

**RELAÇÕES GENÉTICAS ENTRE ESTRUTURA E ESCULTURAÇÃO  
MORFOLÓGICA NA ÁREA DE BOTUCATU**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de «Mestre» na área de Solos e Nutrição de Plantas.

**NILZA APARECIDA FRERES STIPP,**  
Profa. Auxiliar de Ensino do Departamento de Ciências Exatas, Geologia, da Faculdade de Ciências e Letras de Avaré.

ORIENTADOR:

**Prof. Dr. GERALDO VICTORINO DE FRANÇA**

PIRACICABA, ESTADO DE SÃO PAULO

1975

A meus pais

GREGORIO FRERES e

JOSEFA MANOEL FRERES

a meus sogros

ANTONIO K. STIPP (in memorian) e

ADA MARCONI STIPP

a meus filhos

CARLA e MARCELO

a meu espôso

JOSÉ CARLOS

## A G R A D E C I M E N T O S

- ao Prof. Dr. GERALDO VICTORINO DE FRANÇA, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", de Piracicaba, pela valiosa orientação na execução do presente trabalho;
- aos Professores ÁLVARO JOSÉ DE SOUZA e ROXY DEMARET pelo apoio dado ao desenvolvimento desta pesquisa, com informações complementares;
- a meus pais pela compreensão, estímulo e dedicação constantes, indispensáveis ao desenvolvimento desta pesquisa;
- a todos os que, de um modo ou de outro, colaboraram para a realização deste trabalho.

A autora.



3.2.2 - <i>Localização dos cortes topográficos</i> .....	28
3.2.3 - <i>Descrição e caracterização</i> .....	29
4 - RESULTADOS .....	31
4.1 - DESCRIÇÃO DAS FORMAS TERRESTRES .....	31
4.2 - CORTES TOPOGRÁFICOS .....	38
4.2.1 - <i>Corte A1</i> .....	38
4.2.2 - <i>Corte A2</i> .....	40
4.2.3 - <i>Corte A3</i> .....	42
4.2.4 - <i>Corte A4</i> .....	44
5 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	46
6 - CONCLUSÕES .....	50
7 - RESUMO .....	53
8 - SUMMARY .....	55
9 - BIBLIOGRAFIA CITADA E CONSULTADA .....	57

## Í N D I C E   D E   F I G U R A S

Figura 1 - Corte da Rodovia Marechal Rondon, mostrando a estrutura de duas dunas cobertas por um derrame de lavas .....	4
Figura 2 - O front com destaque da cornija e do talus .....	6
Figura 3 - Gráfico ilustrando a localização da Depressão Ortoclinal .....	8
Figura 4 - Gráfico indicando a localização do Reverso da Cuesta .....	9
Figura 5 - Localização do município de Botucatu no Estado de São Paulo .....	11
Figura 6 - Localização dos trechos de estudo no Município de Botucatu .....	12
Figura 7 - Corte geológico do sul do Brasil, com representação das camadas intercaladas de arenito Botucatu e derrame de lavas .....	13

Figura 8 - Gráfico ilustrando a superfície de erosão-soerguimento da Bacia Sedimentar .....	14
Figura 9 - Mapa geológico do município de Botucatu .....	15
Figura 10 - Aspectos geomorfológicos da região de Botucatu .....	16
Figura 11 - Gráfico representando o aparecimento da Cuesta .....	17
Figura 12 - Gráfico representando a estrutura atual da Cuesta .....	18
Figura 13 - Classificação climática segundo KOPPEN .....	23
Figura 14 - Mapa dos solos do município de Botucatu .....	27
Figura 15 - Localização dos Cortes Topográficos na Cuesta de Botucatu .....	29

## ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Foto 1 - Destaque da cornija e do talus da Cuesta de Botucatu .....	7
Foto 2 - Aspecto de uma cachoeira em afloramento de diabásio .....	33
Foto 3 - O "Gigante Adormecido" no topo da Cuesta .....	34
Foto 4 - Local mais elevado da região: Moro de Rubião Júnior .....	36
Foto 5 - Frente da Cuesta, onde se observam as camadas de arenito e diabásio alternadas em camadas superpostas .....	37
Foto 6 - Corte topográfico denominado A1 .....	38
Foto 7 - Corte topográfico denominado A2 .....	40
Foto 8 - Corte topográfico denominado A3 .....	42

Foto 9 - Corte topográfico denominado A4 ..... 44

Foto 10 - Corte na Cuesta demonstrando  
contato de arenito com ba-  
salto ..... 48

## 1 - I N T R O D U Ç Ã O

Com a realização deste trabalho visam-se os seguintes objetivos:

- a) *Gerais*: fornecer uma visão mais objetiva de geologia da região de Botucatu, acompanhada de dados de sua morfologia, clima, hidrografia, mostrando a evolução que houve nesse relevo, apontando os aspectos morfológicos atuais.
- b) *Específicos*: verificar as bases físicas da área, sua gênese (origem das diferentes formas topográficas), sua evolução e o traçado atual do relevo de "Cuestas" da região de Botucatu.

Será dada atenção especial ao estudo da evolução da Cuesta de Botucatu, no qual será analisada a inter-relação dos fatores dos quais depende o traçado das cuestas, incluindo fatores de ordem estrutural e de ordem es cultural.

## 2 - R E V I S Ã O    B I B L I O G R Á F I C A

### 2.1 - CONCEITO DE CUESTA

DERRUAU (1966) referiu-se ao t ermo "cuesta" como sendo designativo de um relevo dissimétrico e composto por tres regiões: Front ou Frente, Depressão Ortoclinal e Reverso. Este autor estabeleceu várias suposi es a respeito da forma o de "cuestas", a partir de uma "coastal plain", de uma superfície de erosão, de uma "Teoria Estrutural", de múltiplas superfícies de erosão. A grande obje o contra estas teorias   que os rios ortoclinais (subsequentes), que escorrem ao p  das cuestras, são muito raros.

DERRUAU (1966) em outros estudos, analisou os fatores que diferenciam as cuestras, distinguindo-os entre estes seis:

- rela o de dureza entre as camadas
- espessura relativa das camadas
- maior ou menor inclina o das camadas
- sistema de erosão morfoclimático
- rede hidrográfica
- estado de evolu o.

AB'SABER (1964) afirmou que, para melhor compreensão da distribuição geográfica das escarpas estruturais Brasileiras, um bom ponto de partida é o agrupamento das mesmas em sistemas de Cuestas, debaixo de um critério rigorosamente geomorfológico.

Para PENTEADO (1968), o relevo de Cuestas é formado por uma camada resistente, fracamente inclinada (declive menor que 30 graus) e interrompida pela erosão, tendo na base uma camada tenra, ocorrendo em vários tipos de estrutura onde aparecem mergulhos fracos, homoclinais.

DE MARTONNE (1953) referiu-se à palavra "Cuesta" como extraída por W.M. DAVIS da nomenclatura espanhola do México. Teria a vantagem de designar, simultaneamente, a escarpa abrupta e a contra-escarpa, isto é, o reverso da Cuesta. Mas preferiu utilizar-se do termo "costeiras" no lugar de "Cuestas".

GUERRA (1966) definiu "Cuesta" como forma de relevo dissimétrico constituída por uma sucessão alternada de camadas com diferentes resistências ao desgaste e que se inclinam numa direção, formando um declive suave no reverso e um corte abrupto ou íngreme na chamada frente da "Cuesta".

ALMEIDA (1954) afirma que, na subida da serra de Botucatu, acham-se expostas quatro dunas numa extensão pouco inferior a um quilômetro, e que foram cobertas

por um derrame de lavas com até 30 metros de espessura sem que fôsem modificadas em sua forma. O desenho da Figura 1 representa duas dessas dunas, em que se pode observar sua estrutura interna, seu perfil assimétrico e a conservação de "back sets" de arenito mais grosseiro e mal classificado, formados por acrescimento (v. BAGNOLD, 1941, págs. 129 e 241), excepcionalmente aí conservados.

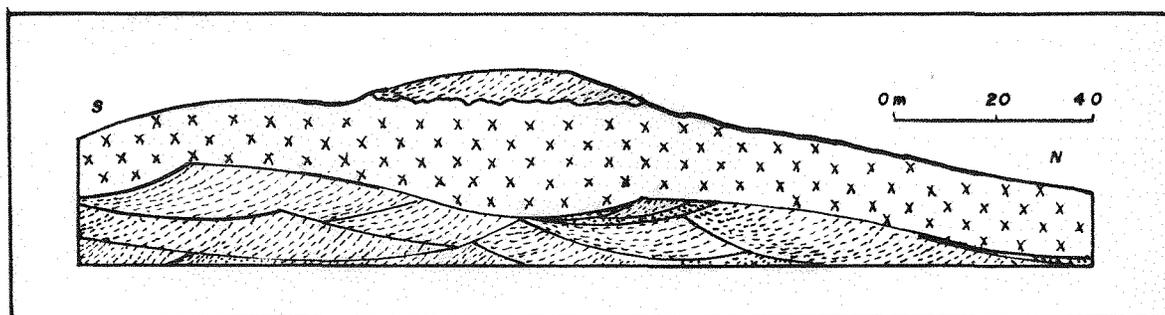


Figura 1 - Grande corte da rodovia Marechal Rondon na Serra de Botucatu mostrando a estrutura de duas dunas cobertas por um derrame de lavas. Seção paralela à direção deduzida dos ventos que moviam as dunas.

ALMEIDA (1954) verificou, na serra de Botucatu, em certas unidades sedimentares, uma nítida estratificação em lâminas persistentes através de toda a unidade; essa laminação é bruscamente truncada no alto pelas superfícies secantes, que correspondem a planos de deflação no dorso das dunas. Entre as estruturas identificáveis na superfície das lâminas incluem-se marcas onduladas,

com forma e índice típicos das de origem eólica, prováveis impressões de pingos de chuva (serra de Botucatu, entre os pátios 7 e 8 da ferrovia), duvidosas impressões de répteis e tubos de vermes arenífagos, raramente observados.

## 2.2 - GÊNESE E EVOLUÇÃO DO RELEVO DE CUESTAS

No Brasil, diversos estudos relacionados direta ou indiretamente com evolução e gênese de relevo de cuevas vêm sendo realizados por vários estudiosos.

BJORNBERG e LANDIM (1966) realizaram estudos sedimentológicos em regiões de cuevas.

ALMEIDA (1954) também realizou estudos em regiões de cuevas, quando pesquisava a região do Deserto de Botucatu, e fez estudos na própria serra, denominação da época, analisando a evolução geológica.

No município de Botucatu têm sido feitos estudos desde 1954, como foi mencionado, abrangendo aspectos como: morfologia estrutural e eventos mesozóicos, por DEZOTI (1972); condições climáticas, por TUBELIS (1966); aspectos geográficos da região, por CASTRO (1966); condições hídricas de solos, por TOSIN (1972).

a) *Front*

Este elemento é constituído pela cornija e pelo talus. (Figura 2 e Foto 1).

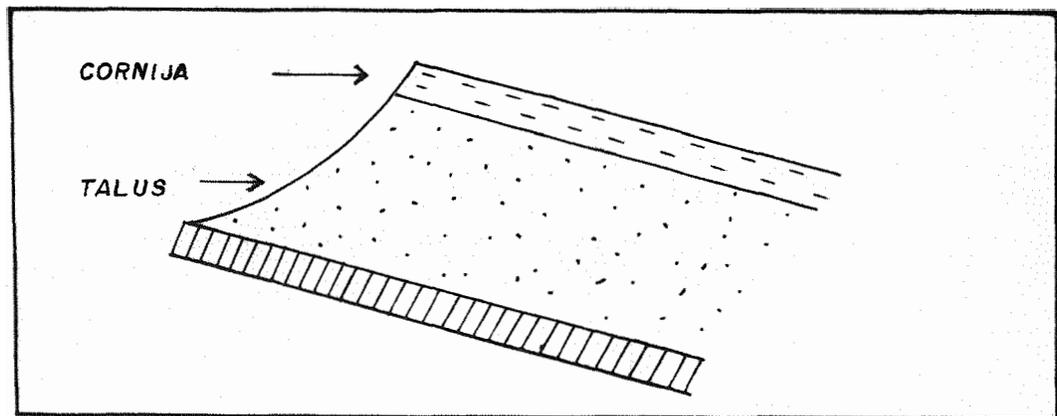


Figura 2 - O Front com destaque da cornija e do talus.



Foto 1 - Destaque da cornija e do talus da Cues  
ta de Botucatu.

Cornija é o abrupto saliente capeado por uma ca  
mada de rocha dura.

Talus é a escarpa que se segue à cornija.

b) *Depressão Ortoclinal*

Aparece logo abaixo do talus, é a vertente do vale subsequente e delimita a cuesta. Tem uma vertente côncava de forte inclinação e uma vertente suave que pode terminar no reverso de outra cuesta. (Figura 3).

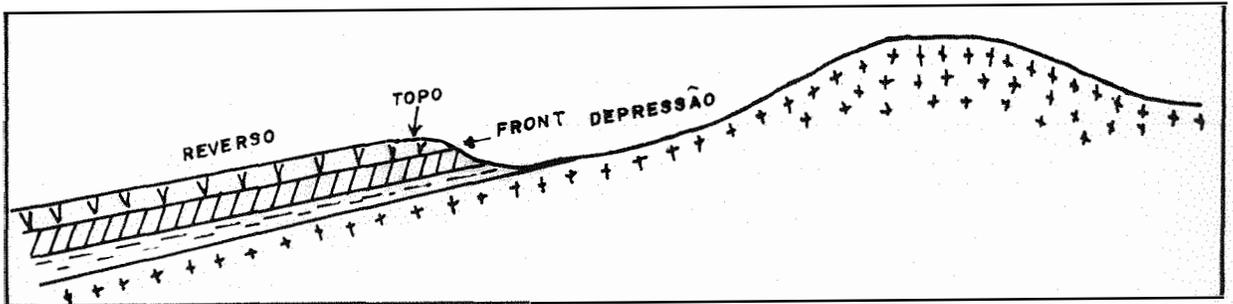


Figura 3 - Gráfico ilustrando a localização da Depressão Ortoclinal.

c) *Reverso*

É o topo do planalto, suavemente inclinado no sentido oposto ao Front. (Figura 4).

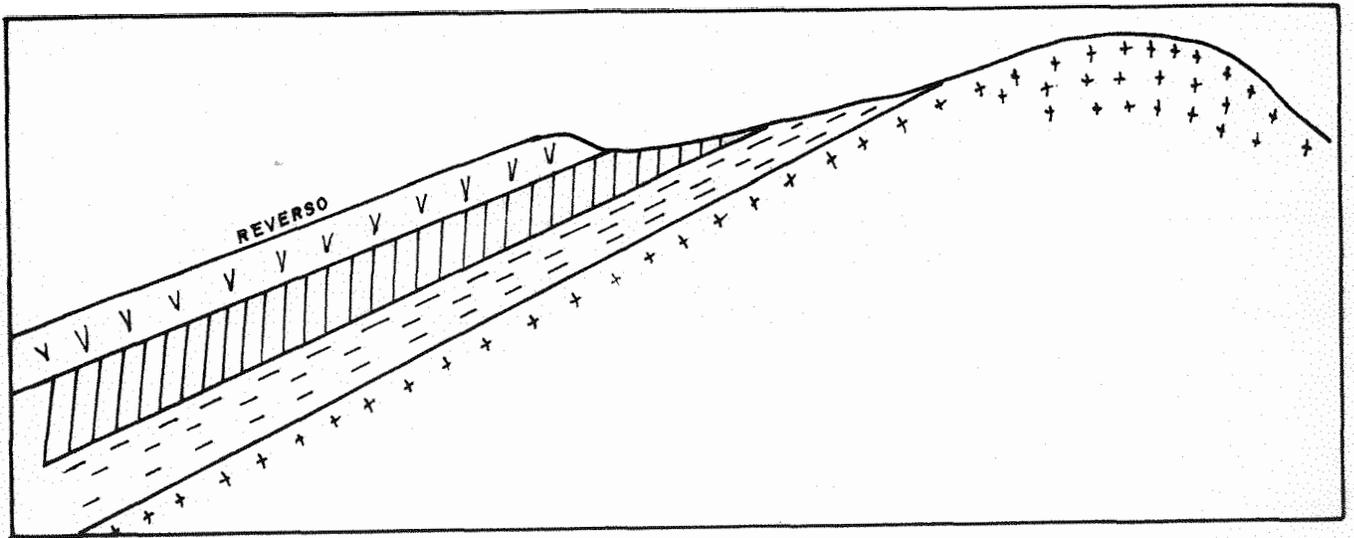


Figura 4 - Gráfico indicando a localização do Reverso da Cuesta.

### 3 - MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 - MATERIAL

##### 3.1.1 - *Área de estudo*

##### 3.1.1.1 - *Situação Geográfica*

Estas são as coordenadas geográficas que dão a localização do município de Botucatu.

- latitude Sul entre os paralelos de  
22<sup>o</sup>30' e 23<sup>o</sup>05'
- longitude Oeste entre os meridianos  
48<sup>o</sup>15' e 48<sup>o</sup>52'

A localização do município de Botucatu está indicada na Figura 5.

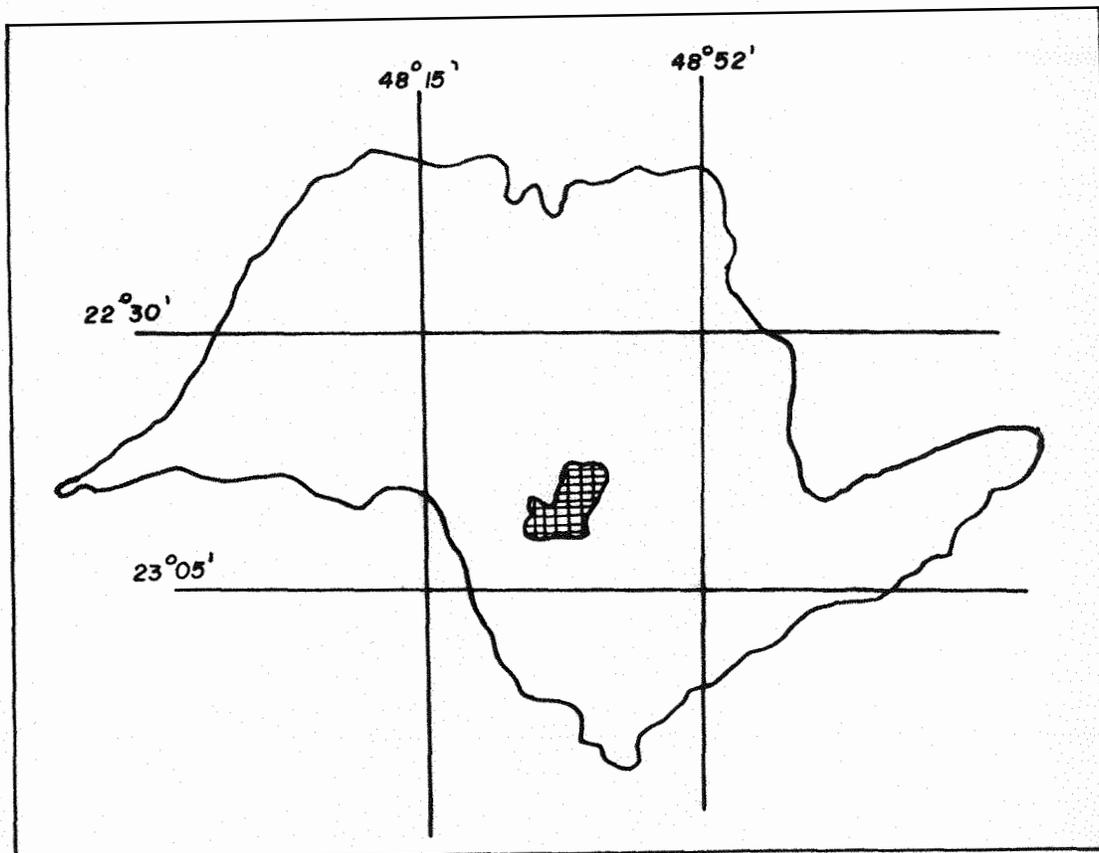


Figura 5 - Localização do município de Botucatu no Estado de São Paulo.

Com uma área de  $1522 \text{ km}^2$ , limita-se com os seguintes municípios:

ao Norte - Dois Córregos e Santa Maria da Serra  
ao Sul - Itatinga e Pardinho  
a Leste - Anhembi e Bofete  
a Oeste - São Manoel e Avaré.

A localização dos trechos de estudo no município de Botucatu, está indicada na Figura 6.

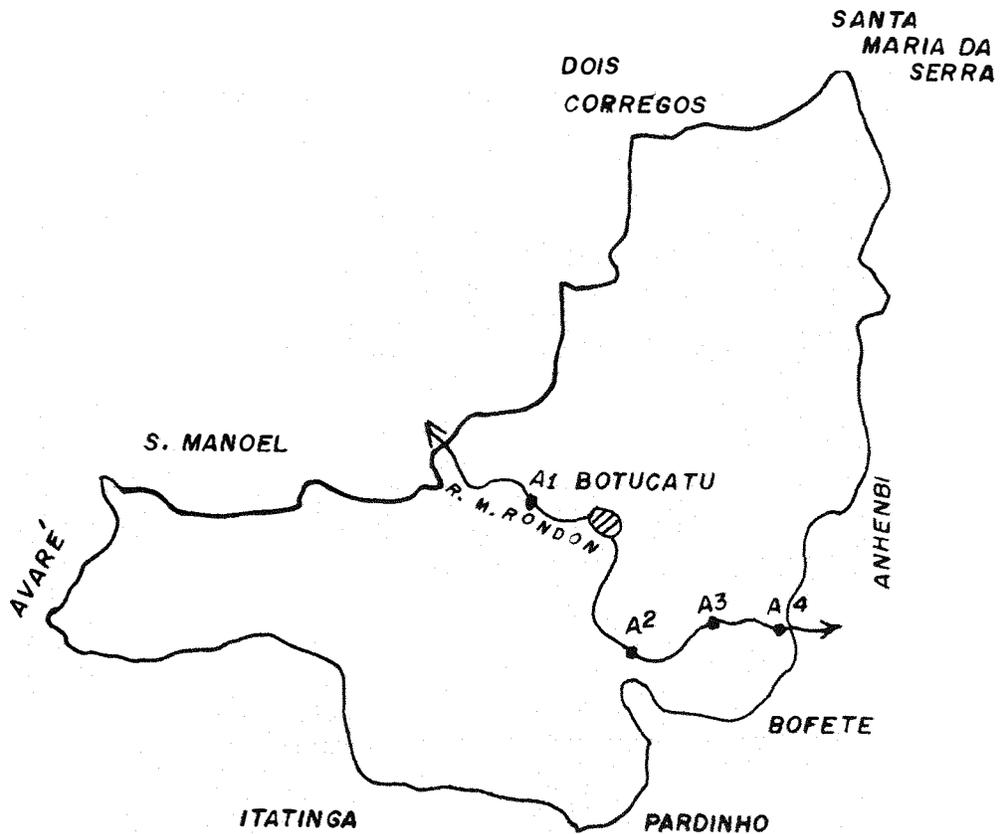


Figura 6 - Localização dos trechos de estudo (cortes A1, A2, A3 e A4) no município de Botucatu.

### 3.1.1.2 - Bases Físicas

#### 3.1.1.2.1 - Fundamentos Geológicos

Segundo CASTRO (1966), há 220-120 milhões de anos, no Mesozóico, no Sul do Brasil, atuaram flutuações climáticas e movimentos tectônicos, vulcânicos e uma

intensa sedimentação sob clima árido, originando os extensos lençóis de lavas e os grandes depósitos de arenito. A Figura 7 representa um corte geológico do Sul do Brasil.

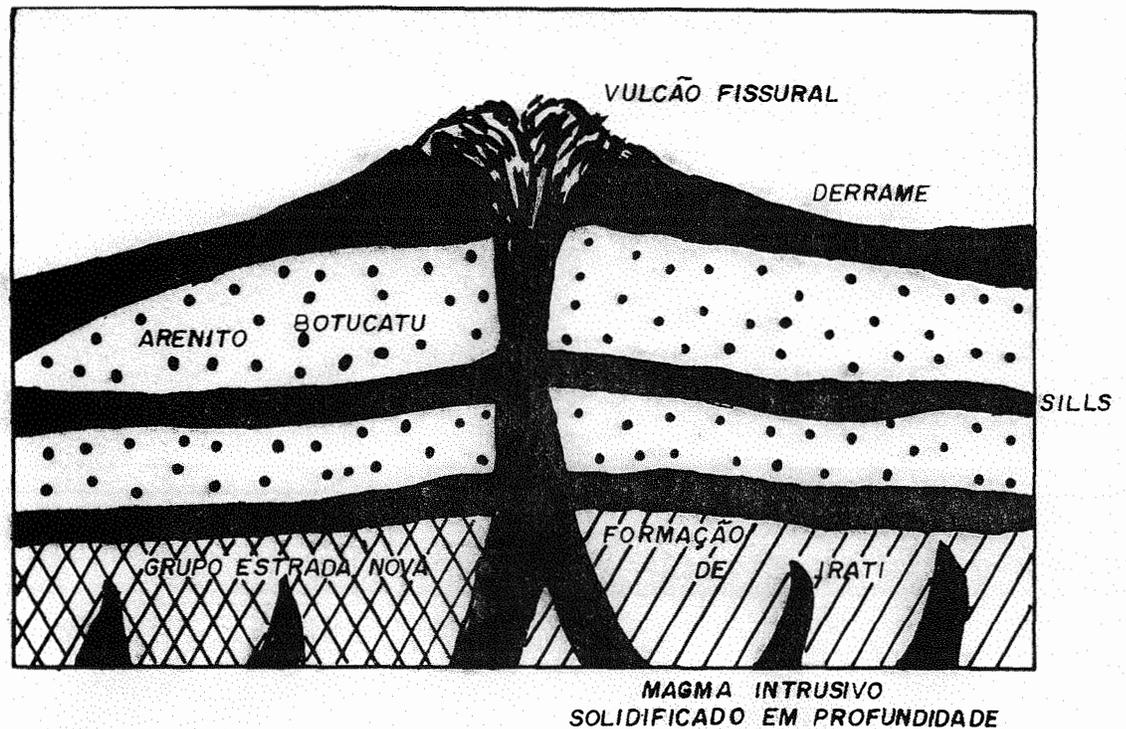


Figura 7 - Corte geológico da região do sul do Brasil, mostrando as camadas intercaladas de arenitos e derrames de lavas vulcânicas. O vulcão da figura é imaginário, podendo ter existido em vários pontos do planalto Meridional.

O relevo de cuestas da região de Botucatu é o resultado de uma evolução morfológica do tipo poligênica. É a mais complexa, pois aqui o relevo resulta de duas ou mais gerações de formas. O ponto de partida da evolução é o soerguimento da Bacia Sedimentar, bastante lento, acompanhado da ação erosiva. Desenvolve-se, então, uma superfície de erosão com camadas sedimentares de diferentes graus de resistência e a borda do escudo, conforme está indicado na Figura 8.

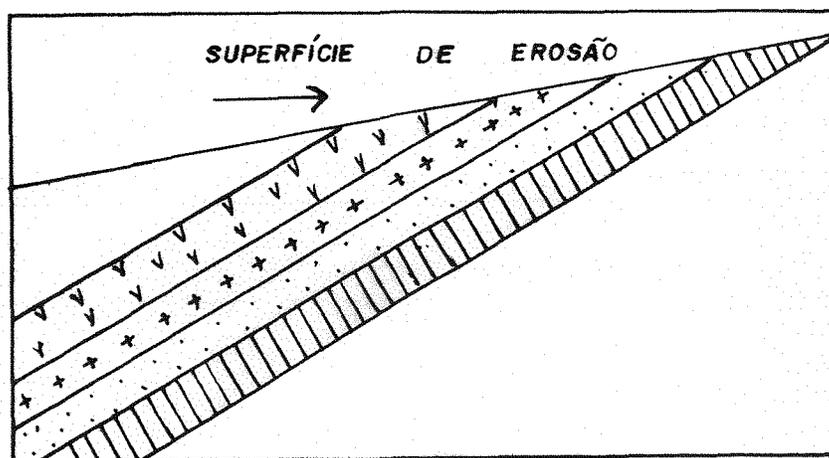
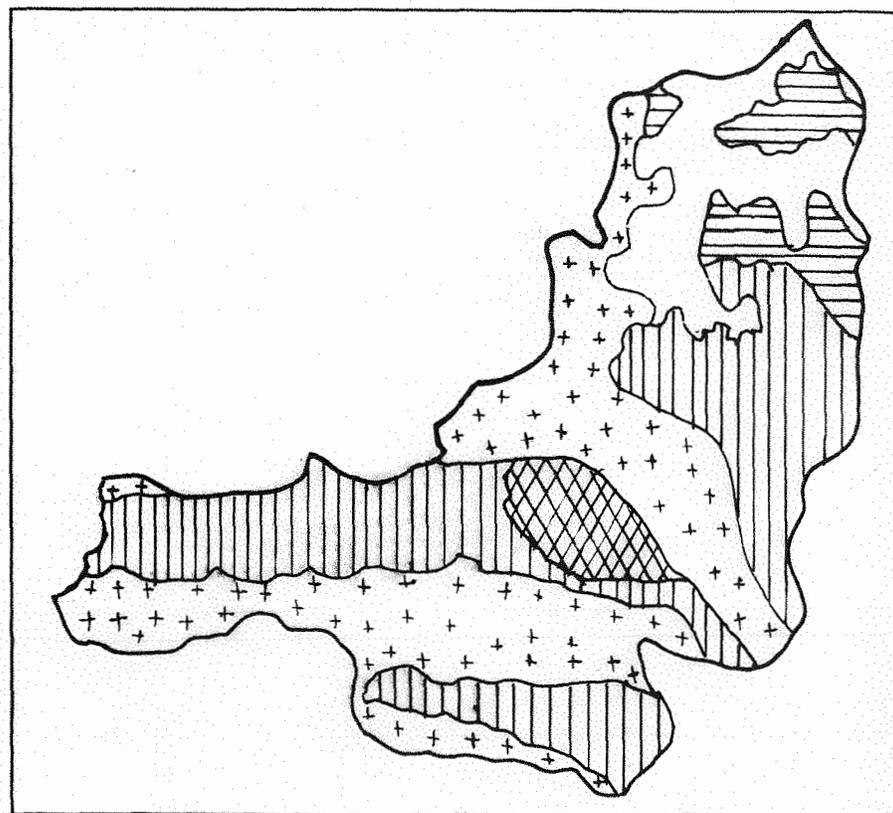


Figura 8 - Gráfico ilustrando a superfície de erosão - Soerguimento da Bacia Sedimentar.

A Geologia do município de Botucatu, segundo STIPP (1975), está representada na Figura 9.



-  Neocretáceo - Arenito BAURU
-  Cretáceo - Efusivas Basálticas
-  Eocretáceo - Arenito BOTUCATU
-  Pérmico - Arenito Hidromórfico

Figura 9 - Geologia do município de Botucatu.

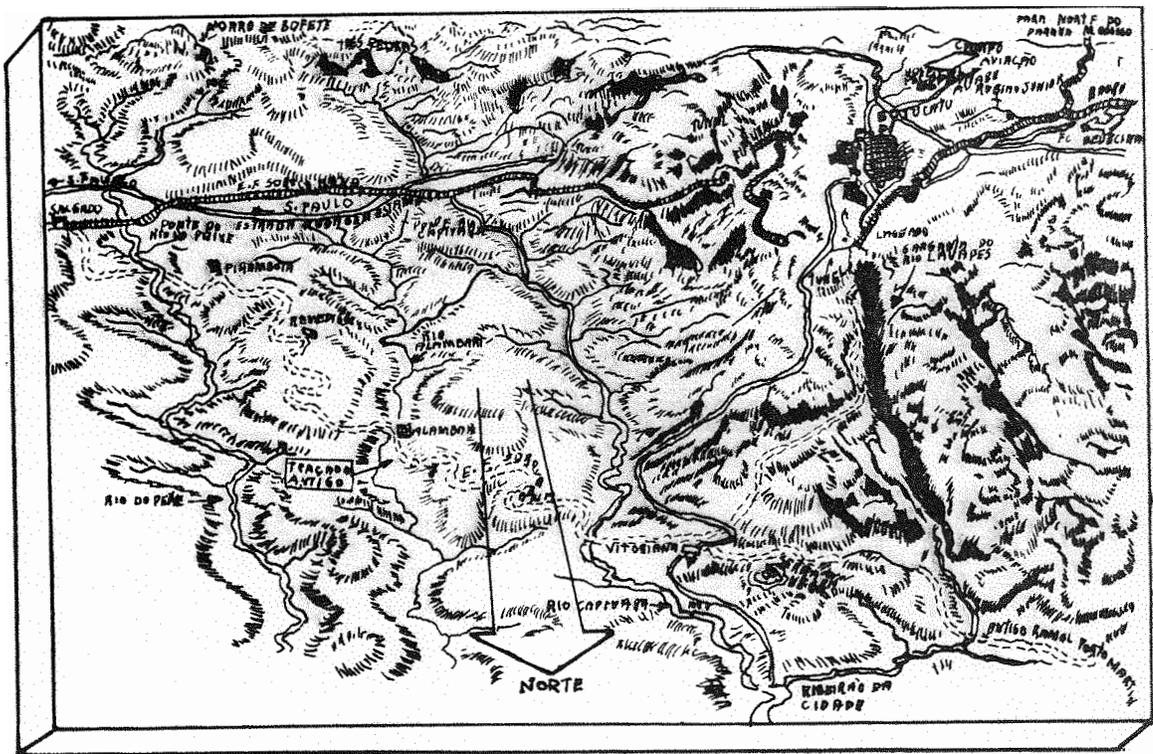


Figura 10 - Aspectos Geomorfológicos da região de Botucatu. (CASTRO - 1967).

O entalhe da Depressão e o aparecimento da Cuesta resultam de retomada erosiva a partir da primeira superfície de aplainamento, conforme ilustra a Figura 10.

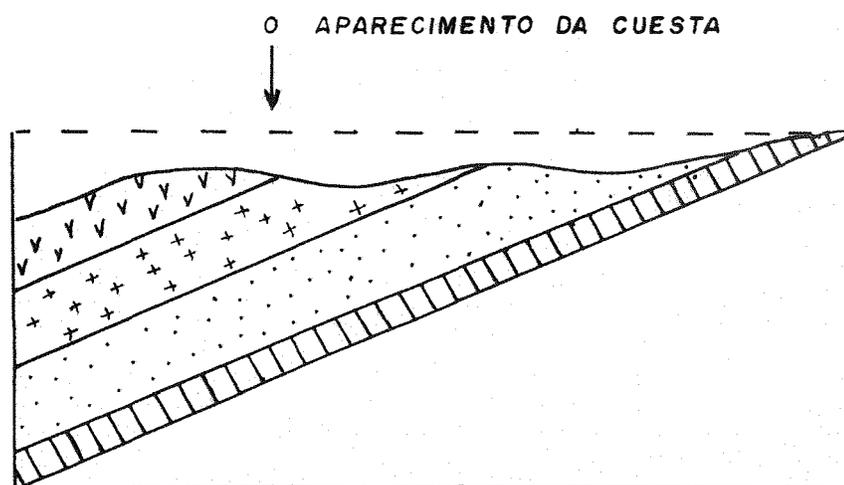


Figura 11 - Gráfico representando o aparecimento da Cuesta.

Nessa evolução geológica a rede hidrográfica instalou-se conforme a inclinação da superfície topográfica ou superfície de erosão. É uma superimposição, pois a drenagem é inadaptada à estrutura. O cavamento rápido das rochas menos resistentes permitiu o aparecimento da Cuesta.

O Reverso da Cuesta pertence à superfície antiga e corresponde ao 1º ciclo erosivo. O Front e a Depressão resultam da retomada erosiva, ou seja, do 2º ciclo erosivo. A Figura 12 representa a estrutura atual da Cuesta de Botucatu.

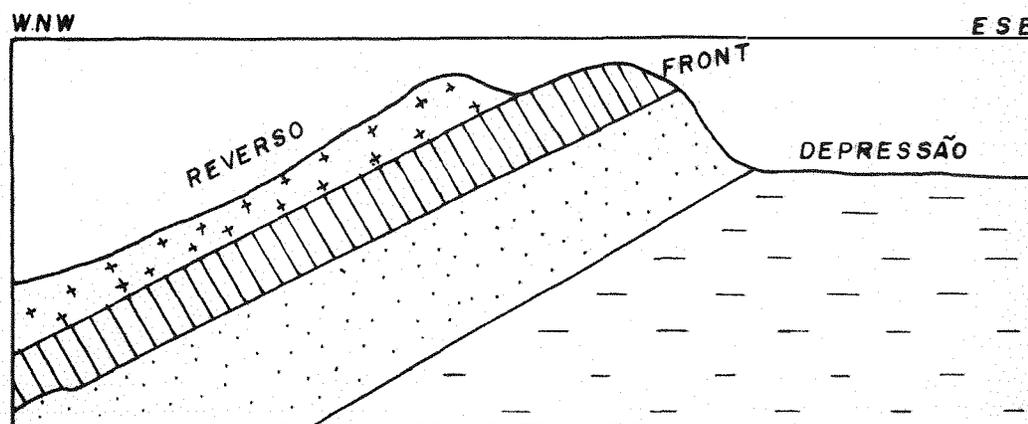


Figura 12 - Gráfico representado a estrutura atual da Cuesta de Botucatu

DE MARTONNE (1953) explica desse modo o aparecimento de Cuestas arenito-basálticas no Planalto Ocidental do Estado de São Paulo. Em estudos feitos na Depressão Periférica Paulista e borda do Planalto Ocidental, foram observados sistemas de falhamentos poligonais que deverão exercer influência nos processos erosivos e elaboração das formas de relevo.

### 3.1.1.2.2 - *Clima*

O clima é o fator importante de diferenciação das formas. Por exemplo, nos climas tropicais o produto do intemperismo é um manto de materiais decompostos. A exportação desse material é rápida devido à intensidade do escoamento.

O recuo das cornijas é rápido pela insuficiência da acumulação nos talus. Aparecem os solapamentos basais, desmoronamentos da escarpa que recua, mantendo a verticalidade nos locais onde não há acumulação de talus. Os "glacis" são de fraco declive devido à proteção da vegetação e solos, no entanto, a concavidade é bem marcada.

Segundo a classificação de KOPPEN, estudos feitos por TUBELIS (1969) indicam que o clima do município de Botucatu é Mesotérmico Cfa, podendo ocorrer a variável Cwa, se a série de dados de precipitação abranger um período de estiagem.

TOSIN (1972) relacionou os dados constantes da Tabela I, onde se observa que ocorre em Botucatu, uma precipitação anual de 1318 mm. São dados relativos a precipitação, referentes ao período de 1943 a 1960. Durante esse mesmo período observou também uma temperatura média anual de 19,9 graus centígrados ( $19^{\circ}\text{C}$ ), conforme demonstra a Tabela I. Concluiu que a temperatura média do mês, mais quente é superior a  $22^{\circ}\text{C}$  e a temperatura média do

mês mais frio é inferior a 18°C; que o mês mais seco apresenta mais de 30 mm de precipitação; que o índice pluviométrico anual é superior a 1200 mm e que a estação menos chuvosa é o inverno.

CURI (1973) chegou às mesmas conclusões.

T A B E L A I

Dados climáticos do município de Botucatu, segundo a Secção de Climatologia Agrícola do Instituto Agrônômico de Campinas, do Estado de São Paulo (TOSIN, 1972).

MESES	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)
Jan.	22,5	242
Fev.	22,4	244
Mar.	22,0	157
Abr.	19,8	62
Mai.	17,7	56
Jun.	16,7	55
Jul.	16,6	34
Ago.	18,4	31
Set.	19,4	51
Out.	20,1	122
Nov.	21,1	104
Dez.	21,9	160
ANO	19,9	1318

Segundo DEZOTI (1973), o clima do município de Botucatu pode ser classificado como Tropical de Altitude Cwa da classificação de KOPPEN; e os estados de tempo na região são bastante influenciados pelas seguintes massas de ar:

- Tropical Atlântica (Ta) - de leste
- Equatorial Continental (Ec) e  
Tropical Continental (Tc) - de noroeste
- Polar Atlântica (Pa) - do sul.

Conforme ilustra a Figura 12, o clima do município de Botucatu situa-se na faixa dos climas mesotérmicos da classificação de KOPPEN.

Secretaria de Economia e Planejamento do Estado de São Paulo (1972).

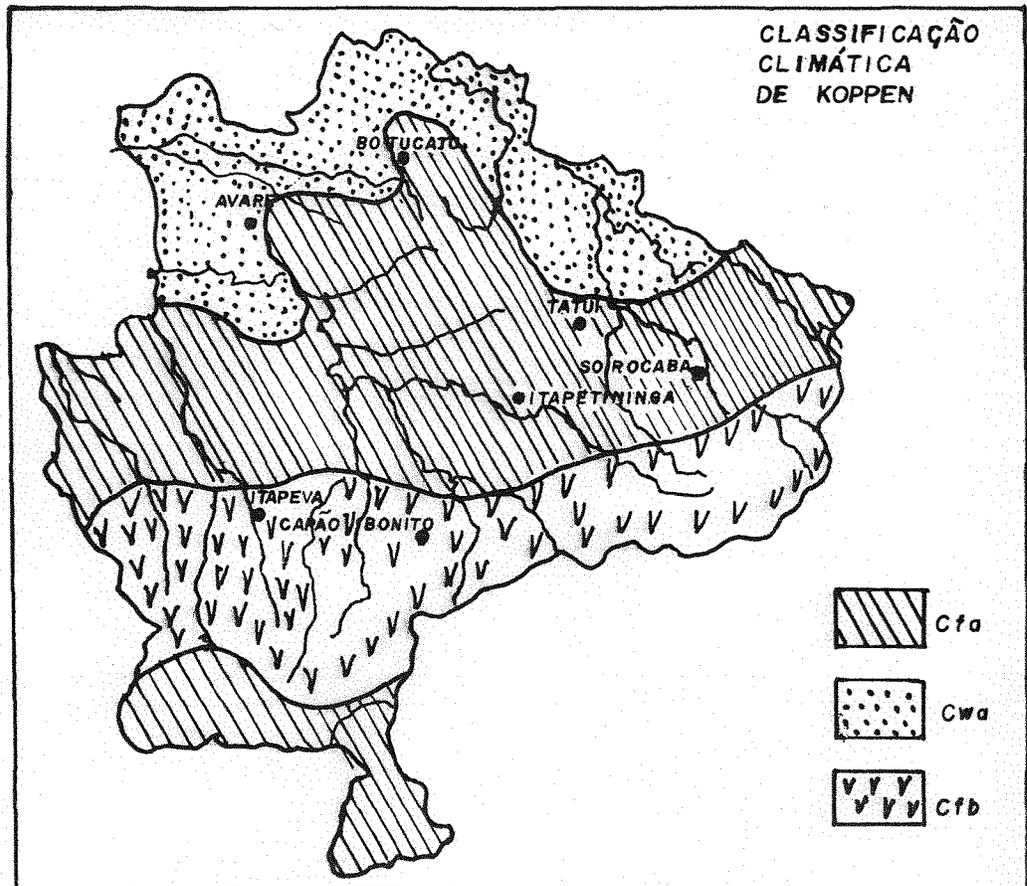


Figura 13 - Classificação climática segundo KOPPEN.

### 3.1.1.2.3 - Solos

Segundo a COMISSÃO DE SOLOS (1960), a área em estudo apresenta três unidades de mapeamento, como demons

tra a Figura 12: Regossol "intergrade" para Podzólico Vermelho Amarelo - "intergrade" para Latossol Vermelho Amarelo (RPV - RLV), Latossol Vermelho Amarelo fase arenosa (LVa) e Litossol fase substrato basaltito (Li-b).

a) REGOSSOL "intergrade" para Podzólico Vermelho Amarelo - "Intergrade" para Latossol Vermelho Amarelo.

De acôrdo com a COMISSÃO DE SOLOS (1960), constitui esta unidade um agrupamento indiferenciado de solos, conceituados como solos profundos, de textura arenosa, acentuadamente drenados, de cor geralmente vermelho-amarelado, com seqüência de horizontes A, B e C, originados a partir de arenitos; são solos de fertilidade baixa, ácidos e muito susceptíveis à erosão.

Os solos desta unidade de mapeamento apresentam as seguintes características morfológicas: o valor e a croma do horizonte B mais elevados do que no A, respectivamente em uma e quatro unidades; observa-se espécie de mosqueado esbranquiçado, originado por pontos de areia lavada, especialmente no horizonte A; separação dos horizontes e subhorizontes determinada mais pela cor do que pelas demais características morfológicas; difícil separação de subhorizontes e, relativamente, mais fácil separação dos horizontes; textura variando de areia barrenta a barro arenoso ao longo do perfil (de "loamy sand" a "sandy loam").

b) LATOSSOL - Vermelho Amarelo - fase arenosa

De acôrdo com a COMISSÃO DE SOLOS (1960), esta unidade de mapeamento é constituída por solos profundos, de textura arenosa, bem drenados, de coloração vermelho amarelado, formados a partir de arenitos. São solos ácidos, de baixa fertilidade. A pequena variação das características, faz com que os vários subhorizontes se apresentem pouco individualizados, com transições variando de gradual a difusa.

Segundo a mesma COMISSÃO, apresentam como principais características morfológicas: horizonte A normalmente mosqueado, devido a pontos de areia quartzosa lavada, de cor rósea; o valor e a croma da cor do horizonte B são mais elevados que os de A, sendo o valor uma unidade mais alta e a croma até 4 unidades a mais; textura barro argilo-arenosa ("sandy clay loam") tanto no A como no B, apenas apresentando um ligeiro aumento de argila no horizonte B; difícil identificação das divisões do perfil, exceto o horizonte A do B; e durante a manipulação de amostras para a apreciação da textura, se mostram com aparência oleosa.

c) LITOSSOL - fase substrato basaltito

Segundo a COMISSÃO DE SOLOS (1960), esta unidade de mapeamento se caracteriza por apresentar solos pouco desenvolvidos, com espessura em torno de 35 centímetros

tros, constituídos pelo horizonte A e a camada R. São solos com saturação de bases alta. Em alguns perfis, observa-se horizonte B incipiente que se desenvolve entre o horizonte A e a camada R, normalmente com cinco centímetros de espessura.

De acordo com essa mesma COMISSÃO, de um modo geral são as seguintes as características morfológicas desta unidade de mapeamento: horizonte A com espessura em torno de 30 centímetros, de coloração predominantemente vermelho escuro acinzentado (2,5 YR 3/2). A textura é da classe argila ("clay") e a estrutura é granular, média, fortemente desenvolvida, revestida de cerosidade forte e abundante. A consistência em seus diferentes graus de umidade se apresenta dura quando seco, friável ou firme quando úmido e plástica e pegajosa quando molhado. A transição para a camada R é clara ou abrupta. A camada R é constituída por fragmentos de basaltitos em diversos estágios de desagregação. O horizonte B, quando presente, é muito pouco desenvolvido, com espessura em torno de 5 centímetros de coloração vermelho escuro (2,5 YR 3/6). A textura é da classe argila ("clay") e a estrutura é em blocos subangulares, média, fortemente desenvolvida, possivelmente "intergrade" para a unidade Mediterrânico Vermelho Amarelo. Com inclusões ocorrem afloramentos de basaltitos e meláfiros.

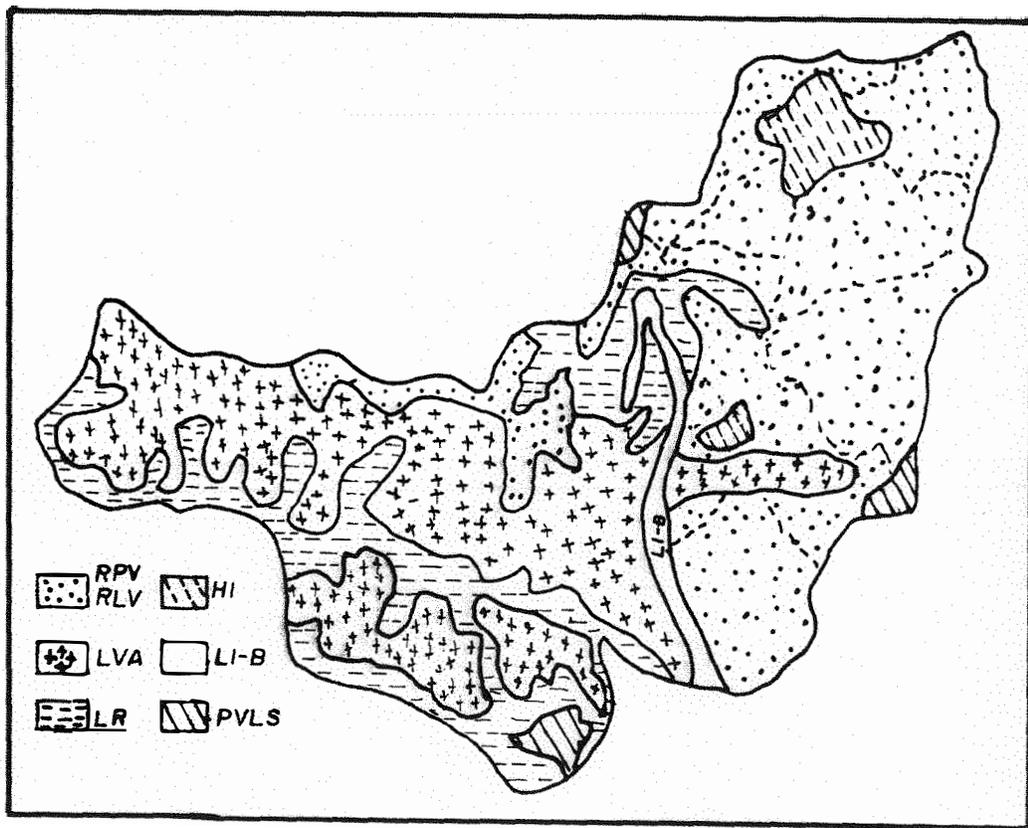


Figura 14 - Mapa dos solos do Município de Botucatu, COMISSÃO DE SOLOS (1960). DEZOTI (1973).

### 3.1.2 - *Fotografias aéreas, fotomosaicos e fotografias coloridas*

Foram usadas fotografias aéreas verticais provenientes de cobertura aerofotográfica realizada para a Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo pelas Firms Prospec e Cruzeiro do Sul, em 1962, na escala de 1:25.000 (aproximada). Os fotomosaicos utilizados são reproduções fotográficas dos originais, confeccionados na mesma escala das fotografias aéreas.

## 3.2 - MÉTODOS

### 3.2.1 - *Eleição da área de estudo*

Preliminarmente, foi feita uma excursão exploratória na região do município de Botucatu, com o objetivo de escolher-se os locais representativos a serem estudados, o que foi auxiliado pelo uso das fotografias aéreas e de fotografias coloridas obtidas no local, durante essa mesma excursão de caráter explorador.

### 3.2.2 - *Localização dos Cortes Topográficos*

Escolhida a área de estudo, foi deliberado realizar-se um estudo de quatro cortes topográficos situa

dos ao longo da Rodovia Marechal Rondon, na região da Cuesta de Botucatu.

Os cortes topográficos receberam as seguintes designações: A1, A2, A3 e A4, como se observa na Figura 15.

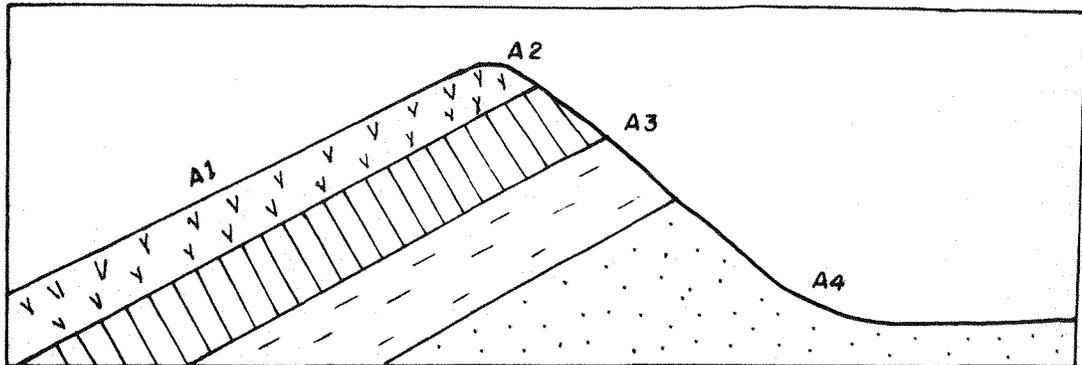


Figura 15 - Localização dos Cortes Topográficos na Cuesta de Botucatu.

### 3.2.3 - Descrição e caracterização

Inicialmente, procedeu-se à identificação e descrição das formas terrestres, presentes na área de estudo.

A seguir, foram fotografados os cortes topográficos e procedeu-se à descrição dos principais tipos de rochas que existem na região, bem como à coleta de amostras dos cortes (rochas) para posterior análise, para

fornecimento da composição mineralógica e da possibilidade da existência de fósseis.

## 4 - RESULTADOS

### 4.1 - DESCRIÇÃO DAS FORMAS TERRESTRES

Fisiograficamente, a região de Botucatu, compreende tres regiões naturais distintas:

- a Baixada
- o Topo da Cuesta
- a Frente da Cuesta

#### a) *Baixada*

Correspondente à Depressão Periférica ou Ortoclinal ou Subsequente, abrangendo as terras situadas a leste, nordeste e norte do município de Botucatu.

As altitudes dessas terras oscilam entre 400 e 600 metros. É aí que se localiza a parte mais densa da rede hidrográfica da região. Compreende a Baixada da Bacia do Tietê e seus tributários.

As terras das colinas que aí aparecem encon -

tram-se bastante entalhadas pelos rios Araquã, Capivara, Alambari e outros menores. São todos afluentes do rio Tietê. Ao norte, onde o Tietê e Piracicaba se encontram, existem vários trechos alagados. E as altitudes aí são em torno de 400 metros.

As formas de relevo são muito monótonas atualmente, pois a erosão fluvial arrasou as colinas que anteriormente existiam.

Em toda a Baixada ocorrem duas zonas mais elevadas:

- uma entre as terras dos rios Tietê e Piracicaba, próxima ao município de Anhembi, com mais ou menos 500 metros de altitude.
- outra nos limites com Bofete, entre os rios Capivara e o Alambari, onde as altitudes são de mais ou menos 600 metros.

b) *Topo da Cuesta*

Nesta região as altitudes variam entre 700 e 900 metros. É aqui que a população se concentra. Ao norte da Cuesta aparecem numerosos cursos d'agua que vão ter à Baixada, onde formam cachoeiras nos afloramentos de diabásio, conforme ilustra a foto 2.



Foto 2 - Aspecto de uma cachoeira em afloramento de diabásio, situada na região do Topo da Cuesta.

Esta região é drenada pela Bacia do Rio Pardo

que vai ter no Paranapenema, portanto a parte leste-se<sub>nt</sub>entrional do Topo da Cuesta corresponde ao divisor de águas das duas mais importantes bacias da região: a do Tietê e a do Pardo.

Observa-se no Topo da Cuesta de Botucatu, uma feição topográfica denominada "Gigante Adormecido", visível através da Rodovia Marechal Rondon, conforme ilustra a Foto 3.



Foto 3 - O "Gigante Adormecido" no Topo da Cuesta.

O relevo dessa região apresenta duas zonas distintas: a dos Espigões e a da Depressão que corresponde à Bacia do Rio Pardo.

O Espigão do Norte apresenta-se dissecado pelos cursos d'água, podendo se prever capturas fluviais devido à presença de muitos desgastes em certos locais. Perto de São Manuel e Avaré existem provas desses desgastes sob a forma de Morros Testemunhos.

O Espigão do Sul também prima por apresentar um intenso trabalho erosivo dos rios. Nos dias atuais, o ponto mais elevado da região, com 950 metros de altitude, se localiza no Espigão do Norte, nas imediações de Rubião Júnior, conforme ilustra a Foto 4.



Foto 4 - Local mais elevado da região: Morro de Rubião Júnior.

c) *Frente da Cuesta*

É uma região estreita que se situa entre a Baixada e o Topo da Cuesta, na qual aparecem afloramentos

de arenitos e diabásios alternados, em camadas superpostas. É uma região de transição porque se percebe nitidamente a passagem de um relevo modesto de colinas da Baixada para um relevo onde se elevam Espigões do Topo da Cuesta.

O fenômeno típico do local é a erosão diferencial, que é facilitada pela presença de arenitos e camadas de diabásio fraturado. Portanto, a erosão fluvial se processa mais intensamente na Frente da Cuesta. As chuvas também contribuem, acelerando a desagregação das rochas pelas torrentes (Foto 5).



Foto 5 - Frente da Cuesta, onde se observam as camadas de arenito e diabásio alternadas em camadas superpostas.

## 4.2 - CORTES TOPOGRÁFICOS

### 4.2.1 - *Corte A1*

O corte topográfico denominado A1 é ilustrado pela Foto 6.



Foto 6 - Corte topográfico denominado A1.

A mais ou menos 900 - 700 metros de altitude, neste corte topográfico que se convencionou chamar de A1, percebe-se com nitidez o arenito cozido, isto é, arenito que passou por um metamorfismo optálico.

Esse arenito é denominado de Arenito Botucatu e foi cozido pela lava basáltica que nele escorreu, na Era Mesozóica, quando na região Sul do Brasil ocorreram derramamentos de lavas.

De amostras coletadas neste local pode-se observar com bastante clareza incrustações de basalto no arenito.

Entre os minerais opacos constatou-se a presença de magnetita devido à proximidade de corpos basálticos e a presença da limonita em relativa quantidade no arenito Botucatu.

Observou-se também, neste corte topográfico, uma linha de pedras (stone line), que segundo AB'SABER (1969), se formou em algum momento do Neo-Cenozóico ("sedimentos modernos").

Corresponde esta região ao que se denominou de Reverso da Cuesta.

4.2.2 - *Corte A2*

O corte topográfico A2 é ilustrado pela Foto 7.



Foto 7 - Corte Topográfico denominado A2.

A mais ou menos 800 - 600 metros de altitude, neste corte topográfico que se convencionou chamar de A2, percebe-se com nitidez o contato entre o arenito e o ba salto.

Na parte superior observa-se a camada basáltica e na parte inferior, a camada arenítica, desprendendo blocos de tamanhos variáveis, devido ao diaclasamento ir regular.

Com relação à camada basáltica, pode-se afirmar que ela data da Era Mesozóica (Cretáceo Inferior) quando ocorreram derrames de lavas no Sul do Brasil.

Corresponde ao que se denominou Topo da Cuesta. Observou-se neste corte topográfico, o basalto decompos to e amigdaloidal.

Com relação à camada arenítica, trata-se de um arenito com impurezas argilosas, com cor avermelhada de vido à presença da limonita, embora em pequena quanti da de.

Neste corte também se observou o produto típico do metamorfismo optálico, isto é, um arenito mais re sistente denominado de arenito cozido.

#### 4.2.3 - Corte A3

A Foto 8, ilustra o Corte topográfico denominado A3.

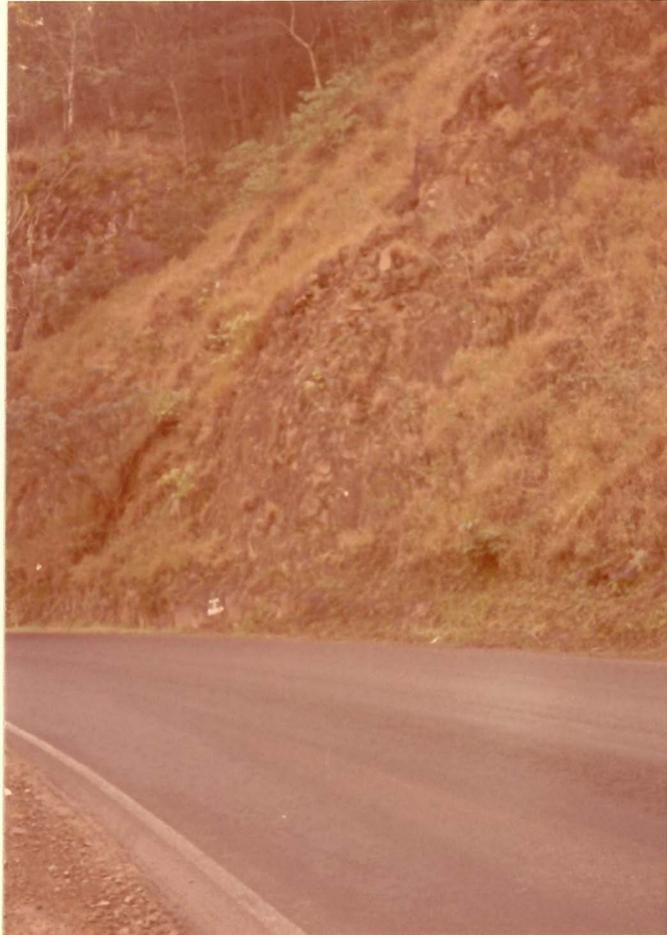


Foto 8 - Corte topográfico denominado A3.

Na Rodovia Marechal Rondon, a mais ou menos 600 metros de altitude, se localiza o corte topográfico que se convencionou chamar de A3.

Percebe-se aqui a camada de basalto mais espessa.

Em alguns locais observaram-se cascas de material desprendidas de tal forma que dão aspectos de cebola sendo descascada; é o que se denomina de "esfoliação", ou seja, fenômeno típico de acebolamento.

Corresponde ao que se denominou de Frente da Cuesta, isto é, zona de transição entre o Topo e a Baixada.

#### 4.2.4 - Corte A4

O corte topográfico denominado A4 é ilustrado pela Foto 9.



Foto 9 - Corte topográfico denominado A4.

O corte que se convencionou chamar de A4, seria o fim da região da Cuesta ou início da Depressão Periférica, que se observa nitidamente na Foto 9, obtida da Rodovia Marechal Rondon.

Estes terrenos datam da Era Paleozóica (Permiano) e suas altitudes variam em torno de 400 - 600 metros.

Aqui aparecem rochas sedimentares com estratificação horizontal (paleozóicas).

Esse fato vem demonstrar que, possivelmente, - essas rochas sedimentares se formaram em fundo de lagos calmos.

## 5 - D I S C U S S Ã O D O S R E S U L T A D O S

Das bases físicas apresentadas pode-se afirmar que os Cortes Topográficos A1, A2, A3 e A4 estão localizados em quatro regiões naturais bastante individualizadas que se denominam de Reverso da Cuesta, Topo da Cuesta, Frente da Cuesta e Baixada ou Depressão Periférica ou Ortoclinal.

Os principais tipos de rochas encontrados foram as magmáticas como basalto e diabásio, as rochas metamórficas como o arenito cozido, erroneamente denominado por alguns autores de quartzito, e as clásticas representadas pelo arenito comum.

As principais espécies minerais encontradas na região ou nos cortes analisados foram: Calcedônias, ágatas, ametistas.

A presença de fósseis não foi constatada, o que facilmente se explica pelos processos geológicos que atuaram na região.

Segundo ALMEIDA (1954) o arenito Botucatu formava, no passado, um enorme deserto que cobria parte Sul do Brasil, há milhões de anos: o Deserto de Botucatu (pe

riodo Triássico). Nesse período geológico o clima era sêco, a região muito árida, com presença de dunas; a presença de água era bastante rara. A vegetação e a fauna, conseqüentemente, eram bastante raras também. Eis o porquê da ausência de fósseis na região estudada.

Observou-se que no Topo da Cuesta de Botucatu domina o arenito e que presentemente o ciclo erosivo atua sobre o mesmo.

Isso é evidenciado pelo arredondamento das formas superficiais e pelo ângulo agudo formado nas escarpas, esculpidas no arenito, o que vem confirmar a teoria de PENTEADO (1974).

Em alguns pontos entre a região do Topo e a Frente propriamente dita, observou-se o Metamorfismo Optático que provocou o "Cozimento do Arenito" fazendo surgir um arenito mais resistente, que quando sua origem é da formação Botucatu geralmente é avermelhado e quando sua origem é da formação Bauru pode ser branco-amarelado.

Na Foto 10, pode-se observar alguns desses aspectos, do contato do arenito com o basalto.



Foto 10 - Corte na Cuesta de Botucatu, demonstrando contato do arenito com o basalto.

No ponto mais levado da região, ou seja, em Rubião Júnior, constatou-se que o morro deve estar sustentado pelos derramamentos basálticos que capearam as dunas arenosas.

Em análises feitas nos materiais expostos tanto no Topo como nas encostas, verificou-se a presença de rochas areníticas decompostas em torno de um núcleo compacto, resultando caos de blocos e como resíduos aparecem as areias quartzosas.

Os morros testemunhos da região testemunham a antiga posição da Cuesta antes do recuo do Front. Eles sobreviveram devido à sua posição sobre a linha das redes hidrográficas e devido ao recuo rápido da Cuesta bastante festonada.

Constatou-se que no Topo da Cuesta domina o arenito Botucatu e que estamos num ciclo erosivo sobre o mesmo, fato de fácil observação pelo arredondamento das formas superficiais e pelo ângulo bem agudo das escarpas da região, esculpidas no arenito.

## 6 - C O N C L U S Õ E S

A análise e interpretação dos dados obtidos levaram às seguintes conclusões:

- 1 - O Topo da Cuesta é presentemente ocupado por uma camada de arenito Botucatu, porém aflorando primeiramente, em alguns pontos, o basalto.
- 2 - O Ciclo erosivo não está estacionado sobre o basalto, e sim, em atividade sobre o arenito.
- 3 - Na formação da Cuesta e dos morros testemunhos houve influências de fraturas e falhas.
- 4 - O arenito mais resistente da região é o arenito cozido, produto típico do Metamorfismo Optálico.
- 5 - A presença, ao longo da Cuesta, de blocos de variãveis tamanhos se deve ao diaclasamento irregular.
- 6 - Os cortes topográficos A1, A2, A3 e A4 foram classificados como Reverso da Cuesta, Topo da Cuesta, Frente da Cuesta e Baixada, respectivamente.

- 7 - O corte topográfico A3 é uma zona de transição, pois representa a passagem da região Topo da Cuesta para a Baixada ou Depressão Ortoclinal.
- 8 - Não existe "serra" na nova nomenclatura e sim "cuesta" de Botucatu pois a forma de relevo da região é escarpada, em áreas sedimentares, fracamente inclinada e resultante do trabalho de erosão diferencial. O termo "serra" fica geomorfológicamente reservado para áreas de maiores altitudes, com escarpas mais fortemente inclinadas.
- 9 - Evidências texturais e estruturais indicam que imposições de caráter climático influenciaram decisivamente na formação das rochas presentes na região estudada.
- 10 - Existe na região estudada, acima do basalto do último derrame exposto, restos de arenito Botucatu.
- 11 - Eventualmente, aparecem na região, calhaus de arenito Bauru ou Botucatu, de porte avantajado, provenientes de fragmentos de antigas cornijas, inexistentes em dias atuais, devido às condições climáticas.
- 12 - Os terrenos dos Cortes topográficos A2 e A3 datam da Era Mesozóica (Cretáceo Inferior), quando ocorreram os derrames de lavas.

- 13 - Os terrenos do Corte Topográfico denominado A4 datam da Era Paleozóica (Permiano).
- 14 - Verificou-se a ocorrência de linha de pedra ("stone line") ou cangas de laterita, a qual, segundo muitos autores, se formou em algum momento do Neo-Cenozóico ("sedimentos modernos").
- 15 - O ponto mais elevado da região estudada, o morro de Rubião Júnior, se encontra com suas rochas superficiais classificadas como areníticas, em estado de decomposição, levando à conclusão de que somente um núcleo bem compacto, esteja sustentando tal morro.

## 7 - R E S U M O

Na região do município de Botucatu, no Estado de São Paulo, foi estudada uma área de Cuesta, para se analisar a atividade do ciclo erosivo nas camadas de rochas, os principais tipos de rochas e as principais espécies minerais. Foram feitas descrições geológicas e geomorfológicas da região. Obtiveram-se dados climáticos de temperatura, precipitação e classificação dos solos.

Foram amostrados quatro cortes topográficos na Rodovia Marechal Rondon, ilustrados por fotografias coloridas e distribuídos assim:

- A1 - correspondendo a um corte localizado no Reverso da Cuesta
- A2 - correspondendo a um corte localizado no Topo da Cuesta
- A3 - correspondendo a um corte localizado na Frente da Cuesta
- A4 - correspondendo a um corte localizado na Baixada ou Depressão Ortoclinal.

Utilizaram-se para tanto, mapas, dados de geo morfologia, geologia, clima, solos e fotografias aéreas do Município de Botucatu.

Essas informações foram utilizadas para uma análise geral e discussão dos resultados que possibilitaram estas conclusões:

- 1 - O Topo da Cuesta é ocupado por uma camada de arenito, porém aflorando primeiramente, em alguns pontos, o basalto; o ciclo erosivo não está estacionado so bre o basalto, e sim, em atividade sobre o arenito.
- 2 - O arenito cozido é o produto típico do Metamorfismo Optálico que houve na região.
- 3 - Evidências texturais e estruturais indicam que impo sições climáticas influenciaram de forma marcante nas formações presentes na região.
- 4 - Na nova nomenclatura geomorfológica não se denomina mais "serra" de Botucatu e sim "cuesta" de Botucatu, pois trata-se de uma forma de relevo escarpada de áreas sedimentares, fracamente inclinadas e resul - tante do trabalho da erosão diferencial, ficando o têr mo "serra" reservado para as escarpas mais forte mente inclinadas, em maiores altitudes.

## 8 - S U M M A R Y

In the region of Botucatu municipality, in São Paulo State, it has been studied the region of the Cuesta, with the purposes of analyzing the activity of erosion on rock layers, the main types of rocks and the main types of minerals. Geomorphological and Geological descriptions of the region were carried out and climatic temperature, precipitation, and soil classification data were obtained.

Four topographic cuts were sampled, being all of them situated on Marechal Rondon Road and represented by photographs as listed below:

- A1 - Opposite side to a cut located on the Reverse of the Cuesta
- A2 - Corresponding to a cut located on the Top of the Cuesta
- A3 - Corresponding to a cut located on the Forepart of the Cuesta
- A4 - Corresponding to a cut located on the Depression.

Maps and geomorphological, geological, climatic and soil data, as well as aerial photographs of the region of Botucatu were used for that purpose.

All These collected information were used for a general analysis and later discussion of the results - which made possible the following conclusions:

- 1 - The Top of the Cuesta is covered by a sandstone layer but in some points the basalt emerges, and the erosive cycle is not settled on the basalt but it is in full activity on the sandstone.
- 2 - The boiled sandstone is a representative product of caustic metamorphism which occurred in the region.
- 3 - Structural and textural evidences show that climatic impositions largely influenced in the formations studied in the present work.
- 4 - In the new geomorphological terminology the term "sierra" of Botucatu is not used anymore, but "cuesta" is, once the latter explains a type of steep raise of sedimentary areas, slightly inclined, resulting from a differential erosive work; and the term "sierra" is restrained to more substancially inclined scarps, in higher altitudes.

9 - BIBLIOGRAFIA CITADA E CONSULTADA

AB'SABER, A.N.: Formações quaternárias em áreas de Reverso de Cuestas em São Paulo. Bol. n° 16 de Geomorfologia da USP - 1969.

\_\_\_\_\_ : A Depressão Periférica Paulista. Bol.n° 15 de Geomorfologia da USP - 1969.

\_\_\_\_\_ : Barragens do Tietê na Depressão Periférica Paulista. Bol. n° 3 de Geografia e Planejamento da USP - 1972.

\_\_\_\_\_ : Regiões de circundesnudação pós-cretácica no Planalto Brasileiro. Boletim Paulista de Geologia n° 1. S.P. - 1949.

\_\_\_\_\_ : Nem todas as escarpas basálticas Brasileiras são cuestas. Notícia Geomorfológica, ano II, n° 4 - Campinas - 1959.

ALMEIDA, F.F.M.: Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. I.G.G. da Secretaria Agricultura do Estado de São Paulo - 1964.

ALMEIDA, F.F.M.: Botucatu, um deserto triássico da América do Sul. Ministério da Agricultura 1954.

\_\_\_\_\_ : Relevos de Cuestas na Bacia do Paraná. Bol. Paulista de Geografia nº 3 - São Paulo - 1949.

ALTABA, M.F. e ARRIBAS, A.S.M.: Atlas de Geologia. Edições Jover S/A - 1964.

AZEVEDO, A.: Brasil, a terra e o homem. Vol. I - As bases físicas - Cia. Editora Nacional - São Paulo - 1964.

BIROT, P.: Contribution à l'étude de la desagregation des roches. C.D.U. - Paris - 1962.

BJORNBERG, A.J.S. e LANDIM, P.M.B.: Sobre os arenitos da serra da Mantiqueira e os arenitos da Formação Botucatu (EOCRETÁCEO). Bol. Paranaense de Geografia nºs 18 e 20 - 1966.

\_\_\_\_\_ : Contribuição ao Estudo da Formação Rio Claro (NEOCENOZÓICO). Separata do Bol. da Sociedade Brasileira de Geologia. Vol. 15 nº 4 - 1966.

BLOOM, A.: Superfície da Terra - Ed. Edgard Blucher Ltda. USP - São Paulo - 1970.

BUNTING, B.: Geografia do solo (Col. A Terra e o Homem) Zahar Ed. Rio de Janeiro - 1971.

COMISSÃO DE SOLOS DO SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS.: Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo - Rio de Janeiro. Ministério da Agricultura. Bol. nº 12 - 1960.

BRYAN, K.: Boletim Geográfico nº 18 (págs. 306, 309).

\_\_\_\_\_ : "O lugar da Geomorfologia nas Ciências Geográficas" - pág. 305.

CAILLEUX, A.A.: Geologia - Difusão Européia do Livro 1961.

CASTRO, A.J.: A Terra dos bons ares: interpretação geográfica do Município de Botucatu - 1966.

\_\_\_\_\_ : DEZOTI, N - Botucatu: - nossa terra, nossa gente e nossas riquezas - 1966.

DERRUAU, M.: Precis de Geomorphologie-Masson et Cie Ed. Paris - 1965.

- DEZOTI, N.: Aspectos e Problemas do Uso da Terra no Município de Botucatu no período de 1920 a 1973 - Botucatu 1973 - (Tese "Doutor" FCMBB)
- EICHER, D.L.: Tempo Geológico - Editora Edgard Blucher Ltda - USP - 1969.
- FOURMARIER.: Principe de Geologie - Tomo II.
- GUERRÁ, A.T.: Dicionário Geológico - Geomorfológico - IBGE Conselho Nacional de Geografia - Rio de Janeiro de 1966.
- HOMES, A.: Geologia Física. Ediciones Omega S/A - Barcelona - 1966.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO.: Mapa Geológico do Estado de São Paulo - 1963 - esc. 1:1.000.000.
- LEINZ, V. e AMARAL, S.E.: Geologia Geral - Cia Editora Nacional - São Paulo - 1969.
- LEUZINGER, V. RIBEIRO.: "Controvérsias geomorfológicas" Tese - pág. 172.
- MACHATSCHEK, F.: "Geomorfologia" - pág. 5 e 6.

PENTEADO, M.M.: Natureza da Geomorfologia. Rio Claro  
1972.

\_\_\_\_\_ : Fundamentos de Geomorfologia - IBGE  
1974.

RANZANI, G.; PENTEADO, M.M. e SILVEIRA, J. DIAS.: Con-  
creções Ferruginosas - Paleosolo e a su-  
perfície da Cimeira do Planalto Ociden-  
tal Paulista. Bol. nº 31 de Geomorfolo-  
gia da USP - 1972.

\_\_\_\_\_ : Peque-  
no Guia para Levantamento de Solos - Pi-  
racicaba - ESALQ - 1969.

RICCI, M. e PETRI, S.: Princípios da aerofotogrametria  
e interpretação geológica - São  
Paulo - Cia Editora Nacional -  
1965.

RUELLAN, F.: "Tratado de Geomorfologia nas Ciências Geo-  
gráficas" - Bol. - Geogr. 153 - 1959.

\_\_\_\_\_ : "Notas de Geomorfologia" - Bol. Geogr.152,  
1959.

SETZER, J.: Os solos do Estado de São Paulo - Rio de Ja-  
neiro - Conselho Nacional de Geografia -  
1949.

STIPP, N.A.F.: Apostilas de Geologia para Cursos de Ciências - Avaré - 1974.

\_\_\_\_\_ : Evolução da Cuesta de Botucatu - (Dissertação de Mestrado - Bauru - 1975).

THORNBURY, W.: Principles of Geomorphology. John Wiley Sons. N. York, 1969.

TOSIN, W.A.C.: Condições hídricas de solos dispostos em uma sequência catenária no Município de Botucatu - Piracicaba - 1972 (Tese de Mestrado - ESALQ).

TUBELIS, A.: Clima de Botucatu, In: Botucatu em ritmo de progresso - Botucatu - Graf. São Francisco de Salles - 1969.

WOHLERS, R.O.: Cenozóico: Geologia do Estado de São Paulo - Bol. Inst. Geográfico Geológico - Estado de São Paulo - 1946.