

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

"ESTRATIGRAFIA E SEDIMENTAÇÃO  
DA BACIA DE RESENDE"

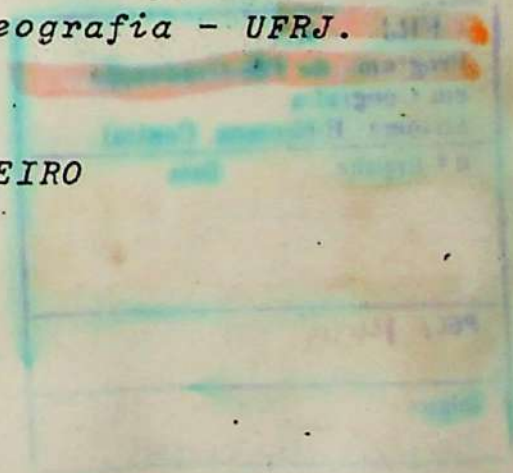
(ELMO DA SILVA AMADOR)

*Tese de mestrado realizada  
sob a orientação do Prof.  
João José Bigarella e apre-  
sentada ao Departamento de  
Geografia - UFRJ.*

RIO DE JANEIRO

|1975|

TES  
DO 33



## INDICE

	<i>Página</i>
<i>I - INTRODUÇÃO -----</i>	<i>1</i>
1 - OBJETIVOS -----	1
2 - TRABALHOS ANTERIORES -----	3
3 - A ÁREA PESQUISADA -----	5
4 - GEOMORFOLOGIA E CLIMA -----	8
4.1 - Geomorfologia -----	8
4.2 - Clima -----	14
<i>II - MATERIAL E MÉTODOS -----</i>	<i>15</i>
<i>III - CONSIDERAÇÕES ESTRATIGRÁFICAS -----</i>	<i>20</i>
1 - FORMAÇÃO RESENDE -----	20
2 - MEMBRO RUDÁCEO DA FORMAÇÃO RESENDE -----	22
3 - FORMAÇÃO FLORIANO -----	24
4 - MEMBRO RUDÁCEO DA FORMAÇÃO FLORIANO -----	25
SECÇÕES GEOLÓGICAS E COLUNARES -----	27
<i>IV - CARACTERES TEXTURAIS -----</i>	<i>53</i>
1 - MÉTODOS -----	53
2 - RESULTADOS TEXTURAIS -----	55
2.1. Classificação Textural -----	55
2.2. Medidas de Tendência Central -----	61
2.2.1. Classe Modal -----	61
2.2.2. Número de Classes Texturais -----	63
2.2.3. Mediana -----	65
2.2.4. Média Aritmética -----	67



	<i>Página</i>
2.3. Medidas de Assimetria -----	71
2.3.1. Coeficiente de Assimetria -----	71
2.3.2. Assimetria Gráfica Inclusa -----	73
2.4. Desvio Padrão Gráfico Inclusivo -----	78
2.5. Kurtosis Gráfico -----	84
3 - ANÁLISES DE VARIANÇA -----	89
3.1. Análise de Variância da Média Aritmética	90
3.2. Análise de Variância da Mediana -----	91
3.3. Análise de Variância do Teor em Silte --	92
3.4. Análise de Variância do Desvio Padrão --	93
3.5. Análise de Variância da Assimetria -----	95
3.6. Análise de Variância da Kurtosis -----	97
V - ARREDONDAMENTO -----	99
VI - CARACTERES MINERALÓGICOS -----	101
1 - MINERAIS DE ARGILA -----	101
2 - MINERAIS PESADOS -----	110
3 - FELDSPATO -----	124
4 - CONCLUSÃO DOS CARACTERES MINERALÓGICOS (CONSIDERAÇÕES PALEOCLIMÁTICAS) -----	130
VII - CONSIDERAÇÕES GEOCRONOLÓGICAS -----	137
VIII - PROCESSOS DE DEPOSIÇÃO -----	142
IX - CONCLUSÕES -----	152
X - BIBLIOGRAFIA -----	157



## INDICE DAS ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS

- Nº 1 - Mapa Geológico de Lamego
- Nº 2 - Mapa Geológico da Bacia de Resende
- Nº 3 - Perfis topográficos
- Nº 4 - Esboço Geomorfológico da Bacia de Resende
- Nº 5 - Secção Geológica. Baixo Terraço com cascalheira
- Nº 6 - Secção Geológica. Baixo Terraço com cascalheira
- Nº 7 - Cone aluvial Pleistocênico
- Nº 8 - Secção Geológica. Secção Tipo da Formação Resende
- Nº 9 - Secção Geológica. Contato entre as Formações Resende e Floriano
- Nº 10 - Secção Tipo da Formação Floriano
- Nº 11 - Contato entre as Formações Resende e Floriano
- Nº 12 - Secção Colunar. Contato das Formações Resende e Floriano.
- Nº 13 - Secção Geológica. Unidade Fossilífera da Formação Resende
- Nº 14 - Secção Geológica. Membro Rudáceo da Formação Resende
- Nº 15 - Secção Geológica. Membro Rudáceo da Formação Resende
- Nº 16 - Secção Geológica. Contato do membro Rudáceo da Formação Resende com camadas da Formação Floriano
- Nº 17 - Secção Geológica. Membro Rudáceo da Formação Resende
- Nº 18 - Secção Colunas - Formação Resende
- Nº 19 - Secção Geológica - Contato entre as Formações Resende e Floriano
- Nº 20 - Secção Geológica. Contato entre as Formações Resende e Floriano
- Nº 21 - Secção Geológica - Formação Floriano
- Nº 22 - Secção Geológica - Contato entre a Formação Floriano e o embasamento Cristalino
- Nº 23 - Secção Geológica - Contato entre as Formações Resende e Floriano
- Nº 24 - Secção Geológica - Formação Resende
- Nº 25 - Secção Geológica - Contato entre as Formações Resende e Floriano.



FIGURAS

- Nº 26 - Secção Geológica - Contato entre as Formações Resende e Floriano
- Nº 27 - Secção Geológica - Formação Floriano
- Nº 28 - Secção Geológica - Formação Floriano
- Nº 29 - Secção Geológica - Formação Floriano
- Nº 30 - Secção Geológica - Formação Floriano
- Nº 31 - Secção Geológica - Formação Floriano
- Nº 32 - Secção Colunar - Formação Floriano
- Nº 33 - Secção Geológica - Formação Floriano
- Nº 34 - Secção Colunar - Formação Floriano
- Nº 35 - Secção Geológica - Contato entre as Formações Floriano e Resende
- Nº 36 - Secção Geológica - Depósito do Cone aluvial Pleistocênico
- Nº 37 - Secção Geológica - Depósito do Cone aluvial Pleistocênico
- Nº 38 - Diagrama Triangular - Nomenclatura dos tipos de sedimentos
- Nº 39 - Diagrama Triangular dos tipos de sedimentos da Formação Resende
- Nº 40 - Diagrama Triangular dos tipos de sedimentos da Formação Floriano
- Nº 41 - Diagrama Triangular dos tipos de sedimentos dos Colúvios
- Nº 42 - Frequência dos tipos de sedimentos
- Nº 43 - Frequência das classes modais
- Nº 44 - Frequência do número de classes texturais
- Nº 45 - Frequência dos valores de mediana
- Nº 46 - Frequência dos valores de média aritmética
- Nº 47 - Correlação simples entre mediana e média aritmética
- Nº 48 - Frequência dos valores de coeficiente de Assimetria
- Nº 49 - Frequência dos valores de Assimetria
- Nº 50 - Correlação simples entre mediana e Assimetria
- Nº 51 - Frequência dos valores de Desvio Padrão



## FIGURAS

- Nº 52 - Correlação simples entre Mediana e Desvio Padrão
- Nº 53 - Correlação simples entre Desvio Padrão e Teor em Silte
- Nº 54 - Frequência dos valores de Kurtosis
- Nº 55 - Correlação simples entre mediana e Kurtosis
- Nº55a - Correlação simples entre Assimetria e Kurtosis
- Nº 56 - Difratograma de Minerais de Argila
- Nº 57 - Termograma de Minerais de Argila
- Nº 58 - Difratograma de Minerais de Argila
- Nº 59 - Termograma de Minerais de Argila
- Nº 60 - Difratograma de Minerais de Argila
- Nº 61 - Termograma de Minerais de Argila
- Nº 62 - Difratograma de Minerais de Argila
- Nº 63 - Termograma de Minerais de Argila
- Nº 64 - Difratograma de Minerais de Argila
- Nº 65 - Termograma de Minerais de Argila
- Nº 66 - Histograma dos Minerais pesados da Formação Resende
- Nº 67 - Histograma dos Minerais pesados da Formação Floriano
- Nº 68 - Estratificação entrecruzada da Formação Resende
- Nº 69 - Estratificação entrecruzada da Formação Resende
- Nº 70 - Intercalação de Cunhas de areia estratificada com conglomerados da Formação Resende

## FOTOGRAFIAS

- Foto nº 1 - Depósito de Canal - Formação Resende
- Foto nº 2 - Membro Rudáceo da Formação Resende
- Foto nº 3 - Secção Tipo da Formação Resende
- Foto nº 4 - Estrutura Grdacional - Formação Floriano.



## TABELAS

- I - Classe Modal nas Frações
- II - Tabela de Anov da Média Aritmética
- III - Tabela de Anov da Mediana
- IV - Tabela de Anov do Teor em Silte
- V - Tabela de Anov do Desvio Padrão
- VI - Tabela de Anov da Assimetria
- VII - Tabela de Anov da Kurtosis
- VIII - Valores Médios de Arredondamento
- IX - Argilo minerais Formação Resende e Formação Floriano
- X - Frequência dos Minerais Pesados na Formação Resende
- XI - Frequência dos Minerais Pesados na Formação Floriano
- XII - Tabela de Anov da Frequência de Minerais Pesados Ins<sub>t</sub>áveis
- XIII - Grupamento dos Minerais Pesados por classe de Estabi<sub>l</sub>idade
- XIV - Escala de estabilidade dos minerais pesados
- XV - Minerais Pesados típicos para certos tipos de rocha
- XVI - Frequência das classes de teor em feldspato
- XVII - Tabela de Anov do teor em feldspato

*Dedico este trabalho a:*

*Paulina Amador, mãe zelosa*

*Zuzu, esposa carinhosa*

*e Denise e André um mundo*

*de esperanças.*



### AGRADECIMENTOS

A execução deste trabalho só foi possível graças a concorrência de diversas pessoas e instituições, aos quais nos sentimos na obrigação de expressar os mais sinceros agradecimentos.

Ao Professor João José Bigarella pela valiosa orientação acadêmica, mas sobretudo pelo permanente incentivo e contribuição para a nossa formação científica.

A Professora Maria Regina Mousinho de Meis que propiciou os conhecimentos básicos sobre estudos do quaternário.

Ao Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) e Conselho de Pesquisas da UFRJ pelo suporte financeiro sob a forma de auxílio e bolsas.

Aos bolsistas Maria Inês Barbosa de Castro, Arlindo Mello do Nascimento e Angela Maria de Nonno pela imprescindível colaboração nas diversas etapas do projeto.

A Professora Maria do Carmo Corrêa Galvão, Coordenadora do Curso de Pós Graduação, pelos esforços, compreensão e incentivo.

Aos professores do Curso de Pós Graduação que permitiram o domínio de conhecimento e técnicas necessárias ao desempenho profissional.

Ao Professor Julio Magalhães que propiciou as condições básicas para o início das atividades de campo.



Ao Professor Joel Valença pela troca de opiniões e consultas petrográficas.

Aos geólogos e estudantes de Geologia Jorge Eduardo de Freitas (falecido) Valério, Maurício Gonçalves Ferreira Junior e Pedro Victor Zalau, pelo auxílio em atividades de campo.

Ao Professor Jonh Forman, pelo apoio as pesquisas em Geociências junto ao CNPq.

Aos professores Luiz Caldas e Cid Menegale, pelos estímulos à atividades de pesquisa.

Aos paleontólogos Ignácio Aureliano de Brito, Fausto Luiz de Souza e Friedrich W. Sommer, pela constante troca de opiniões.

Aos colegas Dieter Muehe, Maria Helena Lacorte e Marlene Teixeira, pela constante troca de opiniões e apoio.

Aos funcionários Nelson Figueira da Silva, Joaquim Gonçalves Rodrigues, Dna. Vanda do CEPG e Dna Maria José do CNPq, pela simpatia e eficiência na execução de suas tarefas profissionais.

A todos que direta ou indiretamente tenham colaborado de alguma forma para a execução do trabalho.



## I. INTRODUÇÃO

### 1. Objetivos

Conhecida desde a segunda metade do século XIX através dos trabalhos pioneiros de PISSIS (1842) e DERBY (1884), a Bacia Sedimentar de Resende face a sua localização entre os principais centros urbanos do Brasil, tem sido frequentemente visitada por pesquisadores nacionais e estrangeiros. No entanto, a despeito da riqueza em exposições nos depósitos, propiciados pelos cortes da via Dutra e da importância dos eventos sedimentológicos estratigráficos ali encerrados, não mereceu até o momento nenhum estudo sistemático.

Nos últimos 30 anos, foi intensamente examinada por especialistas nacionais e estrangeiros, que, infelizmente, não formularam soluções para algumas questões fundamentais como:

- Estabelecimento de uma estratigrafia detalhada do pacote sedimentar, com distinção das formações e estabelecimento de idade
- Identificação e caracterização dos processos de deposição.
- Reconstituição paleoambiental e paleoclimática.
- Relacionamento entre a tectônica, a intrusão alcalina e os sedimentos.
- Mapeamento geológico e geomorfológico.
- Correlações estratigráficas.

Diante das lacunas apresentadas e consciente da importância em interpretar os episódios geomorfológicos ocorridos no médio Vale do Paraíba, animamo-nos a empreender o presente trabalho.



São nossos objetivos específicos: o estabelecimento da estratigrafia dos depósitos neocenozóicos, reconstituição paleogeográfica e paleoclimática dos episódios geomorfológicos, reconhecimento, mapeamento dos depósitos e interpretação dos processos e ambientes de sedimentação.

Pretendemos contribuir, dentro de nossas limitações, para um melhor conhecimento do médio Vale do Paraíba e de um modo geral apresentar subsídios para o entendimento da evolução do relevo e sedimentação das áreas intertropicais.

Temos consciência de que muitas das questões a serem abordadas em nosso trabalho, transcendem a escala da área analisada, constituindo-se mesmo, conforme estudos e observações efetuadas em outras bacias sedimentares, em eventos de significado mais amplo.

Se pudermos atingir, mesmo que parcialmente, estes objetivos, nós nos sentiremos plenamente recompensados.



## 2. Trabalhos anteriores

As primeiras referências geológicas da Bacia de Resende são atribuídas a PISSIS (1842) e DERBY (1884).

DERBY (1884) sugere idade terciária para as formações sedimentares do Vale do Paraíba e Alto Tiete (SP) no que é acompanhado por BRANNER (1919) que estabelece uma idade compreendida entre o mioceno e plioceno. WASHBURNE (1930) estimaria a mesma idade para as formações.

As primeiras observações geomorfológicas foram efetuadas por MAULL (1930), cabendo a LAMEGO (1936) a elaboração do primeiro mapa geológico da Bacia em escala de 1:600.000 (Fig.1)

Explorando aspectos tectônicos e geológicos podem ser destacados os trabalhos de RIBEIRO FILHO (1948), FREITAS (1951), AB'SABER e BERNARDES (1956), FREITAS (1956), PENALVA (1967), RIBEIRO FILHO (1967) e mais recentemente BJORNBERG et all (1968) que sugere uma tectônica posterior à sedimentação.

Os depósitos rudáceos de "piemont" do flanco sul do maciço Alcalino do Itatiaia, face às características específicas dos depósitos, canalizaram as mais acirradas discussões geomorfológicas de que se teve notícia em território nacional.

Coube a DE MARTONE (1940) o início das especulações sobre a origem glacial dos depósitos rudáceos de "piemont". Diversos autores, alguns nacionais, outros visitantes estrangeiros, se sucederam na defesa das idéias glaciais: SILVEIRA (1942), RUELLAN (1943), DOMINGUES (1952), VALVERDE (1952), RICH (1953), BROCHU (1954) e MAACK (1956). Wallerstein  
ambiente  
Brasil Dentre estes autores, as idéias mais desconcertantes seriam defendidas por RICH (1953), que interpreta o planalto como fruto de um modelado glacial sendo os depósitos rudáceos tomados por tilito.

Contra estas hipóteses se insurge ODMAN (1955) observando que nos Andes, na mesma latitude, o limite das neves era de 4.500 a 4.600 metros durante o "Wurn", uma posição portanto muito mais elevada que a do maciço do Itatiaia, que tem seu ponto culminante a 2 787 metros.

Por ocasião do Congresso Internacional de Geografia do Rio de Janeiro, em 1956, a Comissão de Geomorfologia Periglaciária, promoveria excursão à região do Itatiaia, dela resultando



um novo acirramento de discussão sobre as idéias glaciais.

RAYNAL (1957), BARBOSA (1957) concluem por uma confirmação das idéias de DE MARTONE (1940) e RICH (1953) vendo nas formas sugestivas de "roche moutonné" e de vales em "U" as evidências indispensáveis à defesa das idéias glaciais. MORTENSEN (1957) em suas observações se ocupa em estabelecer comparações com outras regiões da Terra, tentando dessa forma rebater as hipóteses de ODMAN (1955).

DRESCH (1957) para quem o relevo da cumiada do Itatiaia é explicado essencialmente pela alteração química diferencial do sienito, BIROT (1957) e LEFEBVRE (1957) se alinham entre os que não vêem nas formas erosivas e sedimentares do planalto, testemunhos de uma ação direta de glaciares.

Com EBERT (1960) surge o último trabalho a argumentar em favor de evidências glaciais.

As mais recentes publicações, sobre aspectos geológicos do maciço de Itatiaia, PENALVA (1967) e RIBEIRO FILHO (1967) são unânimes em considerar insustentáveis os argumentos glaciais que perduraram por mais de 20 anos.

Entre os autores que tenham feito referências generalizadas, sobre aspectos de cunho geomorfológico podem ser citados: BIROT (1956), DRESH (1956), AB'SABER e BERNARDES (1957), PENALVA (1967) e RIBEIRO FILHO (1967).

Lamentavelmente nenhum autor, se ocupara anteriormente em estabelecer a estratigrafia da Bacia de Resende, tendo permanecido todo o pacote sedimentar neoceno-zóico, genericamente, como terciário indiviso.



### 3. A área pesquisada

A área objeto de nossa investigação compreende o compartimento de planalto do médio Vale do Paraíba. AB'SABER e BERNARDES (1956), denominado Bacia de Resende. Constitui juntamente com sua irmã maior a bacia de Taubaté e dela separada pela soleira gnaissica de Queluz FREITAS (1956), importantes compartimentos de planalto do Sudeste Brasileiro.

A bacia possui uma forma alongada e estreita, que se estende com a direção geral SSW/NNE, desde Engenheiro Passos (município de Resende) a Floriano (município de Barra Mansa). Possui um comprimento de cerca de 47 Km e larguras variáveis entre 0,5 e 8 Km, sendo de 7 Km a largura média.

A área atual dos depósitos é de 222 Km<sup>2</sup>.

Limita-se ao oeste pela serra da Mantiqueira, na qual se destaca o Maciço Alcalino do Itatiaia e a leste pela serra da Bocaina (denominação local da Serra do Mar). Do lado da Mantiqueira encontram-se altitudes que alçam a quase 3.000 metros e na Serra do Mar são encontradas altitudes de até 2.500 metros.

Com exceção de REGO (1933), há uma quase unanimidade em atribuir ao Vale do Paraíba uma origem tectônica. As discordâncias existentes dizem respeito tão somente à idade e à forma como se deram os falhamentos.

Para FREITAS (1956) "trata-se de um dos melhores exemplos de um vale de afundamento brasileiro, idêntico aos grandes "rift-valleys" africanos".

RIBEIRO FILHO (1948) refere-se a uma continuidade fisiográfica entre as atuais serras da Mantiqueira e Bocaina até o Cretáceo. Como consequência de falhamentos normais no terciário, segundo PENALVA (1967), teriam surgido a Serra do Mar, vale de abatimento do Paraíba e Serra da Mantiqueira.

Os corpos alcalinos do Maciço Alcalino do Itatiaia, e do Morro Redondo, seriam contemporâneos aos esforços tectônicos do início do terciário. Recentes datações efetuadas por VALENÇA (1974) em rochas do maciço alcalino do Itatiaia revelaram idade

Reativações tectônicas modernas, no fim do terciário,



têm sido sugeridas por RICH (1953) e BJORNBERG et all (1968) entre outros.

Na Bacia de Taubaté FRANGIPANI e PANNUTI (1965), apoiados em pesquisa geofísica, sustentam a hipótese de que os sedimentos terciários tenham sido depositados numa fase pré falhamento. Apenas os sedimentos mais recentes, na opinião de WASHBURNE (1970) se depositariam após os falhamentos.

Uma sedimentação post-tectônica é defendida por FREITAS (1956), indicando que a sedimentação foi presidida por uma combinação entre o controle tectônico e a seleção fluvio-piémontica.

AB'SABER (1969) admite a existência de falhamentos posteriores ao fêcho da sedimentação, ocorridos provavelmente entre o Pleistoceno Superior e o Pleistoceno Médio.

A área abrangida pelo nosso trabalho não dispõe ainda de um mapeamento geológico detalhado, o único mapa geológico da região foi executado por LAMEGO (1936) em escala de 1:600.000 (FIG. 1).

Recentemente RIBEIRO FILHO (1967) e PENALVA (1967) executaram um estudo geológico-petrográfico da província alcalina Itatiaia-Passa Quatro, dele resultando mapeamento detalhado de tais províncias geológicas.

Além das rochas alcalinas, nas quais predominam nefelina-sienitos, sienitos, quartzo-sienitos, ocorrem na área rochas do precambriano, representadas por gnaisses diversos (biotita gnaisse, gnaisse-granítico, gnaisse migmatítico), migmatito, quartzito, bem como gnaisses cataclisados.

A sequência sedimentar da bacia é constituída de:

- uma Formação Continental de idade provavelmente miocênica-pleiocênica, que repousa discordantemente sobre as rochas do embasamento cristalino e rochas alcalinas.
- uma Formação Continental de idade provavelmente pleistocênica ou pliopleistocênica, que jaz em discordância sobre sedimentos da Formação Inferior e rochas do embasamento cristalino.



- sedimentos coluviais e fluviais do pleistoceno superior e holoceno, que jazem sôbre as duas formações cenozóicas ou diretamente sôbre as rochas do embasamento.

No mapa geológico (FIG 2) por nós executado em escala original de 1:50.000 pode ser observada a distribuição das diversas províncias geológicas na bacia sedimentar de Resende.



Fig. 1 - Mapa Geológico executado por LAMEGO (1936).



# MAPA GEOLÓGICO DA BACIA DE RESENDE

ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Base topográfica do IBGE - Escala 1:50.000

Serviço Geográfico do Exército - Escala 1:25.000

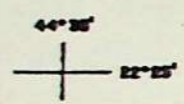
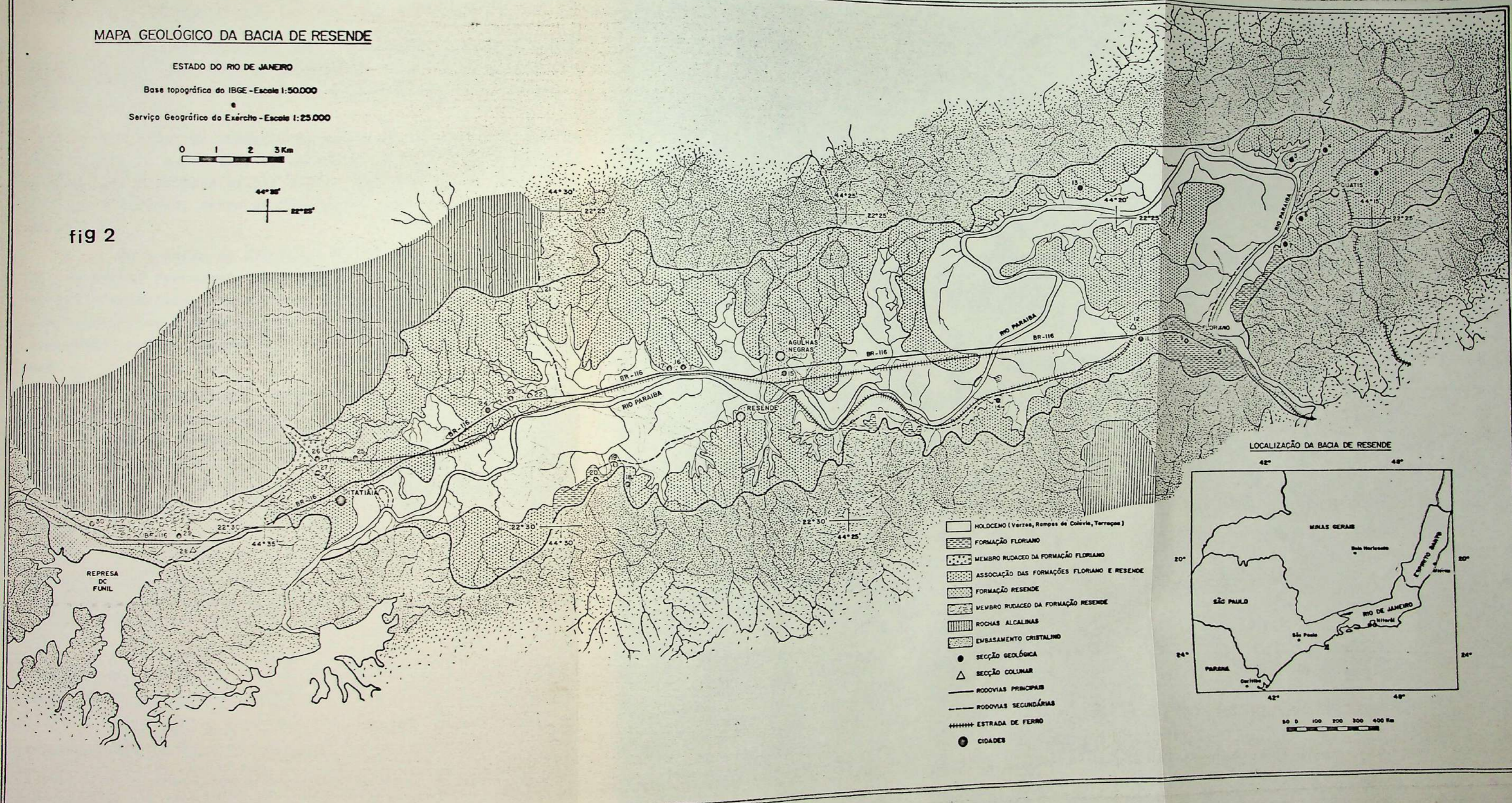
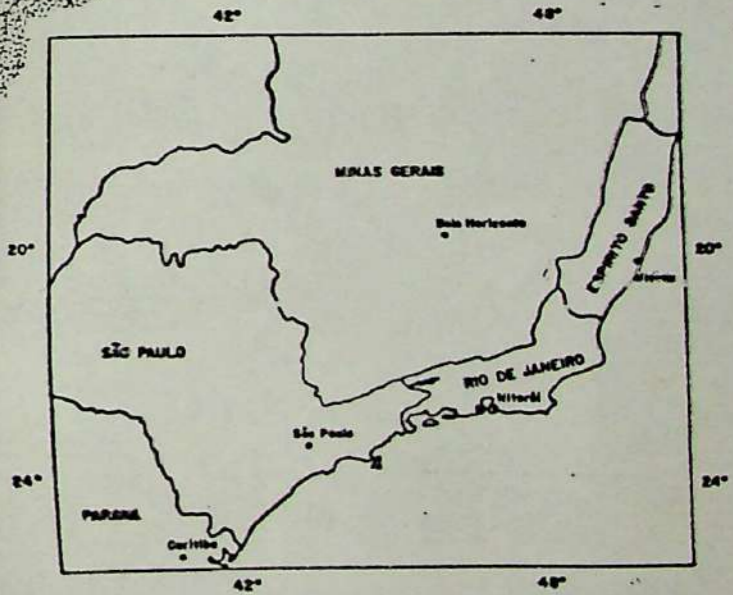


fig 2



LOCALIZAÇÃO DA BACIA DE RESENDE



- HOLOCENO (Varzeas, Rampas de Colúvia, Terraços)
- ▨ FORMAÇÃO FLORIANO
- ▤ MEMBRO RUDACEO DA FORMAÇÃO FLORIANO
- ▥ ASSOCIAÇÃO DAS FORMAÇÕES FLORIANO E RESENDE
- ▧ FORMAÇÃO RESENDE
- ▩ MEMBRO RUDACEO DA FORMAÇÃO RESENDE
- ROCHAS ALCALINAS
- EMBASAMENTO CRISTALINO
- SEÇÃO GEOLÓGICA
- △ SEÇÃO COLIMAR
- RODOVIAS PRINCIPAIS
- - - RODOVIAS SECUNDÁRIAS
- +++++ ESTRADA DE FERRO
- CIDADES





#### 4. Geomorfologia e Clima

##### 4.1. Geomorfologia

Foram reconhecidas duas superfícies de erosão: superfície "paleozóica" ( $Pd_2$ ) e "neogênica" ( $Pd_1$ ), além de três níveis pedimentares pleistocênicos, embutidos na bacia sedimentar ( $P_3$ ,  $P_2$  e  $P_1$ ).

O nível de cumieira da região é representado por remanescentes da superfície de erosão  $Pd_2$  de idade terciária média segundo BIGARELLA et all (1965). Corresponde ao topo das Serras da Bocaina, Serra da Mantiqueira e Maciço das Agulhas/ Negras.

Na opinião de BIGARELLA et all (1965) "o pediplano"  $Pd_2$  raramente representa a superfície de cimeira, sendo geralmente intermontano, constituindo grandes alvéolos dissecados, correspondentes à facie mais antiga de formação de compartimentos alveolares nas terras elevadas do Brasil Sudeste e Meridional".

Embora AB'SABER e BIGARELLA (1961), refiram que no planalto de Curitiba não são encontrados depósitos correlativos à elaboração da superfície do Alto Iguazu ( $Pd_2$ ) BIGARELLA et all (1965) admite que nas bacias ao longo do médio Paraíba, exista possibilidades de estabelecer-se uma correlação de parte dos sedimentos com o aplainamento da superfície paleogênica ( $Pd_2$ ).

A superfície de erosão  $Pd_1$ , face ao forte gradiente emprestado pelo desnivelamento entre a borda do planalto e a bacia sedimentar, assume valores altimétricos entre cerca de 1.800 e 475 metros, quando mergulha na bacia.

A Formação Inferior (Formação Resende) é truncada pela superfície de erosão  $Pd_1$ , sugerindo ser ela depósito correlativo da elaboração do pediplano paleogênico ( $Pd_2$ ).

Este fato tende a reforçar a idade terciária (mioceno/plioceno) atribuída à formação.

A Formação Superior (Formação Floriano) de outra forma, se constituiria em depósito correlativo da superfície de erosão  $Pd_1$ , por seus depósitos truncarem tal superfície.



Sendo o  $Pd_1$  de idade presumivelmente pleistocênica inferior, segundo BIGARELLA et al (1965), seriam seus depósitos de idade pleistocênica.

Dado o caráter generalizado da elaboração do pediplano  $Pd_2$ , êle constitui-se em excelente elemento guia para o estabelecimento de correlações estratigráficas.

Desta forma, mesmo em bases precárias, pode ser tentada uma correlação estratigráfica da Formação Superior (Formação Floriano) com a Formação Superior da Bacia de Taubaté e de São Paulo (Formação São Paulo), bem como em um nível mais amplo, com a Formação Riacho Morno, (parte superior do Grupo Barreiras).

Seria ainda correlacionável com a Formação Parique-  
ra Açú, descritos por BIGARELLA e MOUSINHO (1965) parte dos depósitos da Formação Graxaím no Rio Grande do Sul (BIGARELLA e AB'SABER (1964) e no Paraná com a parte superior das formações Guabirota, BIGARELLA e SALAMUNI (1962) e Alexandra BIGARELLA, SALAMUNI e MARQUES FILHO (1959).

Durante o pleistoceno a depressão em estudo, foi submetida a fases de aplainamento (pedimentação) e dissecação, das quais resultaram uma topografia de níveis escalonados, conforme pode ser observado nos perfis topográficos (Fig. 3)

Um critério estatístico, baseado nas cotas altimétricas extraídas das folhas topográficas em escalas de 1:25.000 e 1:50.000, e submetidas a controle de campo, permitiram individualizar três níveis pedimentares ( $P_3$ ,  $P_2$  e  $P_1$ ), de forma frequente e principalmente nos níveis  $P_2$  e  $P_1$  associados a terraceamentos ( $TP_2$  e  $TP_1$ ), segundo nomenclatura de Bigarella.



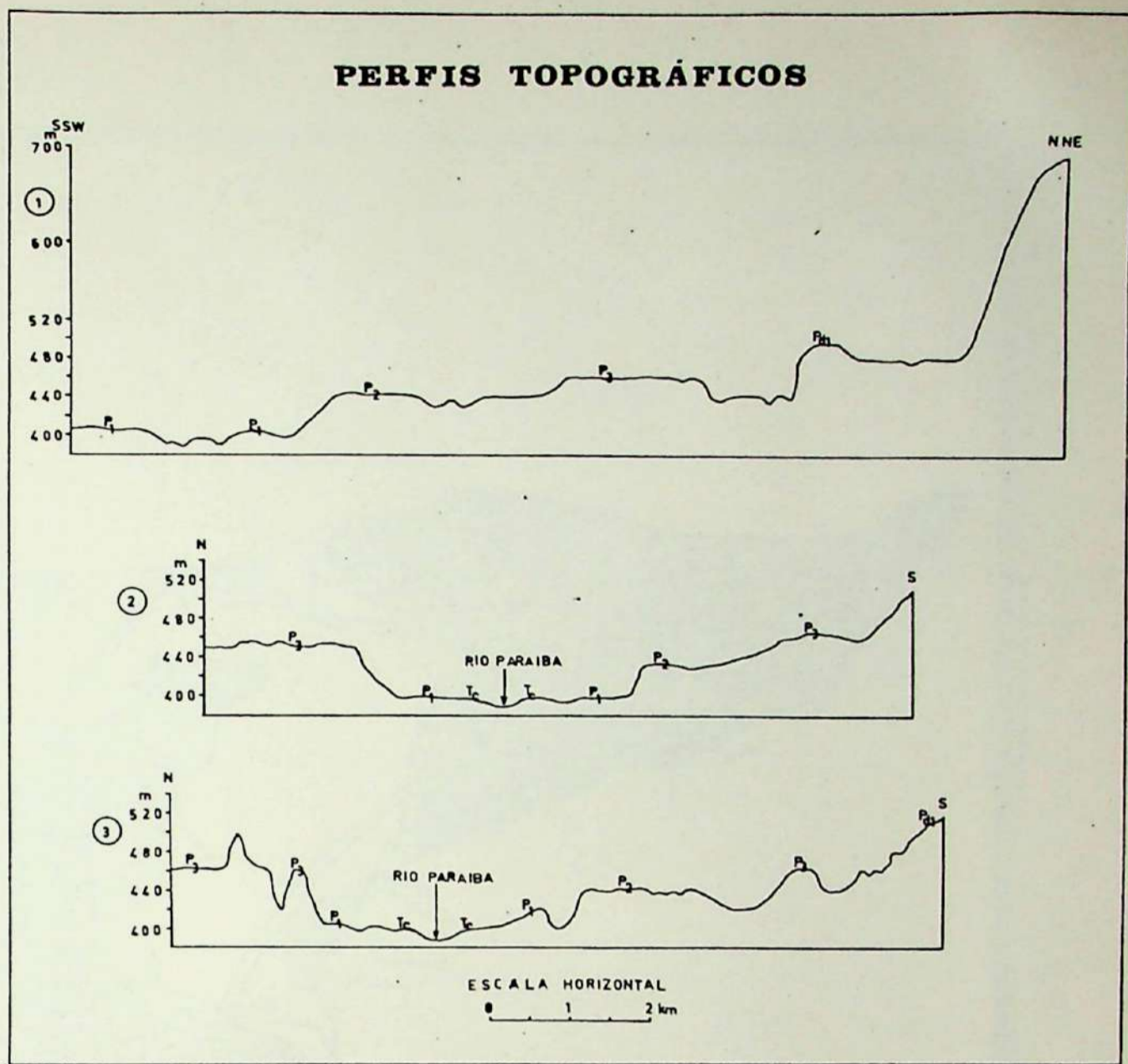


Fig. 3 - Perfis topográficos, mostrando os níveis pedimentares da Bacia de Resende.

A distribuição dos níveis na bacia sedimentar, bem como a expressão em área, acham-se ilustradas no mapa geomorfológico (Fig. 4).

O nível pedimentar mais elevado  $P_3$ , que com frequência é topograficamente indiferenciado da superfície de erosão  $Pd_1$ , tende a ser por nós individualizado, embora reconhecamos a necessidade de um maior aprofundamento na individualização deste nível.

O  $P_3$  assume valores altimétricos compreendidos entre 447 e 469 metros e se distingue do  $P_2$  como pode ser observado nos perfis topográficos (Fig. 3).



# ESBOÇO GEOMORFOLÓGICO DA BACIA DE RESENDE

(NÍVEIS TOPOGRÁFICOS)  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Base topográfica do IBGE - Escala 1:50.000

Serviço Geográfico do Exército - Escala 1:25.000

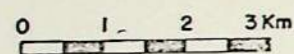
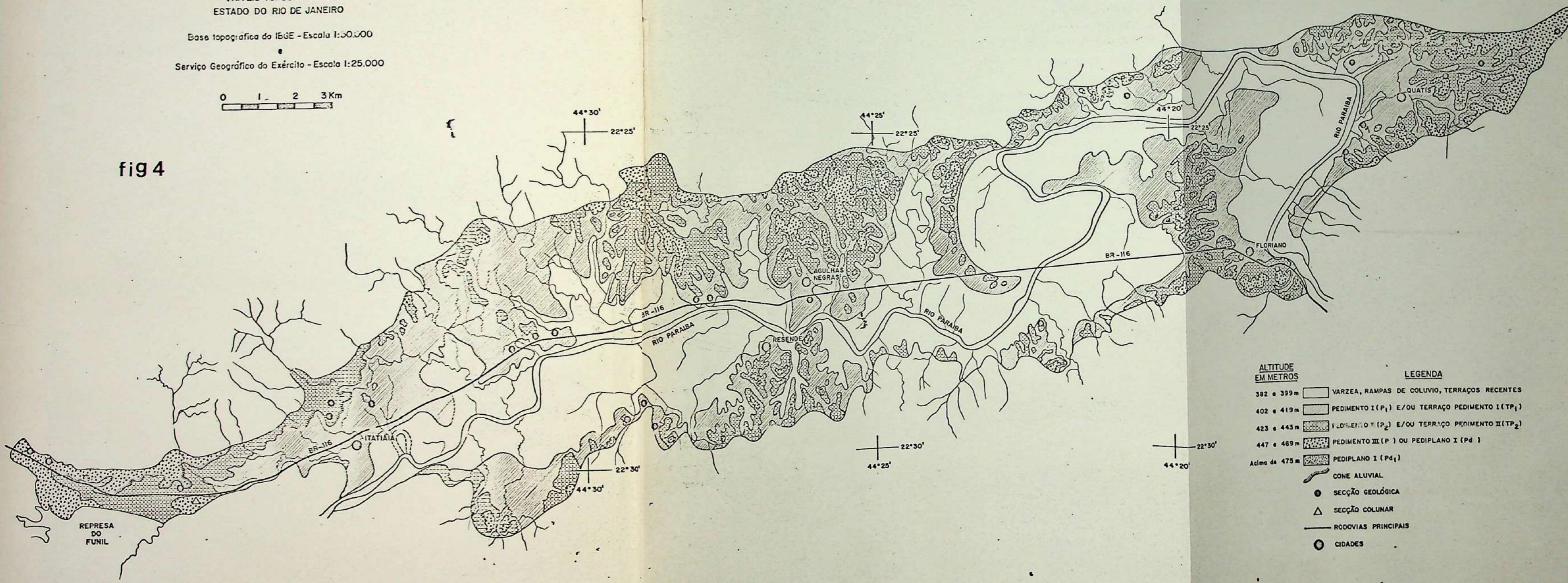


fig 4



ALTITUDE EM METROS	LEGENDA
382 e 399 m	VARZEA, RAMPAS DE COLUVIO, TERRAÇOS RECENTES
402 e 419 m	PEDIMENTO I (P <sub>1</sub> ) E/OU TERRAÇO PEDIMENTO I (TP <sub>1</sub> )
423 e 443 m	PEDIMENTO II (P <sub>2</sub> ) E/OU TERRAÇO PEDIMENTO II (TP <sub>2</sub> )
447 e 469 m	PEDIMENTO III (P <sub>3</sub> ) OU PEDIPLANO I (Pd <sub>1</sub> )
Acima de 475 m	PEDIPLANO I (Pd <sub>1</sub> )
	CONE ALUVIAL
	SEÇÃO GEOLÓGICA
	SEÇÃO COLUNAR
	RODOVIAS PRINCIPAIS
	CIDADES



O nível  $P_2$  ou  $TP_2$ , relacionado à glaciação "Kansan", é encontrado em altitudes que oscilam entre 423 e 443 metros.

Com nível topográfico do  $P_2$  ocorre na entrada do Parque Nacional do Itatiaia, um cone aluvial, de idade pleistocênica, possivelmente correlacionável à Formação Floriano. Este depósito jaz em discordância sobre sedimentos da Formação Resende.

O nível pedimentar mais baixo  $P_1$  ou  $TP_1$  relacionado à glaciação "Nebraskan", assume na bacia altitudes compreendidas entre 402 e 419 metros.

O escalonamento topográfico na bacia é completado com a existência dos baixos terraços com cascalheira, que formam dois níveis: o  $TC_2$  mais antigo e  $TC_1$ , mais recente.

Geralmente os depósitos rudáceos ( $TC_2$  e  $TC_1$ ) jazem em discordância sobre rochas do embasamento cristalino, sendo raro o capeamento de sedimentos.

Notáveis diferenças são observáveis entre o  $TC_2$  e o  $TC_1$ , quanto ao tamanho e arredondamento dos clásticos.

O  $TC_2$  é constituído por seixos predominantemente de quartzo, com diâmetro compreendido entre 5 e 15 centímetros com frequência maior em 8 centímetros, sendo sub-arredondados. No  $TC_1$  os seixos são de menor talhe, com diâmetro entre 1 e 5 centímetros e se mostram bem arredondados, sendo constituídos predominantemente de quartzo.

A secção geológica (Fig. 5) revela uma sequência típica dos baixos terraços com cascalheira  $TC_2$  e  $TC_1$ .

Um exemplo raro de discordância entre baixos terraços com cascalheira e sedimentos pode ser observado na secção geológica ilustrada na (Fig. 6).

Recobrando discordantemente os níveis pedimentares e os baixos terraços com cascalheira, encontram-se os níveis colúviais mais recentes.

Na parte plana do vale, por último é encontrada a várzea geralmente interdigitada com rampas de colúvio.

As várzeas, rampas de colúvio e baixos terraços com cascalheira, possuem altitudes situadas entre 382 a 399 metros.



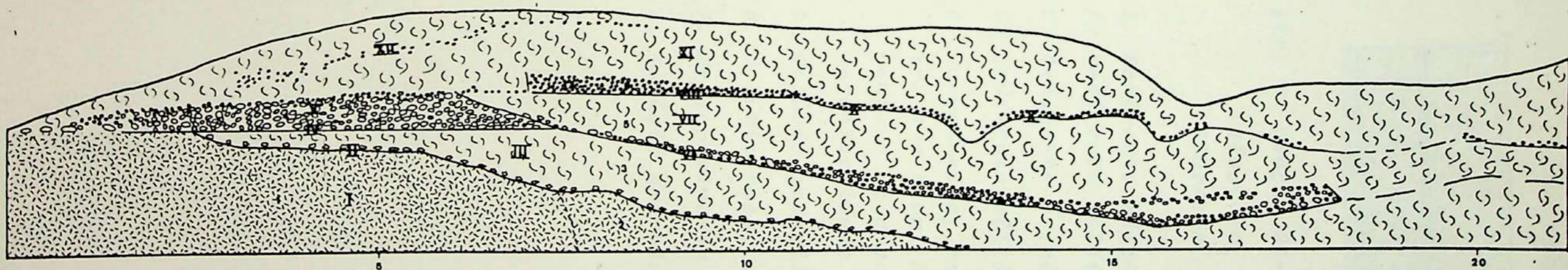


Fig. 5. Secção 19. Corte na estrada Resende-Barreto, Km 2. Associação dos níveis  $TC_2$  e  $TC_1$ .

1. Gnaisses alterado "in situ".
2. Inconformidade erosiva.
3. Colúvio amarelo-alaranjado, argilo-arenoso, rico em grânulos e seixos de quartzo angulosos.
4. Inconformidade erosiva.
5. Cascalheiro, com seixos de quartzo sub-arredondados, diâmetro entre 5 a 15 cm. Nível de baixo terraço com cascalheiros  $TC_2$ .
6. Inconformidade erosiva.
7. Colúvio vermelho, areno-argiloso, com raros grânulos e pequenos seixos de quartzo.
8. Inconformidade erosiva.
9. Cascalheiro, com seixos de quartzo arredondados, diâmetro entre 1 a 5 cm. Nível de baixo terraço com cascalheiros  $TC_1$ .
10. Inconformidade erosiva.
11. Colúvio amarelo-alaranjado, areno-argiloso.
12. Esboço de paleopavimento detritico.



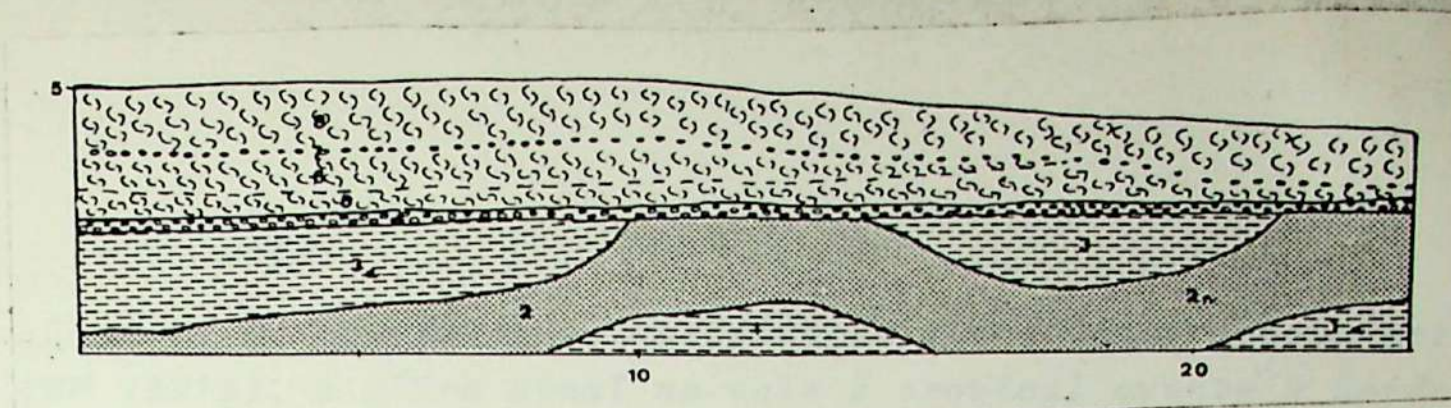


Fig. 6. Secção 20- Corte na estrada Resende-Barreto Km 2,5.

Nível  $TC_1$  em discordância sôbre sedimentos da Formação Floriano.

1. Sedimento siltico-argiloso
- 1a. Sedimento siltico-argiloso. Variação lateral da Am. 1.
2. Sedimento arenáceo arcossiano, com estratificação incipiente.
3. Sedimento siltico-argiloso
4. Cascalheiro, com seixos de quartzo arredondados, diâmetro entre 4 a 5 cm. Nível de baixo terraço com cascalheiro  $TC_1$ . O contato do cascalheiro com a Formação Floriano é marcada por inconformidade erosiva.
5. Colúvio amarelo-alaranjado, arenoso.
6. Colúvio rosa, argilo-siltico.
7. Paleopavimento detritico.
8. Colúvio amarelo alaranjado, areno-siltico-argiloso.



#### 4.2. Clima

De acordo com classificação climática proposta por NIMER (1972), o clima atual no vale é tropical quente e úmido com um período de 2 a 4 meses secos e a temperatura média anual é de 20°C.

A estação meteorológica de Pesende registrou um valor médio de precipitação anual de 1.623 milímetros.

Na área serrana o clima é tropical mesotérmico super úmido, sem seca ou com sub-seca, sendo de 18°C a temperatura média anual. No Alto do Itatiaia a precipitação média anual é de 2.398 milímetros.

A região se caracteriza por apresentar notáveis desvios pluviométricos anuais, o que é aliás, comum em todo o Sudeste Oriental. A concentração da precipitação nos seis meses mais chuvosos (outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março), é de cerca de 80% do total anual, segundo observações de NIMER (1972).



## II. MATERIAL E MÉTODOS

### Campo

Para a elaboração do trabalho foram levantadas 32 secções geológicas e 4 secções colunares a partir de exposições de cortes de rodovias e estrada de ferro.

No campo, para cada secção, foram elaborados dese - nhos esquemáticos com a utilização de máquina Pollaroid. Isto permitiria a revelação dos detalhes estruturais que se consti - tuem no instrumento básico para a interpretação dos eventos de - posicionais.

Os locais das secções, via de regra, foram determi - nados pela existência de exposições. Se considerada a área da bacia e o número de secções levantadas, o número obtido reve - la uma densidade de amostragem superior ao que é comumente ob - tido em outras bacias sedimentares.

O traçado da Rodovia Presidente Dutra, por sua vez, truncando colinas e tabuleiros no eixo de maior comprimento da bacia, permite ótimos afloramentos.

As amostras foram coletadas de todas as unidades li - tológicas <sup>apagou</sup> estratigráficas individualizadas nas secções geoló - gicas procurando-se verificar as variações existentes verti - cal e lateralmente.

Foram coletadas um total de 302 amostras, sendo 102 da Formação Resende, 135 da Formação Floriano e 65 dos colú - vios. Neste total não estão incluídos os rudáceos de grande ca - libre do flanco sul do Maciço do Itatiaia, sendo deles sempre que possível coletadas as matrizes. No entanto, dos rudáceos ,



foi feita no campo uma frequência dos diâmetros, contando - se 100 unidades de cada amostra.

No campo, de cada amostra coletada, era feita uma descrição dos caracteres texturais, estruturais, mineralógicos e petrográficos, visando o controle das operações de laboratório.

Para a descrição das cores dos sedimentos, foi usada a tabela de cores de rochas da Geological Society of America ' (G.S.A.).

Algumas estruturas sedimentares foram levantadas a - través de fotografia, havendo necessidade na maioria dos casos de um realçamento dos estratos.



### Laboratório

No laboratório as amostras foram secas ao ar e posteriormente fragmentadas. Quando homogêneas, as amostras eram reduzidas a cerca de 20 a 30 gramas. através do quarteador de Jones.

As análises mecânicas (granulometria) e pipetagem) foram processadas segundo os critérios de FOLK (1968).

A separação dos grosseiros (areia e grânulo) dos finos (argila e silte) foi efetuada em peneira de 0.062mm, por via úmida.

A granulometria das frações grosseiras foi realizada por peneiração em máquina Rod Test, durante 15 minutos. Nesta operação foi utilizada uma bateria de peneiras com intervalo de  $1/2 \phi$  (4mm, 2mm, 1mm, 0,5mm, 0,250mm, 0,125mm e 0,062mm).

A parte fina das amostras (tamanho inferior a 0,062 mm) após desfloculadas com oxalato de sódio, foram pipetadas em provetas graduadas de  $1.000\text{cm}^3$ , com auxílio de pipetador à vácuo (biomatic) e pipeta de  $20\text{cm}^3$ .

O processo utilizado e o tempo de repouso do sedimento nas provetas, permitiu obter os pesos correspondentes as frações de 6 $\phi$ , 7 $\phi$ , 8 $\phi$  e 9 $\phi$ . Os tempos estipulados correspondiam à decantação a  $20^{\circ}\text{C}$ , quando esta temperatura era ultrapassada havia necessidade de correção nas medidas.

Os valores texturais obtidos nas análises mecânicas foram plotados em curvas de frequência acumulada, construídas em papel de probabilidade aritmética (semi-log).



Face ao grande número de operações necessárias, os parâmetros estatísticos determinados a partir dos valores de percentis retirados das curvas de frequência acumulada, foram calculados com utilização de programa em linguagem FORTRAN para computador IBM/1130.

Os parâmetros calculados, suas fórmulas e atributos podem ser vistos na parte introdutória do Capítulo de Características Texturais.

Além das análises granulométricas em laboratório, as amostras foram submetidas a análises mineralógicas e arredondamento dos grãos.

A mineralogia, cujos detalhes técnicos podem ser observados no Capítulo de Caracteres Mineralógicos, constou de:

- Análise dos argilo-minerais com emprego de Difração por Raios X e Análise Térmica Diferencial.
- Análise dos minerais pesados.
- Determinação da relação quartzo-feldspato.

A determinação do grau de arredondamento das frações arenosas foi obtida através de carta visual de arredondamento de POWERS (1953).



### Gabinete

Com os resultados obtidos nas diversas análises, foram construídos gráficos de frequência, gráfico de correlação simples, diagramas triangulares e tabelas. Um esquema de Análise de Variância Unidirecional foi aplicado para a maioria dos parâmetros determinados, o uso deste teste estatístico visou comparar as unidades estratigráficas.

Para os mapeamentos geológico e geomorfológico, foi obedecida a seguinte rotina:

- Fotointerpretação em fotos nas escalas de 1:60.000 e 1:25.000.
- Confirmação dos resultados da Fotointerpretação no campo, principalmente no que diz respeito a delimitação dos contatos.
- Transposição dos resultados para escala de 1:50.000 tendo por base as folhas topográficas na escala de 1:50.000.

Alguns detalhes dignos de registro eram antes anotados em folhas de 1:25.000.

Para execução do Esboço Geomorfológico, foi necessário preliminarmente proceder a delimitação estatística dos intervalos altimétricos de cada nível topográfico (Pedimentos e Pediplanos) representado.



### III - CONSIDERAÇÕES ESTRATIGRÁFICAS

Mantidos até o presente como "terciários" indivisos, o que pode ser atestado nos trabalhos de AP'SABER e BERNARDES (1956), FREITAS (1956), PENALVA (1967), RIBEIRO FILHO (1967) e BJORNBERG (1968), os depósitos neocenozóicos da Bacia de Resende não foram objeto de nenhum estudo de cunho nitidamente estratigráfico. Na opinião de FREITAS (1956) os depósitos quaternários estariam representados por 3 níveis de terracamento fluviais que truncam os depósitos terciários. De acordo com o citado autor, "a melhor distinção pode ser feita à custa de uma discordância erosiva, marcada por uma linha de seixos irregular na base dos depósitos quaternários que são topograficamente superiores aos terciários.

Os estudos atuais, inicialmente apoiados nas relações estratigráficas de campo, levaram à individualização das unidades crono-estratigráficas da Bacia de Resende.

- Formação Resende - Terciário Superior (mioceno/plioceno).
- Membro rudáceo da Formação Resende (plioceno).
- Formação Floriano - Quaternário (pleistoceno).
- Membro rudáceo da Formação Floriano (pleistoceno).

A área de afloramento de cada uma das unidades estratigráficas, bem como a sua interação espacial podem ser observadas no mapa geológico (Fig. 2).

A distinção das formações através de critérios texturais, mineralógicos, paleontológicos e estratigráficos, constitui parte essencial do presente trabalho.

#### 1. Formação Resende

A unidade inferior dos depósitos neocenozóicos da Bacia de Resende de idade provisoriamente miocênica/pliocênica, individualizada a partir das relações estratigráficas de campo, propomos a designação de Formação Resende.

A área de ocorrência da formação abrange territórios dos municípios de Resende e Barra Mansa.



A secção tipo (Fig. 8) é encontrada no Km 145 da Rodovia Presidente Dutra (Fig. 10 e 12).

O contato com o embasamento não é observável devido à profundidade elevada em que se encontra. Informações de sondagens para pesquisa hidrogeológica, permitiram estimar uma espessura de depósitos superior a 200 metros.

Consiste a Formação Resende numa sequência de unidades tabulares, predominantemente arenosas e secundariamente silício argilosas, pouco consolidadas.

Algumas dessas unidades, devido à persistência horizontal, podem eventualmente ser tomadas como camadas guias (Figs. 8 e 11).

Ocasionalmente cascalho e pequenos seixos de petrografia variada (alcalinas, gnaisses, feldspatos, cataclasitos, quartzitos) são observados sob a forma de conglomerados intraformacionais. Os feldspatos via de regra apresentam-se arredondados e denotam ausência de intemperismo.

Alguns locais da Formação, revelam-se fossilíferos, permitindo a coleta de restos vegetais (linhito, folhas e pólen) (Fig. 13). Estas ocorrências estão associadas a sedimentos mais finos, constituindo setores ambientais de baixa energia.

Nos sedimentos predominam cores claras que oscilam entre o branco e o cinza nas fácies arenosas e verde oliva (10<sub>y</sub> 4/2 e 10<sub>y</sub> 6/2) nas fácies argilosas, sendo no nosso entender cores originais.

As unidades do topo da Formação podem ocasionalmente adquirir coloração variegada, quando submetidos à ação intempé-rica.

A presença de restos vegetais, bem como o predomínio de cores claras, sugerem para os sedimentos da Formação Resende, um ambiente de caráter redutor.

Com base nas associações de litofácies é possível a delimitação de zonas de alta, média e baixa energia.

As porções de alta energia (periféricas) estão representadas pela região de afloramento do Membro Rudáceo da Formação Resende (Figs. 14, 15, 16, 17 e 18).



A energia média (bajada) caracteriza a maior parte dos afloramentos da formação (Figs. 8, 10, 11 e 12).

As porções de baixa energia (playa) <sup>da</sup> é pouco desenvolvida sendo limitada a exposições na Região de Quatis (Figs. 19 e 20 e 21) e alguns setores isolados na bacia (Fig 13).

Estruturas primárias são frequentes nas faces arenosas, predominando os tipos entrecruzado acanalado e planar, segundo terminologia de McKee e Weir (1953).

A Formação Resende, face às características estruturais e texturais dos depósitos, corresponderia a uma deposição predominante por águas correntes.

## 2. Membro Rudáceo da Formação Resende

No flanco sul do maciço alcalino do Itatiaia entre os quilômetros 161 e 165 da Rodovia Presidente Dutra, os depósitos arenosos da Fm. Resende encontram-se interdigitados com depósitos rudáceos oriundos do maciço alcalino (Figs 15 e 17). Estes depósitos constituem uma sequência de camadas espessas de grandes blocos (com até 3 metros de diâmetro) e seixos de rochas predominantemente alcalinas. Estariam relacionados a diversas corridas de lama "mud flow", que teria servido de veículo para o transporte de blocos. Lavagens sucessivas seriam responsáveis pela quase inexistência de matriz e concentração de material rudáceo.

Sugestionados pelas formas erosivas do planalto de Itatiaia, no qual viam vales em "U" e circos glaciares, e pela incrível semelhança dos depósitos rudáceos com as morainas das regiões periglaciais, visitantes estrangeiros introduziriam a hipótese de ação glacial para explicar a deposição dos blocos e seixos no sopé do maciço alcalino. O desconhecimento da evolução de relevo em áreas intertropicais levou a que estas idéias vingassem por mais de 20 anos.

Os depósitos foram descritos por AB'SAPFR e PFRNAR - DES (1957) como de um cone aluvial, hipótese que na opinião de PENALVA (1967) é apenas parcialmente verdadeira, por estar convicto de que "os fenômenos de ordem tectônica presidiram a sua gênese". Ainda segundo PENALVA (1967) "a escarpa de falha forneceu as condições necessárias à formação do depósito de talus ,



cuja forma mostra que a descida de material por solicitação simples da gravidade foi maior do que aquele <sup>a</sup> trazido <sup>o</sup> pelas torren-  
tes".

Embora seja viável a hipótese de uma reativação tectônica no fecho da sedimentação terciária (pliceno) a estrutura dos depósitos não deixa dúvidas quanto à atuação de processos de movimentos de massa "mud flow" como responsáveis pela deposição.

Na verdade os dois fatores, climático e tectônico, não são mutuamente excludentes. Uma reativação tectônica tenderia a reforçar a atuação dos processos de encosta, presididos por razões climáticas e nunca substituí-los como agente de deposição.

As avantajadas dimensões dos rudáceos não precisam ser necessariamente explicadas por fenômenos de ordem tectônica, na medida em que o forte gradiente propiciado pelo maciço alcalino, por si só, já ofereceria as condições necessárias para o deslocamento de blocos de grandes diâmetros.

Um cone aluvial mais recente, contemporâneo à deposição da Formação Superior Pleistocênica, registra a mesma pujança em rudáceos sem contudo mostrar indício algum de relacionamento à participação tectônica.

Para AB'SABER e BERNARDES (1957) "não deve ser estranhado o fornecimento de depósitos rudáceos para o entulhamento da bacia, se considerado que o maciço eleva-se até 2.400 metros acima do assoalho da Bacia"

Apesar da indefinição quanto à idade o interrelacionamento dos depósitos rudáceos com sedimentos "terciários" já haviam sido observados por AB'SABER e BERNARDES (1957) e PENALVA (1967). Segundo os primeiros autores, estariam os rudáceos intercalados entre os depósitos fluviais e fluvio-lacustres típicos da bacia. Na opinião de PENALVA (1967) o depósito seria "contemporâneo da Bacia de Pesende pois sua frente transgressiva confundiu-se com os sedimentos da mesma".

Pessavaldas as devidas individualizações, os depósitos rudáceos estariam relacionados às mesmas condições de processo que permitiram a deposição do Conglomerado do Cabo descritos por ANDRADE (1955) e interpretados por BIGAPPELLA e ANDRADE, (1964).



### 3. Formação Floriano

Para a unidade superior dos depósitos neocenozóicos' da Bacia de Resende, de idade provavelmente pleistocênica, propomos a designação de Formação Floriano.

A Formação Floriano ocorre nos municípios de Resende e Barra Mansa, tendo sua secção tipo no Km 128 da Rodovia Presidente Dutra (Fig. 22) próximo à localidade de Floriano. Jaz discordantemente sobre sedimentos da Formação Resende e rochas do Embasamento Cristalino, sendo seu contato marcado por inconformidades erosivas (Figs 9, 22 e 23).

A espessura atual da Formação raramente ultrapassa 30 metros. É constituída por uma sucessão de camadas e lentes pouco espessas de sedimentos arenosos arcóseos e argilosos.

Submetidos a análises de laboratório, os sedimentos arcóseos tendem a revelar bimodalidade, com modas descontínuas (argilo-arenosas, areno-argilosos).

Estruturas de tipo "cutt andfill" (erosão e preenchimento), são comuns nos depósitos (Figs. 25, 26, 27 e 28). Sendo em muito similares às descritas por BIGARELLA e SALAMUNI (1962), BIGARELLA e MOUSINHO (1965), SUGUIO et al (1971) DE MEIS e AMADOR (1972) para caracterizar a parte superior dos pacotes sedimentares estudados. As variações verticais e laterais das litofácies revelam grande irregularidade definindo um padrão não cíclico das associações texturais.

Frequentemente os depósitos da Formação Floriano são truncados por camadas tabulares de seixos arredondados e sub-arredondados, que constituem vestígios dos terraceamentos, relacionados aos ciclos de aplainamento e dissecação por que passou a depressão durante o pleistoceno (Fig. 9, 29, 30 e 31).

Caçando os depósitos e relacionados a episódios mais recentes, são encontrados depósitos de, pelo menos, duas etapas! de coluvião separadas por paleopavimentos (linhas de seixos). A distinção entre depósitos da Formação Floriano e os colúvios recentes é bastante facilitada pela presença de alinhamentos de seixos que assinalam a discordância erosiva entre os sedimentos

A Formação Floriano tem-se revelado afossilífera a



exemplo de outras formações continentais correlacionáveis.

A não presença de fósseis estaria relacionado ao ambiente de caráter oxidante da formação, que é testemunhado, em parte, pelos padrões de cores variegadas apresentadas pelos sedimentos.

Estruturas primárias dos tipo gradacional e entrecruzada acanalada e planar, segundo terminologia de McKee e Weir, (1953) podem ser observadas principalmente nas fácies arenosas, ou areno-argilosas. A expressão de tais estruturas na formação é no entanto pequena, principalmente se comparada à Formação Resende.

No seu conjunto, as estruturas primárias encontradas' refletem a fácies fluvial de um conjunto de leques aluvionais visto que, ao contrário do observado na Formação Resende, as unidades estratificadas não possuem persistência horizontal e são muito localizadas, ficando restritas a poucos afloramentos.

As associações das litofácies encontradas em várias zonas de afloramento da formação, permitem preliminarmente distinguir "porções periféricas" (Figs. 22, 23 e 32), e "porções de bajada" (Figs. 26 e 27), não nos permitindo, no entanto, a delimitação precisa de zonas de baixa energia.

#### 4. Membro Rudáceo da Formação Florianópolis

Compreende os depósitos de um cone aluvial pleistocênico, que aflora na entrada do Parque Nacional do Itatiaia (Fig. 7) e tem cortes visíveis nas margens da Estrada de Ferro.

O depósito é constituído de um pacote espesso de blocos e seixos de rochas predominantemente alcalinas, embalado escassamente em matriz areno-argilosa (Fig. 36).

Jaz em discordância erosiva sobre depósitos da Formação Resende. Distingue-se basicamente do membro Rudáceo da Formação Inferior, por guardar matriz, e pelo maior grau de alteração química do depósito.

A idade pleistocênica atribuída ao depósito resulta de ser ele resultado da dissecação do Pediplano (Pd<sub>1</sub>) (Fig. 7).



Os dois colúvios que capeiam discordantemente os depósitos trazem embalados blocos e seixos de rochas alcalinas .  
(Fig. 37).

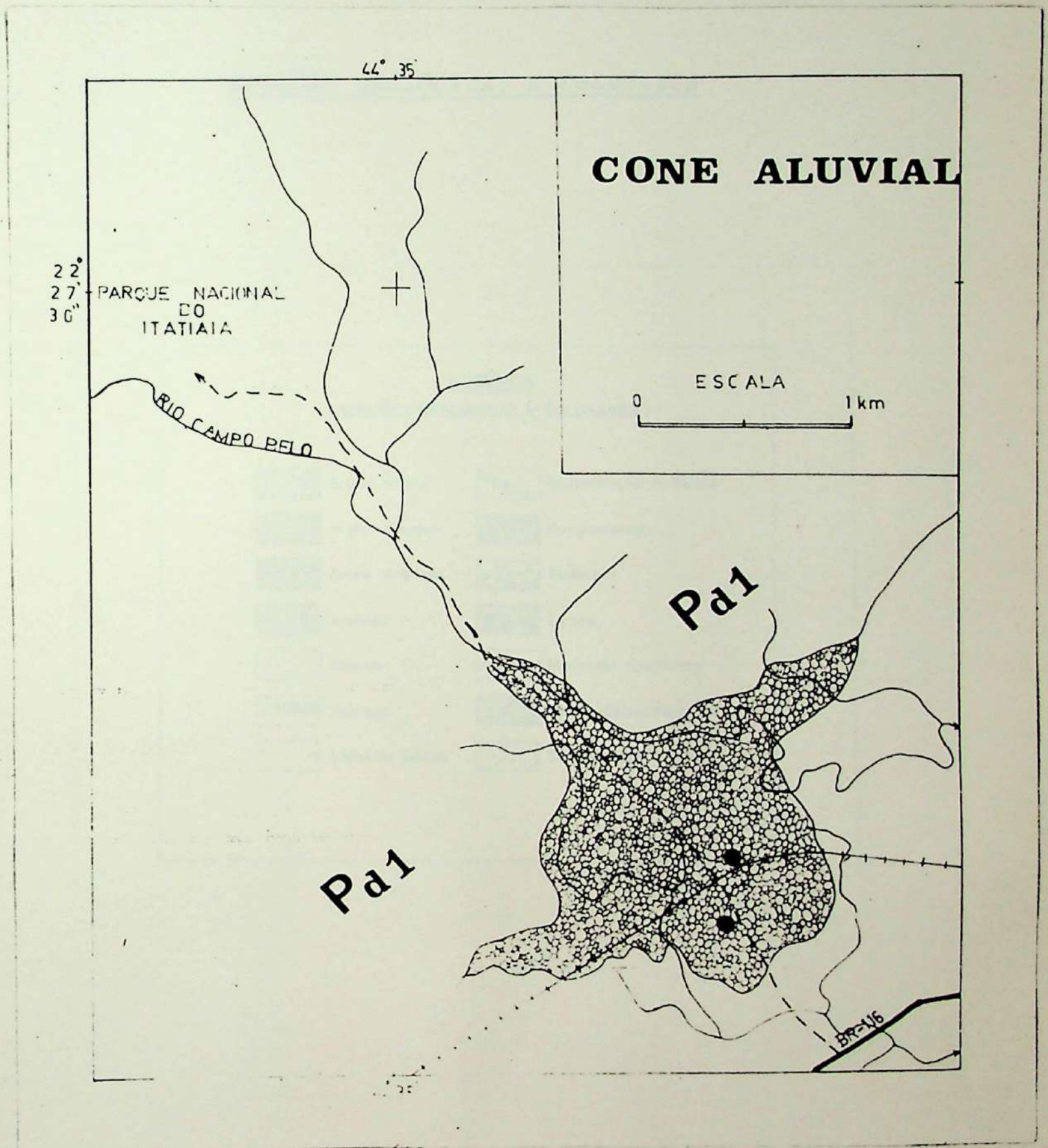


Fig. 7 - Cone Aluvial Pleistocênico, correlacionado a Formação Floriano.



SECÇÕES GEOLÓGICAS E COLUNARES

LEGENDA

( SECÇÕES GEOLÓGICAS E COLUNARES )

	Argilo-Siltico		Concentração de Seixos
	Argilo-Arenoso		Conglomerado
	Areno-Argiloso		Rudaceos
	Arenoso		Linhito
	Coluvio		Horizonte Fossilifero
	Terraço		Macro-Estratificação
	Linha de Seixos		Embasamento-Cristalino



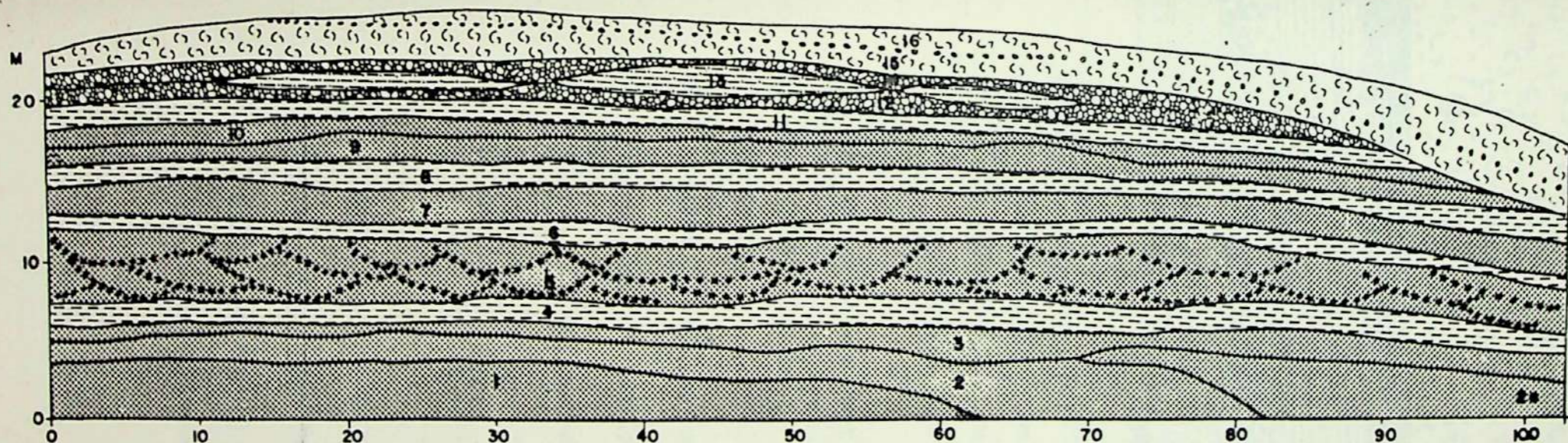


Fig. 8. Seção 17. Seção tipo da Formação Resende. Corte na Rodovia Presidente Dutra Km 145.  
Nível de pedimento P<sub>2</sub>.

1. Sedimento arenoso, médio com estratificação acanalada.
2. Sedimento arenoso grosseiro com estratificação acanalada.
- 2a. Variação lateral da Am. 2.
3. Sedimento arenoso, fino, com estratificação incipiente.
4. Camada siltica.
5. Material arenoso grosseiro com macro estratificação entrecruzada, apresenta concentrações de seixos e feldspato arredondado.
6. Camada siltico-argilosa.
7. Sedimento arenoso, rico em grânulos de quartzo e feldspato, apresenta indícios de estratificação.
8. Camada siltica-areno-argilosa.
9. Sedimento arenoso fino.
10. Material arenoso grosseiro arcossiano. Obs.: o topo da camada marca o contato em inconformidade erosiva com a Formação Floriano sobreposta.
11. Sedimento areno-argiloso.
12. Material conglomerático em matriz arenosa grosseira.
13. Lentes de material areno-siltico argiloso.
14. Material conglomerático.
15. Colúvio amarelo-alaranjado, areno-siltico-argiloso.
16. Colúvio amarelo-alaranjado, areno-argiloso, separado do colúvio anterior por paleopavimento detritico.



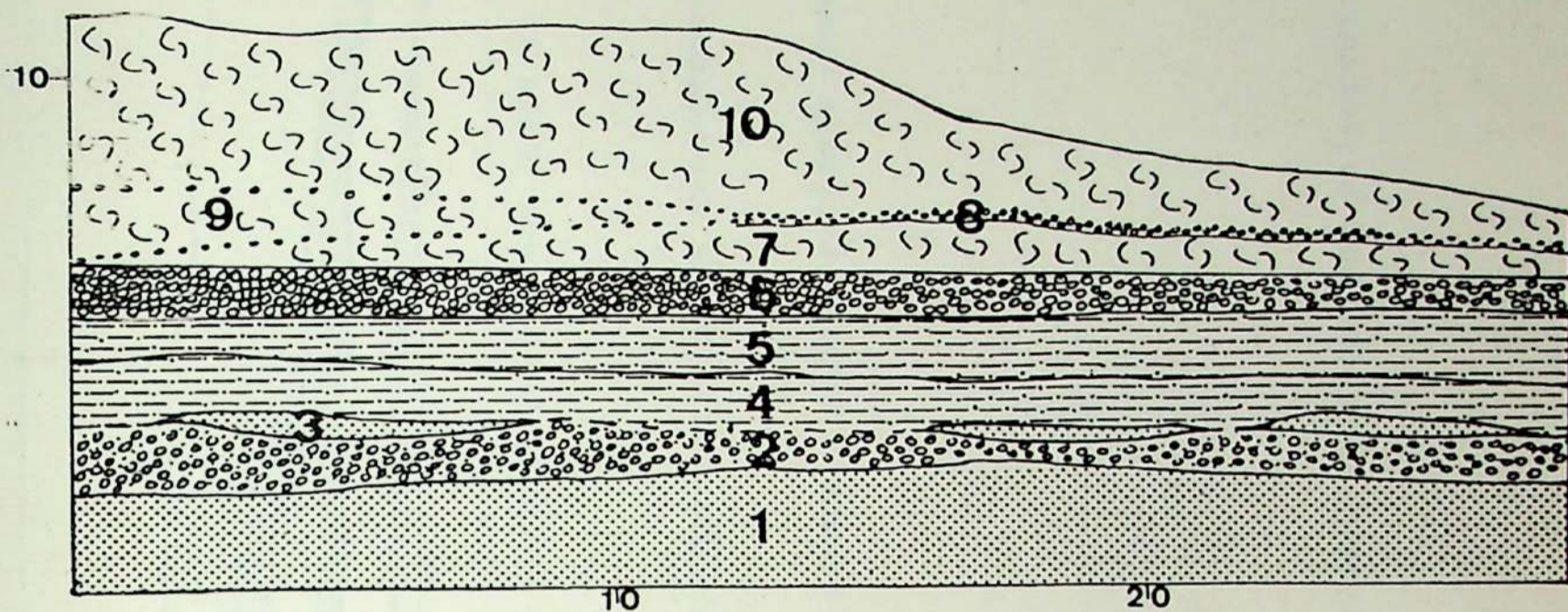


Fig. 9. Secção 14. Corte na estrada Resende - Bulhões Km 8.  
Nível  $TP_1$  em discordância sôbre sedimentos de Formação Floriano, que jaz em inconformidade erosiva sôbre a Formação Resende.

1. Material areno-siltico-argiloso da Formação Resende.
2. Material rudáceo em discordância erosiva sôbre a Formação Resende.
3. Lentes de material siltico-areno-argiloso.
4. Camada de material argilo-arenoso.
5. Camada de material siltico-areno-argiloso.
6. Unidade tabular de seixos de quartzo com duas modas de diâmetros sobrepostas. A primeira entre 1 a 2 cm e a segunda entre 3 a 4 cm.
7. Colúvio amarelo alaranjado, areno argiloso.
8. Paleopavimento detrítico.
9. Colúvio mermelho, argilo-siltico.
10. Colúvio amarelo-alaranjado, areno-siltico.



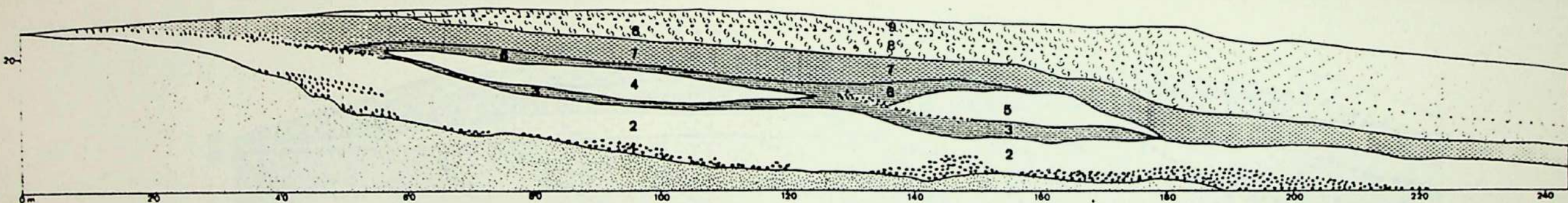


Fig. 10. Secção 8. Secção tipo da Formação Floriano. Corte na Rodovia Presidente Dutra Km 128.

Nível de pediplano  $Pd_1$  ou pedimento  $P_3$ .

1. Material rudáceo de quartzo sub-anguloso, com matriz areno-argilosa. Jaz em discordância erosiva sobre o gnaisse do embasamento cristalino.
2. Material areno-siltico, rico em classes texturais, contém seixos e pequenos blocos angulosos.
3. Lente de material argilo-siltico.
4. Lente de areia arcoseana (areno-siltica).
5. Lente de areia arcoseana (areno-argilosa).
6. Lente de material argilo-arenoso.
7. Camada de sedimento argilo-siltico-arenoso.
8. Colúvio vermelho, argilo-arenoso.
9. Colúvio amarelo-alaranjado, argilo-arenoso, separado do colúvio anterior por paleopavimento detrítico.



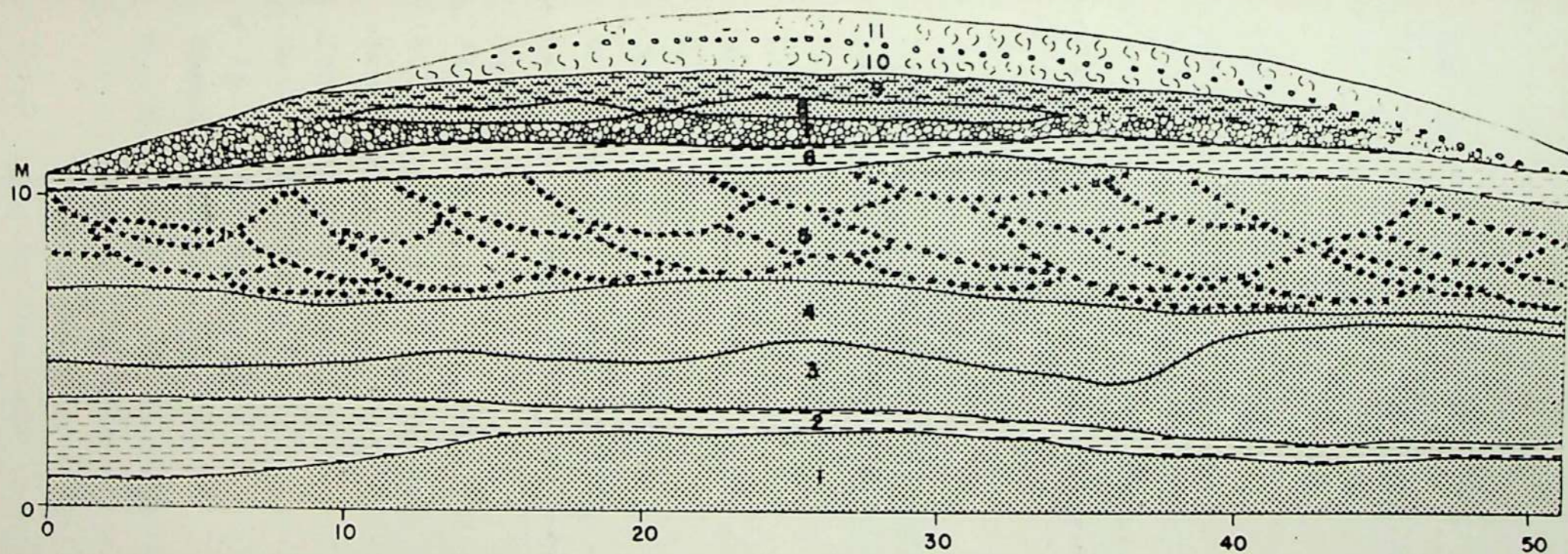


Fig. 11. Secção 16. Contato da Formação Resende com Formação Floriano. Corte na Rodovia Presidente Dutra Km 144,5. Nível de pedimento  $P_2$ .

1. Sedimento arenoso grosseiro, arcossiano, com estratificação incipiente.
2. Camada de material argilo-siltico.
3. Sedimento arenoso grosseiro, arcossiano com estratificação entrecruzada acanalada.
4. Sedimento arenoso fino, com estratificação incipiente.
5. Unidade tabular de material arenoso grosseiro, com macro estratificação entrecruzada. Contém seixos de quartzo e feldspato fresco arredondado.
6. Camada siltica-argilosa.
7. Material conglomerático em matriz arenosa fina. Jáz em discordância erosiva sobre camadas da Formação Resende
8. Lentes de material areno-siltico.
9. Material areno-argiloso.
10. Colúvio vermelho, argilo-siltico.
11. Colúvio amarelo-alaranjado argilo-arenoso. É separado do colúvio anterior por paleopavimento detrítico.



1. Sedimento arenoso grosseiro rico em feldspato.
2. Sedimento arenoso fino, estratificação incipiente.
3. Lente de material siltico-argiloso
- 4 e 5. Sedimento arenoso médio, estratificação incipiente.
6. Sedimento areno-siltico.
7. Material siltico-arenoso.
8. Material argilo-siltico.
9. e 10. Sedimento arenoso grosseiro.
11. Sedimento arenoso fino, com estratificação incipiente.
12. Sedimento arenoso médio.
13. Camada argilo-siltica.
14. Sedimento arenoso grosseiro.
15. Sedimento arenoso grosseiro, com estratificação incipiente. e seixos de feldspato arredondados.
16. Sedimento arenoso grosseiro com seixos de feldspato
17. Sedimento arenoso médio com estratificação entrecruzada, acanalada. Contém grânulos de feldspato.
18. Sedimento arenoso grosseiro, contém bolotas de argila e estratificação incipiente.
19. Material areno-argiloso.
20. Material areno-argiloso.
- 21 e 22. Sedimento arenoso
23. Camada siltico-argilosa.
24. A . B. Material argilo-arenoso da Formação Floriano em discordância erosiva sobre camadas da Formação Resende.
25. Material areno-argiloso.
26. Estrutura gradacional.
27. Sedimento arenoso arcossiano com estratificação entrecruzada.

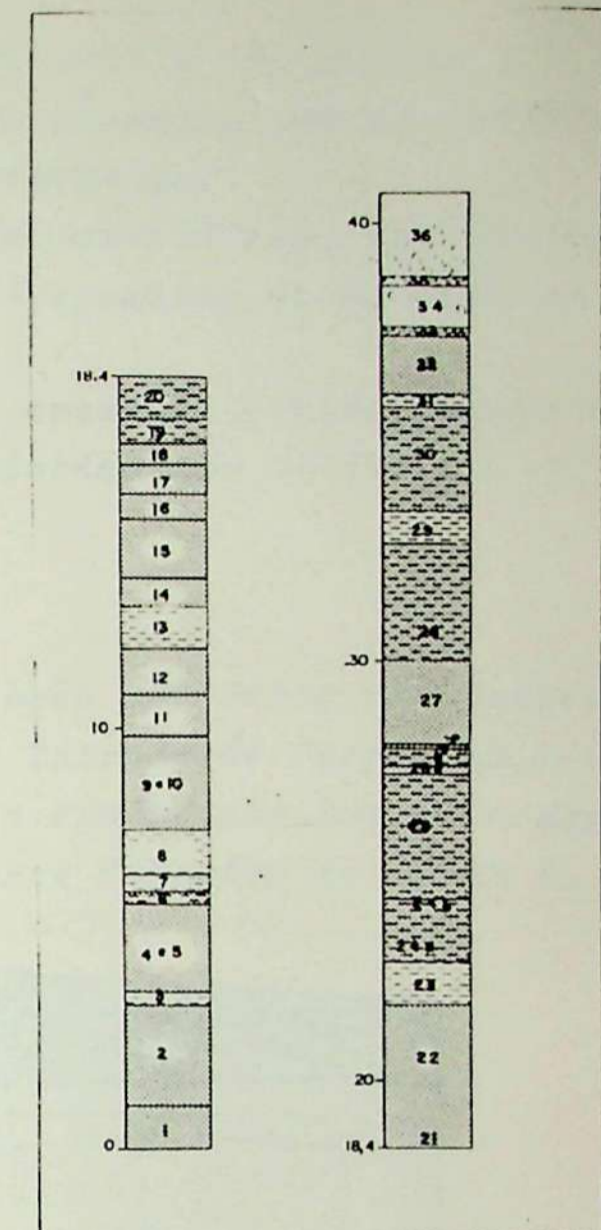
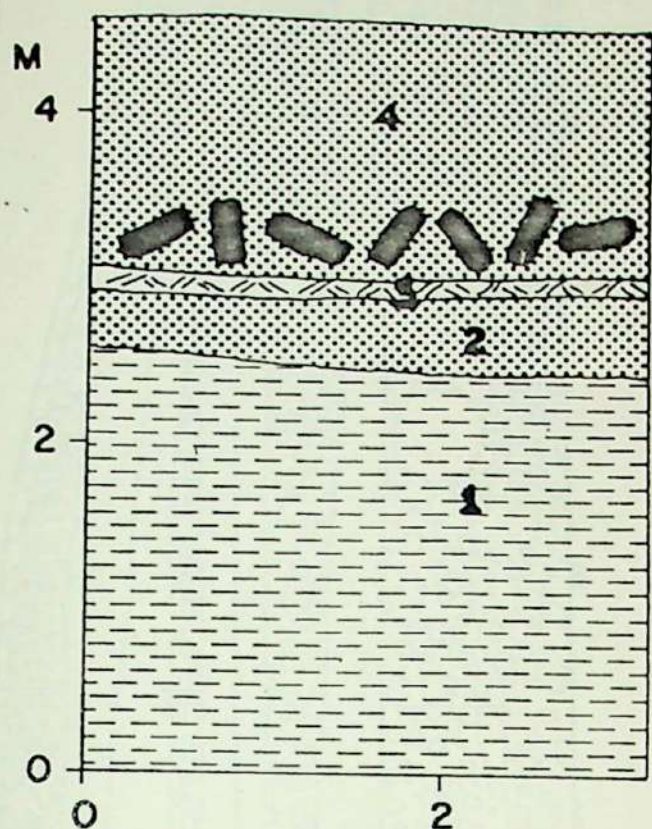


Fig. 12. Secção 12. Contato da Formação Resende com Formação Floriano. Corte na Rodovia Presidente Dutra Km 130 Nível de pedimento P<sub>3</sub>.

28. Sedimento areno-argiloso
29. Camada argilo-siltica.
30. Material areno-siltico
31. Lente de material argilo-siltico.
32. Sedimento arenoso.
33. Unidade tabular de seixos de quartzo, arredondados a sub-arredondados.
34. Colúvio amarelo-alaranjado areno-argiloso.
35. Camada de seixos, se assemelha a Am. 33.
36. Colúvio amarelo-alaranjado areno-argiloso.





1. Camada de argila (bentonita)
2. Sedimento arenoso, com estratificação entrecruzada.
3. Horizonte fossilífero. Contém folhas pólen e fragmentos de madeira carbonizada.
4. Material arenoso. Contém lentes estreitas de linhito com pirita.

Fig. 13. Secção 28. Corte no cruzamento da Estrada de Ferro com Povo - via Presidente Dutra Km 164 Parte inferior do nível P<sub>2</sub>.

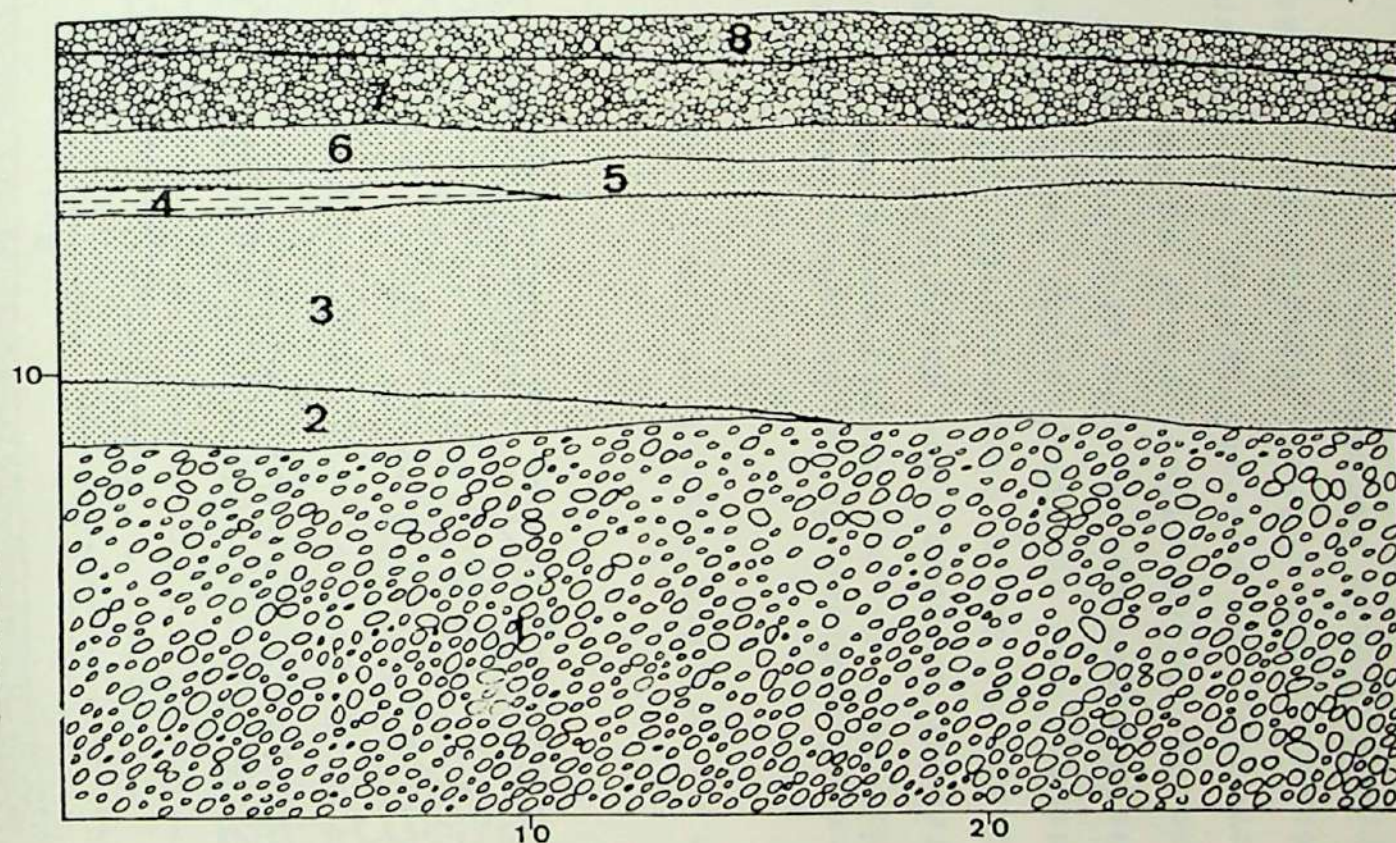


Fig. 14. Secção 29. Corte na Rodovia Presidente Dutra Km 162 Membro Rudáceo da Formação Resende em nível de pedimento P<sub>3</sub>.

1. Espessa camada de rudáceos. Predomínio de alcalinas. Diâmetros até 50 cm. Classe modal entre 5 a 20 cm. Matriz incipiente.
2. Material arenoso grosseiro com pequenos seixos.
3. Sedimento arenoso fino, com estratificação entrecruzada acanalada.
4. Material siltico-argiloso.
5. Sedimento arenoso grosseiro rico em feldspato, com estratificação entrecruzada.
6. Sedimento arenoso fino, com estratificação entrecruzada.
7. Material semi-conglomerático, matriz areno-argilosa. Já em discordância sobre camadas da Formação Resende.
8. Material semi-conglomerático. Matriz areno-argilosa.



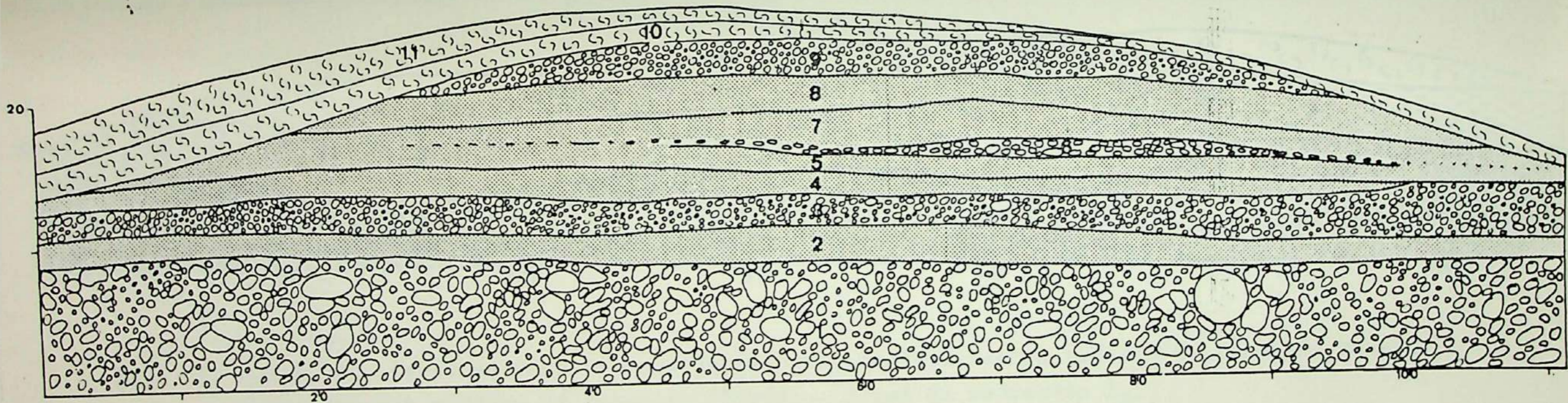


Fig. 15. Secção 30. Corte na Rodovia Presidente Dutra Km 163 Membro rudáceo da Formação Pesende no nível P<sub>3</sub>.

1. Pacote espesso de material rudáceo de rocha predominantemente alcalina. Blocos até 2 metros de diâmetro. Diâmetro modal 30 a 80 cm. Matriz quase inexistente.
2. Unidade tabular de material arenoso, com estratificação sub-horizontal.
3. Camada de material rudáceo de talho ligeiramente inferior aos da Am. 1. Matriz incipiente.
4. Unidade de areia arcossiana, com estratificação sub-horizontal.
5. Sedimento arenoso arcossiano grosseiro, com estratificação sub-horizontal.
6. Camada de material rudáceo. talho inferior aos da Am. 3.
7. Sedimento arenoso arcossiano, com estratificação sub-horizontal.
8. Sedimento arenoso arcossiano, com estratificação sub-horizontal.
9. Unidade de rudáceos, parcialmente decomposto.
10. Colúvio vermelho, argilo-siltico.
11. Colúvio amarelo-alaranjado, argilo-arenoso.



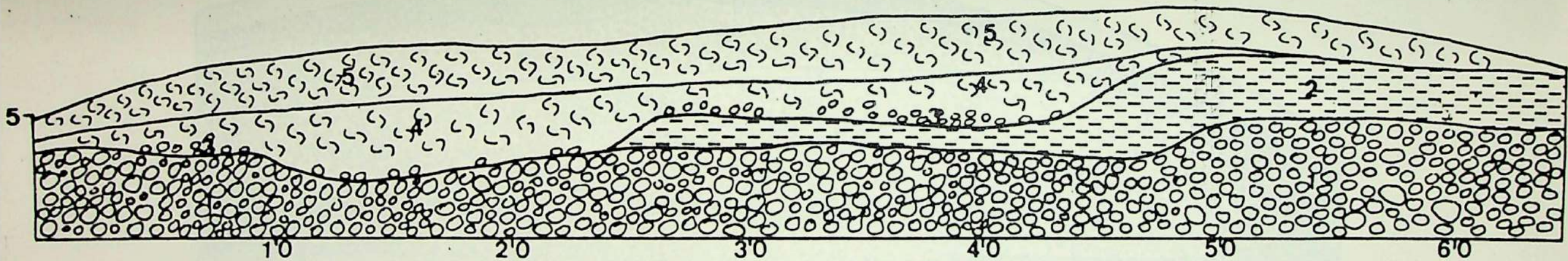


Fig. 16. Secção 31. Corte na Rodovia Presidente Dutra Km164,5 Membro Rudáceo da Formação Resende Associado com camadas da Formação Floriano. Nível de pedimento  $P_2$ .

1. Pacote de material rudáceo de rocha predominantemente alcalina. Bastante alterado. Diâmetro modal de 20 a 30 cm.
2. Lente de material areno-argiloso da Formação Floriano. Já em discordância erosiva sobre os rudáceos da Formação Resende.
3. Inconformidade erosiva, com concentração de seixos e blocos.
4. Colúvio vermelho, argilo-arenoso.
5. Colúvio amarelo-alaranjado, argilo-arenoso.



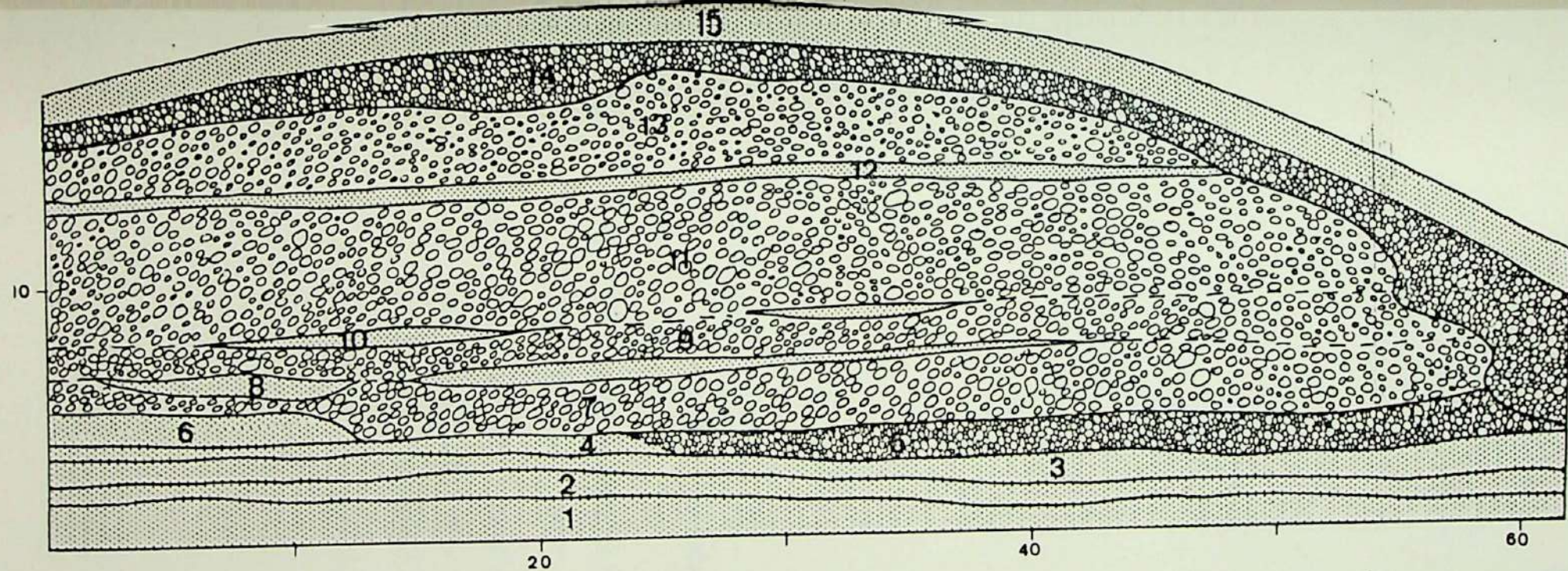


Fig. 17. Secção 32. Corte na Rodovia Presidente Dutra Km 165  
Membro Rudáceo da Formação Resende no nível P<sub>3</sub>.

- |  |  |
|--|--|
| 1. Sedimento arenoso, rico em feldspato, com estratificação sub-horizontal.    | 7. Camada de material rudáceo, rochas predominantemente alcalina. Diâmetro modal 10 a 20 cm. |
| 2. Sedimento arenoso fino, com estratificação sub-horizontal.                  | 8. Sedimento arenoso fino, lenticular.   |
| 3. Material silítico-arenoso, com estratificação sub-horizontal.               | 9. Idêntico a Amostra 7.   |
| 4. Material arenoso fino, com estratificação sub-horizontal.                   | 10. Lentes de material arenoso fino.   |
| 5. Material conglomerático, abundância de cataclasitos, estrutura gradacional. | 11. Pacote de material rudáceo, rochas alcalinas. Diâmetro modal 5 a 15 cm.                  |
| 6. Material areno-silítico, com estratificação sub-horizontal.                 | 12. Sedimento arenoso fino.  |
|  | 13. Pacote de rudáceos. Diâmetro 5 a 10 cm.  |
|  | 14. Material conglomerático. Decomposto. Jáz em discordância sobre os rudáceos.              |
|  | 15. Material arenoso decomposto.   |



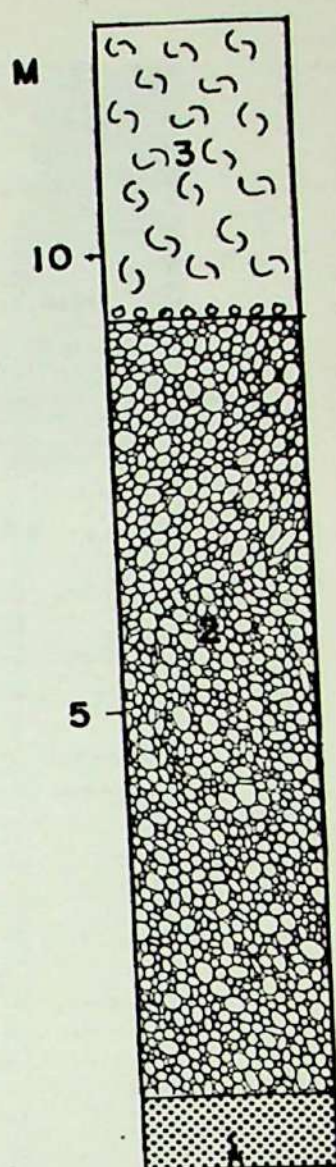


Fig. 18. Secção 21. Estrada para Penedo Km 12 a partir da Podovia Presidente Dutra - Nível de pedimento  $P_2$ .

- A-1. Material arenoso grosseiro, contém grânulos de quartzo e feldspato, com estratificação incipiente.
- A-2. Pacote de rudáceo, de rochas diversas (gnaiesses, quartzito, cataclasitos).  
Material ançuloso. Diâmetro modal 4 cm.
- A-3. Colúvio amarelo alaranjado, areno-argiloso.



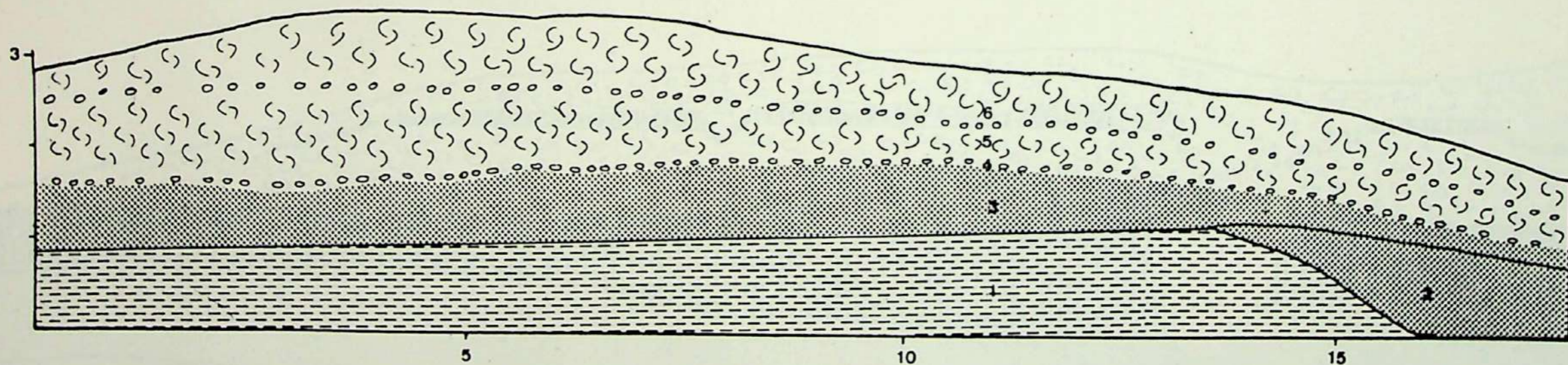


Fig. 19. Secção 1. Corte na Estrada Quatis Amparo Km 6. Nível de pedimento  $P_3$ .  
 Contato Formação Resende X Formação Floriano.

1. Material siltico-argiloso da Formação Resende.
2. Material areno-siltico da Formação Floriano. Jáz em discordância sôbre camadas da Formação Resende.
3. Material areno-argiloso (arcoseano) estrutura tabular.
4. Paleopavimento detrítico.
5. Colúvio vermelho, argilo-arenoso.
6. Colúvio amarelo-alaranjado, areno-argiloso.  
 Separado do colúvio inferior por paleopavimento detrítico.



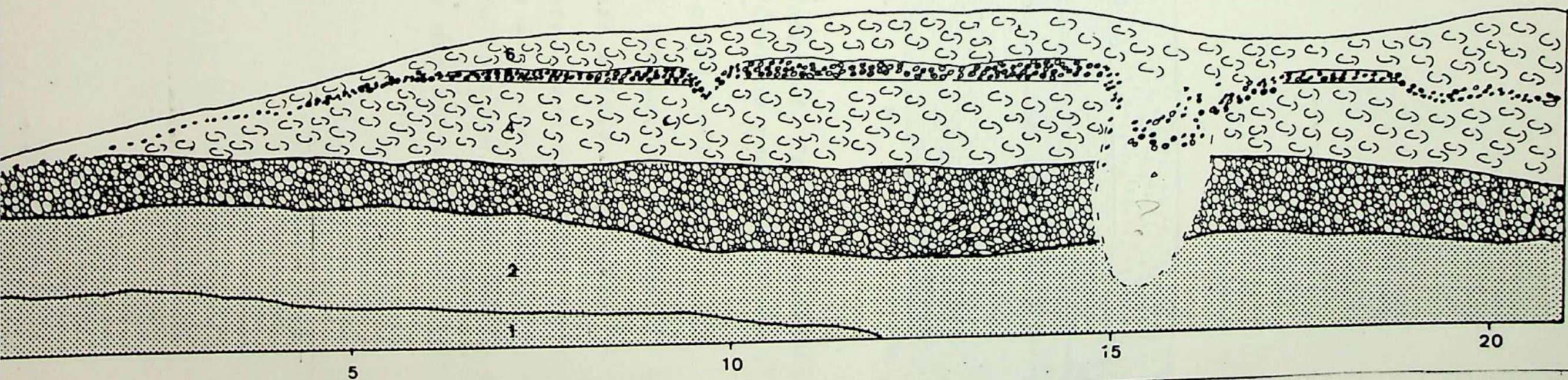


Fig. 20. Secção 5. Corte na estrada Quatis-Agulhas Negras Km 3. Nível de  $TP_1$ . (Contato Formação Resende X Formação Floriano).

1. Sedimento arenoso da Formação Resende
2. Sedimento arenoso da Formação Floriano com pseudo estratificação
3. Material conglomerático
4. Colúvio vermelho, argilo-siltico-arenoso.
5. Unidade tabular de seiros predominantemente de quartzo. Sub-arredondados. Diâmetro modal 2 a 3 cm.
6. Colúvio amarelo-alaranjado, areno-argiloso.



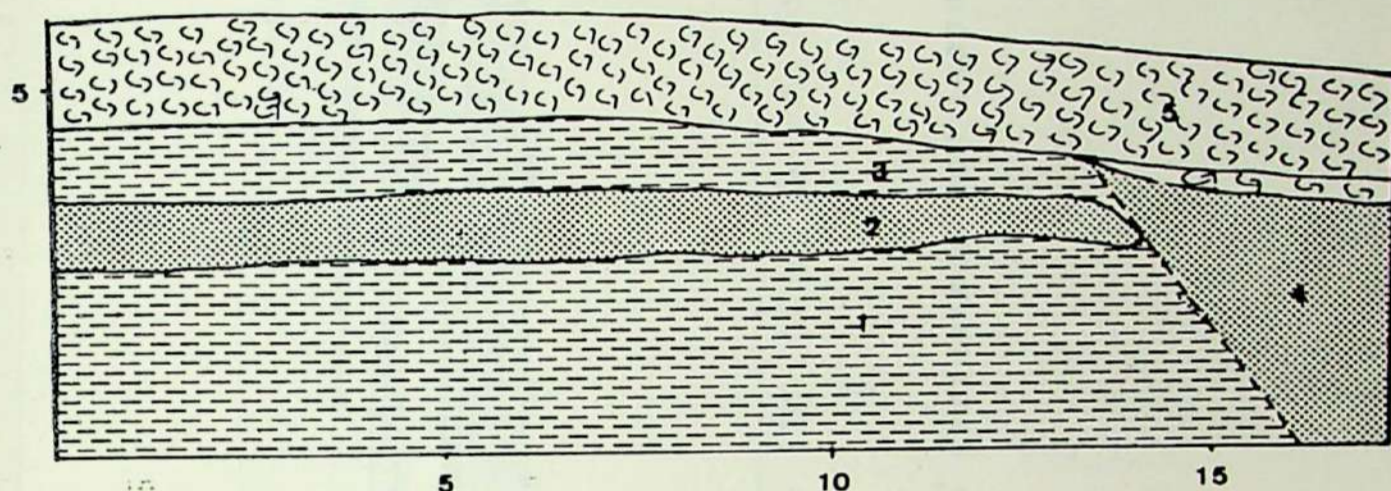


Fig. 21. Secção 4. Corte na estrada Quatis Falcão Km 4.  
Nível de pedimento 2 P<sub>2</sub> (Formação Floriano).

1. Camada argilo-siltica.
2. Unidade lenticular de material arenoso (arcoseano).
3. Sedimento siltico-argiloso.
4. Sedimento areno-argiloso. O truncamento observado entre esta unidade e os demais sedimentos sugere, inconformidade erosiva ou falhamento atectônico de pequeno rejeito.
5. Colúvio amarelo-alaranjado, argilo arenoso.



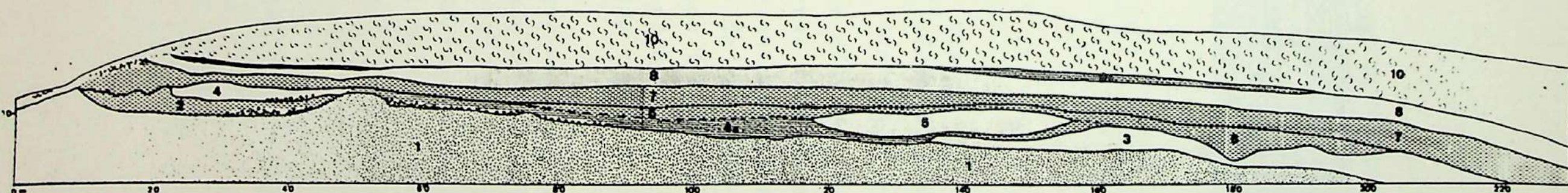


Fig. 22- Secção 9 - Corte na Rodovia Presidente Dutra Km 129. Nível de Pd<sub>1</sub> da Formação Floriano.

1. Gnaisse decomposto.
2. Sedimento argilo-siltico-arenoso, a base da unidade é assinalada por inconformidade erosiva , com concentração de rudáceos angulosos.
3. Material areno-siltico, com estratificação planar.
4. Material areno-siltico lenticular.
- 4a. Material argilo-arenoso.
5. Lente de material areno-argiloso.
6. Lente de material argilo-siltico.
7. Camada argilo-siltica.
8. Material arenoso.
9. Lente de material argilo-arenoso.
10. Colúvio amarelo-alaranjado, areno-argiloso.



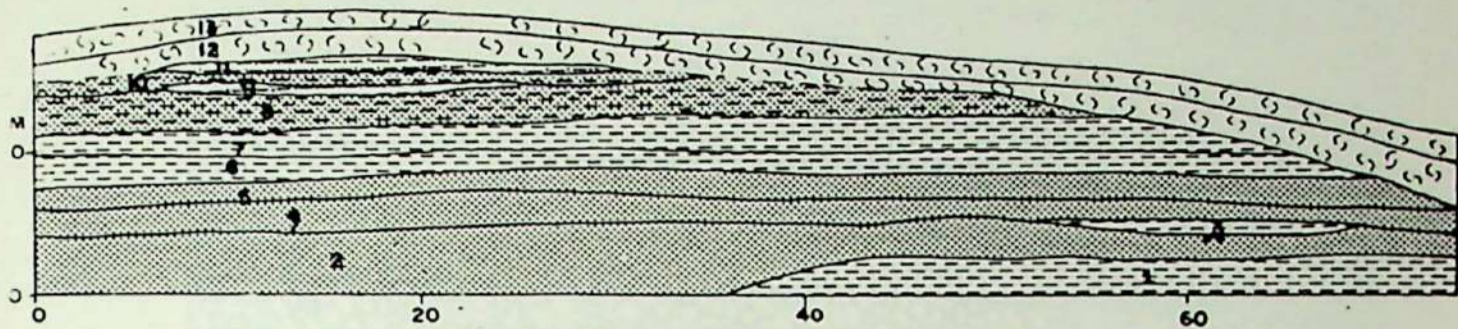
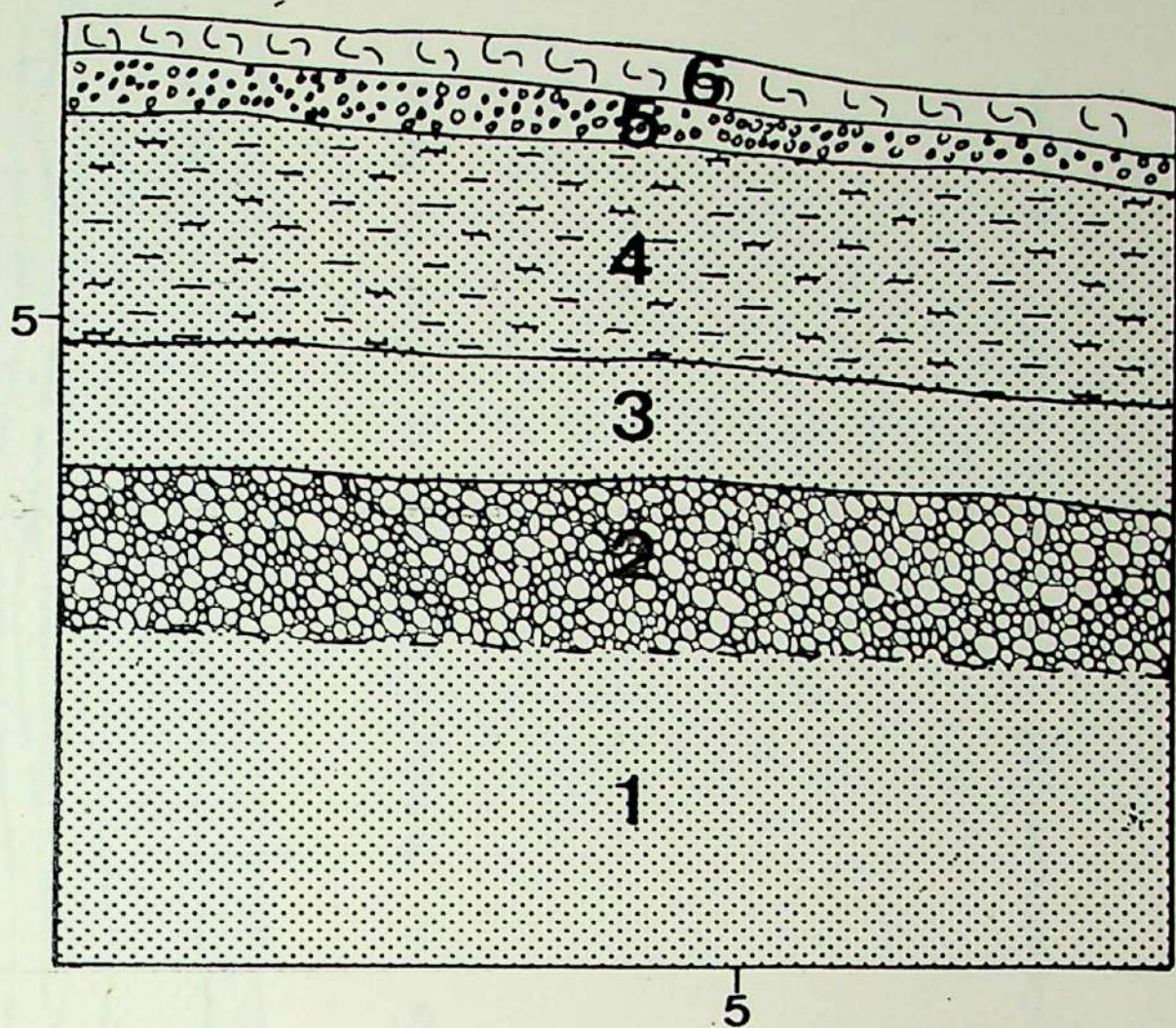


Fig. 23. Secção 11 - Corte na Rodovia Presidente Dutra Km 129,5.  
Nível de pedimento  $P_3$ . Contato com a Formação Resende X  
Formação Floriano.

1. Camada siltico-argilosa.
2. Material arenoso arcoseano, com feldspato fresco. Com estratificação entrecruzada planar.
3. Lente de material siltico-argiloso.
4. Unidade tabular de material arenoso, com estratificação estrecruzada planar.
5. Unidade tabular de material arenoso, com estratificação incipiente.
6. Unidade tabular de material siltico-argiloso.
7. Unidade tabular de material argilo-siltico
8. Material areno-argiloso da Formação Floriano. Jáz em discordância sôbre sedimentos da Formação Resende.
9. Lente de areia arcossiana, alterada.
10. Lente de material siltico-argiloso.
11. Lente de areia arcossiana, alterada.
12. Colúvio vermelho, areno-siltico-argiloso.
13. Colúvio amarelo-alaranjado, areno-argiloso.





*Eig. 24. Secção 27. Corte as margens da E.F. a 1 Km da Estação de Itatiaia. Formação REsende no Nível de Pedimento P<sub>2</sub>.*

- 1. Material arenoso grosseiro.*
- 2. Material conglomerático, rico em feldspato.*
- 3. Sedimento arenoso arcoseano alterado.*
- 4. Sedimento areno-siltico.*
- 5. Concentração de material granuloso, em matriz argilo-arenosa.*
- 6. Colúvio castanho acinzentado, areno-argiloso.*



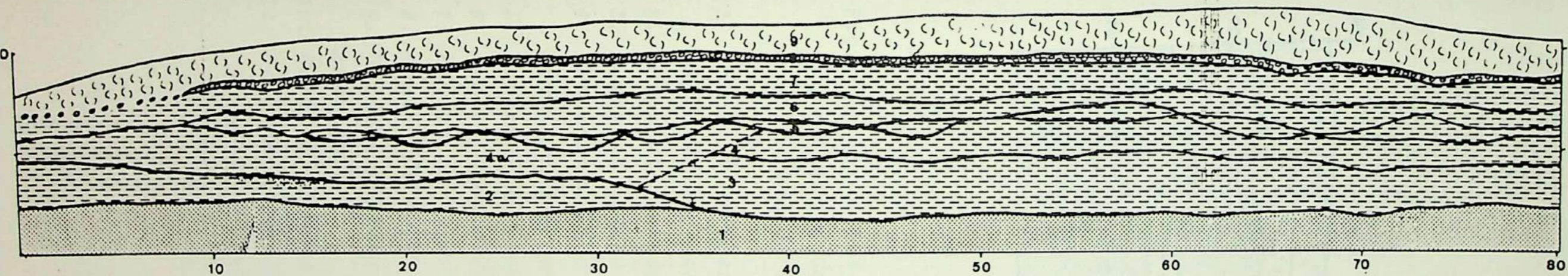


Fig. 25. Secção 24. Corte na Rodovia Presidente Dutra Km 150. Formação Floriano no nível de Terraço Pedimento TP<sub>2</sub>.

1. Material arenoso arcoseano alterado.
2. Material siltico-argiloso.
3. Material argilo-siltico.
4. Material siltico-argiloso.
- 4a. Material argilo-siltico.
5. Lentes de material argilo-siltico-arenoso.
6. Material argilo-siltico.
7. Material siltico-argiloso.
8. Unidade tabular de seixos de quartzo arredondados a subarredondados. Diâmetro modal: 3 a 5 cm.
9. Colúvio amarelo-alaranjado, areno-siltico-argiloso.



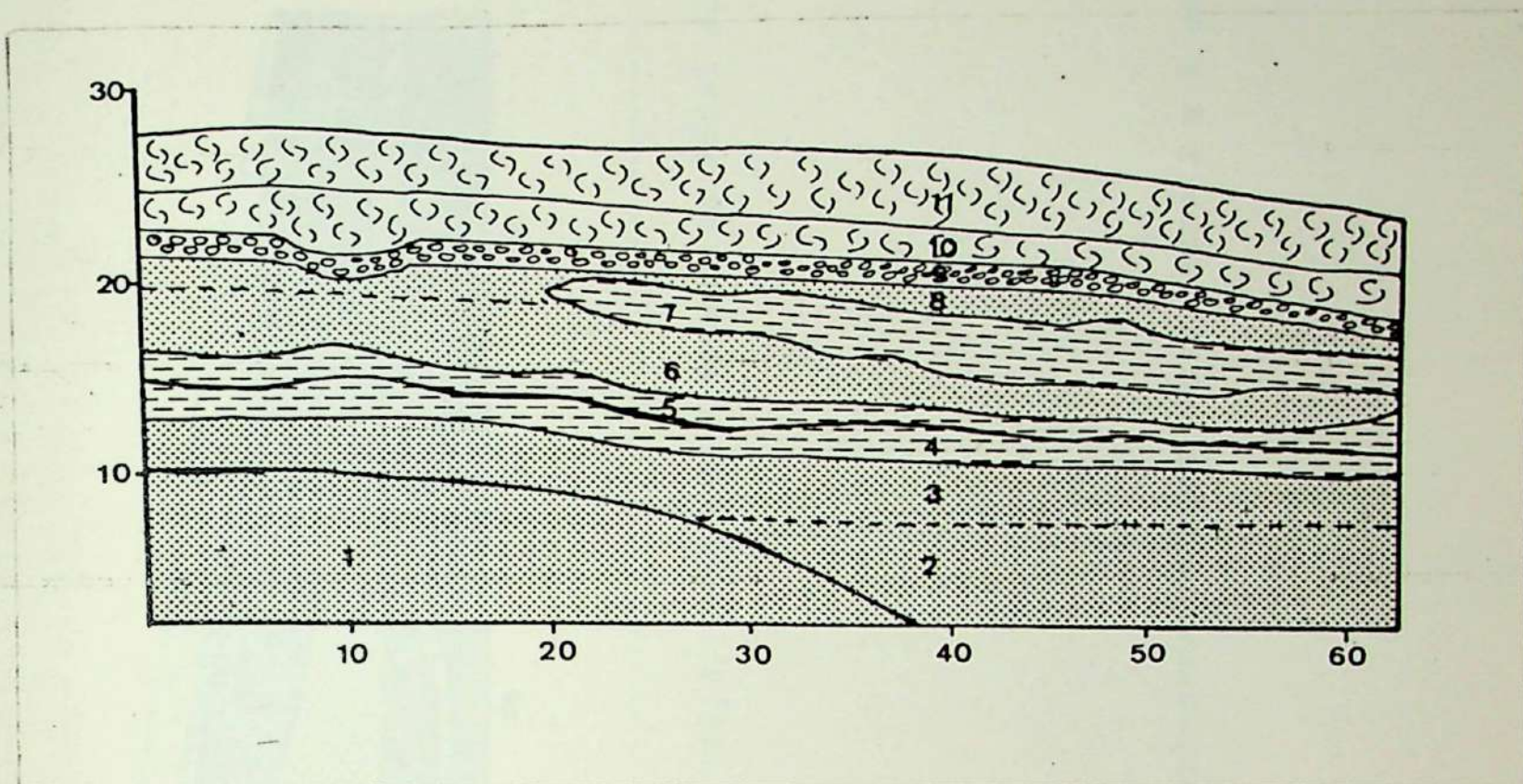


Fig. 26. Secção 23. Corte na Rodovia Presidente Dutra Km 149,5  
Contato da Formação Resende com Formação Floriano no  
Nível de Terraço Pedimento TP<sub>2</sub>.

1. Material arenoso arcoseano rico em feldspato, com estratificação entrecruzada acanalada.
2. Material arenoso fino, rico em feldspato.
3. Material arenoso arcoseano.
4. Material argilo-arenoso da Formação Floriano. Jáz em discordância sôbre camadas da Formação Resende.
5. Material argilo-siltico-arenoso.
6. Lentes de material areno-argiloso.
7. Lentes de material argilo-siltico.
8. Lentes de material areno-argiloso.
9. Unidade tabular de seixos arredondados e sub-arredondados de quartzo.
10. Colúvio vermelho, areno-argiloso.
11. Colúvio amarelo-alaranjado, areno-argiloso.



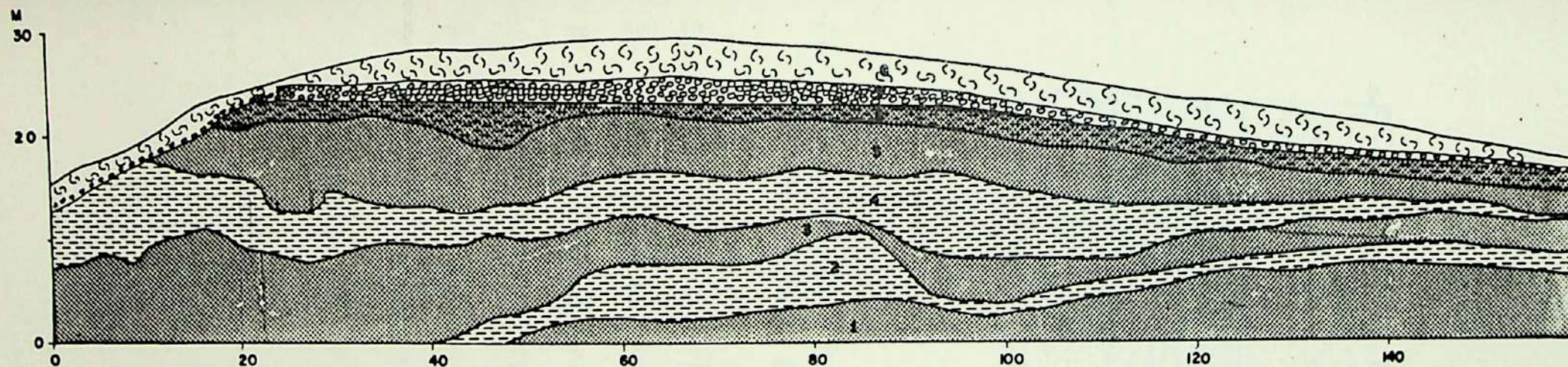


Fig. 27. Secção 22. Corte na rodovia Presidente Dutra Km 149,3. Formação Floriano no Nível de Terraço Pedimento TP<sub>2</sub>.

1. Sedimento arenoso, com indícios de estratificação.
2. Lentas de material argilo-siltico.
3. Lentas de material arenoso-arcoseano.
4. Lentas de material argilo-siltico.
5. Lentas de material arenoso-arcoseano.
6. Material areno-argiloso.
7. Unidade tabular de seixos de quartzo, arredondados e sub-arredondados. Moda entre 2 a 5 cm.
8. Colúvio amarelo-alaranjado, areno-siltico-argiloso.



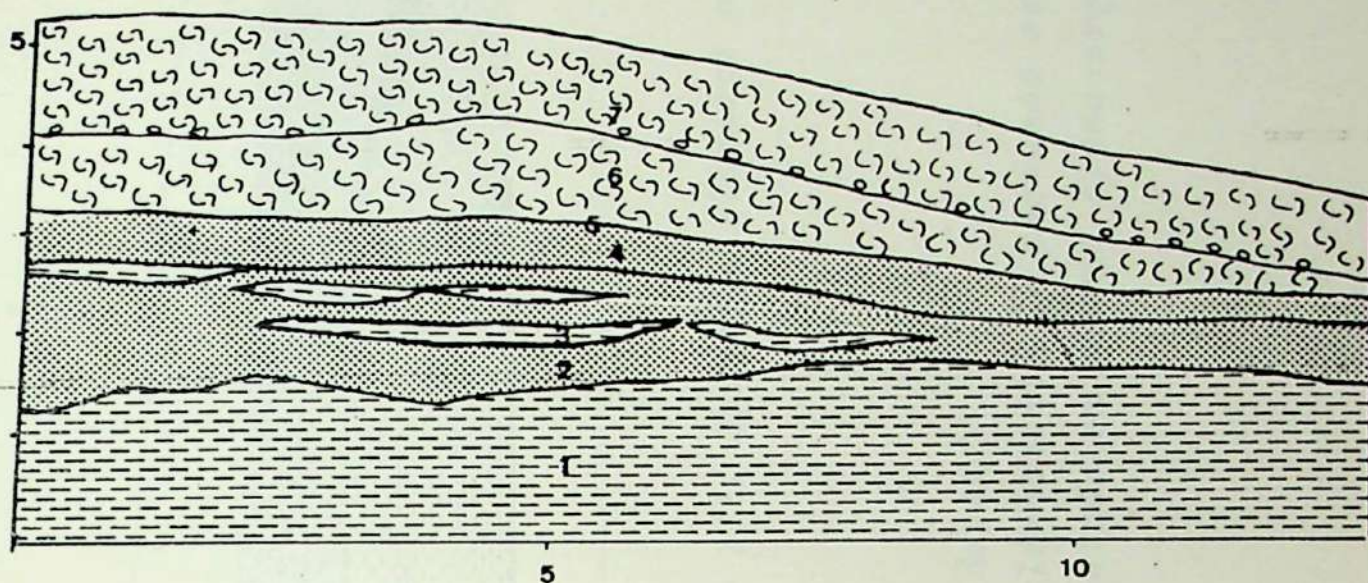


Fig. 28. Secção 18. Corte num atalho da estrada Resende para Barreto Km 2. Formação Floriano no Nível de Pedimento P<sub>2</sub>.

1. Camada argilo-siltica.
2. Material arenoso.
3. Lentes de material siltico-argiloso.
4. Material arenoso.
5. Lente estreita de arenito limonitizado.
6. Colúvio vermelho, areno-argiloso.
7. Colúvio amarelo-alaranjado, argilo-siltico-arenoso.



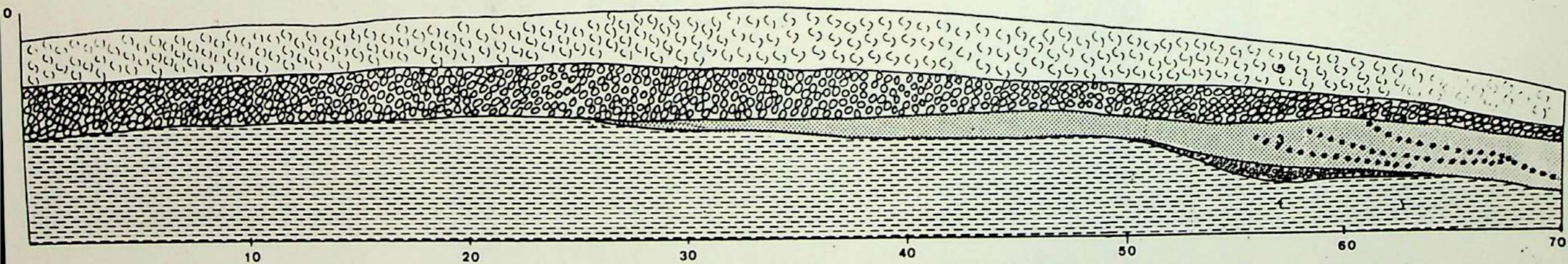


Fig. 29. Secção 15. Corte na rodovia Presidente Dutra Km 141. Formação Floriano no Nível de Terraço Pedimento TP<sub>1</sub>.

1. Camada argilo-siltica.
2. Conglomerado rico em pequenos seixos de quartzo e feldspato.
3. Material arenoso fino, rico em feldspato, apresenta alinhamento de pequenos seixos.
4. Espesso pacote de seixos de quartzo arredondados, embalado em matriz areno-argilosa.
5. Colúvio amarelo-alaranjado, areno-siltico-argiloso.



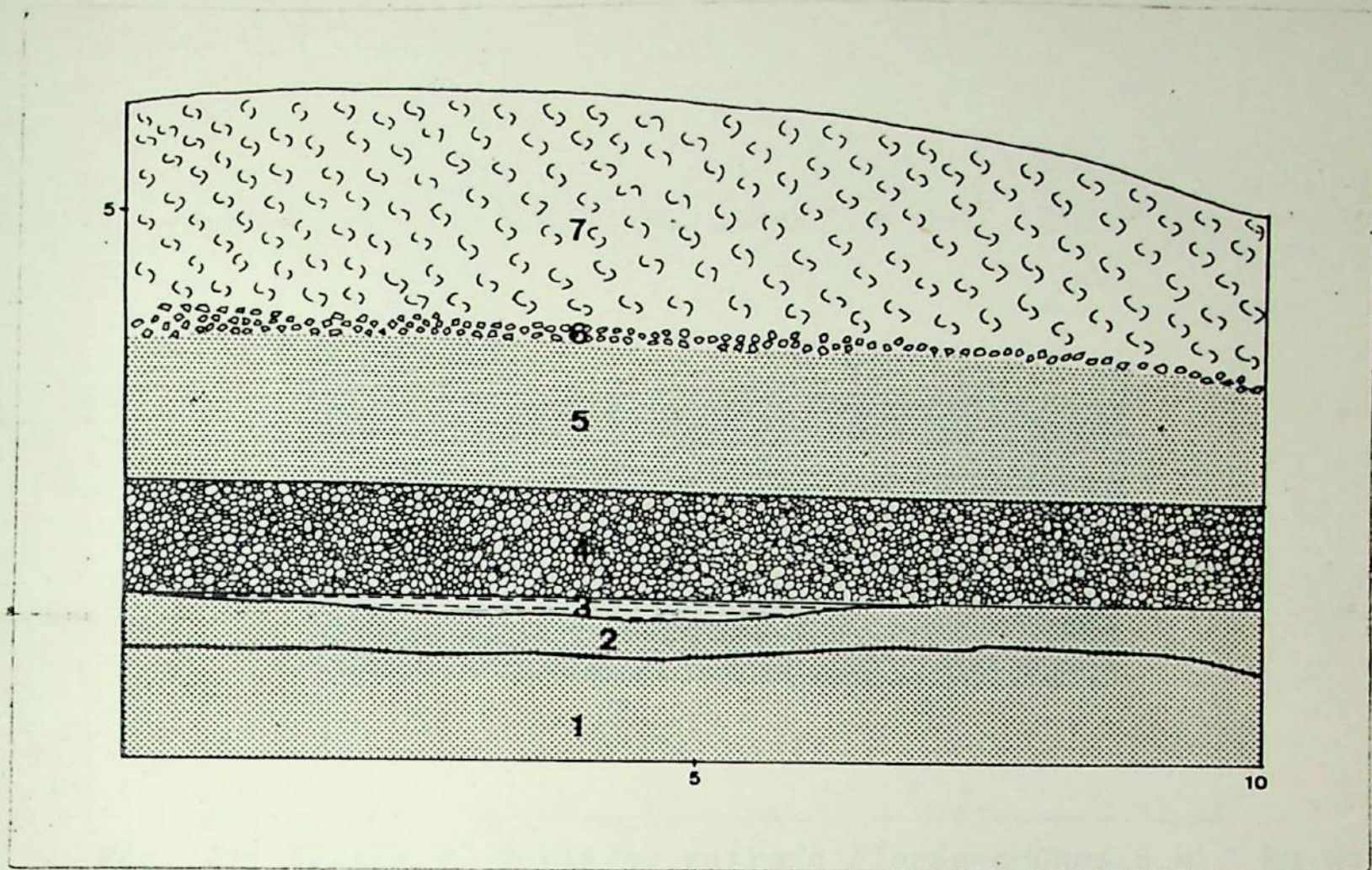


Fig. 30. Secção 7. Corte na estrada Floriano-Quatis a 500 metros da ponte sôbre o Rio Paraíba. Formação Floriano no Nível de Terraço Pedimento  $TP_1$ .

1. Material arenoso, com indícios de estratificação.
2. Material arenoso grosseiro, rico em feldspato.
3. Lente de material argilo-siltico.
4. Unidade tabular de seixos, dispostos de forma gradacional cíclica. Seixos de quartzo arredondados. Diâmetro modal 1 a 5cm.
5. Material arenoso fino.
6. Unidade tabular de seixos angulosos de quartzo.
7. Colúvio amarelo-alaranjado, areno-siltico-argiloso.



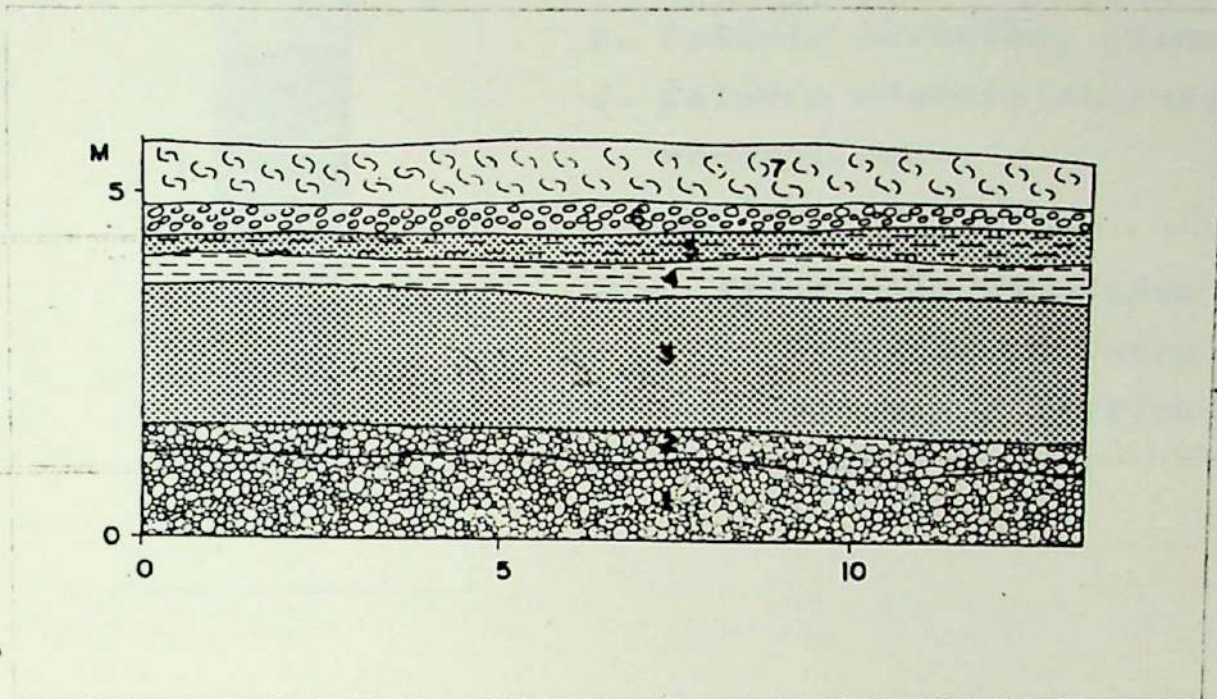
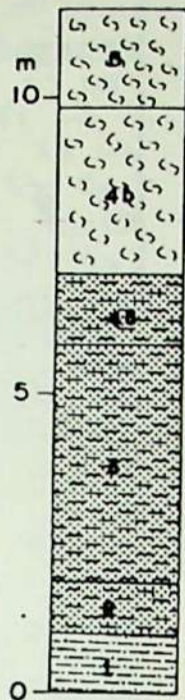


Fig. 31- Secção 6. Corte na estrada Floriano-Quatis a 1 Km da ponte sôbre o Rio Paraíba. Formação Floriano no Nível de Terraço Pedimento  $TP_1$ .

1. Conglomerado arcoseano, com estratificação entrecruzada.
2. Conglomerado arcoseano, com estrutura gradacional.
3. Material arenoso arcoseano grosseiro com estratificação entrecruzada planas.
4. Material argiloso.
5. Material areno-argiloso.
6. Unidade tabular de seixos de quartzo arredondados. Diâmetro modal 2 a 5 cm.
7. Colúvio amarelo-alaranjado, areno-argiloso.





1. Material siltico-arenoso.
2. Material areno-siltico.
3. Camada de material areno-siltico.
4. Material areno-siltico.
5. Colúvio vermelho, areno-argiloso.
6. Colúvio amarelo-alaranjado, areno-argiloso.

Fig. 32. Secção 10. Corte na rodovia Presidente Dutra Km 129. Formação Floriano no Nível de

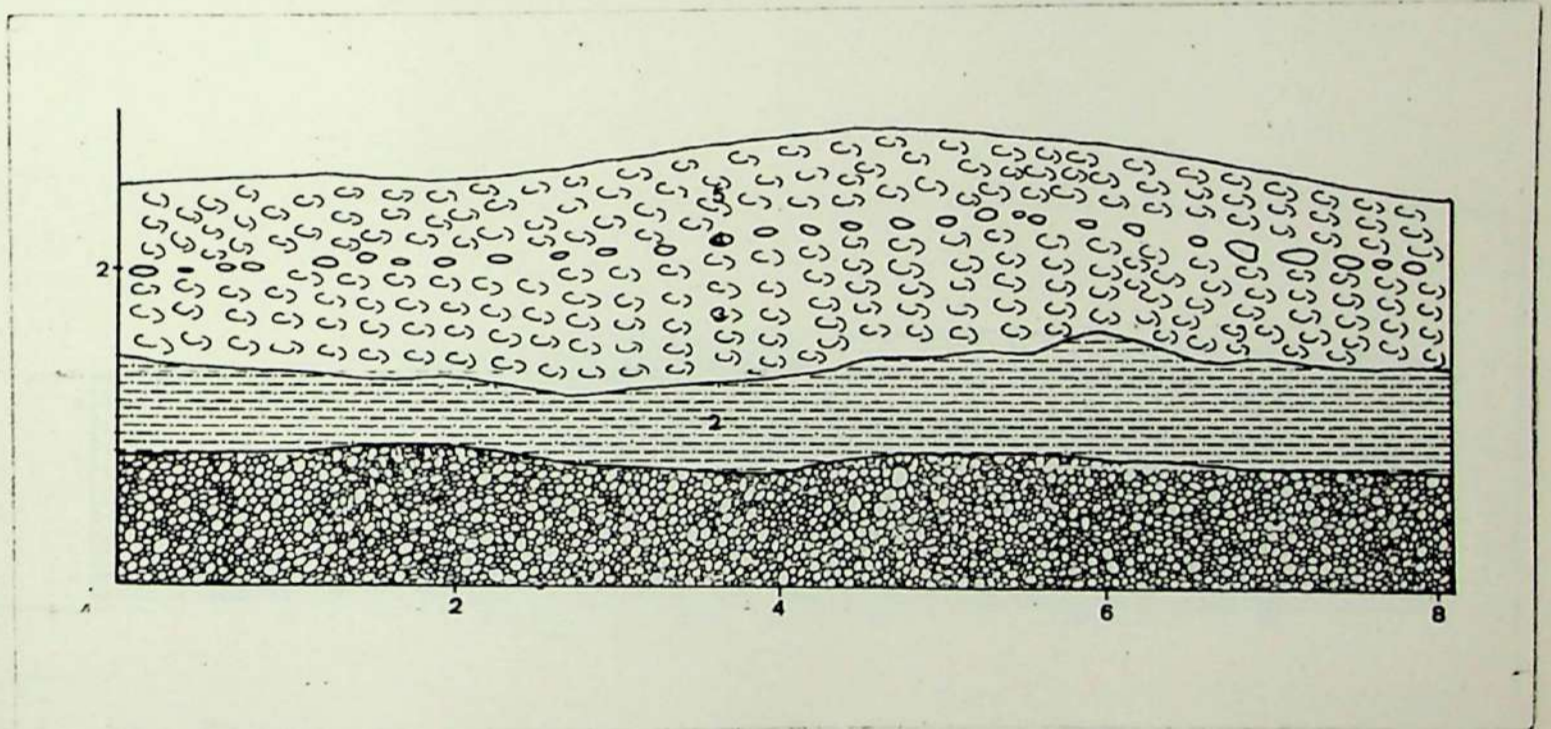
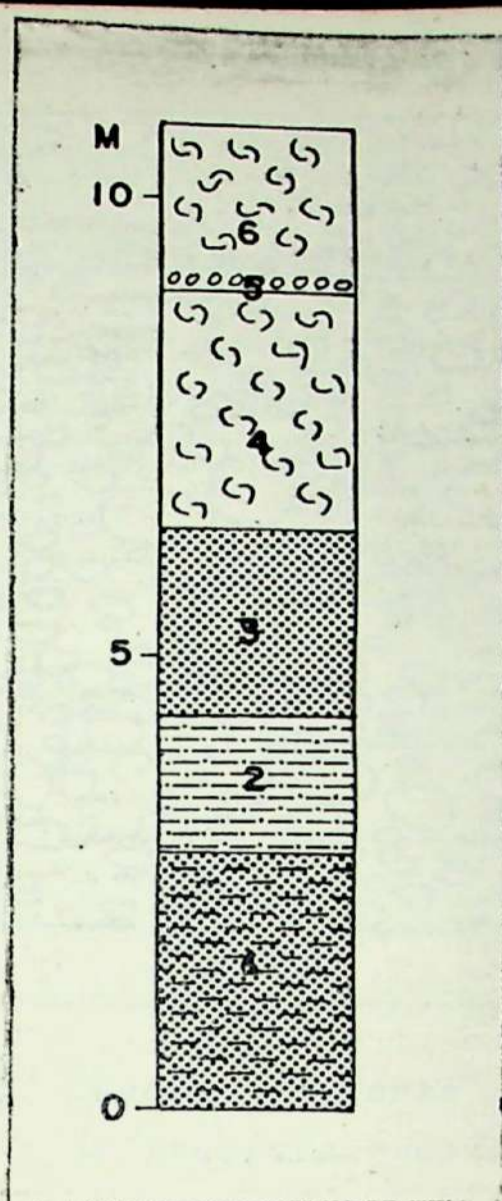


Fig. 33. Secção 13. Estrada de Quatis para Agulhas Negras Km 12. Formação Floriano no Nível de Pedimento P<sub>1</sub>.

1. Material conglomerático de quartzo e feldspato semi decomposto.
2. Material argilo-arenoso.
3. Colúvio vermelho, argilo-arenoso.
4. Paleopavimento detrítico.
5. Colúvio cinza.





1. Material areno-argiloso.
2. Material síltico-arenoso.
3. Material arenoso grosseiro.
4. Colúvio vermelho, areno-síltico argiloso.
5. Paleopavimento detrítico.
6. Colúvio amarelo-alaranjado areno-argiloso.

Fig. 34. Secção 2. Corte na estrada Quatis-Amparo Km 1 - Formação Floriano. Nível de pedimento  $F_2$ .

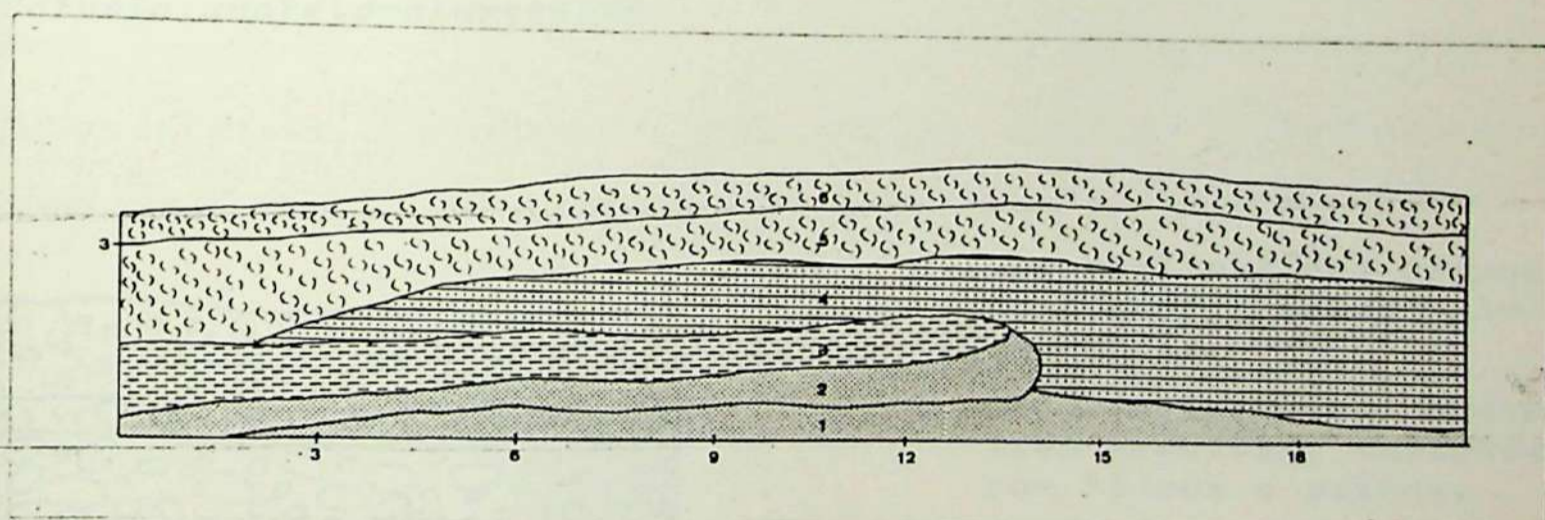


Fig. 35. Secção 3. Corte na estrada Quantis-Amparo Km1. Contato da Formação Resende com Formação Floriano ao nível de pedimento  $F_2$ .

1. Sedimento arenoso.
2. Sedimento arenoso.
3. Lente de argila-síltica.
4. Material arenoso grosseiro da Formação Floriano, com estratificação. Jáz em discordância sôbre sedimentos da Formação Resende.
5. Colúvio vermelho, areno-argiloso.
6. Colúvio amarelo-alaranjado, areno-argiloso.



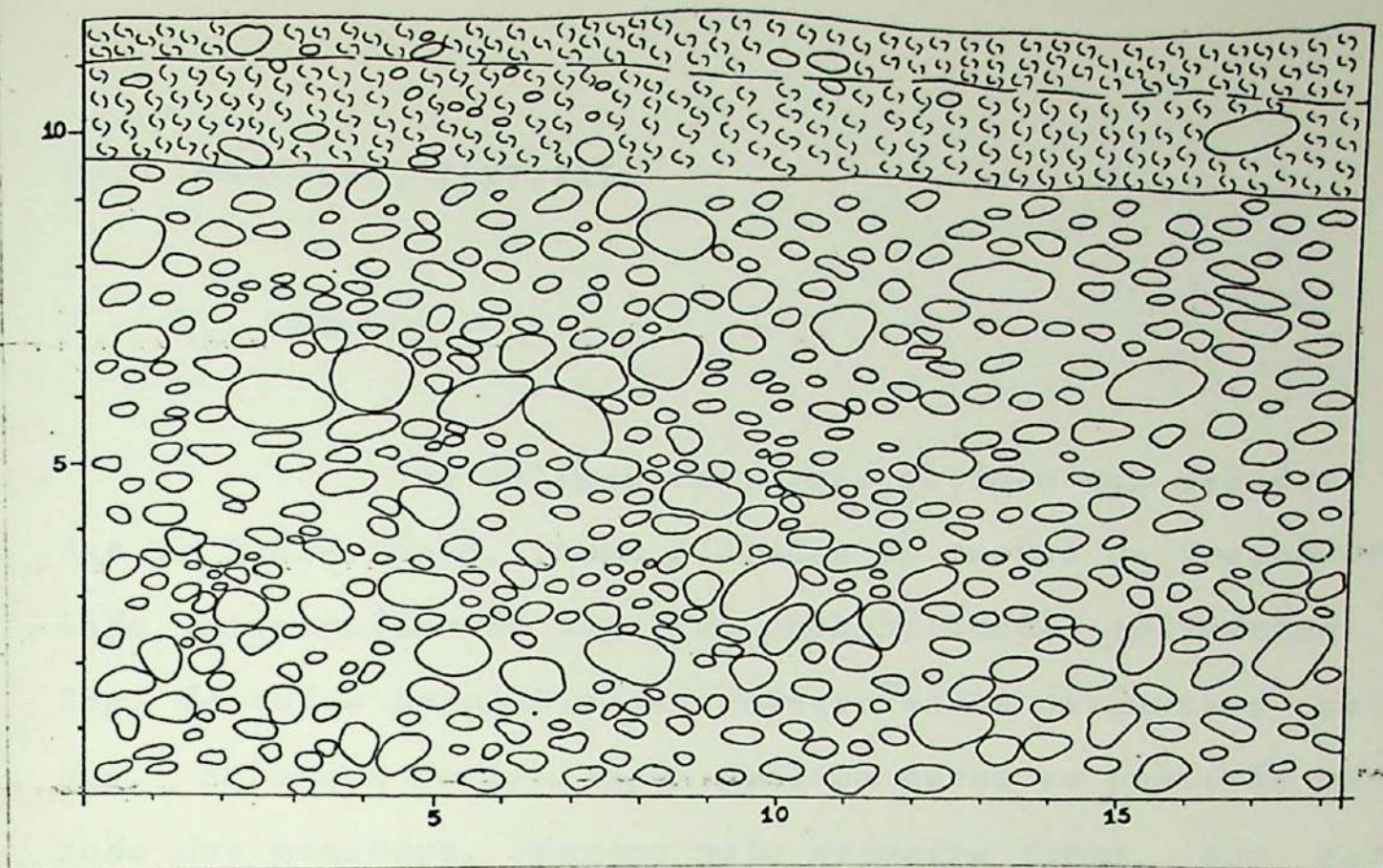
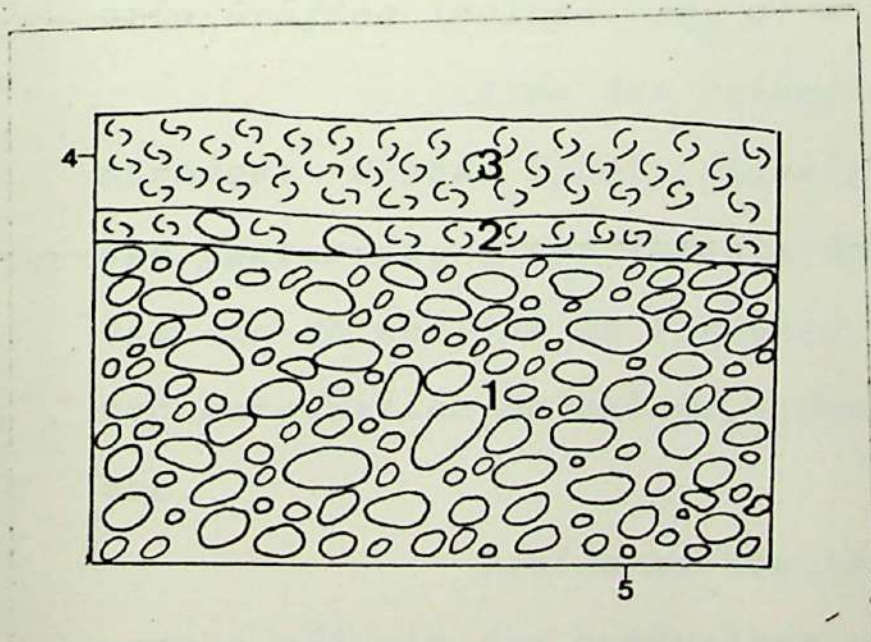


Fig. 36. Secção 26. Corte as margens da EF a 100 metros da estação de Itatiaia - Cone aluvial pleistocênico no nível de  $P_2$ .

1. Material rudáceo, composto de blocos e seixos sub-arredondados, emerso em matriz argilo-arenosa. Predomínio de clásticos de rochas alcalinas.
2. Colúvio vermelho, enriquecido com blocos e seixos erráticos.
3. Colúvio amarelo-alaranjado.



1. Material rudáceo composto de blocos e seixos com pouca matriz.
2. Colúvio vermelho, areno-siltico-argiloso, enriquecido com blocos e seixos.
3. Colúvio amarelo-alaranjado argilo-siltico.

Fig. 37. Secção . Corte na estrada do Parque Nacional do Itatiaia Km 0,8. Cone aluvial pleistocênico no nível de  $P_1$ .



#### IV. CARACTERES TEXTURAIS

##### 1. MÉTODOS

Os valores texturais obtidos nas análises mecânicas de laboratório, foram plotados em curvas de frequência acumulada, construídos em papel de probabilidade aritmética (semilog) de cujos percentis determinara-se os parâmetros estatísticos. Embora a determinação gráfica perca em precisão para o método dos momentos, optamos pela primeira forma, por ser a mais comumente utilizada, principalmente nos estudos de depósitos neozóicos. Com esta decisão pretendemos salvaguardar a possibilidade de correlacionar texturalmente, os depósitos da Bacia de Resende com outras formações continentais.

Adotamos em nosso trabalho os parâmetros texturais recomendados por FOLK e WARD (1957): Mediana ( $M_d \phi$ ), Média Aritmética ( $M_z \phi$ ), Desvio Padrão Gráfico Incluso ( $\sigma_I \phi$ ), Assimetria Gráfica Inclusa ( $SK_I \phi$ ) e Kurtosis Gráfica ( $K_G \phi$ ).

Além dos parâmetros acima mencionados foram determinados: Classe Modal, Classificação Textural, Número de Classes Texturais, e Coeficiente de Assimetria de KRUMBEIN (1938). Um esquema de Análise de Variância Unidirecional, para cada parâmetro estatístico calculado, completa o estudo textural dos depósitos.

Devido ao elevado número de operações necessárias para o cálculo dos parâmetros e a grande quantidade de amostras processadas, utilizamos um programa em linguagem FORTRAN para computador IBM/1130.

Os resultados obtidos foram representados em grá-



ficos histogramas e gráficos de correlação simples.

A análise de cada gráfico permite a caracterização textural de cada formação, bem como o estabelecimento de comparações. Com este último intuito, incluímos em todas as análises texturais os resultados dos colúvios, que, no nosso entender, refletem condições de deposição e intemperismo bem definidas.

Alguns gráficos de correlação simples, por revelarem alta correlação entre os parâmetros ou por apresentarem distribuição de valores evidenciáveis para cada unidade estratigráfica, tiveram a distribuição de seus valores ajustados por equação de reta. Estas foram determinadas matematicamente pelo Método dos Mínimos Quadrados, expresso pela fórmula  $Y = A_0 + A_1 X$ , sendo as constantes  $A_0$  e  $A_1$  determinadas por meio das fórmulas:

$$A_0 = \frac{(\sum Y) (\sum X^2) - (\sum X) (\sum XY)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$A_1 = \frac{N \sum XY - (\sum X) (\sum Y)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

O coeficiente de correlação adotado é o de PEARSON que é calculado pela fórmula:

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X) (\sum Y)}{(N \sum X^2 - (\sum X)^2) (N \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}$$







(fig. 42) apresentam a frequência dos diferentes tipos de sedimentos.

Na Fm. Resende os tipos de sedimentos acusam predominância das classes unimodais ou bimodais com modas contínuas: areia (33%), areia-siltica (17%) e silte-argiloso (12%). - Uma relativa pobreza é observada nas classes bimodais descontínuas (areno-argilosas, argilo-arenosas), bem como nas unimodais silte e argila.

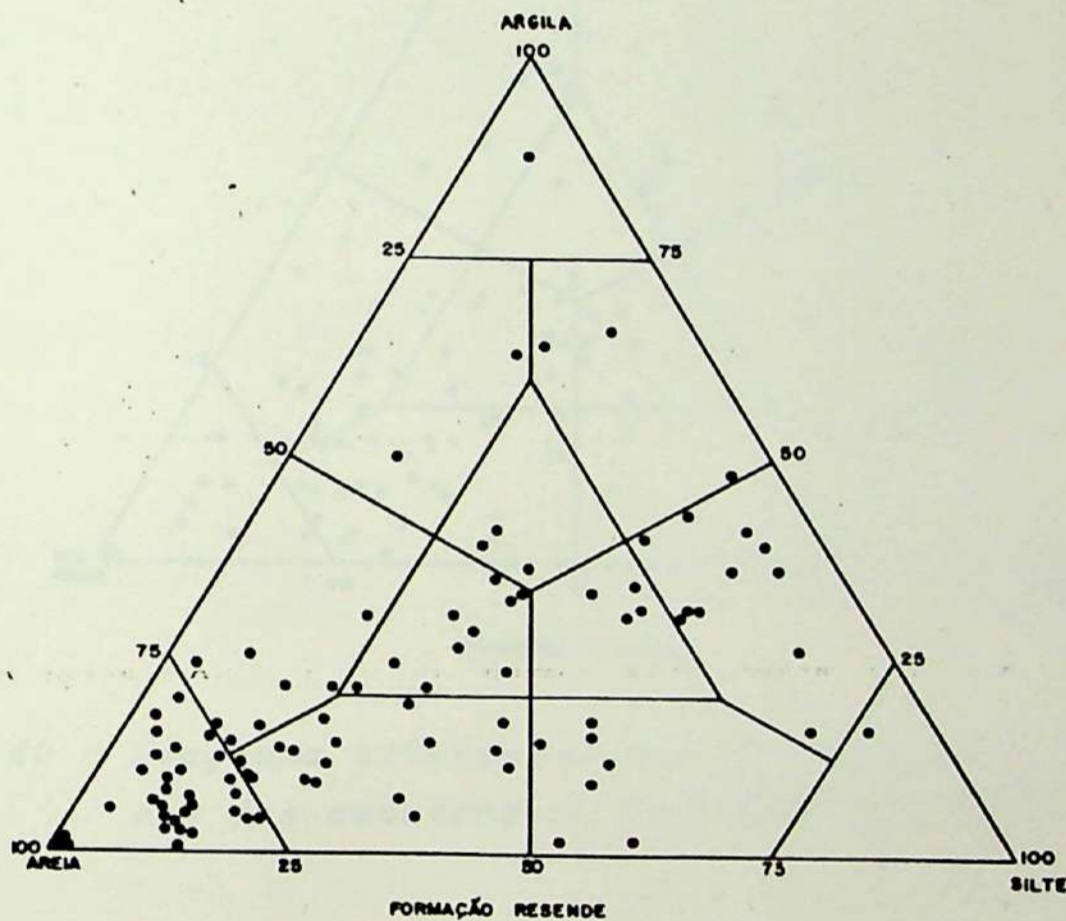


Fig. 39 - Diagrama triangular com os resultados granulométricos das amostras da Formação Resende.

As facies arenosas e areno-silticas são geralmente bem selecionadas, estando frequentemente associadas a estratificação entrecruzada, acanaladas e planares.

A facies argilo-siltica apresenta-se intercala-



da com a facies arenosa, constituindo, sem dúvida, facies de baixa energia de processos por águas correntes. Convém ressaltar que esta facies tende a adquirir pouco selecionamento quando submetida a análises texturais.

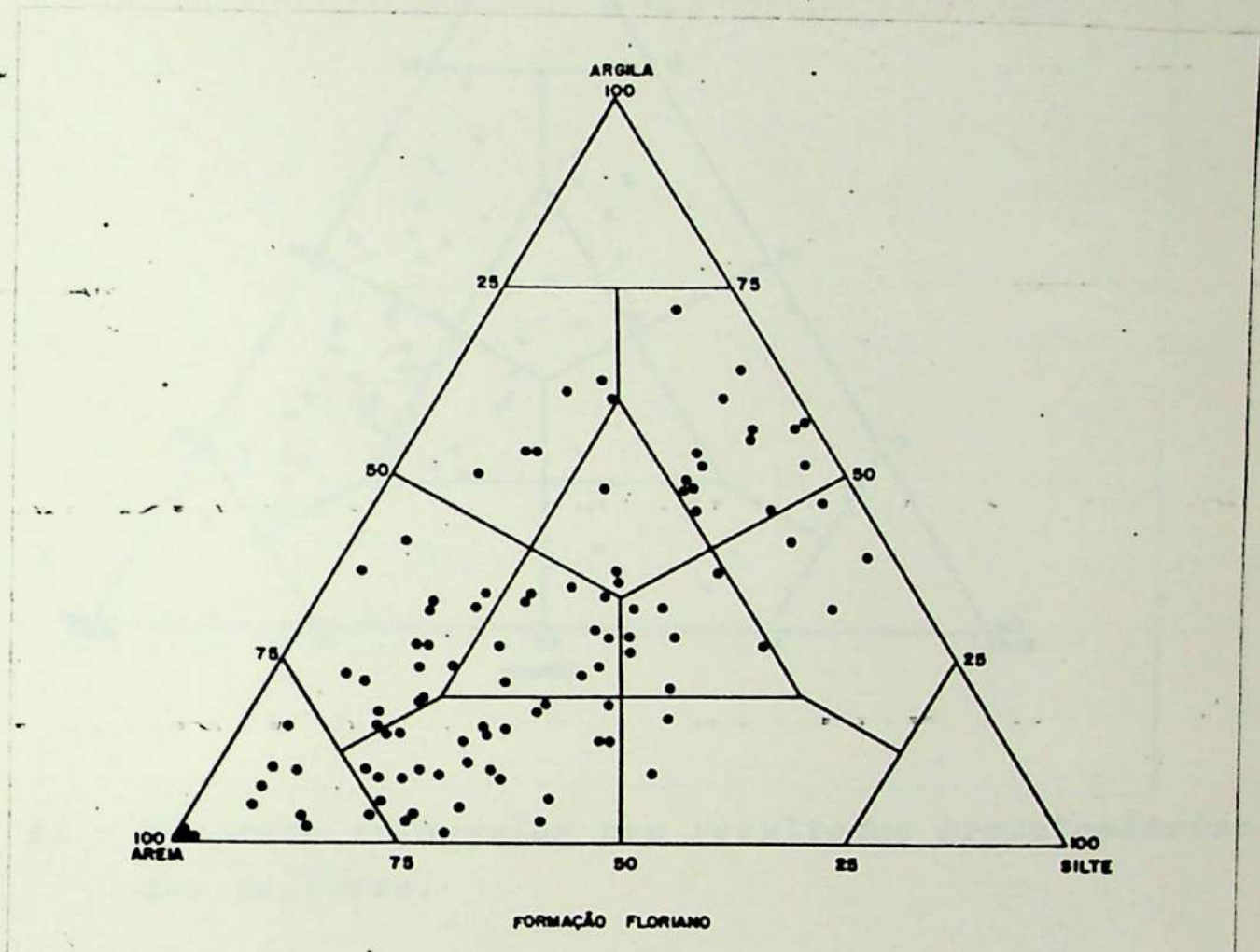


Fig. 40 - Diagrama triangular com os resultados granulométricos das amostras da Formação Floriano.

Sendo pequena a alteração pós-deposicional nos sedimentos da Fm. Resende, as amostras coletadas guardam as características originais do processo de deposição. Dessa forma, com base nas associações texturais e riqueza em estratificação apresentada pela formação, fica bem evidenciado o predomínio de processo por águas correntes, sendo secundária a participação de processos de alta densidade.



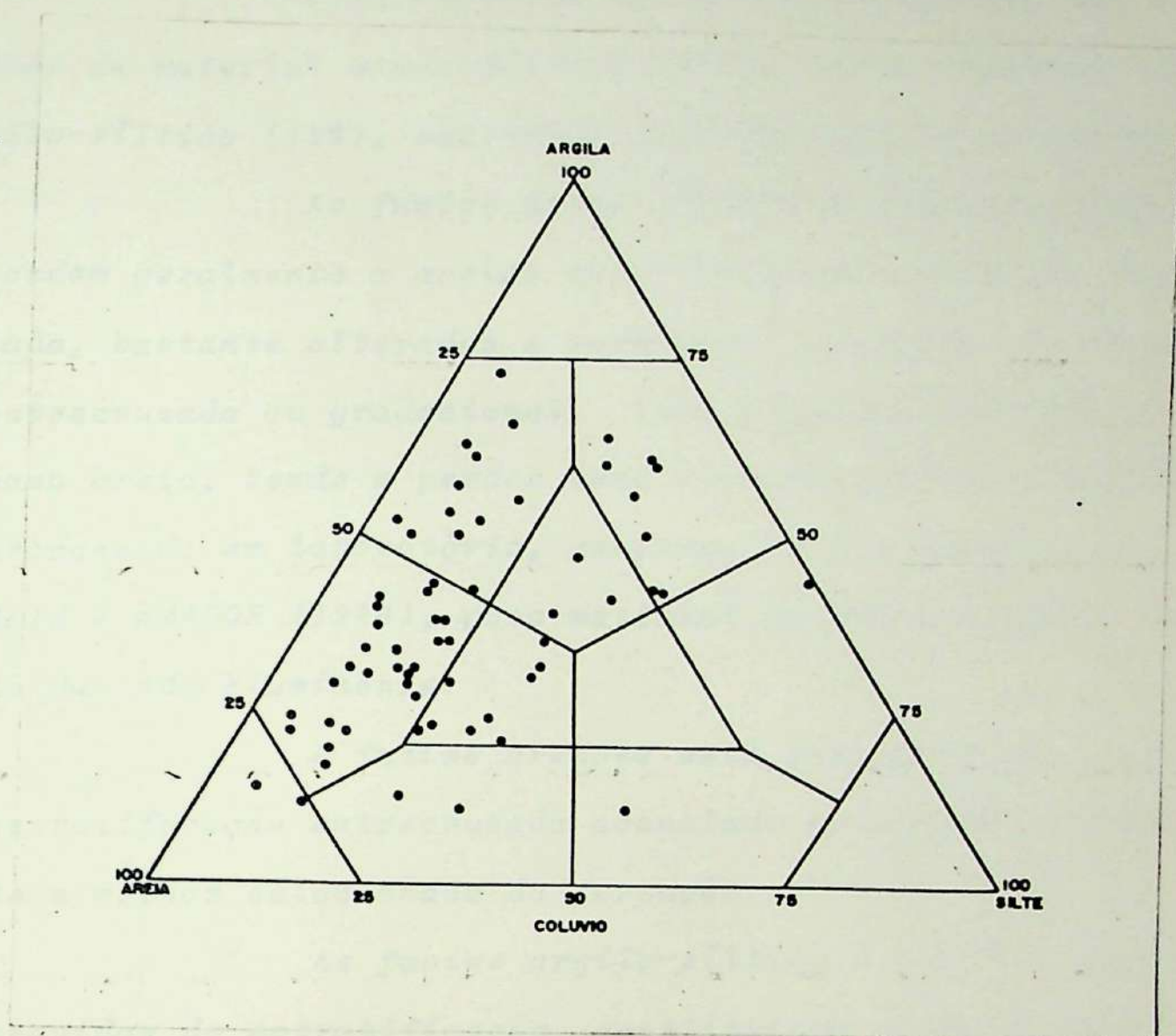


Fig. 41 - Diagrama triangular com resultados granulométricos dos Colúvios.

No entanto, o membro Rudáceo da Formação Resende, com exposições no flanco Sul do maciço Alcalino do Itatiaia, evidencia uma inequívoca interdigitação de processo fluvial e processos de encosta.



A Fm. Floriano apresenta predomínio das associações de material areno-siltico (27%), areno-argiloso (17%), argilo-siltico (15%), ocorrendo secundariamente os arenosos (13%).

As facies areno-siltica e areno-argilosa, correspondem geralmente a areias arcossianas com coloração rosa e amarelada, bastante alteradas e raramente associadas à estratificação entrecruzada ou gradacional. Este material descrito no campo como areia, tende a perder suas características originais ao ser processado em laboratório, conforme já foi assinalado por DE MEIS e AMADOR (1974), para material de comportamento semelhante da Baixada Fluminense.

A facies arenosa está frequentemente associada a estratificação entrecruzada acanalada ou planar, sendo geralmente a melhor selecionada da formação.

As facies argilo-siltica e argilo-arenosa são desprovidas de estratificação, constituindo quase sempre lentes e camadas irregulares e de pequena amplitude.

As associações texturais sugerem para a Fm. Floriano, uma menor participação de processos por águas correntes, se comparada à Fm. Resende.

Os colúvios evidenciaram predomínio absoluto dos bimodais descontínuos, areno-argiloso (39%) e argilo-arenoso (18%) o que tende a caracterizar tais depósitos.

Consistindo os colúvios, basicamente, num deslizamento em massa do regolito, o processo não tem competência para a separação das facies finas e grosseiras, mantendo-as associadas sob forma de depósitos bi ou polimodais, quase sempre com moda descontínua.

Se comparadas as três unidades estratigráficas, po



de ser evidenciada, através das associações texturais, uma redução de selecionamento (unimodalidade ou bimodalidade contínua) da Fm. Resende em direção aos colúvios. Caracterizando-se a Fm. Floriano por apresentar uma transição textural entre aquelas unidades.

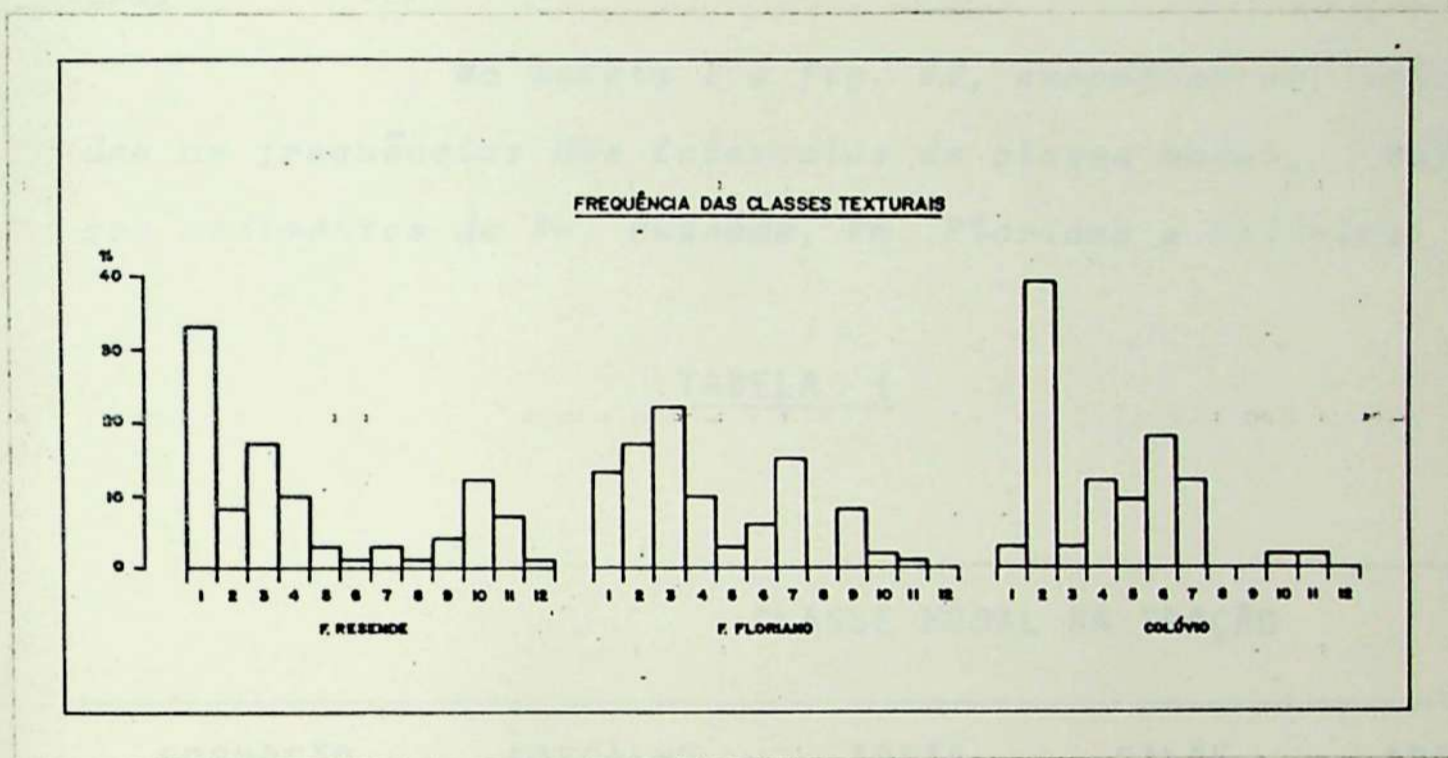


Fig. 42 - Frequência dos tipos de sedimentos.



## 2.2 - Medidas de Tendência Central

### 2.2.1 - Classe Modal

Este parâmetro indica o intervalo da escala de WENTWORTH (1922) que se apresenta com maior frequência na amostra.

Na tabela I e fig. 43, encontram-se relacionadas as frequências dos intervalos de classe modal, referentes aos sedimentos da Fm. Resende, Fm. Floriano e Colúvios.

TABELA I

CLASSE MODAL NA FRAÇÃO				
FORMAÇÃO	CASCALHO	AREIA	SILTE	ARGILA
<i>Resende</i>	7.55	46.44	25.92	20.52
<i>Floriano</i>	6.51	32.42	25.81	39.99
<i>Colúvio</i>	1.67	18.37	8.35	71.81

O exame da tabela revela que a classe modal areia (46,44%) é a mais frequente na Fm. Resende, enquanto na Fm. Floriano apresenta dois picos: um na fração argila (39,99%) e o, segundo na fração areia (32,42%).

Os colúvios apresentaram concentração altíssima na fração argila (71,81%).



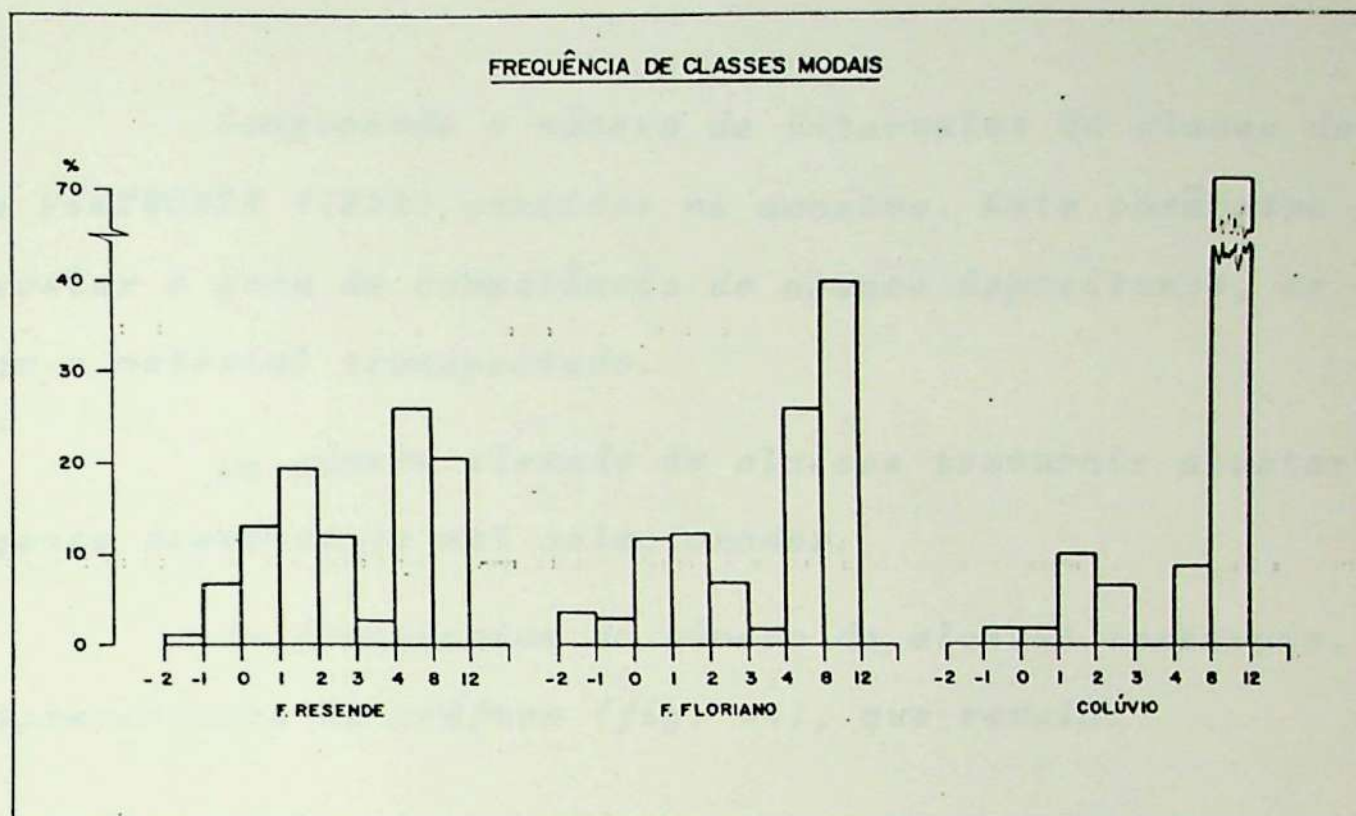


Fig. 43 - Frequência de classes modais

A variação existente entre as 3 unidades estratigráficas, reflete de um lado as associações texturais que as definem, bem como o grau de intemperismo a que foram submetidas.



### 2.2.2 - Número de Classes Texturais

Compreende o número de intervalos de classe da escala de WENTWORTH (1922) contidos na amostra. Este parâmetro pode revelar o grau de competência do agente depositante, em selecionar o material transportado.

Um número elevado de classes texturais atestariam um agente depositante mal selecionador.

As frequências do número de classes texturais, estão representados no gráfico (fig. 44), que revela:

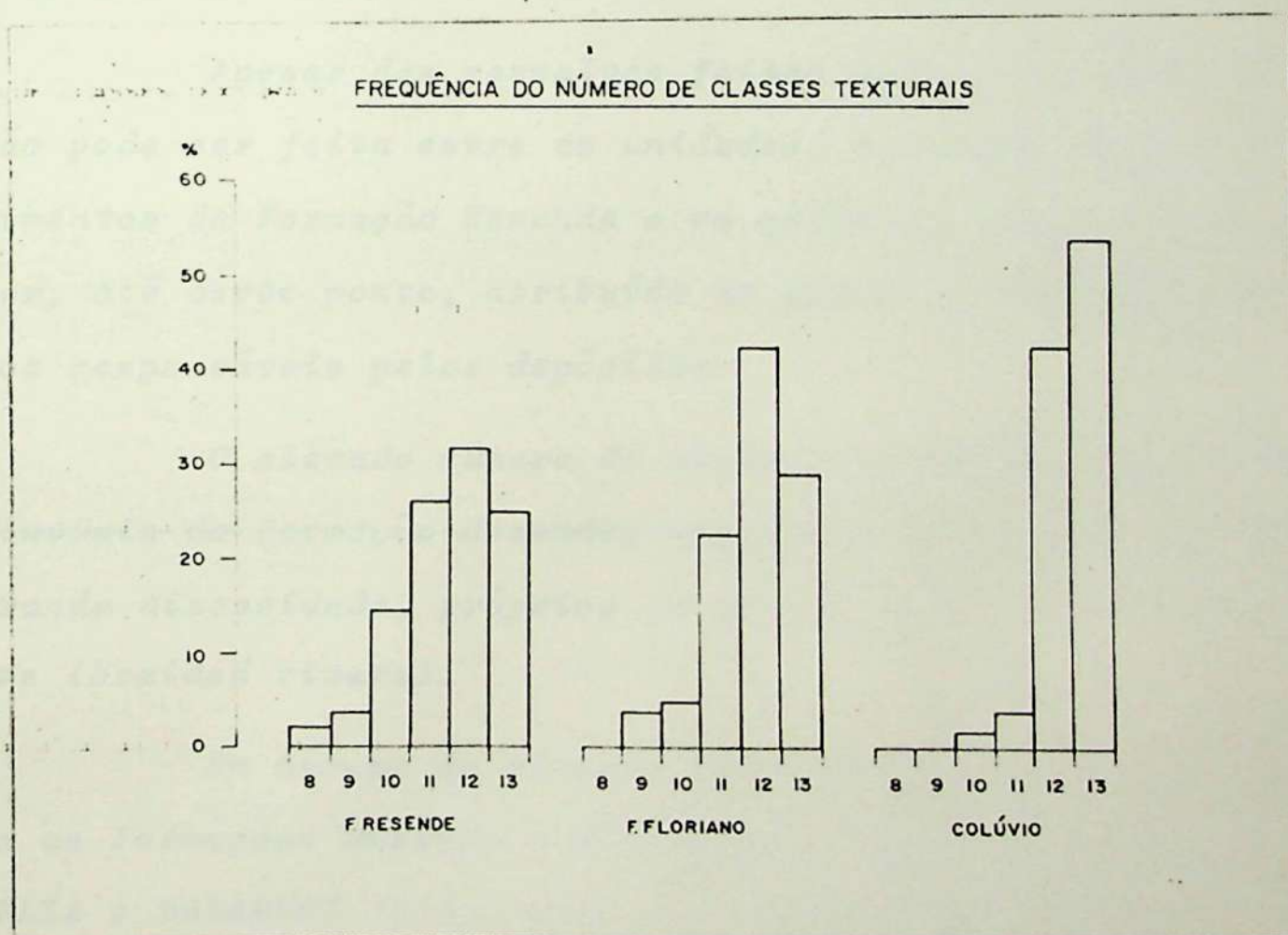


Fig. 44.

Frequência do número de classes texturais.



Uma ressalva, no entanto, deve ser feita quando da análise de sedimentos que tenham sofrido alteração pós-deposicional. Via de regra, como já foi assinalado em DE MEIS e AMADOR, (1974) sedimentos arenosos arcóicos, submetidos à alteração pós-deposicional, tendem a adquirir uma moda secundária na fração argila, provocada pela alteração do feldspato em caulim. Esta moda post<sup>u</sup>ga certamente representaria uma ampliação do número de classes texturais dos sedimentos.

A Formação Resende possui de 8 a 13 classes, predominando o intervalo entre 11 e 13 classes. A Formação Floriano possui de 9 a 13 classes com predomínio entre 11 e 13 classes. Os colúvios apresentam o maior número de classes texturais: 12 a 13.

Apesar das ressalvas feitas acima, uma ligeira distinção pode ser feita entre as unidades, principalmente entre os sedimentos da Formação Resende e os colúvios. Esta diferença pode ser, até certo ponto, atribuída ao poder selecionador dos processos responsáveis pelos depósitos.

O elevado número de classes texturais dos sedimentos fluviais da Formação Resende, sugerem um meio transportador de grande viscosidade, próprios de um sistema de rios anastomosantes (braided rivers).

Um número de classes texturais próximas aos obtidos para as Formações Resende e Floriano, foram determinados por BIGARELLA e SALAMUNI (1962) para a Formação Guabirotuba.



2.2.3 - Mediana (Md  $\phi$ )

Este parâmetro é obtido diretamente da curva de frequência acumulada, e diz respeito ao valor em phi ( $\phi$ ), correspondente a 50% da distribuição.

Segundo BIGARELLA e SALAMUNI (1962), a mediana possui, em relação à média Aritmética, as seguintes vantagens:

- é menos afetada pelos valores extremos da distribuição e pela assimetria;
- É o valor mais próximo do diâmetro modal;
- Tem a faculdade de definir melhor o tamanho do grão mais abundante.

Os resultados encontrados para a mediana encontram-se ilustrados na fig. 45.

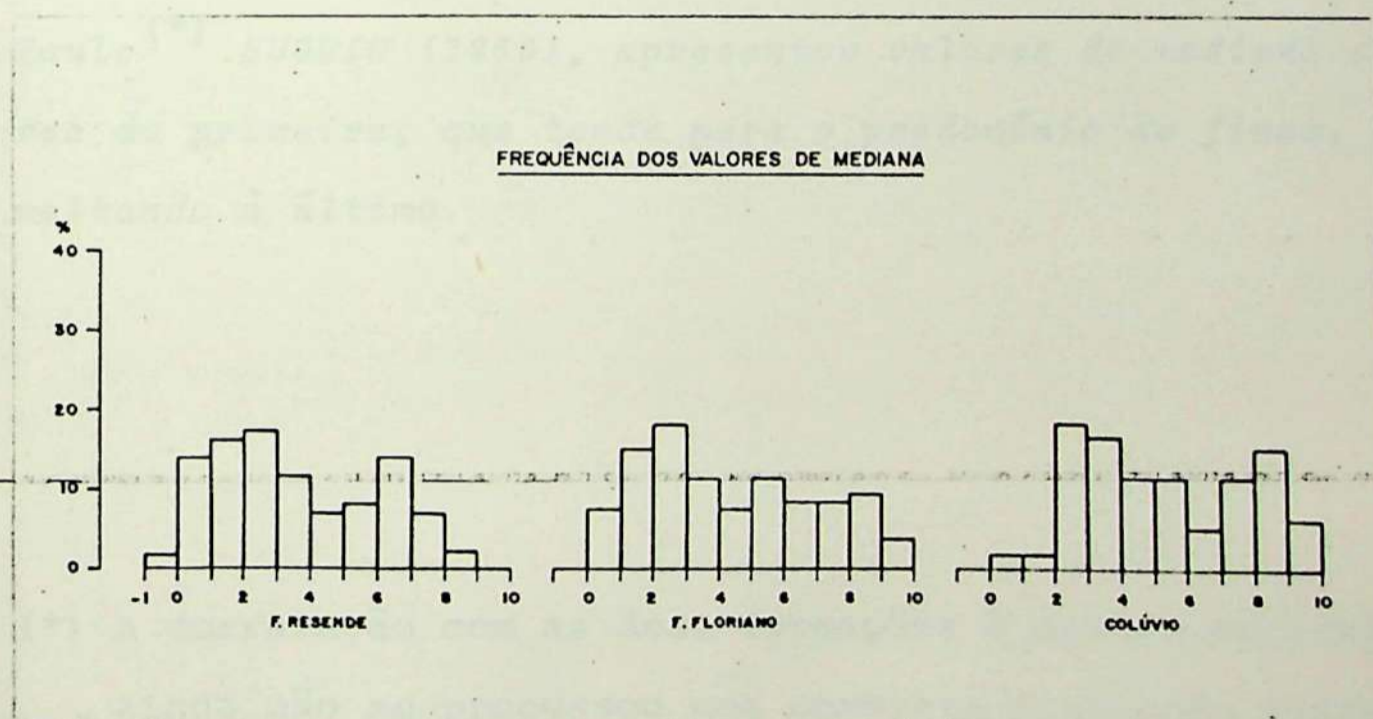


Fig. 45 - Frequência dos valores de mediana.

As formações Resende e Floriano não diferem quanto ao número de classes texturais envolvidas (10), embora haja um deslocamento dos sedimentos da primeira em direção aos gros-



seiros (areia) e da segunda em direção aos finos (tamanhos de mediana superiores a 8  $\phi$ ).

Os colúvios embora possuam o mesmo número de classes texturais (10) envolvidas denotam um acentuamento da tendência em direção aos finos, já observada na Fm. Floriano.

Os valores de mediana da Fm. Resende sugerem a expressão das associações de materiais grosseiros (grânulo-areia) e finos (silte-argila). Na Fm. Floriano a importância dos bimodais descontínuos (areno-argilosos e argilo-arenosos) tendem a deslocar os valores de mediana em direção aos finos.

Os valores de mediana a par da identificação das associações litológicas predominantes, atestariam a natureza petrográfica da área fonte.

A Fm. Floriano, correlacionável à parte superior das formações Guabirota<sup>(\*)</sup> BIGARELLA e SALAMUNI (1962) e São Paulo<sup>(\*)</sup> SUGUIO (1969), apresentou valores de mediana diferentes da primeira, que tende para o predomínio de finos, se assemelhando à última.

(\*) A correlação com as duas formações é apenas parcial, porque ainda não se processou uma completa distinção entre as litofácies destas formações e as das formações inferiores subjacentes. Acreditamos desta forma, que com a denominação de Fm. São Paulo e Guabirota, estejam englobadas fâcies da Formação Inferior.



#### 2.2.4 - Média Aritmética ( $M_z \phi$ )

É obtida a partir da curva de frequência acumulada e é calculada a partir da fórmula de FOLK and WARD (1957):

$$M_z \phi = \frac{\phi 16 + \phi 50 + \phi 84}{3}$$

A vantagem da média Aritmética, como medida de tendência central é que, considerando um maior número de "pontos" na curva de frequência acumulada, consegue atenuar o efeito da bi e polimodalidade, comuns nos depósitos neocenosóicos. No entanto, o seu uso não é recomendado em distribuições muito assimétricas, sendo também muito sensível aos valores extremamente grandes ou pequenos, segundo BIGARELLA e SALAMUNI (1962).

No histograma (fig. 46) foram lançadas as distribuições percentuais médias dos valores de média aritmética.

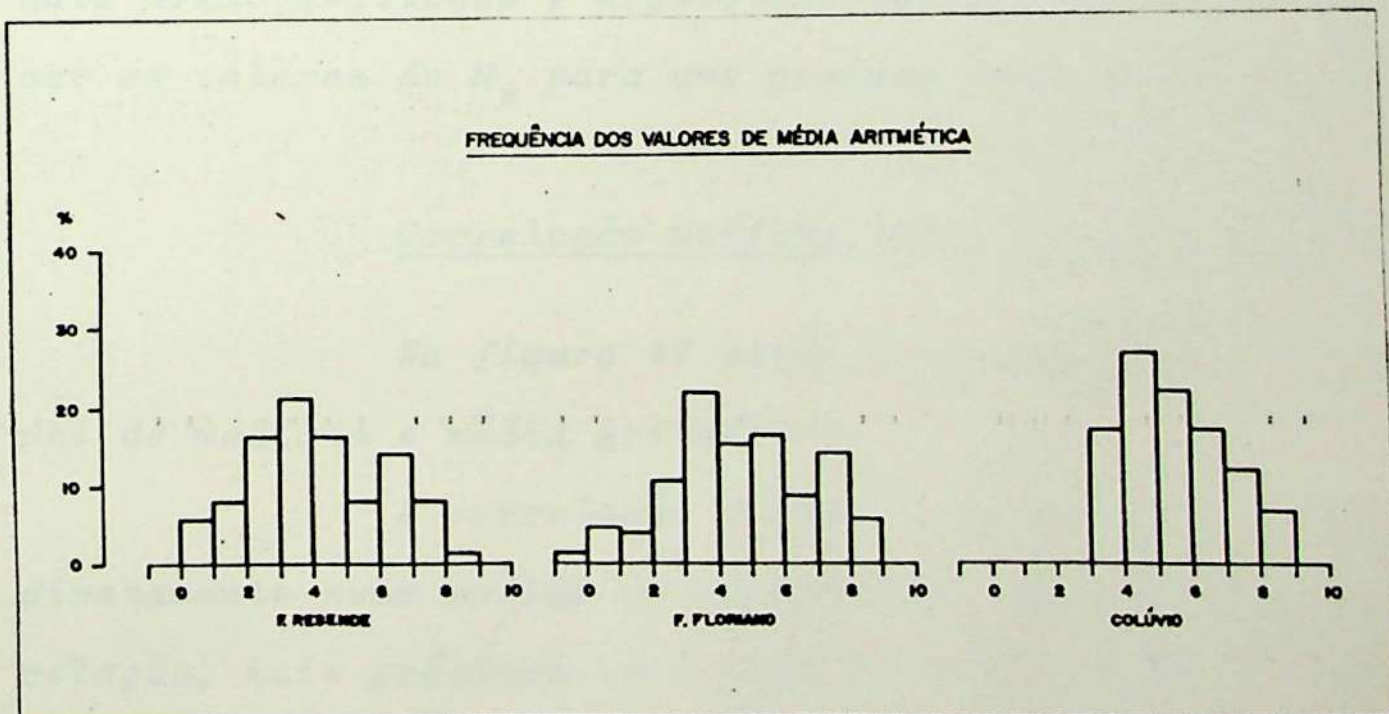


Fig. 46 - Frequência dos valores de média aritmética.



Na Fm. Resende são envolvidas 9 classes texturais, sendo de 10 na Fm. Floriano e apenas 6 nos colúvios.

Para os sedimentos da Fm. Resende os valores mais frequentes de média aritmética estão situados nas classes texturais areia; um segundo grupo é representado pela associação silte-argila.

Na Fm. Floriano é observada a mesma tendência em direção aos finos já assinalada no parâmetro mediana ( $Md \phi$ ); com uma redução em importância dos valores referentes à areia, se comparada à Fm. Resende. O pico pronunciado da Fm. Floriano no intervalo  $3\phi$  a  $4\phi$  é por nós atribuído à relativa importância dos areno-argilosos na formação.

Os colúvios apresentam os valores de média aritmética, quase totalmente concentrados no intervalo do silte ( $4$  a  $8\phi$ ) o que acreditamos ser resultado do predomínio dos bimodais areno-argilosos e argilo-arenosos, que tenderiam a deslocar os valores de  $M_z$  para uma posição intermediária (silte).

#### Correlação Mediana ( $Md\phi$ ) e Média Aritmética ( $M_z\phi$ )

Na figura 47 estão correlacionados os valores em  $\phi$  de mediana e média aritmética.

A correlação destes dois parâmetros, traduz-se indiretamente numa medida de assimetria. Quanto mais alta a correlação, mais próximos se situariam os valores de mediana e média aritmética.

Através das retas de melhor ajuste e coeficientes de correlação, foi possível discriminar as três unidades estratigráficas.



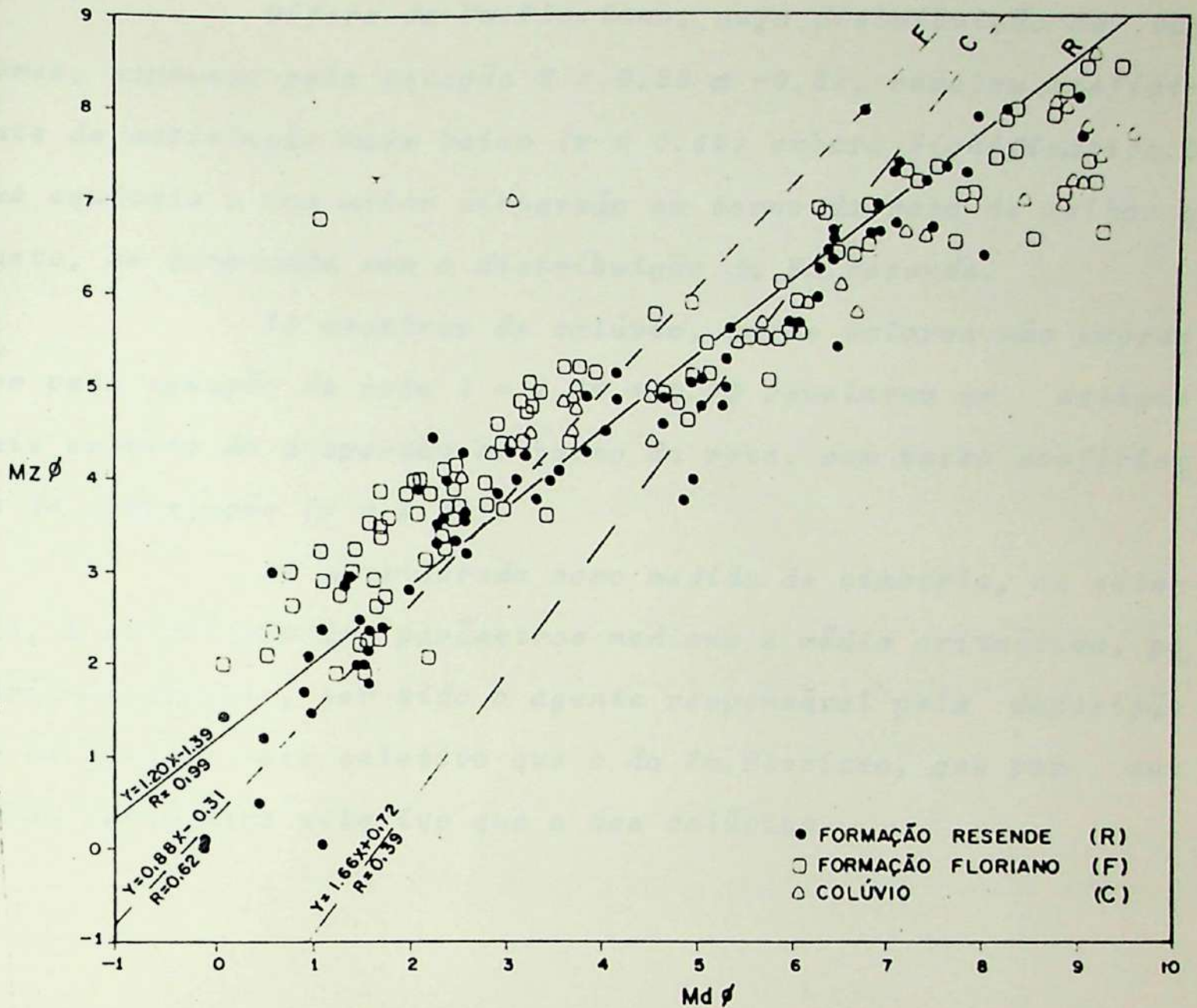


Fig. 47 - Gráfico de correlação simples entre mediana  $M_d\phi$  e média aritmética ( $M_z\phi$ )

Os sedimentos da Fm. Resende que tiveram sua distribuição ajustada pela equação de reta  $Y = 1,20x - 1,39$ , apresentaram altíssima correlação ( $r = 0,99$ ) entre os parâmetros. Caracterizam-se por apresentar pequena dispersão em torno da reta de melhor ajuste, o que equivale dizer que mediana e média aritmética se assemelham como medidas de tendência central nos sedimentos da Fm. Resende.



Difere da Fm. Floriano, cuja distribuição de valores, expressa pela equação  $Y = 0.88x - 0.31$ , revelou coeficiente de correlação mais baixo ( $r = 0.62$ ) embora significativo. O que equivale a uma maior dispersão em torno da reta de melhor ajuste, se comparada com a distribuição da Fm. Resende.

As amostras de colúvio, cujos valores são expressos pela equação de reta  $Y = 1.66 + 0.72x$  revelaram um estágio mais extremo de dispersão em torno da reta, com baixo coeficiente de correlação ( $r = 0.39$ ).

Se considerada como medida de simetria, ou seleção, a correlação dos parâmetros mediana e média aritmética, poderíamos sugerir, ter sido o agente responsável pela deposição da Fm. Resende mais seletivo que o da Fm. Floriano, que por seu turno seria mais seletivo que o dos colúvios.



## 2.3. Medidas de Assimetria

### 2.3.1. Coeficiente de Assimetria

O coeficiente de Assimetria  $SK_q\phi$ , adotado por KRUMBEIN (1938) é determinado a partir das medidas diretas dos quartis e da mediana, extraídos das curvas cumulativas e é calculada segundo a fórmula:  $SK_q\phi = \frac{Q1\phi + Q3\phi}{2} - Md\phi$

Uma curva simétrica tem seu valor igual à unidade. Valores de coeficiente de assimetria menores que a unidade ( $SK_q < 1$ ) significam que o sedimento é assimétrico em direção aos grãos mais finos, ou seja, a mediana ( $Md\phi$ ) é mais fina que a moda. Valores de coeficiente de assimetria maiores que a unidade ( $SK_q > 1$ ) indicam assimetria em direção aos grãos mais grosseiros, isto é, a mediana ( $Md\phi$ ) é mais grosseira que a moda.

A adoção deste parâmetro prende-se a imperativos de correlação, por ter sido adotado em outros estudos de depósitos neozóicos.

Na figura 48 estão representadas as frequências dos valores de  $SK_q\phi$  obtidos.

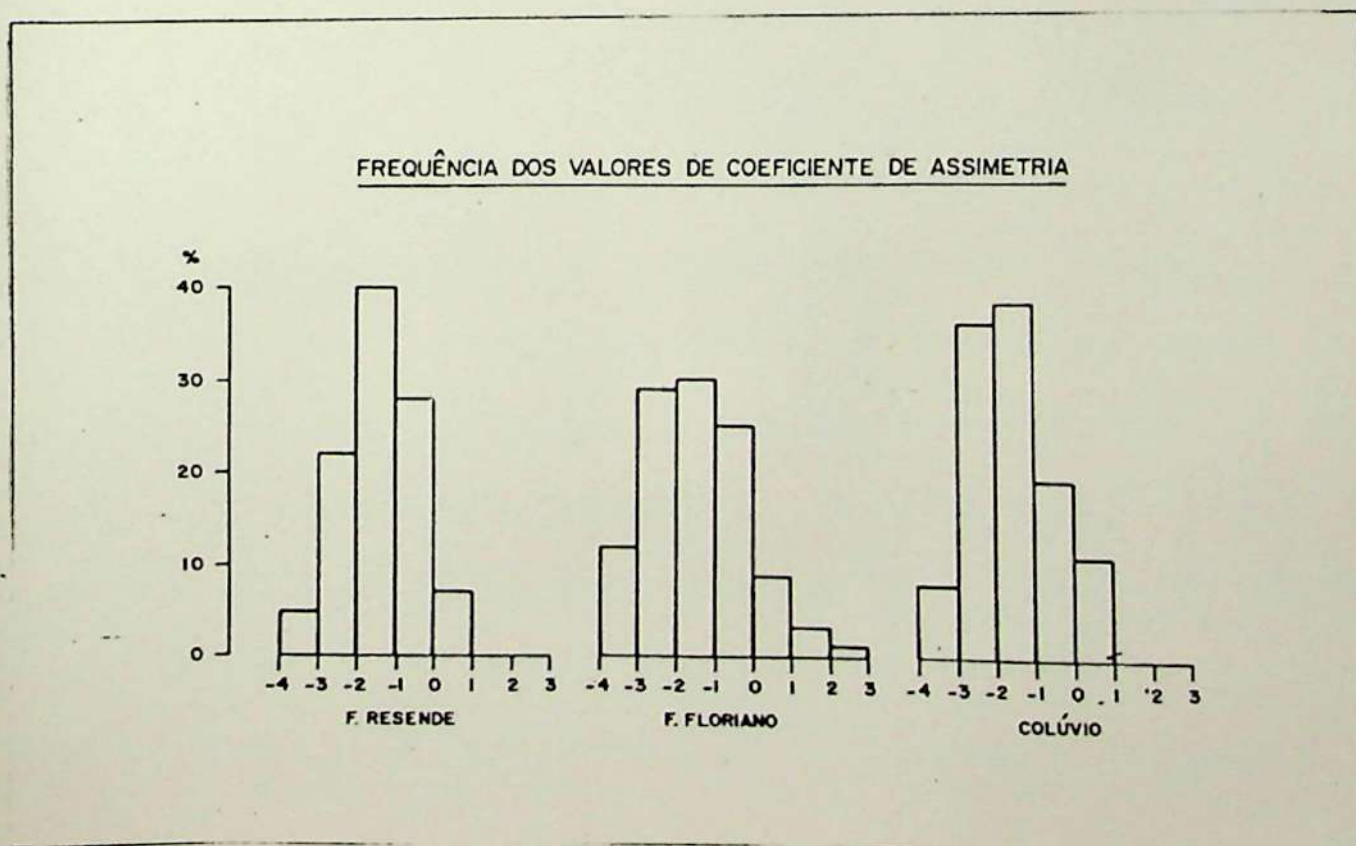


Fig. 48  
Frequência dos valores de coeficiente de assimetria.



As três unidades apresentaram valores predominantemente positivos, indicando uma tendência geral de desvio em direção à granulação mais fina. Nenhuma diferenciação pode ser estabelecida a partir da visualização dos resultados obtidos.

Predomínio de valores positivos de  $SK_q\phi$  foram determinados por SUGUIO (1969) para as amostras da Fm. São Paulo na Bacia de Taubaté.

A Formação Guabirota, estudada por BIGARELLA e SALAMUNI (1962), apresentou resultados bem diferentes das encontradas para as bacias do médio Paraíba, com equilíbrio no número de valores positivos e negativos de  $SK_q\phi$ .

Acreditamos que estes resultados estejam relacionados ao predomínio de sedimentos finos (argila-siltica) observados naquela formação.



## 2.3.2 - Assimetria Gráfica Inclusa

É uma medida de simetria da distribuição textural. Uma distribuição normal tem valor zero de assimetria. Valores positivos de  $SK_I$  indicam que a assimetria é tendente para o lado dos finos, enquanto que valores negativos revelam uma tendência para os grãos grosseiros. Os valores de assimetria estão compreendidos entre -1.0 e +1.0.

Adotamos a "Inclusive Graphic Skewness", idealizada por FOLK e WARD (1957), que resultou da reunião das duas medidas de assimetria de INMAN (1952) e é expressa pela fórmula:

$$SK_{I\phi} = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$$

FOLK adotou uma nomenclatura especial para expressar certos limites de valores encontrados na assimetria:

- 1.0 a -0.3 - assimetria muito negativa
- 0.3 a -0.1 - assimetria negativa
- 0.1 a +0.1 - aproximadamente simétrica
- +0.1 a +0.3 - assimetria positiva
- +0.3 a +1.0 - assimetria muito positiva

A assimetria tem sido utilizada na tentativa de distinção de ambientes, sendo extensos atualmente os exemplos de aplicação com esse objetivo. Os mais expressivos trabalhos com esse intento pertencem a FOLK e WARD (1957), MASON e FOLK (1958), SHEPARD e YOUNG (1961) e FRIEDMAN (1970).

Entretanto os trabalhos, geralmente, se ocupam da



distinção de ambientes costeiros (praias, dunas, deltas, etc), sendo raros os exemplos de aplicação em depósitos continentais.

Segundo FOLK e WARD (1957), valores normais de assimetria são produzidos por sedimentos unimodais e bem classificados, tanto na parte central como na cauda da distribuição. Os bimodais produziriam valores não normais de assimetria.

Os depósitos fluviais são geralmente bimodais e tendem a assumir valores positivos de assimetria (dada a composição dos seus sedimentos de cargas de saltação e suspensão). Rios anastomosantes (braided rivers) podem incluir carga de arrasto, introduzindo uma nova moda.

Correntes de turbidez (movimentos de massa) produzem distribuições polimodais, podendo adquirir valores variáveis de assimetria, embora tendam para os valores negativos e elevados.

Os valores de assimetria obtidos nas três unidades estratigráficas, estão ilustrados nos gráficos de frequência (fig. 49).

Os sedimentos da Formação Resende possuem assimetria preponderantemente positiva, estando 53% das amostras, contidos na categoria assimetria muito positiva. A moda secundária (19%) coube à categoria aproximadamente simétrica.

A Formação Floriano, embora, também, revele moda principal na categoria assimetria muito positiva (40,5%), apresenta um enriquecimento nos valores negativos de assimetria, o que a distingue da formação inferior.

Os valores de assimetria muito positiva estão relacionados às fácies areno-argilosas (areias arcoianas), enquanto as simetrias muito negativas se ligam às fácies argilo-arenosas e



argilo-silticas.

Os colúvios diferenciam-se das duas formações por assumirem alternadamente os valores muito elevados de assimetria positiva e negativa, o que reflete a riqueza nas distribuições bimodais, areno-argilosas e argilo-arenosas.

A maior frequência de incidência da classe modal dentro do diâmetro das areias, justifica o predomínio das assimetrias positivas sobre as negativas na Formação Resende.

Os valores de assimetria obtidos pela Fm. Resende, sugerem o predomínio de processos fluviais, enquanto a Fm. Florianomáto se aproxima dos padrões dos depósitos colúviais.

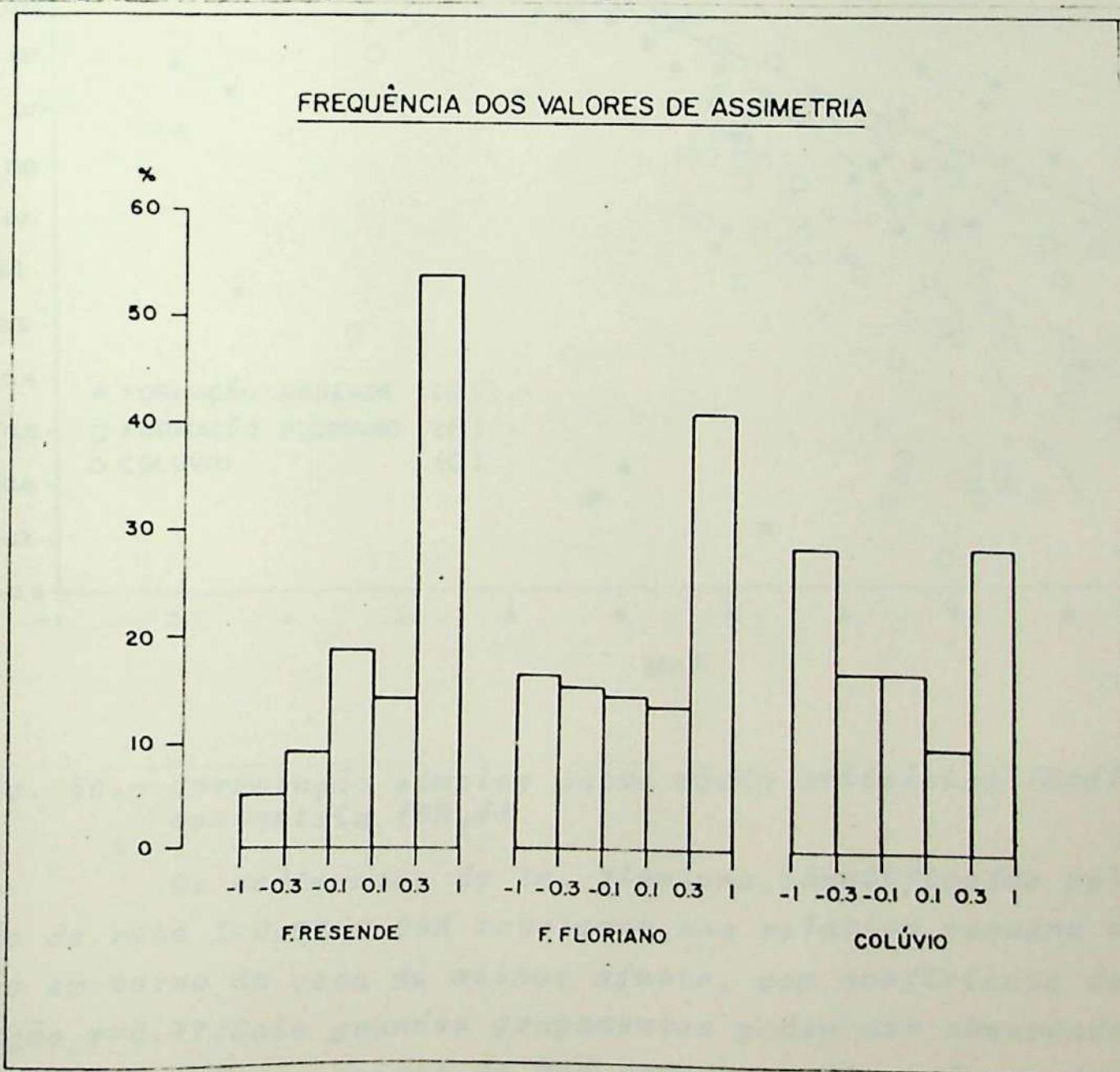


Fig. 49 - Frequência dos valores de assimetria.



Correlação assimetria ( $SK_I\phi$ ) x média aritmética ( $M_z\phi$ )

O gráfico de correlação simples entre assimetria e mediana (Fig. 50), revela uma significativa correlação inversa entre os parâmetros.

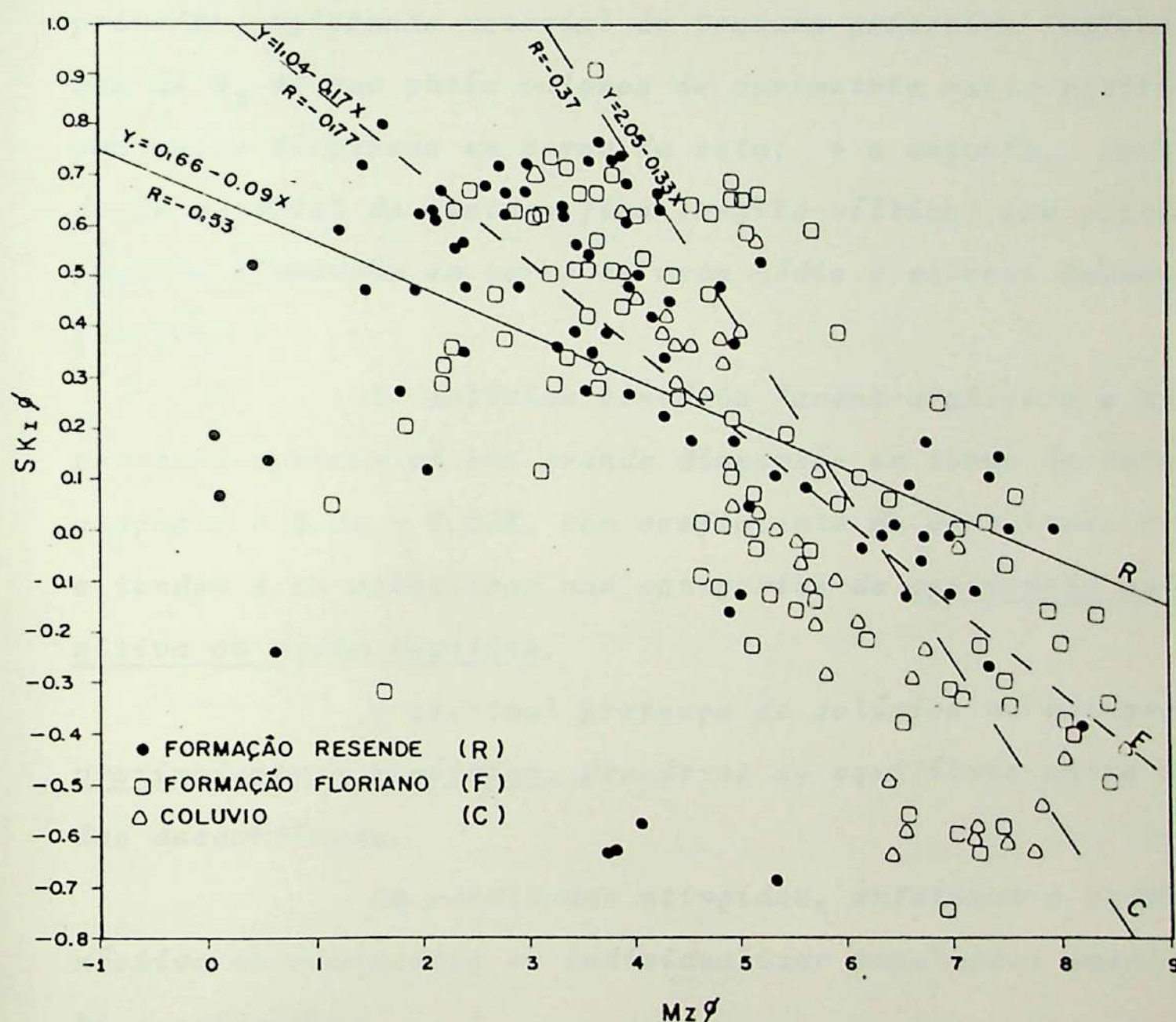


Fig. 50.- Correlação simples entre média aritmética ( $M_z\phi$ ) e assimetria ( $SK_I\phi$ )

Os sedimentos da Fm. Floriano, identificados pela equação de reta  $Y=0.66-0.09X$  revelaram, uma relativa, pequena dispersão em torno da reta de melhor ajuste, com coeficiente de correlação  $r=0.77$ . Dois grandes grupamentos podem ser observados: o primeiro com valores baixos de  $M_z\phi$  (areno-argilosos) e valores de assimetria muito positiva; o segundo com valores elevados de  $M_z\phi$  (argilo-arenosos) e valores de assimetria



*muito negativa.*

As amostras da Fm. Resende expressas pela equação de reta  $Y = 0.66 - 0.09X$  possuem uma maior dispersão em torno da reta de melhor ajuste ( $r = -0.53$ ), o que é explicável pela grande amplitude de variação dos sedimentos arenosos (fluviais) quanto à assimetria. Dois grupamentos podem ser observados: o primeiro englobando material de textura grosseira (valores baixos de  $M_{\Sigma} \phi$ ) que obtêm valores de assimetria muito positiva e uma maior dispersão em torno da reta; e o segundo, constituído de material de textura fina (argilo-siltico) que possuem uma pequena dispersão em torno da reta média e valores baixos de assimetria.

Os colúvios bimodais (areno-argilosos e argilo-arenosos) apresentam uma grande dispersão em torno da reta de equação  $Y = 2.05 - 0.33X$ , com coeficiente de correlação  $r = 0.37$ , e tendem a se concentrar nas categorias de assimetria muito positiva ou muito negativa.

A eventual presença de colúvios na categoria aproximadamente simétrica, prende-se ao equilíbrio entre as modas descontínuas.

Os resultados atingidos, enfatizam o poder diagnóstico da assimetria em individualizar populações unimodais das bi e polimodais.



#### 2.4 - Desvio Padrão Gráfico Incluso - $\sigma_I$

Adotamos o (Inclusive Graphic Standard Deviation) de FOLK e WARD (1957), que é expresso pela fórmula:

$$\sigma_I = \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6.6}$$

Valores baixos indicam bom selecionamento e os elevados pobre selecionamento, como pode ser observado na escala de classificação verbal de FOLK.

abaixo de 0.35 $\phi$	-	muito bem selecionado
0.35	a	0.50 $\phi$ - bem selecionado
0.50	a	0.71 $\phi$ - moderadamente bem selecionado
0.71	a	1.00 $\phi$ - moderadamente selecionado
1.00	a	1.00 $\phi$ - mal selecionado
2.00	a	4.00 $\phi$ - muito mal selecionado
acima de 4.00 $\phi$	-	extremamente mal selecion

Segundo FRIEDMAN (1962), o desvio padrão é um parâmetro sensível às condições ambientais, podendo ser empregado para distinguir ambientes deposicionais.

De acordo com observações de FOLK e WARD (1957), os melhores valores de seleção estão associados às medianas correspondentes a areias médias e finas, enquanto que, as argilas, os siltes e materiais mais grosseiros revelam seleção baixa.

Na figura 51 estão contidas as frequências dos valores de desvio padrão.



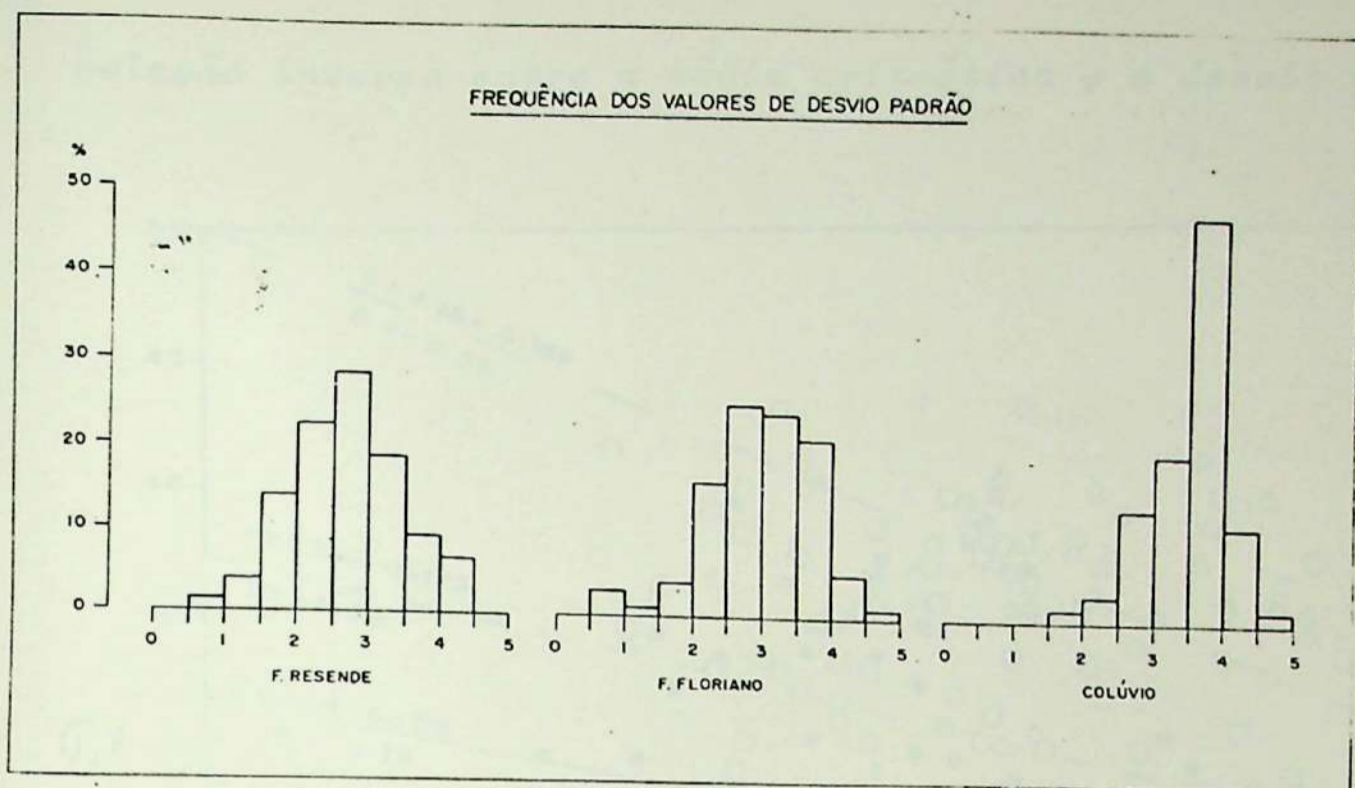


Fig. 51 - Frequência dos valores de desvio padrão

Via de regra, os sedimentos são pouco selecionados nas três unidades examinadas, embora um selecionamento decrescente seja perceptível da Fm. Resende em direção aos Colúvios.

Na Fm. Resende 19% das amostras possuem valores de desvio padrão menores que  $2.0\phi$ , que se reduz para 7% e 1,5% na Fm. Floriano e Colúvios, respectivamente. Os valores superiores a  $4\phi$  ocorrem numa percentagem de 3,5% na Fm. Resende, 6% da Fm. Floriano e 13% nos colúvios.

Correlação média Aritmética ( $M_{\Sigma\phi}$ ) e Desvio Padrão ( $\sigma_I\phi$ )

Através do gráfico de correlação  $M_{\Sigma\phi} \times \sigma_I\phi$  (Fig. 52), observamos que, com exceção dos colúvios, é pequena a cor-



relação inversa entre a média aritmética e o desvio padrão

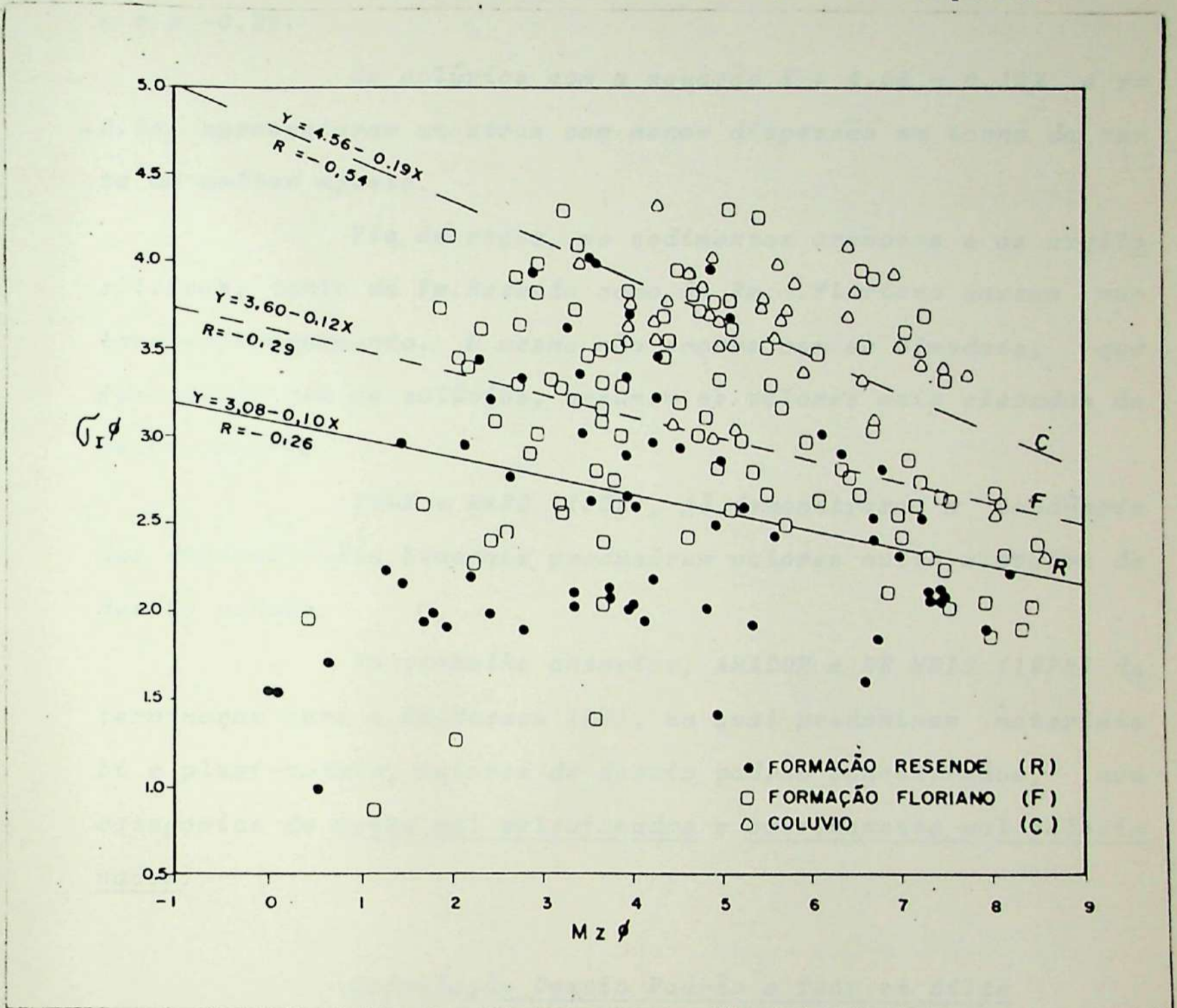


Fig. 52 - Correlação simples entre média aritmética ( $Mz\phi$ ) e desvio padrão ( $\sigma_I\phi$ ).

A disposição das retas de melhor ajuste, permitem visualizar o decréscimo de selecionamento da Fm. Resende em direção aos colúvios. As amostras das formações Resende e Floriano, possuem grande dispersão em torno da reta de melhor ajuste, que são expressas, respectivamente, pelas equações  $Y = 3.08 - 0.10 X$



e  $Y = 3.60 - 0.12X$  e pelos coeficientes de correlação  $r = -0.29$  e  $r = -0.26$ .

Os colúvios com a equação  $Y = 4.56 - 0.19X$  e  $r = -0.54$ , apresentaram amostras com menor dispersão em torno da reta de melhor ajuste.

Via de regra, os sedimentos arenosos e os argilo-silticos, tanto da Fm. Resende como da Fm. Floriano acusam melhor selecionamento. O mesmo não ocorre com os bimodais, que juntamente com os colúvios, assumem os valores mais elevados de desvio padrão.

FOLK e WARD (1957), já demonstraram a tendência das distribuições bimodais produzirem valores muito elevados de desvio padrão.

Em trabalho anterior, AMADOR e DE MEIS (1972) determinaram para a Fm. Macacu (RJ), na qual predominam materiais bi e pluri-modais, valores de desvio padrão concentrados, nas categorias de muito mal selecionados e extremamente mal selecionados.

#### Correlação Desvio Padrão e Teor em Silte

Praticamente inexistente correlação entre estes dois parâmetros, conforme pode ser atestado pelos baixos valores de coeficiente de correlação observados (Fig. 53).



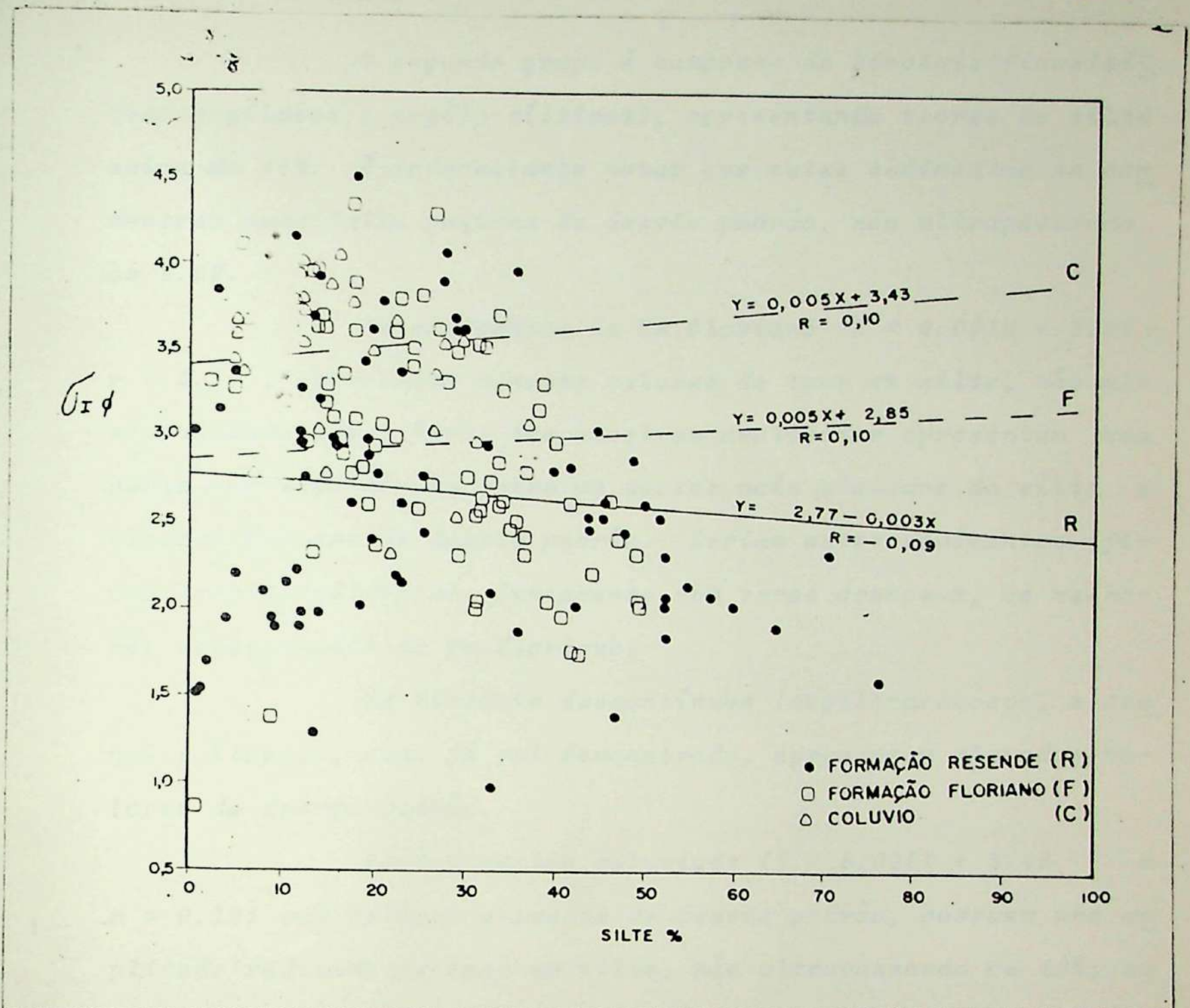


Fig. 53 - Correlação simples entre teor em silte (%) e desvio padrão ( $\sigma_{I\phi}$ )

Da observação do gráfico fica evidenciado que a Fm. Resende ( $Y = 2,77 - 0,003X$  e  $r = -0,09$ ) possui dois grupos de teor em silte. O primeiro com até 25%, constituído de areias com pequena moda na fração silte. Este grupo apresenta uma grande amplitude de valores de desvio padrão, com uma ligeira concentração nos valores mais baixos (menor que 2,50).



O segundo grupo é composto de bimodais finos (siltico-argilosos e argilo-silticos), apresentando teores de silte acima de 45%. É interessante notar que estes sedimentos se concentram numa faixa pequena de desvio padrão, não ultrapassando os 3.0σ.

Os sedimentos da Fm. Floriano ( $Y = 0.005X + 2.85$  e  $r = 0.10$ ), apresentam menores valores de teor em silte, não ultrapassando 50%. Parte das amostras analisadas apresentam uma certa correspondência entre os teores mais elevados de silte e menores valores de desvio padrão. Seriam estes sedimentos finos (argilo-silticos), juntamente com raros arenosos, os melhores selecionados da Fm. Floriano.

Os bimodais descontínuos (argilo-arenosos, e areno-argilosos), como já foi demonstrado, apresentam elevados valores de desvio padrão.

Os sedimentos coluviais ( $Y = 0.005X + 3.43$  e  $r = 0.10$ ) com valores elevados de desvio padrão, possuem uma amplitude reduzida de teor em silte, não ultrapassando os 40%, explicável pelo predomínio dos bimodais areno-argilosos e argilo-silticos.



## 2.5 - Kurtosis Gráfica ( $K_G \phi$ )

A Kurtosis exprime o grau de achatamento da curva de distribuição do grão, sendo utilizada como uma medida de aferição do grau de "normalidade" da distribuição.

Valor de  $K_G \phi = 1.0\phi$  reflete uma curva normal.

A Kurtosis Gráfica é calculada através da fórmula de FOLK e WARD (1957):  $K_G \phi = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2.44 (\phi_{75} - \phi_{25})}$ , tendo os mesmos autores estabelecido a seguinte escala verbal:-

abaixo de 0.67 $\phi$	-	muito platicúrtica
0.67 a 0.90 $\phi$	-	platicúrtica
0.90 a 1.11 $\phi$	-	mesocúrtica
1.11 a 1.50 $\phi$	-	leptocúrtica
1.50 a 3.00 $\phi$	-	muito leptocúrtica
acima de 3.00 $\phi$	-	extremamente leptocúrtica

Embora o significado geológico da Kurtosis não seja de todo conhecido, o parâmetro é da mesma forma que a assimetria sensível à uni ou bimodalidade dos sedimentos.

Sedimentos unimodais, na opinião de FOLK e WARD (1957), produzem valores normais de Kurtosis, podendo ser distinguidos dos bimodais que recebem valores não normais.

Ambientes selecionares dão curvas leptocúrticas, enquanto que os não selecionadores fornecem valores platicúrticos de Kurtosis.

No Gráfico de frequência dos valores de Kurtosis (Fig.54), uma nítida diferenciação pode ser estabelecida entre as unidades, havendo declínio dos valores de Kurtosis da Fm. Resende, em direção aos Colúvios.



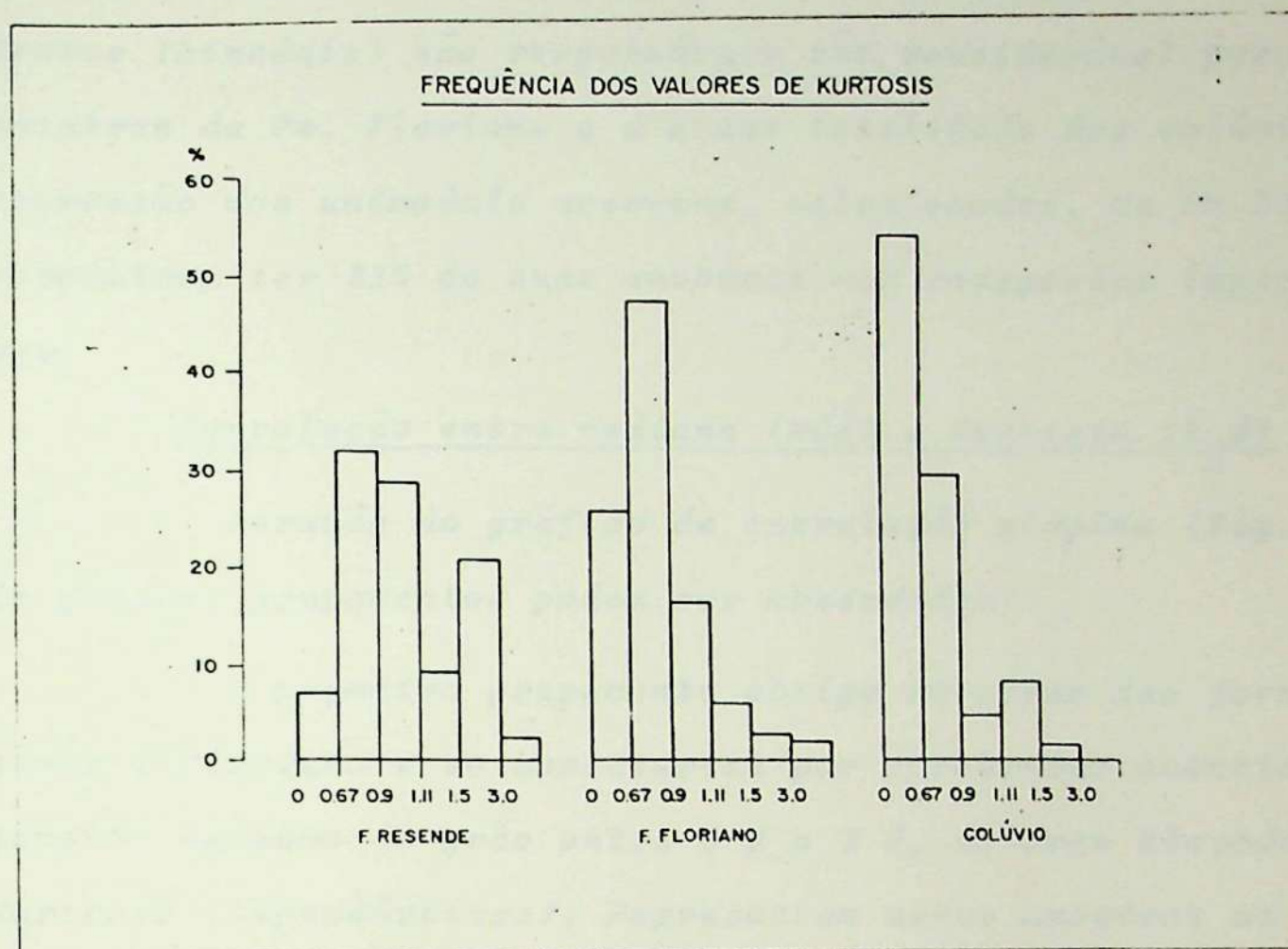


Fig. 54 - Frequência dos valores de kurtosis

Na Formação Resende predominam as categorias: *platicúrtica* (32%), *mesocúrtica* (28,5%) e *muito leptocúrtica* (20,5%).

As categorias *platicúrtica* e *muito platicúrtica* são responsáveis por 47,5% e 25,5%, das amostras da Fm. Floriano.

Os colúvios apresentam seus valores de Kurtosis, concentrados nas categorias *muito platicúrtica* (54,5%) e *platicúrtica* (29,5%).

Pode ser constatado pelos resultados, uma forte re



lação entre a bimodalidade dos sedimentos (areno-argilosos e argilo-arenosos) e valores platicúrticos de Kurtosis. Estes sedimentos (bimodais) são responsáveis por considerável parcela das amostras da Fm. Floriano e a quase totalidade dos colúvios. A expressão dos unimodais arenosos, selecionados, na Fm. Resende, permitiram ter 31% de suas amostras nas categorias leptocúrticas.

Correlação entre mediana ( $Md\phi$ ) e Kurtosis ( $K_{G\phi}$ )

Através do gráfico de correlação simples (Fig. 55, dois grandes grupamentos podem ser observados:

O primeiro grupamento abriga amostras das formações Resende e Floriano e se caracteriza por apresentar associados a um tamanho mediano do grão entre  $0\phi$  a  $3\phi$ , valores elevados de Kurtosis (leptocúrticos). Representam estas amostras as fácies arenosas e bem selecionadas das duas formações, estando relacionadas a unidades estratificadas.

No segundo grupamento, no qual estão representadas amostras das 3 unidades, não é percebida nenhuma correlação entre os valores da mediana e Kurtosis. Neste grupamento estão compreendidas amostras bi ou polimodais; argilo-silticos ou mesmo arenosos da Fm. Resende e argilo-arenosos e areno-argilosos da Fm. Floriano e dos Colúvios.

A amplitude de variação da mediana nestes sedimentos é uma decorrência da relação da moda principal com a moda secundária.

Neste grupamento, a distribuição dos valores de Kurtosis permite uma ligeira distinção, entre as unidades estratigráficas. Da base do gráfico para o topo, aparecem com valores de Kurtosis, gradualmente mais elevados: Colúvio, Fm. Floriano e Fm. Resende.



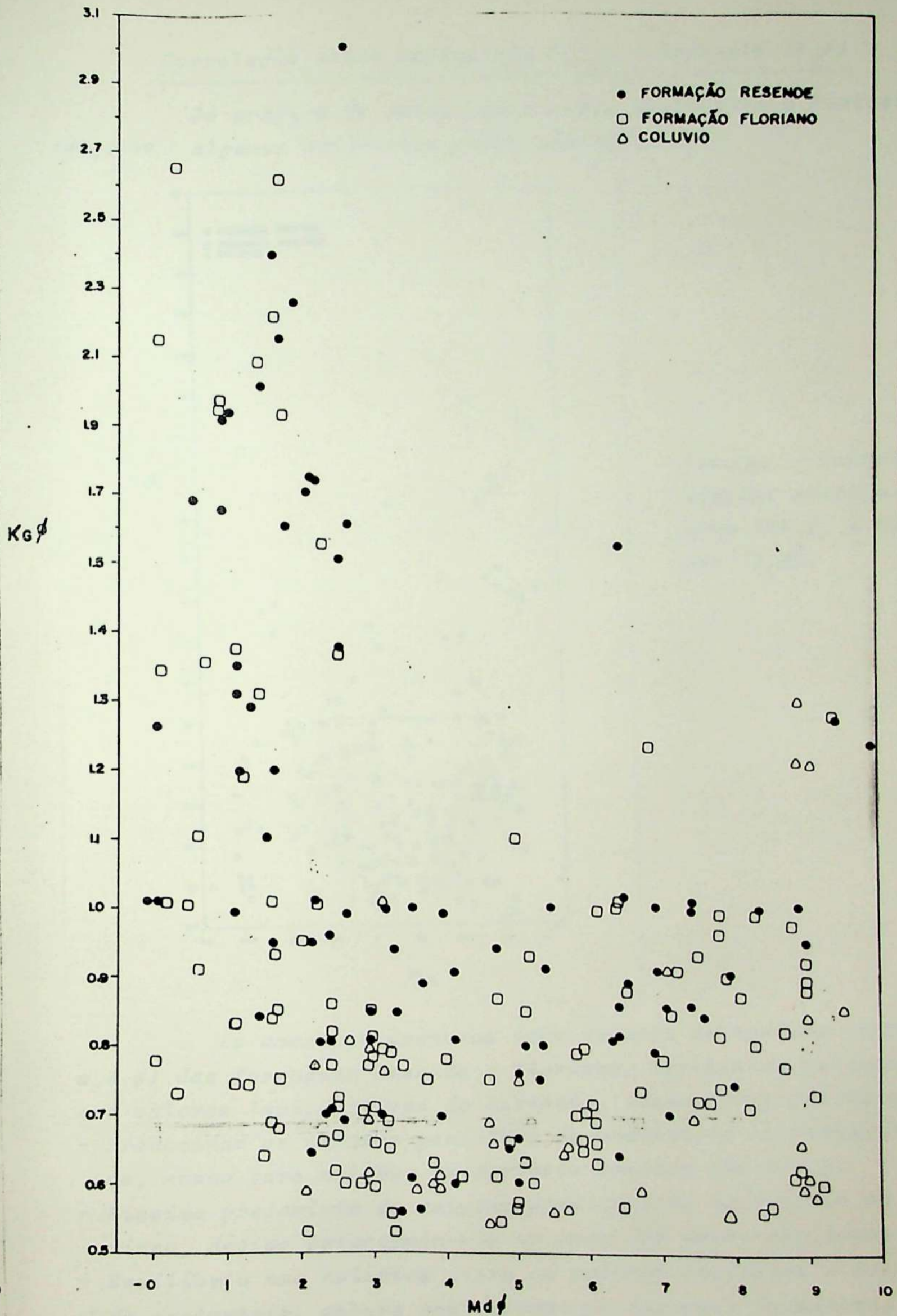


Fig. 55 - Correlação simples entre Mediana ( $M_d\phi$ ) e Kurtosis ( $K_G\phi$ )



Correlação entre Assimetria ( $SK_I\phi$ ) e Kurtosis ( $K_G\phi$ )

Do gráfico de correlações entre assimetria e Kurtosis, (Fig.55a) algumas evidências podem ser referidas:

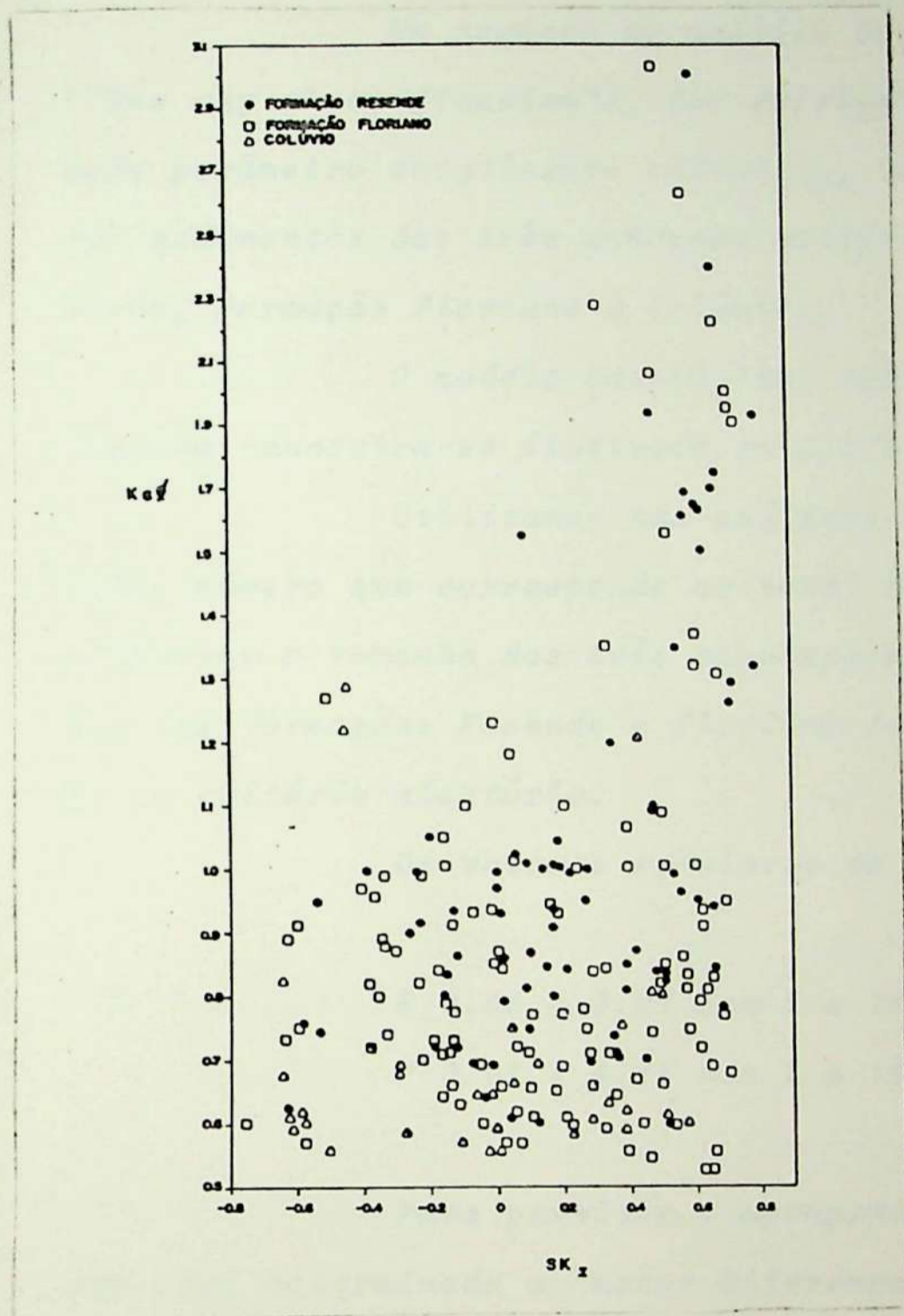


Fig.55a - Correlação simples entre assimetria ( $SK_I\phi$ ) e Kurtosis ( $K_G\phi$ ).

As amostras arenosas (com valores de mediana entre  $0\phi$  a  $3\phi$ ) das formações Resende e Floriano, apresentam relacionados aos valores leptocúrticos de Kurtosis, assimetrias positivas.

- Predominam os valores positivos de assimetria na Formação Resende, mesmo para valores de Kurtosis menores que  $1.0\phi$ .
- Ligeiro predomínio de valores positivos de assimetria na Fm. Floriano, devido principalmente ao peso dos areno-argilosos na Fm.
- Equilíbrio nos colúvios entre os valores positivos e negativos de assimetria, embora com valores de Kurtosis igualmente baixos. As assimetrias positivas dos colúvios estariam relacionadas às fácies areno-argilosas, enquanto as negativas são devidas às fácies argilo-arenosas.



### 3. ANÁLISES DE VARIANÇA

Um esquema de análise de variância unidirecional ("One way classification"), foi empregado neste trabalho para cada parâmetro estatístico calculado, com o objetivo de comparar sedimentos das três unidades estratigráficas: Formação Resende, Formação Floriano e Colúvios.

O modelo matemático, sobre o qual se baseia o esquema, encontra-se ilustrado em SILVA et al. (1974).

Utilizamos nas análises 55 amostras de cada unidade, número que corresponde ao total de colúvios. Para compatibilizar o tamanho das três populações, as amostras excedentes das formações Resende e Floriano foram excluídas através de um critério aleatório.

Os valores tabulares de "F" aqui adotados foram:

$F_{0.05} = 3.00$  com 2 e 162 graus de liberdade

$F_{0.01} = 4.61$  com 2 e 162 graus de liberdade

Para permitir o agrupamento das unidades em classes, foi determinada a "menor Diferença Significativa" (M.D.S.) de cada parâmetro textural.

Foram considerados nas análises os parâmetros texturais média aritmética ( $M_z \phi$ ), mediana ( $M_d \phi$ ), Teor em Silte (%), Desvio Padrão Gráfico Incluso ( $\sigma_I \phi$ ), Assimetria Gráfica Inclusa ( $SK_I \phi$ ) e Kurtosis Gráfica ( $K_G \phi$ ).

Com exceção de Teor em silte, a escala adotada em todos os parâmetros foi o phi ( $\phi$ ).



3.1 - Análise de Variância da Média Aritmética (Md $\phi$ )

TABELA II

TABELA DE ANOV DA MÉDIA ARITMÉTICA

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	TESTE "F"	M.D.S.
"FORMAÇÕES"	2	68	34.00	10.72 <sup>(**)</sup>	0.67
RESÍDUO	162	514	3.17		
TOTAL	164	582			

Grupamento segundo a M.D.S.

Fm. Resende	4.02 $\phi$ )	A
Fm. Floriano	4.92 $\phi$ )	) B
Colúvios	5.57 $\phi$ )	

Diferenças altamente significativas<sup>(\*\*)</sup> foram encontradas para a variação dos valores de média aritmética entre as unidades estratigráficas.

A Menor Diferença Significativa (M.D.S. = 0.67), permitiu distinguir a Fm. Resende (Grupo A) da Fm. Floriano e Colúvios (Grupo B). Ou seja, a Fm. Floriano, quanto à Média Aritmética, embora se diferencie das outras unidades, apresenta maior identidade com os colúvios, com os quais se agrupou.

A Fm. Resende (Grupo A) apresentou tamanho médio dos grãos (4,02  $\phi$ ) maior que a Fm. Floriano (4.92  $\phi$ ) e colúvios (5.57  $\phi$ ).

Se considerado o pequeno número de unidades (3), pode ser imputado ao parâmetro um elevado poder discriminatório.



3.2 - Análise de Variância da Mediana ( $M_2\phi$ )

TABELA III

TABELA DE ANOV DA MEDIANA

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	TESTE "F"	M.D.S.
"FORMAÇÕES"	2	125	62.5	9.62 <sup>(**)</sup>	0.96
RESÍDUO	162	1 053	6.5		
TOTAL	164	1 178			

Grupamento segundo a M.D.S.

Fm. Floriano	3.42 $\phi$ )A
Fm. Resende	4.75 $\phi$ )
Colúvios	5.52 $\phi$ ) B

Diferenças altamente significativas<sup>(\*\*)</sup> foram de terminadas para a variação dos valores de mediana entre as unidades.

A hipótese nula de que as três populações sejam iguais foi rejeitada a um nível de 99% de segurança.

A Menor Diferença Significativa (M.D.S. = 0.96), permitiu distinguir a Fm. Floriano da Fm. Resende, que foi agrupada com os Colúvios. O que equivale dizer que quanto aos valores de mediana, a Fm. Resende apresenta maior identidade com os Colúvios, distinguindo-se da Fm. Floriano.

*E daí?*



## 3.3 - Análise de Variância do Teor em Silte (%)

TABELA IV

TABELA DE ANOV DO TEOR EM SILTE

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	TESTE "F"	D.M.S.
"FORMAÇÕES"	2	4.007	2.003.50	8.89 <sup>(**)</sup>	5.66
RESÍDUO	162	36.474	225.14		
TOTAL	164	40.481			

Grupamento segundo a M.D.S.

Colúvios	16.93 %)	A
Fm. Floriano	27.22 %)	) B
Fm. Resende	27.59 %)	

Diferenças altamente significativas<sup>(\*\*)</sup> foram obtidas para a variação dos valores de teor em silte entre as unidades. Ou seja, Fm. Resende, Fm. Floriano e Colúvios diferem entre si quanto ao parâmetro considerado.

De acordo com a Menor Diferença Significativa -- (M.D.S. = 5.66) a Fm. Resende constitui com a Fm. Floriano um mesmo grupamento (grupo B) de teor em silte, obtendo respectivamente, os teores médios 27,59% e 27,22%. Os colúvios diferem das duas formações, apresentando o menor valor médio de teor em silte (16.93%).



3.4 - Análise de Variância do Desvio Padrão ( $\sigma_I$ )

TABELA V

TABELA DE ANOV DO DESVIO PADRÃO

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	TESTE "F"	M.D.S.
"FORMAÇÕES"	2	21	10.50	24.42 <sup>(**)</sup>	0.24
RESÍDUO	162	72	0.43		
TOTAL	164	93			

Grupamentos segundo a M.D.S.

Fm. Resende 2.65  $\phi$ ) A

Fm. Floriano 3.09  $\phi$ ) B

Colúvios 3.53  $\phi$ ) C

As três unidades examinadas, apresentaram diferenças altamente significativas<sup>(\*\*)</sup> no que diz respeito à variação dos valores de desvio padrão. Com um nível de segurança de 99%, pode ser dito que as unidades são diferentes, quanto ao selecionamento.

Foi permitido com a utilização da Menor Diferença Significativa (M.D.S. = 0.24) a compartimentação de cada unidade examinada em um grupamento distinto (Grupos A, B e C).

Os resultados alcançados, atribuem para o parâmetro desvio padrão, um elevadíssimo poder diagnóstico de diferenciação dos depósitos estudados.

A Fm. Resende apresentou o menor valor médio de desvio padrão (2.65  $\phi$ ), outorgando a seus depósitos um melhor sele-



cionamento se comparados às demais unidades. Fm. Floriano e Colúvios apresentaram respectivamente os valores médios de desvio padrão 3.09  $\phi$  e 3.53  $\phi$ .

Os valores intermediários obtidos pela Fm. Floriano, conferem a seus depósitos um caráter de selecionamento situado entre o relativo selecionamento dos sedimentos fluviais da Fm. Resende e o pobre selecionamento dos depósitos colúviais.

Obvio



3.5 - Análise de Variância da Assimetria ( $SK_I \phi$ )

TABELA VI

TABELA DE ANOV DA ASSIMETRIA

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	TESTE "F"	M.D.S.
"FORMAÇÕES"	2	6.92	3.46	8.44 <sup>(**)</sup>	0.24
RESÍDUO	162	65.75	0.41		
TOTAL	164	72.67			

Grupamentos segundo a M.D.S.

Colúvio	0.16)
Fm. Floriano	0.16) A
Fm. Resende	0.28)

Diferenças altamente significativas<sup>(\*\*)</sup> foram determinadas para a variação dos valores de assimetria nas três unidades estratigráficas. No entanto, a Menor Diferença Significativa (M.D.S. = 0.24) não permitiu a criação de grupamentos, embora possa ser observada uma distinção entre as médias observadas.

Cabem aqui algumas considerações sobre o significado do valor médio de assimetria.

Sendo os valores de assimetria expressos numa escala de valores descontínuos, crescentes e decrescentes, nos parece levar a um mascaramento do significado do valor médio do parâmetro. Esta suposição é apoiada no fato de os depósitos colúviais apresentarem um certo equilíbrio nos valores elevados de



assimetria positiva e negativa, que tendem a se eliminar, dando uma resultante média de baixos valores.

Com estas considerações, sugerimos cautela na interpretação de resultados de Análise de Variância da Assimetria, principalmente se considerarmos seu emprego em depósitos predominantemente bimodais (areno-argilosos e argilo-arenos) representados em nosso estudo pela Fm. Floriano e depósitos coluviais.



3.6 - Análise de Variância da Kurtosis ( $K_G \phi$ )

TABELA VII

TABELA DE ANOV DA KURTOSIS

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	TESTE "F"	M.D.S.
"FORMAÇÕES"	2	7.06	3.53	13.57 <sup>(**)</sup>	0.17
RESÍDUO	162	42.49	0.26		
TOTAL	164	49.55			

Grupamentos segundo a M.D.S.

Colúvios	0.74 $\phi$ )	) A
Fm. Floriano	0.84 $\phi$ )	
Fm. Resende	1.22 $\phi$ )	B

Diferenças altamente significativas<sup>(\*\*)</sup> foram obtidas para a variação dos valores de Kurtosis nas três unidades.

A criação de dois grupamentos (A e B) através da Menor Diferença Significativa (M.D.S. = 0.17) atribui ao parâmetro Kurtosis um elevado poder diagnóstico de discriminação de sedimentos. Segundo os valores de Kurtosis é possível distinguir sedimentos unimodais da Fm. Resende, com valor médio de Kurtosis leptocúrtico (1.22  $\phi$ ), dos bimodais característicos da Fm. Floriano e depósitos coluviais, que apresentaram valores médios de Kurtosis platicúrtica (0.84  $\phi$  e 0.74  $\phi$ ).

Embora alguns autores questionem o significado geológico da Kurtosis, acreditamos que a pensibilidade do parâmetro, a composição das modas de um sedimento, permitem inferên



cias seguras sobre o caráter selecionador do processo envolvido. Sugerimos, portanto, que deva ser creditado a Kurtosis um grande valor diagnótico de discriminação de processos, principalmente quando resultam depósitos uni, bi e polimodais.



## V. ARREDONDAMENTO

A medida de arredondamento é aqui utilizada como técnica complementar da descrição dos sedimentos e subsídio à interpretação dos processos operantes no ambiente sedimentar das duas unidades estratigráficas (Fm. Resende e Fm. Floriano).

A técnica utilizada baseia-se na determinação visual do arredondamento, através da carta de arredondamentos de POWERS (1953).

Seis classes de arredondamento estão previstas na carta de POWERS, para os grãos de areia, cujos intervalos - são expressos em escala ( $\rho P$ ):

Muito angular	0 a 1
angular	1 a 2
sub-angular	2 a 3
sub-arredondado	3 a 4
arredondado	4 a 5
bem arredondado	5 a 6

Os valores médios ou o desvio padrão pode ser obtido da curva de frequência acumulada construída em papel de probabilidade aritmética.

Foram selecionadas aleatoriamente 20 amostras da Fm. Resende, 20 amostras da Fm. Floriano e 20 amostras de colúvio. De cada amostra foram contados 100 grãos de quartzo do diâmetro 2  $\phi$ , em lupa binocular.

Os resultados obtidos (Tabela VIII) demonstram predomínio dos grãos pouco trabalhados, indistintamente, nas três



unidades. Segundo o Rho médio obtido, os grãos analisados se situam na classe "angulosos".

TABELA VIII  
VALORES MÉDIOS DE ARREDONDAMENTO (%)

	MUITO ANGU- LOSOS	ANGULO SOS	SUB-ANGU LOSOS	SUB-ARRE DONDADOS	RHO MÉDIO	$\sigma$
<i>Formação Resende</i>	8.3	66.3	24.8	0.6	1.6	0.5
<i>Formação Floriano</i>	9.2	67.0	23.5	0.3	1.7	0.5
<i>Colúvios</i>	5.0	28.0	28.0	-	1.7	0.4

BIGARELLA e SALAMUNI (1962) e DE MEIS e AMADOR (1972), registraram o predomínio de grãos pouco trabalhados em outros depósitos neocenozóicos. Tendo os primeiros autores associado o pequeno trabalhamento sofrido pelos grãos da Fm. Guabirotuba às condições de transporte sob a forma de torrentes de lama de alta densidade.

Os baixos trabalhos dos grãos, no nosso entender, não são apenas característicos daquele tipo de processo, podendo ocorrer mesmo em depósitos fluviais, como foi aqui determinado para a Fm. Resende, predominantemente fluvial. É evidente que devam ser considerados, para explicar o pouco trabalhamento nos sedimentos da Fm. Resende, o tipo particular de processo fluvial, o tempo de atuação e a distância do transporte.



## VI. CARACTERES MINERALÓGICOS

### 1. Minerais de Argila

Com o objetivo de determinar os grupos de argilo-minerais presentes em amostras das formações Resende e Floriano, uma série de 25 amostras foram submetidas à difratometria pelos Raios X e a Análise Térmica Diferencial (D.T.A.).

O uso conjugado das duas técnicas visou o cotejo de resultados.

Buscou-se simultaneamente na determinação dos grupos de argilo-minerais, subsídios para a inferência das condições paleoclimáticas na área fonte e como fator de individualização das unidades estratigráficas. Segundo WEAVER (1958) as associações dos argilo-minerais refletem o caráter climático da área fonte.

As amostras analisadas sofreram o seguinte tratamento:

- Desagregação com oxalato de sódio.
- Separação das frações silte-argila por via úmida em peneira de 0.062mm.
- Decantação em proveta graduada durante 4 horas.
- Pipetagem da fração argilosa.
- Secagem em estufa à temperatura inferior a 60°C.
- Pulverização do material com almofariz de porcelana.

As técnicas adotadas nas análises basearam-se em GRIM (1953) e MILLOT (1957).



Na difratometria pelos Raios X, foi utilizado um equipamento Norelco. As leituras foram feitas em papel registrador, entre os ângulos de 2 a 40°, o que permitiu o reconhecimento dos principais grupos de argilo-minerais.

Para decidir entre um mineral e outro foi necessário algumas vezes recorrer ao emprego de técnicas auxiliares.

A montmorilonita tem frequentemente seu pico no ângulo de 7°.

A análise Térmica Diferencial (D.T.A.) ocupou um aparelho Delta Therm, sendo os resultados plotados entre as temperaturas de 0° a 1 000°C.

A montmorilonita apresenta seu pico endotérmico a cerca de 120°C.

Sendo um dos principais objetivos das análises, a distinção entre as duas unidades estratigráficas, visou-se na Amostragem, quando isso foi possível, a obtenção de pares de amostras das secções geológicas que possuem as duas formações representadas. A escolha foi determinada aleatoriamente permitindo abranger as diversas fácies argilosas, (argilo-siltico, argilo-arenoso, areno-argiloso).

#### Resultados:

As análises de difratometria pelos Raios X e Térmica Diferencial, permitiram a identificação de Caulinita, montmorilonita e secundariamente ilita e gipsita nas amostras examinadas. Os resultados podem ser observados nas curvas reproduzidas das técnicas de Raios X e D.T.A. (Figs. 56 a 65).



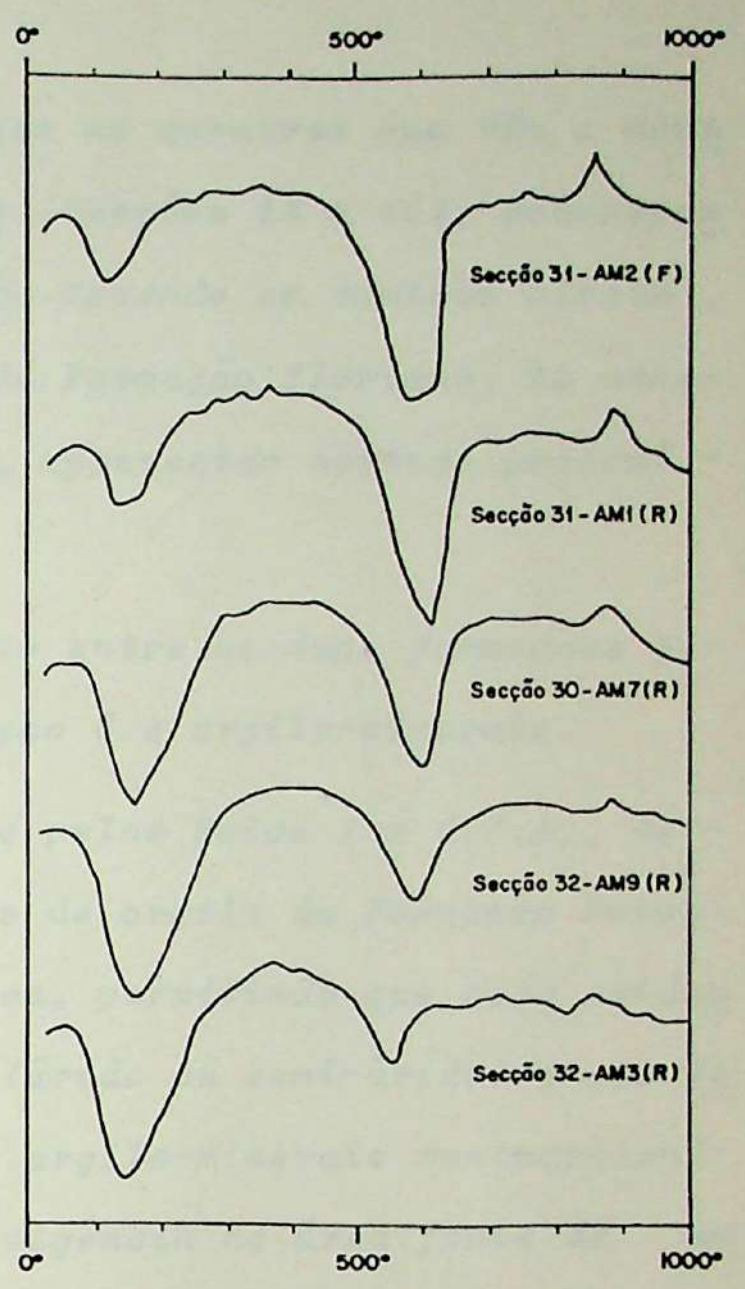
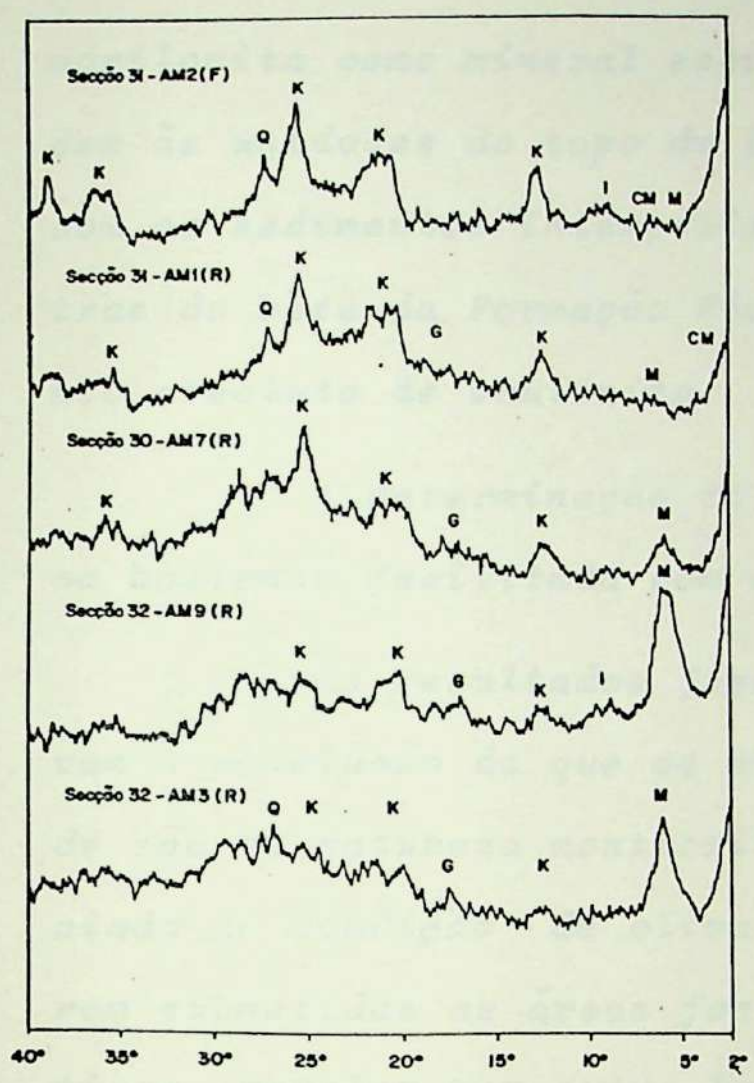


Fig. 56 e 57 - Difratogramas (Raios X) e Gráficos Térmicos (D.T.A) de 4 quatro amostras da Formação Resende (R) e 1 amostra da Formação Floriano (Q) quartzo; K (Caulinita), M (Montmorilonita), I (Ilita) e G (Gibsita).

Em 13 amostras da Formação Resende a montmorilonita constituiu-se no argilo-mineral predominante em 9 amostras, em 2 amostras predominou associado com a caulinita e em outras duas apareceu como mineral secundário (Tabela IX).



É conveniente observar que as amostras que têm a montmorilonita como mineral secundário (Secções 23 e 31), correspondem às unidades do topo da Formação Resende em contato direto, com os sedimentos intemperizados da Formação Floriano. As amostras da base da Formação Floriano, apresentam contudo predomínio absoluto de caulinita.

A determinação do contato entre as duas formações fica bastante facilitada com o emprego dos argilo-minerais.

Os resultados fornecidos pelos Raios X e D.T.A., levam à conclusão de que os minerais de argila da Formação Resende são de natureza montmorilonítica, permitindo que seja evidenciada a condição de clima seco (árido ou semi-árido) a que foram submetidas as áreas fonte. Os argilo-minerais montmoriloníticos, revelam por outro lado, a vigência na área fonte de um tipo de intemperismo incapaz de promover uma lixiviação completa das bases. (Figs. 58 e 59).

O exame de 12 amostras da Formação Floriano revelaram nos sedimentos o predomínio absoluto dos argilo-minerais do grupo da caulinita (Tabela IX).

Sugerindo ter sido a área fonte sujeita a forte intemperismo sob condições úmidas, Talvez apenas antes dos eventos de posicionais.

As alternâncias climáticas verificadas no quaternário não permitiram o fornecimento de clásticos não lixiviados. De outra forma a posição estratigráfica e o caráter poroso de algumas unidades da Formação Floriano teriam permitido alteração pós deposicional dos sedimentos, com transformação de montmorilonita em caulinita, como tem sido observado por DEGENS (1965).



TABELA IX  
ARGILO MINERAIS  
FORMAÇÃO RESENDE

SECÇÃO	AMOSTRA	PREDOMINANTES	SECUNDÁRIOS	ACESSÓRIOS
17	6	M	C	I, Q
11	1	C - M	-	G, Q
29	6	M	C	Q, I, G
16	6	M - C	-	Q
32	3	M	-	Q, G, C
32	9	M	-	C, I
27	4	M	C	Q, I, G
11	7	C - M	I	Q
29	4	C - M	-	I, Q
23	1a	C	M	I, Q
30	7	M	C	-
31	1	C	M	Q
16	2	M	C	Q

M= Montmorilonita      C= Caulinita      I= Ilita  
G= Gibsita              Q= Quartzo

FORMAÇÃO FLORIANO

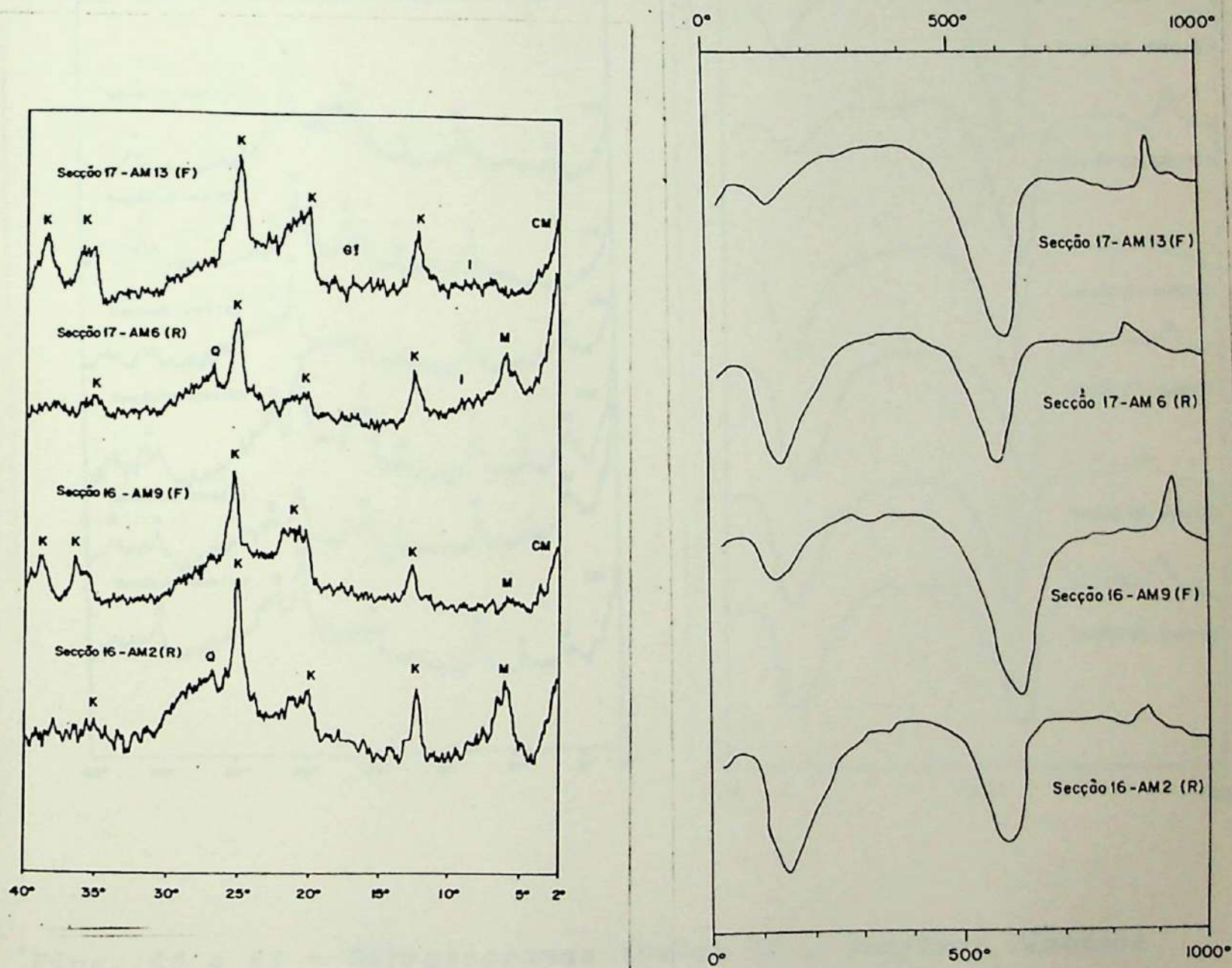
SECÇÃO	AMOSTRA	PREDOMINANTES	SECUNDÁRIOS	ACESSÓRIOS
10	1	C	M	I, G
31	2	C	-	M, Q, I
23	4	C	-	G, Q
11	10	C	-	-
8	2a	C	-	M
22	2	C	-	G, Q
22	6	C	-	M
17	13	C	-	I, G
12	23	C	M	I, Q
12	31	C	-	-
15	1	C	-	M
16	9	C	-	M

M= Montmorilonita      C= Caulinita      I= Ilita  
G= Gibsita              Q= Quartzo



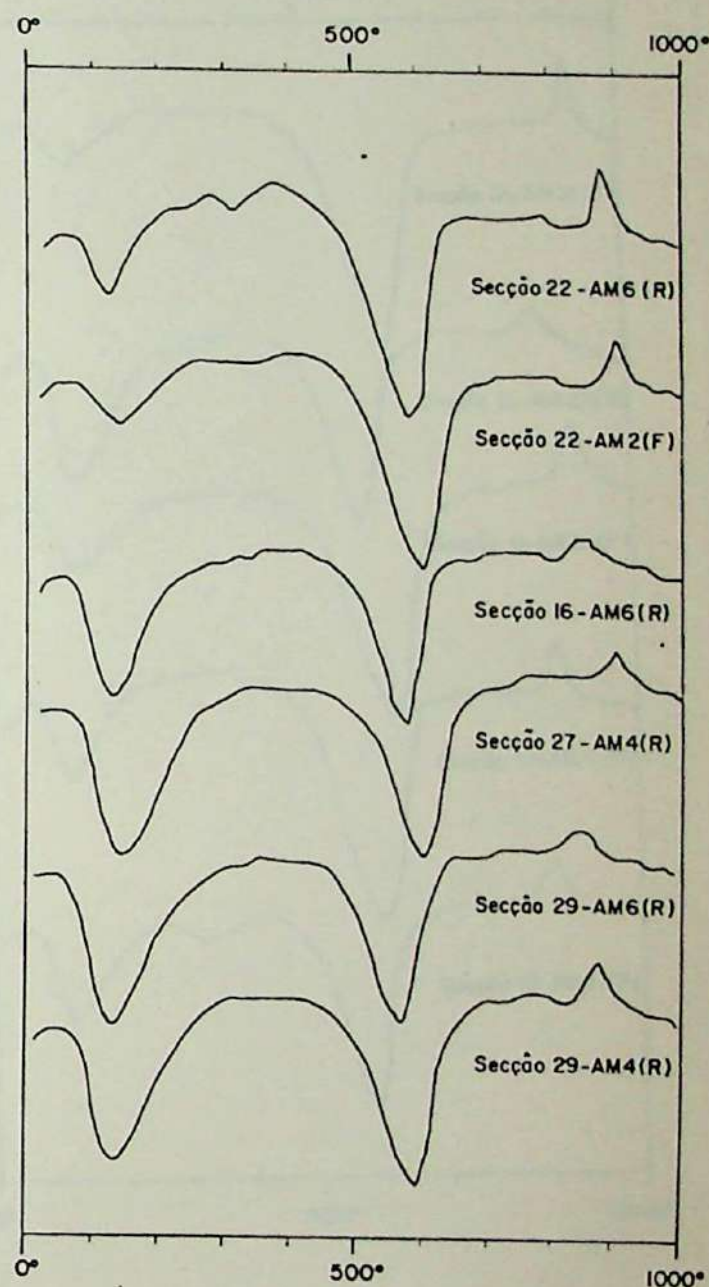
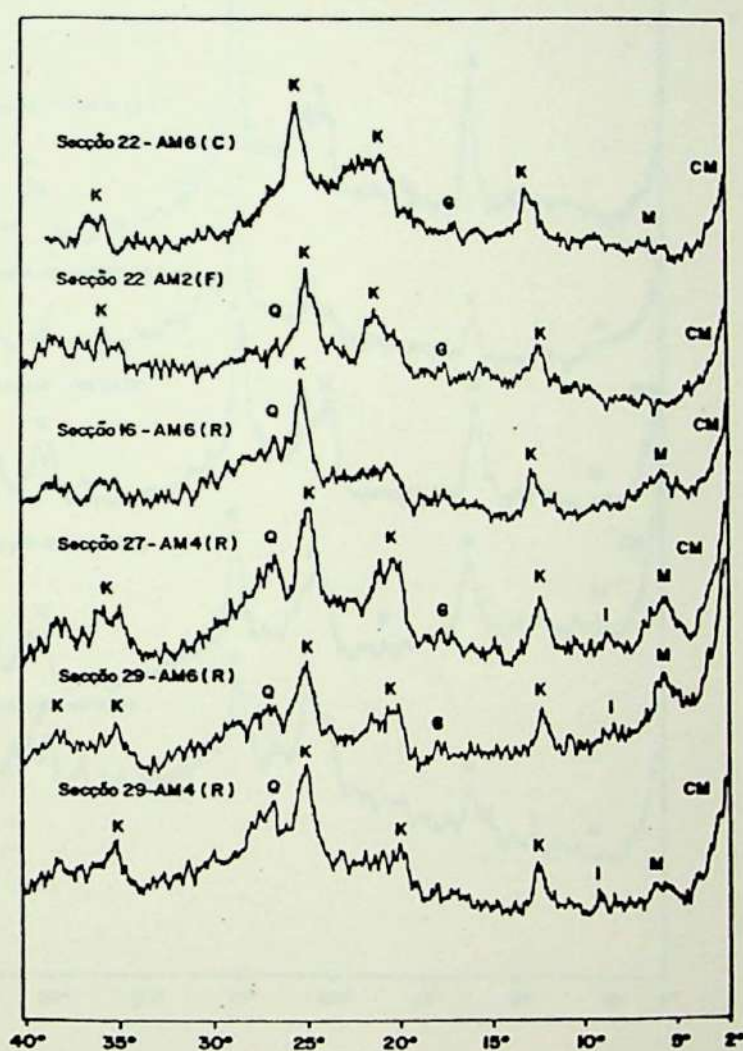
Não sendo, no entanto, suficientemente conhecidos o caráter e a intensidade do intemperismo pós deposicional, é necessário muita cautela no sentido de evitar uma maximização de sua importância.

Um estudo comparativo de pares de amostras abrigadas e não abrigadas do intemperismo poderiam talvez contribuir para a elucidação desse problema.



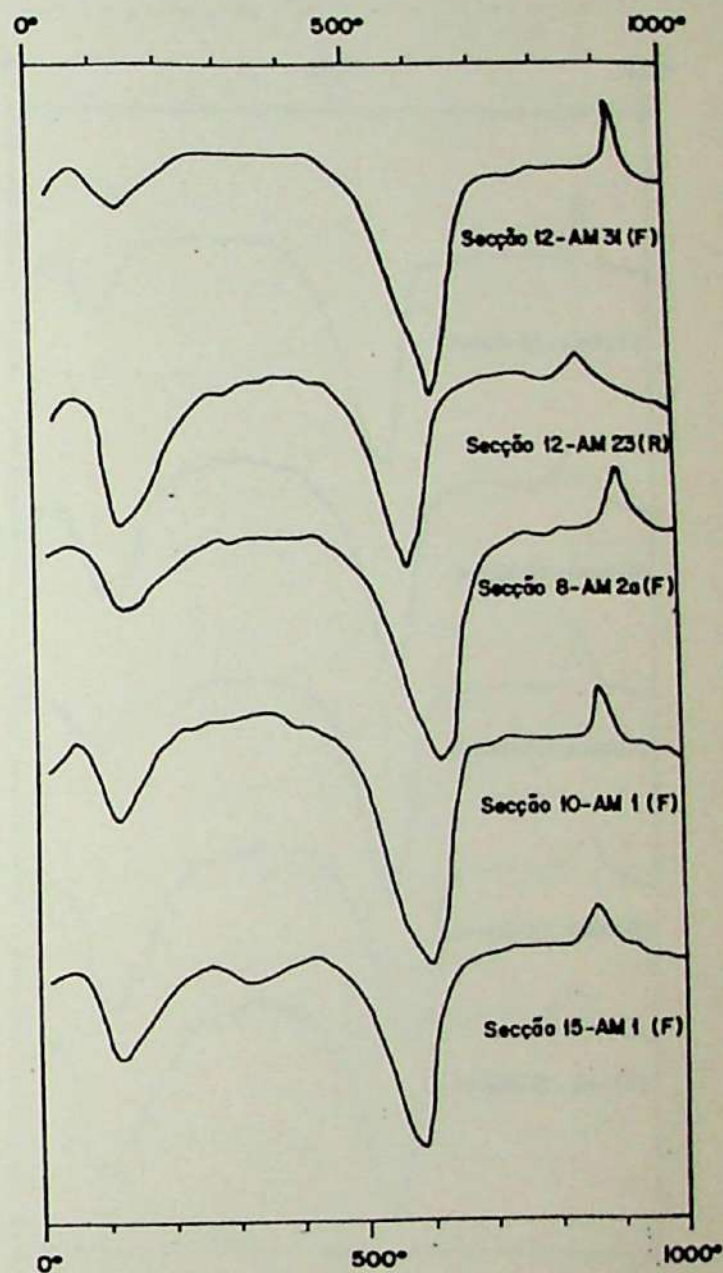
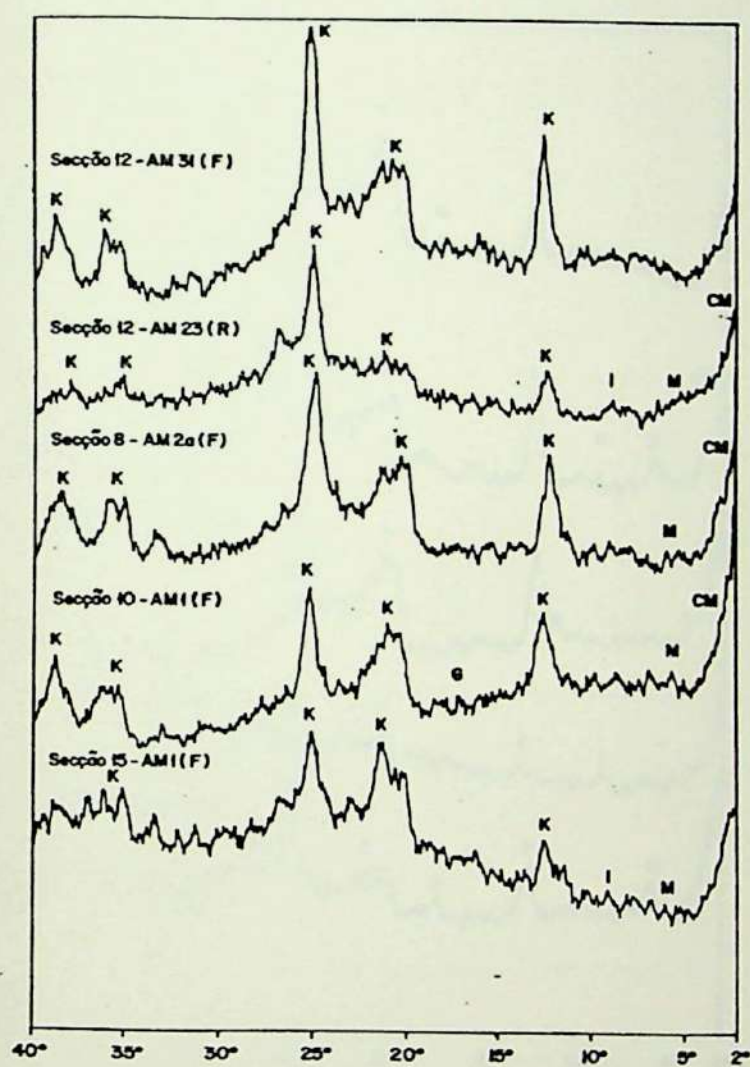
Figs. 58 e 59 - Difratogramas (Raios X) e Gráficos Térmicos (D.T.A) de 2 amostras da Formação Resende e 2 amostras da Formação Floriano (F).  
Q (quartzo, K (Caulinita), M (Montmorilonita), I (Ili<sub>ta</sub>), G. (Gibsita).





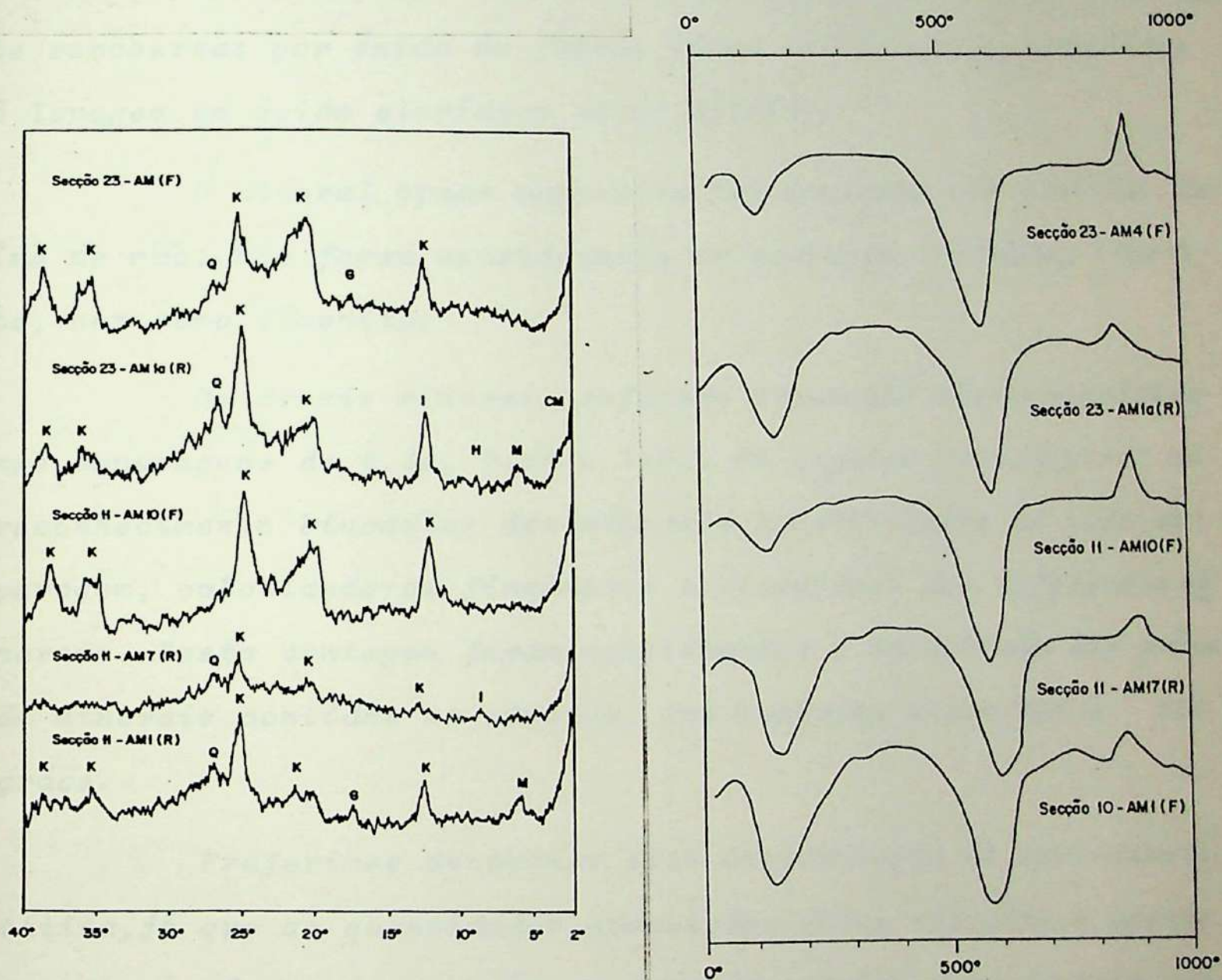
Figs. 60 e 61 - Difratogramas (Raios X) e Gráficos Térmicos (D.T.A) de 5 amostras da Formação Resende (R) e 1 amostra da Formação Floriano (F). Q (quartzo), K (caulinita), M (montmoril<sub>o</sub>nita), I (ilita) e G (gibsita).





Figs. 62 e 63 - Difratogramas (Raios X) e Gráficos Térmicos (D.T.A) de 1 amostra da Formação Resende (R) e 4 amostras da Formação Floriano (F). Q (quartzo), K (caulinita), M (montmorilonita), I (ilita) e G (gibsite).





Figs. 64 e 65 - Difratogramas (Raios X) e Gráficos Térmicos (D.T.A) de 3 amostras da Formação Resende (R) e 2 amostras da Formação Floriano (F).  
 Q (quartzo), K (caulinita), M (montmorilonita), I (ilita) e G (gibsita).



## 2. Minerais Pesados

A separação dos minerais pesados foi feita com auxílio de bromofórmio (peso específico 2,89) segundo técnica descrita por KRUMBEIN e PETTIJOHN (1938).

As amostras, cujos minerais apresentavam-se parcialmente recobertas por óxido de ferro, foram inicialmente submetidas à lavagem em ácido clorídico (HCl) diluído.

O mineral opaco magnetita foi separado com auxílio de ímã de mão. Não foram considerados na contagem, biotita, limonita, bem como ilmenita.

Os demais minerais sofreram separação eletromagnética nas amperagens de 0.3A, 0.6A e 1.0A. Em seguida procedeu-se ao reconhecimento binocular dos minerais constituintes de cada amperagem, calculando-se finalmente o percentual dos diferentes minerais. Nesta contagem foram considerados a totalidade dos grãos de minerais contidos na amostra, que variavam entre 100 a 200 grãos.

Preferimos denominar esta determinação de semi-quantitativa, já que as quantidades mensuradas dizem respeito a apenas uma fração da amostra e não ao conteúdo global dos minerais pesados.

O estudo dos minerais pesados tem sido útil em muitos casos de correlação estratigráfica, visto que teoricamente cada unidade estratigráfica difere em certo grau de qualquer outra pelo caráter e abundância da série de minerais pesados, segundo PETTIJOHN (1963). O conjunto de minerais pesados também tem sido



utilizado como guia para determinar a rocha fonte. De outra forma podem possibilitar uma idéia aproximada das condições ambientais na área fonte, bem como das condições climáticas vigentes.

A análise dos minerais pesados neste estudo teve por objetivos:

1. Conhecer a constituição mineralógica de cada formação (Resende e Floriano).
2. Permitir uma idéia aproximada das condições ambientais de cada deposição, complementando outras técnicas mineralógicas adotadas no trabalho.
3. Como indicador de área fonte.

#### 1. Frequência dos Minerais Pesados

As tabelas X e XI mostram a percentagem relativa dos minerais pesados em amostras das formações Resende e Floriano.

Nas duas unidades estratigráficas foram identificados quinze espécimes de diferentes minerais pesados. Embora a composição seja basicamente a mesma nas duas formações, o que sugere semelhança de áreas fonte, diferenças notáveis podem ser observadas quanto à frequência de determinados minerais.

A Formação Resende é abundante em minerais considerados instáveis e extremamente instáveis como granada (percentuais até 85%), epidoto e piroxênio, que ocorrem apenas ocasionalmente e com baixos teores na Formação Floriano.

Segundo FOLK (1968) granadas e piroxênios são rapidamente dissolvidos por soluções após a deposição principalmente em se tratando de areias muito porosas.

olá?



TABELA X

## FREQUÊNCIA dos MINERAIS PESADOS na FORMAÇÃO RESENDE

AMOSTRA	ANDALU- ZITA	ANFI- BÓLIO	CIANITA	EPI- DOTO	ESTAU- ROLITA	GRANA- DA	LEUCO- XÊNIO	MAGNE- TITA	MONA- ZITA	PIRO- XÊNIO	RUTI- LO	SILIMA- NITA	TITA- NITA	TURMA- LINA	ZIRCÃO
SECÇÃO 3/1	-	-	-	9.09	9.09	-	-	-	-	-	18.18	54.55	-	-	9.09
" 11/2	-	4.60	11.50	-	1.50	7.00	-	-	2.00	-	2.30	-	-	46.00	5.00
" 11/4	-	-	-	-	13.04	-	-	4.35	4.35	-	4.35	8.70	-	52.17	8.70
" 12/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.43	82.86	5.71
" 12/5	-	18.18	-	-	18.18	-	-	27.27	-	27.27	-	-	9.09	-	-
" 12/12	-	-	-	-	-	-	-	13.51	-	-	-	-	-	45.95	40.54
" 12/16	-	-	4.65	-	-	-	-	18.60	-	-	-	-	-	46.51	30.23
" 12/17	-	-	16.00	-	-	-	-	4.00	-	-	4.00	-	-	76.00	-
" 14/1	-	-	15.38	23.08	-	-	-	23.08	-	19.23	7.69	30.77	-	15.38	-
" 16/1	-	11.54	-	-	-	-	-	13.54	-	-	-	34.52	-	3.90	2.60
" 17/1	-	3.90	2.60	-	-	80.60	-	33.33	2.60	-	-	22.22	-	44.44	-
" 17/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60.00	-	40.00	-	-	-
" 17/9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
" 21/1	-	-	-	-	-	-	-	50.00	25.00	-	-	-	-	-	25.00
" 22/1	-	12.88	17.71	-	6.44	8.50	-	-	-	-	-	-	-	54.50	-
" 23/1a	-	-	4.77	-	1.59	-	-	-	8.00	-	-	-	-	85.01	-
" 23/9	-	-	-	-	-	-	-	16.00	-	-	-	29.33	-	48.00	-
Isolada 1	-	-	0.59	-	-	87.91	-	2.95	-	-	4.13	-	-	-	0.88
Isolada 2	-	-	-	-	4.76	-	-	15.87	11.11	15.87	-	-	12.70	-	39.68
Isolada 3	-	-	-	-	-	-	-	37.50	12.50	6.25	-	-	12.50	-	31.25
SECÇÃO 29/5	-	-	-	-	-	-	-	-	50.00	-	-	-	-	-	33.33
" 28/4	-	-	-	-	-	88.50	-	1.77	3.54	-	0.88	-	-	-	2.65
" 30/2	-	-	-	-	-	71.43	-	-	28.54	-	-	-	-	-	-
" 30/3	-	24.24	6.06	-	12.12	-	-	33.33	6.06	15.15	-	-	-	-	3.03
" 32/3	-	7.21	-	-	-	87.55	-	-	-	-	-	-	-	-	5.15
" 32/9	-	30.30	-	-	-	54.00	-	-	6.00	-	-	-	-	-	10.00
" 18/2	-	27.27	-	-	-	-	-	-	-	36.36	-	27.27	18.18	-	-
" 32/2	-	50.30	1.20	13.00	-	7.02	1.20	10.60	2.40	-	7.02	-	-	-	6.00
MÉDIA	0.60	6.93	2.54	1.61	2.34	17.59	0.33	19.91	5.80	6.43	1.37	8.83	2.55	21.48	9.17



TABELA XI

## FREQUÊNCIA dos MINERAIS PESADOS na FORMAÇÃO FLORIANO

AMOSTRA	ANDALU- ZITA	ANFI- BÓLIO	CIANITA	EPI- DOTO	ESTAUI- ROLITA	GRA- NADA	LEUCO XENIO	MAGNE- TITA	MONA ZITA	PIRO- XENIO	RUTI- LO	SILIMA NITA	TITA NITA	TURMA LINA	ZIRCÃO
SEÇÃO 5/2	-	-	-	-	-	-	-	33.33	-	-	-	50.00	-	-	16.67
" 7/1	-	-	-	-	-	-	-	20.00	-	-	-	20.00	-	60.00	-
" 8/2	-	-	-	-	-	-	-	30.67	7.69	-	-	-	-	61.64	-
" 8/3	-	3.60	-	-	-	1.20	14.40	-	73.20	-	4.80	-	-	-	-
" 8/4	-	-	-	-	-	-	-	25.00	-	-	-	-	-	50.00	-
" 9/13	-	21.00	5.25	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	66.50	-
" 9/6	-	-	30.77	-	-	-	-	-	-	-	7.69	-	-	38.46	23.08
" 10/2	-	27.27	-	-	-	-	-	-	10.10	-	-	-	-	58.58	4.04
" 11/8	-	8.00	17.60	-	8.00	-	16.00	-	-	-	0.80	-	-	44.80	0.80
" 12/30	-	-	28.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71.40	-
" 14/4	-	-	-	-	-	-	-	50.00	12.50	-	6.25	12.50	-	18.75	-
" 16/8	-	10.80	18.00	-	6.40	-	28.80	-	-	-	-	-	-	36.00	-
" 16/3	-	-	8.75	-	-	-	-	-	8.75	-	-	-	-	57.50	25.00
" 18/4	-	-	-	-	25.00	-	-	8.33	-	-	-	16.67	-	41.67	8.33
" 22/5	-	-	18.20	-	3.64	-	-	-	3.64	-	-	-	-	74.62	-
" 22/6	-	5.12	7.68	-	2.56	2.56	-	-	5.12	-	-	-	-	76.80	-
" 23/3	10.53	-	-	-	21.05	-	-	-	-	-	-	52.63	15.69	-	-
" 24/1	-	-	-	-	6.25	-	-	6.25	-	-	-	50.00	-	25.00	-
" 24/5	4.00	-	-	-	-	4.00	-	36.00	28.00	-	2.00	26.00	-	-	-
" 31/2	-	-	-	-	-	-	-	-	20.00	-	30.00	50.00	-	-	-
" 29/7	-	-	-	-	-	-	-	30.00	-	-	-	-	50.00	-	20.00
MÉDIA	0.69	3.60	6.42	-	3.80	0.37	2.82	11.40	8.04	1.19	2.45	13.22	3.12	37.22	5.25



Um esquema de Análise de Variância Unidirecional rejeitou a um nível de 99% a hipótese nula de ser semelhante a participação dos minerais instáveis e extremamente instáveis, nas duas formações. O que nos permite afirmar com um nível de certeza de 99% ser a Formação Resende diferente da Formação Floriano no que diz respeito à frequência de minerais instáveis pesados (Tabela XII).

TABELA XII

## TABELA DE ANDY DA FREQUÊNCIA DE MINERAIS PESADOS INSTÁVEIS

FONTE DE VARIACÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	TESTE "F"	M. D. S.
Formações	1	11.307,21	11.307,21	16.86	16.54
Resíduo	38	25.490,40	670,80		
Total	39	36.797,61			

Grupamento segundo a M. D. S.: Formação Floriano = 4.39% A  
Formação Resende = 38.59% B

Na tabela XIII estão grupados por classes de estabilidade os valores médios percentuais das duas formações.

TABELA XIII

## GRUPAMENTO DOS MINERAIS PESADOS POR CLASSE DE ESTABILIDADE (%)

	FORMAÇÃO RESENDE	FORMAÇÃO FLORIANO
Extremamente estável	40.37	56.08
Estável	21.24	24.13
Instável	19.20	3.97
Extremamente instável	6.43	1.19



No agrupamento dos minerais pesados utilizamos uma escala adaptada de SINDOWSKI (1949) segundo a resistência ao intemperismo. Isto porque, conforme opinião de VAN ANDEL (1959) o intemperismo provoca um decréscimo dos componentes menos estáveis (em ordem aproximada, augita, anfibólio e epidoto) e um incremento correspondente, relativo dos elementos estáveis: cinita, estauroлита, turmalina, zircão e rutilo.

Sob condições tropicais úmidas o intemperismo pode levar a uma profunda e completa alteração das associações minerais. É verdade que além do intemperismo na área fonte, outros fatores podem modificar a composição mineral, sendo assinalados por VAN ANDEL (1959):

- Destruição mecânica durante o transporte.
- Deposição seletiva dos minerais segundo o tamanho e a densidade.
- Destruição química após a deposição.

Conhecidas as condições de deposição na Bacia de Resende, parece-nos que além do intemperismo, apenas o último fator apontado por VAN ANDEL (ob.cit) deva ser considerado relevante para alterar as associações de minerais pesados verificadas nos depósitos.

Conforme será visto adiante, no capítulo de "Processos e Ambientes de Sedimentação", a Formação Resende que apresentou maior abundância em minerais instáveis, foi depositada, predominantemente por processo de águas correntes, portanto capaz de propiciar uma maior destruição mecânica dos minerais mais instáveis durante o transporte do que os processos de movimentos de massa que caracterizaram a deposição da Formação Flo



riano.

O efeito da deposição seletiva dos minerais pesados segundo o tamanho e densidade, tiveram seu efeito atenuado em nossa análise, na medida em que as amostras examinadas foram determinadas aleatoriamente nas duas formações. *e por que o fenômeno?*

O último fator focalizado por VAN ANDEL (1959) e amplamente analisado por PETTIJOHN (1963) realmente deve ser tido por relevante, na medida em que somos sabedores da rápida e intensa alteração pós deposicional sob condições tropicais úmidas. No entanto segundo PETTIJOHN (1963) a perda que se segue à deposição, por ele denominada dissolução intra estratal, apresenta um resultado muito similar ao produzido pelo intemperismo, o que pode ser verificado no quadro abaixo (Tabela XIV).

TABELA XIV

ESTABILIDADE DOS MINERAIS PESADOS (Modificado de SMITHSON)

SOLUÇÃO INTRAESTRATAL (Alteração pós deposicional)		METEORIZAÇÃO (Intemperismo)		METEORIZAÇÃO (Perfil do Solo)	
PETTIJOHN (1941)	SMITHSON (1941)	SINDOWSKI (1949)	GOLDICH (1938)	DRYDEN Y DRYDEN (1946)	
Rutilo	-	-	-	-	
Zircão	Zircão	Zircão	-	Zircão	
-	Rutilo	Rutilo	-	-	
Turmalina	Turmalina	Turmalina	-	Turmalina	
Monazita	Apatita	-	-	Monazita	
Granada	Monazita	-	-	-	
Biotita	Granada	-	Biotita	-	
Apatita	-	-	-	-	
Estaurolita	Estaurolita	Estaurolita	-	-	
Cianita	Cianita	Cianita	-	Cianita	
Horblândia	(Minerais ferro-magne- sianos)	Horblândia (Anf.)	-	Horblândia	
Augita	-	Augita	Augita	Estaurolita	
Olivina	-	Apatita	-	Granada	
		Olivina	Olivina		

Fonte: PETTIJOHN 1963 Quadro 95 página 502.



Acreditamos, face aos resultados encontrados, que o decréscimo em minerais pesados instáveis na Formação Floriano, estejam primordialmente relacionados ao intemperismo na área fonte dos sedimentos, embora não deva ser relegada a importância da alteração pós deposicional, que, no entanto, é difícil de ser avaliada em termos mineralógicos, posto que conforme foi observado por PETTIJOHN (1963) produz um resultado muito similar ao do intemperismo.

A presença na Formação Resende de minerais pesados julgados instáveis pelas duas escalas de alteração (intemperismo e solução intra estratal) sugerem predomínio da morfogênese mecânica na área fonte dos depósitos e uma quase ausência de alteração pós deposicional. Estes atributos testemunhariam a vigência de clima seco (árido ou semi-árido) por ocasião da deposição da citada formação. Condições climáticas estas que perduraram por um lapso de tempo significativamente longo, para permitir a não alteração pós deposicional dos minerais pesados instáveis.

Amostras de sub-superfície da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté), processadas mineralogicamente por SUGUIO (1969) revelaram uma quantidade muito grande de granada rósea com diminuição da frequência relativa dos outros minerais. Discordo do citado autor, quanto à estranheza da abundância em granadas que considera fugir a regra para estes sedimentos.

Consideramos tal ocorrência plenamente compatível com o caráter redutor do ambiente da formação, bem como pelas condições paleoclimáticas a que foi submetida a área fonte dos depósitos, que favoreceram a morfogênese mecânica em detrimento do intemperismo químico. Estas condições já seriam suficientes



para explicar a existência abundante de tais minerais.

Tanto na Formação Resende como na sua congênere a Formação Tremembé, estas evidências tendem a ser reforçadas na medida em que são conjugados aos minerais pesados, resultados referentes aos argilo-minerais, teor em feldspato bem como indicadores palinológicos.

### Área Fonte

Embora não possua a Bacia de Resende, mapeamento petrográfico, é possível através de algumas associações de minerais pesados inferir sobre as prováveis áreas fontes dos sedimentos.

A disposição alongada e estreita da bacia associada com um reconhecimento prévio dos paleo-fluxos de deposição favorecem o estabelecimento da relação das associações minerais com as prováveis rochas fornecedoras.

Com o intuito de facilitar o relacionamento das associações de minerais pesados com a área fonte, transcrevemos a tabela apresentada por KRUMBEIN e SLOSS (1969). (Tabela XV).

TABELA XV  
MINERAIS PESADOS TÍPICOS PARA CERTOS TIPOS DE ROCHA

ROCHAS IGNEAS ÁCIDAS	ROCHAS IGNEAS BÁSICAS	PEGMATITOS	ROCHAS META MÓRFICAS	SEDIMENTOS RE- TRABALHADOS
Apatita Biotita Horblenda	Anatásio Augita Broquita	Cassiterita Fluorita Topázio	Andaluzita Granada Horblenda Alcalina	Glauconita Óxido de ferro Rutilo
Magnetita Monazita Moscovita Titanita Zircão	Cromita Hiperstênio Ilmenita Leucorênio Olivina Rutilo	Turmalina Wolfranita	Cianita Silimanita Estauroлита	Turmalina Zircão

Fonte: KRUMBEIN e SLOSS (1969) tabela 4-11 página 163.



A observação dos histogramas de minerais pesados, (Figs. 66 e 67) cujas amostras estão orientadas de montante para juzante da bacia, permite algumas inferências quanto a provável área fonte dos depósitos.

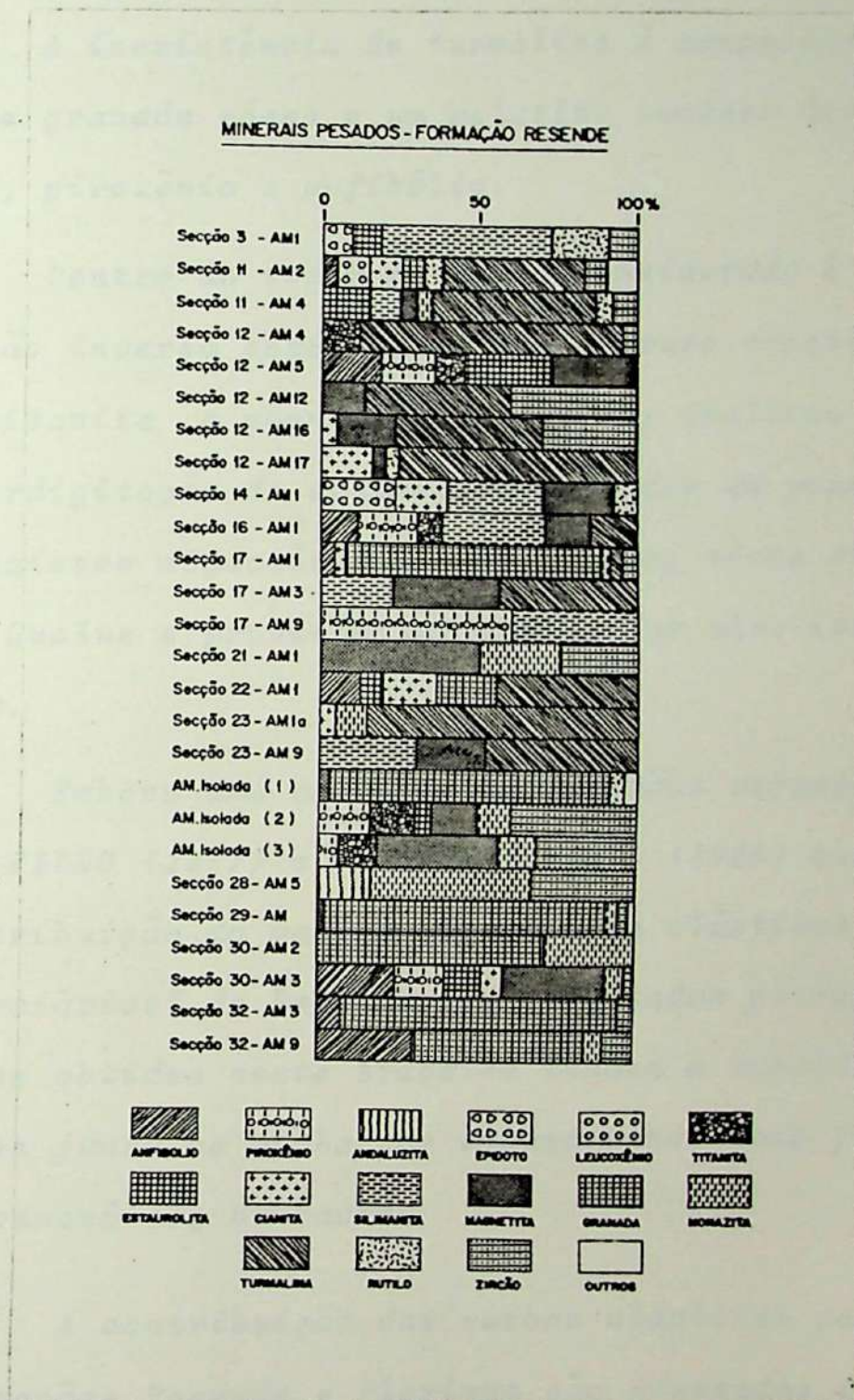


Fig. 66 - Histogramas de minerais pesados da Formação Resende



### Formação Resende

Nas secções situadas entre Engenheiro Passos e o Centro da Bacia (Próximo do posto da Patrulha Rodoviária), a turmalina tão frequente nas demais secções é ausente.

A inexistência de turmalina é compensada com elevados teores de granada rósea e um relativo aumento dos percentuais de monazita, piroxênio e anfibólio.

Dentro do setor da bacia considerado é percebida uma correlação inversa entre granada e o grupo constituído por piroxênio, titanita e magnetita, o que nos inclinou a concluir por uma interdigitação de sedimentos oriundos de gnaisses (principalmente gnaisses migmatíticos e granítico, ricos em granada) da região de Queluz e provenientes das rochas alcalinas do Maciço do Itatiaia.

Embora uma corrente de opiniões representada por RIBEIRO FILHO (1967) e BJORNBERG et al (1969) concluam por uma não contribuição do maciço alcalino em clásticos para os depósitos "terciários" de Resende, Os resultados petrográficos e mineralógicos obtidos neste trabalho tendem a considerar as rochas alcalinas junto às rochas do embasamento, como fonte dos depósitos neocenozóicos da bacia.

A contribuição das rochas alcalinas para os depósitos das formações Resende e Floriano são atestadas simultaneamente, pelas associações mineralógicas (titanita e magnetita) e presença de clásticos grosseiros alcalinos disseminados ao longo da Bacia.



A interdigitação de depósitos de áreas fontes diversas, estaria relacionada à interação de processos fluvial e de encosta (corridas de lama) que caracterizaram a Formação Resende no trecho considerado.

Os clásticos alcalinos seriam fornecidos pelo maciço Alcalino, já exposto à erosão sob a forma de diversas corridas de lama e as associações mineralógicas lideradas pela granada seriam fornecidas pelo gnaiss da região de Queluz (montante do paleo-Paraíba).

RIBEIRO FILHO (1967) assinalou no município de Queluz a presença de gnaiss migmatítico rico em granada.

Entre os quilômetros 2 e 6 da estrada que liga Resende a Barreiros, foi registrada a ocorrência de quartzito rico em turmalina, provável responsável por parte dos elevados teores deste mineral, assinalados nas secções situadas à juzante deste afloramento.

Associação de cianita, estauroлита, silimanita, epidoto e andaluzita, presentes nas secções de juzante se relacionariam a outras rochas metamórficas do embasamento.

É evidente que aos resultados apresentados só pode ser imputado um caráter de esboço de possíveis áreas fontes, já que as associações de minerais pesados, revelam muitas vezes uma mistura de fontes diversas, principalmente em direção à juzante da Bacia.



Formação Floriano

As associações de minerais pesados da Formação Floriano, praticamente reproduzem o mesmo relacionamento, com a área fonte dos sedimentos, assinalados na Formação Resende. (Fig.67).

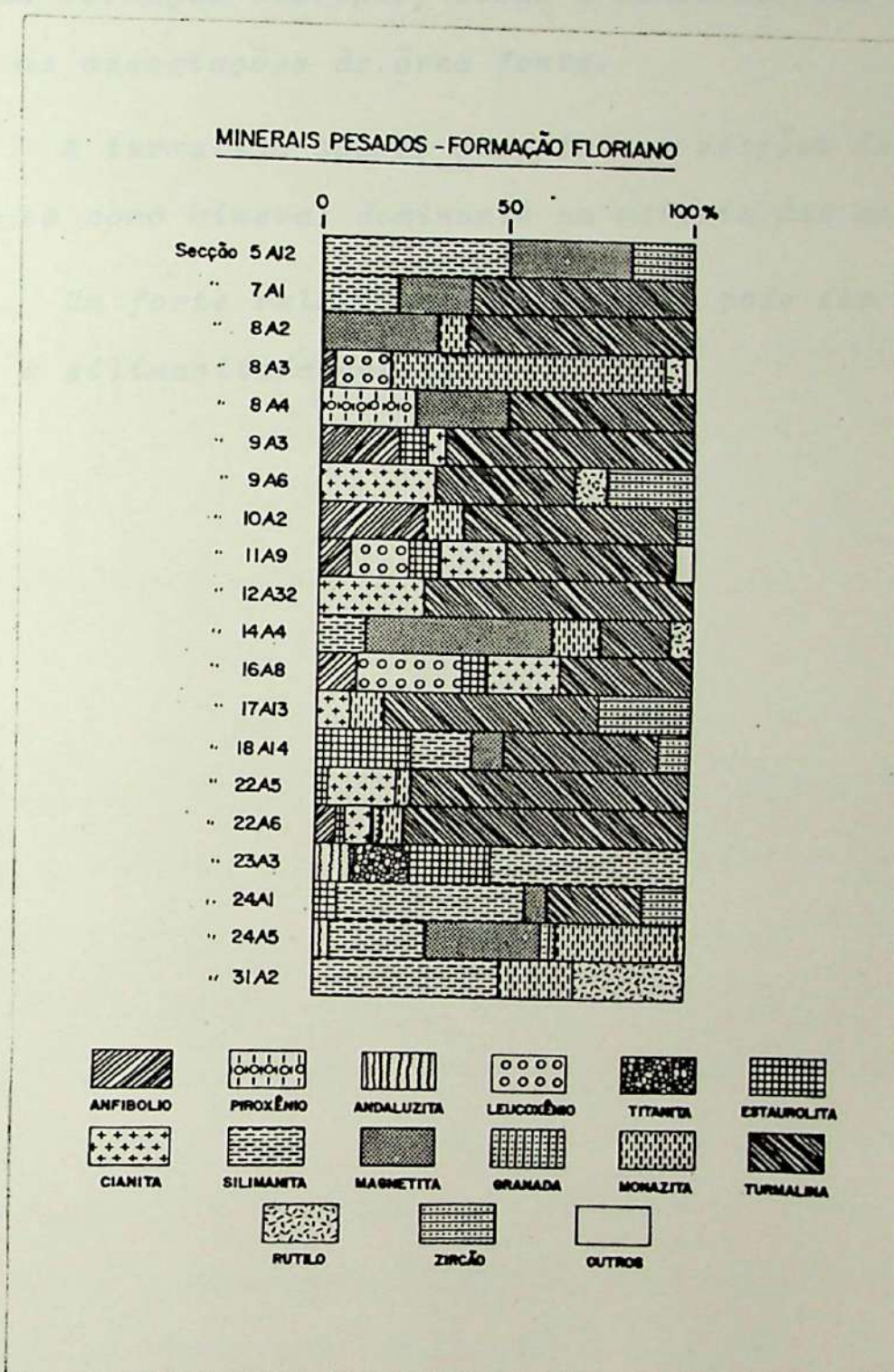


Fig. 67 - Histograma de minerais pesados da Formação Floriano.



Por ser a formação constituída em parte de "depósitos retrabalhados da Formação Resende, seus sedimentos tendem a apresentar uma maior mistura mineralógica, muito embora, o processo de movimentos de massa responsável pela maioria dos sedimentos da Formação Floriano, tenda a conservar nas secções periféricas as associações da área fonte.

A turmalina apenas ausente nas secções de montante, destaca-se como mineral dominante na maioria das associações.

Um forte relacionamento inverso pode ser notado entre cianita e silimanita/magnetita.



### 3. Feldspato

A natureza dos minerais leves foi determinada pela contagem de 100 grãos da fração 2  $\phi$  phi (0.50-0.25mm) em lupa binocular. Foram escolhidas aleatoriamente 20 amostras da Formação Resende e 20 amostras da Formação Floriano entre os sedimentos arenosos. Escolhemos a fração 2  $\phi$  phi por ser a classe modal mais expressiva nos sedimentos arenosos das duas formações. HAYNES (1962) demonstrou que não há modificações significativas nas percentagens relativas de feldspatos em função do tamanho do grão, principalmente quando é considerado o feldspato total.

DE MEIS e AMADOR (1974) verificaram na Formação Macacu, um aumento do teor de feldspato em direção às frações arenosas do feldspato parcialmente decomposto.

Era nossa intenção inicial, utilizar o processo de contagem em lâminas, através da técnica do ácido fluorídrico e cobaltonitrito de sódio, descritas por HAYNES e KLUGMAN (1959). Este procedimento permite distinguir os feldspatos potássicos dos plagioclásios, o que é de grande valia na interpretação paleoclimática. Deixamos de adotar esta técnica, por sentirmos que não seria apropriada nas amostras da Formação Floriano, que apresentam caulínização diferencial. Mesmo porque um estudo mais detalhado do tipo de feldspato presentes exigiria novos esforços plenamente dispensáveis no momento em que os resultados de minerais de argila e minerais pesados já oferecem farto subsídio à interpretação paleoambiental.

Na tabela XVI, estão registrados os resultados da frequência de feldspato observados em amostras das duas formações.



TABELA XVI  
FREQUÊNCIA DAS CLASSES DE TEOR EM FELDSPATO %

CLASSE %	FORMAÇÃO RESENDE	FORMAÇÃO FLORIANO
0	5	65
01 a 5	15	15
5.1 a 10	20	15
10.1 a 25	50	5
25	10	0

Um teste de análise de variância unidirecional, foi aplicado no sentido de comparar o teor em feldspato das duas formações.

Os resultados demonstraram com um nível de 99% de certeza serem as duas unidades estratigráficas diferentes quanto à presença de feldspato em seus sedimentos (Tabela XVII).

TABELA XVII  
TABELA DE ANOV DO TEOR EM FELDSPATO

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	TESTE "F"	M. D. S.
Formações	1	1.036	1.036,00	31.02 ++	4,0
Resíduo	38	1.274	33,52		
Total	39	2.310			

Agrupamento segundo a M. D. S.: Formação Floriano 2,3% A  
Formação Resende 12,5% B

A par da notável diferença em teor de feldspato constatada nas duas formações, devem ser feitas algumas considerações.



Na Formação Resende, embora os grãos de feldspato sejam encontrados frescos e sem evidências de alteração pós deposicional, não possuem em percentual a mesma expressão assinalada em outras formações sedimentares. Nas formações Guabirotuba (Bigarella e Salamuni-1962), São Paulo (Suguió-1969) e Macacu, (De Meis e Amador-1972), correlacionáveis a Formação Floriano, apesar da forte alteração pós deposicional registrada, são determinados teores elevados de feldspato, muitas vezes acima de 40%.

As camadas lenticulares da Formação Guabirotuba, com percentagens muito elevadas de feldspato, chega, <sup>quem</sup> segundo BIGARELLA e SALAMUNI (1962) a confundir-las com o gnaisse alterado do embasamento cristalino.

Os teores máximos de feldspato na Formação Resende, na ramente se enquandram na classe dos arcósios (mais de 25% de feldspato), apenas 10% das amostras satisfazem essa condição. O que nos leva a acreditar numa relativa pobreza de feldspatos nas rochas que constituíram a área fonte dos depósitos.

A ausência ou os teores baixos de feldspatos, observados nos sedimentos da Formação Floriano, deve-se, além da pobreza relativa da área fonte nestes minerais, à ação do intemperismo pré e pós deposicional sofridas pelos sedimentos.

O significado geológico dos arcósios ou areias arcóianas tem sido matéria controvertida. Alguns autores interpretam a riqueza de feldspatos em sedimentos como decorrência de forte amplitude topográfica, frequentemente associada à atividade tectônica de soerguimento.



No seu trabalho sobre a Bacia de Taubaté, SUGUIO (1969) associa à riqueza em feldspato da Formação São Paulo; "além de uma rocha mãe adequada, deve ter influido grandemente o relevo a brupto existente na área, graças ao forte desnível entre a zona fornecedora e a bacia de sedimentação, em virtude de uma constante reativação das falhas durante a deposição". Segundo o mesmo autor (ob.cit) os sedimentos feldspáticos "são mais favorecidos pe la erosão rápida em uma área de relevo acentuado do que por condições climáticas específicas. Podendo ser conservados em climas variando desde tropical até sub-ártico".

Na opinião de KRYNINE (1935) os fatores mais importantes para a existência de feldspato nos depósitos são a rapidez de erosão e de soterramento. Iguais condições são estabelecidas por KRUMBEIN e SLOSS (1969) para quem os depósitos de arcósios representam soterramento rápido associado a relevo enérgico ou em depressões de falhamento.

Areias fluviais recentes, sob condições tropicais ou temperadas, mesmo oriundas de fortes gradientes topográficos, apresentam valores de feldspato bem inferiores aos registrados em grande parte de nossas formações neocenozóicas.

No Rio South Canadian, Texas, estudado por POLLACK (1961), os teores de feldspato encontrados dificilmente atingem 20%. Candy, 1961  
Muller, 1961

Quantidades inexpressivas de feldspato foram encontradas por BIGARELLA e SALAMUNI (1962) nos sedimentos holocênicos das várzeas da Bacia de Curitiba.

Irrisórios também foram os teores de feldspato determi



nados por FULFARO (1966) ao estudar a composição dos rios da região de Angatuba (SP). PETRI e SUGUIO (1972) não assinalaram a presença de feldspato nas formações arenosas nos materiais de escorregamento de Caraguatatuba (SP).

No nosso entender as condições paleoclimáticas vigentes na área fonte dos sedimentos da Formação Resende, onde a morfogênese mecânica e o transporte eram mais eficientes que o intemperismo, permitem explicar a preservação dos feldspatos. Aliás somente tais condições poderiam explicar o predomínio dos argilo-minerais do grupo da montmorilonita nas argilas desta formação.

Os feldspatos frescos da Formação Resende tendem a se situar nas categorias de arredondados a bem arredondados, quanto ao trabalhamento diferente portanto do quartzo que apresentam-se via de regra sub-angulosos. Essa diferença de trabalhamento seria definida por FOLK (1968) como uma consequência da resistência diferencial dos dois minerais quando submetidos a abrasão.

Ainda segundo palavras de FOLK (1968): "Well-rouded, fresh feldspar if present in moderate to abundant quantities are excellent indicators of an arid climate and peneplane conditions".

As menores porcentagens de feldspatos obtidas nos sedimentos da Formação Floriano, assim como o alto estágio de intemperização apresentado, sugerem atuação mesmo que parcial de intemperismo químico na área fonte e alteração pós deposicional do depósito.



É muito provável que um clima úmido tenha precedido a deposição da Formação Floriano, sendo responsável pela alteração das rochas que compunham a área fonte dos sedimentos.

A alteração do gnaíse que jaz em discordância sob a formação, a pobreza em minerais instáveis (minerais pesados, argilo minerais e feldspato) e a relativa expressão dos argilo-sílticos nas associações texturais, são algumas das evidências que testemunharam a vigência de um clima úmido anterior a deposição da formação.

A resultado semelhante chegaram BIGARELLA e SALAMUNI (1962) para quem a composição textural da Formação Guabirotuba, bem como a frequência reduzida de rudáceos atestaria as condições úmidas que antecederam a deposição.

A alteração pós deposicional está por nós testemunhada nos diversos graus a que foram submetidos os feldspatos da Formação Floriano, principalmente nos sedimentos arenosos estratificados. A nosso ver a presença de feldspatos caulinizados é incompatível com as condições hidrodinâmicas que regem o processo por águas correntes. O retrabalhamento fluvial de depósitos de corridas de lama, com feldspato alterado, provocaria certamente a solubilização do caulim.



#### 4. Conclusão dos caracteres mineralógicos (Considerações Paleoclimáticas)

Os resultados mineralógicos, revelaram-se altamente diagnósticos no que diz respeito à individualização das unidades estratigráficas.

1) A Formação Resende caracterizou-se pelo predomínio absoluto dos argilo-minerais do grupo da montmorilonita, expressão dos minerais pesados instáveis e teores relativamente elevados de feldspato, pouco alterado.

Estes atributos mineralógicos sugerem o predomínio da morfogênese mecânica na área fonte dos sedimentos, bem como um ambiente de caráter redutor que permitiu a preservação de minerais instáveis ao intemperismo químico.

2) Na formação Floriano, é pequena a frequência dos minerais pesados instáveis, os argilo minerais do grupo da caulinita predominam e uma pobreza relativa de feldspatos (bastante alterados) é verificada. Estes atributos mineralógicos atestariam a existência na área fonte de condições climáticas propícias à parcial decomposição química dos minerais instáveis. O caráter oxidante do ambiente associado à alteração pós deposicional dos sedimentos seriam responsáveis pelo acentuamento da pobreza em minerais instáveis

Com base nos resultados até o momento obtidos é tentada uma reconstituição do clima vigente por ocasião da deposição das duas formações sedimentares.

A Formação Resende face aos caracteres mineralógicos apresentados, que evidenciam a persistência de minerais quimicamente instáveis, sugerem a vigência por ocasião da deposição de



um clima provavelmente sêco (árido ou semi-árido) que seria responsável pelo prevalecimento da morfogênese mecânica na área fonte e pela associação dos processos de movimento de massa e rios anastomosantes. Estes processos caracterizadores da Formação Resende têm suas estruturas facilmente perceptíveis nas exposições.

Em trabalho palinológico, recente, efetuado com amostras da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté), por nós parcialmente correlacionável à Formação Resende, WICKERT (1974) assim se refere às constelações de palinomorfos identificados: "a maior parte dos grãos de pólen sugerem, levando-se em consideração a afinidade com generos recentes, ambientes sêcos até xerofítico".

Deve ser assinalado que a Formação Tremembé conforme aludimos antes, apresenta perfeita identidade mineralógica com a Formação Resende, principalmente no que diz respeito ao predomínio dos argilo-minerais do grupo da montmorilonita, expressão em minerais pesados instáveis (sobretudo granada) e teores relativamente elevados de feldspato pouco alterado.

Referindo-se ao ambiente climático durante a deposição da Formação Tremembé, SUGUIO (1969) assim se manifestou: "pode-se pensar em clima diferente do atual, devido à presença da argila montmorilonítica".

Um estudo palinológico, por nós efetuado, com sedimentos da Formação Resende, revelou considerável concentração de grãos de pólen. A breve identificação dos generos representados permitirá sem dúvida uma melhor precisão no estabelecimento do tipo climático a que foi submetido a área fonte dos sedimentos da Formação Resende.



A persistência das mesmas características mineralógicas e estruturais, verticalmente observadas nas exposições disponíveis, levam a concluir pela continuidade das condições secas por um longo lapso de tempo.

O fecho da sedimentação da Formação Resende, provavelmente situado no Plioceno médio/superior, oferece subsídios valiosos para a interpretação paleoclimática.

O arredondamento dos blocos e seixos, do membro Rudáceo da Formação Resende, que correspondem ao fecho da sedimentação da Formação Resende, no flanco sul do maciço alcalino do Itatiaia, testemunhariam o início de uma gradual umidificação do clima na área fonte dos rudáceos, biostásia, segundo ERHART (1962)

Não correlacionável a abrasão por transporte, dadas as condições lubrificantes do processo de movimento de massa "mud flow", o arredondamento dos rudáceos é atribuído à atuação da decomposição ao longo de sistemas ortogonais de diaclases.

A atuação deste tipo de intemperismo exige a vigência de condições climáticas úmidas.

É interessante notar que os sedimentos fluviais da Formação Resende, interdigitados com os depósitos rudáceos não sofreram alterações marcantes em sua composição mineralógica. Fato que sugere ter sido a umidificação do clima, lenta e provavelmente mais acentuada nos setores elevados do maciço de onde provieram a maioria dos clásticos.



Um dos pontos mais delicados, diz respeito ao clima vigente por ocasião da deposição da Formação Floriano, visto que sendo os sedimentos desta formação geralmente afossilíferos, mesmo em se tratando de palinomorfos, as inferências paleoclimáticas são extraídas de dados mineralógicos, nem sempre satisfatórios.

Parece inegável a persistência das condições úmidas, que tiveram início no fecho da Formação Inferior, até o início da deposição da Formação Floriano.

A pobreza em minerais instáveis, o predomínio dos argilo minerais do grupo caulinita, bem como a relativa expressão dos argilo-silticos nas associações texturais, testemunhariam a vigência de um clima úmido anterior à deposição da Formação.

Os depósitos da Formação Guabirota, segundo BIGARELLA e SALAMUNI (1962) documentariam a atuação de um clima predominantemente úmido, pré-formação, responsável pela elaboração de um registro que seria removido com o advento de um clima semi-árido.

A riqueza excepcional em feldspatos encontrados em sedimentos da Formação Guabirota seriam assim explicados por BIGARELLA e SALAMUNI (1962), "a mudança climática, eliminando a cobertura vegetal e modificando o sistema fluvial, facilitou a remoção rápida de parte do regolito, expondo à erosão rochas menos intemperizadas e mesmo fresca. Desse processo resultou uma grande disponibilidade de cristais de feldspatos que, embora mostrassem vários graus de caulinitização, foram transportados para a bacia, sem serem totalmente destruídos".



A maioria das formações neocenozóicas, "parcialmente" correlacionáveis à Formação Floriano, tais como: Formação Guabirota, Formação Pariquera-Açu, Formação São Paulo (São Paulo e Bacia de Taubaté) segundo BIGARELLA et al (1965b), testemunhariam clima semi-árido. Segundo estes autores a maioria dos depósitos seria formada durante intervalos secos intercalados por fases úmidas, sendo os intervalos secos responsáveis pela maior eficiência de sedimentação.

Opinião divergente foi expressa por ALMEIDA (1955) que apoiado em critérios sedimentológicos admitiu clima úmido tropical, não muito diferente do atual, para o ambiente de deposição das camadas de São Paulo!

PETRI E SUGUIO (1972) tentam refutar as idéias de flutuação climática como responsáveis pela deposição das formações neocenozóicas. Considerando ser "necessário melhor definição do que consiste o clima semi-árido dos autores que defendem a idéia da influência preponderante do clima no tipo dos sedimentos". Segundo os mesmos autores, os sedimentos dos escorregamentos de Caraguatatuba (SP) por eles estudados "possuem muitas características comuns aos sedimentos neocenozóicos e foram formados em uma das regiões mais úmidas do Brasil". Não de convir os citados autores que as grandes concentrações de chuvas no Brasil Sudeste, constituem episódios espasmódicos de um tipo de clima, que segundo NIMER (1972) se caracteriza principalmente por apresentar notáveis desvios pluviométricos anuais. Estes episódios constituíram, em última instância, um arremedo das condições vigentes sob clima semi-árido.



Discordamos, dos citados autores (ob.cit) quanto à possibilidade de pequenos períodos de flutuação entre fases sêcas e úmidas, serem responsáveis por espessos pacotes sedimentares cenozóicos.

No nosso entender as fases sêcas e chuvosas deveriam ter no cenozóico uma duração suficientemente longa, para permitir a elaboração dos níveis pedimentares.

Sob condições úmidas, certamente a drenagem organizada, promoveria a evacuação dos detritos liberados por movimentos de massa, não permitindo a retenção dos sedimentos no sítio de deposição.

De outra forma curtos períodos de fases sêcas e úmidas, se encarregariam certamente da destruição de minerais instáveis, como o feldspato, amplamente referidos nas formações neocenozóicas. Ø que aliás não foi assinalado nas areias do material de escorregamento estudadas por PETRI e SUGUIO (1972).

Face às características mineralógicas, texturais e estruturais, apresentadas pela Formação Floriano, acreditamos que grande parte dos sedimentos tenham se originado da decomposição química, em clima úmido, das rochas cristalinas pré-cambrianas. As condições de transporte e deposição estariam relacionadas à mudança para um tipo climático caracterizado por fortes concentrações pluviométricas intercaladas com fases sêcas. Este tipo climático provavelmente semi-árido ou semi-úmido, seria responsável pela remoção rápida do regolito, até atingir um estágio de usura, em que o regolito parcialmente lixiviado era levado para a Bacia, permitindo a existência de alguns minerais instáveis nos sedimentos.



É provável que parte dos minerais instáveis encontrados na Formação Floriano, tenham sua origem no retrabalhamento de sedimentos da Formação Inferior.

A definição (precisa) do tipo climático responsável pela deposição da Formação Floriano, face à inexistência de restos orgânicos é aqui apenas inferida com base nas características litológicas e estruturais do depósito. No nosso entender, novas provas indicativas das condições climáticas devem ser buscadas.

Após o fecho da sedimentação da Formação Floriano, flutuações climáticas teriam sido responsáveis pela elaboração de níveis de erosão e terraços, a partir do topo da superfície de agradiação dos sedimentos da formação. Na Bacia de Resende, foram identificados 3 níveis pedimentares, alguns deles associados a terraços, que corresponderiam, segundo BIGARELLA e AB'SABER (1964) aos três últimos períodos glaciais do quaternário.



## VII CONSIDERAÇÕES GEOCRONOLÓGICAS

Devido o caráter afossilífero da maioria das formações neocenozóicas brasileiras, a idade dos depósitos é geralmente arbitrada em bases não muito seguras. Isto vem permitindo divergências na datação de alguns depósitos sedimentares, havendo no entanto um certo concenso em atribuir idades entre o plioceno e o pleistoceno para a maior parte das formações. Uma solução seria proposta por AB'SABER (1957) e seguida inicialmente por BIGARELLA e SALAMUNI (1962), ao atribuir idade plio-pleistocênica as Camadas de São Paulo.

Desde os trabalhos pioneiros de PISSIS (1842) e DERBY (1884) os pesquisadores tem se revezado em atribuir aos sedimentos indivisos, da Bacia de Resende idade "terciária". AB'SABER e BERNARDES (1956) referiram-se aos depósitos da Bacia de Resende como "oriundos de uma barragem parcial do Rio Paraíba, realizada aproximadamente no fecho da era terciária (plioceno)". Igual datação seria conferida por FREITAS (1956).

Os últimos trabalhos ocupados em desenvolver alguns aspectos da Bacia de Resende, ou tem mantido o termo "terciário" para expressar a idade dos depósitos (PENALVA, 1967 e RIBEIRO FILHO, 1967) ou se omitem no que diz respeito ao estabelecimento de uma datação (BJORNBERG et all, 1968). Os últimos autores, em trabalho de natureza estrutural/sedimentológica, concluem através de um relacionamento dos sedimentos com as rochas alcalinas, terem os sedimentos precedido a formação da atual escarpa existente na região.



A descoberta de remanescentes de pediplanos por BIGARELLA et all (1962) nas faldas da Serra de Iqueririm (SC) veio conferir aos critérios geomorfológicos, papel relevante no que diz respeito a cronologia relativa de depósitos sedimentares.

Os pediplanos  $Pd_2$  e  $Pd_1$  elaborados segundo BIGARELLA et all (1965b) no terciário médio e pleistoceno, respectivamente, seriam amplamente utilizados, através de seu relacionamento com os depósitos, para conferir limites mais seguros nas datações inferidas, além de permitir o estabelecimento, em bases mais reais, da correlação estratigráfica entre as formações neocenozóicas.

Segundo BIGARELLA et all (1965b) a Formação Guararapes (parte inferior do Grupo Barreiras) seria depósito correlativo da superfície de erosão ( $Pd_2$ ) e as formações Riacho Morno (parte superior do Grupo Barreiras), Guabirota, Alexandra, Pariqueira-Açu e parte da Formação Graxaim, seriam correlativas do aplainamento  $Pd_1$ .

Considerando os critérios geomorfológicos, a Formação Resende teria idade terciária média superior (mioceno-plioceno) e a Formação Floriano seria pleistocênica, isto porque:

A Formação Inferior (Formação Resende) é truncada pela superfície de aplainamento  $Pd_1$ , sendo portanto mais antiga que este pediplano e, provavelmente, depósito correlativo do pediplano paleogênico  $Pd_2$ . A Formação Superior (Formação Floriano) se constituiria em depósito correlativo da superfície de erosão  $Pd_1$ , por ter seus depósitos truncando tal superfície.



Embora o emprego de critérios geomorfológicos tenha correspondido em diversos estudos, permitindo uma base relativa de datação e correlação de formações, há necessidade de se conjugar a este critério argumentos paleontológicos, que por certo reforçariam os resultados obtidos. Evidentemente dado o caráter afossilífero da maioria das formações neocenozóicas, tal complementação fica limitada àquelas formações que apresentem conteúdo fossilífero de interesse paleontológico.

A existência de uma bacia sedimentar, contemporânea e vizinha (Bacia de Taubaté) rica em fósseis e cujas formações são correlacionáveis às individualizadas na Bacia de Resende, não fosse:

A controvérsia entre os paleontólogos a respeito da idade dos fósseis.

A imprecisa localização dos fósseis na coluna estratigráfica, devido principalmente à indefinição dos limites entre as formações; permitiria fosse feita uma correlação estratigráfica com margens de segurança no que diz respeito a real idade das formações analisadas na Bacia de Resende.

Na Bacia de Taubaté, os geólogos e geomorfólogos tenderam a considerar os depósitos plicênicos, divergindo dos paleontólogos (BEURLEN, 1950; SANTOS e TRAVASSOS, 1953; SANTOS, 1954 e 1959 e PAULA COUTO, 1956 e 1958) que atribuíam idade pleistocênica, baseados principalmente na fauna de peixes fósseis encontrada em Tremembé.



A recente descoberta de restos fósseis de mamíferos, *Notoungulata-Leontinidae*, nas argilas bentoníticas da Formação Tremembé, segundo PAULA COUTO e MEZZALIRA (1971) "não admite mais dúvidas a respeito da atribuição daqueles depósitos ao Terciário Médio". Sendo a Formação Tremembé datada, segundo os autores supra-citados, do Oligoceno ou do Mioceno Inferior.

Com bases na interpretação de palinomorfos, WICKERT (1974) sugere idade Terciária Inferior para os sedimentos mais profundos da Formação Tremembé.

Embora não apresentando a mesma pujança em fósseis da Formação Tremembé, a Formação Resende tem revelado a ocorrência isolada de algumas fácies sedimentares dotadas de conteúdo fossilífero. Atribuimos a menor expressão em fósseis na Formação Inferior da Bacia de Resende, ao ambiente de "Baja - da" que parece ter predominado na deposição.

Algumas referências foram feitas a achados paleontológicos na Região de Quatis (município de Barra Mansa), tendo MORAES (1929 e 1945) assim se pronunciado: "esses terrenos consistem em folhelhos e arenitos e, em certos pontos, encerram fósseis de água doce, linhito e fragmentos de madeira carbonizada".

Nova ocorrência de linhito com pirita, associado a restos vegetais (folhas e pólen) seria por nós detectada em sedimentos da Formação Resende, em outro setor da Bacia.



Estas ocorrências esparsas, permitidas por pequenos setores ambientais de baixa energia (playa), além de conferirem à Formação um caráter fossilífero, tendem a acentuar a idade (miocênica-pleiocênica) a ela por nós atribuída.

Face ao quadro apresentado, parece haver convergência entre as datações obtidas por critérios geomorfológicos e paleontológicos.

Com base nesses resultados propomos provisoriamente, para a Formação Resende idade terciária média superior (mioceno-pleioceno) e para a Formação Floriano idade quaternária (pleistoceno).



## VIII. PROCESSOS DE DEPOSIÇÃO

### Formação Resende

A Formação Resende foi depositada predominantemente, por processo fluvial, com características de rio anastomosado ("braided river") em ambiente de "bajada".

Segundo DOEGLAS (1962) as condições essenciais para a existência dos rios anastomosados seriam: clima árido ou semi-árido, rarefação da vegetação e grande declividade. Todos esses fatores estariam disponíveis durante a deposição da Formação Resende.

A condição climática na área fonte dos depósitos parece ter sido a de clima árido ou semi-árido.

Esta atribuição foi possível graças a convergência dos resultados das análises mineralógicas quanto a presença de minerais instáveis nos sedimentos da formação.

O caráter fluvial do processo é facilmente evidenciado pela forma dos litossomas, pelos padrões de estratificação e principalmente pelas associações texturais observadas nos depósitos.

A sequência dos sedimentos e a forma tabular dos depósitos sugerem ter sido a sedimentação predominantemente por acréscimo vertical (agradiação).

O exame do perfil vertical sugere por outro lado o predomínio de depósitos de canal, compostos de areia e grânulo e secundariamente enriquecido com concentrações de rudáceos e feldspáticos.



A *fácies fina* (argilo-siltica), possivelmente relacionada a planície de inundação (flood plain) tem sua ocorrência bastante restrita. Raras foram as secções geológicas que revelassem uma maior expressão das *fácies finas*. Estas se concentram basicamente na região de Quatis, constituindo-se nas porções de baixa energia (playa) da formação. Em alguns pontos esporços esta unidade revelou-se fossilífera.

Estruturas primárias são frequentes na Formação, sendo observadas em 57% dos sedimentos. Estão via de regra, associadas as *fácies arenosa e areno-siltica*.

Predomina os tipos entrecruzada planar e acanalada (MCKEE e WEIR, 1953) e sub horizontais. Em unidades arenosas, associadas a conglomerados, pode ocorrer algumas macro estratificações entrecruzadas.

A *fácies arenosa estratificada* é geralmente a melhor selecionada e apresenta valores leptocúrticos de Kurtosis e assimetria positiva.

Na opinião de FOLK e WARD (1957) os sedimentos fluviais tendem a assumir valores positivos de assimetria e curvas leptocúrticas, devido a composição nos seus sedimentos de uma carga de saltação e suspensão. Rios anastomosados ("braided rivers") podem incluir carga de arrasto introduzindo uma nova moda.

Como pode ser observado, os sedimentos arenosos que caracterizaram a formação, se enquadram texturalmente como fluviais.



Os sedimentos argilo-silticos, embora relacionados ao processo fluvial adquirem baixa seleção, valores baixos de assimetria e Kurtosis mesocúrtica.

A contribuição dos processos de movimento de massa é representada na Formação Resende pelo seu membro rudáceo, que ocorre na flanco sul do maciço alcalino do Itatiaia.

#### Membro Rudáceo da Formação Resende

Os depósitos rudáceos são constituídos por blocos e seixos, com predomínio de rochas alcalinas e possuem grande talhe, podendo eventualmente atingir 3 metros de diâmetro.

Os rudáceos, que se dispõem em camadas tabulares espessas, interdigitadas com os sedimentos arenosos estratificados da Formação Resende, estariam relacionados a diversas corridas de lama "mud flow" ou corridas de areia "sheet flow", que teriam servido de veículo para o transporte dos blocos. O retrabalhamento fluvial seria responsável pela remoção dos finos (matriz) e concentração dos grosseiros.

Entre os detritos removidos pelo processo fluvial e disseminados ao longo da Bacia, podem ser encontrados fragmentos de rochas alcalinas com diâmetros superiores a 5 cm. Este diâmetro pode ser indiretamente tomado como uma medida da competência de transporte do "paleo Rio Paraíba".

Os rudáceos constituem o fecho da deposição da Formação Resende e a forma parcialmente arredondada dos clásticos seria por nós tomada como indício de umidificação do clima na área fonte.



### Formação Floriano

A Formação Floriano é em traços gerais\* semelhante a outras formações cenozóicas brasileiras.

Os aspectos sedimentológicos e estruturais sugeriram ser ela relacionada a ambiente de cones aluviais coalescentes.

A condição paleoclimática responsável pela deposição das formações similares, tem sido relacionada a clima semi-árido (BIGARELLA e SALAMUNI, 1962; BIGARELLA e MOUSINHO, 1965 e DE MEIS e AMADOR, 1972) entre outros.

Na Formação Floriano os resultados demonstraram a vigência de clima mais seco que o atual, porém não tão extremo quanto o da Formação Resende.

As diferenças mineralógicas, texturais e mesmo processuais entre as duas formações são bastante nítidas para admitir identidade climática.

Tem sido motivo de controvérsias, a fixação dos processos responsáveis pela deposição das formações cenozóicas.

BIGARELLA e SALAMUNI (1962), BIGARELLA e ANDRADE, (1965) e BIGARELLA e DE MEIS (1965) entre outros, consideram os depósitos como resultado da atuação de processos de movimento de massa (mud flow) e (sheet flow). A base da argumentação dos autores é pautada principalmente no elevado número

\* Na verdade, a correlação é apenas parcial, na medida em que a maioria destas formações não tiveram suas unidades inferiores e superiores individualizadas.



de classes texturais e baixa seleção dos sedimentos, além da relativa pobreza em estruturas primárias observadas. MABESSONE (1965), WERNICK (1966), SUGUIO (1969) e FRANZINELLI entre outros, com base nos padrões texturais usuais propõem predomínio do processo fluvial.

A principal dificuldade na interpretação dos processos a partir dos resultados texturais prende-se a alteração pós deposicional dos depósitos.

Em trabalho anterior AMADOR e DE MEIS (1972) verificando que areias arcólicas estratificadas, tendiam a adquirir uma moda artificial provocada pela alteração diagenética do feldspato, consideraram inadequados os padrões texturais usuais de interpretação de processos.

Através dos elementos estruturais e texturais concluímos ter sido a Formação Floriano depositada por uma interação de processos de movimento de massa sob a forma de leques aluvionais. O retrabalhamento fluvial seria responsável por um parcial reesculpimento do depósito.

As unidades da Formação Floriano tem geralmente forma lenticular, estando frequentemente associadas a estruturas de "cut and fill". As associações texturais possuem variações laterais e verticais que revelam grande irregularidade constituindo um padrão não cíclico.

Estruturas primárias dos tipos, gradacional, entrecruzada analada e planar são observadas principalmente nas fácies arenosas. A frequência de ocorrência de estratificação é pequena principalmente se comparada à Formação Resende. Apenas 18 % das unidades da formação apresentam estratificação.



No seu conjunto, as estruturas primárias refletem a fácies fluvial de um conjunto de leques aluvionais; visto que, ao contrário do observado na Formação Resende, estas unidades, não possuem persistência horizontal e se restringem a pontos es parços da formação.

No tocante aos resultados texturais os sedimentos da Formação Floriano situaram-se numa transição, entre os depósitos e os colúvios da Formação Resende.

Apresentam, via de regra, valores platicúrticos de Kurtosis, mal selecionamento e assimetria positivas e negativas.

As unidades arenosas estratificadas obtiveram valores muito próximos aos conseguidos pelos arenosos da Formação Resende.

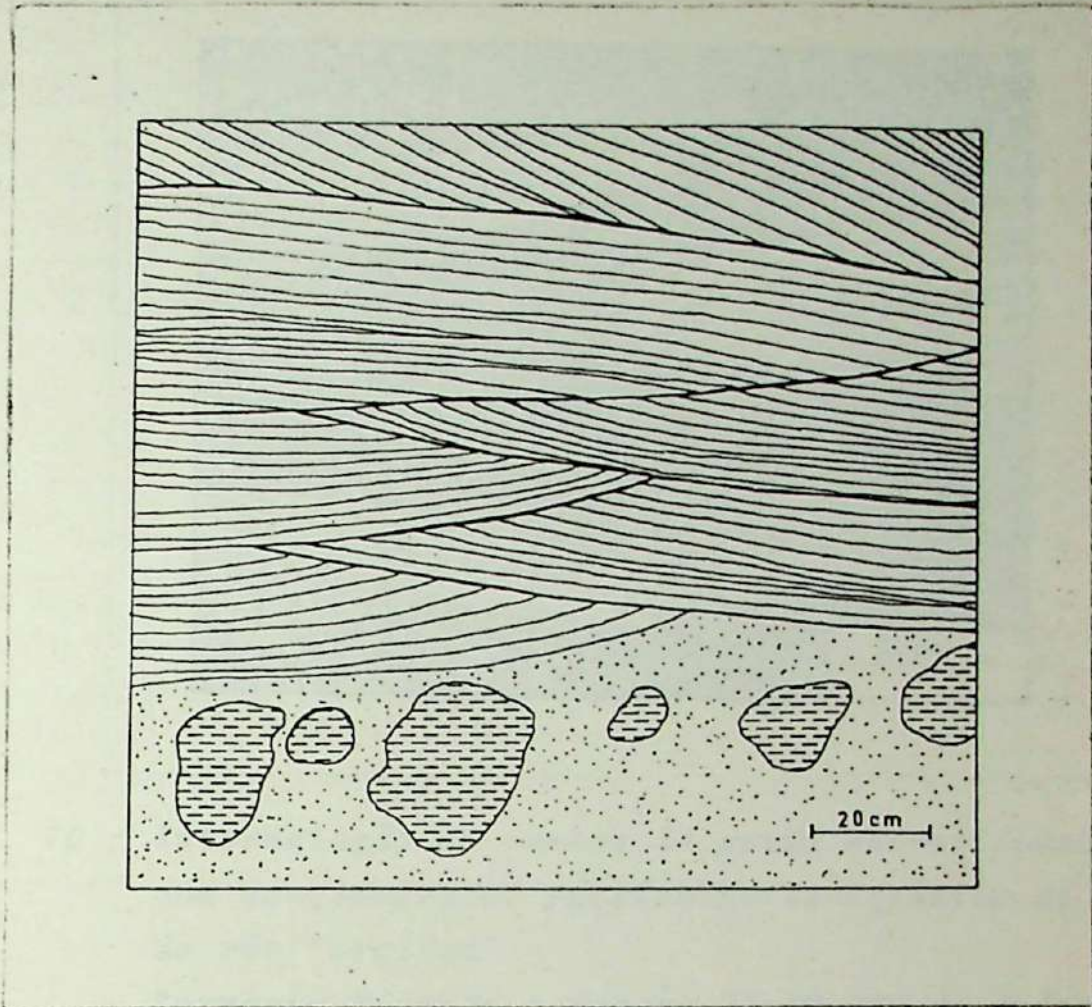
Apesar dos depósitos da Formação Floriano não reproduzirem o modelo de cones aluviais descrito por BLUCK (1964), o conjunto de informações pertinentes a estrutura e textura preenchem algumas das características consideradas por TWENHOFEL (1950).

#### Membro Rudáceo da Formação Floriano

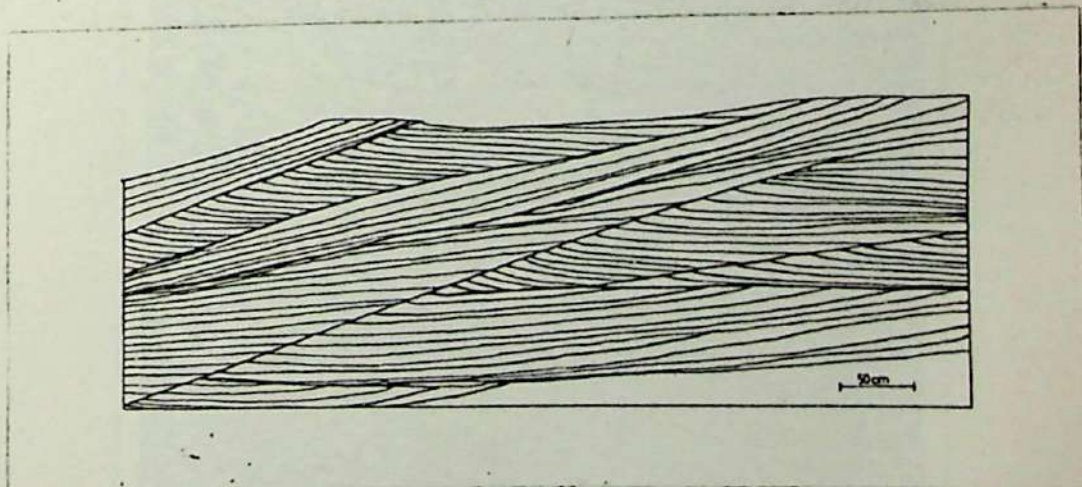
Compreende um cone aluvial situado na entrada da adm istração do Parque Nacional do Itatiaia.

Corresponde a depósitos rudáceos de rochas alcalinas, depositadas em processo de corrida de lama. O depósito aparentemente não foi retrabalhado por processo fluvial, apresentando a inda matriz argilo-arenosa. A presença bem marcada dos depósitos do cone aluvial "alluvial fan" permite imaginar o ambiente de deposição da Formação Floriano.





*Fig. 68 - Estratificação entrecruzada com bolotas de argila na base na Formação Resende.  
Secção 12 - Km 130 da Rodovia Presidente Dutra.*



*Fig. 69 - Estratificação entrecruzada na Formação Resende  
Secção 23 - Km 149,5 da Rodovia Presidente Dutra.*



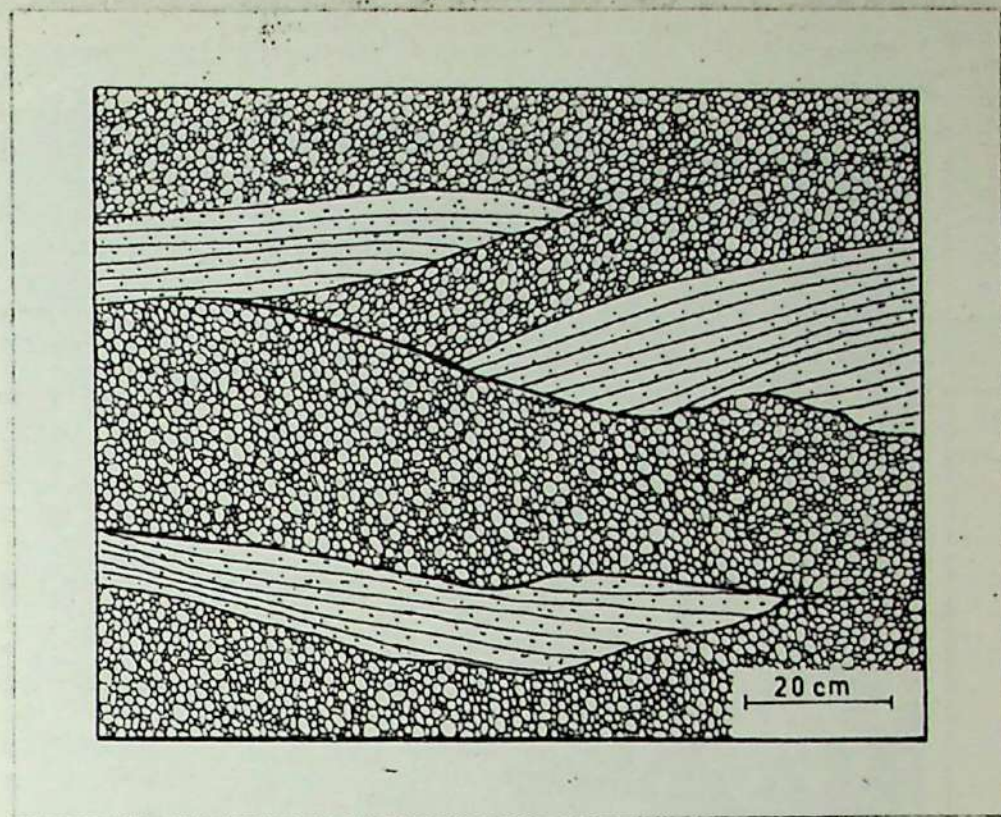


Fig. 70 - Intercalação de cunhas de areia estratificada com conglomerado. Possivelmente depósito de canal de rio "braided"  
Formação Resende - Secção 32 Km 160 da Rodovia Presidente Dutra.

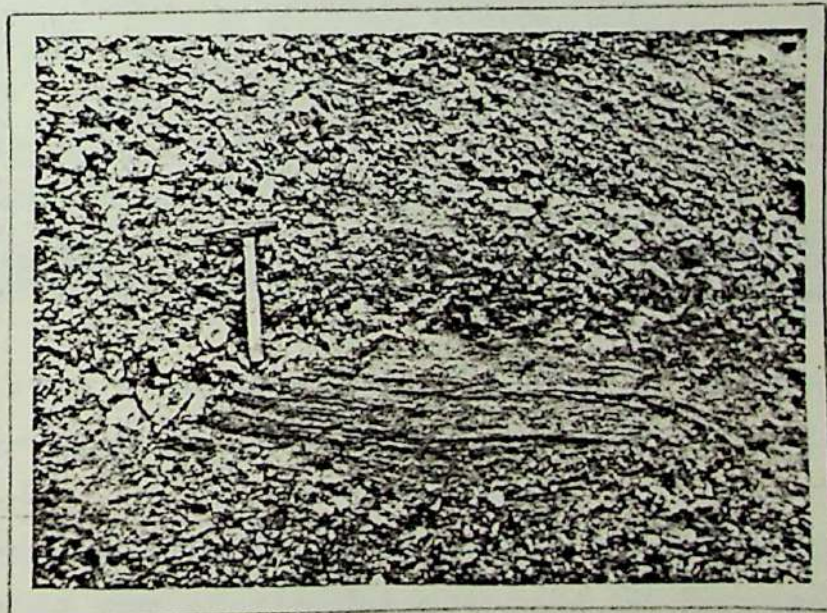


Foto nº 1 - Intercalações de cunhas de areia estratificada com conglomerado. Formação Resende .  
Secção 32 Km 160 da Rodovia Presidente Dutra.



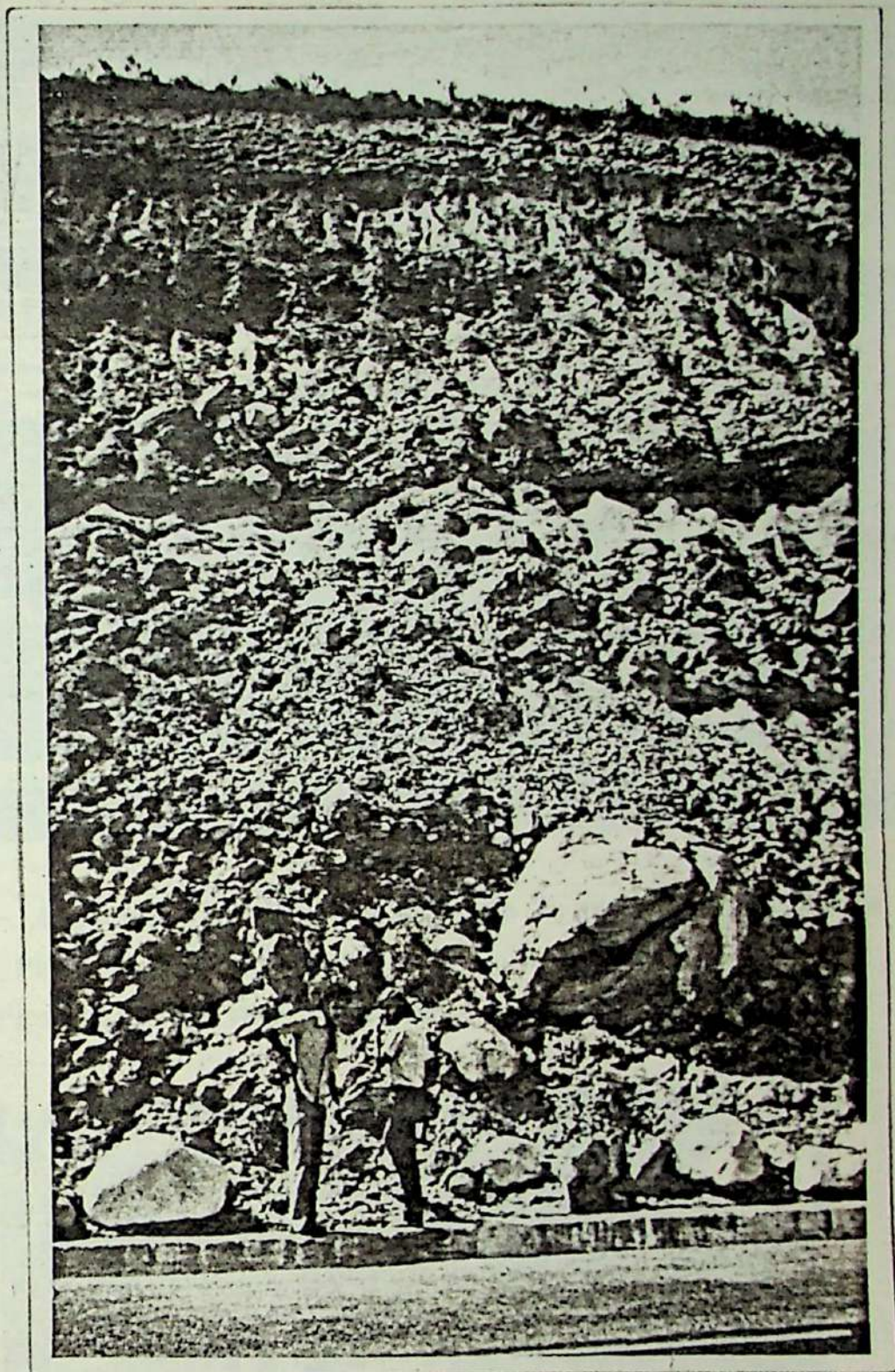


Foto nº 2 - Sequência de depósito do Membro Rudáceo da Formação Resende Km 160 da Rodovia Presidente Dutra.

Observar o calibre dos blocos e a intercalação dos rudáceos com as camadas arenosas da Formação Resende.



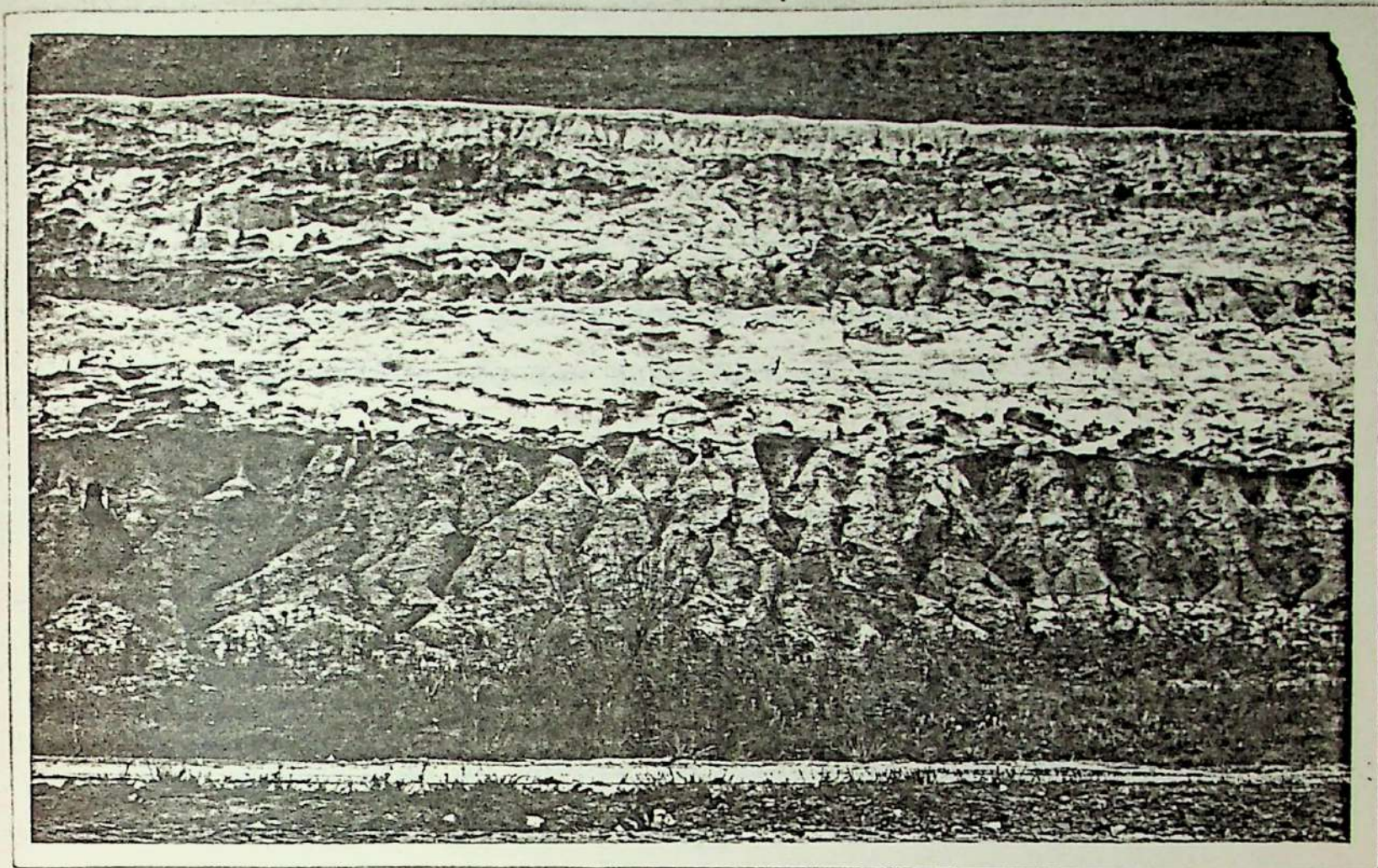


Foto nº 3 - Aspecto da Secção Tipo da Formação Resende Km 145 da Rodovia Presidente Dutra.  
Notar a forma tabular das camadas.

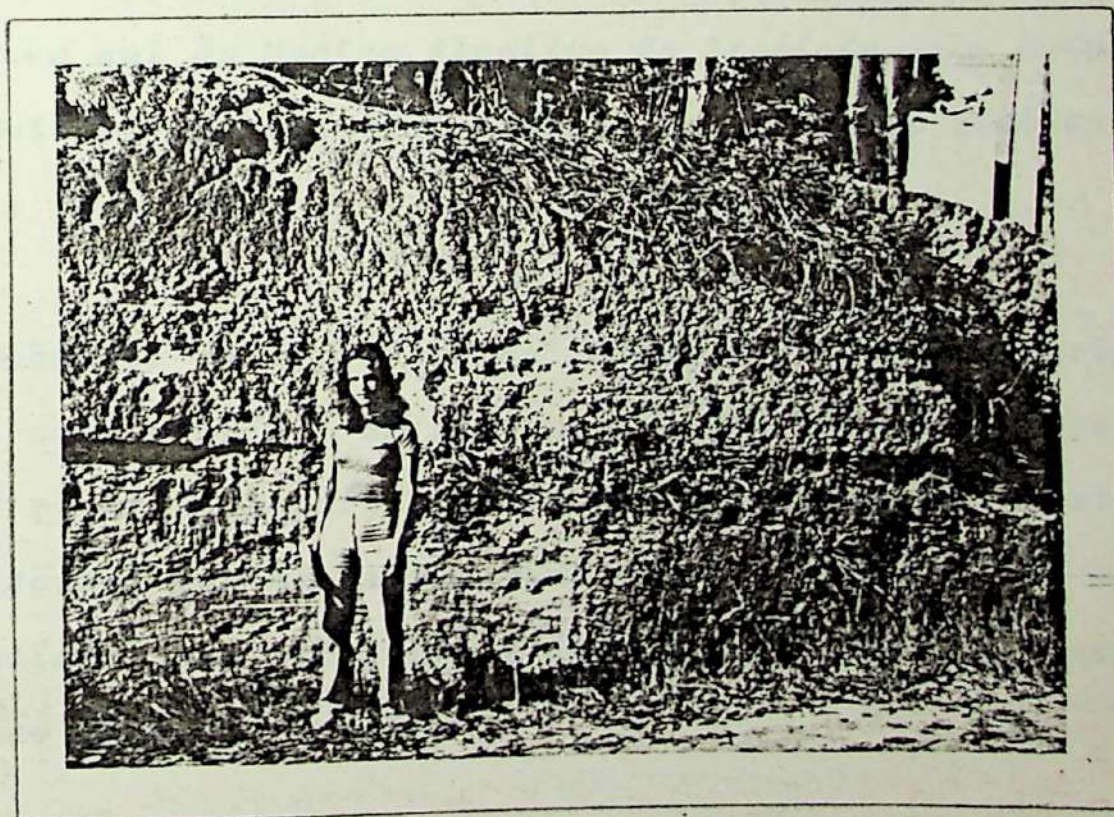


Foto nº 4 - Estrutura gradacional na Formação Floriano. Secção 7 - Estrada Floriano-Quatis a 500 metros do Rio Paraíba.



IX, CONCLUSÕES

1. A origem tectônica da Bacia de Resende, parece inequivocar principalmente quando são consideradas as linhas estruturais de relevo tão bem definidas no terreno.

Falhamentos transversais seriam ainda responsáveis pela criação de níveis de base locais (soleiras) que teriam facilitado a retenção da espessa acumulação de sedimentos.

2. A subdivisão do pacote sedimentar em duas unidades estratigráficas distintas (Formação Resende e Formação Floriano) foi possível a partir das relações estratigráficas de campo, confirmadas posteriormente com os resultados mineralógicos e texturais. O caráter específico dos depósitos do flanco sul do Maciço Alcalino do Itatiaia, por outro lado, permitiriam a individualização de um membro rudáceo nas duas formações.
3. O ambiente de deposição da Formação Resende (Inferior) teria sido fluvial, um sistema de rios anastomosantes ("braided river"). A participação dos processos de encosta se restringiria aos depósitos rudáceos do flanco sul do Maciço do Itatiaia, que foi por nós denominado Membro Rudáceo da Formação Resende.



O caráter anastomosante do processo é facilmente evidenciado pelos padrões estruturais e texturais do depósito.

As associações texturais observáveis nos cortes indicam, predomínio das fácies grosseiras (areia-granulo) relacionadas a depósitos de canal e uma sedimentação fundamentalmente por acréscimo vertical (agradiação).

As fácies finas (argilo-sílticas) típicas de planície de inundação, tem sua ocorrência muito limitada nos depósitos, restringindo-se a pontos esporços na bacia.

Na Formação Floriano o ambiente deposicional teria sido, provavelmente, de cones aluviais coalescentes parcialmente retrabalhados por pequenos canais fluviais divagantes.

O exame das estruturas e os resultados texturais conferem um predomínio de processos de movimento de massa (mud flow e sheet flow) na deposição da formação e uma participação secundária do processo fluvial.

Os litossomas tem geralmente a forma lenticular, estando frequentemente associados a estruturas de "cut and fill". A frequência das unidades estratificadas é pequena, limita-se a pontos esporços do depósito e geralmente não tem consistência horizontal.

4. As análises mineralógicas revelaram uma valiosa riqueza de informações concernentes às condições paleoambientais.

Os sedimentos da Formação Resende apresentaram predomínio dos argilo-minerais do grupo da montmorilonita, mine-



raais pesados e feldspatos pouco alterados. Estes atributos levam a concluir por um predomínio da morfogênese mecânica na área fonte dos depósitos em detrimento do intemperismo químico. O ambiente de caráter redutor seria responsável pela preservação, nos depósitos, dos minerais quimicamente instáveis. Esta condição de resistância confere para a deposição da formação a atuação de um clima provavelmente seco (árido ou semi-árido).

A definição precisa do tipo climático responsável, pelos depósitos da Formação Floriano fica prejudicada pela dificuldade em aquilatar o efeito da alteração pós-deposicional nas associações minerais.

O clima reinante por ocasião da sedimentação da Formação Floriano seria certamente, diferente do clima úmido atual, porém sem o mesmo rigor do apresentado pelos depósitos da Formação Resende.

Todas as evidências, por nós encontradas, sugerem um tipo de clima compreendido entre o semi-úmido e o semi-árido, que tivesse por principal atributo fases secas alternadas com grandes concentrações pluviométricas.

5. Com base na convergência das datações relativas obtidas por critério geomorfológico e paleontológico, propomos provisoriamente idade mio-pleiocênica para a Formação Resende e pleistocênica para a formação superior.



6. A análise dos minerais pesados permitiu esboçar um relacionamento das associações minerais encontradas com a possível área fonte. Os resultados indicaram que além das rochas cristalinas do embasamento, teriam contribuído as alcalinas do maciço do Itatiaia. Os teores elevados em granada observados em amostras da Formação Resende teria por fonte os gnaisses graníticos e migmatíticos assinalados por RIBEIRO FILHO (1967) na região de Queluz.

7. Os resultados texturais apresentaram elevado poder diagnóstico de diferenciação de processos.

Nos sedimentos da Formação Inferior os valores paramétricos se aproximaram dos padrões estabelecidos por FOLK e WARD (1957) para depósitos fluviais.

Os sedimentos arenosos que constituem a fácies predominante na formação apresentaram selecionamento relativo, valores positivos de assimetria e Kurtosis leptocúrticas.

Os sedimentos predominantemente bimodais da Formação Superior apresentaram resultados texturais intermediários entre os apresentados pela Formação Resende e os Colúvios, tendendo no geral a se aproximar dos últimos.

8. A Formação Resende é perfeitamente correlacionável a Formação Tremembé, dela diferindo basicamente quanto a menor expressão das fácies de baixa energia (playa).



A Formação Superior é parcialmente correlacionável a maioria das formações continentais cenozóicas brasileiras. Apresentando muitas das características reveladas pelos pesquisadores que delas se ocuparam.

9. Face aos resultados conseguidos no que diz respeito a individualização das formações, sugerimos seja feita uma revisão estratigráfica em algumas bacias sedimentares cenozóicas, particularmente do sudeste brasileiro.

Muitos depósitos sedimentares, embora relacionados a episódios estratigráficos distintos, tendem a ser grupados como uma única formação. Tal procedimento, além de inserir uma margem de erro considerável nas interpretações, dificultam o estabelecimento de uma correta correlação estratigráfica entre as formações.

10. Acreditamos que muitos dos resultados aqui apresentados possam ser posteriormente modificados na medida em que sejam aprofundadas algumas questões básicas dos episódios sedimentares. No entanto eles refletem o atual estágio de conhecimento sobre os eventos deposicionais ocorridos na Bacia sedimentar de Resende.



BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, A.N. - (1969) - "O quaternário na bacia de Taubaté: estado atual dos conhecimentos" - U.S.P. - Inst. Geogr. Geomorfologia nº 7, 23 p.
- AB'SABER, A.N. e BERNARDES, N. - (1956) - "Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e arredores de São Paulo" - Eng. Min. Met. XXIV (143): 284-292.
- AB'SABER, A.N. e BIGARELLA, J.J. - (1961) - "Considerações sôbre a geomorfogênese da Serra do Mar no Paraná - Bol. Paran. Geogr. (4/5), 94-110.
- ALMEIDA, F.F.M. - (1955) - "Geologia e petrologia do arquipélago de Fernando de Noronha. D.N.P.M., Div. de Geol. e Miner., Monografia 13, 181 p.
- AMADOR, E.S. e DE MEIS, M.R.M. - (1972) - "Processos de sedimentação da Formação Macacu" - An. Acad. Brasil. de Ciências. Vol. 44, nº 3/4.
- ANDRADE, G.O. - (1955) - Itamaracá. Contribuição para o estudo geomorfológico da Costa pernambucana. (tese de concurso). ed. do Arq. Publ. Estadual de Pernambuco, Impr. Oficial. Recife.
- BARBOSA, O. - (1957) - "Considerações sôbre alguns aspectos geomórficos do Itatiaia. Transcrito em 1962 na Not. Geomorfológica (9/10). 66-69.
- BEURLEN, K. - (1950) - "Alguns Crustáceos decópodes d'água doce fósseis no Brasil". An. Acad. Brasil. Ciências 22 (4), 453-459.



- BIGARELLA, J.J. e AB'SABER, A.N. - (1964) - "Palaogeographische und Palaoklimatische Aspekte des Kanazoikumus in Sudbrasilien". *Zeitschrift für Geomorphologie*, 8 (3) 286-312.
- BIGARELLA, J.J. e ANDRADE, G.O. - (1964) - "Considerações sobre a Estratigrafia dos Sedimentos Cenozóicos de Pernambuco (Grupo Barreiras) - UR - ICT (2), 2-14.
- BIGARELLA, J.J., MARQUES Fº, P.L. e AB'SABER, A.N. - (1961) "Ocorrência de pedimentos remanescentes nas fraldas da Serra do Iqueririm (Garuva SC)". *Bol. Paran. de Geogr.* (4/5), 82-93.
- BIGARELLA, J.J. e MOUSINHO, M.R. - (1965). "Contribuição ao estudo da Formação Pariquera-Açu" - *Bol. Paran. de Geogr.* (16/1), 17-41.
- BIGARELLA, J.J., MOUSINHO, M.R. e SILVA, J.X. - (1965) - "Considerações a respeito da evolução das vertentes". *Bol. Paran. Geogr.* (16/17), 85-116.
- BIGARELLA, J.J., MOUSINHO, M.R. e SILVA, J.X. - (1965b) - "Pediplanos pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil" - *Bol. Paran. de Geogr.* (16/17), 117-151.
- BIGARELLA, J.J. e SALAMUNI, R. - (1962) - "Caracteres texturais dos sedimentos da Bacia de Curitiba". *Bol. da Univ. do Paraná - Inst. de Geologia - Geologia* (7).
- BIGARELLA, J.J., SALAMUNI, R. e MARQUES Fº, P.L. - (1959) - "Ocorrências de depósitos sedimentares continentais no litoral do Estado do Paraná (Formação Alexandra) - Notas Prel. Est. Inst. Biol. Pesq. Tecnol. (1) 7 p.
- BIROT, P. - (1957) - "Observações sobre o Itatiaia". Transcrito em 1962 na *Not. Geomorfológica* (9/10) 49-50.



- BJORNBERG, A.J.S., EBERT, H., LANDIM, P.M.B. e MALUSA, N.M. - (1968) - "Contribuição ao estudo da Bacia de Resende" - Bol. Soc. Bras. de Geologia. 17. (1), 65-75.
- BLUCK, B.J. - (1964) - "Sedimentation of an alluvial fan in southern Nevada. J. Sed. Petrology (34), 395-400.
- BRANNER, J.C. (1919) - "Geologie Map of Brazil". Bull. of Geol. Soc. Amer. (29). Versão portuguesa por Washburne. (1919)
- DEGENS, E.T. - (1965) - "Geochemistry of Sediments - A brief survey" Prentice Hall Inc., 342 p.
- DE MARTONNE, E. (1940) - "Problèmes morphologiques du Brésil tropical at'lantique". Ann. Geogr. 49 (227, 278, 279). 106-129.
- DE MEIS, M.R.M. e AMADOR, E.S. - (1972) - "Formação Macacu - Considerações a respeito do Neo-Cenozóico da Baía de Guanabara. An. Acad. Brasil. de Ciênc. ( ) Vol. 44 nº 3/4.
- DE MEIS, M.R.M. e AMADOR, E.S. - (1974) - "Note on Weathered arkosic beds". Jour. Sed. Petrology (prelo).
- DERBY, O.A. (1884) - "Estrutura Geológica e Mineralógica In. WAPPAEUS, J.E.A. Geographia Physica do Brasil G. Leuzinger & Filhos, 13-59.
- DOEGLAS, D.J. - (1962) - "The structure of sedimentary deposits of braided rivers". Sedimentology 1, 167-190.
- DOMINGUES, A.P. - (1952) - "Maciço do Itatiaia" Rev. Bras. Geogr. ano XIV (4) 463-471.
- DRESH, J. - (1957) - "Notas geomorfológicas sobre o Itatiaia" Transcrito em 1962 na Not. Geomorfológica (9/10) 47-49.



- DRYDEN, L. e DRYDEN, C. - (1946) - "Comparative rates of Weathering of some common heavy minerals". *Jour. Sed. Petrology* . V. 16, 91-96.
- EBERT, H. - (1960) - "Novas observações sobre a glaciação pleistocênica na serra do Itatiaia". *An. Acad. Brasil. de Ciên.* 32 (1), 51-73.
- ERHART, H. - (1962) - "Biostasia e resistasia - Esboço de uma teoria que considera a pedogênese como um fenômeno geológico". *Not. Geomorfológica* (9/10), 23-25.
- FOLK, R.L. - (1968) - "Petrology of sedimentary rocks" *Hemphills Austin*. 170 p.
- FOLK, R.L. e WARD, W.C. - (1957) - "Brazos River Bar: A study in the significance of grain size parameters". *Jour. Sed. Petrology*, 37, 3-26.
- FRANGIPANI, A. e PANNUTI, E.L. - (1965) - "Estudos hidrogeológicos na Bacia de Taubaté, entre Jacareí e Quiririm" . *Bol. do I.G.G.* (42) 126 p.
- FRANZINELLI, E. - (1971) - "Origem e proveniência dos sedimentos da formação Pariquera-Açu (Estado de São Paulo) pelo "Trend Surface analysis" das suas características texturais". *Resumo das Comunicações do XXV Congresso Bras. de Geologia*. p. 14.
- FREITAS, R.O. - (1951) - "Ensaio sobre a tectônica moderna no Brasil". *Bol. Fac. Fil. Ciênc. Let. U.S.P.* Vol. 130, *Geologia* nº 6, 120 p.
- FREITAS, R.O. - (1956) - "Considerações sobre a tectônica e Geologia do Vale do Paraíba", *Eng. Miner. Met.*, XXIV (143) 276-284.



- FRIEDMAN, G.M. - (1962) - "On sorting, sorting coefficients, and the lognormality of the grain-size distribution of Sandstones. *J. Geol.* (70), 737-753.
- FRIEDMAN, G.M. - (1970) - "Distincion between dune, beach, and river sands from their textural characteristics". *Jour. Sed. Petrol.* 31 (4), 514-529.
- FULFARO, V.J. - (1966) - "Contribuição à Geologia da Região de Angatuba, Estado de São Paulo". Tese de doutoramento a presentada à Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da U.S.P.
- GRIM, R.E. - (1953) - "Clay mineralogy. 2<sup>a</sup> ed. 596 p. New York. Mc Graw-Hill.
- HAYNES, J.R. - (1962) - "Quartz and feldspar content in south Platte. Platte and Missouri River sands". *Jour. Sed. Petrology*, 32 (4), 793-800.
- HAYNES, J.R. e KLUGMAN, M.A. "Feldspar staining methods" *Jour. Sed. Petrology*. V. 29, 151-163.
- INMAN, D.L. - (1952) - "Measures for describing the size distribution of sediments. *Jour. Sed. Petrology* (22), 125 - 145.
- KRUMBEIN, W.C. and PETTIJOHN, F.J. - (1938) - "Manual of Sedimentary Petrography". Appleton - Century - Crofts Inc., New York, 549 p.
- KRUMBEIN, W.C. e SLOSS, L.L. - (1969) - "Estratigrafia y Sedimentacion". Tipografia Editorial Hispano Americana - México.
- KRYNINE, P.D. - (1948) - "The megascopic Study and field classification of sedimentary rocks". *J. Geol.* 56 (2), 130-165.



- LAMEGO, A.R. - (1936) - "O maciço do Itatiaia e regiões circundantes. Dep. Nac. Prod. Min. Div. Geol. Min., Bol. 88 93 p.
- LEFEBVRE, M.A. - (1957) - "Observações Morfológicas nos maciços da Serra do Mar e no Itatiaia". Transcrito em 1962 na Not. Geomorfológica (9/10), 58-61.
- MAACK, R. - (1957) - *Über Bereisungsperiodem Und Vereisungsspuren in Brasilien. Geol. Runds*, 45 (3), 547-595.
- MABESSONE, J.M. - (1966) - "Relief of Northeastern Brazil and its correlated sediments. Zeitsch Geomorph., NF 10, 419-453.
- MASON, C.C. e FOLK, R.L. - (1958) - "Differentiation of beach dune and aeolian flat environments by size analysis, Mustang Island, Texas". *Jour. Sed. Petrology* (28). 211-226.
- MAULI, O. - (1930) - "Von Itatiaya zum Paraguay, Leipzig.
- MCKEE, E.D. e WEIR, G.W. - (1953) - "Terminology for stratification and cross stratification in sedimentary rocks. *Geol. Soc. Am. Bull* (64), 381-390.
- MILLOT, G. - (1957) - "Geologia des argiles. Paris, Masson et cia. 499 p.
- MORAES, L.J. - (1929) - "Bacia terciária de água doce dos arredores de Quatis, Estado do Rio de Janeiro, Minério, Combustível e Transporte nº 13, ano 11, 53-54.
- MORAES, L.J. - (1945) - "Bacia Terciária do Vale do Paraíba, Estado de São Paulo". *Fac. Fil. Ciên. Letras U.S.P. Boletim L Geologia* nº 2, 3-25.



- MORTENSEN, H. - (1957) - "Sobre algumas formas de superfície ao norte do Rio de Janeiro, na Serra do Mar e na Serra do Itatiaia". Transcrito em 1962 na Not. Geomorfológica (9/10) 54-58.
- NIMER, E. - (1972) - "Climatologia da Região Sudeste do Brasil. Introdução à Climatologia Dinâmica - Subsídios a Geografia Regional do Brasil". Rev. Bras. de Geografia, ano 34 (1) 3-48.
- ODMAN, O.H. - (1955) - "On the presumed glaciation in the Itatiaia Mountains, Brazil". Eng. Min. Met. V. XXI (123) 107-108.
- PAULA COUTO, C de. - (1956) - "Une chauve-souris fossile de argilles fenilletées pléistocènes de Tremembé, état de São Paulo, Brésil". Actes IV Congrès Intern. Quatern, Rome Risa, 1953, (1), 343-347.
- PAULA COUTO, C de. - (1958) - "Idade geológica das bacias cenozóicas do Vale do Paraíba e de Itaboraí". Bol. Mus. Nac. Geol., n.s. (17) 1-17.
- PAULA COUTO, C de e MEZZALIRA, S. - (1971) - "Nova Conceituação Geomorfológica de Tremembé, Estado de São Paulo, Brasil". An. Acad. Brasil. Ciênc. 43 (suplemento), 473-488.
- PENALVA, F. - (1967) - "Geologia e Tectônica do Itatiaia" Bol 302 - Fac. Fil. Ciênc. e Letras U.S.P. Geologia nº 22 95-196.
- PETRI, S. e SUGUIO, K. - (1972) - "Características granulométricas dos materiais de escorregamento de Caraguatatuba, São Paulo, como subsídio para o estudo da sedimentação neocenozóica do sudeste brasileiro". Anais do XXV Congresso Brasileiro de Geologia. Vol. 71-82.



- PETTIJOHN, F.J. - (1963) - "Rocas sedimentarias" Editorial Un  
versitária de Buenos Aires, 731 p.
- PISSIS, A. - (1842) - "Memoire sur la position geologique des  
 terrains de la partie australe du Brésil, et les soulève-  
 ments qui à diverses époques ou changé le relief de cette  
 contrée" C.R. Acad. Sciences, Paris, 14: 1044-1046.
- POWERS, M.C. - (1953) - "A new roudness scale for sedimentar  
 p<sup>r</sup>articles". Jour. Sed. Petrology (23). 117-119.
- RAYNAL, R. - (1957) - "As formações de vertentes e a evolução  
 climática na serra da Mantiqueira". Transcrito em 1962 na  
 Not. Geomorfológica (10/11), 43-47.
- REGO, L.F. de M. - (1933) - "As formações cenozóicas de São Pau  
 lo". Escola Politécnica da USP, Anuário, 236-267.
- RIBEIRO FILHO, E. - (1948) - "Caracteres físicos e geológicos  
 da Bacia do Paraíba" D.G.M., Bol. 127.
- RIBEIRO FILHO, E. - (1967) - "Geologia e Petrologia dos Maciços  
 Alcalinos do Itatiaia e Passa Quatro". Bol. 302. Fac. Fil .  
 Ciênc. e Letras U.S.P. Geologia n<sup>o</sup> 22, 5-93.
- RICH, J.R. - (1953) - "Problems in brazilian geology and geomor  
 phology suggested by reconnaissance in summer of 1951". Bol  
 Fac. Fil. Ciên. Letras, U.S.P.. Vol. 146, Geol. n<sup>o</sup> 9.
- RUELLAN, F. - (1943) - "Comunicação sôbre a excursão a Campo Be  
 lo e Itatiaia". Bol. CNG, 1 (7) 76-79.
- SANTOS, R.S. e TRAVASSOS, H. - (1953) - "Caracídeos fósseis da  
 bacia do Paraíba. An. Acad. Brasil. Ciências 27 (3) 297-322.



- SHEPARD, F.P. - (1954) - "Nomenclature based on sand-silt-clay ratios". *Jour Sed. Petrology* (24), 151-158.
- SHEPARD, F.P. e YOUNG, R. - (1961) - "Distinguishing between beach and dune sands". *Jour. Sed. Petrology* (31) 196-214.
- SILVA, J.X., PEREIRA, M.L.F., MARQUES, J.S., MUEHE, D. e AMADOR, E.S. - "Análise da variação granulométrica de sedimentos na Barra da Tijuca". *Rev. Bras. de Geografia*, Ano 35 (1) IBG.
- SILVEIRA, J.D. da - (1942) - "Itatiaia". *Anais do 9º Congr. Bras. Geogr. V. II*, p. 607-619.
- SUGUIO, K. - (1969) - "Contribuição à geologia da Bacia de Taubaté". *Bol. Fac. Fil. Ciên. Letras USP. Boletim Especial (Edição do Autor)*.
- TWENHOFEL, W.H. - (1950) - "Principles of sedimentation" 2nd ed. New York, Mc-Graw-Hill Book Co. 673 p.
- VALVERDE, O. - (1952) - "Guia de Excursão ao Itatiaia pelos membros da XII Ass. Geral do CNG.
- VAN ANDEL, T.J.H. - (1959) - "Reflections on the interpretation of heavy mineral analysis". *Jour, Sed. Petrol*
- WASHBURNE, C.W. - (1930) - "Petroleum geology of the state of São Paulo". *Comissão Geogr. e Geol. , Bol. nº 22. São Paulo.*
- WEAVER, C.E. - (1958) - "Geologic interpretation of argillaceous sediments rocks "Bul. Amer. Assoc. Petrol. Geol.; 42 (2) 254-271.
- WENTWORTH, C.K. - (1922) - "A Scale of grade and class terms for clastic sediments " . *Jour. Geology*, 30; 377-392.



WERNICK, E. - (1966) - "Análise granulométrica dos sedimentos da Bacia de São Paulo". Eng. Min. Met. Vol. XLIII, (254) 63-68.

WICKERT, W.Q. - (1974) "Contribuição ao estudo da paleontologia da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo". Dissertação de Mestrado - I. GEO. - UFRJ.