CHAVE DE FOTOINTERPRETAÇÃO PARA O RECONHECIMENTO DE ALGUNS PADRÕES DE COBERTURA DA TERRA, EM UMA ÁREA DO CANTÃO DE TURRIALBA, COSTA RICA

Por

Ednar Guedes Pereira

Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas da OEA

Centro de Ensino e Investigação

Turrialba, Costa Rica

Setembro de 1968

CHAVE DE FOTOINTERPRETAÇÃO PARA O RECONHECIMENTO DE ALGUNS PADRÕES DE COBERTURA DA TERRA EM UMA AREA DO CANTÃO DE TURRIALBA, COSTA RICA

Tese

Apresentada ao Conselho da Escola para Graduados como requisito parcial para obter o grau de

Magister Scientiae

no

Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas da OEA

APROVADA: _____ Conselheiro
J. M. Montoya Maquin, D.Sc.B.

_____ Comitê
Richard P. Momsen, Jr. Ph.D.

_____ Comitê
Levy Cruz, M. S.

_____ Comitê
C. V. Plath, Ph.D.

Setembro de 1968

A memória de meu pai

A minha mãe

A meus irmãos

AGRADECIMENTOS

A autora deseja expressar seus mais sinceros agradecimentos ao dr. Jacob M. Remeijn, conselheiro principal durante tôda a elaboração do projeto, de quem recebeu grande orientação e estímulo.

Ao dr. J. Michel Montoya, que continuou como conselheiro principal, pelas sugestões e contribuições pessoais.

Ao dr. Richard Monsem, que com sua experiência de foto-intérprete, muito contribuiu na elaboração dêste trabalho.

Ao dr. Levy Cruz e dr. C. V. Plath, membros de seu comitê conselheiro, pelas orientações e sugerências recebidas.

Ao dr. Hans Trojer, que assensorou tôda a parte climatológica.

A Sandy Bustamante, que orientou os trabalhos cartográficos.

Aos companheiros Jorge Torres e León J. Jaramillo, pelas sugestões e ajuda nas pesquisas de campo.

Ao IICA, por conceder-lhe a bolsa de estudos e facilitar a publicação dêste trabalho.

A universidade Federal de Pernambuco, por permitir seu afastamento por todo êste período.

Ao Ministério de Relações Exteriores do Brasil, pelo incentivo financeiro concedido, o qual ajudou na realização desta pesquisa.

Finalmente, a todos aquêles que de uma ou outra maneira, facilitaram a elaboração dêste trabalho.

BIOGRAFIA

De nacionalidade brasileira, a autora realizou seus estudos universitários na Faculdade de Filosofia da Universidade Federal de Pernambuco, recebendo em 1959, o título de Licenciado em Geografia e História. Posteriormente, neste mesmo estabelecimento, realizou cursos de extensão universitária sôbre "Metodologia da Geografia Humana" e "Geografia Urbana", ministrados pelo Professor Michel Rochfort.

Em 1964, participou do curso de Fotointerpretação, ministrado pelo CEPERN, Rio de Janeiro, tendo em 1966 ingressado no Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas para estudos de Post-graduação, no Programa de Recursos para o Desenvolvimento, onde recebeu o título de "Magister Scientiae" em 1968.

Quanto as suas atividades, vêm exercendo funções no magistério desde 1968, em vários estabelecimentos federais e estaduais de Recife, tendo realizado pesquisas de fotointerpretação no IBRA, nessa mesma cidade, de fevereiro a julho de 1966.

CONTEÚDO

INDICE DE QUADROS

INDICE DE FIGURAS E MAPAS

I. INTRODUÇÃO

Atualmente os países da América Latina têm dado especial atenção ao desenvolvimento de áreas, em alguns de seus projetos, tendo encontrado nas fotos aéreas o meio principal de suas investigações. Êste fato se explica por estarem as técnicas aerofotogramétricas à frente de todos os métodos tradicionais, pela rapidez, eficiência e economia com que têm sido empregadas por alguns países, na realização de seus projetos. Neste aspecto ressalta-se o caso do Chile que planificou com auxílio de fotos aéreas a recuperação de tôda a área danificada pela ação de movimentos tectônicos (19, 30, 44). Também se destacam os projetos de Nicarágua, República Dominicana e Paraguai (19) que têm procurado estabelecer um melhor aproveitamento de seus recursos naturais.

Apesar do uso frequente das técnicas de fotointerpretação, se sabe que nas regiões tropicais há necessidade de maiores conhecimentos do ambiente natural, bem como uma maior adaptação dessas técnicas aos trópicos, as quais poderão ajudar no progresso do meio rural.

Visando êste aspecto procura-se contribuir com êste trabalho para o desenvolvimento das técnicas aerofotogramétricas nos trópicos e também ajudar nos processos de adestramento dessa disciplina, ou seja, no setor educacional.

Tendo participado dos trabalhos de laboratório da Unidade de "Recursos para el Desarrollo", do IICA, em 1967, e em vista de ter esta Unidade como principal meta, o desenvolvimento de uma metodología para adestrar anualmente grupos de estudantes, selecionou-se para a realização desta pesquisa uma área dentro do Cantão de Turrialba, Costa Rica, o qual foi usado como laboratório por essa unidade,

no presente ano de 1968. Esta área corresponde a uma faixa retangular com uma superfície de 12.500 ha, localizada a noroeste dêsse Cantão, de onde foram tiradas tôdas as parcelas que serviram de elementos para as análises dêste estudo.

A. O Problema e sua Importância

O problema desta investigação é organizar uma chave sôbre alguns aspectos da cobertura da terra*, buscando ajudar aos intérpretes num reconhecimento rápido e preciso dos fatôres ou características de suas foto-imagens.

O estabelecimento dêstes guias ou padrões, deve ser justificado através de dois pontos básicos: 1) a ajuda das chaves de fotointerpretação no reconhecimento de algumas imagens fotográficas; e 2) um mapeamento mais rápido, exato e econômico dos aspectos considerados.

As análises da cobertura da terra como se tem observado, vêm sendo de grande utilidade na elaboração de planejamentos agropecuários, gerais ou específicos, sempre que associadas a outras informações de caráter físico ou socio-econômico (capacidade produtiva da terra, solos, condições climáticas, topografia, distribuição da população, meios de transporte).

É bem verdade que as chaves são sempre confeccionadas à base de amostragem e como lembra Bigelow (7), a interpretação de cada guia é

---

* Inclui-se neste critério todos os aspectos que cobrem a superfície da terra, correspondentes às paisagens naturais (vegetação natural) ou humanizadas (as que incluem modificações feitas pelo homem). Dêste conjunto apenas alguns tipos de padrão foram estudados.

apenas um passo para a compreensão dos fatos que integram determinado elemento. Mesmo considerando êste aspecto, se sabe que as chaves contribuem para uniformizar os critérios de interpretação utilizados pelos membros de uma equipe e se elas apresentam boa ilustração, ajudam a que os pesquisadores se habituem a certos padrões que lhes são menos familiares.

Neste particular os estereogramas prestam uma grande contribuição, pois além de guiar os investigadores de maneira mais sistemática no reconhecimento das imagens fotográficas, reduz medições terrestres em ambientes naturais, através de estimativas estabelecidas por comparação.

B. Objetivos do Estudo

O objetivo geral dêste estudo é estabelecer uma chave baseada nas características fotográficas dos principais padrões de cobertura, encontrados em uma área prèviamente selecionada. Mais especìficamente procura-se:

1. Organizar estereogramas verticais e oblíquos para as parcelas, relativos aos padrões de cobertura.
2. Indicar as possibilidades de reconhecimento dos objetos, ou características da cobertura da terra, estudando-se as parcelas a diferentes escalas: grande (1:10.000), média (1:20.000 a 1:30.000) e pequena (1:60.000).
3. Desenvolver meios de anotações sistemáticas, referentes às parcelas representativas da cobertura da terra.

II. REVISÃO DE LITERATURA

A. Critérios de Identificação Utilizados no Reconhecimento dos Padrões de Cobertura da Terra

Apenas nos últimos vinte e cinco anos, a fotointerpretação vêm sendo empregada em sentido prático nos estudos da cobertura da terra, e dados os requisitos especiais exigidos especìficamente para a identificação dos vários padrões, não são numerosas as informações existentes sôbre êste aspecto.

Procurando determinar a fase considerada de crescimento ótimo para a identificação de certos cultivos, através de suas imagens fotográficas, Goodman (20) em 1959, fêz várias observações com fotos aéreas, de parcelas selecionadas no estado de Illinois, a escala de 1:5.500 por un período de cinco meses, tomando em consideração: a) as épocas em que variavam as condições físicas, e b) as práticas agrícolas que poderiam afetar a aparência externa dos cultivos. Como conclusão afirma ser possível diferenciar os cultivos, em fotos de grande escala, pelas características de tom, textura e objetos a êles associados, considerando por outro lado, que as práticas agrícolas e as condições físicas não modificam a aparência das foto-imagens.

Em 1965, utilizando fotos de escala 1:25.000, Audi (3) fêz estudos na zona canaveira de Piracicaba, Brasil, estabelecendo o padrão de imagem para esta cultura. Afirma que na maioria das vêzes se trata de extensas áreas recortadas por carreadouros, de tonalidade clara e textura aveludada. Por outro lado, fêz correlações do mapa do solos com o de uso atual, explicando as razões da ocupação de certas

áreas com a cultura canavieira.

Nesse mesmo ano, Board (8) fazendo estudos com fotos aéreas sôbre o uso da terra, na África do Sul, chegou a conclusão de que à escala de 1:30.000 muitos tipos de cultivos não podem ser identificados. Em suas observações conseguiu reconhecer diversos tipos de bosques, pradarias, cultivos permanentes e terras em descanso, não mencionando os critérios de identificação utilizados.

Posteriormente, em 1964, Amaral (1) estudou a distribuição e características da cultura cafeeira no município de Campinas, São Paulo, Brasil, com fotos de escala 1:25.000 tomadas dois anos antes, e usou como fatôres de reconhecimento: alinhamento, espaçamento, e tonalidade, em associação com sua posição geográfica; como resultado encontrou que o café apresenta uma superfície uniforme, sem ondulações acentuadas, tom escure e grande número de falhas, quando se trata de uma lavoura antiga.

Dois anos mais tarde, êstes mesmos critérios foram considerados por Amaral e Verdade (2) que procuraram delimitar a área dos cafezais no estado de São Paulo, Brasil, calculando o número de plantas então existentes e determinando as práticas utilizadas, com o objetivo de analisar a tendência dos municípios na evolução desta cultura.

Ainda no ano de 1966, no litoral dêsse mesmo estado brasileiro, Coelho e Audi (14) estudaram a cultura da bananeira em fotos de escala 1:25.000. Conseguiram êles determinar sua expansão geográfica e topográfica, bem como o número de plantas ali localizadas, não indicando porém que fatôres tomaram em conta para estas determinações.

Continuando com as pesquisas ecológicas para estabelecer chaves

com as características das zonas de vida nos ambientes tropicais, Holdridge e outros investigadores (23) através de descrições, quadros e gráficos, apresentaram os padrões de reconhecimento para associações, a serem usados tanto no campo como em laboratório, com fotos aéreas. Dêsses padrões convém ressaltar as características das imagens fotográficas relativas a três zonas de vida, que ocorrem na área: "Tropical montane rain forest", "Tropical lower montane wet forest" e "Tropical premontane wet forest".

Serviu de exemplo no primeiro caso um sítio denominado Vila Mills, cuja descrição fisionômica corresponde à floresta que ocorre nas encostas do vulcão Turrialba. Segundo êsses autores esta vegetação apresenta imagens fotográficas que se caracterizam por possuirem copas relativamente grandes, textura média e tons variados. Em muitas espécies as copas dão uma idéia de flocos, às vêzes ligeiramente separados, o que dificulta a contagem dos indivíduos presentes em determinada área.

Para o segundo tipo, "Tropical lower montane wet forest" tomou-se as características usadas na descrição do sítio denominado Rio de la Hoja. Segundo êsses pesquisadores é uma formação que ocorre em áreas de médio ou forte declive, e solos vulcânicos bem drenados. Nas fotos aéreas surge com copas compactas, de tamanho pequeno, e textura média. Em alguns casos os indivíduos apresentam copas menos densas, como no primeiro exemplo. As imagens fotográficas nas fotos pancromáticas são mais nítidas e os tons mais escuros em relação às fotos infra-vermelhas.

O terceiro tipo, "Tropical premontane wet forest" é o ocorre no

vale do Reventazón e imediações. Serviu de exemplo o sítio denominado Sarapiqui. De acôrdo com a descrição apresentada, é uma floresta constituida de árvores de grande porte, troncos erectos, copas arredondadas e sempre verdes formando um manto descontínuo, apesar de nesse exemplo as copas apresentarem certa continuidade. Além dêste aspecto, observou-se nas fotos aéreas que as espécies dominantes possuem copas grandes estendidas sôbre o estrato inferior, cujos indivíduos têm copas de tamanho médio, compactas, e com forma arredondada, dando uma textura fina.

Em fotos pancromáticas as diferenças de tom são mais acentuadas, mas as palmeiras existentes nessa formação são melhor observadas em fotografias infra-vermelhas.

Como se pode observar, os investigadores utilizaram para êsses estudos fotos a grandes ou média escala (1:5.500 a 1:30.000), no entanto são as fotos a pequena escala as que recobrem maior percentagem em superfície, dos países latinoamericanos (19, p. 542), por resultarem mais econômicas e satisfazerem aos estudos de caráter geral. Os elementos reconhecidos através das imagens fotográficas por êsses autores, poderão ser melhor analisados no quadro 1*.

B. O Emprêgo de Estereogramas como Ajuda nos Trabalhos de Fotointerpretação

Os estereogramas têm aparecido com funções as mais diversas:

---

* Holdridge *et al.* (23) não foram incluidos por ter sido parcial a revisão de seu trabalho.

Quadro 1. Estudos sôbre alguns tipos de cobertura da terra realizados com fotos aéreas a diferentes escalas por diversos autores.

Ano	Pesquisador	Pesquisa	Local	Escalas usadas	Fatôres observados
1957	Dillewijn	Tipos de vegetação	Surinam - Guiana Holandesa	1:20.000 1:40.000	- reconhecimento de trinta tipos de florestas representativas da área estudada
1959	Goodman	Técnicas para identificação de cultivos	Illinois - U.S.A.	1:5.500	- diferenciação de vários cultivos de clima temperado
1963	Moncayo	Construção de chaves para os bosques de coníferas	Michoacan - México	1:15.000 a 1:23.600	- diferenciação dos usos da terra - classificação dos bosques de coníferas por densidade e altura
1965	Audi	Aspectos da cultura canavieira	Piracicaba - São Paulo - Brasil	1:25.000	- determinação do padrão aerofotogramétrico da cana de açúcar - estado em que se encontrava o cultivo - relêvo local das áreas cultivadas - ocorrência de erosão e sua intensidade

Continuação Quadro 1

Ano	Pesquisador	Pesquisa	Local	Escalas usadas	Fatôres observados
1965	Board	Uso da terra	Africa do Sul	1:30.000	- terras cultivadas e terras em descanso por muito tempo - áreas onde se processou a colheita - pastos - cultivo de plantas cítricas - vegetação arbustiva - bosques
1964 e 1966	Amaral e Verdade	Características e situação dos cafezais	Campinas - São Paulo - Brasil	1:25.000	- padrão aerofotogramétrico do café - número de plantas por categoria de solo - áreas cafeeiras com práticas de conservação
1966	Coelho e Audi	Aspectos do cultivo da banana	São Paulo - Brasil	1:25.000	- localização da área cultivada - determinação do número de plantas e estimação da área ocupada com êste cultivo - posição topográfica dos cultivos e solos utilizados - relação dêstes aspectos com elementos climáticos

ilustrando certas características das imagens fotográficas; exemplificando aspectos regionais, de um só elemento (padrões de drenagem, tipos de vegetação, tipos de rocha etc.) ou de elementos integrados que individualizam uma área ou sub-área, ou ainda, mostrando os efeitos das técnicas fotográficas sôbre a aparência das foto-imagens.

Na revisão de literatura inúmeros exemplos foram encontrados:

A American Society of Photogrammetry em seu "Manual of Photographic Interpretation" (9, 47, 48) apresenta grande quantidade de estereogramas e segundo se sabe*, esta Instituição pôs à venda vários jogos para fins educativos. Na publicação periódica dessa mesma sociedade, "Photogrammetric Engineering", vários artigos sôbre temas relacionados ao uso da terra, se apresentam ilustrados com estereogramas (15, 16, 20, 22, 29, 37), indicando um dêles as técnicas para sua confecção (6).

As publicações do ICT, "International Training Centre for Aerial Survey", Delft, série B, dedicada a fotointerpretação, trazem em anexo uma organizada coleção de estereogramas de diferentes tamanhos e formas.

A revista "Photo Interpretation", editada na França, contém em cada número uma série de pares estereoscópicos, cujos aspectos estudados, vêm impressos em lâminas transparentes seguidas dos esquemas das chaves e respectivos textos.

Além dêsses, outros trabalhos poderão ser mencionados por utilizatem êsse tipo de ilustração (4, 5, 7, 13, 24, 25, 32).

---

* Informação pessoal de Juan A. Aguirre (junho de 1968).

C. Chaves de Fotointerpretação Organizadas com alguns Tipos de Cobertura da Terra

A literatura pouco informa sôbre chaves elaboradas com aspectos da cobertua da terra.

Moncayo (28) em 1964 organizou chaves seletivas integrais, de caráter regional para tôdas as áreas de bosques de coníferas, do estado de Michoacan, México. Para sua elaboração tomou em conta apenas os tipos florestais e não florestais que, lhes pareceram importantes pela superfície ocupada. Além das chaves escritas, que apresentam uma descrição das características topográficas e fotográficas de cada lugar selecionado, traz uma coleção de estereogramas aéreos e terrestres, com notas explicativas sôbre o uso atual e sua potencialidade. O emprêgo dessa chave segundo recomenda o autor, deve ser feito mediante uma cuidadosa análise das imagens fotográficas, com observação no caso dos bosques de sua densidade e altura. Mediante êstes dados se passa às chaves escritas e posteriormente aos estereogramas, dai se podendo adotar a provável denominação para o elemento em estudo.

Outro exemplo semelhante é o trabalho de Dillewijn (17) feito em Surinam, com fotos a escala de 1:20.000 e 1:40.000. Organizou também êsse autor uma chave seletiva integral sôbre os tipos de vegetação encontrados nessa região, ilustrando cada tipo com estereogramas aéreos e terrestres.

Heath (22) procurou adaptar teorias básicas de classificação do uso da terra às técnicas empregadas pelas chaves de fotointerpretação regional. Depois de apontar as vantagens e desvantagens de cada

sistema, apresenta um modêlo gráfico-descritivo correspondente e algumas indicações de como se deve operar.

Com a revisão de literatura foi possível estabelecer quais os fatôres da foto-imagem considerados pelos investigadores, como principais elementos de reconhecimento, bem como se pôde considerar as técnicas empregadas na confecção das chaves e tipo de ilustração, alguns dos quais serviram de exemplo para êste estudo.

CAPITULO III. MATERIAIS E MÉTODOS

A. Descrição da Área Estudada

1. Posição Geográfica

No quadrante noroeste do Cantão de Turrialba, província de Cartago, Costa Rica, traçou-se a faixa que corresponde à área de estudo (mapa 1), cujas coordenadas são as seguintes:

- 10°12' lat. N e 83° 41' long. W
- 10°00' lat. N e 83° 49' long. W
- 9°51' lat. N e 83° 39' long. W
- 9°53' lat. N e 83° 37' long. W

Prolongando-se em sentido SE-NO, esta área inclui zonas fisiográficas bem distintas, o que se explica pela variedade de altitudes, de formação geológica e consequentemente, de condições climáticas, edáficas e fitogeográficas.

2. Relêvo

Extendendo-se do vale do Reventazón às proximidades do vulção Turrialba, esta área apresenta variadas formas de relêvo: a) áreas planas ou levemente onduladas, correspondentes às planícies flúvio-lacustres; b) áreas de encostas suaves, constituidas quase sempre de antigas lavas; c) áreas de fortes declives, encontradas nos contra-fortes do vulcão Turrialba (mapa 2).

As cotas hipsométricas apresentam-se em ordem crescente (mapa 1), do vale do Reventazón (aproximadamente 600 m.) às vizinhanças

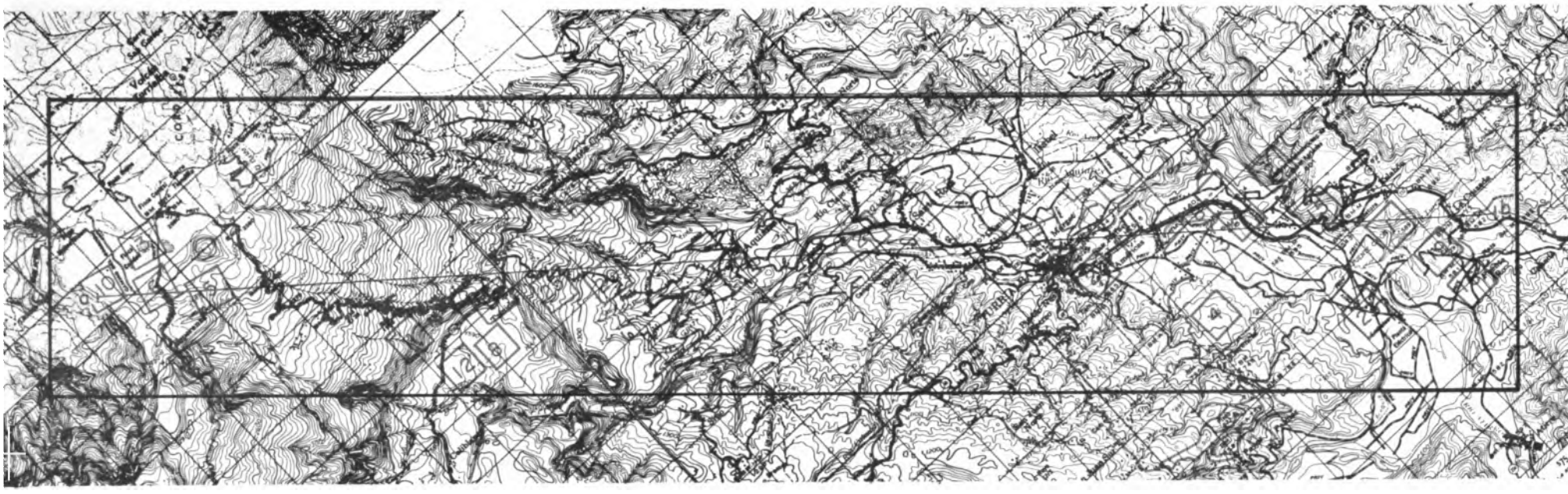
ESTEREOGRAMAS:

BOSQUE: 1 - 7 CULTIVOS: 16 - 20

PASTOS: 8 - 15 INDÚSTRIA: 21 - 25

a, b: Limite do perfil topográfico

TOPOGRAFIA



ESCALA 1:100,000

1 0 1 2 3 4 5 Kms.

CURVAS DE NIVEL CADA 20 METROS

CAMINHOS PRINCIPAIS

CAMINHOS SECUNDARIOS

ESTRADA DE FERRO

RIOS Y RIACHOS

REDUÇÂO FOTOGRÁFICA DE PARTES DAS FOLHAS ESCALA 1:50,000: 3446-III, (CARRILLO), 3446-II, (BONILLA), 3445-IV, (ISTARU) Y 3445-I, (TUCURRIQUE), DO INSTITUTO GEOGRAFICO DE COSTA RICA.

MAPA Nº 1

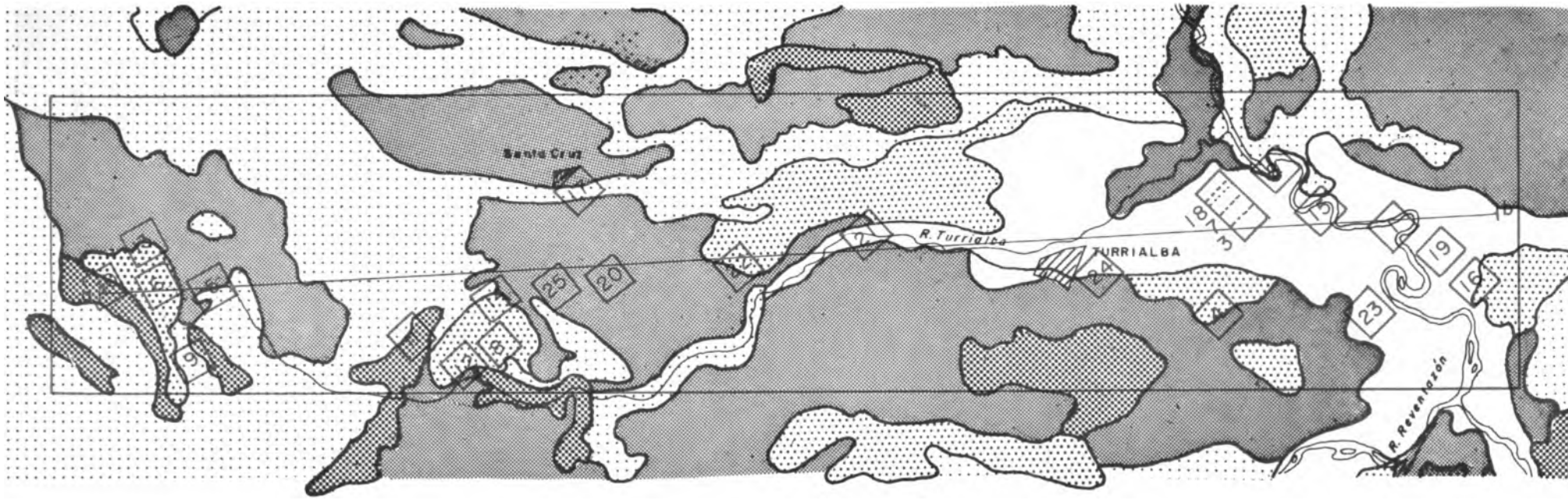
ESTEREOGRAMAS:

BOSQUE: 1 - 7 CULTIVOS: 16 - 20

PASTOS: 8 - 15 INDÚSTRIA: 21 - 25

a, b: Limite do perfil topográfico

DECLIVIDADE



0-5 %

5-10 %

10-20 %

20-40 %

> 40 %

MAPA Nº 2

dos picos vulcânicos da Cordilheira Central (2.700 m a mais), a qual se desenvolve em sentido geral NO-SE e representa um dos mais importantes divisores d'água do país, orientando os rios da vertente atlântica e pacífica.

3. Geologia

Quanto ao aspecto geológico, de modo muito geral se menciona (mapa 3): a) formações sedimentares recentes, constituidas por sedimentos flúvio-lacustres e aluvião, localizados em quase sua totalidade nas margens dos rios Reventazón e Turrialba; b) formações sedimentares mais antigas, representadas por aglomerados, os quais em menores proporções e de modo descontínuo, também ocorrem no vale do Reventazón e imediações; c) formação vulcânica recente, representada por lavas andesíticas que afloram na região de Aquiares, Santa Rosa e imediações; d) formação vulcânica mais antiga, lavas velhas, que cobrem grande parte da região a sudoeste do rio Turrialba (18).

4. Solos

Os solos da área estudada podem se agrupar da seguinte maneira (mapa 4) (18):

a. Aluvionais e flúvio-lacustres: 1) de textura arenosa e argilo-arenosa, bem drenados, mas pouco propícios aos cultivos, pela pedregosidade existente; 2) de textura franco-argilo-arenosa, bem drenados, situados em áreas planas, apresentando boa fertilidade; 3) de textura franco-argilo-arenosa, mal drenados, havendo por êste fato alguma limitação para os cultivos.

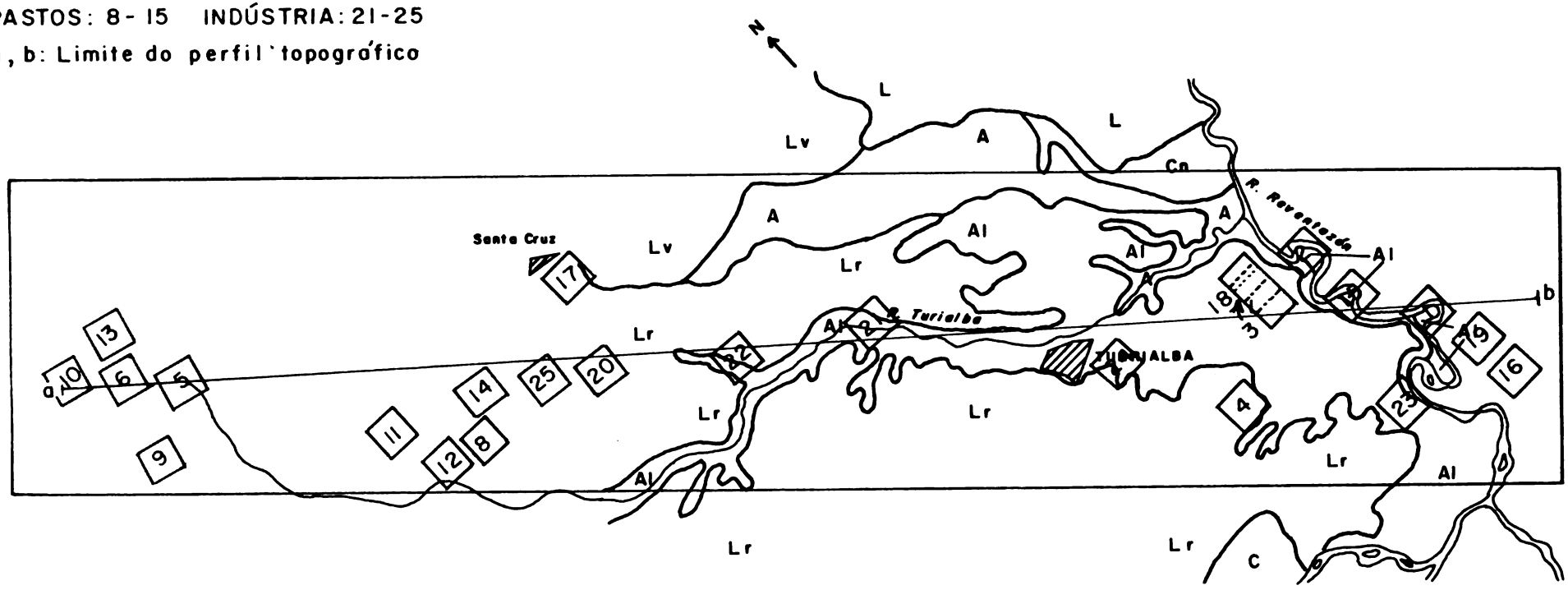
ESTEREOGRAMAS:

BOSQUE: 1 - 7 CULTIVOS: 16 - 20

PASTOS: 8 - 15 INDÚSTRIA: 21 - 25

a, b: Limite do perfil topográfico

GEOLOGIA PARCIAL



Al Fluvio-Lacustre e Aluvião

L Lacustre e Fluvio-Lacustre velho

A Aglomerado

C Conglomerado e arenito

Cn Calcárea numolítica

Lr Lava recente

Lv Lava velha

MAPA Nº 3

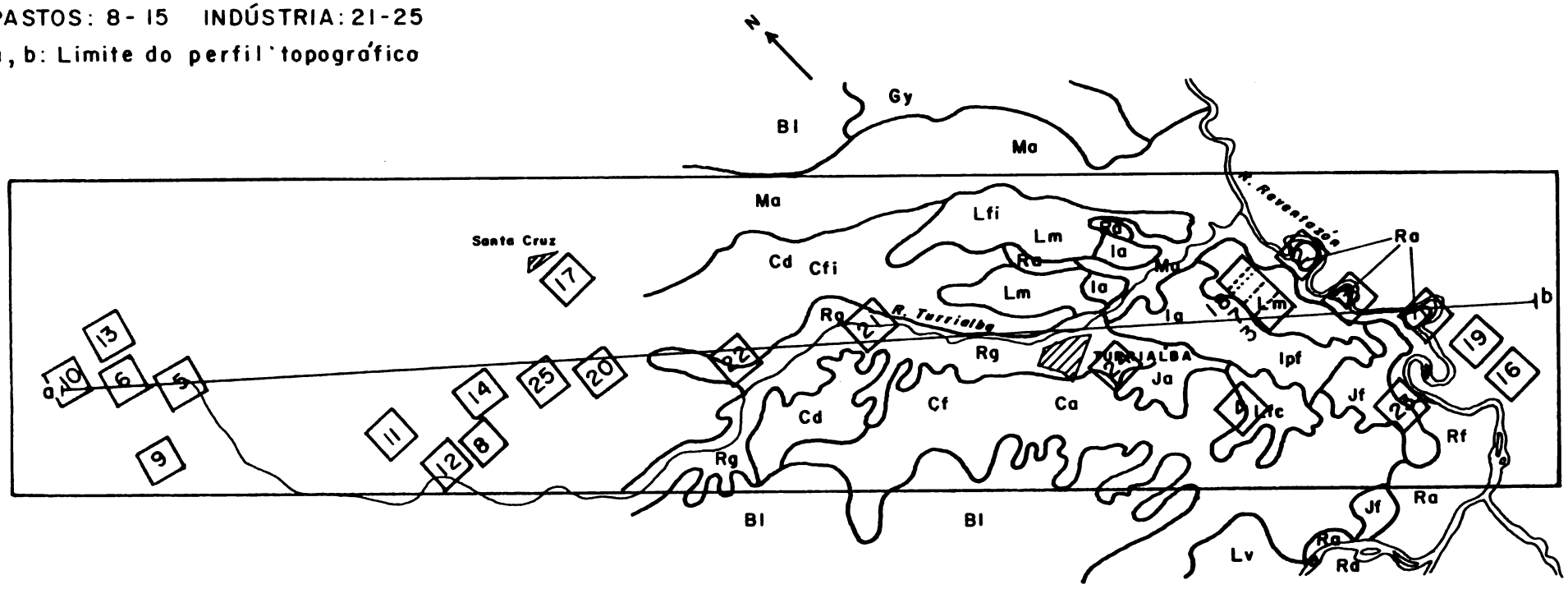
ESTEREOGRAMAS:

BOSQUE: 1 - 7 CULTIVOS: 16 - 20

PASTOS: 8 - 15 INDÚSTRIA: 21 - 25

a, b: Limite do perfil topográfico

MAPA PARCIAL DE SOLOS



Gy Guayabo Argilo Arenoso

Ma Miscelânea

Ra Reventazón arenoso

Rf Reventazón franco-arenoso

Ipf Instituto argiloso Fase pantanosa

Ia " "

Bl Birrisito Limo-arenoso

Rg Reventazón Argilo arenoso

Jf Juray " "

Bl Birrisito Limo-arenoso

Lfi La Margot Franco Argilo Arenosa Fase influenciada

Lm " " " " "

Cfi Cervantes " " " Fase influenciada

Cd " " " "

Cf Colorado " " "

Lfc La Margot " " " Fase coluvial

Lv Las Vueltas Argilosa

MAPA Nº 4

b. Latosólicos originados de lavas e geralmente utilizados por pastos e bosques.

c. Solos negros de cinzas e lavas formados a partir de lavas recentes e com uma capa superficial de cinzas vulcânicas. Caracterizam-se pela pedregosidade superficial, o que representa uma limitação para seu uso; são utilizados com cultivo de café entre 650 e 1.200 m, e pastos além dos 1.200 m.

d. Solos pouco profundos, escarpados, de constituição heterogênea e de escasso desenvolvimento, podendo ser incluidos no grupo litosólico.

5. Hidrografia

Os rios que cortam esta região, analizados em conjunto, formam um padrão de drenagem radial, tendo como centro de dispersão os vulções Turrialba e Irazú. Integram êste padrão rios sub-paralelos, alongados, de densidade média, típicos de áreas formadas por lavas vulcânicas. Todos êles fazem parte da bacia do Reventazón (mapa 1).

6. Clima*

Apesar de vários elementos climáticos atuarem de modo determinante na distribuição ecológica dos vegetais, considera-se que a temperatura e a pluviosidade guardam mais estreitas relações com as plantas.

---

* Considerou-se para estas análises tôda a bacia do Reventazón.

a. Temperatura

No que se refere às condições térmicas convém ressaltar as variações que ocorrem em cada região, determinadas pelos gradientes termodinâmicos. Até uma altitude de aproximadamente 1.000 m o gradiente varia de 0,7°C a 0,5°C para cada 100 metros. Depois dêste nível correspondente ao de condensação, os gradientes variam de 0,4°C a 0,5°C/100 m, valores êstes já encontrados em diferentes estudos: Trojer (38) em Colombia, Mojica (27) e os estudantes de Recursos para o Desenvolvimento, do IICA, 1967-68, na bacia do Reventazón, Costa Rica. Êsses gradientes foram considerados para a distribuição vertical da temperatura na área do estudo.

Os processos de circulação intertropical e local são ativados pela temperatura, a qual influi sôbre as condições de nebulosidade, radiação e umidade do ar atmosférico de cada lugar. As maiores oscilações térmicas encontram-se no fundo dos vales e nas pequenas bacias, enquanto que as menores oscilações diárias da temperatura, ocorrem nas encostas.

A amplitude térmica em relação a média anual durante todos os meses do ano é pequena (40). As temperaturas inferiores à média registram-se de novembro a março, sendo superiores a êste valor em todos os outros meses do ano.

b. Pluviosidade

A variação de temperatura é um fator determinante na distribuição da pluviosidade e intercâmbios das massas de ar em uma bacia. Devido a diferenças térmicas, se processa uma circulação diurna, do

vale para a montanha, que subindo as encostas desce sôbre o vale principal, fechando dêste modo o processo de circulação. Com a mudança das condições térmicas, durante a noite, ou com a ocorrência de precipitações, inverte-se o sistema de circulação, dirigindo-se as massas de ar da montanha para o vale. Êste processo atua durante todo o ano, refletindo-se nos totais pluviométricos correspondentes às médias anuais.

Um exame do mapa de isoietas da área (mapa 5) permite verificar que os totais pluviométricos correspondentes aos vales e partes mais altas do relêvo são inferiores às zonas intermediárias, sôbre as quais atuam ambas as circulações, a diurna e a noturna.

As isoietas que acompanham os vales dos rios Reventazón, Turrialba, Atirro, Pejibaye e Pacuare não vão além de 3.000 mm de chuva anual, bem como as partes mais elevadas, ou seja, o alto das serras pertencentes às cordilheiras Central e de Talamanca, cujos valores são inferiores a 2.000 mm.

Apesar da quantidade de chuva ser quase a mesma no fundo dos vales e partes mais elevadas do relêvo, êstes dois níveis se diferenciam por outra característica climática, igualmente relacionada com a evolução das circulações locais: a radiação solar, ou seja, as horas de sol efetivamente possíveis. No fundo dos vales o ciclo diário de nebulosidade, e por conseguinte, da radiação global, faz com que a radição direta se apresente até às 14 ou 15 horas, enquanto que os címos permanecem nublados desde as 9 ou 10 horas da manhã.

Também se observa que o transcurso estacional das chuvas mostra uma peridiocidade que está relacionada com o deslocamento das massas

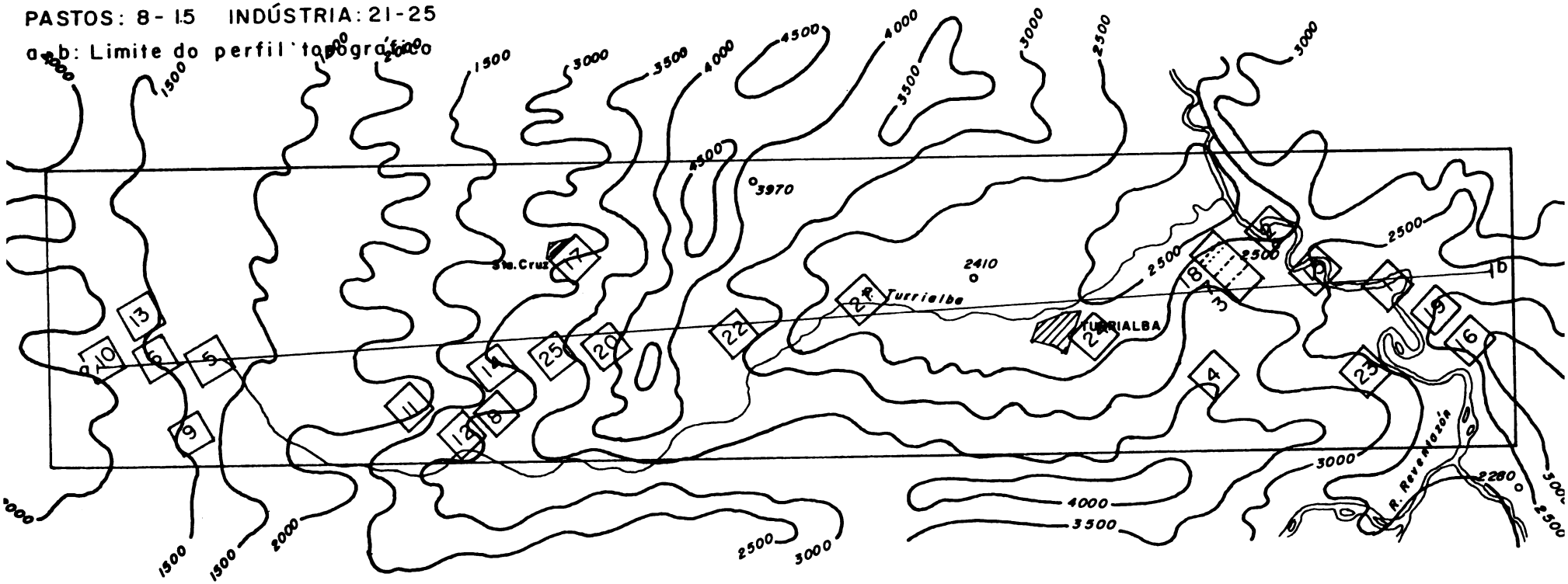
ESTEREOGRAMAS:

BOSQUE: 1 - 7 CULTIVOS: 16 - 20

PASTOS: 8 - 15 INDÚSTRIA: 21 - 25

a - b: Limite do perfil topográfico

ISOIETAS EM mm DE CHUVA ANUAL



MAPA Nº 5

do sistema de circulação intertropical (mapa 6). De acôrdo com a posição dêsse sistema, apresentam-se fluxos gerais de ar que se sobrepõem sôbre as circulações locais, dando como resultado diferentes transcursos (41). No caso de Turrialba, por exemplo, março é o mês mais sêco, começando as chuvas em geral em meados de maio para tôda a área.

O início das precipitações, segundo a distribuição relativa em percentagem, tem início simultâneamente em tôda a zona, desde que a intensidade do período chuvoso se modifica segundo a orientação das encostas, a oriente ou ocidente (42). Sôbre as ladeiras orientais, a distribuição da época chuvosa é mais uniforme, e o período sêco não é tão intenso; nas encostas ocidentais, o período sêco é mais prolongado, iniciando-se bruscamente a época chuvosa.

7. Vegetação

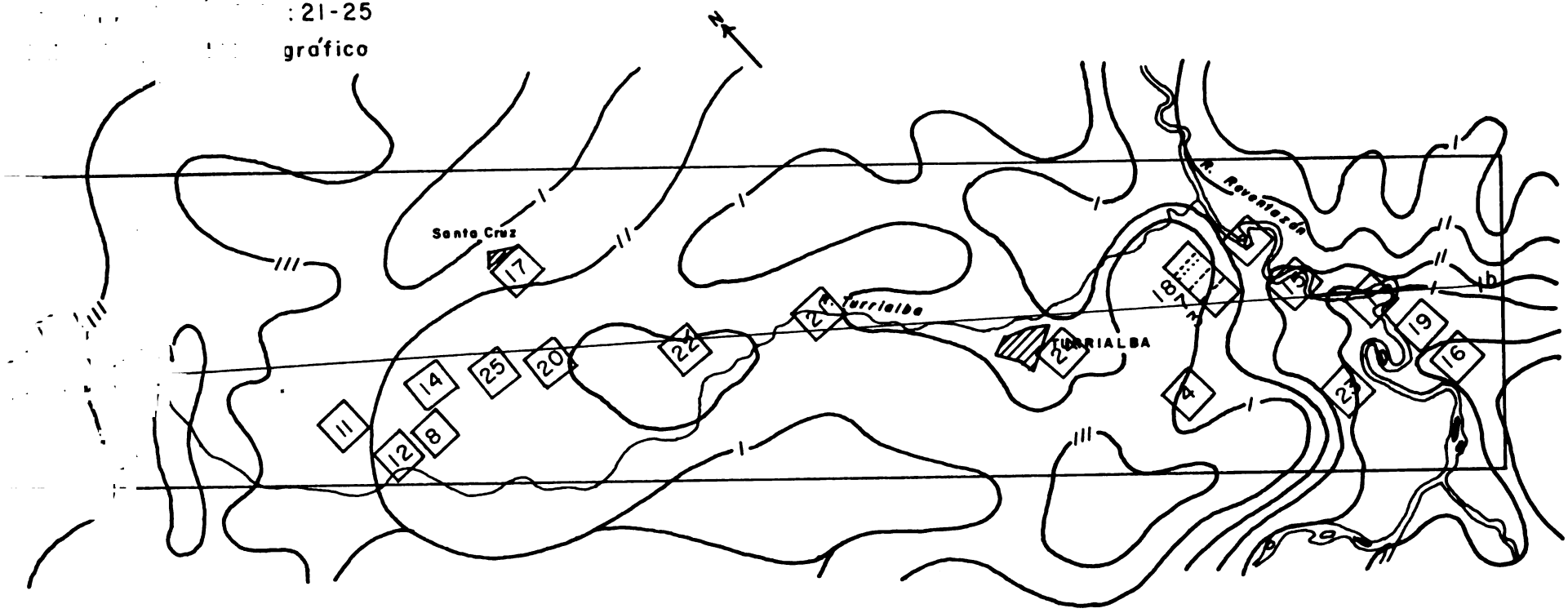
Com a variação de altitude encontra-se algumas diversidades nas paisagens fitogeográficas dentro da área.

Entre os 2.000 e 3.000 m, região do vulcão Turrialba, aparece a vegetação conhecida como "cloud forest", estudada por Weber (45), que menciona poder existir nas áreas pouco exploradas, espécies com até 30 m de altura. Apresentam as árvores de modo geral, grande quantidade de lianas e epífitas, cujo número tende a diminuir com o crescimento das cotas hipsométricas.

Nas margens do Reventazón e arredores, ocorre uma vegetação que segundo Matos (26) é constituida por três estratos descontínuos, de plantas lenhosas, erectas, latifoliadas, superando o primeiro

TRANSCURSOS PLUVIAIS

: 16-20
: 21-25
gráfico



estrato os 25 m. Muitas epífitas e lianas, se apresentam nêste tipo de vegetação.

Como uma particularidade dessa mesma formação vegetal, menciona-se a comunidade Goethalsia que aparece em Florência, a um nível médio de 670 m, estando formada de modo predominante pela Goethalsia meiantha que segundo Budowski (12), é uma espécie típica de bosques secundários.

As formações vegetais do vale do Reventazón foram estudadas por Reark (33) que utilizando a antiga classificação de Holdridge* para as zonas de vida, encontrou três unidades, denominadas como: "tropical moist forest", "subtropical wet forest" e "lower montane rain forest". Dentro de cada uma destas zonas, o autor procurou definir as associações vegetais existentes, segundo as espécies predominantes e o aspecto fisionômico.

O primeiro tipo localiza-se no vale do Reventazón, a uma altitude inferior a 600 m. As médias térmicas são superiores a 24oC e as médias pluviométricas entre 2.000 e 4.000 mm por ano. Esta área que corresponde a apenas uma parte do vale do Reventazón, apresenta-se com uma alta percentagem de umidade relativa. A floresta tem um aspecto fechado e as copas estão muito densas no seu estrato superior, mas as plantas que formam os demais estratos estão irregularmente distribuidas e mais esparsas. Algumas espécies dominantes são ligeiramente decíduas, mas esta não é uma característica dessa

---

* Estas denominações correspondem aos tipos "tropical húmedo", "premontano muy húmedo" e "montano bajo muy húmedo" (mapa 7).

ESTEREOGRAMAS:

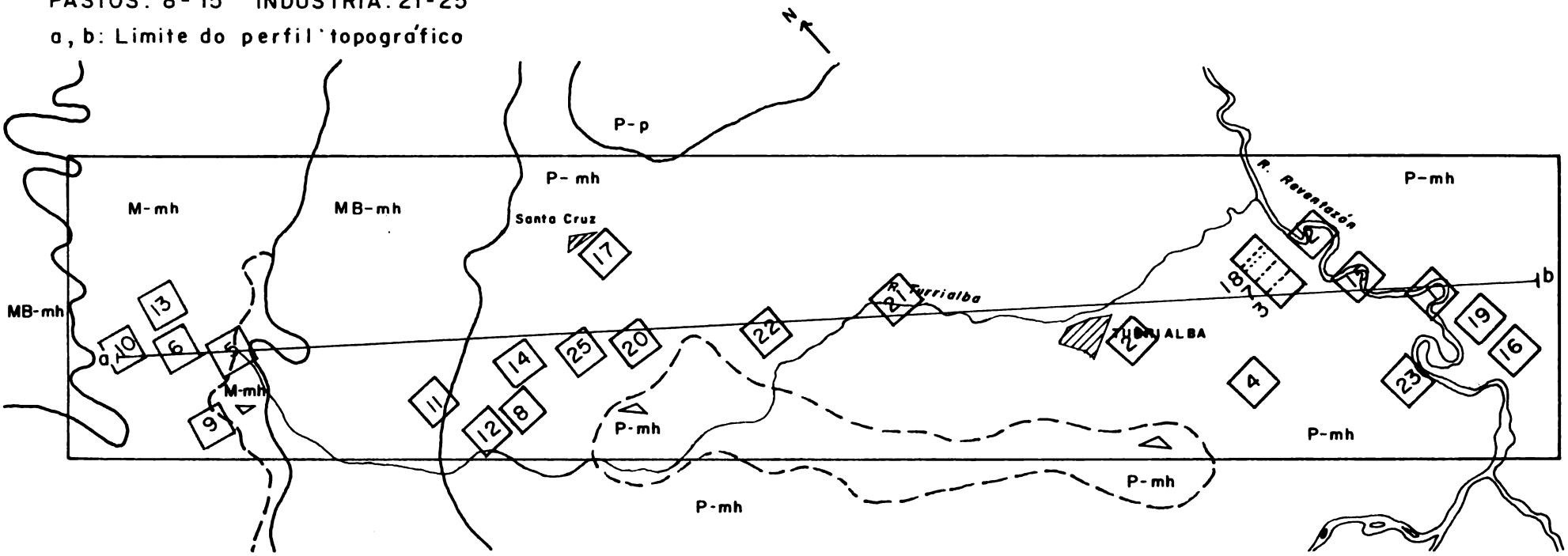
BOSQUE: 1 - 7 CULTIVOS: 16 - 20

PASTOS: 8 - 15 INDÚSTRIA: 21 - 25

a, b: Limite do perfil topográfico

ZONAS DE VIDA

segundo sistema L. R. Holdridge



MB-mh	Montano Bajo muy húmedo
M-mh	Montano muy húmedo
P-mh	Premontano muy húmedo
P-p	Premontano pluvial
----	Zonas de transición
△	Más frío
▽	Más cálido

MAPA Nº 7

formação. O estrato mais alto tem uma média de trinta metros. Lianas e epífitas estão sempre presentes nessa vegetação.

O tipo "subtropical wet forest" é encontrado em grande parte da bacia do Reventazón e possui como características climáticas temperaturas médias anuais entre 18° e 24°C e precipitação entre 2.000 e 4.000 mm. A nebulosidade é frequente nestas áreas. A vegetação é formada de vários estratos, estando o superior constituido de copas que no conjunto se apresentam como um manto descontínuo. Nessa formação encontrou o autor duas associações: a) Cedrela mexicana-Simaruba glauca e b) Cedrela tonduzzii.

Também constatou êle a ocorrência do tipo "lower montane rain forest", região bastante úmida, cuja precipitação média anual corresponde a uns 4.000 mm e médias térmicas entre 12° e 18°C.

Embora possuindo espécies com 25 a 30 m esta formação contém um estrato cujas espécies têm uma altura de 5 a 15 m, portanto constituida de árvores pequenas a médias. As epífitas são muito comuns nas espécies arbóreas.

B. Fotos Aéreas Empregadas

Procurando-se atingir a um dos objetivos dêste estudo, que é comprovar a utilidade dos estereogramas em análises dos padrões de cobertura da terra, se utilizou para a sua confecção fotografias pancromáticas verticais, a escala aproximada de 1:20.000 e 1:10.000.

As primeiras, usadas como base, pertencem ao projeto AID-6, tomadas em quatro diferentes missões no ano de 1965 (12 de janeiro a 11 de março). As fotos dêste projeto cobrem todo o noroeste do

Cantão de Turrialba; foram tomadas a uma altura média de 3.100 m, com uma distância focal de 152,7 mm.

As de 1:10.000 não cobrem tôda a área de estudo, dai não ter sido possível a confecção de todos os estereogramas a esta escala. Pertencem ao projeto Turrialba, realizado em 1960 (16 a 31 de julho), com apenas quatro linhas de vôo, as quais cobrem a porção meridional da área. Estas fotos foram tomadas a uma altura média de 2.135 m e com uma distância focal de 150,7 mm.

Tentando-se complementar estas análises e atingir a um outro objetivo, ou seja, determinar os fatôres possíveis de serem considerados elementos de reconhecimento, a diferentes escalas, utilizou-se também fotos de 1:60.000. Estas pertencem ao Projeto 142, realizado em janeiro de 1956, cujas linhas de vôo dão cobertura aerofotogramétrica a todo o Cantão e foram tomadas a uma altura aproximada de 9.760 m. Com estas fotos foi feita uma observação geral da área, procurando-se notar os tipos de padrão existentes e também se fêz uma análise das imagens fotográficas de tôdas as parcelas tomadas para a confecção dos estereogramas, com o fim de se verificar se são úteis para estudos desta natureza.

C. Descrição dos Procedimentos Utilizados

1. Trabalhos de Laboratório

Selecionadas tôdas as fotos a escala aproximada de 1:20.000 que cobrem a área de estudo, se fêz uma análise estereoscópica geral por linhas de vôo, procurando-se determinar parcelas que representem bem os diversos padrões de cobertura existentes.

a. Seleção das Parcelas

A escôlha dêsses lugares foi feita procurando-se atender aos seguintes requisitos:

1) que representem os principais padrões de cobertura da terra, ligados tanto às paisagens naturais (vegetação natural) como humanizadas (cultivos, pastagens, indústrias);
2) que dentro do possível um mesmo padrão esteja representado em mais de uma área, as quais podem se diferençar por: formas de relêvo, altitude, solos, pluviosidade, temperatura, técnicas de exploração, etc.;
3) que estejam localizadas em zonas accessíveis, a fim de facilitar as comprovações de campo.

b. Construção dos Estereogramas

Para a construção dos estereogramas* considerou-se o procedimento explicado por Remeijn (34) em sua apostilha de classe, o qual consiste na localização e transferência dos pontos principais de tôdas as fotos utilizadas; delimitação da área do estereograma, mediante a linha de base, e transferência dos pontos correspondentes aos vértices do quadrilátero, à foto que constitui o par estereoscópico.

c. Montagem e Representação Grafica dos Estereogramas

Para a montagem dos estereogramas desenhou-se prèviamente em

---

* Utilizou-se nesta etapa um estereoscópio de espelho.

um cartão perfurado de tamanho 20 x 12 cm dois quadros de 2,5 x 2,5 cm com um afastamento entre seus centros de 5,5 cm, o qual representa uma distância interpupilar média, que poderá ser usada fàcilmente pela maioria dos observadores.

Para que a percepção de relêvo seja acentuada é necessário que as imagens sejam orientadas de tal forma que as sombras estejam voltadas para o observador (4, 28).

Confeccionado cada estereograma se fêz sua representação cartográfica em um mapa da região a escala de 1:100.000 (mapa 8), onde se encontravam traçadas as linhas de vôo das fotos a escala de 1:20.000.

2. Trabalhos de Campo

Nesta fase foram consideradas:

a) Visitas a todos os locais prèviamente selecionados, com o fim de constatar as modificações havidas e fazer a seleção definitiva das parcelas para a construção dos estereogramas e posteriores análises.

b) Observações de algumas condições ambientais, como localização da parcela, côr dos solos, texturas, drenagem, erosão, etc. (anexo 1).

c) Medições de alguns aspectos, como declividade, alturas de árvores (alguns indivíduos), alturas de instalações, e distâncias entre linhas de cultivo (anexo 1).

d) Obtenção de fotos terrestres para a organização dos estereogramas horizontais.

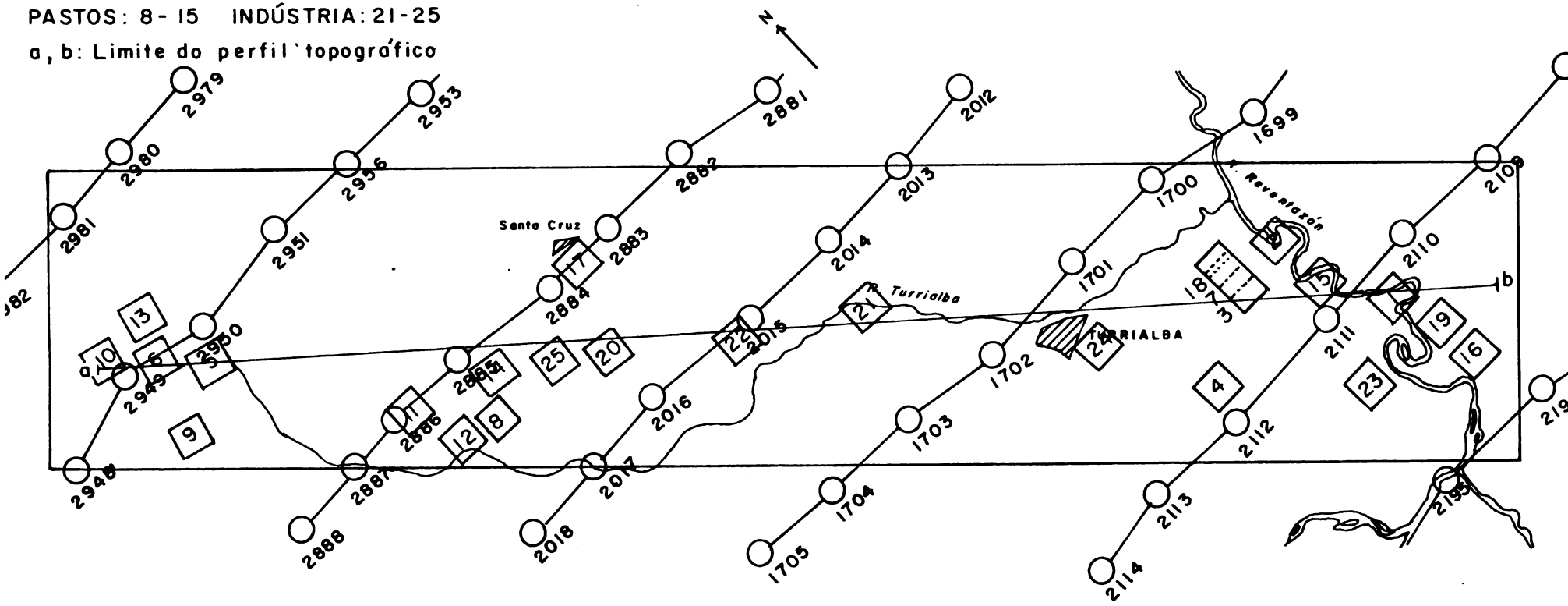
ESTEREOGRAMAS:

BOSQUE: 1 - 7 CULTIVOS: 16 - 20

PASTOS: 8 - 15 INDÚSTRIA: 21 - 25

a, b: Limite do perfil topográfico

LINHAS DE VÔO



FOTOGRAFIAS: ESCALA 1:20.000 ±

D. Conceitos Empregados

Os fatôres naturais e culturais que integram as paisagens geográficas se vêem representados em fotos aéreas por imagens de distintas tonalidades e formas, permitindo ao investigador as mais diversas observações sempre que sejam feitas análises tri-dimensionais.

Os resultados dêsses exames estão na dependência de inúmeros fatôres que dizem respeito não apenas a qualidade das fotografias, como a acuidade visual e mental do intérprete, mas de maneira geral, o reconhecimento de um objeto resultada da análise ou interpretação dos fatôres ou características das imagens fotográficas.

Para êste estudo, considerou-se como fatôres de reconhecimento tom, textura, densidade, padrão, altura, forma e localização, os quais foram empregados para análises das parcelas ou das imagens individuais.

A seleção dêsses fatôres foi feita mediante uma revisão de vários estudos referentes a padrões de cobertura da terra, com especial observação para as características das imagens fotográficas utilizadas (quadro 2). Em alguns casos foi possível se obter uma idéia dos elementos considerados pelo investigador como mais importantes. Amaral e Verdade (2), por exemplo, dão bastante ênfase ao alinhamento, espaçamento e tonalidade para a determinação do padrão de imagem de alguns cultivos tropicais; Goodman (20) opina que se observando o tom, a textura e objetos que podem estar presentes nas paisagens, é possível a grande escala se identificar muitos cultivos; outros autores como Dillewijn (17), Schreuder (35), Bomberger e Dill (9), Wilson (47) e Wray (48) usam algumas características em

Quadro 2. Fatôres de reconhecimento das imagens fotográficas utilizadas em estudos sôbre a cobertura da terra por diversos autores.

Características das imagens fotográficas / Investigador	Tom	Textura	Padrão	Forma	Tamanho	Sombra	Presença de objeto	Aspecto vegetativo	Localização	Nitidez da foto	Efeitos estereoscópicos	Combinação de elementos	Variação de práticas agrícolas	Condições físicas
Am. Soc. of Photogrammetry	x	x	x	x	x	x								
Amaral e Verdade*	x	x	x	x	x		x	x	x					x
Audi	x	x					x	x						x
Bandat	x	x	x	x	x	x			x					
Goodman***	x	x					x						+	+
Haefner	x	x		x	x	x					x			
Dillewijn	x	x		x					x		x			
Moncayo**	x	x		x	x	x			x					
Ray	x	x	x	x	x	x						x		
Schreuder	x	x		x	x	x	x			x				
Spurr	x	x		x	x	x			x			x		

* A textura e o padrão são substituidos por alinhamento e espaçamento, por êstes autores

** Não menciona o tamanho e a localização entre os fatôres de foto-imagens.

*** Não considera as condições físicas e variação das práticas agrícolas como fatôres importantes para o reconhecimento das imagens fotográficas.

suas análises do uso da terra, sem ressaltar no entanto, quais as que consideram mais importantes.

1. Fatôres das Foto - Imagens

a. Tom

Como define Stone (37) o tom é o resultado de propriedades reflectivas que dependem da posição do objeto em relação ao sol e a sua densidade. Além dêstes fatôres, condições geográficas e climáticas (latitude, hora do dia e mês do ano, e condições atmosféricas na ocasião do vôo), exercem bastante influência, desde que êstes fatôres fazem variar as condições da incidência dos raios luminosos e consequentemente, a quantidade de luz que irá impressionar a película. O filme e o filtro usados, bem como as técnicas de laboratório empregadas posteriormente, contribuem também para que haja modificações de tonalidade.

Como se observa, o tom é um elemento de reconhecimento de caráter muito subjetivo, sendo, por esta razão de valor bastante relativo, devendo sempre ser considerado em combinação com outros elementos, para que não se chegue a falsas conclusões.

b. Textura

A textura refere-se a frequência das mudanças de tom dentro da imagem, o que é produzido por fatôres demasiado pequenos para serem observados na fotografia (31). Na realidade é uma combinação de vários elementos: tom, forma, tamanho, e densidade, como indica Ray (32).

Pode ser considerada elemento de alto valor no reconhecimento

de imagens fotográficas, sobretudo se usada em forma comparativa, no entanto, deve-se tomar em conta a escala e o tom, fatôres que mais influem na sua variação.

As análises de texturas das parcelas selecionadas foram feitas por comparação, usando-se uma escala apresentada por Moncayo (28) a qual varia de muito fina a rugosa.

c. Densidade

A densidade exprime a percentagem de cobertura de um fator em uma área; seus efeitos se refletem principalmente no tom, textura, e padrão das imagens fotográficas. A densidade dos padrões estudados foi medida com uma escala (figura 1) apresentada em uma película transparente em três diferentes tipos, cuja escolha depende do tamanho das copas, medido com a escala de diâmetro (figura 1).

d. Padrão

É a maneira como os fatos ou elementos se arranjam em uma área determinada (31).

Esta distribuição espacial diz respeito não apenas aos aspectos naturais da vegetação relacionados quase sempre com as condições físicas do meio ambiente, mas também aos padrões criados pelo homem. O tipo de cada padrão é dado pelo grau de uniformidade, orientação, densidade e integração dos vários fatôres que o constituem.

e. Forma

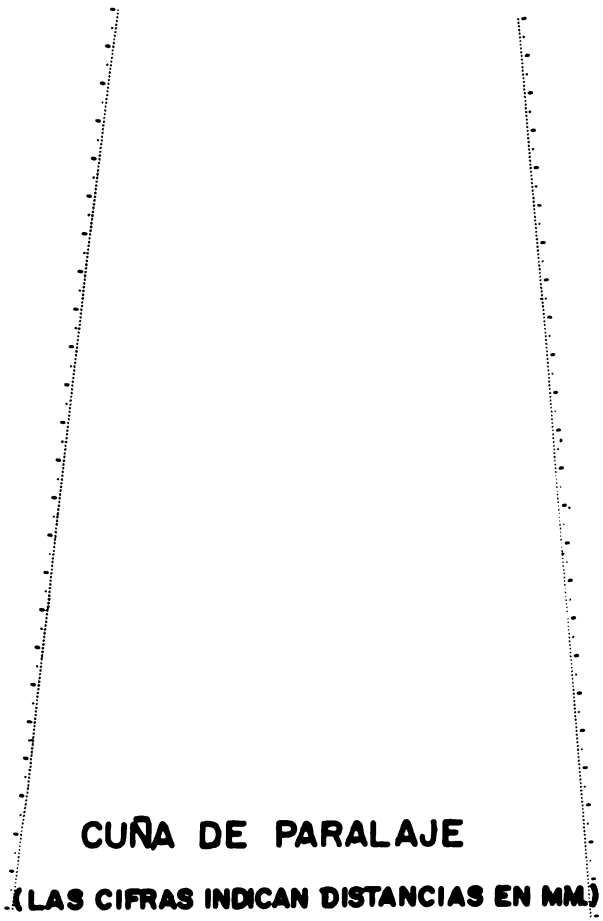
A forma é indicada, como comenta Moncayo (28), pela mudança de tons entre os limites de uma imagem ou o conjunto de imagens e os

U. B. C. CROWN CLOSURE SCALES

PERCENT OF STOCKING

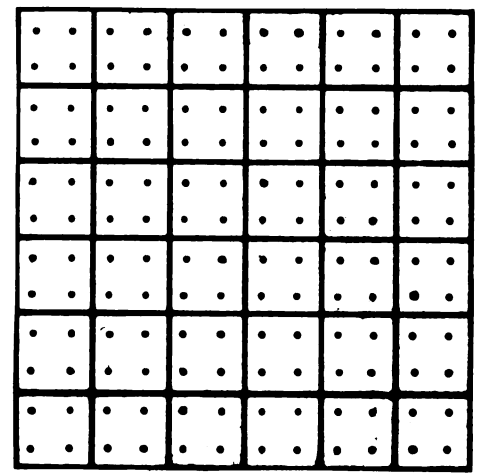
5 15 25 35 45 55 65 75 85 95 5 15 25 35 45 55 65 75 85 95 5 15 25 35 45 55 65 75 85 95

0·0125" CROWNS 0·0133" CROWNS 0·025" CROWNS



CUÑA DE PARALAJE

(LAS CIFRAS INDICAN DISTANCIAS EN MM.)



DIAMETRO DE COPAS

(LAS CIFRAS INDICAN DIAMETROS EN MM.)

FIGURA I

fatôres adjacentes em uma fotografia. Muitas vêzes a forma auxilia a que o intérprete chegue ràpidamente ao reconhecimento de um objeto e de maneira geral, ajuda na identificação das imagens, desde que pelo aspecto fotográfico das características estruturais de um objeto, é possível formar-se uma idéia dos elementos que com êle se assemelham.

Devido às distorções fotográficas causadas por movimentos laterais do avião durante o vôo, ou à topografia acidentada, que modifica a escala, pode ocorrer que as imagens dos objetos apareçam com variações em sua forma real, no entanto estas distorções não são apreciáveis em pequenos objetos. A porporção que as imagens se distanciam mais do ponto principal na foto aérea, maiores serão as modificações em sua forma.

f. Superfície

É uma característica quantitativa considerada excelente guia na interpretação das imagens fotográficas, sempre que analisada em associação com outros fatôres de reconhecimento. Pela superfície pode-se ter uma idéia da importância do padrão na área, bem como relacionando-se com outras informações, deduzir se é possível a existência de determinado tipo de cobertura. Nos estereogramas a superfície das parcelas foi calculada com o auxílio de uma malha de pontos (figura 1).

g. Altura

É um índice que associado a outros elementos ajuda na identificação dos padrões de cobertura da terra. Como no caso anterior,

tendo-se em vista a escala das fotos, é possível se ter uma idéia das várias interpretações que se pode atribuir a determinado objeto. As alturas aproximadas de alguns elementos que ocorrem nas parcelas dos estereogramas (árvores ou estabelecimentos industriais) foram calculadas com auxílio da cunha de paralax, (figura 1) aplicando-se a fórmula:

$$h = H \cdot \frac{dp}{b + dp}$$

h = altura do objeto que se deseja conhecer

H = altura do vôo sôbre o terreno, em metros

dp = diferença de paralax, em milímetros

b = linha de base média, em milímetros

h. Localização

É um fator imprescíndivel no reconhecimento de um objeto sobretudo se o intérprete associa sua imagem à de outros objetos que lhe estão próximos, ou a topografia (36). Nêste estudo foram considerados êstes dois aspectos, procurando-se determinar os limites altitudinais correspondentes aos principais tipos de vegetação natural e aos cultivos.

E. Sistematização das Informações em Cartões Perfurados

Tentando-se atingir a uma meta dêste estudo, ou seja, desenvolver meios de anotações sistemáticas relativas aos padrões de cobertura da terra, se transportou para o cartão perfurado, tôdas as informações obtidas, quer por análises de laboratório ou observações de campo.

Confeccionados todos os estereogramas, aéreos e terrestres, foram feitas as análises das características fotográficas referentes a tom, textura, densidade, padrão, superfície, altura, forma e posição do objeto em relação ao relêvo e ao padrão de uso a que está integrado, observações estas feitas para as parcelas e as imagens individuais. Outros dados relativos ao relêvo (declividade, altitude exposição), solos (drenagem, erosão), tipo de cobertura (bosque, pasto, cultivo, intalação para beneficiamento de alguns produtos agropecuários) foram também anotados. Tôdas estas informações representadas nos bordos do cartão estão nùmericamente codificadas, de acôrdo com a quantidade de elementos possíveis de serem encontrados na região (anexo 2).

Dados referentes às fotos aéreas como projeto, número das fotografias, linha e altura de vôo, missão, distância focal, data e hora em que foram tomadas as fotos e base das fotografias, se vêem também anotados nos cartões,mas sem codificação. O mesmo ocorre com algumas características de solos, clima, sistema e aspecto do tipo de cobertura e alguns dados de medições terrestres.

F. Codificação para os Fatôres das Imagens Fotográficas Usados na Chave

Abertas tôdas as perfurações correspondentes aos aspectos de cada um dos elementos de reconhecimento, quer relativo às imagens fotográficas ou às características físicas da paisagem geográfica, se fêz uma análise comparativa das informações registradas nas margens do cartão, a fim de se verificar que características apresentava

cada um dos elementos de reconhecimento em relação aos padrões de cobertura estudados. Selecionou-se posteriormente a textura, o tom, e a densidade como os fatôres mais representativos na identificação dêsses padrões, com os quais se organizou a chave de reconhecimento, complementada com alguns aspectos fotográficos peculiares a cada um dos padrões analizados.

O código organizado com êstes três elementos, textura, tom e densidade, apresenta várias combinações, numeradas de tal forma que torna possível qualquer complementação, caso seja empregado em outros estudos (anexo 3).

CAPITULO IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A. Chave de Reconhecimento para Alguns Tipos de Cobertura da Terra Utilizando Fatôres das Imagens Fotográficas

Depois de terem sido determinadas cada uma das características referentes aos fatôres das foto-imagens, seja dos aspectos fotográficos ou condições ambientais, foram transportadas tôdas estas informações para as perfurações existentes nos bordos do cartão, segundo codificação apresentada no anexo 2.

Prosseguindo-se, através de uma análise comparativa, feita com cada um dos fatôres considerados, verificou-se que a textura, segundo o tamanho e o tipo, o tom e a densidade, eram os que mais poderiam auxiliar no reconhecimento das imagens fotográficas dos padrões existentes na área.

Com êstes elementos organizou-se a chave, a qual se vê representada no quadro 3. Como se pode observar, a textura fotográfica, estabelecida pelo tamanho foi tomada como principal fator de reconhecimento, seguida da textura segundo o tipo, o tom e a densidade. Para cada um dêstes elementos, estabeleceu-se combinações de vários aspectos, possíveis de serem encontrados em padrões de cobertura da terra (código para a chave organizado com fatôres das foto-imagens; anexo 3).

Buscando-se uma sistematização que possa representar êstes tipos de cobertura, criou-se um sistema de numeração, o qual pode ser observado na chave e no anexo 3. Para cada fator considerado destinou-se dois algarismos apresentados em ordem crescente a partir de

Quadro 3. Chave de reconhecimento para alguns padrões de cobertura da terra organizada com fatôres da foto-imagem.

CARACTERÍSTICAS DAS IMAGENS FOTOGRAFICAS				PARTICULARIDADES	TIPO DE COBERTURA
TEXTURA		TOM	DENSIDADE		
TAMANHO	TIPO				
grossa a muito grossa (14)	granular (08)	Cinza escuro a médio (17)	bastante denso (+75%) (06)	área de difícil acesso ausência de fatôres humanos desigual estratificação copas de tamanhos irregulares	Floresta primitiva (14.08.17.06)
grossa a média (13)	granular (08)	cinza médio a escuro (12)	medianamente denso (-75%) (03)	indícios de penetração (caminhos casas, áreas de cultivos) copas de tamanho mais ou menos uniforme estratos regulares (menor número de espécies emergentes)	Floresta secundária (13.08.12.03)
				estrato superior com aspecto homogêneo copas com formas geométricas (poligonal)	Floresta secundária-Comunidade Goethalsia (13.08.12.03)
	granular a mosqueada (11)	cinza escuro a claro (leve ou medianamente mosqueado) (16)	medianamente denso (35 a 65%) (03)	regiões elevadas (2.000 a 3.000 m) espécies de porte mediano e forma cilíndrica	Floresta de montanha (13.11.15.03)
média a fina (08)	granular (08)	cinza médio (09)	medianamente denso (-75%) (03)	certo alinhamento copas com diâmetro mais ou menos uniforme padrão às vêzes regular	Plantação florestal (08.08.09.03)
	linear (19)	cinza médio (09)	medianamente a pouco denso (35 a 15%) (04)	árvores de sombra com poda pouco profunda ou sem poda alinhamento não muito regular (espaçamento triangular)	Cultivo do cacau (08.19.09.04)
		cinza médio a escuro (12)	medianamente denso a pouco denso (35-5%) (04)	tom cinza médio a escuro (mais intenso que os outros cultivos) presença de correadouros alinhamento regular	Cultivo do café (08.19.12.04)

Continuação Quadro 3

CARACTERÍSTICAS DAS IMAGENS FOTOGRAFICAS				PARTICULARIDADES	TIPO DE COBERTURA
TEXTURA		TOM	DENSIDADE		
TAMANHO	TIPO				
fina (03)	macia ou linear (06)	cinza claro a médio (05)		presença de carreadouros parcelas cercadas quando junto a pastos	Cultivo da cana (03.06.05.)
	macia (03)	cinza médio (09)		área plana ou quase plana, mal drenada tons às vêzes moteados	Vegetação herbácea-pantanosa (03.03.05.00)
		cinza claro a médio (05)		tons não muito uniformes presença ou proximidades de estábulos, leiterias, bebedouros, gado marcas de pisoteio	Pasto limpo (03.03.05.00)
	macia, mosqueada (05)	cinza claro a médio (mosqueado) (06)	pouco denso (5 a 25%) (01)	tons não muito uniformes, mosqueados presença ou proximidades de estábulo, leiteria, bebedouros, gado marcas de pisoteio	Pasto com árvores (03.06.05.01)
fina a muito fina (04)	lisa a macia levemente mosqueada (05)	branco (01)		ocorrência de água instalações a diferentes níveis facilidade de transporte presença de um secador ou terreiro	Instalação para o benefício do café (04.05.01.00)
		branco a cinza médio, levemente mosqueado (03)		áreas planas ou levemente onduladas caminhos de acesso a indústria (estrada de ferro ou rodagem) Chaminé	Indústria ou Usina de açúcar (04.05.03.00)
	lisa (01)	Branco a cinza claro (02)		proximidade de pastos forma retangular, geralmente alongada	Leiteria (04.01.02.00)

01, dando possibilidade para que se possa introduzir outras combinações, se necessário. A reunião dêstes algarismos forma um número separado em classes de dois algarismos por pontos. Da esquerda para a direita encontra-se a primeira classe que se refere ao tamanho da textura, a segunda ao tipo de textura, a terceira ao tom e a quarta a densidade. No caso de não ser necessário se considerar um dêstes fatôres, sua posição no número deve ser preenchida com dois zeros.

Assim, a identificação de um tipo de cobertura deve ser feita partindo-se de uma observação da textura fotográfica, a qual deverá ser analisada em comparação com a textura dos outros padrões existentes. Determinada a textura segundo sua dimensão, observa-se seu tipo e, em seguida, o tom e a densidade. No caso dêsses fatôres não terem sido suficientes para o reconhecimento das imagens fotográficas, deve-se observar algumas particularidades, peculiares a cada um dos tipos de cobertura, as quais certamente irão ajudar ao pesquisador na interpretação das foto-imagens.

É possível esclarecer-se o mecanismo da chave com alguns exemplos:

Estereograma 1: apresenta esta parcela uma textura muito grossa granular, que na chave corresponde aos números 14 e 08, tom cinza escuro, também de acôrdo com o número 17 e densidade superior a 75%, aspecto que ainda coincide com o número 06. Havendo concordância com todos os aspectos, êste padrão será identificado como uma floresta primitiva ou de primeiro crescimento, recebendo o número 14.08.17.06.

Estereograma 11: tipo de cobertura que apresenta uma textura fotográfica grossa granular, a qual levaria o pesquisador a canalizar

suas observações através do tipo 14 ou 13. Segundo a tonalidade, cinza escuro, relacionado com a textura, poderia estar êste padrão incluido nos números 17 ou 12, mas pela densidade, medianamente denso, as possibilidades se limitariam a êstes tipos: floresta secundária, floresta secundária-comunidade Goethalsia e floresta de montanha. Como êstes fatôres não foram suficientes para sua identificação, outras observações referentes às particularidades deverão ser feitas, e no caso, a posição topográfica acima de 2000 m e o porte das árvores 5 a 15 m, levarão o pesquisador a identificá-lo como uma floresta de montanha.

Estereograma 6:

Pela textura média linear, o tom cinza médio e a densidade, medianamente denso, êste cultivo poderia ser interpretado como café ou cacau, pois ambos nas fotos aéreas têm um padrão muito semelhante. A tonalidade é um bom critério de identificação, pois o café, sobretudo quando novo, possui um tom mais escuro que os outros cultivos, mas quando o cafezal se apresenta cheio de falhas, o tom é cinza mais claro, semelhante ou que apresentam as plantações de cacau. Não se podendo identificar por esta característica, deve-se observar certas particularidades como, alinhamento, poda das árvores de sombra, caminhos de penetração ou algum benefício que pode estar presente na área ou em suas proximidades. Na parcela selecionada é fácil se verificar algumas características dos cafezais: tom cinza escuro e médio indicando cultivos de diferentes épocas e carreadouros, em maior quantidade do que costuma aparecer nos plantios de cacau.

Estereograma 22: Tratando-se de estabelecimentos, os aspectos de textura e tom já não são tão característicos como fatôres de identificação. Quase todos se apresentam com textura lisa a macia e tons geralmente claros, às vêzes ligeiramente mosqueados. Êstes padrões são reconhecidos mais fàcilmente pela forma e posição geográfica. Nêste exemplo a presença do terreiro e a instalação, localizada a diferentes níveis, pode induzir o pesquisador a identificá-lo como sendo de benefício do café.

B. Padrões de Cobertura da Terra Analisados a Diferentes Escalas

Encontraram-se na área de estudos os seguintes tipos de cobertura:

1. Floresta Primitiva* (14.08. 17. 06)

Estereograma 1**

Pode ser reconhecida pela textura fotográfica, granular, de grossa a muito grossa; tom cinza escuro e copas bastante densas, mas observada a escala de 1:60.000 esta formação pode se confundir com uma floresta secundária de boa regeneração. A redução das copas modifica o tamanho da textura, que já não se apresenta grosseira, aspecto êste típico das florestas primitivas.

Sendo tôda essa área a ocidente do Reventazón de colonização

---

* Segundo o sistema de zonas de vida de Holdridge é classificada como "premontano muy húmedo".

** Todos os estereogramas horizontais estão incluidos na Figura 2.

antiga (meados do século XIX), difìcilmente se encontram parcelas dessa floresta em estado climax, ou seja, em sua máxima culminância sob às condições ecológicas presentes. A ocorrência da que se apresenta no estereograma 1 é explicada pela sua difícil localização: margem esquerda do Reventazón, envolvida quase totalmente por um meandro dêste rio e limitado a ocidente por uma quebrada, o que dificulta o estabelecimento dos meios de penetração. Por outro lado, as espécies que integram essa formação não têm valor econômico (Brosimun sp., Castilloa sp., Simaruba sp., Virola sp.) não havendo interêsse em seu corte.

A extensão dessa parcela equivale aproximadamente a 9 ha. Os estratos dominante e codominante são constituidos de indivíduos com uma altura média de 27 a 35 m e copas com diâmetros médios de 11,9 a 15,6 m, como se pode observar nos quadros que seguem, cujas medições foram realizadas pelo Departamento de Ciências Florestais do Centro de Ensino e Investigação de Turrialba em 1964.

Quadro 4. Medições terrestres da parcela nº 1 localizada à margem esquerda do rio Reventazón - Engenho Florencia.

Indivíduos	Nº indivíduos (2.500 m^2)	Diâmetro de Copas (m)	Altura Total (m)
dominantes	2	17	40,5
codominantes	20	11,4	24,6
dominados	78	4,8	13,2
	100		

Quadro 5. Medições terrestres da parcela nº 2 localizada à margem esquerda do Rio Reventazón - Engenho Florencia.

Indivíduos	Nº indivíduos (2.500 m^2)	Diâmetro de Copas (m)	Altura Total (m)
dominantes	7	14,2	36,4
codominantes	6	12,5	30,5
dominados	65	5,8	13,3
	78		

Descrevendo o tipo de vegetação "Tropical Rain Forest", Bandat (5) menciona que nas fotos aéreas êle aparece com tom cinza médio escuro, e as copas muito densas, aspectos que foram observados nas imagens fotográficas do estereograma, representativo da floresta primitiva. Spurr (36) referindo-se a êsse mesmo tipo de vegetação, diz que as florestas de antigo crescimento geralmente têm textura mosqueada, tom relativamente escuro, e copas irregulares, com estratificação também irregular. Concordando ainda com estas considerações, um grupo de técnicos do Serviço de Fotointerpretação do Instituto Agronômico de Campinas (11), fêz um levantamento da cobertura vegetal de todo êste estado, tendo considerado floresta a tôda formação vegetal que ocorre em boas terras, com árvores dominantes de até 20 m e estruturas irregulares. Como características das imagens fotograficas dêsse tipo de cobertura, considerou: a tonalidade escura acentuada, irregularidade do telhado, ou seja, da parte superior das

árvores e ausência de vestígios da ação do homem.

2. Floresta Secundária* (13. 08. 12. 03.)

Estereograma 2 e 2A

A floresta secundária possui textura granular, menos grossa que as florestas primitivas; densidade também inferior a êsse tipo de cobertura e tom cinza médio a escuro.

A exploração que sofrem estas florestas deixa aspectos que podem ser observados através das características fotográficas: copas de diâmetro mais uniformes; maior regularidade no crescimento dos indivíduos que formam o estrato superior, ou seja, menor percentagem de indivíduos emergentes, características estas que não se observam nas florestas de primeiro crescimento. Em fotos de pequena escala, a textura aparece mais fina e a altura dos indivíduos não é tão visível, mas os outros aspectos não se modificam.

Uma análise dos dados aquí apresentados, também tomados pelo departamento de Ciências Florestais do IICA, no ano de 1964, mostra que os indivíduos dêsse ambiente possuem copas e alturas totais mais reduzidas que as florestas climax.

As observações feitas em algumas parcelas localizadas na área de estudo, referentes às florestas secundárias, concordam com Bandat (5) que diz terem os indivíduos porte mais reduzido, possuindo suas imagens fotográficas textura mais fina e tom mais claro que as

---

* Considerada do tipo "pré-montano muy húmedo" segundo as zonas de vida de Holdridge.

Quadro 6. Diâmetros de copas e alturas totais de 141 indivíduos localizados na floresta secundária do baixo Reventazón - Parcela nº 1.

Indivíduos	Nº indivíduos (2.500 m^2)	Diâmetro de Copa (m)	Altura Total (m)
Dominantes	8	11,8	33,7
Codominantes	30	6,4	20,7
Dominados	103	3,7	12,2
	141		

Quadro 7. Diâmetros de copas e alturas totais de 172 indivíduos localizados na floresta secundária do baixo Reventazón - Parcela nº 2.

Indivíduos	Nº indivíduos (2.500 m^2)	Diâmetro de Copa (m)	Altura Total (m)
Dominantes	11	6	23
Codominantes	54	4,8	21,8
Dominados	107	3,7	12,3
	172		

florestas primitivas. Também menciona que são mais uniformes no conjunto devido ao domínio de algumas espécies que se adaptaram fàcilmente ao ambiente ecológico. Spurr (36) também concorda ser êste tipo de floresta de segundo crescimento, muito semelhante a primária, reconhecendo possuirem os indivíduos que a integram, menor altura total, tom mais claro e menor irregularidade no aspecto fisionômico.

3. Floresta Secundária - Comunidade Goethalsia (13.08.12.03)

Estereogramas 4 e 4A

Êste tipo de cobertura apresenta as mesmas características de textura, tom e densidade, dos bosques secundários, no entanto o estrato superior guarda um aspecto homogêneo, pela predominância da Goethalsia meianta. As copas possuem forma poligonal, resultantes da acomodação natural dos indivíduos nêsse ambiente ecológico, aspecto visto fàcilmente nas fotos de escala grande ou média e não observado a escala de 1:60.000.

Essas comunidades se formam em geral nas florestas secundárias por ser a G. meianta, uma espécie de fácil adaptação à áreas já exploradas pelo homem.

O estrato superior é constituido de indivíduos com uma média de 30 m com a quase total predominância da G. meianta, formando uma cobertura relativamente densa. O estrato inferior a êste é mais heterogêneo, em composição e estrutura, atingindo aproximadamente 13 m, sendo pouco visível nas fotos aéreas.

Fazendo estudos nessa floresta, ao norte da área selecionada para o estereograma representativo dêste tipo de cobertura, Budowski

(12) descreve essa formação segundo suas características fisionômicas, e opina que se desenvolveu em áreas de antigos cultivos, possìvelmente abandonados há cerca de cinquenta anos. Como fator de reconhecimento lembra a forma das copas dos indivíduos dessa comunidade, que se aproximam a polígonos.

4. Floresta de Montanha* (13. 11. 16. 03)

Estereogramas 5 e 6

De textura grossa a média, ora granular (áreas de maior densidade) ora mosqueada (áreas de pequena densidade) a floresta de montanha, "cloud forest" ou "mossy forest", guarda uma posição geográfica que pode ser considerada fator primordial no reconhecimento desta formação. Nos trópicos ocorre em regiões elevadas entre 2.000 e 3.000 m, nível em que o ar atmosférico se apresenta com alta percentagem de umidade relativa. As copas das árvores que integram esta vegetação possuem forma aproximadamente cilíndrica e nem sempre compactas, atingindo alturas que variam de 5 a 15 m. Constituem um manto pouco denso e nas fotos aéreas se observa já ter sofrido esta formação vegetal grande destuição. Poucas são as áreas onde a cobertura apresenta densidade superior a 75% e como tôda a região é usada com pasto, estabeleceu-se que só as parcelas com densidade inferior a 35% seriam consideradas pastos com árvores, sendo florestas as que apresentam maior densidade, como a que se observa no estereograma 5

---

* Corresponde ao "montano bajo muy húmedo" segundo a classificação de Holdridge para as zonas de vida.

ou densidade média como exemplifica o estereograma 6. Como o ambiente não é muito denso, as árvores se formam com troncos tortuosos, guardando às vêzes uma posição inclinada.

Na revisão de literatura encontrou-se algumas referências aos aspectos das foto-imagens, relativos a êsse tipo de cobertura. Spurr (36) descreve que essa formação é de pequeno porte, densa, e que pode ser identificada pela altura, textura relativamente fina e posição topográfica.

Tomando-se em conta estas características comprovou-se a ocorrência dessa vegetação nas proximidades do vulção Turrialba, a qual se vê transformada em quase sua totalidade em pastos arborizados. A presença de epífitas sôbre as espécies arbóreas, é um aspecto típico dessas florestas de montanha.

5. Plantação Florestal (08.08. 09. 03)

Estereogramas 7 e 7A

As plantações florestais se caracterizam pela textura granular de média a fina; tom cinza médio mais ou menos homogêneo e uma certa regularidade, seja no padrão (forma geométrica), seja no porte das árvores que atingem mais ou menos a mesma altura, ou seja, num certo alinhamento dos indivíduos dentro das parcelas.

Êstes aspectos podem não ser claros em fotos a pequena escala, desde que a textura se reduz, as linhas de planta perdem a nitidez se a plantação não é cuidada e segundo a extensão do lote, o padrão pode se tornar insignificante, já não tendo importância como critério de identificação.

Nos estereogramas 10 e 10A observa-se um bosque cultivado em terrenos do IICA, cujos linhas de plantas são bem nítidas nas fotos a escala de 1:10.000 tomadas em 1960. O mesmo estereograma a escala 1:20.000, com fotos tomadas quase cinco anos mais tarde, mostra a mesma vegetação já desenvolvida, assemelhando-se a uma floresta secundária. Como esta parcela permaneceu abandonada por algum tempo, cresceu um estrato arbustivo, deixando pouco claro o alinhamento das espécies arbóreas.

Borgonovi et al (11) no levantamento da vegetação natural do estado de São Paulo, Brasil fazem referência às características das áreas reflorestadas nas fotos aéreas. Apresentam-se com tonalidade escura, estrutura regular e uniforme e textura geralmente fina. Através de um exame estereoscópico observa-se o alinhamento regular, telhado uniforme quando em crescimento, e algumas modificações após cortes recentes. Apesar desta descrição se referir ao eucalipto (Eucaliptus sp.) e ao pinus (Pinus elliottii) o padrão regular e o alinhamento dos indivíduos dentro das parcelas, pode ser observado nos estereogramas referentes à plantação florestal.

O tom, a textura, e a uniformidade do telhado, pode variar segundo as espécies plantadas. No caso que se tomou como exemplo, neste estudo, as plantações se efetuaram em épocas distintas e com diferentes espécies, sendo as mais representativas: Cordia alliodora, Apeiba sp., Dalbergia tucurensis, Juglans boliviana, Pinus caribaea e Zanthoxylum sp., tôdas estas, plantadas em número superior a 50 indivíduos.

6. Vegetação Herbácea Pantanosa (03. 03. 05. 00)

Estereograma 8

Na área de estudo a vegetação de pântanos se apresenta com textura fina, macia e com tonalidade cinza médio, a escuro*. Êste tipo de cobertura ocorre com frequência em áreas planas e mal drenadas, sendo sua localização o elemento mais favorável para sua identificação.

7. Pastos com Árvores (0. 05. 06. 01)

Estereogramas 9 e 12

Geralmente possuem um tom cinza claro a médio com manchas mais escuras irregularmente distribuidas, efeito êste dado pelas árvores que servem de sombra ao gado, as quais quase sempre são aproveitadas da vegetação natural. Por esta razão sua textura é mosqueada, sendo êste um dos mais importantes critérios para sua identificação.

Em fotografias a grande escala as marcas de pisoteio do gado são nítidas, sendo possível se observar fàcilmente outras caracteristicas das atividades pecuárias, como presença de estábulo, leiterias, bebedouros e pastos cercados. Em fotos de pequena escala, as imagens dêsses objetos aparecem reduzidas, sendo mais difícil sua identificação.

Na área de estudo êsse tipo de cobertura se vê mais bem representado nas proximidades do vulção Turrialba, onde quase tôda a floresta

---

* Dado as más condições de drenagem as áreas pantanosas têm tom geralmente mosqueado.

de montanha se encontra transformada em uma extensa zona de pastoreio.

8. Pastos Limpos (03. 03. 05. 00)

Estereogramas 15 e 15A

Distinguem-se dos anteriores pela textura macia e tom que pode variar de cinza claro a médio, nem sempre uniforme pelas condições de drenagem e desigualdade da cobertura vegetal, causada pelo pisoteio do gado, mas não são mosqueadas como no primeiro caso.

Em fotos de grande escala as instalações pecuárias, cercados e bebedouros são mais fáceis de serem identificados que nos pastos com árvores, bem como as marcas de pisoteio, não observadas em áreas planas.

Êste tipo de uso não ocupa grandes extensões, encontrando-se mais frequentemente em propriedades de tamanho pequeno a mediano. Em fotos de pequena escala, é fácil se tomar uma parcela dêste tipo como um terreno preparado para cultivo.

Os aspectos gerais dos pastos aqui observados concordam com as análises dêstes autores: A American Society of Photogrammetry (9) lembra alguns elementos que deverão ser considerados no reconhecimento dos pastos: tom que pode apresentar distintas intensidades, relacionando-se com o crescimento da cobertura vegetal; é mais claro quando cortado; tons mais escuros no meio dos pastos, podendo indicar a presença de trevos ou alfalfa, de vez que estas espécies absorvem mais luz; gado, árvores dispersas, rastros de pisoteio ou marcas profundas nas proximidades de lugares com água ou sal, ou entradas

para as instalações. Borgonovi (10) diz que os pastos são reconhecidos nas fotos aéreas pelas divisões com cêrcas, as quais geralmente separam áreas de distintas tonalidades, causadas pela diferença de pisoteio e também pelos caminhos de gado para diversos sítios. A textura e tonalidade são de modo geral uniformes para cada unidade de pastoreio.

9. Cultivo da Cana (03. 06. 05. 00)

Estereogramas 16 e 16A

A cana caracteriza-se pela textura fina, geralmente macia, apresentando-se linear, quando se trata de um canavial em crescimento, em que são nítidas as linhas de cultivo, ou quando é feito com tecnologia mais moderna, seguindo as curvas de nível. O tom varia de cinza claro (terrenos em preparação ou cultivo recente) a cinza médio (planta já desenvolvida).

Os canaviais sempre são cortados por carreadouros para permitir o corte e transporte da cana, fator que pode ser considerado um critério de identificação. Quando se trata de parcelas pequenas, localizadas em áreas de pastagem ou em suas proximidades, êste cultivo aparece cercado para impedir a entrada dos animais, mas só em escalas grandes e às vêzes médias, pode ser observado.

Em fotos de 1:60.000, em que muitas destas observações não podem ser feitas, é possível se interpretar parcelas dêste tipo de uso como áreas de pastagem. Algumas particularidades como os corredouros presentes nos canaviais, árvores dispersas, ou textura levemente mosqueada, que podem ocorrer nas pastagens, ajudam na identificação

dêste tipo de cobertura.

Na revisão de literatura encontrou-se as características do padrão de imagem para a cana de açúcar estabelecidas por Audi (3), que pesquisou 610 km^2 cobertos com esta cultura no Estado de São Paulo, Brasil. Segundo êle apresenta-se em extensas áreas recortadas por carreadouros, de tonalidade clara, com pequenas variações, textura aveludada e homogeneidade na superfície da imagem. Tôdas estas características foram observadas na área estudada e incluidas na chave como principais fatôres de reconhecimento.

10. Cultivo do Cacau (08.19.09.04) e do Café (08.19.12.04)

Estereogramas 18 e 18A (cacau) e 19, 19A e 20 (café)

Êstes cultivos apresentam aspectos muito semelhantes sobretudo no que se refere a textura e densidade, sendo por esta razão difícil de serem reconhecidos nas fotos aéreas, especialmente a pequena escala. Ambos têm textura média a fina e são pouco densos, sendo cultivados sob o mesmo sistema: esquadro ou "pata de gallo".

A tonalidade pode ajudar no seu reconhecimento: o cacau tem geralmente tom cinza médio, enquanto que o café, sobretudo quando jovem, apresenta um tom cinza médio a escuro, mais forte que outros cultivos. O espaçamento entre as plantas difere um pouco; as linhas do cacau são menos regulares que as do café, variando também a distância 2 x 2 m, 3 x 3 m, e 4 x 4 m, de vez que na área estudada se trata de parcelas de experimento. Já nos cafezais o espaçamento médio é de 2 a 2,5 m, apesar de ser possível a ocorrência de outras distâncias, no entanto êsses últimos aspectos são difíceis de serem

percebidos nas fotos aéreas.

Na região de Turrialba essas plantas são cultivadas com sombreamento, sendo a Erythrina sp. a planta de sombra mais comum. As linhas dessa espécie vegetal guardam uma distância de 8 a 10 m em ambos os cultivos. Nas plantações de cacau essas árvores não necessitam poda tão profunda, como o café, cujas ramas em princípios do ano se vêem reduzidas a apenas quatro, dispostas em forma de cruz. Essas ramas têm uma extensão de 1 a 1,5 m. Em cultivos comerciais, como na região de Limón, aproveita-se para o cacau a sombra de indivíduos da vegetação natural, sem receber nenhuma poda. Nos cafezais, para as plantas jovens, usa-se também bananeira como sombra, cuja textura na foto é bem distinta, dando uma idéia de linhas cortadas em losângulos (estereograma 20), aspecto que só é observado em fotos de grande a média escala. O Inga sp. que antes era muito utilizado como árvore de sombra do café em Turrialba, se vê quase desaparecido. A altura dessas plantas é outro aspecto que poderá servir como fator de reconhecimento. O cacau atinge uma altura de 4 a 5 m e a Erythrina sp. por não receber poda profunda alcança uma altura total de 9 a 10 m. Nos cafezais a planta do café chega no máximo a 3 m e as árvores de sombra, Erythrina sp., por se manterem sempre bem podadas, atingem uma média de 5 m. Outro fator a ser considerado é a presença de carreadouros, mais frequentes nos cafezais que nas plantações de cacau, as quais permitem mais fácil penetração. Também se pode observar a localização, ou seja, a altitude em que atinge cada um dêstes cultivos. Na região atlântica de Costa Rica, o café, segundo a variedade, pode ser cultivado em boas condições

até um nível de 1.000 m, tendo sido encontrado na região de Aquiares até uma altitude de 1.400 m.

Em escala de 1:60.000 não se nota distinção entre êsses dois cultivos, de vez que estas particularidades não podem ser observadas. Nêste caso o tom deve ser tomado como o principal fator de reconhecimento.

As observações feitas a escala média coincidem com o padrão de imagem que Amaral e Verdade (2) estabeleceram para o café, dando como principais fatôres de reconhecimento o aspecto uniforme da superfície da imagem, sem ondulações acentuadas, o tom escuro comparado com outras culturas e a presença de secadores e correadouros. Na região por êles estudada o café é cultivado em alinhamento uniforme, ora em quadro ora em nível, com espaçamento de 4 m no primeiro caso, e de 3 x 4 m, ou seja, 3 m em linha e 4 m em entrelinhas, no segundo caso. O espaçamento desta cultura nas parcelas consideradas para êsse estudo é menor e possìvelmente estabelecida em outras condições tecnológicas. O tom e a ocorrência de caminhos entre os cafezais, bem como a maior percentagem de falhas, que indicam antigos cultivos, considerada por êsses investigadores, puderan ser fàcilmente observados.

11. Instalação para o Benefício do Café (04. 05. 01. 00)

Estereogramas 21 e 21A

Os benefícios do café se localizam em áreas onde as condições topográficas e geográficas facilitam o tratamento do produto: a) terreno em mais de um nível, para que o processo se efectue por gravi-

dade; b) água disponível, sobretudo nas áreas onde o preparo é feito por via úmida; c) facilidade de transporte, para que o café possa chegar fàcilmente ao benefício.

As instalações são amplas, de vez que êsse produto para ser beneficiado necessita passar por uma série de operações: limpeza, separação, secagem classificação e armazenamento. Portanto, para o reconhecimento dessas instalações nas fotos aéreas, a localização deve ser observada; estão situadas em proximidades dos cafezais com instalações dispostas em vários níveis. Também a presença de um secador ou terreiro, como é conhecido no Brasil, pode ser um fator de reconhecimento. Em geral é uma superfície lisa às vêzes apresentando divisões, construida de cimento ou outro material equivalente. Situam-se em áreas planas e têm comumente uma pequena inclinação para faciliar o escoamento das águas de chuva, prejudiciais a secagem do café. Na periferia dêsses secadores aparecem canais, "ralo", onde o café é lavado. Em fotos a grande escala são observados fàcilmente, no entanto em fotos a pequena escala, todos êstes detalhes deixam de ser visíveis. O tamanho da instalação e sua localização (áreas de cafezais) e os terreiros, são os melhores índices de reconhecimento.

O conjunto de residências dos trabalhadores não é sempre expressivo nesses benefícios. Como se trata de uma antiga cultura muitos dêles se encontram dentro dos núcleos rurais, como é o caso de Aquiares ou La Margot; outras vêzes constituem arruados, ou longo dos principais caminhos, como Isabel ou Santa Rosa; essas casas nem sempre se localizam perto dos benefícios, o que se explica por estarem os trabalhadores mais ligados às atividades de campo.

Os exemplos visitados na área de estudo possuem secadores sem cobertura. Wilbaux (46) afirma que êste processo é conveniente para áreas onde a insolação é intensa e diz que em regiões úmidas essa prática é empregada no caso de haver uma grande produção. Êsse fato foi constatado nesses benefícios, porque o café passa por processos de secagem artificial e poucas vêzes é exposto diretamente ao sol; a presença dos secadores no entanto é uma característica dêsse tipo de benefício.

12. Indústria ou Usina de Açúcar (04.05.03.00)

Estereogramas 23 e 23A

As instalações que constituem a usina aparecem nas fotos com edificações de diferentes tamanhos e alturas, mais heterogêneos em seu aspecto externo que os benefícios de café. O açúcar para ser preparado necessita um volumoso equipamento com funções elementares, como pesagem e recepção da matéria prima, à mais complexas, purificação, concentração, cristalização do xarope, e separação, e secagem da massa cozida.

Geralmente estão situadas em áreas planas ou levemente onduladas, permitindo que a cana chegue fàcilmente aos locais de pesagem por caminhões, carretas, tratores ou vagões. Êsses caminhos de acessibilidade ou conjunto industrial é uma característica que pode ser observada nas fotografias aéreas. Outros aspectos são peculiares a êsse tipo de indústria: presença de uma chaminé, que se alonga a um nível mais alto que o conjunto industrial; guindastes, próximos ao galpão de descarregamento, indicando ser essa operação mecanizada;

linha férrea ou caminho que se estende até bem próximo ao corpo da usina. Outro aspecto característico dêsses benefícios são as residências dos trabalhadores industriais, próximas à fábrica; são comumente padronizadas, podendo em alguns casos aparecerem conjugadas. Quando são dêsse tipo sua imagem nas fotos aéreas é retangular, bem alongada.

Em fotos a escala de 1:60.000 observa-se apenas a presença de um núcleo rural e instalações mais altas que o nível geral das habitações. Êsse fator e a sua localização, no meio dos canaviais, permite concluir se tratar de uma usina.

13. Leiteria (04.01.02.00)

Estereograma 25

As leiterias são índices de atividade pecuária em uma região e podem, nas fotos aéreas, aparecerem com características variadas, às vêzes não fáceis de serem reconhecidas.

Indica-se como principais fatôres de reconhecimento: a) localização, regiões onde predominam os pastos; b) forma retangular, sempre maiores que as habitações rurais; c) caminhos que dão acesso a instalação e marcas de pisoteio, pelo trânsito diário dos animais por estas vias; d) pastos cercados junto à edificação. Fazendo parte do conjunto pode aparecer bebedouros e casas de trabalhadores.

Algumas destas características como marcas de pisoteio, cêrcas ou aspectos das construções, não são possíveis de serem observadas em fotos de pequena escala e às vêzes também em escala média.

4

5

8

9

15

16

FIGURA 2

18

19

21

23

26

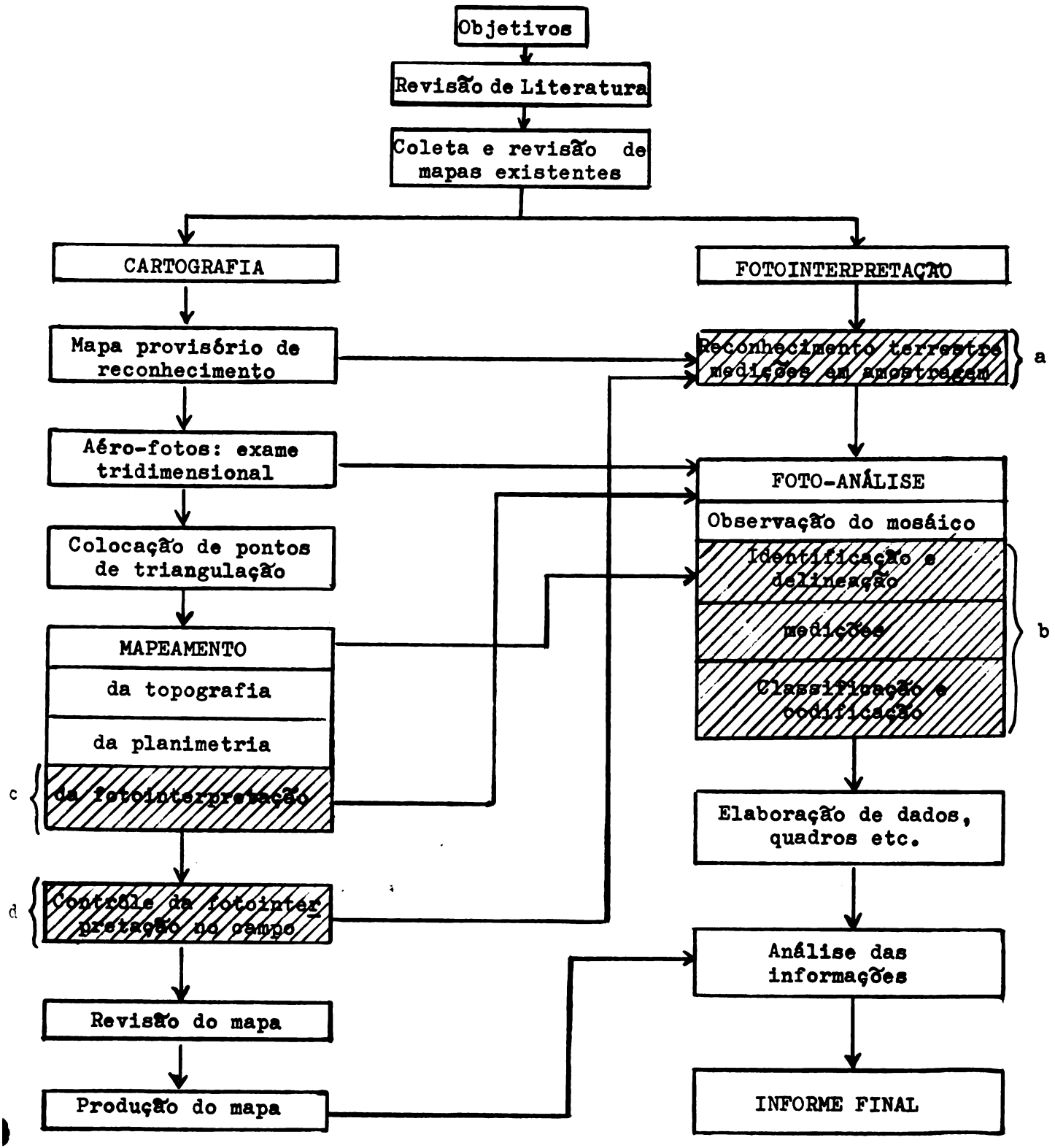
C. Os Estereogramas na Interpretação e Mapeamento Dos Recursos Naturais

De um esquema geral em que estão representadas tôdas as etapas de um levantamento com fotos aéreas, desde a execussão do vôo ao informe final (34), destacou-se a parte referente a cartografia e foto interpretação, a qual poderá servir para demonstrar o processo de um mapeamento dos recursos naturais em uma região. Mediante êsse esquema foi possível se estabelecer cada uma das etapas referentes a interpretação das imagens fotográficas e ao mapeamento, em que se pode utilizar os estereogramas (figura 3).

Como a elaboração dêsses trabalhos, cartografia e fotointerpretação é feita simultâneamente, as etapas se encontram bem relacionadas.

Observando-se a figura 3, nota-se as fases em que os estereogramas podem prestar ajuda. São elas de utilidade na identificação das imagens fotográficas, sempre que se estabeleça um sistema de comparação e análise das principais características das foto-imagens e de outros fatôres terrestres, capazes de ajudar no reconhecimento dos objetos (fase a). Por outro lado, através da foto-análise, pode-se reduzir muito os levantamentos de campo, desde que se estime por um sistema de amostragem as dimensões que comumente levam os intérpretes a determinarem os tipos de vegetação, ou outro uso presente em uma área. Naturalmente essas estimações são feitas comparando-se a parcela a ser interpretada com estereogramas do mesmo padrão, anteriormente confeccionados, e controlados no campo. Delineadas tôdas as unidades que são aparentemente homogêneas a estabelecidos os padrões

Figura 3. Etapas da interpretação e mapeamento dos recursos naturais de uma área com o auxílio das fotos aéreas.



Fases em que é possível o emprêgo de estereogramas.

de identificação com alguns caracteres qualitativos e quantitativos, deve-se prosseguir com a organização e codificação de todos os elementos encontrados (fase b). De posse desta legenda, elabora-se um mapa provisório dos critérios interpretados, (fase c), assinalando-se os pontos em que não tenha sido possível uma interpretação segura (fase d). Êstes locais devem ser visitados posteriormente. O contrôle da fotointerpretação mesmo com êstes casos, será bem mais reduzido, de vez que, os estereogramas já representam uma amostragem selecionada, interpretada mediante observações de laboratório e de campo.

Nesta pesquisa os estereogramas foram utilizados para outros fins. Procurou-se estabelecer uma metodologia, com uma amostragem dos principais padrões de cobertura encontrados na área, alguns dos quais se vêem representados no perfil topográfico que vai do Reventazón às proximidades do vulcão Turrialba, (figura 4). Também se organizou com os estereogramas confeccionados, a chave para reconhecimento dos principais tipos de cobertura e indicou-se as características fotográficas possíveis de serem observadas em fotos de escala de: 1:10.000, 1:20.000.

Portanto, as análises feitas neste estudo se restringem a fase relativa a fotointerpretação: a) reconhecimento dos padrões existentes e b) medições e classificação dos tipos de cobertura selecionados. Desta fase se poderá prosseguir com o mapeamento que depois de verificado em campo, será analisado com tôdas as outras informações e incluido no informe final.

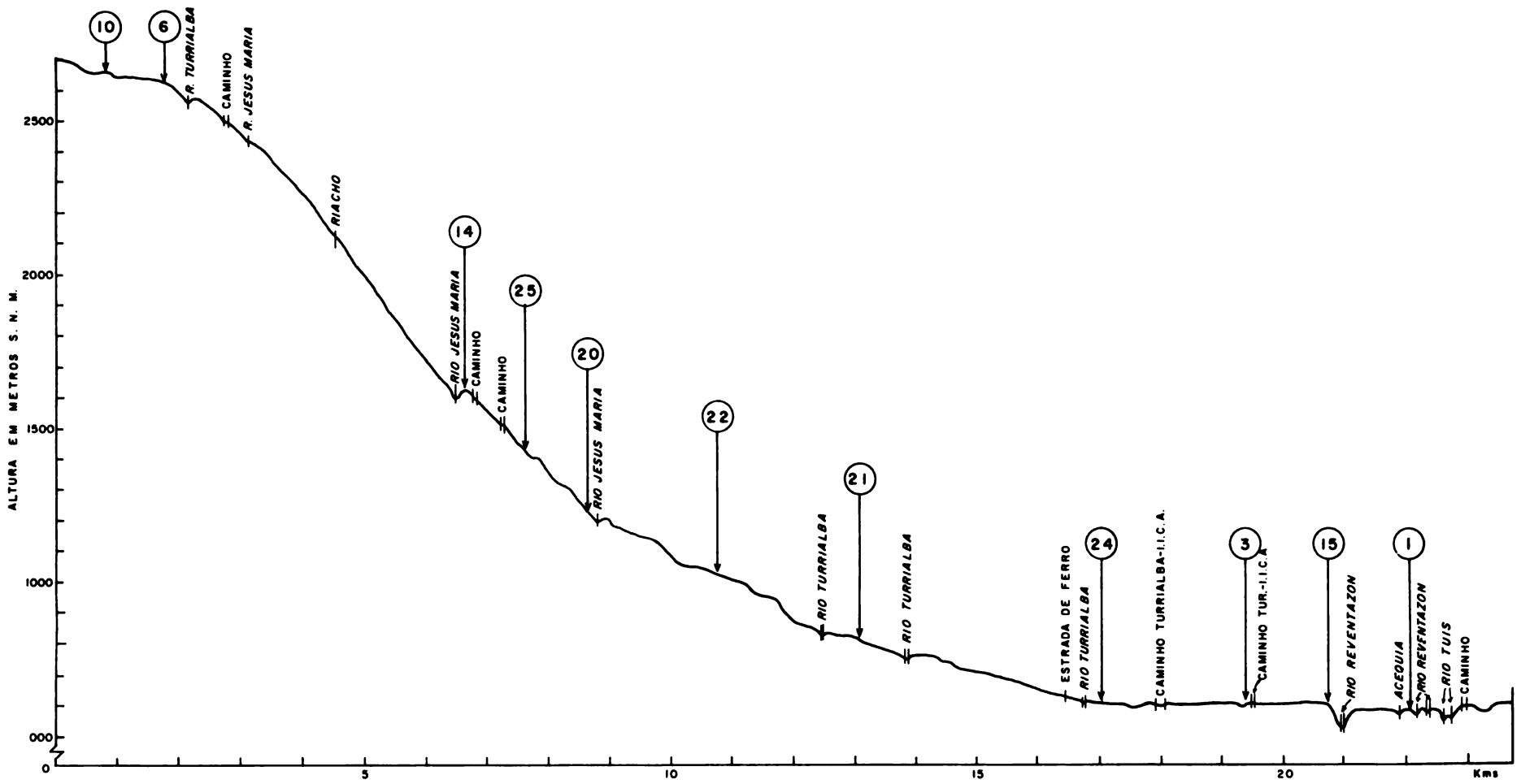


FIG. 4.- PERFIL TOPOGRAFICO DA AREA DE ESTUDO E LOCALIZAÇÃO APROXIMADA DE ALGUNS ESTEREOGRAMAS

CAPITULO V. CONCLUSÕES

1. A interpretação de imagens fotográficas pode ser feita com eficiência utilizando-se estereogramas montados em cartões perfurados, sobretudo quando é necessário se empregar o método comparativo.

2. As chaves sôbre a cobertura da terra poderão guiar os intérpretes de modo mais sistemático no reconhecimento dos padrões existentes em uma área, possibilitando maior uniformidade nos critérios de interpretação, utilizados por uma equipe.

3. A textura, o tom e a densidade são elementos valiosos na identificação dos padrões de cobertura.

4. Fatôres como localização, altura dos objetos, influências da atuação humana, e presença de objetos são elementos de grande ajuda no reconhecimento de imagens fotográficas referentes aos padrões de cobertura.

5. O código numérico usado nas chaves, organizado com diferentes combinações dos aspectos de textura, tom e densidade, poderá ser usado em outras pesquisas com possibilidade de complementação.

6. Os estereogramas prestam ajuda em várias etapas de um levantamento de recursos naturais como:

   - <u>reconhecimento</u>: auxiliando na identificação dos tipos de padrões, em áreas de condições físicas semelhantes;

- foto-análise: reduzindo o número de parcelas de amostragem já que é possível se estimar áreas, alturas, diâmetros de copas e densidades de cobertura, pelo sistema comparativo;
- mapeamento: contribuindo para que se elabore um mapeamento mais rápido, uma vez realizada a classificação e codificação do aspecto estudado;
- verificação de campo: reduzindo o número de viagens necessárias ao contrôle da fotointerpretação.

RESUMO

O presente estudo teve como principal objetivo, a organização de uma chave de fotointerpretação baseada em alguns fatôres das foto-imagens, com a fim de ajudar aos intérpretes, no reconhecimento de alguns padrões de cobertura da terra.

Para que êstes elementos se tornem familiares a êsses pesquisadores, construiu-se estereogramas verticais e horizontais de parcelas referentes a florestas, pastos, cultivos e indústrias.

A área limitada para a seleção dêsses locais foi arbitràriamente traçada, a ocidente do Cantão de Turrialba, Costa Rica, abrangendo paisagens de vegetação natural e de atividades agro-pecuárias, em altitudes que variam de 600 a 3.000 metros, aproximadamente. Esta diferença de cotas hipsométricas determina variedade de condições físicas e, consequentemente, de atividades econômicas, o que se reflete na variedade dos padrões existentes.

Por uma análise comparativa dos fatôres considerados, utilizando-se estereogramas montados em cartões perfurados, foi possível a organização de uma chave com padrões de cobertura, selecionando-se como principais elementos das foto-imagens, a textura, o tom e a densidade. Para facilitar seu emprêgo, criou-se um sistema de numeração, segundo as características dos fatôres das imagens fotográficas que apresentava cada tipo de cobertura. Como o código utilizado nesta classificação é constituido de varias combinações, há possibilidade de se empregar esta chave em outras regiões de condições físicas semelhantes, bem como de se anexar outros padrões, que não se vêem representados nêste estudo.

SUMMARY

The principal objective of this study is to organize a photo-interpretation key based on certain characteristics of photo-images. The goal being to help photo-interpreters recognize some patterns of land cover.

In order that all technicians working in the photo-interpretation field become more familiar with these patterns, vertical and horizontal stereograms were constructed of forest, pasture, agricultural, and industrial sites.

An area of 12.500 hectares was chosen in the western section of the Canton of Turrialba, Costa Rica. Land use here varies from natural vegetation to a variety of different agricultural uses within an altitude range of approximately 600 to 3000 meters. This altitude difference determines the physical conditions in any given site and consequently the economic feasibility of land use and reflects the various existing patterns of land cover.

Stereograms mounted on perforated cards were used to analize comparatively the cover patterns. Texture, tone, and density were chosen as the characteristics of recognition. In order to facilitate the use of the key a system of coding was devised. Of the three characteristics chosen each was divided into different classes and given a number. Thus, the final land cover pattern is represented by four numbers: size of texture, type of texture, tone, and density of the image.

The code is such that it is possible to use it in regions of similar physical conditions or by employing differente combinations of the characteristics, annex other patterns not represented here.

LITERATURA CITADA

1. AMARAL, A. Z. Distribuição e características da cultura cafeeira no município de Campinas levantadas pela fotointerpretação. Bragantia (Brasil) 23(21):271-279. 1964.

2. _____ e VERDADE, F. C. Situação da cafeicultura em alguns municípios da região nordeste do Estado de São Paulo, levantada com auxílio da fotografia aérea. Bragantia (Brasil) 25(9):95-106. 1966.

3. AUDI, R. Estudo da cultura canavieira na região de Piracicaba, por fotointerpretação. Bragantia (Brasil) 24(18):201-218. 1965.

4. AVERY, T. E. Interpretation of aerial photographs. 2nd ed. Minneapolis, Burgess Publishing, 1968. 323 p.

5. BANDAT, H. F. Aerogeology. Texas, Gulf Publishing Company, 1962. pp. 23-70.

6. BERNSTEIN, D. A. Constructing stereograms. Photogrammetric Engineering 24(4):370-374. 1968.

7. BIGELOW, G. F. Photographic interpretation keys; a reappraisal. Photogrammetric Engineering 29(6):1042-1051. 1963.

8. BOARD, C. Use of air photographs in land use studies in South Africa and adjacent territories. Photogrammetria 20(1): 163-170. 1965.

9. BOMBERGER, E. H. e DILL, H. W., JR. Photointerpretation in agriculture. In American Society of Photogrammetry. Manual of photographic interpretation. Washington, D. C., 1960. pp. 561-666.

10. BORGONOVI, M. Estudo agronômico por fotointerpretação do Município de Castilho, no Estado de São Paulo. Bragantia (Brasil) 25(39):434-444. 1966.

11. _____. et al. Cobertura vegetal do estado de São Paulo. Bragantia (Brasil) 26(6):93-102. 1967.

12. BUDOWSKI, G. Studies on forest succession in Costa Rica and Panamá. Ph.D. thesis. New Haven, Connecticut, Yale University, 1961. 89 p. (Mimeografado).

13. CHEVALLIER, R. Photographie aérienne; panorama intertechnique. Paris, Gauthier Villars, 1965. 237 p.

14. COELHO, A. G. DE S. e AUDI, R. Aspectos da bananicultura no litoral norte paulista estudadas através de fotografias aéreas. Bragantia (Brasil) 25(8):87-94. 1966.

15. COLWELL, R. V. To measure is to know - or is it? Photogrammetric Engineering 29(1):71-83. 1963.

16. DILL, H. W. Use of the comparison method in agricultura air photo interpretation. Photogrammetric Engineering 25(1): 44-119. 1959.

17. DILLEWIJN, F. V. van. Sleutel vour de interpretatie van begroeeings vormem uit luchtfoto's 1:40.000 van het Noardelijk deel van Suriname. Paramaribo, Vitgave Dienst's Landsbosbeheer. 1957. 45 p.

18. DONDOLI, C. e TORRES, A. Estudio geoagronómico de la región oriental de la meseta Central. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura e Industrias, 1954. 180 p.

19. FREEMAN, P. H. Papel que desempeñan los levantamientos del uso actual de la tierra en los estudios del desarrollo de los recursos naturales con referencia especial a los trópicos y subtrópicos latinoamericanos. In Unión Panamericana. Investigación de los recursos físicos para el desarrollo económico; un compendio práctico de experiencia de campo de la Organización de los Estados Americanos en la América Latina. Washington, D. C., 1968. v. 2., pp. 499-593.

20. GOODMAN,M. S. A technique for the identification of farm crops on aerial photographs. Photogrammetric Engineering 25(1): 131-137. 1959.

21. HAEFNER, H. Airphoto interpretation of rural land use in Western Europe. Photogrammetria 22(4):143-152. 1967.

22. HEATH, C. R. A comparison of two basic theories of land classification and their adaptability to regional photo-interpretation key techniques. Photogrammetric Engineering 22(1): 144-168. 1956.

23. HOLDRIDGE, L. R. et al. Forest environment in tropical life zones; a pilot study. Prov. ed. San José, Costa Rica, 1967. v. 2., pp. 437-450, 566-580, 616-629. (mimeografado)

24. KREISMAN, J. A. Levantamiento del uso actual de la tierra con métodos aerofotográficos. In Unión Panamericana. Investigación de los recursos físicos para el desarrollo económico; un compendio práctico de experiencia de campo de la Organización de los Estados Americanos en la América Latina. Washington, D. C., 1968. v. 2, pp. 595-657.

25. LUEDER, D. R. Aerial photographic interpretation; principles and applications. New York, McGraw-Hill, 1959. pp. 373-385.

26. MATOS, F. G. Ensayo comparativo de tres sistemas fisionómico-estructurales para la descripción de la vegetación. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1967. 138 p.

27. MOJICA, I. H. Producción hídrica de la cuenca superior y média del río Reventazón, Costa Rica. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1967. 149 p.

28. MONCAYO RUIZ, F. Formulación de una clave de fotointerpretación para los bosques de coníferas en Michoacán. Tesis Ing. Agr. Morelia, Mich. Escuela Nacional de Agricultura, 1963. 113 p.

29. PRESSMAN, A. E. Analysis of airphoto linear pattern in Eastern Massachusetts. Photogrammetric Engineering 29(1):193-198.

30. PROYECTO AEROFOTOGRAMETRICO OEA/CHILE. Informe final del proyecto Aerofotogramétrico OEA/CHILE. Washington, D. C., 1963. 131 p.

31. RABBEN, E. L. et al. Fundamental of photo interpretarion. In American Society of Photogrammetry. Manual of photographic interpretation. Washington, D. C., 1960. pp. 98-128.

32. RAY, R. G. Aerial photographs in geologic interpretation and mapping. Washington, D. C., United States Government, Printing Office, 1960. pp. 1-14.

33. REARK, J. B. The forest ecology of Reventazón valley. Thesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, Inter-American Institute of Agricultural Sciences, 1952. 102 p.

34. REMEIJN, J. M. Fotogrametría; apuntes. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1968. p. irr.

35. SCHREUDER, G. F. Manual de fotogrametría forestal. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1963. 91 p.

36. SPURR, S. H. Photogrammetry and photo interpretation. New York, Ronald Press, 1960. 472 p.

37. STONE, K. H. Air photo interpretation procedures. Photogrammetric Engineering 22(1):123-132. 1956.

38. TROJER, H. Fundamentos para una zonificación metereológica y climatológica del trópico y especialmente de Colombia. Cenicafé (Colombia) 10(8):289-373. 1959.

39. _____. Influencias climatológicas en el cultivo del café. In Reunión Interamericana de Café, 1a. Bogotá, Julio 24-31, 1960. Informe. Bogotá, 1960. p. irr.

40. _____. Algunas características agroclimatológicas del trópico americano. In Reunión Internacional sobre Problemas de la Agricultura en los Trópicos Húmedos de América Latina, Lima, 1966. Informe. Lima, 1966. 22 p. (Mimeografado)

41. _____. Informe técnico anual 1966-67. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1967. 15 p. (Mimeografado)

42. _____. Metodología para la interpretación del clima regional en inventarios de recursos físicos. Informe Técnico Anual 1967-68. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1968. 16 p. (Mimeografado)

43. _____. Sistematización de características metereológicas para la clasificación climática del trópico. Turrialba, Costa Rica, Secretaría de Integración Económica Centroamericana, 1968. p. 30.

44. VERA, L. Técnicas de inventario de la tierra agrícola; la experiencia del Proyecto Aerofotogramétrico OEA/CHILE. Washington, D. C., Unión Panamericana, 1964. 135 p.

45. WEBER, H. Los páramos de Costa Rica y su concatenación fitogeográfica con los Andes suramericanos. San José, Costa Rica, Instituto Geográfico de Costa Rica, 1959. 71 p.

46. WILBAUX, R. El beneficio del café. Roma, FAO, s.f. 232 p.

47. WILSON, R. C. Photo interpretation in forestry. In American Society of Photogrammetry. Manual of photographic interpretation. Washington, D. C., 1960. pp. 457-517.

48. WRAY, J. R. Photo interpretation in urban area analysis. In American Society of Photogrammetry. Manual of photographic interpretation. Washington, D. C., 1960. pp. 701-712.

A N E X O S

APÊNDICE

PADRÕES DE COBERTURA EM RELAÇÃO A ALGUNS FATÔRES CLIMÁTICOS

Os padrões de cobertura da terra até certo ponto, encontram-se condicionados às características climáticas.

Interpretando-se a figura 5 que representa um perfil topográfico da área com algumas informações climatológicas (tipos de transcursos, médias anuais térmicas e pluviométricas a nível médio de condensação) pode-se dizer que: até 1.700 m, nível de condensação, os tipos de transcursos climatológicos caracterizam-se por possuirem um período muito chuvoso (abril a setembro) e um período menos chuvoso (outubro a março), os quais se vêem representados na figura, pelos tipos I e II. O total pluviométrico no entanto, varia dentro dêstes limites. Até um nível de 900 m, a média anual é de uns 2.500 mm; de 900 a 1.500 m, entre 2.500 e 4.000 mm aproximadamente; de 1.500 a 1.700 m as médias pluviométricas se reduzem a uns 2.500 mm. Ultrapassando êsse nível de 1.700 m, os tipos de transcursos caracterizam-se por apresentarem períodos chuvosos (de fins de março a princípios de junho e de agosto a outubro) e dois períodos de sêca (junho a julho e meados de outubro a março). As médias pluviométricas a partir dêsse limite (1.700 m), tendem a se reduzir, atingindo nos pontos mais altos totais inferiores a 1.500 mm.

As fluctuações das médias térmicas durante o ano são pequenas; os gradientes são: 0,4 a 0,5°C/100 m nas faixas correspondentes aos níveis de condensação e 0,7 a 0,8°C para as áreas que atingem no máximo 1.800 m.

O teto de nuvens sempre presente nas encostas do vulcão

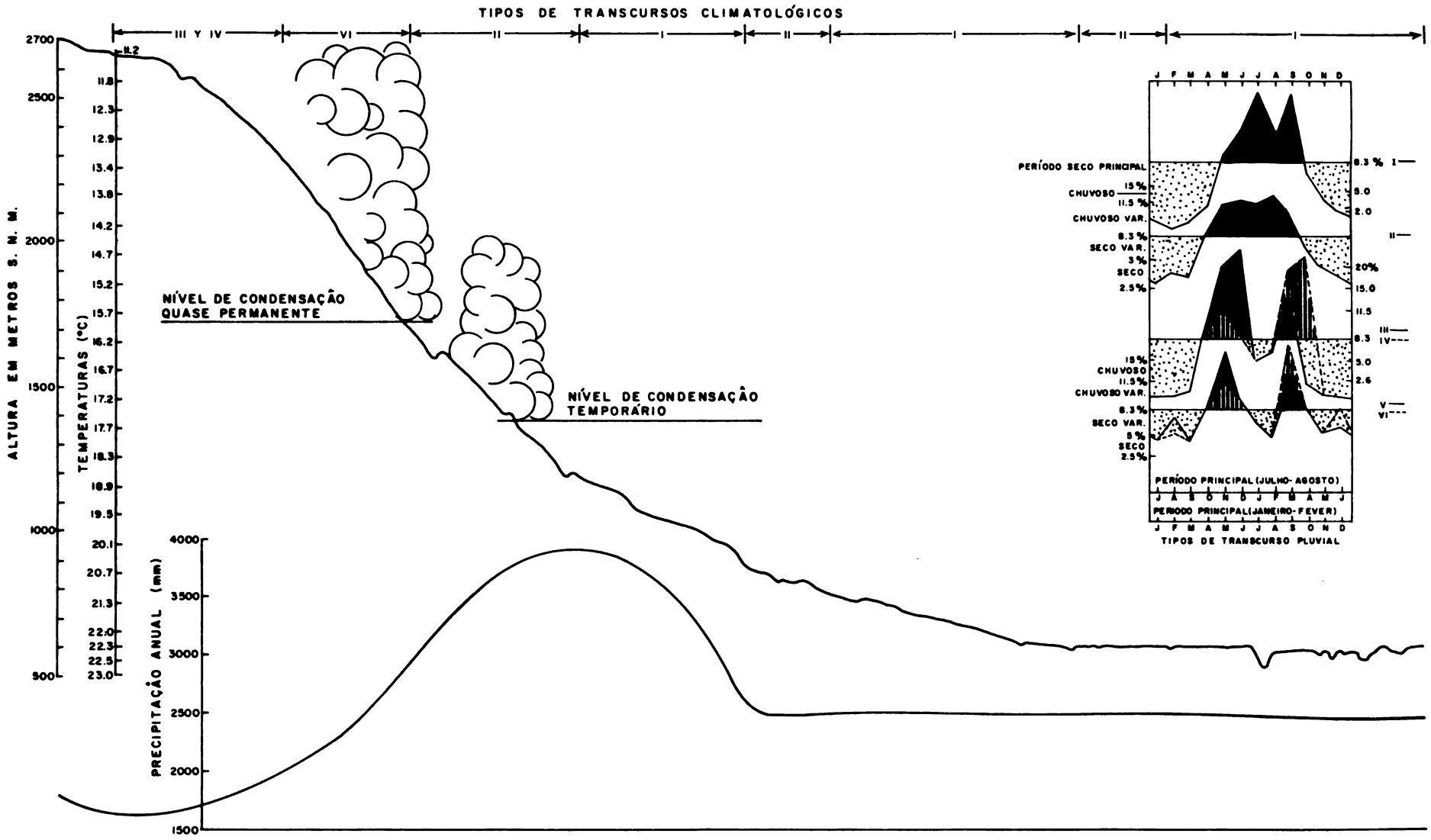


FIG. 5.- PERFIL TÍPICO DA AREA DE ESTUDO COM TRANSCURSOS CLIMATOLOGICOS, TEMPERATURAS, PRECIPITAÇÃO ANUAL E ALTURAS EM METROS S.N.M.

Turrialba mostra-se ligeiramente inclinado das partes mais baixas, vale, às mais elevadas, ou seja, a encosta do vulcão. Esta inclinação é produzida pela relação temperatura - umidade e sua altura pode variar segundo os meses do ano e as condições de temperatura e umidade, relativa aos fundos dos vales(37), o que se relaciona com o processo de circulação local.

Em estreita conecção com a umidade e a nebulosidade, encontra-se a radiação a qual exerce alta influência na vida das plantas. Nos níveis de frequente nebulosidade nota-se uma redução de insolação e são baixas as temperaturas registradas. Como resultado aparece um típico ciclo diário da temperatura, o que pode ser tomado como uma importante característica climática. Gràficamente é representado por uma curva pouco acentuada com algumas ondulações. (Trojer 42, tipos 0 e 2). Também nas partes baixas e nos altiplanos, onde a radiação é alta, as oscilações da temperatura, no seu ciclo diário (máximas e mínimas) são acentuadas.

Nas zonas correspondentes aos fundos dos vales, como na região de Turrialba, IICA, as manhãs se apresentam frequentemente claras e quanto a intensidade da radiação global, registra-se pouca variação. As tardes mostram-se nubladas e o tempo chuvoso, sem grande variabilidade como demonstram os registros da radiação. Entre os níveis de 1800 e 2400 m, a radiação começa a se reduzir nas primeiras horas da manhã, quando a nebulosidade começa a se levantar ao longo das vertentes até atingir o nível de condensação. Êsse nível como se observa na foto 26, se mantém pouco acima de Santa Cruz.

As funções de crescimento das plantas coincidem com tempo varia-

vel (38) e assim sendo, nas áreas onde há maiores oscilações da radiação, as plantas têm certamente crescimento mais rápido. Também se faz necessário que as chuvas sejam suficientes e bem distribuidas, mas o melhor fator de diferenciação está nas características da radiação e dos níveis térmicos relacionados com a altitude. Na área de estudo (figura 4) os cultivos se encontram distribuidos nessa região, Vale do Reventazón às proximidades de Aquiares, atingindo o café uma altitude de 1.400 m e a cana comercial chegando a altitude de 1.250 e 1.300 m. Ultrapassando êstes limites encontra-se ainda pequenas parcelas de cana de açúcar (proximidades de Santa Cruz e Aquiares) mas sem expressão econômica. Nas áreas correspondentes ao nível de densa nebulosidade, não apenas a radiação é reduzida, mas predominam também as ondas largas do espectro solar. A formação vegetal dessa área é uma floresta de altitude conhecida como "cloud forest" ou "mossy forest", por ocorrer em um ambiente de nebulosidade permanente, e por possuir grande quantidade de musgos e liquens em suas espécies arbóreas.

A frequência pluvial nesses níveis é maior, permanecendo êsse ambiente sempre úmido e com pouca insolação.

Nas partes mais altas, além do nível de condensação, a pressão diminue, baixa a temperatura, a atmosfera se vê mais clara e mais intensa a radiação ultravioleta. Domina outro tipo de formação vegetal. As espécies arbóreas desaparecem. É o páramo que ocorre apenas em regiões de grandes altitudes, acima de 3.000 m (44) e que na área se extende em volta das crateras do vulcão Turrialba.

ANEXO 1

CONTRÔLE TERRESTRE

Fotos : _____ Estação: _____

Faixa : _____ Data: _____

Localização : _____ Equipe: _____

_____ _____

Fotos terrestres: _____ Observações: _____

_____ _____

FATO OBSERVADO

Parcela:

a- **localização:**

- área plana ☐
- área levemente ondulada ou inclinada ☐
- área medianamente ondulada ou inclinada ☐
- área fortemente ondulada ou inclinada ☐
- outra ☐

b- **relêvo:**

- altitude _____ m
- declividade _____ %
- exposição _____

c- **solos:**

- **côr:**

amarelado ☐
avermelhado ☐
pardo ☐
negro ☐
outra ☐

- **textura:**

grossa (arenosa) ☐
média (franca) ☐
fina (argilosa) ☐

- **obstáculo:**

nenhum ☐
pouco ☐
médio ☐
muito ☐

-**drenagem:**

bem (text.média) ☐
mal (text.grossa) ☐

-**erosão:**

nada (terrenos planos) ☐
moderada (ter.inclinados) ☐
severa (ter.muito incl.) ☐

-espessura(capa sup.): _____

d-**cobertura vegetal:**

-**floresta:**

primária ☐
secundária ☐
cultivada ☐

-**pastos:**

natural ☐
melhorado ☐
outro ☐

-**cultivos:**

permanente ☐
anual ☐
mistos ☐

e-**fatôres humanos:**

-**núcleo de povoamento:**

cidade ☐
povoado ☐
arruado (casarío) ☐

-**indústria:**

usina ou engenho ☐
benefício de café ☐
leiteria ☐

-**caminho:** _____

ANEXO 2

CÔDIGO PARA OS CARTÕES PERFURADOS

Características da Parcela sôbre as Fotos

FATÔRES	COMBINAÇÕES
a- **Localização:**	
plana ou com pequena inclinação	1
medianamente inclinada	2
plana e com mediana inclinação	2 + 1
fortemente inclinada	3
plana e com forte inclinação	3 + 1
com mediana e forte inclinação	3 + 2
b- **Forma:**	
arredondada	4
circular	5
alongada	5 + 4
quadrangular	6
retangular	6 + 4
triangular	6 + 5
outra forma geométrica	7
irregular	7 + 4
c- **Altura:**	
0 a 3 m	8
3 a 6 m	9
6 a 15 m	9 + 8
15 a 30 m	10
+ de 30 m	10 + 9

FATÔRES		COMBINAÇÕES
d- **Superfície:**		
0 a 0,25 ha		11
0,25 a 1 ha		12
1 a 5 ha		12 + 11
5 a 25 ha		13
+ de 25 ha		13 + 12
e- **Tom:**		
branco		14
cinza	claro	15
	médio	15 + 14
	escuro	16
negro		16 + 14
cinza claro ou médio (mosqueado ou bandeado)		16 + 15
cinza escuro ou negro (mosqueado ou bandeado)		16 + 14 + 15
f- **Textura:**		
muito fina (macia, lisa)		17
fina	macia, lisa	18
	granular	18 + 17
	linear ou mosqueada	18 + 17 + 19
média	granular	19
	mosqueada	19 + 17
	linear	19 + 18
grossa	granular	20
	mosqueada	20 + 19
	linear	20 + 18

FATÔRES		COMBINAÇÕES
muito grossa	granular	20 + 17
	mosqueada	20 + 17 + 18
	linear	20 + 17 + 19
áspera (rugosa)		20 + 18 + 19

g- Densidade:

muito denso (75 a 95%)	21
medianamente denso (35 a 65%)	22
pouco denso (5 a 25%)	22 + 21

h- Padrão

em bloco	retangular	23
	arredondado	24
	irregular	23 + 24
linear	paralelas	25
	em curvas	25 + 23
	em faixa	25 + 24
	reticulado	26
mosqueado		26 + 23

Solos

a- Drenagem:

bem drenados	32
mal drenados	33
bem e mal drenados	33 + 32

FATÔRES	COMBINAÇÕES
b- **Erosão:**	
nada (terrenos planos)	30
moderada (terrenos inclinados)	31
severa (terrenos muito inclinados)	31 + 30
Relêvo	
a- **Altitude**	
200 a 300 m	34
300 a 400 m	35
400 a 500 m	35 + 34
500 a 600 m	36
600 a 700 m	36 + 35
700 a 800 m	36 + 34
800 a 900 m	37
900 a 1000 m	37 + 36
1000 a 1200 m	37 + 35
1200 a 1400 m	38
1400 a 1600 m	38 + 37
1600 a 1800 m	38 + 36
1800 a 2000 m	38 + 35
+ de 2000 m	38 + 34
b- **Exposição:**	
norte	39
nordeste	40
leste	40 + 39

FATÔRES	COMBINAÇÕES
sudeste	41
sul	41 + 39
sudoeste	41 + 40
oeste	42
noroeste	42 + 39
c- <u>Declive</u>:	
0 a 5% (plano ou levemente inclinado)	43
5 a 15% (pequena inclinação)	44
15 a 25% (média inclinação)	44 + 43
25 a 50% (forte inclinação)	45
+ de 50% (muito forte inclinação)	45 + 43

<u>Características do Indivíduo sôbre as Fotos</u>

a- <u>Localização</u>:	
área plana	49
área levemente ondulada	50
área medianamente ondulada	50 + 49
área fortemente ondulada	51
b- <u>Forma</u>:	
arredondada	52
cônica	53
côncava	53 + 52
quadrangular ou retangular	54
triangular	54 + 53
poligonal	54 + 52

FATÔRES	COMBINAÇÕES
cilíndrica	55
irregular	55 + 54
c- **Tamanho**:	
0 a 3 m	56
3 a 6 m	57
6 a 15 m	57 + 56
15 a 30 m	58
+ de 30 m	58 + 57
d- **Diâmetro**:	
0 a 0,5 mm	59
0,5 a 1 mm	60
1 a 1,5 mm	60 + 59
1,5 a 2 mm	61
2 a 3 mm	61 + 59
+ de 3 mm	61 + 60
e- **Tom**:	
branco	62
cinza claro	63
cinza médio	63 + 62
cinza escuro	64
negro	64 + 62
cinza médio e claro ou cinza escuro e claro	64 + 63
cinza escuro, médio e claro	64 + 63 + 62

FATÔRES		COMBINAÇÕES
f- **Textura:**		
muito fina:	macia ou lisa	65
fina:	macia	66
	granular ou mosqueada	66 + 65
média:	granular	67
	mosqueada	67 + 65
grossa:	granular	67 + 66
	mosqueada	67 + 66 + 65

Cobertura Vegetal

a- **Florestas** (bosques):	
primária	76
secundária	77
cultivada	77 + 76
b- **Pastos:**	
natural	78
melhorado	79
outra vegetação herbácea	78 + 79
c- **Cultivos:**	
permanentes	80
anuais	81
mistos	81 + 80

FATÔRES	COMBINAÇÕES
d- <u>Sem cobertura vegetal</u>:	
água	82
pedra	83
fatôres humanos	82 + 83
<u>Fatôres humanos</u>	
a- <u>Núcleos urbanos e rurais</u>	
cidade	84
povoado	85
casario	85 + 84
b- <u>Indústrias</u>:	
engenho ou usina	86
benefício de café	87
leiteiria	87 + 86
c- <u>Vias de comunicação</u>:	
pavimentada	88
de pedra	89
de terra	89 + 88
caminho ou vereda	90
estrada de ferro	90 + 88
outro	90 + 89

ANEXO 3

CÓDIGO PARA A CHAVE ORGANIZADA COM FATÔRES DA FOTO-IMAGEM

Textura

a- segundo a dimensão das imagens individuais:

muito fina	01
muito fina a fina	02
fina	03
fina a muito fina	04
fina a média	05
fina a grossa	06
média	07
média a fina	08
média a grossa	09
média a muito grossa	10
grossa	11
grossa a fina	12
grossa a média	13
grossa a muito grossa	14
muito grossa	15
muito grossa a fina	16
muito grossa a média	17
muito grossa a grossa	18

b- segundo tipo:

lisa	01
lisa a macia	02

macia	03
macia a granular	04
macia a mosqueada	05
macia a linear	06
macia a bandeada	07
granular	08
granular a lisa	09
granular a macia	10
granular a mosqueada	11
granular a linear	12
granular a bandeada	13
mosqueada	14
mosqueada a macia	15
mosqueada a granular	16
mosqueada a linear	17
mosqueada a bandeada	18
linear	19
linear a macia	20
linear a granular	21
linear a mosqueada	22
linear a bandeada	23
bandeada	24
bandeada a macia	25
bandeada a granular	26
bandeada a mosqueada	27
bandeada a linear	28

Tom:

branco	01
branco a cinza claro	02
branco a cinza claro mosqueado ou bandeado	03
cinza claro	04
cinza claro a cinza médio	05
cinza claro a cinza médio mosqueado ou bandeado	06
cinza claro a cinza escuro	07
cinza claro a cinza escuro mosqueado ou bandeado	08
cinza médio	09
cinza médio a cinza claro	10
cinza médio a cinza claro mosqueado ou bandeado	11
cinza médio a cinza escuro	12
cinza médio a cinza escuro mosqueado ou bandeado	13
cinza escuro	14
cinza escuro a cinza claro	15
cinza escuro a cinza claro mosqueado ou bandeado	16
cinza escuro a cinza médio	17
cinza escuro a cinza médio mosqueado ou bandeado	18
cinza escuro a negro	19
cinza escuro a negro mosqueado ou bandeado	20
negro	21

Densidade:

pouco denso	01
pouco denso a medianamente denso	02
medianamente denso	03
medianamente denso a pouco denso	04
medianamente denso a muito denso	05
muito denso	06
muito denso a pouco denso	07
muito denso a medianamente denso	08

FATORES	COMBINAÇÕES
d- <u>Sem cobertura vegetal</u>:	
água	82
pedra	83
fatores humanos	82 + 83
<u>Fatores humanos</u>	
a- <u>Núcleos urbanos e rurais</u>	84
cidade	84
povoado	85
casario	85 + 84
b- <u>Vias de comunicação</u>:	
pavimentada	88
de pedra	89
de terra	89 + 88
caminho ou vereda	90
estrada de ferro	90 + 89
outro	90 + 88
c- <u>Indústrias</u>:	
engenho ou usina	86
benefício de café	87
leiteria	87 + 86
outro	