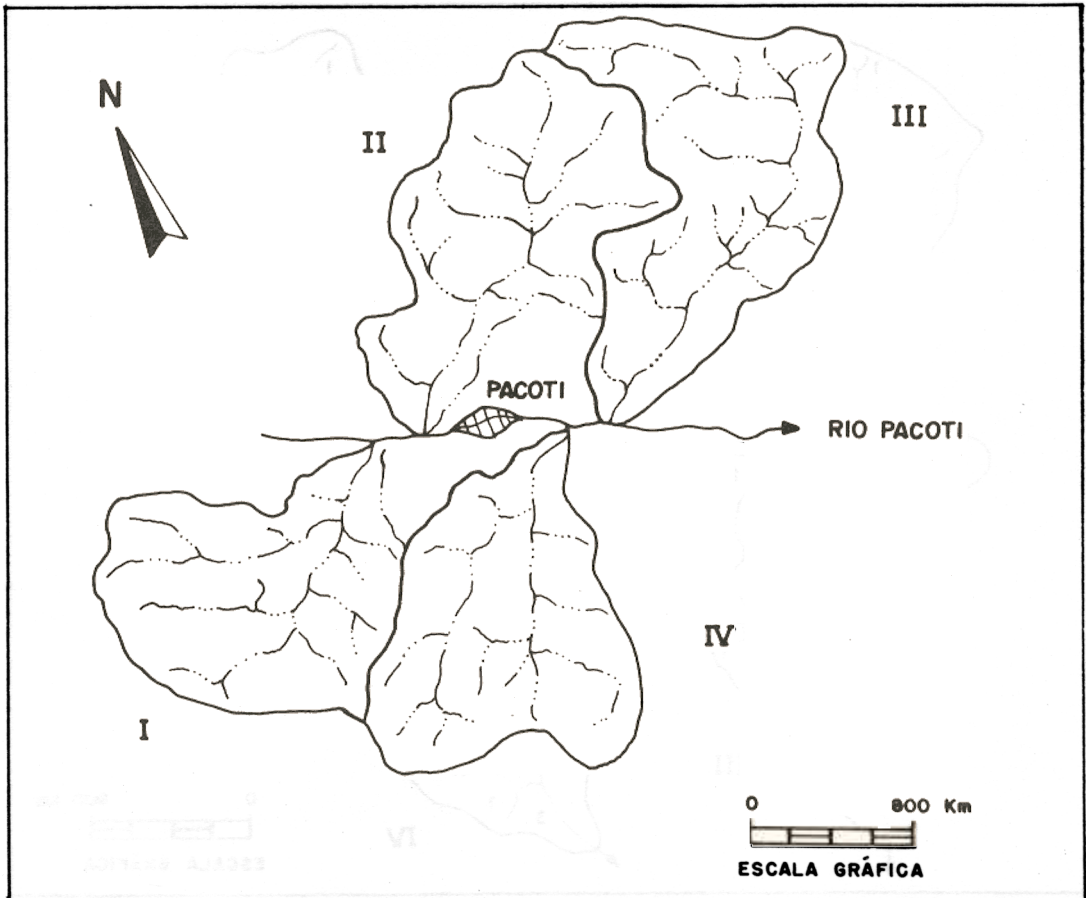


Figura 2 – Mapa de localização das bacias hidrográficas, em solo Podzólico Vermelho Amarelo no Município de Pacoti – Ce.

afirma que o maciço de Baturité constitui um dos exemplos mais sugestivos de "brejo" do Ceará. O relevo é bastante dissecado, com vertentes convexas ou mesmo retilíneas. Os vales são em "V", com efeito marcante da erosão linear. Ao lado dessas formas encontram-se os alvéolos de fundo aplainado.

Selecionou-se quatro bacias hidrográficas para o solo PVA (Fig. 3).

Foram selecionadas fotografias aéreas verticais, P & B, de escala aproximada 1:40,000 e um fotoíndice para seleção das bacias, com a unidade de solo. As fotografias pertencem a quadrícula Q-735-A do fotoíndice do Estado do Ceará, obtidas por LASA 1958/62. Como cartas básicas, foram utilizadas ainda: Mapa Geológico Preliminar do Ceará (CEARÁ, 1972); Mapa Explora-

tório dos Solos da Zona Fisiográfica de Baturité (CEARÁ/SUDECO, 1967); Mapa Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará (BRASIL, 1972) e Folha de Baturité (BRASIL, 1971).

O método empregado na seleção das fotografias aéreas foi o que Rabben (1960) denominou de "Método de Pesquisa Lógica" e a identificação de imagem, foi feita pelo "Princípio de Convergência de Evidências", desenvolvido por Colwell (1952). O estudo foi realizado em bacias de terceira ordem, levando-se em consideração as observações efetuadas por França (1977). O mapa de drenagem da unidade de solo foi obtido conforme recomendações de Ray (1963). Na análise das bacias hidrográficas seguiu-se as recomendações de Buringh (1960). Foram considerados

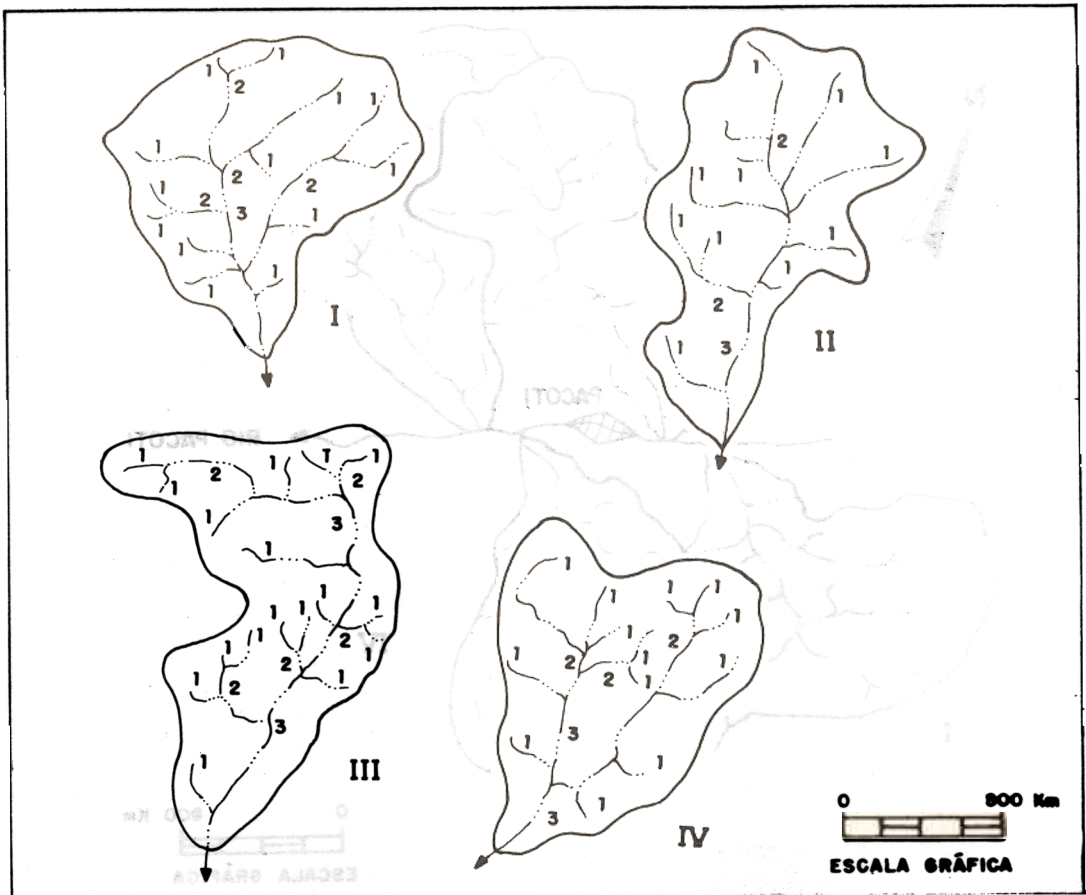


Figura 3 — Bacias hidrográficas e respectivas redes de drenagem, em solo Podzólico Vermelho Amarelo, no Município de Pacoti — Ce.

os elementos discriminados a seguir: Localização; Características dimensionais – maior Comprimento (C), Maior largura (L), Comprimento do rio principal (Cp), Perímetro (P). Área (A), Comprimento da rede de drenagem (Cr); Características não dimensionais – Forma aproximada, Ordem por Strahler (1957) e Simetria das vertentes; Análise das redes de drenagem, conforme Buringh (1960) e França (1977); Composição da rede de drenagem, por Horton (1945), modificado por Strahler (1957); Número de segmentos de rios (Nw) e Número total de segmentos de rios (N), Comprimento de segmentos de rios (Lw), Comprimento total de segmentos de rios (Lt) e Comprimento médio de segmentos de rios (Lm), Características descritivas, segundo Lueder (1959); Características quantitativas; (Densidade de drenagem (Dd), por Horton (1945) e Frequência de rios (Fr), Razão de textura (T), por Smith (1950), modificado por França (1977) e Razão de textura média (Tm) e Textura topográfica de Smith (1950), modificado por França (1977).

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os resultados obtidos, segundo a metodologia adotada para as bacias hidrográficas com o solo PVA, estão apresentados nos quadros a seguir: Características dimensionais no Quadro I; Características não dimensionais no Quadro II; Número de segmentos de rios observados em cada ordem e número total de segmentos, no Quadro III; Comprimento totais de segmentos de rios em cada ordem e o comprimento total observado e respectivas médias ponderadas, no Quadro IV; Comprimentos médios de segmentos de rios em cada ordem e as médias ponderadas em relação às áreas, no Quadro V; Características descritivas no Quadro VI, e Características quantitativas no Quadro VII.

QUADRO I
Características Dimensionais das Bacias Hidrográficas da Unidade de Solo PVA de Pacoti, Ceará, Brasil.

Unidade de Solo	Bacia Hidrográfica	Maior Comprimento (C) Km	Maior Largura (L) Km	Comprimento de Rios			Perímetro (P) Km	Área (A) Km ²		
				Principal (Cp) Km	Rede (Cr) Km					
PVA	I	1,65	1,52	1,60	5,00	4,80	1,44			
	II	2,05	1,20	2,00	5,20	5,60	1,46			
	III	2,85	0,88	2,80	6,40	6,40	1,60			
	IV	1,40	1,32	1,20	5,60	5,00	1,49			
						(1,98)	(1,90)	(5,55)	(5,45)	(1,49)

Nota: Os valores entre parênteses representam a média aritmética dos dados observados.

QUADRO II

Características Não Dimensionais das Bacias Hidrográficas da Unidade de Solo PVA de Pacoti, Ceará, Brasil

Unidade de Solo	Ordem (w)	Bacia Hidrográfica	Forma Aproximada	Simetria das Vertentes
PVA	3. ^a	I	Triângulo isósceles	Pouco-simétrica
	3. ^a	II	Trapezoidal	Pouco-semétrica
	3. ^a	III	Reniforme	Assimétrica
	3. ^a	IV	Triângulo isósceles	Assimétrica

QUADRO III

Número de Segmentos de Rios Observados em Cada Ordem, Número Total para Cada Bacia Hidrográfica e a Média Ponderada, em Relação à Área da Bacia.

Ordem (w)	NÚMERO DE SEGMENTOS DE RIOS DE CADA ORDEM (Nw)				Média Ponderada
	Bacias hidrográficas em solo PVA				
	I	II	III	IV	
1. ^a	13	11	17	13	13,58
2. ^a	4	2	5	3	3,53
3. ^a	1	1	1	1	1,00

QUADRO IV

Comprimentos Totais de Segmentos de Rios em Cada Ordem, Comprimento Total Observado em Cada Bacia Hidrográfica e as Respectivas Médias Ponderadas, em Relação às Áreas das Bacias

Ordem (w)	Comprimento de segmentos de rios em cada ordem Lw (em Km)				Média Ponderada
	Bacias Hidrográficas em solo PVA				
	II	III	IV		
1. ^a	2,60		3,60		3,14
2. ^a	1,60		1,20		1,30
3. ^a	0,80		0,80		1,12

Com base no material e método utilizado e resultados obtidos, as bacias hidrográficas e redes de drenagem com solo PVA, possuem as seguintes características:

- Características dimensionais (média aritmética):
C = 1,98Km; L = 1,23Km; Cp = 1,90Km; Cr = 5,55Km; P = 5,45 Km e A = 1,49Km²;
- Características não dimensionais: Forma aproximada variável, entre triângulos isósceles, trapezoidal e reniforme; Simetria das vertentes = variável, de pouco simétrica e assimétrica;
- Composição da rede de drenagem (média ponderada):
(Nw): 1.^a ordem = 13,58; 2.^a ordem = 3,53 e 3.^a ordem = 1,00;

N = 18,11; (Lw): 1.^a ordem = 3,14; 2.^a ordem = 1,30 e 3.^a ordem = 1,12; Lt = 5,56Km; Lm: 1.^a ordem = 0,24; 2.^a ordem = 0,39 e 3.^a ordem = 1,12;

- Características descritivas: Grau de integração = alto; Densidade = baixa; Grau de uniformidade = pouco uniforme; Orientação = pouco orientada; Grau de controle = médio; Ângulos de junção retos; Angularidade = baixa a média e Tipo ou Modelo = dendritico modificado.
- Características quantitativas (média ponderada):
Dd = 3,73; Fr = 11,97; T = 3,31; Tm = 3,31; Classe de textura topográfica = média.

QUADRO V

Comprimentos Médios de Segmentos de Rios em Cada Ordem das Bacias Hidrográficas e Médias Ponderadas, em Relação às Áreas das Bacias.

Ordem (w)	Comprimento médio de segmentos de rios em cada ordem Lm (Km)				Média Ponderada
	Bacias Hidrográficas em solo PVA				
	I	II	III	IV	
1. ^a	0,20	0,33	0,16	0,28	
2. ^a	0,40	0,44	0,32	0,40	
3. ^a	0,80	0,80	2,00	0,80	

QUADRO VI

Características Descritivas das Redes de Drenagem da Unidade de Solo PVA de Pacoti, Ceará, Brasil.

Características	Solo PVA
	Alto
	Baixa
	Pouco uniforme
	Pouco orientada
	Média
	Ângulos retos
	Baixa-média
	Dendrítico modificado

QUADRO VII

Características Quantitativas das Redes de Drenagem da Unidade de Solo PVA de Pacoti, Ceará, Brasil.

Características Quantitativas Observadas	BACIAS HIDROGRÁFICAS			
	Unidade de solo PVA			
	I	II	III	IV
1. Densidade de drenagem (Dd)	3,47			3,88
Densidade de drenagem (média)			3,73*	
2. Frequência de rios (Fr)	12,50	9,59	14,37	11,41
Frequência de rios (média)			11,97*	
3. Razão de textura (T)	3,75	2,50	3,59	3,40
Razão de textura média		3,31*	3,31**	
4. Classe de textura topográfica			média	

média aritmética dos valores observados

média ponderada em relação à área das bacias.

4. SUMMARY

The present study was conducted in the representative soil unity of Pacoti of the state of Ceará, Brazil. Black and white vertical aerial photographs, in the scale of 1:25.000, were used to obtain the information about the arrangement and characteristics of the drainage network. The Logic Research Method was applied to the selection of the aerial photographs, and the Conver-

gency of Evidency Principle was used in used as identification of the photographic images. The results were used as identification of Red Yellow Podzolic soil. The photoanalytic elements to be studied were obtained from drainage system transcription of water channels of four of the watersheds representative soil unities. The analyzed elements and the characterization of the photoanalytical parameters were studied in the drainage networks of the selected watersheds.

5. LITERATURA CITADA

- BRASIL/MA/SUDENE/DA. *Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado do Ceará*. Recife, 1973. V. 1.
- /DPP/SUDENE/DA. *Mapa exploratório – reconhecimento de solos do Estado do Ceará*, 1972 Recife, Esc. 1:600.000.
- /ME. Diretoria do Serviço Geográfico. *Folha de Baturité – Folha*. SB 24–X–A 1 1971 Esc. 1:100.000.
- BURINGH, P. The application of aerial photographs in soil surveys. In: *Manual of Photographic Interpretation*. Washington, American Society of Photogrammetry, 1960. Cap. 11. p. 633-66.
- CEARÁ/CETREDE: *Microrregião Serra de Baturité – estratégias para desenvolvimento*. Fortaleza, p. 31.
- /SOSP. *Mapa geológico preliminar do Ceará*, 1972. Esc. 1:500.000.
- /SUDEC. *Levantamento exploratório dos solos da zona fisiográfica de Baturité*. Fortaleza, 1967 174 p. (Inclui Mapa).
- CEPA/CE *Projeto de desenvolvimento rural integrado da Serra de Baturité*, Fortaleza, 1975. p. 39-46.
- COLWELL, R. N. Photographic Interpretation for Civil Purposes. In: *Manual of Photogrammetry*. 2. ed. Washington. American Society of Photogrammetry, 1952. p.535-602.
- FRANÇA, G. *Interpretação fotográfica de bacias e de redes de drenagem aplicada a solos da Região de Piracicaba*. Piracicaba, ESALQ/USP, 1977. 136 p. (Tese de Doutorado).
- HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basic; hydro-physical approach to quantitative morphology. *Bull. Geol. Soc. Amer.* New York, 56: 275-370, 1945.
- LASA/CRUZEIRO DO SUL. 1958/62 Foto-índices do Estado do Ceará.
- LUEDER, D. R. *Aerial photographic interpretation: principles and Applications*. New York, Mc Graw-Hill, 1959.
- RABBEN, E. L. Fundamentals of photointerpretation. In: *Manual of Photographic Interpretation*. Washington. American Society of Photogrammetry, 1960. Cap. 3. p. 99-168.
- RAY, R. C. *Fotografias aéreas na Interpretação e mapeamento geológicos*. Trad. de Jesuino Felicissimo Jr. São Paulo, Instituto Geográfico e Geológico, 1963. 88 p.
- SMITH, K. G. Standards for grading texture of erosional topography. *Am. J. Sci.*, New Haven, 248: 665-68, 1950.
- SOUZA, M. J. N. de *Geomorfologia do Vale do Choró (Ce)*. São Paulo, Instituto de Geografia/USP, 1975. 121 p. (Tese de Mestrado).
- STRAHLER. A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Trans. Am. Geophys. Un.* Washington, 38: 913-20, 1957.