

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

REAValiação DA GEOLOGIA DO PARAGUAI ORIENTAL

Ana María Valentina Castillo Clérici

Orientador: Prof. Dr. Kenitiro Suguio

TESE DE DOUTORAMENTO

Área de Concentração: Paleontologia e Estratigrafia

São Paulo  
1986

T 11/06  
2.2



Aos meus pais, Carlos e  
Carmen, com todo o amor  
que me cabe.



Eres una criatura del universo, no menos que los árboles y las estrellas, tú tienes derecho a estar aquí. Y te resulte evidente o no, sin duda el universo se desenvuelve como debe. Por lo tanto, mantente en paz con Dios, de cualquier modo que lo concibas y cualesquiera sean tus trabajos y aspiraciones, mantén en la ruidosa confusión paz con tu alma. Com todas sus farsas, trabajos y sueños rotos, éste sigue siendo un mundo hermoso. Ten cuidado. Esfuérzate en ser feliz.

Trecho de "Desiderata"

Iglesia de Saint Paul. Baltimore (1693)

DEDALUS - Acervo - IGC



30900004747

# ÍNDICE



ÍNDICE DE FIGURAS E QUADROS . . . . .	v
RESUMO . . . . .	ix
ABSTRACT . . . . .	x
<b>CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO . . . . .</b>	<b>1</b>
1.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO . . . . .	3
1.2. GEOMORFOLOGIA E CLIMA . . . . .	3
1.3. TRABALHOS PRÉVIOS . . . . .	7
AGRADECIMENTOS . . . . .	9
<b>CAPÍTULO II - MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADOS . . . . .</b>	<b>11</b>
2.1. INTRODUÇÃO . . . . .	11
2.2. MAPA GEOLÓGICO-ESTRUTURAL . . . . .	11
2.3. SEÇÕES GEOLÓGICAS . . . . .	13
2.4. CORRELAÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS . . . . .	14
<b>CAPÍTULO III - DESCRIÇÃO DAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS . . . . .</b>	<b>16</b>
3.1. INTRODUÇÃO . . . . .	16
3.2. PRÉ-CAMBRIANO . . . . .	16
3.2.1. Localização . . . . .	16
3.2.2. Trabalhos Prévios . . . . .	17
3.2.3. Unidades Litoestratigráficas . . . . .	19
3.2.3.1. Pré-Cambriano da Região Norte . . . . .	19
3.2.3.2. Pré-Cambriano da Região Sul . . . . .	22
3.3. GRUPOS CAACUPÉ E ITACURUBI . . . . .	26
3.3.1. Localização . . . . .	26
3.3.2. Trabalhos Prévios . . . . .	26
3.3.3. Descrição Estratigráfica . . . . .	29
3.3.3.1. Grupo Caacupé . . . . .	29
3.3.3.2. Grupo Itacurubi . . . . .	33
3.4. GRUPO CERRO CORÁ . . . . .	39
3.4.1. Localização . . . . .	39
3.4.2. Trabalhos Prévios . . . . .	39
3.4.3. Descrição Estratigráfica . . . . .	39



3.4.3.1. Formação Aquidabán . . . . .	40
3.4.3.2. Formação Coronel Oviedo . . . . .	42
3.5. FORMAÇÃO SAN MIGUEL . . . . .	45
3.5.1. Localização . . . . .	45
3.5.2. Trabalhos Prévios . . . . .	45
3.5.3. Características Litológicas e Relações de <u>Con</u> tato . . . . .	46
3.6. FORMAÇÃO INDEPENDENCIA . . . . .	48
3.6.1. Localização . . . . .	48
3.6.2. Trabalhos Prévios . . . . .	48
3.6.3. Características Litológicas e Relações de <u>Con</u> tato . . . . .	49
3.7. FORMAÇÃO MISIONES . . . . .	52
3.7.1. Localização . . . . .	52
3.7.2. Trabalhos Prévios . . . . .	52
3.7.3. Características Litológicas e Relações de <u>Con</u> tato . . . . .	52
3.8. FORMAÇÃO ALTO PARANÁ . . . . .	55
3.8.1. Localização . . . . .	55
3.8.2. Trabalhos Prévios . . . . .	56
3.8.3. Características Litológicas e Relações de <u>Con</u> tato . . . . .	57
3.9. FORMAÇÃO ACARAY . . . . .	59
3.9.1. Localização . . . . .	59
3.9.2. Trabalhos Prévios . . . . .	59
3.9.3. Características Litológicas e Relações de <u>Con</u> tato . . . . .	60
3.10. SEDIMENTOS CENOZÓICOS . . . . .	61
3.10.1. Localização . . . . .	61
3.10.2. Trabalhos Prévios . . . . .	61
3.10.3. Características Litológicas e Relações de <u>Con</u> tato . . . . .	62
3.11. ROCHAS MAGMÁTICAS DE FILIAÇÃO ALCALINA . . . . .	62
3.11.1. Localização . . . . .	62
3.11.2. Trabalhos Prévios . . . . .	64
3.11.3. Características Litológicas . . . . .	65
3.11.3.1. Região Norte . . . . .	65
3.11.3.2. Região Sul . . . . .	67

<b>CAPÍTULO IV - MAPA GEOLÓGICO - ESTRUTURAL</b> . . . . .	69
4.1. INTRODUÇÃO . . . . .	69
4.2. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS MAPEADAS . . . . .	69
4.2.1. Prê-Cambriano (Pε) . . . . .	69
4.2.2. Grupo Itapucumi (ε) . . . . .	70
4.2.3. Grupos Caacupé e Itacurubi (S) . . . . .	70
4.2.4. Grupo Cerro Corá (Cb) . . . . .	70
4.2.5. Formação Independencia (P) . . . . .	71
4.2.6. Formação Misiones (M) . . . . .	71
4.2.7. Formação Alto Paraná (β) . . . . .	72
4.2.8. Formação Acaray (T) . . . . .	72
4.2.9. Rochas de Filiação Alcalina (K) . . . . .	72
4.2.10. Rochas Piroclásticas (Ki) . . . . .	73
4.2.11. Sedimentos Cenozóicos (C) . . . . .	73
4.3. ASPECTOS ILUSTRATIVOS DAS UNIDADES GEOLÓGICAS E ESTRU TURAIS DAS IMAGENS . . . . .	73
4.4. ALINHAMENTOS ESTRUTURAIS MAPEADOS . . . . .	78
<b>CAPÍTULO V - SEÇÕES GEOLÓGICAS</b> . . . . .	80
5.1. SEÇÃO GEOLÓGICA DA REGIÃO NORTE . . . . .	80
5.1.1. Seção Geológica Entre Concepción e Pedro Juan Caballero . . . . .	80
5.2. SEÇÕES GEOLÓGICAS DA REGIÃO SUL . . . . .	84
5.2.1. Seção Geológica Entre Itauguá e San José . . . . .	84
5.2.2. Seção Geológica Entre Pto. Stroessner e Caagua- zú . . . . .	88
5.2.3. Seção Geológica Entre Paraguari e Isla Pucú . . . . .	90
<b>CAPÍTULO VI - CORRELAÇÃO ENTRE AS UNIDADES GEOLÓGICAS DO PA RAGUAI ORIENTAL E AS DO BRASIL</b> . . . . .	95
6.1. INTRODUÇÃO . . . . .	95
6.2. CORRELAÇÃO DAS ROCHAS PRÊ-CAMBRIANAS . . . . .	95
6.2.1. Prê-Cambriano da Região Norte . . . . .	95
6.2.2. Prê-Cambriano da Região Sul . . . . .	98
6.3. CORRELAÇÃO DOS GRUPOS CAACUPÉ E ITACURUBI . . . . .	99
6.4. CORRELAÇÃO DO GRUPO CERRO CORÁ . . . . .	103

6.4.1. Formação Aquidabán . . . . .	103
6.4.2. Formação Coronel Oviedo . . . . .	104
6.5. CORRELAÇÃO DA FORMAÇÃO SAN MIGUEL . . . . .	105
6.6. CORRELAÇÃO DA FORMAÇÃO INDEPENDENCIA . . . . .	106
6.7. CORRELAÇÃO DA FORMAÇÃO MISIONES . . . . .	107
6.8. CORRELAÇÃO DA FORMAÇÃO ALTO PARANÁ . . . . .	108
6.9. CORRELAÇÃO DA FORMAÇÃO ACARAY . . . . .	109
6.10. CORRELAÇÃO DAS ROCHAS DE FILIAÇÃO ALCALINA . . . . .	110
<b>CAPÍTULO VII - ELEMENTOS ESTRUTURAIS DO PARAGUAI ORIENTAL</b>	<b>111</b>
7.1. ARCO CENTRAL PARAGUAI . . . . .	111
7.2. VALE TECTÔNICO DE YPACARAI . . . . .	111
7.3. MODELOS ESTRUTURAIS APLICADOS AO PARAGUAI ORIENTAL .	114
<b>CAPÍTULO VIII - EVOLUÇÃO TECTÔNICA E PALEOGEOGRÁFICA DO PARAGUAI ORIENTAL</b>	<b>117</b>
8.1. INTRODUÇÃO . . . . .	117
8.2. DEPOSIÇÃO DOS GRUPOS CAACUPÉ E ITACURUBI . . . . .	118
8.3. DEPOSIÇÃO DO GRUPO CERRO CORÁ . . . . .	119
8.4. DEPOSIÇÃO DAS FORMAÇÕES SAN MIGUEL E INDEPENDENCIA .	119
8.5. DEPOSIÇÃO DA FORMAÇÃO MISIONES . . . . .	119
8.6. DEPOSIÇÃO DA FORMAÇÃO ALTO PARANÁ . . . . .	120
8.7. DEPOSIÇÃO DA FORMAÇÃO ACARAY . . . . .	121
<b>CAPÍTULO IX - CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES</b>	<b>128</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>132</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS E QUADROS

Fig. 1 - Mapa de localização das bacias do Paraná e do Chaco e a sua relação com o Paraguai Oriental . . .	2
Fig. 2 - Mapa de localização da área em estudo . . . . .	4
Fig. 3 - Orografia do Paraguai Oriental . . . . .	5
Fig. 4 - Mapa de localização das regiões fisiográficas do Paraguai Oriental . . . . .	7
Fig. 5 - Mapa geológico estrutural do Paraguai Oriental .	anexo
Fig. 6 - Diagrama rosáceo das direções preferenciais de alinhamento . . . . .	15
Fig. 7 - Mapa Esquemático do Paraguai Oriental (Região Central) . . . . .	30
Fig. 8 - Estratificação cruzada na Formação Paraguari . .	31
Fig. 9 - Ritmitos varvíticos de cor verde-acinzentada da Formação Coronel Oviedo . . . . .	44
Fig. 10 - Bloco solto de arenito da Formação San Miguel . .	47
Fig. 11 - Arenito e siltito perturbados por deformação adiatrófica da Formação San Miguel . . . . .	47
Fig. 12 - Calcários oolíticos da Formação Independencia . .	50
Fig. 13 - Alternância de arenito e siltito da Formação Independencia . . . . .	51
Fig. 14 - Marcas onduladas de interferência em níveis arenosos muito finos da Formação Independencia . .	51



Fig. 15 - Arenito Misiones com estratificação cruzada, de grande porte . . . . .	54
Fig. 16 - Arenito silicificado da Formação Misiones, com estratificação cruzada . . . . .	55
Fig. 17 - Região de Assunción-Lago de Ypacarai . . . . .	75
Fig. 18 - Região de Villarrica (cerca de 200 km a SE de Assunción . . . . .	76
Fig. 19 - Região a N de Caaguazú . . . . .	77
Fig. 20 - Estrutura circular situada na estrada Yby Yaú-Pedro Juan Caballero, aproximadamente a 50 km de Yby Yaú . . . . .	77
Fig. 21 - Seção geológica entre Concepción e Pedro Juan Caballero . . . . .	81
Fig. 22 - Arenitos feldspáticos, com seixos centimétricos dispersos, da Formação Aquidabán . . . . .	83
Fig. 23 - Matacão facetado de rocha metamórfica, com mais de 20 cm de diâmetro, maior, contido em matriz arenosa da Formação Aquidabán . . . . .	84
Fig. 24 - Seção geológica entre Itauguá e San José . . . . .	85
Fig. 25 - Plano de falha, de direção norte e sul e mergulho sub-vertical com queda ligeira para oeste, no contato entre as formações Misiones e Eusebio Ayala . . . . .	87
Fig. 26 - Afloramento da Formação Eusebio Ayala, constituída por alternância de siltitos argilosos e micáceos com arenitos finos e micáceos. . . . .	88
Fig. 27 - Seção geológica entre Pto.Pres.Stroessner e Caaguazú . . . . .	89

Fig. 28 - Seção geológica entre Paraguari e Isla Pucú . . .	91
Fig. 29 - Detalhe de afloramento da Formação Paraguari . .	93
Fig. 30 - Arenito da Formação Cerro Jhú . . . . .	94
Fig. 31 - Vale tectônico de Ypacarai . . . . .	113
Fig. 32 - Modelo deposicional esquemático dos sedimentos dos Grupos Caacupé e Itacurubi . . . . .	122
Fig. 33 - Soerguimento do arco central paraguaio no Devonian <u>o</u> no . . . . .	122
Fig. 34 - Influência do arco central paraguaio na deposição das Formações Aquidabán e Coronel Oviedo . . . . .	123
Fig. 35 - Deposição da Formação Aquidabán na região norte do Paraguai Oriental . . . . .	123
Fig. 36 - Deposição da Formação Coronel Oviedo na região sul do Paraguai Oriental . . . . .	123
Fig. 37 - Influência do arco na deposição das Formações San Miguel e Independencia ao sul do Paraguai Oriental . . . . .	124
Fig. 38 - Deposição da Formação Misiones sobre a Formação Aquidabán ao norte do Paraguai Oriental . . . . .	124
Fig. 39 - Deposição da Formação Misiones sobre os depósitos silurianos, das Formações Coronel Oviedo, San Mi guel e Independencia ao sul do Paraguai Oriental. . . . .	125
Fig. 40 - Deposição da Formação Alto Paranã sobre Formação Misiones ao norte do Paraguai Oriental . . . . .	125

Fig. 41 - Deposição da Formação Alto Paraná sobre a Formação Misiones ao sul do Paraguai Oriental . . . . .	126
Fig. 42 - Deposição da Formação Acaray sobre a Formação Alto Paraná ao norte do Paraguai Oriental . . . . .	126
Fig. 43 - Deposição da Formação Acaray sobre a Formação Alto Paraná ao sul do Paraguai Oriental . . . . .	127
Quadro 1 - Características estratigráficas e denominações das unidades dos grupos Caacupé e Itacurubi . . . . .	38
Quadro 2 - Unidades litoestratigráficas do Paraguai Oriental . . . . .	74
Quadro 3 - Pré-Cambriano da Região Norte do Paraguai Oriental . . . . .	100
Quadro 4 - Pré-Cambriano da Região Sul do Paraguai Oriental . . . . .	101

## RESUMO

O Paraguai Oriental está localizado numa área que geologicamente representa a borda oeste da Bacia do Paraná. Os se dimentos e a estratigrafia são muito similares aos do lado brasileiro da bacia, principalmente os da região sul do Paraguai Orien tal.

Tal como ocorre com o lado brasileiro, a área pes quisada experimentou a sua individualização, como bacia, a partir do Pré-Cambriano Superior ao Eopaleozóico, intervalo representado pelo Grupo Itapucumi, da Região Norte, de provável idade cambria na.

A seguir, depositaram-se os sedimentos dos grupos Caacupé e Itacurubi, que representam uma exceção dentro da Bacia do Paraná, pois não são encontrados depósitos correlacionáveis no lado brasileiro.

Estratigraficamente, seguem-se-lhes os sedimentos que constituem o Grupo Cerro Corá e as formações San Miguel e In dependencia. As condições desérticas afetaram também a área estu dada, imprimindo as suas características quando da deposição da Formação Misiones.

O magmatismo wealdeniano, que afetou a Bacia do Pa ra ná, está representado no Paraguai Oriental pela Formação Alto Paraná.

Constata-se, pelo acima mencionado, que existem mui tas semelhanças geológicas entre a área estudada (Paraguai Orien tal) e o lado brasileiro da Bacia do Paraná. Porém, talvez o fato de situar-se na borda da bacia propiciou uma maior intensidade tec tônica, exemplificada pelas sucessivas reativações do Arco Central Paraguaio, que bordeja o lado oeste da região e foi o respon sável pela diferença geológica observada entre as regiões Norte e Sul da área estudada.



## ABSTRACT

Eastern Paraguay is situated in an area which, in geological terms, represents the western border of the Paraná Basin. The sediments and stratigraphy are very similar to those from the Brazilian side of the basin, principally those from the Southern region of Eastern Paraguay.

Similarly to the Brazilian side the investigated area underwent individualization as basin from the Upper Pre cambrian to the Eopalaeozoic, on an interval represented by the Itapucumi Group of the Northern Region, probably of Cambrian age.

Following this, the sediments of the Caacupē and Itacurubi group were deposited, which represent an exception in the Paraná Basin, as no correlationable deposits are found on the Brazilian side.

They are followed in the stratigraphy by the sediments which compose the Cerro Corā Group and the San Miguel and Independencia formations. Desert conditions also affected the investigated region, imprinting their characteristics during the deposition of the Misiones Formation.

The Wealdenian magmatism, which affected the Paraná Basin in Eastern Paraguay is represented by the Alto Paraná Formation.

It can be established from the above mentioned that there are many geological similarities between the investigated region (Eastern Paraguay) and the Brazilian side of the Paraná Basin. However, perhaps due to its position at the margin of the basin, it was submitted to a large amount of tectonic activity, exemplified by the successive reactivations of the Central Paraguayan Arch, which borders the western side of the region and was responsible for the geological difference observed between the North and South regions of the investigated area.

## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO

O presente trabalho surgiu da necessidade de atualização das informações da geologia do Paraguai Oriental.

Trata-se de uma região peculiar do ponto de vista geológico, já que a sua evolução está, em parte, relacionada à Bacia do Paraná e, em parte, à Bacia do Chaco, com características genéticas bastante diferentes entre si. A Bacia do Paraná é, atualmente, considerada como uma bacia intracontinental, mais energética, cratônica, do tipo 2 composta, isto é, 2A-complexa, segundo KLEMME (1980), justificado pelo seu caráter dominante de processos do tipo "rift" em seu embasamento (FÚLFARO et al., 1982). A Bacia do Chaco Paraguaio (Chaco Boreal) corresponde a um nome local, aplicada à extensão sudeste da depressão Chaco-Beniana, em direção ao território paraguaio e que, por sua vez, continua para o sul, através do Chaco de Salta, Argentina. Trata-se de um elemento estrutural cujo comportamento positivo iniciou-se pelo menos no Devoniano (PUTZER, 1962). A margem nordeste da bacia é formada pelo Escudo Brasileiro. Com exceção de enclaves paleozóicos isolados, como por exemplo no Cerro León, onde afloram sedimentos devonianos e silurianos, a bacia está inteiramente recoberta pelos sedimentos cenozóicos do Chaco.

Informações de subsuperfície, disponíveis, ainda muito escassas, dificultam sobremaneira a interpretação tectônica e estratigráfica da seção pré-cenozóica do Chaco Paraguaio. Está dividida em várias outras sub-bacias ainda não muito bem estudadas. Sendo, como a Bacia do Paraná, intracontinental complexa, apresenta, no entanto, uma relação mais estreita com os Andes, devido a sua proximidade geográfica e, desta forma, está sujeita a maior intensidade dos ciclos tectônicos andinos (Fig. 1).

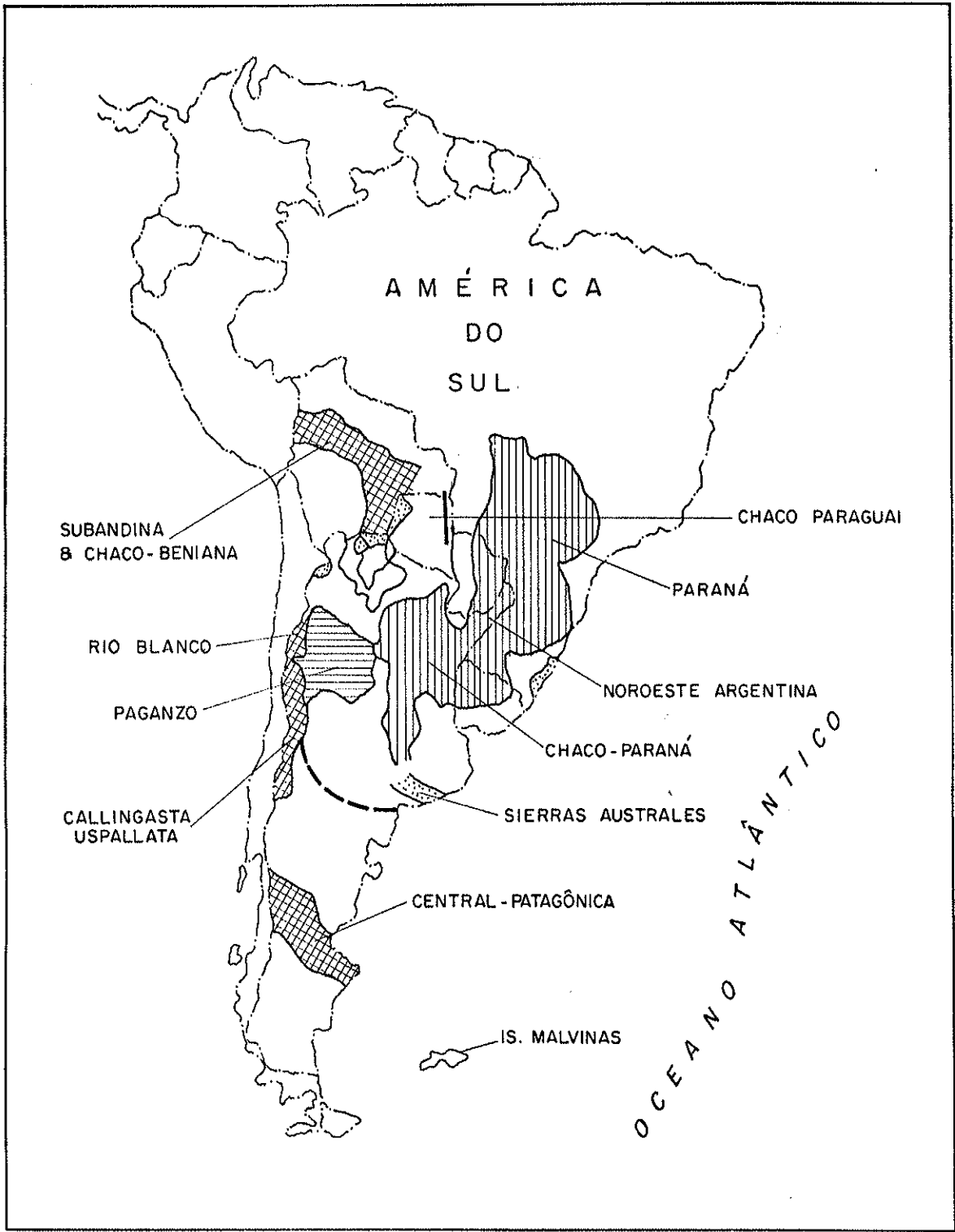


Fig. 1 - Mapa de localização das bacias do Paraná e do Chaco e a sua relação com o Paranaíba Oriental.

### 1.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área pesquisada localiza-se no denominado Paraguai Oriental, situado a leste do Rio Paraguai, que constitui o limite natural da área para oeste, com o Paraguai Ocidental ou Chaco Boreal. É limitado, ao norte e nordeste, com o Brasil e, ao sul, sudeste e sudoeste, com a Argentina (Fig. 2).

O Paraguai Oriental está compreendido, aproximadamente, entre as latitudes 22° e 28° sul e as longitudes 54° e 58° oeste, e ocupa uma superfície total de 159.628 km<sup>2</sup>, divididos em 14 Departamentos.

### 1.2. GEOMORFOLOGIA E CLIMA

O Paraguai Oriental, representando 40% do território nacional, apresenta características geomorfológicas bem definidas e bem distintas do Paraguai Ocidental ou Chaco Boreal. É formado por centenas de vertentes bem drenadas, enquanto que a região ocidental é, praticamente, desprovida de rios, em virtude de baixa pluviosidade e condições de sub-superfície preferencialmente sedimentos silte-argilosos; aproximadamente 3.000 m de sedimentos cenozóicos recobrem grande parte dessa região.

Entre os acidentes topográficos da região em estudo, destacam-se, ao norte, um maciço cristalino central, que é margeado por formações sedimentares. As cordilheiras de Amambay e Mbaracayú, formam uma cadeia contínua na porção mais oriental, na fronteira com o Brasil, com direções norte-sul e leste-oeste, respectivamente. Na parte central, estão os Altos de San Joaquin, de Ybyturuzú, de San Rafael, sendo que, nesta última, encontra-se o ponto culminante do Paraguai, com 850 m de altitude (Fig. 3). A altitude média do Paraguai Oriental é de 250 m. O rio mais importante da região é o Paraguai, que se estende na direção norte-sul e representa a mais importante via de navegação e comunicação do





Fig. 2 - Mapa de localização da área em estudo.

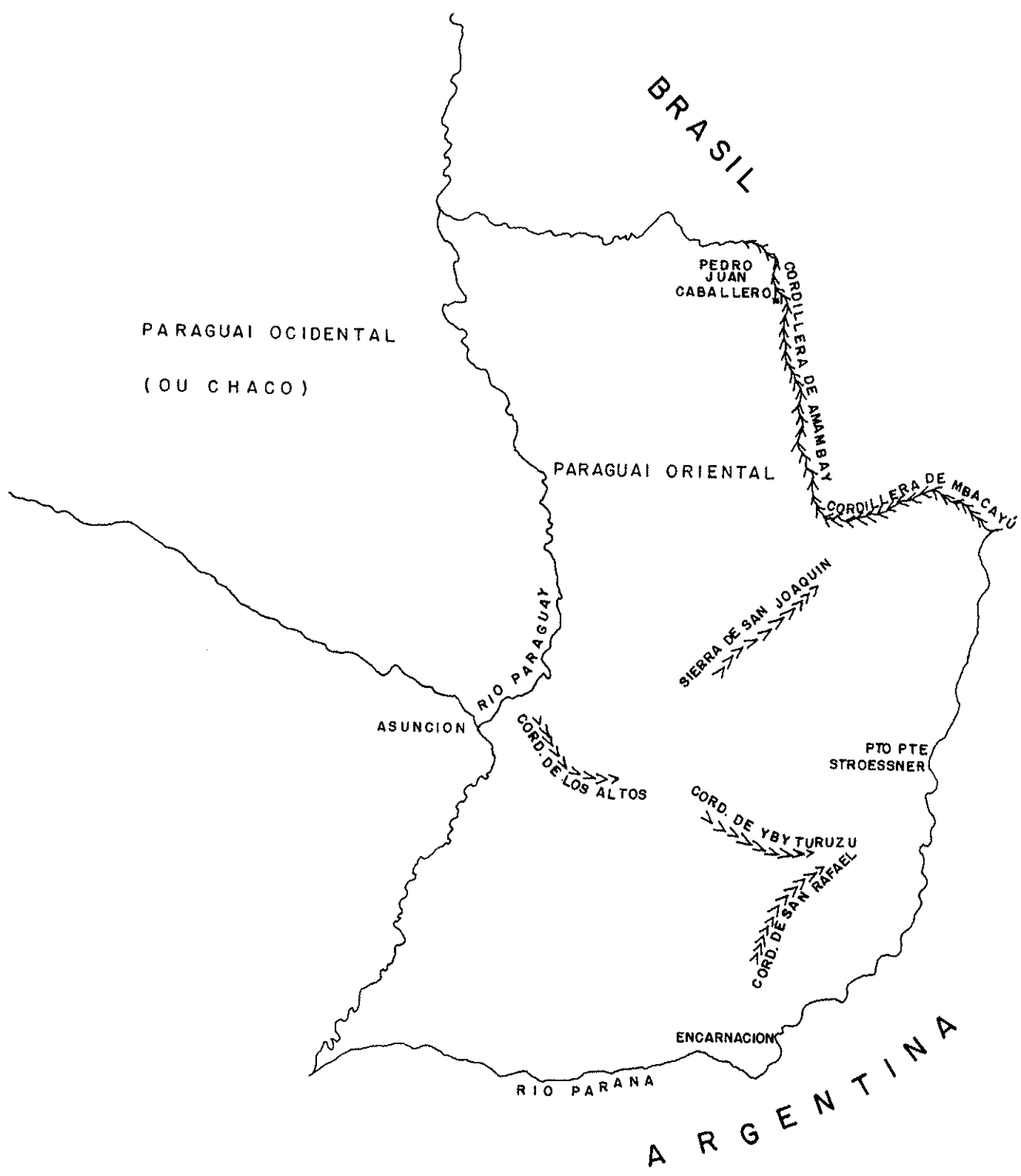


FIG. Nº: 3 - OROGRAFIA DO PARAGUAI ORIENTAL

país. Fisiograficamente, segundo HARRINGTON (1950), o Paraguai Oriental pode ser dividido em quatro áreas distintas: Norte, Oriental, Central e Sul (Fig. 4), cujos limites não estão muito bem definidos.

A Área Norte situa-se entre o Rio Paraguai, a oeste, e as Cordilheiras de Amambay e Mbaracayú, a leste, e entre o Rio Apa, ao norte, e os rios Manduvirá e Tobatyry, ao sul. Esta área é constituída por serranias suaves que, em direção a oeste, gradam para as planícies aluviais do Rio Paraguai e seus principais afluentes. A leste da citada área são encontrados testemunhos de erosão, constituídos de arenitos, que estão em contato direto com os basaltos. No restante da área, o relevo apresenta-se mais aplainado. A sudeste desta região, elevam-se as cordilheiras de Amambay e Mbaracayu, no limite com o Brasil, com altitudes de 600 a 700 m sobre o nível do mar, constituindo, assim, o acidente geográfico mais importante do país.

A Área Oriental tem como limite a Cordilheira de Mbaracayú, a norte, o Rio Paranã, a leste e sul, e as serras de San Joaquin, Ybyturuzú e San Rafael, a oeste. É formada por um relevo suave, ligado ao "trapp" basáltico que cobre a área de norte a sul.

A Área Central está limitada, ao norte, pelos rios Mandurivã e Tobatiry, a oeste, pelo Rio Paraguai, ao sul, pelo Lago Ypoã e cidades de Caapucú, Mboyapey, Caazapá e, a leste, pelas serras de San Joaquin e Ybyturuzú. Esta é a área de maior densidade demográfica, sendo drenada por numerosos rios, onde a agricultura constitui a atividade humana mais importante.

A Área sul caracteriza-se por relevos ondulados muito suaves e pradarias lisas, freqüentemente inundáveis.

O Paraguai Oriental apresenta clima subtropical, amenizado pela abundante vegetação, ventos suaves e chuvas freqüentes. A temperatura média anual é de 23°C. Os meses de maior precipitação pluviométrica são os de janeiro, abril e outubro. Os me-

ses mais secos são maio, julho e agosto. A pluviosidade média anual é de 1.500 mm, variando de 600 mm, a oeste, até 2.000 mm, a leste da região.

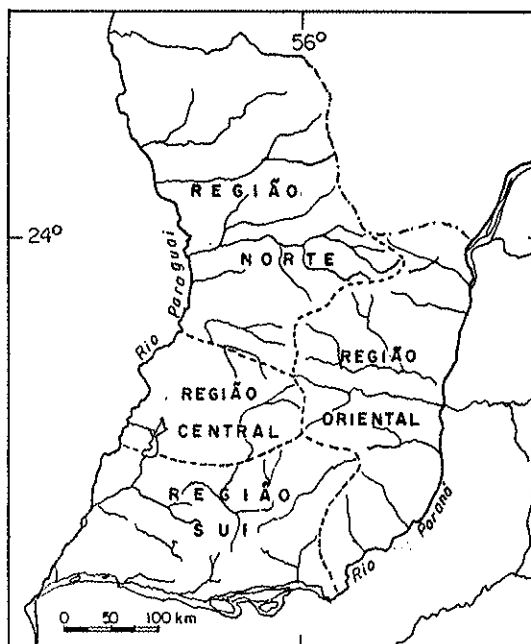


Fig. 4 - Mapa de localização das regiões fisiográficas do Paraguai Oriental (HARRINGTON, 1950)

### 1.3. TRABALHOS PRÉVIOS

É relativamente escassa a literatura geológica acerca do Paraguai Oriental. Os trabalhos de caráter regional, até agora publicados, não chegam a dez, embora os primeiros remontem ao século passado. Os trabalhos de 1860, elaborado por DE MERSAY, e de 1865, por DU GRATY (Apud PALMIERI e VELAZQUEZ, 1982), contêm interessantes observações sobre a geologia e recursos minerais do país. A partir daí, trabalhos de destaque apareceram só em meados deste século, como o de HARRINGTON (1950-1956) que realizou estudos estratigráficos e paleontológicos do Paraguai Oriental, e o de ECKEL (1959) que fez o reconhecimento da geologia e dos recursos minerais do país. Em 1962 apareceu o primeiro traba

lho mais completo sobre a geologia do Paraguai, onde PUTZER executou correlações geológicas com os países circunvizinhos e com a região Ocidental ou Chaco Boreal. DIAZ DE VIVAR e VERA MORÍNIGO (1968) fizeram uma síntese da geologia do Paraguai, revisaram os trabalhos até então publicados e propuseram algumas modificações. Em 1969, estes mesmos autores completaram a publicação anterior com informações sobre a tectônica do Paraguai.

O trabalho mais recente de caráter regional sobre a geologia do Paraguai foi publicado por PALMIERI e VELÁZQUEZ (1982), que forneceram informações de caráter regional sobre a estratigrafia e tectônica do país.

Trabalhos mais específicos, ou de caráter mais local, sobre a geologia do Paraguai Oriental têm sido publicados de maneira mais freqüente, complementando, em parte, as poucas informações de caráter regional. Entre estes destaca-se o de BERTONI (1921), que apresentou dados preliminares sobre a geologia da região norte do Paraguai. BOETTNER (1947) executou trabalhos geológicos no Departamento de Concepción, ao norte do Paraguai Oriental.

Em 1966 a e b, um autor anônimo, estudou detalhadamente as quadrículas 40 (Itá) e 41 (Coronel Oviedo), ambas situadas no Paraguai Oriental. BIGARELLA et al. (1969) realizaram pesquisas sobre a origem e estratigrafia dos sedimentos do Grupo Caacupé. COMTE e HASUI (1971) realizaram um estudo geocronológico das rochas pré-cambrianas do Paraguai Oriental. FÚLFARO e LANDIM (1971) estudaram estratigraficamente os sedimentos paleozóicos do Paraguai Oriental. HARRINGTON (1972) fez uma reavaliação dos seus trabalhos anteriores (1950-1956), enfocando especificamente os sedimentos dos grupos Caacupé e Itacurubi, enquadrando as unidades em novas categorias e correlacionando-as com unidades sincrônicas de países limítrofes. REDMOND (1979) realizou um levantamento sísmico no Paraguai Oriental, tendo feito correlações estratigráficas com o lado brasileiro.

## AGRADECIMENTOS

Al Paraguay por la esperanza.

Ao Brasil pela acolhida.

Ao Prof. Dr. Kenitiro Suguio pela orientação, leitura crítica do texto e compreensão.

Ao Prof. Dr. Vicente José Fúlfaro pela orientação, dados e ajuda prestada de campo.

Ao Prof. Dr. Juan H. Palmieri pela sua constante colaboração e incentivo em todas as etapas do trabalho.

Ao Prof. Dr. Setembrino Petri pela sua colaboração em dados de campo e sugestões.

Ao Prof. Dr. Gilberto Amaral pela sua colaboração na interpretação das imagens de satélite e empréstimo do material.

Ao Licenciado Guillermo Sosa pela sua compreensão e ajuda prestada.

Ao Prof. Dr. Narciso Gonzalez Romero pelo incentivo e colaboração na etapa de campo.

Ao Prof. Paulo Roberto dos Santos pela sua amizade e revisão dos desenhos.

Ao Dr. Ricardo Francesconi pelo incentivo e colaboração.

À CAPES pelas bolsas de pesquisa (Convênio BP 21/79; BP 139/80; BP 112/81; BP 25/85) para a elaboração deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de pesquisa (Processo nº 101.713-82) para o desenvolvimento deste trabalho.

À United Nations Development Programme in Brazil (UNDT.CD) pela bolsa de pesquisa (Processo nº 305/1/UNDTCD) para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos e colegas de pós-graduação, em especial a Sandra M.A. Furtado e Juracy Bento de Oliveira Vespucci, pela

amizade, incentivo e correção do texto.

À Luciana Maria Lopes pelo salutar e enriquecedor convívio e principalmente pela grande amizade.

À Gergely Andres Julio Szabó pela versão do resumo do texto. À Coriolano de Marins e Dias Neto, pela ajuda e incentivo.

À Marta José da Silva pela sua gentileza e grande ajuda. À Perla e Rufino pelo carinho e fé.

Às amigas Teresa, Nelly, Neuza, Rosa, Zilda, Any, Marlene, Tina, Carmen, Stella e a todas aquelas pessoas que fazem com que a vida seja mais bonita e feliz.

Aos amigos Peter Bitschene e Miguel Stanichevsky pela colaboração e incentivos constantes.

A Paulo César Fonseca Giannini pela sua ajuda.

À Sra. Itacy Kroehne e Anselmo Candia pela confecção dos desenhos.

À Araide Sanches pelos trabalhos de datilografia e ao Sr. Jaime Alves da Silva e equipe, pelos trabalhos gráficos.

Às pessoas da Biblioteca que sempre prestaram uma grande ajuda nas etapas do trabalho.

Aos meus irmãos, Juan Carlos pelo afeto e importante ajuda na etapa de campo, Laura, pelo seu constante incentivo, carinho e apoio, Leonor, pelo carinho, amor e ajuda nos desenhos do texto, Mirian, pelo afeto e palavras de incentivo na boas e más horas.

Aos meus pais, um absoluto e grande reconhecimento pelo amor, carinho e fé.

A todas essas pessoas, a autora consigna um profundo e grande reconhecimento e um "Muchas gracias".



## CAPÍTULO II

### MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADOS

#### 2.1. INTRODUÇÃO

As informações geológicas sobre o Paraguai Oriental, baseadas em dados bibliográficos compilados pela autora, são completados com um mapa geológico-estrutural na escala 1:1.000.000 (Fig. 5-Anexo) e seções estratigráficas levantadas durante os trabalhos de campo. Foi feita, também, uma tentativa de correlação geológica do Paraguai Oriental, correspondente à margem oeste da Bacia do Paranã, com a margem leste, em território brasileiro, atualmente melhor estudada. Esta correlação é muito importante para se entender melhor a geologia do Paraguai Oriental, onde aproximadamente cerca de 90% são ocupados pelos sedimentos da Bacia do Paranã.

#### 2.2. MAPA GEOLÓGICO-ESTRUTURAL

Para a confecção deste mapa foi necessária uma primeira etapa de homogeneização das informações provenientes de mapas geológicos anteriores, como os de HARRINGTON (1947), ECKEL (1959), PUTZER (1960), PEREIRA (1978), Instituto de Ciências Básicas (1982), ANCHUTZ CORP. (1980), PALMIERI e VELÁZQUEZ (1982) e ANCHUTZ CORP. (1981).

A segunda etapa consistiu na aplicação da técnica de sensoriamento remoto, utilizando-se imagens de satélite LANDSAT sobre cópias de papel na escala 1:500.000, nos canais 5, 6 e 7 para as seguintes cenas:

. Órbita 276

ponto 27: L<sub>2</sub> 77207-124506 de 26.07.1977

ponto 28: L<sub>2</sub> 77207-124131 de 26.07.1977

. Órbita 262

ponto 27: L<sub>1</sub> 75316-124237 de 12.11.1976

ponto 28: L<sub>1</sub> 76059-123606 de 28.02.1976

L<sub>1</sub> 75316-124302 de 12.11.1975

ponto 29: L<sub>1</sub> 76059-123656 de 28.02.1976

L<sub>1</sub> 76041-123742 de 10.02.1976

ponto 31: L<sub>1</sub> 76201-121547 de 19.07.1976

L<sub>1</sub> 76041-123832 de 10.02.1976

: Órbita 248

ponto 28: L<sub>1</sub> 76202-122011 de 20.07.1976

ponto 29: L<sub>1</sub> 76202-122036 de 20.07.1976

ponto 30: L<sub>2</sub> 276319-124634 de 14.11.1976

L<sub>1</sub> 76202-122101 de 20.07.1976

ponto 31: L<sub>1</sub> 76202-122126 de 20.07.1976

. Órbita 234

ponto 29: L<sub>1</sub> 76201-121457 de 19.07.1976

ponto 30: L<sub>1</sub> 76201-121522 de 19.07.1976

ponto 31: L<sub>1</sub> 76201-121547 de 19.07.1976

As imagens foram fornecidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) do Brasil.

Na utilização das imagens de satélite optou-se, na maioria dos casos, pela interpretação através dos canais 5 e 7, que fornecem melhores respostas para os estudos geológicos.

A interpretação foi feita por métodos convencionais utilizados em fotografias aéreas e constou de seguintes etapas:

- a) Traçado das principais redes de drenagem;
- b) Traçado das feições culturais (estradas, cidades, etc.);
- c) Delimitação de feições morfológicas (escarpas, cristas, "cuestas", etc.);
- d) Delimitação de zonas de texturas homólogas; e
- e) Traçado dos lineamentos.

As transparências (*overlays*) resultantes foram analisadas em confronto com os dados geológicos disponíveis na literatura e os obtidos em trabalhos de campo.

Áreas críticas, para as quais as interpretações das imagens apresentaram discrepâncias com dados geológicos, foram reinterpretados em maior detalhe. Após essa fase de análise foi construído o mapa geológico-estrutural na escala 1:1.000.000.

A utilização das imagens LANDSAT permitiu homogeneizar os dados geológicos existentes e extrapolar as informações de áreas conhecidas para áreas contíguas desconhecidas.

Outra etapa consistiu na transposição das direções dos alinhamentos do mapa para um diagrama rosáceo (Fig. 6). Este diagrama foi elaborado colocando o número e comprimento total dos alinhamentos correspondentes ao quadrantes NE (0 a 90°), em classes sucessivas de 10°. Para o quadrante NW foi adotado procedimento análogo ao utilizado no anterior.

### 2.3. SEÇÕES GEOLÓGICAS

Nesta etapa da pesquisa foram medidas quatro seções geológicas baseadas em dados de campo. As seções geológicas levantadas totalizaram 2.757 km ao longo de rodovias. Na construção dessas seções foram utilizadas diferentes escalas, de acordo com a necessidade do trabalho.

As seções foram levantadas com a ajuda de um altímetro tipo Paulin, medindo-se sempre diferenças de cota em relação à estação anterior. As distâncias entre as estações foram medidas com o odômetro do veículo e os rumos de uma estação a outra com uma bússola tipo Brunton.

Foram medidas quatro seções geológicas acompanhando as rodovias, sendo mais ou menos perpendicularmente às direções geológicas das camadas, isto é, orientadas na direção leste-oeste. As quatro seções levantadas foram as seguintes:

- a) Itauguá - San José: rumo  $N113^{\circ}E$
- b) Caaguazú - Pto. Pres. Stroessner: rumo  $N115^{\circ}W$
- c) Concepción - Pedro Juan Caballero: rumo  $N72^{\circ}E$
- d) Paraguari - Isla Pucú: rumos  $N73^{\circ}E$ ;  $N-S$ ;  $N70^{\circ}E$  e  $N32^{\circ}W$

#### 2.4. CORRELAÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS

A partir das informações obtidas nos itens 2 e 3 deste capítulo e das publicações prévias sobre a área de estudo e regiões limítrofes, foi feita uma tentativa de correlação entre as unidades litoestratigráficas do Paraguai Oriental e do lado brasileiro da Bacia do Paraná.

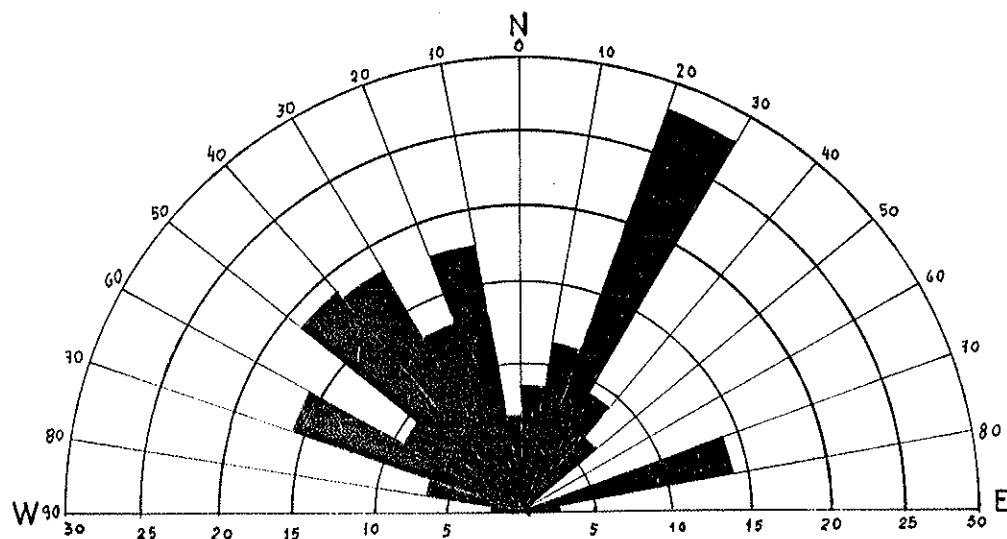


Fig. 6 - Diagrama rosáceo das direções preferenciais de alinhamentos.

## CAPÍTULO III

### DESCRIÇÃO DAS UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS

#### 3.1. INTRODUÇÃO

A descrição das diversas unidades litoestratigráficas que compõem a geologia do Paraguai Oriental, foi realizada com base em publicações anteriores e completada durante diversos trabalhos de campo e de gabinete. Para os casos específicos das rochas pré-cambrianas, basálticas e as de filiação alcalina, a descrição foi dificultada devido ao fato de a autora não possuir estudos de detalhe das rochas citadas. Esta falta foi suprida em parte com viagens de reconhecimento, realizados em determinadas zonas onde afloram rochas do Pré-Cambriano da área sul, rochas basálticas da área de Puerto Presidente Stroessner e Encarnación, e as rochas de filiação alcalina das regiões de Sapukai, Acahay e Paraguari.

#### 3.2. PRÉ-CAMBRIANO

##### 3.2.1. Localização

A área mais extensa, de afloramento de rochas pré-cambrianas do Paraguai Oriental, localiza-se na borda norte-ocidental. Esta área limita-se, ao norte, com o Rio Apa, a oeste, com o Rio Paraguai, ao sul, com o Rio Aquidabán e seu afluente, o arroio Pitanohaga, e, a leste, os limites situam-se nas fazendas Caracol, Hermosa e Isla Yovai.

Na região sul, as rochas pré-cambrianas encontram-se limitadas, ao norte, pela cidade de Carapeguá e os lagos Ypoa

e Cabral, a oeste, pelo Lago Verã e pela localidade de Cerrito, ao sul, pela cidade de San Juan Bautista e, a leste, pelas cidades de Quyquyó e Roque Gonzáles.

Outras áreas de afloramento de rochas pré-cambrianas estão ligadas ao tectonismo, como no vale formado pela Falha de Ypacaraí, no vale de Acahay, ao longo do Rio Paraguai, desde Asunción, para o norte e perto da cidade de Pedro Juan Caballero.

### 3.2.2. Trabalhos Prévios

As rochas pré-cambrianas, do Paraguai, foram objeto de estudo desde 1894, quando MILCH executou suas primeiras investigações geológicas. CARNIER (1911), e mais tarde, BERTONI (1912), GOLDSCHELAND (1913) e BOETTNER (1947) realizaram pesquisas sobre o Pré-Cambriano da área do Rio Apa.

Em 1950, HARRINGTON estudou as rochas desta idade no Paraguai Oriental, agrupando-as em duas áreas: o Pré-Cambriano norte e o Pré-Cambriano sul. ECKEL (1959) apresentou o primeiro estudo petrográfico sobre as rochas pré-cambrianas, diferenciando-as, geneticamente, em rochas graníticas e rochas metamórficas.

Na quadrícula 40 Itã (1966) do MOPC (Ministério de Obras Públicas y Comunicaciones), de autor anônimo, foram feitas referências a rochas pré-cambrianas, que afloram na área sul, em Paraguari e Caapucú. VERA MORINIGO e FACETTI (1968) subdividiram o Pré-Cambriano do Paraguai, de acordo com as ocorrências geográficas, em Pré-Cambriano norte, centro e sul.

PUTZER (1962) referiu-se a um elemento tectônico, por ele denominado "*Arco Central Paraguayo*" (Zentral-Paraguayische Schwelle), constituído por rochas pré-cambrianas, dispostas segundo a direção N-S, separando o Paraguai Oriental do Paraguai Ocidental ou Chaco Boreal.



Em 1975, ALMEIDA e BORN, em um estudo realizado para a OEA (Organização dos Estados Americanos), trabalharam na região do Paraguai Oriental, onde reconheceram várias unidades estratigráficas.

COMTE e HASUI (1971), através de um trabalho geocronológico, discutiram a problemática de correlação entre o Pré-Cambriano das áreas norte e sul.

ALMEIDA (1974) descreveu os "pôrfiros" da região de Caapucú, na parte sul, comparando-os com os existentes na parte norte.

PALMIERI e VALÁSQUEZ (1982) subdividiram o Pré-Cambriano sul em novas unidades estratigráficas, com categoria de grupo e duas formações, para as rochas metamórficas e ígneas, respectivamente.

WIENS (1983) publicou uma síntese mais atualizada sobre o Pré-Cambriano do Paraguai Oriental, extrapolando os dados da geologia e tectônica do Brasil.

ALMEIDA e HASUI (1985) correlacionaram, em idade, a geologia da região norte do Paraguai Oriental com a do Brasil.

Como se observa, apesar da longa data do primeiro trabalho acerca do Pré-Cambriano do Paraguai Oriental, os estudos sobre estas rochas carecem de continuidade e aprofundamento. Estudos petrográficos, tectônicos e geocronológicos são necessários para uma melhor compreensão destas unidades. Ainda assim, de trabalhos como os de ALMEIDA e BORN (1975), PALMIERI e VELÁZQUEZ (1982), WIENS (1983), AMARAL (1984) e ALMEIDA e HASUI (1985), é possível estabelecer uma provável seqüência estratigráfica regional e a sua possível correlação com os eventos geocronológicos do Pré-Cambriano do Brasil.

Com relação às denominações das unidades que compõem o Pré-Cambriano do Paraguai Oriental, preferiu-se manter as

já existentes devido à falta de estudos mais aprofundados da autora neste sentido. Em estudos futuros tal fato será levado em consideração, desde que os termos usados atualmente não se enquadrem aos códigos estratigráficos vigentes.

### 3.2.3. Unidades Litoestratigráficas

#### 3.2.3.1. Pré-Cambriano da Região Norte

As rochas pré-cambrianas da Região Norte são constituídas pelas seguintes unidades: Complexo Basal do Rio Apa, Grupo San Luis, Grupo Centurión, Grupo Estrella e Grupo Itapucumi.

##### a) Complexo Basal do Rio Apa

Agrupa-se, com este nome, um complexo metassedimentar incluindo rochas eruptivas associadas. Este complexo constitui a unidade basal do Pré-Cambriano da região.

Predominam rochas metassedimentares, tais como, gnaisses biotíticos, biotita-xistos, gnaisses quartzo-dioríticos, anfibolitos e quartzitos. Os afloramentos são escassos e descontínuos pois, na maior parte da área, ocorre espessa cobertura de solos residuais.

Os metassedimentos estão perturbados por intrusões metabásicas, granitos, veios de quartzo, aplitos e pegmatitos (ALMEIDA e BORN, 1975). Essas rochas foram submetidas a múltiplas fases de deformação, metamorfismo e atividade magmática de difícil reconhecimento (WIENS, 1983).

##### b) Grupo San Luis

Este grupo é constituído por micaxistos, quartzitos, nos quais se inserem corpos graníticos, havendo ainda riólitos por

firíticos e tufos vulcânicos associados aos granitos.

As rochas deste grupo têm, na base, um metaconglomerado, indicando uma relação discordante com o Complexo Basal do Rio Apa.

Os quartzitos representam a litologia predominante e formam os relevos acentuados da "*Cordillera de las Siete Puntas*" e "*Guacurus*", perto da localidade de San Luis. Nestas rochas predominam grãos de quartzo e quantidades subordinadas de sericita, formando verdadeiros itacolomitos (ALMEIDA e BORN, 1975).

Segundo WIENS (1983), o grupo apresenta indícios de estruturas relacionadas a mais de um evento tectônico (cretáceo?), originando falhas inversas e brechas tectônicas. Não se observam dobramentos e os estratos mergulham para NE.

#### c) Grupo Centurión

Litologicamente, este grupo é formado por rochas efusivas e intrusivas, que cortam as rochas graníticas e gnáissicas do Complexo Basal do Rio Apa. As rochas apresentam-se alteradas dificultando a sua classificação petrográfica. São, em geral, rochas de textura fina, predominantemente porfiríticas, onde se reconhecem abundantes fenocristais de feldspato e menores quantidades de quartzo, disperso em matriz afanítica cinza-esverdeada, ou vermelha. Estas rochas mostram efeitos de ação tectônica, não sendo visíveis estruturas cataclástica ou milonítica (ALMEIDA e BORN, 1975).

#### d) Grupo Estrella

É formado por efusivas piroclásticas e porfiríticas, que ocorrem abundantemente na parte ocidental do Pré-Cambriano norte, alojando-se parcialmente no Grupo San Luis.

#### e) Grupo Itapucumi

Este grupo está formado por rochas calcárias, às ve

zes metamorfasadas, dolomíticas e detríticas, que afloram a NW do Rio Paraguai, descoberto por BOETTNER em 1947, foi designado por HARRINGTON (1950), de "Série Itapucumi".

A base deste grupo é constituída por uma fina camada de conglomerado, que recobre, discordantemente, os granitos do Grupo Centurión. Este conglomerado tem aproximadamente 30 cm de espessura, contendo seixos de quartzo com até 4 cm de diâmetro. Sobre este conglomerado, encontram-se arcósios e arenitos arcósios, com poucos metros de espessura, que passam para siltitos micáceos, com espessura de 8 m, intercalados com finas camadas de calcários, que são as rochas que passam a predominar na porção superior da seqüência.

A espessura total das rochas detríticas é de, aproximadamente, 15 m (ALMEIDA e BORN, 1975).

Nas pedreiras e margens do Rio Paraguai, observam-se arenitos finos de cor rósea, argilitos e margas.

Os calcários apresentam-se, comumente, com estratificação plano-paralela, mas podem ser, também, maciços. A cor, geralmente, é cinza-clara ou escura, apresentando, também cores branca ou avermelhada.

Às vezes são oolíticos e, neste caso, a rocha pode apresentar-se com estratificação cruzada.

Na localidade de Vallemi, os calcários e dolomitos incluem lâminas finas de lutitos. Estes calcários e dolomitos apresentam, entre si, diferenças, tanto na composição e cor, como nas estruturas sedimentares. Os dolomitos têm textura fina e uniforme, sendo, localmente, "sacaróide" e a estratificação é mascarada por dolomitização. Intercalam-se em bancos entre os calcários e, em alguns casos, distribuem-se irregularmente na massa de rocha carbonatada, indicando a sua origem epigenética (ALMEIDA e BORN, 1975).

### 3.2.3.2. Pré-Cambriano da Região Sul

As unidades que compõem as rochas do Pré-Cambriano da Região Sul são as seguintes: Complexo do Rio Tebicuary, Grupo Paso Pindó, Grupo Ramos, Grupo Villa Florida e o Grupo Caapucú, citadas na ordem cronológica da mais antiga para a mais nova.

#### a) Complexo do Rio Tebicuary

Este complexo é formado pelas rochas mais antigas do Pré-Cambriano da área sul (ECKEL, 1959). São rochas metassedimentares, tais como, quartzitos, xistos e gnaisses. Nestas rochas encontram-se granitos intrusivos de textura fina.

Na serra de Itayurú, ao norte da cidade de San Juan Bautista, os gnaisses e micaxistos contêm delgadas intercalações de mármore.

No km 176 da Ruta 1, perto da localidade de San Miguel, encontra-se talco, originado da serpentinização de rochas ultrabásicas, contendo ocorrências localizadas de cromita (ECKEL, 1959).

#### b) Grupo Paso Pindó

Este grupo é formado por uma seqüência de rochas metassedimentares, constituídas de quartzitos, xistos, filitos, meta-arenito arcossiano e metaconglomerado. ECKEL (1959) menciona a espessura da seqüência de filitos e meta-arenitos arcossianos de 50 a 100 m, próximo à localidade de Villa Florida.

#### c) Grupo Ramos

Este grupo é constituído por calcários arenosos e orgânicos. Os afloramentos não são proeminentes, aparecendo de forma localizada e de difícil correlação estratigráfica. Esta seqüência é definida como continuação transicional do Grupo Paso

Pindó (WIENS, 1983).

**d) Grupo Villa Florida**

O grupo é mal conhecido e WIENS (1983) define-o como constituído de uma seqüência de rochas básicas, de "aspecto anfibolítico". A posição estratigráfica deste grupo é também mal conhecida.

**e) Grupo Caapucú**

Este grupo é formado por rochas intrusivas, efusivas ácidas e pegmatitos. HARRINGTON (1950) observou passagem de fácies granítica a facies porfirítica a 4 km de Quiindy, onde foi encontrado um afloramento de granito róseo biotítico com 2 ou 3 km de extensão que, rumo ao sul, passa para granito porfirítico e a seguir para pórfito-granito, com fenocristais eudrais de quartzo e microclínio.

Mais para o sul, 12 km ao norte de Caapucú, são encontrados verdadeiros quartzo-pórfitos (riólitos), ocupando toda a área, desde este ponto até o vale do Rio Tebicuary. Para oeste, estão recobertos pelos depósitos modernos da planície do Rio Paraguai, enquanto que a leste ocultam-se sob sedimentos silurianos.

Durante os trabalhos de campo, realizados para o desenvolvimento desta pesquisa, foi possível verificar que existem variações na granulometria dos granitos. Doze quilômetros ao sul de Caapucú, foi encontrado um afloramento de granito róseo, com cristais de feldspato de até 5 cm e 4 km ao norte deste ponto, ocorre um granito de granulação fina, com cristais de 1,5 cm de diâmetro. Os dois tipos de granitos são intrusivos em uma rocha quartzítica muito alterada.

Segundo ECKEL (1959) a facies mais saturada de rochas graníticas encontra-se ao norte de San Miguel. Este autor analisou estas rochas quimicamente, considerando típico o granito constituído de quartzo, feldspato alcalino róseo e biotita marrom com



cristais porfiríticos de feldspato branco.

Os riólitos apresentam fenocristais de feldspato, com a cor variando de avermelhada a cinza. Os grãos de quartzo são vitreos, euedrais, com tamanhos variando de 1 a 3 mm, acompanhados de grãos irregulares de feldspato. Um bom exemplo destas rochas é encontrado no km 134, perto da localidade de Caapucú, na estrada que vai a Quiindy (ECKEL, 1959).

ALMEIDA (1974) descreveu, na pedreira de Caapucú, rochas porfiríticas de texturas variáveis, de cores predominantemente cinzas mas também vermelhas. HARRINGTON (1950) observou a ausência de metamorfismo nestas rochas, fato também admitido por ALMEIDA (1974).

Este último autor observou que estas rochas não mostram dobramentos nem sinais de tectonismo intenso, fato que as distingue das rochas semelhantes do vale do Rio Apa. Existem, no entanto, alguns falhamentos relacionados a mineralizações fracas de sulfetos.

Segundo PUTZER (1962), o limite norte da área das rochas de textura porfirítica coincide com os falhamentos orientados para NW, fato também verificado pela autora, perto da cidade de Caapucú.

#### f) Afloramentos isolados de rochas pré-cambrianas

Existem vários afloramentos de rochas pré-cambrianas no Paraguai Oriental, além dos citados anteriormente. Estes afloramentos estão quase sempre ligados a tectonismo recente. Na cidade de San Bernardino, na base da borda oriental do vale de Ypacarai, aflora uma rocha granítica que foi descrita por HARRINGTON (1950), ECKEL (1959) e PUTZER (1962) e analisada, geocronologicamente, por COMTE e HASUI (1970). Trata-se de um pequeno afloramento, com dimensão aproximada de 1.000 m de comprimento, na direção N-S, e 500 m de largura. A rocha é um granito pouco alterado e sem metamorfismo, apresentando granulação fina a média (HARRINGTON, 1950).

O último autor sugere que o granito represente um produto de intrusão múltipla, devido a duas fases de formação de rochas, uma ligada ao granito róseo e a outra ao cinzento, hipótese esta confirmada por DEGRAFF et al. (1981), que encontraram um dique de rocha granítica, de granulação fina, de 0,20 m de espessura, cortando na direção NE o granito de San Bernardino.

A NE da cidade de Paraguari, na base do vale oriental de Ypacarai, na sua extremidade meridional, encontram-se rochas sedimentares e metamórficas indivisas dobradas, aflorando em um triângulo formado pelos cerros Cristo Redentor, Mbatovi e Santo Tomás (DEGRAFF et al., 1981). As rochas do Cerro Cristo Redentor foram descritas por HARRINGTON (1950) como arenito lutítico, tipo "varvítico", nos níveis superiores. KARPOFF (1965, in: DEGRAFF et al., 1981) atribuiu origem glacial a estas rochas, agrupando-as na sua "Série Escobar", de idade compreendida entre o Pré-Cambriano e o Eocambriano.

DEGRAFF et al. (1981), estudando estas rochas e de outro pequeno morro, localizado a oeste do Cerro Cristo Redentor, concluíram que se tratam de rochas sedimentares e metamórficas dobradas, formando um sinclinal aparentemente simétrico, com o eixo horizontal dirigido para N 25° E, cujo centro coincide, aproximadamente, com o centro do Cerro Cristo Redentor. Neste mesmo trabalho, os autores confirmam a existência do mesmo tipo de rocha do Cerro Cristo Redentor, no km 94 da estrada que vai de Paraguari a Piribebuy. Neste afloramento, encontramos uma falha de direção NW-SE que coincide com a direção do vale de Ypacarai.

Existem outros afloramentos de rochas pré-cambrianas que ainda não foram estudadas; a maioria ligadas aos grandes alinhamentos estruturais que são mapeados no mapa da figura 5.

### 3.3. GRUPOS CAACUPÉ E ITACURUBI

#### 3.3.1. Localização

A seqüência sedimentar que constitui os grupos Caacupé e Itacurubi está situada na região central do Paraguai Oriental, em uma faixa de direção NW-SE, com dimensão aproximada de 140 km de comprimento e mais ou menos 50 km de largura (Fig. 7)

#### 3.3.2. Trabalhos Prévios

A ocorrência de sedimentos de idade devoniana no Paraguai foi sugerida por SIEMIRADSKI (1898), baseada em braquiópodos ("*Rhynchonella*") contidos em rocha ferruginosa, de cor marrom-chocolate, de procedência até hoje desconhecida. BEDER e WINDHAUSEN (1918) relataram a ocorrência de fósseis, atribuíveis ao Devoniano, em argilas amareladas do "Cerro Aparipi", situadas cerca de 4 km da margem direita do Rio Piribebuy, afluente da margem esquerda do Rio Paraguai. Além disso, arenitos pardo-avermelhados, aflorantes a norte e leste da bacia do Rio Piribebuy, poucos quilômetros ao norte do povoado de "Arroyos y Esteros", teriam fornecido fósseis bastante mal conservados, aos quais BEDER e WINDHAUSEN (1918) também atribuíram idade devoniana. Esses autores admittiram que a "*Rhynchonella*" de SIEMIRADSKI (1898) poderia ter sido coletada de arenitos semelhantes aos de "Arroyos y Esteros" e que as argilas arenosas brancas, expostas na margem do Rio Mandurivã (próximo ao "Puerto Tobaty" e "Puerto Pessoa"), poderiam, também, apresentar a mesma idade devoniana.

Segundo OPPENHEIM (1936), a área aflorante de sedimentos supostamente devonianos, no Paraguai, seria aparentemente pequena e restrita à porção sul, por causa de extensas coberturas de arenitos e basaltos mesozóicos da "Série São Bento", sendo, então, ainda mal conhecido o seu limite norte. Nas localidades des

critas por BEDER e WINDHAUSEN (1918), OPPENHEIM (1936) assinalou a ocorrência de cerca de 20 m de folhelhos argilosos brancos, acinzentados ou amarelados, com camadas limoníticas de origem secundária e arenito micáceo, denominado por OPPENHEIM (op. cit.) de "folhelhos Aparipi". Acima destes, encontram-se camadas de arenitos médios, micáceos, de cor vermelha, denominados pelo autor citado de "*Arenito Arroyos y Esteros*". A espessura de todo este conjunto seria superior a 70 m. Outros autores que estudaram sedimentos de idade eopaleozóica do Paraguai foram MENDEZ ALZOLA (1938), HARRINGTON (1950 - 56) e AHLFELD (1956).

HARRINGTON (op. cit.) foi o primeiro autor a descrever dois pacotes superpostos de sedimentos no Paraguai, aos quais deu os nomes de Caacupé (inferior) e Itacurubi (superior). Utilizando a designação muito usada na época, denominou-os de "séries" e atribuiu a "Série Itacurubi" ao Devoniano e a "Série Caacupé" ao Siluriano. A idade da "Série Itacurubi" foi baseada no trabalho de BEDER e WINDHAUSEN (1918), que identificaram os fósseis contidos nesses sedimentos, atribuindo-lhes idade devoniana e correlacionando com os do Grupo Paraná do Brasil.

Posteriormente, HARRINGTON (1956) também admitiu que o Grupo Itacurubi poderia ser correlacionado ao Grupo Paraná, do Brasil Meridional, embora litologias correlacionáveis às formações Furnas e Ponta Grossa não tenham sido reconhecidas no Paraguai. ECKEL (1959) também endossou as idéias de HARRINGTON (1950-56), relativas às litologias e idades dos sedimentos das "Séries" Caacupé e Itacurubi, limitando-se a introduzir pequenas modificações nas descrições litológicas originais.

WOLFART (1961) discutiu a estratigrafia e paleontologia dos sedimentos paleozóicos do Paraguai. A despeito de algumas conclusões geológicas errôneas e identificações paleontológicas incorretas, este autor teve o mérito de comprovar que o Grupo Itacurubi, aflorante a leste de Eusebio Ayala e atribuído por HARRINGTON (1950) ao Devoniano, era, na verdade, de idade eossiluriana, uma vez que esses sedimentos conteriam restos de diplograptídeos. A principal contribuição de WOLFART (1961), entretanto, con

sistiu em demonstrar que as camadas fossilíferas do Cerro Aparipi e Vargas Peña pertenciam, na realidade, ao Grupo Itacurubi, enquanto que o Grupo Caacupé (subjacente) se revelava afossilífero. Em 1962, PUTZER, analisando a geologia do Paraguai, simplesmente aceitou os conceitos de WOLFART (1961), sem introduzir modificações.

LANGE e PETRI (1967), ao descreverem o Grupo Paraná do Brasil, afirmam que não existiriam sedimentos devonianos em superfície no Paraguai Oriental, embora admitiram a possibilidade da existência destas rochas em subsuperfície.

Nas quadrículas 40 e 41 (1966a e 1966b), em trabalho de um autor anônimo, foram utilizados os termos anteriormente introduzidos por HARRINGTON (1950 - 56) e ECKEL (1959), entre outros, com algumas modificações de caráter estratigráfico na conceituação do Grupo Itacurubi.

BIGARELLA e COMTE (1969) propuseram novos conceitos referentes à paleogeografia do Grupo Caacupé, baseados em estudos de paleocorrentes, a partir de medidas de estratificações cruzadas. Relacionaram esses sedimentos com a Bacia do Chaco, devido ao mergulho original das camadas do Grupo Caacupé rumo ao Chaco e não à Bacia do Paraná como ocorre atualmente.

Em 1972 HARRINGTON aceitou a idéia de idade siluriana para o Grupo Itacurubi e forneceu dados de conceituação, denominação e subdivisão estratigráfica dos grupos Caacupé e Itacurubi.

Segundo DEGRAFF et al. (1982), os sedimentos tidos como silurianos do Grupo Itacurubi, poderiam ser admitidos como ordovicianos ou silurianos, com a possibilidade de que a parte superior do grupo seja do Devoniano. Esta hipótese é reforçada por BALDIS e HANSEN (1980), que ressaltam o fato de que as trilobitas do Paraguai Oriental apresentam-se em posição quase ancestral com respeito à idade siluriana; desta forma, não se descarta a possibilidade de que parte da fauna do Grupo Itacurubi seja do

Ordoviciano Superior.

### 3.3.3. Descrição Estratigráfica

As características estratigráficas e denominações das diversas unidades que formam os grupos Caacupé e Itacurubi são comparadas com a utilizada por HARRINGTON (1972) e mostradas no Quadro 1.

#### 3.3.3.1. Grupo Caacupé

As "Cordilleras de los Altos", a leste do vale de Ypacarai, são formadas por rochas sedimentares do Grupo Caacupé, entre as cidade de Caacupé e Tobati, ao longo da estrada de Paraguari a Piribebuy e entre Cerro Jhu e Valenzuela (Fig. 7). Afloramentos mais restritos são encontrados ao sul das Cordilleras de los Altos, em Carapeguá, Quiindy, Ybycui, Ybytymi e entre Mbuyapey e Quyqyó e entre Paraguari e norte de Pirayú (HARRINGTON, 1972).

O Grupo Caacupé pode ser dividido neste trabalho em três formações: Paraguari, Cerro Jhu e Piribebuy. O grupo assenta-se, por contato de falha, sobre as rochas pré-cambrianas e passa, por contato transicional, para os sedimentos do Grupo Itacurubi.

#### a) Formação Paraguari

Esta unidade forma a porção basal dos sedimentos do Grupo Caacupé, sendo constituída por conglomerados contendo, preferencialmente, seixos de quartzo, embora possam, também, existir riólitos ou silexitos. Os diâmetros dos seixos variam desde 1 até 18 cm, com grau de arredondamento bastante elevado, característica indicativa de alta maturidade textural. A matriz deste conglomerado é formada por arenito arcossiano grosseiro.



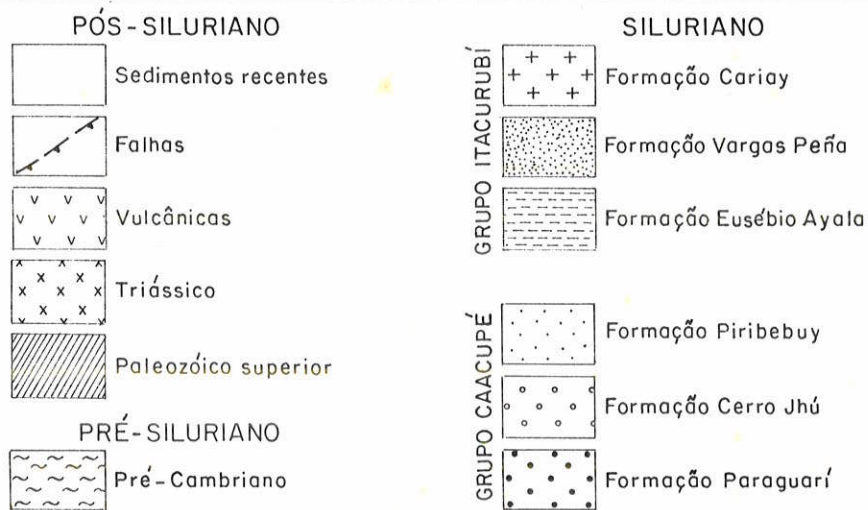
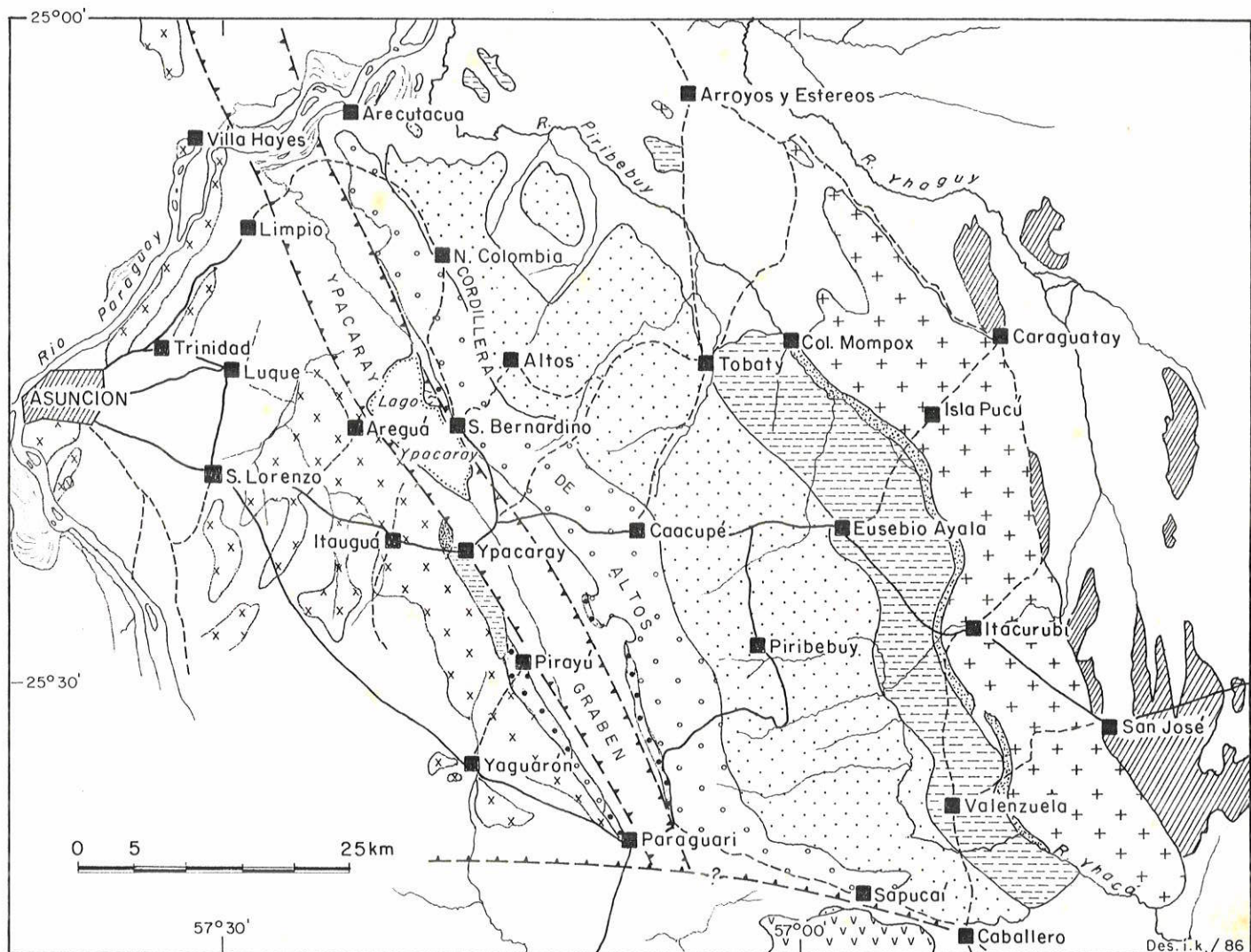


FIG. Nº: 7 - MAPA ESQUEMÁTICO DO PARAGUAI ORIENTAL

( HARRINGTON , 1972 MODIFICADO )

Apresenta estratificação gradacional e, para o topo, passa para arenito grosseiro conglomerático que também, por sua vez, apresenta estratificação gradacional. A estratificação cruzada tangencial é a estrutura sedimentar mais comum nesta formação (Fig. 8), embora possa apresentar-se maciça.

A Formação Paraguari encontra-se em discordância sobre as rochas pré-cambrianas e o contato entre essas unidades dá-se por falhamento, enquanto que o contato com a formação superposta é concordante e gradacional.

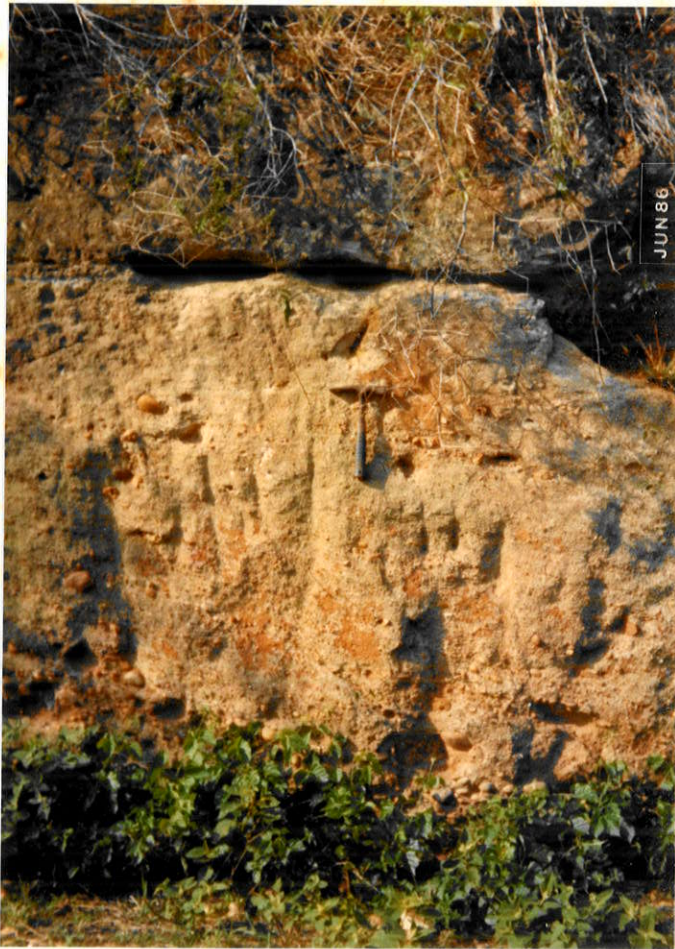


Fig. 8 - Estratificação cruzada na Formação Paraguari.  
Local: Estrada Paraguari - Piribebuy, a 10 km  
de Paraguari.

**b) Formação Cerro Jhú**

O nome Cerro Jhú foi proposto por HARRINGTON (1972)



como Arenito Cerro Jhú para designar os arenitos arcosianos situados entre as formações Paraguari e Piribebuy, mudando, deste modo, a antiga nomenclatura utilizada pelo autor (op. cit.) para toda a seqüência sedimentar encontrada sobre a Formação Paraguari, de "Arenito Piribebuy".

O nome Cerro Jhú, próximo à localidade de Paraguari, onde aparecem bons afloramentos deste arenito, foi adotado neste trabalho para designar a formação.

A Formação Cerro Jhú é composta de arenito arcosiano de grãos grosseiros a médios, bem selecionados, em contato gradacional sobre a formação sotoposta. Os grãos deste arenito são formados, predominantemente, de quartzo e feldspato e, secundariamente, por minerais máficos. Este arenito é, em geral, bastante friável, embora em alguns locais ocorra litificação por metamorfismo de contato, causado por rochas magmáticas intrusivas. A coloração do arenito varia de castanho claro a rosado e, localmente, branco. Em alguns níveis ocorrem camadas de siltitos e argilitos que também dão origem a pelotas de argila (*clay galls*).

As estratificações cruzadas constituem a característica principal desta formação, apresentando-se nas formas tabular e acanalada

### c) Formação Piribebuy

HARRINGTON (1972) propõe para esta formação o nome de Arenito Tobati, mudando, desta forma, a antiga designação "Arenisca Piribebuy", dada pelo mesmo autor em 1950. Por motivo de prioridade e por encontrar-se a cidade de Piribebuy perto de Cerro Jhú, nome da formação imediatamente inferior, é conveniente manter a antiga designação, denominando-a, desse modo, neste trabalho, como Formação Piribebuy.

A formação é constituída, predominantemente, de arenito quartzoso, contendo, freqüentemente, feldspato caolinizado, apresentando, portanto, coloração branca e grande friabilidade. Fe

nômenos de silicificação são verificados em zonas afetadas por falhas ou por intrusões de diabásio. A granulação varia de média a fina, sendo mais grosseira no nível inferior. Aqui também, a estratificação cruzada é a feição mais proeminente, embora possa apresentar-se como arenito maciço. Nos níveis superiores, onde se tornam mais finos, exibem também abundantes marcas onduladas.

Os sedimentos que compõem esta formação aparecem comumente em forma de morros isolados ou formando conjunto de morros, onde se nota uma certa orientação na direção NW-SE, que constitui a direção mais comum destas rochas.

Esta formação, que ocorre no topo do Grupo Caacupé, acha-se assentada concordantemente sobre a Formação Cerro Jhú e o contato superior, com a Formação Eusebio Ayala do Grupo Itacurubi, ocorre de forma transicional.

### 3.3.3.2. Grupo Itacurubi

Este grupo aflora segundo uma faixa, de direção geral NNW-SSE, com mais de 85 km de extensão. Seu limite norte situa-se na localidade de Arroyos y Esteros e o seu limite sul vai até San José e a oeste vai até Caraguatay, Santa Elena e San Jo-sé. O grupo aparece também em uma faixa estreita na borda oeste do vale de Ypacarai, ao norte de Pirayú (HARRINGTON, 1972) (Fig.7)

O Grupo Itacurubi constituído de sedimentos contendo bastante fósseis apresenta-se provavelmente com contato transicional sobre o Grupo Caacupé afossilífero e o seu contato com a Formação Coronel Oviedo do Grupo Cerro Corá, superposto, é discordante. PUTZER (1962), considera este contato como de falhamento. Entre San José e Coronel Oviedo o contato está mascarado por sedimentos cenozóicos.

O Grupo Itacurubi pode ser dividido neste trabalho,

em três formações: Eusebio Ayala, Vargas Peña e Cariay.

a) Formação Eusebio Ayala

Esta designação foi proposta por WOLFART (1961), que a chamou de Arenito Eusebio Ayala e nas quadrículas 40 e 41 (1966a e 1966b), um autor anônimo enquadrou a unidade na categoria de formação. HARRINGTON (1972) denominou de Arenito Ayala. Neste trabalho a denominação usada é de Formação Eusebio Ayala.

Os afloramentos desta formação ocorrem descontinuamente, formando uma faixa de 65 km de comprimento por 5 a 8 km de largura, que se dispõe segundo a direção NNW-SSE. Segundo HARRINGTON (1972), esta faixa limita-se ao norte com a cidade de Tobati, ao sul com Valenzuela, a leste segue o curso do Rio Piribebuy e a oeste ocorre em uma estreita faixa desde Tobati, Eusebio Ayala até Valenzuela.

Esta formação representa a parte basal do Grupo Itacurubi, sendo constituída por arenito de granulação fina, muito micáceo e com matriz argilosa. Apresenta-se bem estratificada com intercalação de siltito argiloso muito bem laminado. A cor predominante é a parda, aparecendo secundariamente as cores violeta, lilás e avermelhada. Além da estratificação plano-paralela horizontal, aparecem também as estratificações cruzadas.

Nesta formação aparecem os primeiros fósseis da sequência, constituídos de *Trimerus* sp. ind., *Eocoelia paraguayensis*, (Harrington), *Australostophia*(?) sp. ind., *Dalmanites?*sp. ind., *Orthoceratins*.

A Formação Eusebio Ayala parece estar assentada concordantemente sobre os sedimentos da Formação Piribebuy do Grupo Caacupé, passando também transicionalmente para a Formação Vargas Peña.

## b) Formação Vargas Peña

Os sedimentos desta formação foram chamados por WOLFART (1961) de "*Lutitas Vargas Peña*", tendo sido referidos como *Lutitas Vargas Peña* por HARRINGTON (1972). Neste trabalho denomina-se na categoria de formação.

Esta unidade aflora a oeste do vale de Ypacarai, na pedreira Vargas Peña, em uma estreita e longa faixa de direção NW-SE, desde a Colonia Mompox, seguindo o curso do Rio Piribebuy, em direção a Isla Pucú. Ocorrem também no Cerro Ybytymi, Itacurubi e o Cerro Pirayui e por cerca de 15 km para o sul seguindo o curso do Rio Piribebuy (Fig. 7).

A Formação Vargas Peña é constituída por argilitos caolínicos de cor cinza, podendo apresentar-se com cores branca, amarela até acastanhada. No topo desses argilitos ocorrem níveis de arenitos e siltitos.

Embora a sua espessura seja delgada, pois segundo HARRINGTON (1972) atinge apenas 10 - 20 m, contém muitos fósseis, encontrando-se entre os principais os seguintes:

*Lingula* sp. ind.

*Lingula* sp. aff. *Lingula lamella* Clarke

*Anabaia paraia* Clarke

*Eocoelia paraguayensis* (Harrington) Amos e Boucot

*Praectenodonta* sp. ind.

*Ctenodonta* sp. ind.

*Anodontopsis?* sp. ef. *A. austrina* Clarke

*Nuculites opistoxystomus* Harrington

*Nuculites* sp. cf. *N. brasilianus* Clarke

*Nucula?* sp. ind.

*Palaeoneilo?* sp. ind.

*Ulrichospira?* sp. ind.

*Eotomaria* sp. ind.

*Orthoceratido* ind.

*Hyalithes sphenomorphus* Harrington

*Hyolithes guaraniensis* Wolfart  
*Tentaculites* sp. ind.  
*Tentaculites* sp. cf. *T. trombetensis* Clarke  
*Dalmanites* sp. ind.  
*Calymene boettneri* Harrington  
*Flexicalimene*  
*Climacograptus innotatus brasiliensis* Reed  
*Diplograptus modestus* Lap. subsp.  
*Monograptus* sp.  
*Calloconullaria* sp.  
*Arthropicus* sp.  
*Crinoides* ind.  
*Makaspis ypacarayensis* Baldis e Hansen  
*Guayakinites itacurubensis* Baldis e Hansen  
*Guayakinites caacupemiensis* Baldis e Hansen  
*Guaranites paraguayensis* Baldis e Hansen

Esta formação passa transicionalmente para as formações Eusebio Ayala sotoposta e Cariay superposta.

### c) Formação Cariay

Esta seqüência foi denominada por WOLFART (1961) de "Arenisca Cerro Perro", nomenclatura errônea, pois o nome do cerro é Cerro Peró, que em guarani significa morro sem vegetação. HARRINGTON (1972) propôs para esta formação a denominação de Arenito Cariy (sem o "a"), sendo novamente denominada erroneamente já que a seção-tipo é chamada de "Cariay Loma" (com "a"). Adota-se assim o nome de Formação Cariay, modificando a denominação de HARRINGTON (1972).

Esta formação distribui-se na parte mais oriental da faixa de afloramentos da seqüência dos grupos Caacupé e Itacurubi, ocupando uma faixa de cerca de 50 km de largura.

Os sedimentos desta formação são predominantemente arenitos, de granulação variada, de grossa a muito fina, localmente com siltitos e níveis argilosos; nos cerros Aparipi e Cerro Pe

rõ são as localidades onde estas litologias aparecem. Os arenitos são bastante micáceos e apresentam muito boa seleção. A cor primária é amarela clara, variando a castanha escura quando impregnados de ferro, podendo apresentar cores secundárias lilás e violeta. As estruturas sedimentares mais freqüentes são as estratificações plano-paralela horizontal e cruzada tangencial, embora possam ser maciças.

Da mesma maneira que na formação sotoposta, numerosos fósseis têm sido encontrados nesta formação, tendo-se entre os principais os seguintes:

*Favosites* sp. ind.

*Lingula* sp. aff. *L. Oliveira* M. Alzola

*Eocoelia paraguayensis* (Harrington) Amos e Boucot

*Australostrophia conradi* Harrington

*Australostrophia* sp. nov. (*A. conradi* Wolfart, non Harrington, partim)

*Camarotoechia?* sp. ind.

*Ctenodonta?* sp. ind.

*Nuculites opistoxystomus* Harrington

*Nuculana?* sp. ind.

*Eotomaria* sp. ind.

*Murchisonia* (*Hormotoma*) sp. ind.

*Calimene boettneri* (Harrington)

*Calimene* sp. ind.

*Diacalimene* sp. aff. *D. crassa* Shirley

*Phacopina* (*Scothiella*) *perroana* Wolfart

*Proetus* sp. ind.

*Trimerus?* sp. ind.

*Climacograptus innotatus brasiliensis* Ruederman

*Diplograptideo* ind. (*Diplograptus?*) sp. Wolfart

*Tentaculites?* sp. ind. (*T. trombetensis* Wolfart non Clarke).



GRUPO ITACURUBI (Harrington, 1972)	ARENITO CARIY (Harrington, 1972) Formação Cariay*	Arenito de granulação grossa a fina com intercalação de siltitos e níveis argilosos, estratificação plano-paralela.
	FOLHELHO VARGAS PEÑA (Harrington, 1972) Formação Vargas Peña*	Lutitos, arenitos finos e argilitos micáceos, cores amarelo claro a marrom e avermelhados com estratificação plano-paralela.
	ARENITO AYALA (Harrington, 1972) Formação Eusebio Ayala*	Arenito fino micáceo e siltito argiloso micáceo, cor amarelo a amarronsado, estratificação plano-paralela.
GRUPO CAACUPÉ (Harrington, 1972)	ARENITO TOBATI (Harrington, 1972) Formação Piribebuy*	Arenito quartzoso, cor branca e grande friabilidade. Apresenta-se comumente com estratificação cruzada.
	ARENITO CERRO JHÚ (Harrington, 1972) Formação Cerro Jhú*	Arenitos arcossianos com granulometria grossa a média. A estratificação cruzada é a característica mais comum.
	CONGLOMERADO PARAGUARI (Harrington, 1972) Formação Paraguari*	Conglomerados de quartzo preferencialmente, arenitos arcossianos com estratificações cruzadas.

Quadro 1 - Características estratigráficas e denominações das unidades dos grupos Caacupé e Itacurubi.

\* Denominação adotada neste trabalho

### 3.4. GRUPO CERRO CORÁ

#### 3.4.1. Localização

O Grupo Cerro Corá é constituído pelas formações Aquidabán e Coronel Oviedo. Aflora numa ampla faixa do Paraguai Oriental (Fig. 5-Anexo) estando a Formação Aquidabán localizada na Região Norte e a Formação Coronel Oviedo na Região Sul.

#### 3.4.2. Trabalhos Prévios

HARRINGTON (1950) correlacionou os sedimentos do Grupo Cerro Corá aos depósitos semelhantes do território brasileiro e, baseado no trabalho de WHITE (1908), denominou os sedimentos paraguaios de "Série Tubarão". ECKEL (1959), WOLFART (1961) e PUTZER (1962) utilizaram a mesma denominação atribuída no trabalho de HARRINGTON (1950). Nas quadrículas 40 (Itá) e 41 (Coronel Oviedo) (1966a e 1966b), de um autor anônimo, a denominação "Série Tubarão" foi substituída por "Série Cerro Cora" para os sedimentos do Paraguai. ALMEIDA e BORN (1975) denominaram Grupo Aquidabán os sedimentos da Região Norte. PALMIERI e VELÁZQUEZ (1982) mudaram a nomenclatura de "Série Cerro Corá" para Grupo Cerro Corá.

#### 3.4.3. Descrição Estratigráfica

Neste trabalho foi adotado o nome Cerro Corá na categoria de grupo, por sua vez, constituído pelas formações Coronel Oviedo e Aquidabán (WIENS, 1982). ALMEIDA e BORN (1975) consideraram a unidade Aquidabán na categoria de grupo. Contudo, de acordo com o Código de Nomenclatura Estratigráfica da Comissão Americana de Nomenclatura Estratigráfica (MENDES, 1963) e com o Cód

go e Guia Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica (PETRI et al., 1982) é mais aconselhável considerar Aquidabán na categoria de formação.

### 3.4.3.1. Formação Aquidabán

#### a) Localização

Os sedimentos desta formação aparecem na Região Norte do Paraguai Oriental, desde a localidade de Felipe Matiauda até o Rio Apa, fronteira com o Brasil. Os seus limites a oeste estão sempre recobertos por sedimentos fluviais cenozóicos do Rio Paraguai e afluentes, exceto a NW onde eles repousam diretamente sobre as rochas pré-cambrianas. O limite leste desta sequência termina coberto pelos sedimentos das formações Misiones e Independência.

#### b) Características litológicas e relações de contato

Os sedimentos que constituem esta formação caracterizam-se por grande variedade litológica, desde diamictitos, tilitos e arenitos até argilitos. No entanto, as litologias predominantes são os arenitos, ora argilosos, ora conglomeráticos. As partículas arenosas são constituídas predominantemente de quartzo e feldspato, quase sempre bem arredondadas mas mal selecionadas, aparecendo também pouca mica. Os arenitos apresentam-se comumente com estratificação horizontal, sendo a cruzada mais esporádica.

Os sedimentos da Formação Aquidabán são caracteristicamente avermelhados e arroxeados, à semelhança dos sedimentos correlacionáveis em território brasileiro, da Formação Aquidauana. Segundo ALMEIDA (1945), a cor vermelha seria secundária e atribuída por óxido de ferro, enquanto que a cor primária desses sedimen

tos seria cinzenta. PETRI e FÚLFARO (1983) concluíram que a cor vermelha estaria ligada à matriz argilosa rica em óxido de ferro e seria secundária, já que em sondagens as cores predominantes encontradas têm sido a branca e cinza. Porém, alguns diamictitos, mesmo em sondagens, exibiriam a cor vermelha, principalmente nas seções basais que, segundo esses autores, revelariam área-fonte onde as condições favoreceriam o aparecimento desta cor por intemperismo. A contínua denudação da área-fonte ocasionaria a gradativa retirada do material vermelho e, desta maneira, denudação mais rápida que o intemperismo ocasionaria o aparecimento de cores mais claras, como acontece nas porções superiores do Aquidauana. Segundo esses autores, a cor vermelha uniforme encontrada em afloramento seria devida ao intemperismo atual.

A Formação Aquidabán do Paraguai é formada principalmente por arenitos e secundariamente por siltitos, depositados em condições periglaciais, como depósitos de lavagem ("*outwash de posits*") por águas de degelo em períodos interglaciais. Já, os níveis de diamictitos representam depósitos de geleiras que atuaram na região.

Quanto às relações de contato, a Formação Aquidabán apresenta-se na região noroeste do Paraguai Oriental em contato de falha com as rochas pré-cambrianas. A leste esses sedimentos estão em contato discordante com as formações Misiones e Independencia. Como parece ter ocorrido um retrabalhamento parcial dos sedimentos da Formação Aquidabán para fornecer material para a Formação Misiones, o contato entre ambas é pouco nítido.

Ao longo dos rios que constituem a rede hidrográfica da área, os sedimentos da Formação Aquidabán são recobertos por aluviões cenozóicos.

### 3.4.3.2. Formação Coronel Oviedo

#### a) Localização

Enquanto ao norte são encontrados os sedimentos da Formação Aquidabán, no mesmo nível estratigráfico, ao sul ocorrem os sedimentos da Formação Coronel Oviedo. Estas formações estão provavelmente interdigitadas nas proximidades da localidade de Mbutuy.

#### b) Trabalhos prévios

Em 1950, HARRINGTON correlacionou os sedimentos que ocorrem em território paraguaio com os seus semelhantes do Brasil, que compõem a "Série Tubarão". Mais tarde, ECKEL (1959), PUTZER (1962) utilizaram a mesma denominação. Nas quadrículas 40 (Itã) e 41 (Coronel Oviedo) (1966a e 1966b), de autor anônimo, a denominação de "Série Tubarão" foi substituída por "Série Cerro Corá". A denominação "Série" foi substituída por grupo, que incluiria a Formação Coronel Oviedo, denominação que foi adotada por WIENS em 1982.

#### c) Características litológicas e relações de contato

A Formação Coronel Oviedo, da mesma forma que a Formação Aquidabán, apresenta litologias muito variadas, desde diamictitos e arenitos, consideradas litologias mais frequentes, até siltilitos e ritmitos. A diferença principal entre as duas formações, é que na Formação Coronel Oviedo os sedimentos finos (silticos e argilosos) são mais abundantes do que na Formação Aquidabán.

Os diamictitos apresentam matriz areno-argilosa mui

to fina, de cor cinza-esverdeada escura e mostram cores secundárias amarela-clara e creme-claro. Fragmentos de granitos, quartzo, quartzo-pórfiro, diabásio, quartzito e grauvas, com dimensões variáveis entre sub-centimétricas até blocos com mais de 50 cm de diâmetro são encontrados. Os seixos dos diamictitos são subarredondados, sendo semelhantes aos de origem fluvial. Cerca de 70% dos seixos apresentam estrias subparalelas devidas ao transporte glacial, do mesmo modo que as estrias do substrato. Segundo HARLAND (1966, in ZARAUZA et al., 1977), considerando as suas características, estes diamictitos tratar-se-iam de ortotilitos, isto é, originados por "*till*" de descarga direta a partir da geleira.

A espessura das camadas de tilito nunca ultrapassa 3 m mas, em geral, contém intercalações de camadas de arenito fino branco-amarelado, muitas vezes silicificado, como acontece na pedreira do Rio Tebicuary-mi. Cerca de 12 km ao norte de Coronel Oviedo, ocorrem camadas de 1,5 m de espessura de arenito grosso, conglomerático, com seixos de até 5 cm de diâmetro, superposto a um embasamento de filito.

A 34 km de Coronel Oviedo, em direção a Mbutuy, são encontrados ritmitos varvíticos de cor verde-acinzentada (Fig.9), bastante litificados e com camadas verticalizadas por influência de um dique de diabásio. Sobre estes ritmitos, encontra-se um arenito muito fino com estratificação horizontal.

PALMIERI e VELÁZQUEZ (1982) citam a presença de rochas carbonáticas intercaladas com camadas argilosas na localidade de Siraty, em San Estanislao.

"Eskers" típicos, contendo seixos de quartzo-pórfiro e quartzito tipo Caapucú, localizados a 19,9 km de Coronel Oviedo rumo a Vilarrica (perto da ponte sobre o Rio Tebicuary-mi) foram citados na quadrícula 41 (Coronel Oviedo) em 1966b.

A parte basal desta formação é constituída por diamictitos que são sucedidos por arenitos de granulação variada, tendo aos termos mais grosseiros, de cor clara, diferentes dos

arenitos da Formação Aquidabán. Neste arenito estão intercalados níveis de ritmitos varvíticos.

A Formação Coronel Oviedo jaz discordantemente sobre sedimentos dos grupos Caacupé e Itacurubi no seu limite oeste. PUTZER (1962) admite que este contato ocorra por falha entre as localidades de San José e Coronel Oviedo. A discordância sugerida por esse autor encontra-se recoberta por sedimentos cenozóicos.

Nas proximidades do campo de futebol da cidade de Coronel Oviedo, a formação homônima passa concordantemente para a Formação San Miguel. Na parte leste, a passagem da Formação Coronel Oviedo para os sedimentos da Formação Independencia é difícil de ser observada devido à deposição de sedimentos cenozóicos, que recobrem ambas as unidades estratigráficas.



Fig. 9 - Ritmitos varvíticos de cor verde-acinzentada da Formação Coronel Oviedo.

Local: 34 km de Coronel Oviedo em direção a Mbutuy.



### 3.5. FORMAÇÃO SAN MIGUEL

#### 3.5.1. Localização

Este é o nome utilizado por WIENS (1983) para designar os sedimentos que ocorrem imediatamente superpostos à Formação Coronel Oviedo, ao sul da localidade de Mbutuy, na região central do Paraguai Oriental.

#### 3.5.2. Trabalhos Prévios

HARRINGTON (1950) descreveu arenitos avermelhados, situados logo acima dos tilitos da "Série Tubarão", na localidade de Espinillo, ao sul de Vilarrica, denominando-os de "Bonito" e correlacionando-os, desta maneira, à Formação Rio Bonito de WHITE (1908). Esta idéia foi inteiramente aceita por ECKEL (1959).

PUTZER (1962) denominou estes arenitos de "Areniscas Aquidauana Superior" e, baseado na sua experiência anterior no Brasil em 1954, correlacionou-os com a Formação Palermo. Estes sedimentos são mencionados pelos autores citados como uma seqüência única, a "Série Tubarão", sem subdividi-la em duas formações, Coronel Oviedo e San Miguel como é feito neste trabalho.

Na quadrícula 41 (Coronel Oviedo) em 1966b, de um autor anônimo, são mencionados os arenitos descritos por HARRINGTON (1950), da localidade de Espinillo, que são colocados dentro da "Série Cerro Corá", do Carbonífero Superior.

WIENS (1983), denominou estes arenitos, com intercalações de siltitos, de Formação San Miguel e considerou-os como do Permiano Inferior.



### 3.5.3. Características Litológicas e Relações de Contato

Segundo HARRINGTON (1950), os arenitos aflorantes em Espinillo são avermelhados a cinza-escuros e amarelados, feldspáticos, com matriz caulínica, muito bem estratificados e apresentam baixa litificação. Na quadrícula 41 (Coronel Oviedo), em 1966b, um autor anônimo, aceita a sugestão feita por HARRINGTON (1950) em relação à litologia e estratigrafia, mencionando também intercalações de arenitos quartzíticos cinzentos de granulação fina. A sequência de arenitos é recoberta por crosta laterítica de 2 m de espessura, que constitui uma feição epigenética.

A cerca de 23 km de Coronel Oviedo, na estrada para Mbutuy, encontra-se uma pedreira de arenito avermelhado composto de uma camada mais clara de granulação mais fina de aspecto maciço e outra mais escura de granulação mais grossa, bem laminada, com boa seleção e alto grau de arredondamento (Fig. 10). Na cidade de Coronel Oviedo, em local denominado "Cerrito", encontra-se uma sequência constituída de arenito e siltito, de cor castanha esverdeada, bastante intemperizada (Fig. 11). Esses sedimentos foram deformados, provavelmente, durante a compactação dos sedimentos, pois o arenito que se encontra sobre o siltito parece estar sendo englobado pelo siltito, formando uma espécie de pseudonódulo.

O contato inferior da Formação San Miguel com a Formação Coronel Oviedo é concordante e o superior, com a Formação Independencia, se dá por discordância.





Fig. 10 - Bloco solto de arenito da Formação San Miguel, com camadas de cor clara e aparentemente maciças e outras mais escuras e muito bem laminadas. Local: Pedreira situada a 23 km de Coronel Oviedo, em direção a Mbutuy.



Fig. 11 - Arenito e siltito perturbados por deformação adiatrófica da Formação San Miguel. O arenito está englobado no meio de siltito. Local: "Cerrito", próximo à cidade de Coronel Oviedo.



### 3.6. FORMAÇÃO INDEPENDENCIA

#### 3.6.1. Localização

Esta formação encontra-se melhor desenvolvida na região centro-sul do Paraguai Oriental, sendo a sua localidade-tipo a região da Colônia Independencia.

#### 3.6.2. Trabalhos Prévios

O primeiro a mencionar as "Camadas Independencia" foi CARNIER (1911; in ECKEL, 1959) que descreveu fósseis (*Osmundites carnieri*, Schuster), nas proximidades da Sierra de Ibyturuzú, 6 km a oeste da Colonia Independencia. SCHUSTER (1911) e BEDER (1923) su geriram idade terciária para essas camadas baseados no fóssil da espécie "*Dadoxylon*".

REED (1935) descreveu e ilustrou os fósseis de bivalves coletados por WINDHAUSEN em 1924, encontrados entre as localidades de San José e Valenzuela, classificando-nos como *Pinzonella* cf. *illusa*, Reed.

HARRINGTON (1950) descreveu pelecípodos provenientes de uma pedreira abandonada 800 m ao sul do Hotel Tilinsky da Colonia Independencia, onde BOETTNER (1947) tinha descoberto duas das espécies descritas por HARRINGTON (1950), como *Pinzonellopsis accidentalis*, Reed *Pseudocorbula anceps*, Redd. HARRINGTON (1950) estabeleceu uma equi valência da sua "Série Independencia" com as camadas contendo *Pinzonella* e *Pinzonellopsis* do Brasil meridional, que correspondem ao "Grupo Rio do Rastro" no sentido de OLIVEIRA (1930) ou à Formação Estrada Nova segundo MENDES (1945).

PUTZER (1962), baseado no trabalho de HARRINGTON (1950) no que concerne a descrição litológica, modificou o nome de "Série Independencia" para "Facies Independencia" (Independencia-Facies) e consi derou-a correlacionável à Formação Estrada Nova da "Série Passa Dois" do Brasil. Na quadrícula 41 (Coronel Oviedo) de 1966b, esta formação, juntamente com a Formação Pañetey, é incluída na "Série Ybyturuzú".

Em 1972, HERST prestou uma importante contribuição

descrevendo, pela primeira vez, impressão de plantas fósseis do Paraguai (*Licopsides arborescentes*), estabelecendo com maior segurança idade permiana para esses sedimentos. Em 1973, HERST descreveu mais duas espécies de faunas fósseis junto com numerosos exemplares de madeira silicificada tipo picnoxílico. Em 1981, este autor descreveu novas espécies de fósseis vegetais da Colonia Independencia do Paraguai Oriental comparando-as com as espécies brasileiras por ele estudadas na estrada BR-277, a 30 km a oeste de Irati (Estado do Paraná).

### 3.6.3. Características Litológicas e Relações de Contato

A Formação Independencia é constituída principalmente por arenitos fossilíferos e mais raramente por siltitos, argilitos e calcários.

Em 1950, HARRINGTON descreveu três seções estratigráficas nas localidades de Mbocayaty e Colonia Independencia, subdividindo a formação em três níveis, superior, médio e inferior, com características litológicas distintas. O nível inferior é constituído por arenitos feldspáticos de granulação grossa a média, bem arredondados, geralmente pouco cimentados, com predominância das cores creme e amarela, apresentando freqüentes estratificações cruzadas. O nível médio é caracterizado por arenitos feldspáticos de granulação geralmente fina, argilosos, de coloração creme a amarela, com estratificação horizontal, alternando com níveis sílticos de cores creme a amarela e cinza-escuro. O nível superior contém arenitos de granulação fina a média, pouco cimentados, de cor rosa clara predominante, rosa amarelada e mais raramente avermelhada, com estratificações cruzadas.

Litologia diferente da descrita por HARRINGTON (1950) é encontrada próximo da estrada internacional "Ruta 7", entre as localidades de Coronel Oviedo e Caaguazú, numa pedreira denominada Cachimbo. Tratam-se de calcários oolíticos de cor cinza, com concreções de sílex (Fig. 12) e estratificações cruzadas, na base

do afloramento, muito semelhantes aos calcários oolíticos de Taguaí (SP) descritos por SUGUIO et al. (1974). No nível médio encontram-se siltitos arroxeados e o nível superior apresenta alternância de arenito branco muito fino e siltito (Fig. 13). No nível dos arenitos de granulação muito fina encontram-se abundantes marcas onduladas e "pistas de vermes" (Fig. 14). Na mesma estrada, na direção de Caaguazú a 2,5 km da pedreira Cachimbo, aflora arenito de granulação grossa que passa no nível superior para fino com estratificações cruzadas, sendo substituído gradualmente por siltito. Este afloramento apresenta a cor arroxeadada característica desta formação.

A Formação Independencia está assentada sobre a Formação San Miguel em discordância e seu contato superior com a Formação Misiones é também discordante.

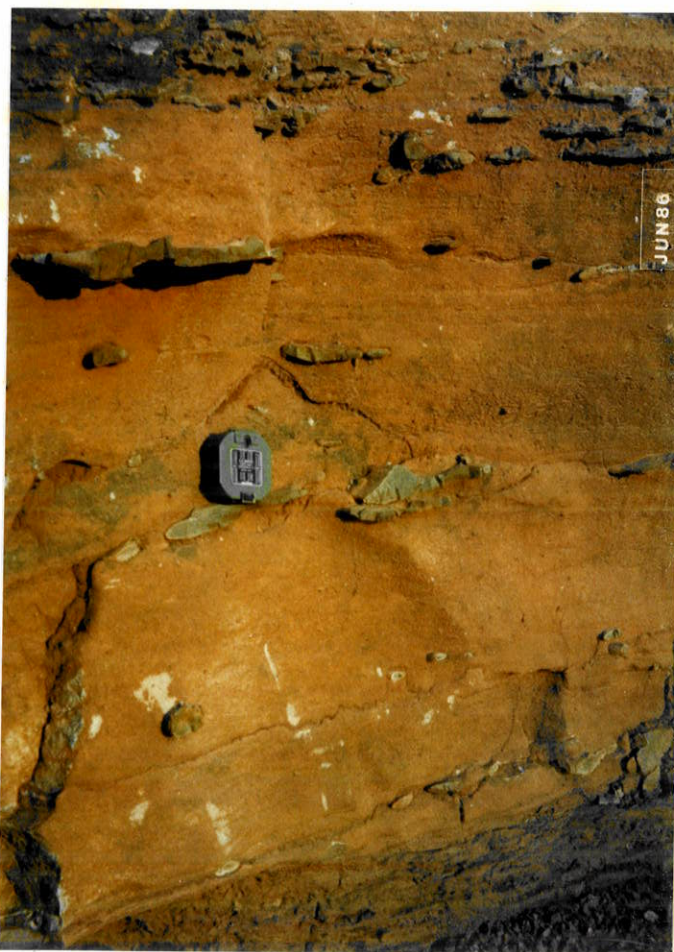


Fig. 12 - Calcários oolíticos da Formação Independencia, com concreções de sílex em forma de lentes. Próximo à base da foto são vistos dois níveis de faixas de estilólitos.

Local: Pedreira Cachimbo, a 25 km de Caaguazú, em direção a Coronel Oviedo.



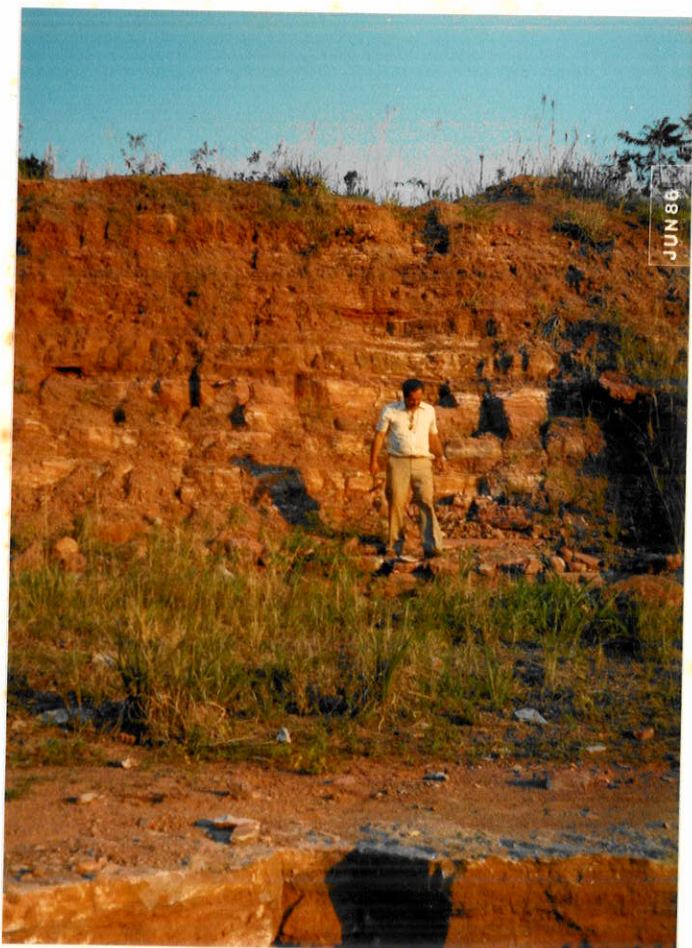
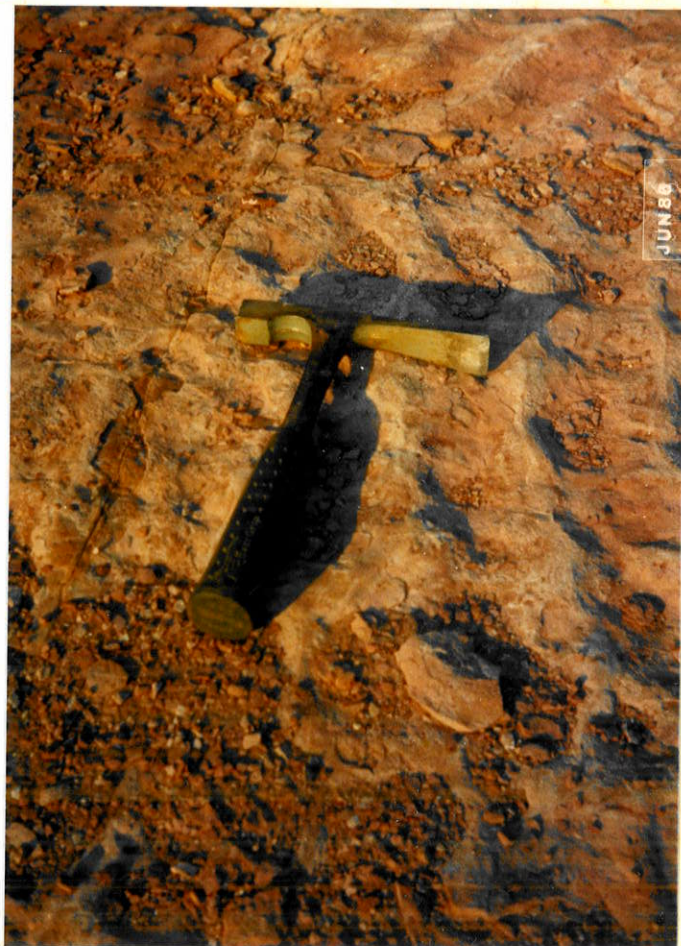


Fig. 13 - Alternância de arenito e siltito da Formação Independência.

Local: Pedreira Cachimbo, a 25 km de Caaguazú em direção a Coronel Oviedo.

Fig. 14 - Marcas onduladas de interferência em níveis arenosos muito finos da Formação Independência.

Local: Pedreira Cachimbo, a 25 km. de Caaguazú, em direção a Coronel Oviedo.



### 3.7. FORMAÇÃO MISIONES

#### 3.7.1. Localização

A Formação Misiones ocorre numa extensa área do Paraguai Oriental, tanto na Região Norte como na Região Sul. Esta formação transgride sobre todas as unidades mais antigas, na Região Norte apresentando-se em uma faixa contínua. Na Região Sul aparece desde a localidade de Itá Yurú (Misiones) até a cidade de Encarnación, divisa com a Argentina. A cidade de Asunción e arredores estão assentados sobre os depósitos sedimentares desta formação.

#### 3.7.2. Trabalhos Prévios

HARRINGTON (1950) propôs a designação "Arenisca Misiones" para esta unidade, porque os seus afloramentos são bem desenvolvidos na região de Misiones, ao sul do Rio Tebicuary, sul do Paraguai Oriental. Em 1966 HARRINGTON mudou este nome para Formação Misiones, denominação que persiste até hoje. Diversos autores, tais como, ECKEL (1959), PUTZER (1962), DIAZ DE VIVAR e VERA MORINIGO (1968), FÚLFARO e LANDIM (1971), WIENS (1982), PALMIERI e VELÁZQUEZ (1982) utilizaram este nome, exceto ALMEIDA e BORN (1975) que usaram a antiga denominação "Arenisca Misiones".

#### 3.7.3. Características Litológicas e Relações de Contato

O típico Arenito Misiones, descrito por HARRINGTON (1950), apresenta cor vermelha-escura uniforme, embora às vezes apresente-se em tom pardo-avermelhado. Estes arenitos possuem granulção média a grossa, sendo constituídos preferencialmente de grãos de quartzo bem arredondados e polidos, porém pouco esféri

cos. Apresentam-se com cimentação pobre, às vezes silicificados e com pouca matriz argilosa e cimentação hematítica.

Esses arenitos são comumente maciços, embora a estratificação cruzada seja também uma característica comum, seja ela de pequeno ou de grande porte (Fig. 15). Os seixos de quartzo e quartzito são observados dispersos na rocha, especialmente nos arenitos maciços. Estes seixos são sempre lisos, bem arredondados e subelípticos, mostrando marcante tendência a agruparem-se em de terminados níveis pouco espessos. Verdadeiros conglomerados são observados ocasionalmente, como acontece na região de San Juan Bau tista, onde tem 1 m de espessura e intercalam-se com os arenitos.

Litologicamente, a Formação Misiones apresenta-se também como arenito argiloso de cor avermelhada, com estratificações horizontais e eventualmente cruzadas. Neste caso, o teor de pe litos (silte e argila) é inferior a 10%. Esta litologia não é a mais representativa desta unidade, sendo o arenito de granulação fina a média o mais característico.

O arenito apresenta-se localmente bem silicificado, como nas proximidades de diques de diabásio, como acontece no to po da "Cordillera de Ybyturuzú" na Colonia Independencia (Fig.16). Nes ta localidade a Formação Misiones apresenta-se como um arenito médio, mal selecionado e de coloração amarelada, com estratificações cr zadas tangenciais, que lembram os arenitos da Formação Pirambóia do Brasil. Uma característica peculiar deste arenito pode ser vista perto da cidade de Areguá, numa pedreira chamada Cerro Cõi, onde se apresenta com disjunção colunar de seção hexagonal, tal como aquela descrita por BJORNBERG et al., (1964) no Brasil.

Na Região Norte, perto da estrada de vai de Yby Yaú a Pedro Juan Caballero, os morros constituídos por remanescentes de erosão dos arenitos desta formação encontram-se alinhados em direção quase N-S .

Na cidade de Asunción, estes arenitos apresentam-se grosseiros, mal arredondados, com aspecto aparentemente maciço e



apresentando lentes de arenitos conglomeráticos, possivelmente de sedimentação subaquosa.

Esta formação recobre discordantemente, na Região Norte, os arenitos da Formação Aquidabán, cuja passagem é quase imperceptível, devido ao retrabalhamento dos sedimentos Aquidabán durante a sedimentação do Misiones. Nesta mesma região, estes arenitos são recobertos por lavas da Formação Alto Paraná, relação esta que se estende para a Região Sul.

Na depressão do vale de Ypacarai, a Formação Misiones recobre os sedimentos silurianos e as rochas pré-cambrianas, em contato discordante; o contato com a Formação Independencia é também discordante.

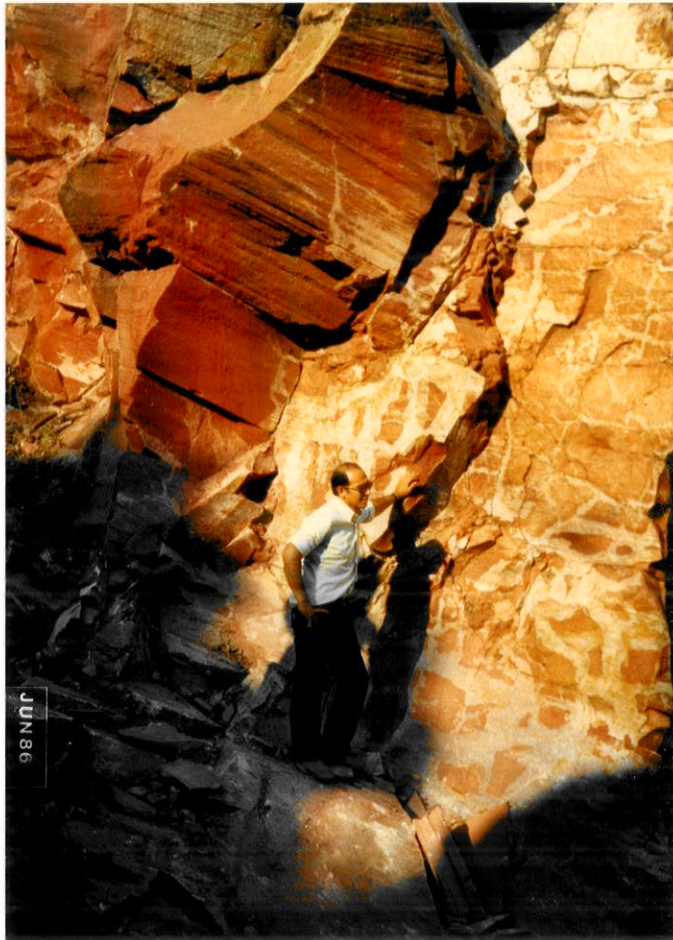


Fig. 15 - Arenito Misiones com estratificação cruzada, de grande porte.

Local: Pedreira de arenito na cidade de San Juan Bautista.



Fig. 16 - Arenito silicificado da Formação Misiones, com estratificação cruzada.

Local: "Cordillera de Ybyturuzú".

### 3.8. FORMAÇÃO ALTO PARANÁ

#### 3.8.1. Localização

Esta formação é constituída por rochas de origem efusiva que se depositaram sobre a Formação Misiones. Neste trabalho foram incluídos dentro da Formação Alto Paraná os arenitos "*intra trapp*", que se encontram entre os derrames sucessivos das rochas efusivas. A Formação Alto Paraná ocorre na parte leste do Paraguai Oriental, formando uma faixa contínua que vai de norte a sul,

desde a localidade de Saltos del Guairá (extremo norte) até Encarnación (extremo sul).

### 3.8.2. Trabalhos Prévios

CARNIER (1911) e GOLDSCHLANG (1913) foram os primeiros a descreverem diabásios e basaltos amigdalóides na região de Villarrica. BERTONI (1921) mencionou os basaltos que MILCH (1895) os correlacionou com as rochas alcalinas. Esses basaltos estão localizados nas Cordilleras de Amambay, Mbaracayú, Caaguazú e Villarrica (Cordillera de Ybyturuzú).

HARRINGTON (1950) denominou as rochas basálticas do Paraguai de "Serra Geral", usando o nome dado por WHITE (1908) para designar rochas similares que aparecem em território brasileiro. PUTZER (1962), da mesma maneira que HARRINGTON (1950), correlacionou as rochas desta formação com as do lado brasileiro. ECKEL (1959) realizou análises petrográficas e químicas de amostras de rochas da área fronteira com o Brasil e a Argentina, nas localidades de Foz de Iguazu e perto de Encarnación ao sul. CONRADI (1935; in ECKEL, 1959), mencionou o contato irregular entre os arenitos e as lavas na região de Pedro Juan Caballero.

Na quadrícula 41 (Coronel Oviedo) em 1966, de autor anônimo, a denominação foi substituída de Formação Serra Geral para Formação Alto Paraná para o Paraguai Oriental. DIAZ DE VIVAR e VERA MORINIGO (1968) adotaram a denominação Formação Alto Paraná para as rochas basálticas da região oriental e para as rochas intrusivas que aparecem nas localidades de Tacumbú, Lambaré, Ñemby, Tablada, Remanso Castillo, Limpio e Villa Hayes (as três últimas localidades citadas estão na região ocidental) e para as que aparecem na desembocadura do Rio Confuso, interpretando-as, desta forma, como resultantes de um mesmo evento magmático.

ALMEIDA e BORN (1975) denominaram as rochas basálticas da região nordeste do Paraguai Oriental de "Rocas eruptivas de

Serra Geral", correlacionando-as com as rochas similares que ap  
recem na região de Mato Grosso do Sul.

PALMIERI e VELAZQUEZ (1982) denominaram de Forma  
ção Alto Paraná as rochas basálticas da região leste e os numero  
sos diques contemporâneos a elas.

Trabalhos recentes têm sido realizados no intuito de  
esclarecer a petrografia e quimismo dos basaltos da Bacia do Para  
ná, inclusive no Paraguai, destacando-se entre eles os de BELLIE-  
NI et al. (1983), BELLIENI et al. (1984), DAL NEGRO et al., (1984)  
e MARQUEZ (1984).

### 3.8.3. Características Litológicas e Relações de Contato

HARRINGTON (1950), ECKEL (1959), PUTZER (1962), AL  
MEIDA e BORN (1975) e PALMIERI (1977) forneceram as melhores in  
formações sobre as características petrográficas dos basaltos, ten  
do sido os dados completados com informações de caráter regional.

HARRINGTON (1950) descreveu os basaltos na região  
oriental, além de rochas intermediárias. ECKEL (1959) realizou aná  
lises petrográficas e químicas, mencionando que os termos litoló  
gicos do Paraguai são pobres em olivina, tratando-se em sua maior  
parte de basaltos toleíticos. PUTZER (1962) interpretou os basal  
tos como produto de erupções contínuas de lavas básicas a interme  
diárias, sucedendo em várias fases repetitivas e terminando cada  
erupção pelo tipo amigdalóide.

ALMEIDA e BORN (1975) descreveram os basaltos da re  
gião de Pedro Juan Caballero como afaníticos, uniformes, com es  
trutura vesicular ou amigdalóide, sendo as cavidades preenchidas  
parcial ou totalmente por diversos minerais como quartzo, calcedô  
nia, opala, calcita, zeólita e minerais cloríticos. Nos solos re  
siduais encontram-se frequentemente geodos contendo ametista. Pe  
trogaficamente, os basaltos de Pedro Juan Caballero não se dife



rencias dos basaltos toleíticos que aparecem nas demais áreas da Bacia do Paraná e contêm pouca ou nenhuma olivina.

PALMIERI (1977) realizou estudos petrográficos dos basaltos toleíticos da região de Itaipu, observando a presença de augita e/ou pigeonita como microcristais em mesóstase de grão fino, plagioclásio de alta temperatura do tipo labradorita, quantidades variáveis de magnetita e vidro vulcânico. Como minerais acessórios foram identificadas pequenas quantidades de olivina, apatita, rutilo, quartzo, biotita e outros.

Entre os trabalhos recentes e de caráter regional, encontram-se os de BELLINI et al. (1984c; 1985), onde os autores realizaram estudos das rochas vulcânicas da Bacia do Paraná provenientes de várias localidades. O resultado dos estudos foi a constatação de diferentes tipos petrográficos de vulcânicas, relacionando essas diferenças com os alinhamentos dos rios Piquiri e Uruguai, dividindo-as em três zonas: Norte, Central-Paraná e Sul. Sendo a zona norte localizada ao norte do alinhamento do Rio Piquiri, a Central-Paraná entre os alinhamentos dos rios Piquiri e Uruguai e a zona sul ao sul do alinhamento do Rio Uruguai. A zona que corresponde ao Paraguai Oriental é a Central-Paraná, com características petrográficas de transição. Esta zona caracteriza-se pela variação contínua de  $TiO_2$  e dos elementos incompatíveis (Ba, La, Ce, Zr, P), enquanto que ao sul e norte da Bacia do Paraná predominam, respectivamente, conteúdos baixos e altos de  $TiO_2$  e de elementos incompatíveis.

As rochas efusivas da Formação Alto Paraná assentam-se em discordância sobre os sedimentos da Formação Misiones, Aquidabán, Coronel Oviedo e Independencia.

Os diques e "sills" associados a esta formação são, em grande parte, de diabásio. Os diques preenchem fraturas profundas alimentadoras de derrames, de direções principais NNW-SSE. Apresentam-se em enxames, no caso, principalmente são rochas de filiação alcalina, nos arredores de Sapucaí, e em distintas localidades da região centro-sul, perto da região de Paraguari e arredores

res. Na região norte estes diques também são numerosos.

As rochas sedimentares associadas às rochas efusivas, como acontece no Brasil e outras partes da Bacia do Paraná, no Paraguai Oriental são constituídas de intercalações de rochas sedimentares detríticas, principalmente arenosas. Esta associação levou FARJALLAT e ROCHA CAMPOS (1966) a empregarem a denominação Grupo Botucatu, que compreenderia os arenitos e derrames que ocorrem em Mato Grosso do Sul (Brasil).

Neste trabalho, sobre o Paraguai Oriental, as rochas efusivas e os diques associados, juntamente com os arenitos intercalados aos derrames, constituem a Formação Alto Paraná.

### 3.9. FORMAÇÃO ACARAY

#### 3.9.1. Localização

Os arenitos atribuíveis a esta formação ocorrem na região mais oriental do Paraguai Oriental. São encontrados principalmente ao norte de Pedro Juan Caballero, em Capitán Bado e arredores, a noroeste de Saltos del Guairá e em outras região ao sul do Paraguai Oriental (Fig. 5).

#### 3.9.2. Trabalhos Prévios

HARRINGTON (1950) atribuiu, com incerteza, possível idade cretácea por serem sobrejacentes às eruptivas de "Serra Geral".

BAKER (1923; in: ECKEL, 1959) citou a presença de sedimentos mais novos que as lavas nas localidades de Jesús e Trinidad, ao sul da região oriental. Outros autores como DE MERSAY (1860;

in: ECKEL, 1959) e MILLER (1874; in: ECKEL, 1959) sugeriram que estas rochas poderiam ser do Triássico e estariam sob as lavas aflorando na forma de janelas estruturais.

PUTZER (1962) correlacionou-os com os arenitos que se encontram sobre as eruptivas basálticas em território brasileiro, subdividindo-os em arenitos de cores parda, friáveis, de idade cretácea inferior correspondentes à Formação Caiuá e arenitos conglomeráticos, também de idade cretácea inferior, correspondentes à "Formação Bauru".

Na quadrícula 41 (Coronel Oviedo), de autor anônimo (1966b), esta unidade foi considerada como suprabasáltica e tendo sido designada de Formação Acaray, correlacionável à Formação Caiuá do território brasileiro.

DIAZ DE VIVAR e VERA MORINIGO (1968) correlacionaram-na com os arenitos da Formação Caiuá, atribuindo-lhe idade jurássica inferior. Estes autores incluíram nesta formação os arenitos mencionados por PUTZER (1962) ao norte de Pedro Juan Caballero e os arenitos de Pirapó citados por HARRINGTON (1950).

ALMEIDA e BORN (1975) denominaram os sedimentos arenosos e conglomeráticos de Formação Capitán Bado, por se encontram muito bem desenvolvidos na localidade de Capitán Bado e arredores. Sugeriram sua possível correlação com a "Formação Bauru" de idade cretácea superior.

PALMIERI e VELÁZQUEZ (1982) atribuíram uma idade de cerca de 70 m.a. para a Formação Acaray baseados em trabalhos anteriores.

### 3.9.3. Características Litológicas e Relações de Contato

Esta formação é constituída principalmente de arenitos com granulação fina a média, friáveis, apresentando na base

lentes de conglomerados de poucos metros de espessura (ALMEIDA e BORN, 1975).

Os arenitos exibem estratificação cruzada tangencial e os seixos dos conglomerados são quase que exclusivamente de quartzo, existindo porém os de quartzitos, sílex e basaltos. Os seixos têm até 20 cm de diâmetro e são muito bem arredondados, sugerindo um longo transporte fluvial. Outros autores, como DIAZ DE VIVAR e VERA MORINIGO (1968) e PALMIERI e VELAZQUEZ (1982) sugeriram ambiente eólico de sedimentação para esta formação.

A Formação Acaray está assentada sobre as lavas basálticas da Formação Alto Paraná em contato que parece ser discordante.

### 3.10. SEDIMENTOS CENOZÓICOS

#### 3.10.1. Localização

Estes sedimentos encontram-se distribuídos em ampla área do Paraguai Oriental, ao longo de numerosos rios que drenam a área, principalmente nas proximidades da junção dos rios Paraná e Paraguai, preenchendo vales tectônicos, como o vale de Ypacarai e nos arredores da cidade de Asunción.

#### 3.10.2. Trabalhos Prévios

BERTONI (1921) mencionou uma grande extensão de sedimentos terciários no Paraguai Oriental, principalmente nos vales dos rios Manduvirá, Tebicuary e na região do Lago Ypoa. VELLARD (1934; *in*: ECKEL, 1959) foi o primeiro a mencionar descoberta de mamíferos fósseis do Terciário no Paraguai Oriental. BERTONI (1939) descreveu os fósseis coletados por VELLARD (1934) como *Mastodon andinum*, *Glyptodon*, *Toxodon*, *Macrauchenia* e *Magaterium*. BERTONI (1934) encontrou outras espécies de fósseis desta mesma idade.



Tratam-se de fósseis de moluscos que foram encontrados na cidade de Villeta, 25 km ao sul de Asunción, identificados como *Turritella*, provavelmente *T. americana*, fósseis marinhos, fragmentos de *Ostrea* e alguns pequenos restos de *Nummulites*. Esse autor interpretou os fósseis como sendo derivados de uma transgressão marinha durante o Oligoceno ou Eoceno.

Outros autores, como ECKEL (1959), PUTZER (1962), autor anônimo quadrículas 40 (Itá) e 41 (Coronel Oviedo), 1966a e 1966b, DIAZ DE VIVAR e VERA MORINIGO (1968), ALMEIDA e BORN (1975), PALMIERI e VELAZQUEZ (1982) e WIENS (1982), mencionaram a presença de sedimentos cenozóicos no Paraguai Oriental.

### 3.10.3. Características Litológicas e Relações de Contato

Os sedimentos cenozóicos que afloram no Paraguai Oriental são depósitos marinhos e continentais constituídos de argila, silte, areia e cascalho, sendo cor predominante a vermelha. Matéria orgânica, calcaário, gipsita e sais são também encontrados como depósitos cenozóicos secundários.

Estes sedimentos são encontrados recobrendo todas as outras unidades do Paraguai Oriental.

## 3.11. ROCHAS MAGMÁTICAS DE FILIAÇÃO ALCALINA

### 3.11.1. Localização

Vários maciços de filiação alcalina estão presentes na região mapeada. Os maiores corpos encontram-se a noroeste da Região Norte, porém é na parte centro-sul do Paraguai Oriental que essas rochas são mais abundantes.

Os corpos da Região Norte são os seguintes:

- a) Centurión - 3 km a sudoeste da Estancia Centurión, Departamento de Concepción, longitude  $57^{\circ} 34' W$  e latitude  $22^{\circ} 17' S$ .
- b) Santa Maria - longitude  $57^{\circ} 31' W$  e latitude  $22^{\circ} 42' S$  no Departamento de Concepción.
- c) Cerro Buena Vista - 6 km NNE de San Luis de la Sierra, Departamento de Concepción.
- d) Complexo Sarambi - longitude  $56^{\circ} 16' W$  e latitude  $22^{\circ} 47' S$ , Departamento de Amambay.
- e) Complexo Chiriguelo ou Cerro Corá - longitude  $56^{\circ} 56' W$  e latitude  $22^{\circ} 36' S$ , Departamento de Amambay.
- f) Cerro Guazú - SW do Cerro Chiriguelo.

Os corpos da Região Sul são os seguintes:

- a) Acahay - sudeste de Carapeguá, Departamento de Paraguari, longitude  $57^{\circ} 09' W$  e latitude  $25^{\circ} 54' S$ .
- b) Soto - Cañete - 5 km de Paraguari, Departamento de Paraguari, longitude  $57^{\circ} 53' W$  e latitude  $25^{\circ} 55' S$ .
- c) Mbocayaty - Departamento de Villarrica, longitude  $56^{\circ} 23' W$  e latitude  $25^{\circ} 44' S$ .
- d) Arrua-i - Yaguarón, Departamento Central, longitude  $57^{\circ} 21' W$  e latitude  $25^{\circ} 30' S$ .
- e) Ybytymi - SW de Paraguari, Departamento de Paraguari, longitude  $56^{\circ} 48' W$  e latitude  $25^{\circ} 47' S$ .
- f) Aguapety - 10 km ao sul de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú, longitude  $56^{\circ} 26' W$  e latitude  $25^{\circ} 31' S$ .
- g) Sapucaí - Sudoeste de Paraguari, Departamento de Paraguari, longitude  $56^{\circ} 58' W$  e latitude  $25^{\circ} 41' S$ .

- h) San José (Tatú Cuá) - Ybycui, Departamento de Paraguari, longitude  $56^{\circ} 55'$  W e latitude  $26^{\circ}$  S.
- i) Yatayty (Cerro Jhovv) - Departamento de Guairá, longitude  $56^{\circ} 32'$  W e latitude  $25^{\circ} 41'$  S.
- j) Cerro Verá - nordeste de Paraguari, longitude  $57^{\circ} 08'$  W e latitude  $25^{\circ} 35'$  S.
- k) Apitaguá - La Colmena, Departamento de Paraguari, longitude  $56^{\circ} 53'$  e latitude  $25^{\circ} 55'$  S.

### 3.11.2. Trabalhos Prévios

Desde o fim do século passado, as rochas alcalinas do Paraguai Oriental já têm sido citadas na literatura. Entretanto, esses trabalhos são em sua maior parte apenas citações de ocorrências acompanhadas de descrições macroscópicas.

Rochas alcalinas da Região Norte, das proximidades de Centurión, e da Região Sul de Mbocayaty são conhecidas desde o fim do século passado (POHLMANN, 1886; CARNIER, 1911 e 1913; GOLDSCHLAND, 1913; in: ECKEL, 1959).

HARRINGTON (1950) forneceu indicações sobre novas ocorrências de rochas alcalinas na Região Sul com descrições macroscópicas dessas rochas.

Um trabalho mais detalhado foi realizado por ECKEL (1959). Este autor estudou várias ocorrências de rochas alcalinas localizadas na Região Sul, tais como, Mbocayaty, Ybytymi, Sapucaí e Acahay, na Região Norte, tais como, Cerro Santa Maria, bem como as rochas do Pão de Açúcar (Brasil), localizada nas margens do Rio Paraguai, ao norte de Puerto Palma Chica.

Em 1962, PUTZER forneceu as localizações de intrusões alcalinas do Paraguai Oriental e Ocidental e, além disso,

analisou quimicamente algumas dessas rochas.

Nos estudos das quadrículas 40 (Itá) e 41 (Coronel Oviedo), de autor anônimo em 1966, foram fornecidas localizações de parte das intrusões alcalinas da Região Sul.

### 3.11.3. Características Litológicas

Em virtude da grande diversidade de rochas alcalinas no Paraguai Oriental, optou-se por dividi-las de acordo com suas posições geográficas, em norte e sul.

#### 3.11.3.1. Região Norte

Segundo ECKEL (1959), as rochas da localidade de Centurión são principalmente fonólitos, conforme descrição anterior de GOLDSCHLANG (1913), com diques de sienito e felsito associados. Segundo GOLDSCHLANG (op. cit.), a rocha fonolítica apresenta-se com cor avermelhada e os fenocristais são de egirina, ortoclásio e andesina-labradorita. As olivinas presentes estão parcialmente alteradas e serpentinizadas, com biotita em grande quantidade, cristais pequenos de magnetita e apatita estão dispersos em matriz composta de feldspato. Esta matriz está alterada em zeólita e parcialmente em calcita.

Em Cerro Buena Vista, segundo ALMEIDA e BORN (1975), encontram-se fonólitos com estrutura do tipo "neck", com cerca de 300 m de diâmetro e 150 m de altura. Segundo esses autores as rochas alcalinas são intrusivas no Complexo Cristalino do Rio Apa.

O Complexo Sarambi constitui uma grande estrutura circular dômica com 35 km de diâmetro, que soergueu a Formação Aquidabán, expondo no seu núcleo o embasamento pré-cambriano. No corpo alcalino central ocorrem diques de carbonatito, sendo o domo

recortado por diques radiais de sienito porfirítico, fonólito, traquito e rochas afaníticas. Segundo HAGGERTY e MARIANO (1983), o corpo central é formado por piroxenito-sienito cortado por veios de sôvito. Segundo esses autores os diques radiais localizados a sudeste do complexo, são formados por mobilizados reomórficos de egirina-nefelina-sanidina fenitos. Os diques mostram estruturas fluidais bem desenvolvidas, consistindo de bandas formadas por prismas de sanidina e egirina com nefelina intersticial substituída em parte por hematita e zeólita.

O Complexo Chiriguelo ou Cerro Corá trata-se de um maciço com forma arredondada, com anel externo de álcali-sienito, contendo internamente rochas básicas invadidas por uma pequena intrusão de carbonatito (BERBERT e TRIGUIS, 1973 e BERBERT, 1973; in: ALMEIDA, 1983). Trata-se de um complexo encaixado em rochas metassedimentares do Pré-Cambriano. O complexo possui aproximadamente 7,5 km de diâmetro, cujas rochas encaixantes periféricas são fortemente soerguidas em forma dômica, nas bordas oeste, noroeste e nordeste. As porções sudeste e leste estão recobertas por derrames da Formação Alto Paraná. Diques reomórficos de egirina-nefelina-sanidina-fenito, contendo como acessório estrôncio-loparita, cor tam as rochas metassedimentares e os fenitos maciços na porção NW do complexo (HAGGERTY e MARIANO, 1983).

A ocorrência de Cerro Guazú é ainda pouco conhecida, mas parece apresentar-se com núcleo vulcânico alcalino, contendo material brechóide. ALMEIDA e BORN (1975) reconheceram a sua natureza vulcânica e citaram diversas variedades de rochas híbridas.

Em Cerro Buena Vista ocorre fonólito em forma de "neck" que corta as rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino.

A intrusão de Santa Maria é constituída por basalto nefelínico, que foi identificado por POEHLMANN (1886; in: PUTZER, 1962). Estas rochas são intrusivas em rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino.

### 3.11.3.2. Região Sul

O Complexo de Acahay é constituído por rochas basálticas leucíticas (nefeliníticas e sodalíticas), limburgitos, traquibasaltos, tefrito e plutônicas ultramáficas e máficas alcalinas subsaturadas (PALMIERI e ARRIBAS, 1975). Além dessas rochas, ocorrem até sienodioritos. A rocha encaixante deste complexo é formado pelo Grupo Caacupé.

Sienodioritos e essexitos com diques de tefritos cortam as rochas paleozóicas do Grupo Caacupé e os metalutitos pré-cambrianos na intrusão alcalina de Soto-Cañete.

A ocorrência de Mbocayaty é constituída de rochas shonkiníticas, nefelina-sienitos e essexitos formando "stocks" a nordeste de Villarrica.

Em Aguapety ocorrem "stocks" shonkiníticos e essexíticos com diques de riólitos e acham-se situados a 10 km de Coronel Oviedo. Segundo PUTZER (1962), os corpos de Mbocayaty e Aguapety parecem representar intrusões ao longo de um sistema de fraturas orientadas na direção aproximada NNW.

As rochas do complexo de Sapukai são basaltos leucíticos, nefeliníticos, sodalíticos, limburgitos, traquibasaltos e tefritos. Ocorrem também no complexo, plutônicas, ultramáficas e máficas alcalinas subsaturadas.

Em Arrua-i aparecem rochas shonkiníticas e fonolíticas, como intrusivas de rochas sedimentares da Formação Misiones.

Nefelina-basaltos (HIBSCH, 1891; MILCH, 1895; ECKEL, 1959), essexitos, shonkinitos e sienitos são rochas que constituem o maciço de Ybytymi (PALMIERI e VELÁZQUEZ, 1982).

Na localidade de Tatú Cuá na região de Ybycui ocorre a intrusão de San José, que é pouco estudada e segundo PUTZER



(1962) seria constituída por essexito.

A intrusão de Yatayty (Cerro Jhovv) está situada no Departamento del Guairá, sendo constituída de essexitos e shonkinitos.

De acordo com DIAZ DE VIVAR e VERA MORINIGO (1968), as alcalinas presentes em Capiityndy são sienitos e shonkinitos.

As rochas de Cerro Verá foram classificadas por PUTZER (1962) como essexitos.

A intrusão de Apitaguá, de acordo com PUTZER (1962), é também formada por essexitos.

As rochas das proximidades de Asunción são constituídas de nefelinitos com nódulos peridotíticos (COMIN CHIARAMONTI, com. verbal).

Outras localidades, ao redor de Asunción, tais como, Tacumbú, Lambaré e Ñemby, são constituídos de rochas basaníticas, isto é, nefelinitos com nódulos peridotíticos com alto conteúdo de elementos incompatíveis (K, Na, Ba, Ce, Rb, Sr, Zr, Y) (COMIN CHIARAMONTI et al., no prelo).

## CAPÍTULO IV

### MAPA GEOLÓGICO - ESTRUTURAL

#### 4.1. INTRODUÇÃO

O mapa geológico-estrutural do Paraguai Oriental, em escala 1:1.000.000 (Fig.5-Anexo), foi elaborado pela interpretação das imagens de satélite LANDSAT em escala 1:500.000, que foi conferido, posteriormente, durante os trabalhos de campo. Neste mapa constam as diferentes unidades geológicas e suas relações estratigráficas. Além disso, o mapa mostra os alinhamentos estruturais de caráter regional, que orientaram as interpretações tectônicas e estratigráficas das diferentes unidades litológicas (Fig.6)

No quadro 2, apresenta-se as unidades litoestrati-gráficas do Paraguai Oriental, junto com a simbologia utilizado no mapa da figura 5-Anexo.

#### 4.2. UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS MAPEADAS

##### 4.2.1. Pré-Cambriano (Pc)

As litologias atribuídas ao Pré-cambriano, atualment



te conhecidas, são registradas nas áreas norte e sul do Paraguai Oriental (Fig. 5). Na área norte expõem-se com contorno aproximadamente triangular, um dos vértices apontando para o sul, delimitadas entre alinhamentos orientados segundo as direções NE-SW e NW-SE. Na área sul, as rochas pré-cambrianas possuem direções tanto NW como NE, representados por estruturas tectônicas paralelas.

#### 4.2.2. Grupo Itapucumi ( $\epsilon$ )

O Grupo Itapucumi é constituído predominantemente por calcários, dolomitos, mármore e, secundariamente, conglomerados. Esta unidade localiza-se na borda ocidental norte do Paraguai Oriental.

Na área sul não afloram as rochas sedimentares correspondentes a este grupo.

#### 4.2.3. Grupos Caacupé e Itacurubi (S)

Estes grupos de rochas sedimentares ocorrem somente na área sul do Paraguai Oriental, cujas exposições em superfície estão condicionadas por vários sistemas de falhas com direção NW-SE, como pode-se observar no mapa da figura 5. Estas falhas colocam em contato estes grupos com rochas de distintas idades, desde pré-cambrianas até recentes.

#### 4.2.4. Grupo Cerro Corá (Cb)

O Grupo Cerro Corá, constituído pelas formações Aquidabán e Coronel Oviedo, aflora extensamente no Paraguai Oriental, tanto nas áreas norte como sul, desde o Rio Apa no extremo norte, fronteira com o Brasil, até próximo à extremidade sul, perto da

cidade de Encarnación.

Como pode-se observar na figura 5, as áreas de afloramentos destas rochas sedimentares são descontínuas e estão condicionadas por falhas NW-SE, no centro e sul da região estudada, enquanto que na área norte a exposição é mais contínua, sem estar interrompida por quaisquer elementos estruturais.

A Formação San Miguel não corresponde ao Grupo Cerro Corá, porém, no mapa da figura 5, não estão diferenciados.

#### 4.2.5. Formação Independencia (P)

As rochas sedimentares da Formação Independencia afloram numa faixa contínua desde a parte central até o sul do Paraguai Oriental, até cerca de 20 km antes do Rio Paraná, limite com a Argentina.

#### 4.2.6. Formação Misiones (M)

A Formação Misiones aparece numa grande área, ocupando aproximadamente 40% do Paraguai Oriental e transgredindo sobre todas as unidades anteriormente citadas. Observa-se, no mapa (Fig. 5), uma faixa contínua desde o Rio Apa, extremo norte do Paraguai Oriental, até o Rio Paraná, extremo sul da região estudada, sendo que na direção E-W a extensão é muito variável, com valores que vão de 1 km, nas áreas norte e sul, a 90 km, na área central.

Em outras partes, os afloramentos são mais restritos, como acontece na cidade de Asunción e arredores. Na região sul, no meio de afloramentos da Formação Misiones, aparecem manchas de rochas pré-cambrianas e do Grupo Cerro Corá.

Na área central, na depressão do vale de Ypacarai, esta unidade recobre os sedimentos dos grupos Caacupé e Itacurubi.

#### 4.2.7. Formação Alto Paraná ( $\beta$ )

Os derrames magmáticos desta formação afloram em toda a borda leste do Paraguai Oriental.

A extensão desta formação na direção E-W é muito variável, de poucos a vários quilômetros, sendo que na área sul aparece um prolongamento bem pronunciado, avançando para oeste (Fig. 5).

#### 4.2.8. Formação Acaray (T)

Os sedimentos desta formação encontram-se sobre a Formação Alto Paraná. Os seus afloramentos ocorrem de forma isolada, seja na área norte como na área sul do Paraguai Oriental (Fig. 5).

As áreas de afloramentos parecem sempre apresentar condicionamento estrutural, com lineamentos de direção NW, como se pode ver no extremo sudeste, centro-norte e norte, onde o território paraguaio se encurva para oeste.

#### 4.2.9. Rochas de Filiação Alcalina (K)

As feições circulares características destas rochas apresentam-se no mapa da figura 5 na área NE e os pontos negros da área sul estão ligadas a estas rochas de filiação alcalina, tanto intrusivas quanto extrusivas. Algumas dessas ocorrências parecem condicionadas a fraturas, como as observadas na área norte. Ao

sul, este condicionamento é menos nítido.

#### 4.2.10. Rochas Piroclásticas (Ki)

Estas rochas encontram-se na região NE do Paraguai Oriental (Fig. 5). São constituídas por tufos conglomerados e aglomerados.

#### 4.2.11. Sedimentos Cenozóicos (C)

Os sedimentos cenozóicos ocupam grande área do Paraguai Oriental, principalmente na sua borda oeste:

Geralmente estes sedimentos preenchem vales fluviais ou tectônicos, sendo a confluência dos rios Paraguai e Paraná a área de sedimentação cenozóica mais importante do Paraguai Oriental.

### 4.3. ASPECTOS ILUSTRATIVOS DAS UNIDADES GEOLÓGICAS E ESTRUTURAIS DAS IMAGENS

A figura 17 mostra um trecho da cena L<sub>1</sub> 76041-123807, canal 6, abrangendo a região do Lago de Ypacarai-Asunción. O lago situa-se na área rebaixada formando um vale controlado por uma grande falha de direção aproximada N 20° W, que causou basculamento dos blocos oriental e ocidental para SW. A escarpa NE, que delimita o vale, é formada por arenitos do Grupo Caacupé. Esta unidade aflora, também, no fundo deste vale e na parte basal da escarpa SW.

A mancha de tonalidade mais clara, sobre a qual situa-se a cidade de Asunción, é constituída por arenitos da Forma

GRUPO	FORMAÇÃO	LITOLOGIA	SIMBOLO*	DESCRIÇÃO SUMÁRIA
	CENOZÓICO S/Denominação		C	Sedimentos areno-argilosos, areias e aluviões inconsolidados.
	ACARAY		T	Arenito de granulação média a fina, com lentes de conglomerado na base.
	ALTO PARANÁ		B	Derrames de rochas magmáticas com intercalações de arenito quartzoso de coloração avermelhada.
	MISIONES		M	Arenito quartzoso de granulação variada, coloração avermelhada, estratificação cruzada.
	INDEPENDENCIA		P	Arenito de granulação fina a média, siltitos com níveis argilosos e calcários oolíticos com concreções de sílex.
	SAN MIGUEL		P	Arenito de granulação variada, siltitos e argilitos com cores variando de amarelo a esverdeado.
CERRO CORÁ	AQUIDABÁN CORONEL OVIEDO		Cb	Arenitos feldspáticos de cor avermelhada, diamictitos com seixos facetados, siltitos, argilitos e ritmitos.
ITACURUBI	CARIAI		S	Arenito de granulação grossa a fina com intercalação de siltitos e níveis argilosos, estratificação plano-paralela.
	VARGAS PEÑA		S	Lutitos, arenitos finos e argilitos micáceos, cores amarelo-claro a marrom e avermelhados, com estratificação plano-paralela.
	EUSEBIO AYALA		S	Arenito fino micáceo e siltitito argiloso micáceo, cor amarelo a amarronzado, estratificação plano-paralela.
CAACUPE	PIRIBEBUY		S	Arenito quartzoso de granulação média a fina, coloração branca e avermelhada, estratificação cruzada e maciça.
	CERRO JHÚ		S	Arenito arcosiano de granulação grossa e média, cor avermelhada, com estratificação cruzada.
	PARAGUARI		S	Conglomerados de seixos de quartzo e arenitos conglomeráticos.
PRÉ-CAMBRIANO ou CAMBRIANO		E PE	Rochas graníticas, gnáissicas, micaxistos, quartzitos, anfibolitos, pegmatitos, metabasitos, calcários, dolomitos, mármore, etc.	

Quadro 2 - Unidades litoestratigráficas do Paraguai Oriental.

\* Utilizado no mapa geológico-estrutural da figura 5.



ção Misiones. O Rio Paraguai, ao sul de Asunción, está encaixado no prolongamento de uma falha com direção N 50° W, que limita ao sul com a Formação Misiones. As áreas de tonalidade mais escura, e mesmo negra, no fundo dos vales são ocupadas por depósitos aluviais recentes. O Cerro Acahay, de forma quase circular, é constituído por um corpo de rochas alcalinas, intrusivo no Grupo Caacupé.

A figura 18 mostra a região em torno da cidade de Villarrica, situada cerca de 200 km a SE de Asunción. As áreas montanhosas do canto SW e da porção centro-leste da figura, são sustentados por derrames e intrusões de rochas básicas com filiação alcalina. As partes com tonalidade escura e com alta densidade de drenagem ao E e NE são formadas pelos sedimentos pelíticos da Formação Independencia. Uma linha bem demarcada, com direção aproximada a N 20° W, corta a região em toda sua extensão, partindo do canto NW para a área centro-sul da figura. Esta linha representa um grande falhamento, o qual coloca em contato os sedimentos do Grupo Cerro Corá com o Grupo Itacurubi.

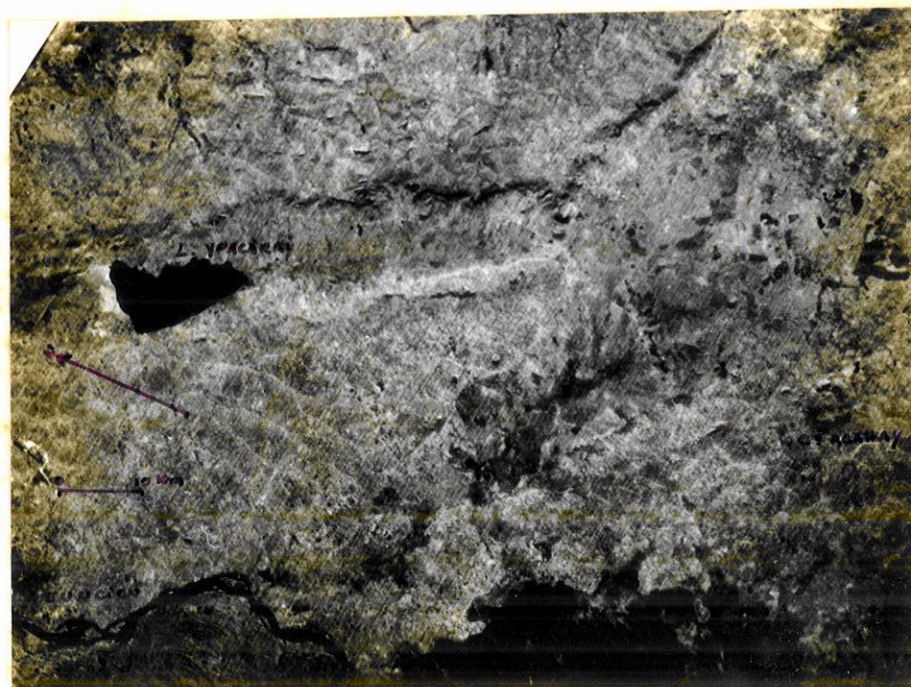


Fig. 17 - Região de Asunción-Lago de Ypacarai. MSS canal 6, cena L<sub>1</sub> 76041-123807 de 10.02.1976



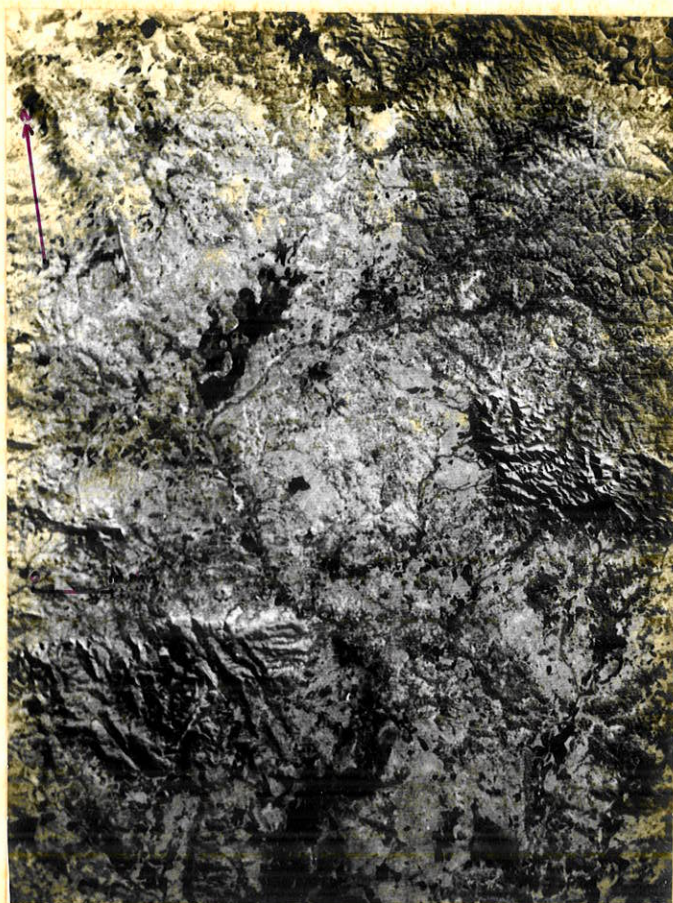


Fig. 18 - Região de Villarica (Cerca de 200 km a SE de Asunción) MSS canal 6, cena L1 76202-122101 de 20.07.1976

A figura 19 mostra a região a N de Caaguazú, constituída por rochas magmáticas da Formação Alto Paraná. Percebe-se claramente a existência de três unidades diferentes, a primeira a oeste da escarpa visível da figura, a segunda correspondendo a área com elevada densidade de drenagem no centro da figura, e a terceira, associada a área com baixa densidade de drenagem na porção oeste da região. Essas unidades estão ligadas a diferentes tipos de rochas, já que a oeste da figura corresponde à Formação Alto Paraná, no centro à Formação Misiones e a leste à Formação Independencia.

A figura 20 mostra uma estrutura circular constituída de rochas alcalinas com carbonáticas associadas, localizada na área NE do Paraguai Oriental. A área de densidade de drenagem mais



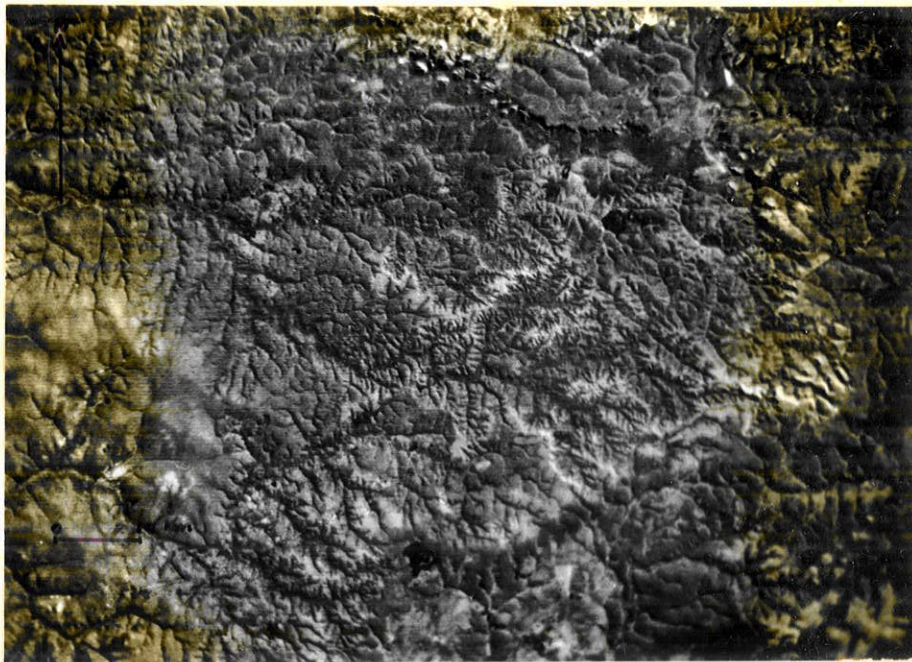


Fig. 19 - Região a N de Caaguazú. MSS canal 6, cena L<sub>1</sub> 76202-122036 de 20.07.86

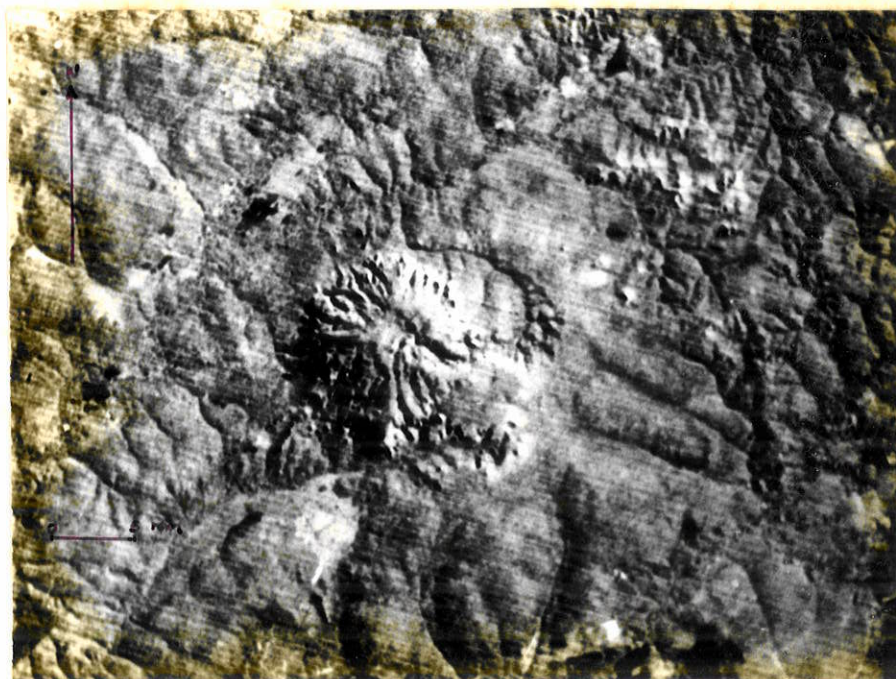


Fig. 20 - Estrutura circular situada na estrada Yby Yaú-Pedro Juan Caballero, aproximadamente a 50 km de Yby Yaú. MSS canal 6, L<sub>1</sub> 76202-122001 de 20.07.76

baixa, que rodeia a estrutura circular, é constituída por arenitos da Formação Misiones. Observam-se na figura 20 falhas que constituem cursos de rios de forma anelar, relacionadas com a estrutura circular. A parte mais escura que aparece no canto nordeste está ligada a rochas magmáticas da Formação Alto Paraná.

#### 4.4. ALINHAMENTOS ESTRUTURAIS MAPEADOS

As orientações dos alinhamentos estruturais mapeados estão representadas no diagrama rosáceo (Fig. 6).

A principal direção estrutural da região é controlada pelo sistema NE, sendo mais desenvolvidos os alinhamentos que obedecem à direção N 20° E a N 30° E. No quadrante NE constata-se, ainda, uma ampla distribuição de alinhamentos de diferentes intensidades, que exibem direções variáveis entre N10° - 20°E e N70° - 80°E, sendo os restantes menos expressivos.

No quadrante NW, a distribuição dos alinhamentos é mais homogênea e mais densa, principalmente entre N10°W e N50°W, ocorrendo de modo subordinado as direções N60° - 70°W, sendo as outras de intensidade ainda mais fracas.

Embora no diagrama rosáceo sobressaia o sistema N20° - 30°E, a densidade dos alinhamentos entre N10° - 50°W atribui a este sistema um importante papel na definição do padrão estrutural para a região estudada. Esses padrões de alinhamentos são mais conspícuos na região central, ou seja, ao sul da cidade de Asunción, enquanto que na parte norte eles têm menor expressão.

Ao norte, os alinhamentos representam fraturas e falhas que, em geral, não compartimentam diferentes unidades, embora no extremo NW, onde as rochas pré-cambrianas estão expostas em extensão mapeável, observa-se o contato abrupto destas com os sedimentos da Formação Aquidabán, de direção N20° - 30°E. Para o extremo NE, o contato das rochas pré-cambrianas com os sedimentos

da Formação Itapucumi também está condicionado por falha de direção  $N10^{\circ}W$ . A NE existe um alinhamento de direção  $N20^{\circ}W$ , que, aparentemente, coloca em contato as formações Misiones com Alto Paraná.

Os afluentes do Rio Paraguai, na parte norte, são controlados tectonicamente por alinhamentos preferenciais NE, onde se verifica extensa deposição de sedimentos cenozóicos.

Na região SW, são encontradas falhas de direção NW com padrão paralelo. São falhas que colocam em contato unidades geológicas de rochas pré-cambrianas com sedimentos cenozóicos e com os sedimentos do Grupo Caacupé. Este grupo também está condicionado pelo padrão estrutural, colocando em contato seus sedimentos com os depósitos cenozóicos e com as rochas do Grupo Cerro Corá.

As falhas de direção NW, entre  $30^{\circ}$  e  $40^{\circ}$ , apresentam-se, também, com padrão paralelo como as de direção  $N20^{\circ} - 30^{\circ}W$ , condicionando as unidades geológicas e colocando em contato sedimentos do Grupo Itacurubi com depósitos cenozóicos, e esses, por sua vez, com as rochas sedimentares do Grupo Cerro Corá.

Os sedimentos cenozóicos preenchem vales fluviais ou tectônicos, por exemplo no vale do Rio Tebicuary, no seu curso inicial, estes sedimentos estão condicionados pelos sistemas de fraturas NE-SW, e no seu curso médio e final desse rio, pelo sistema WNW-ESE, com influência do sistema NE-SW. No centro-sul do Paraguai Oriental, as grandes manchas de sedimentação cenozóica estão condicionadas a fraturas de direções NE-SW e NW-SE. Na região centro-norte da área, de Asunción até Antequera, pode-se observar forte controle estrutural nas zonas ocupadas pelos sedimentos cenozóicos, restringindo-se ao leito do Rio Paraguai e seus afluentes, ligado ao sistema NW-NE.

## CAPÍTULO V

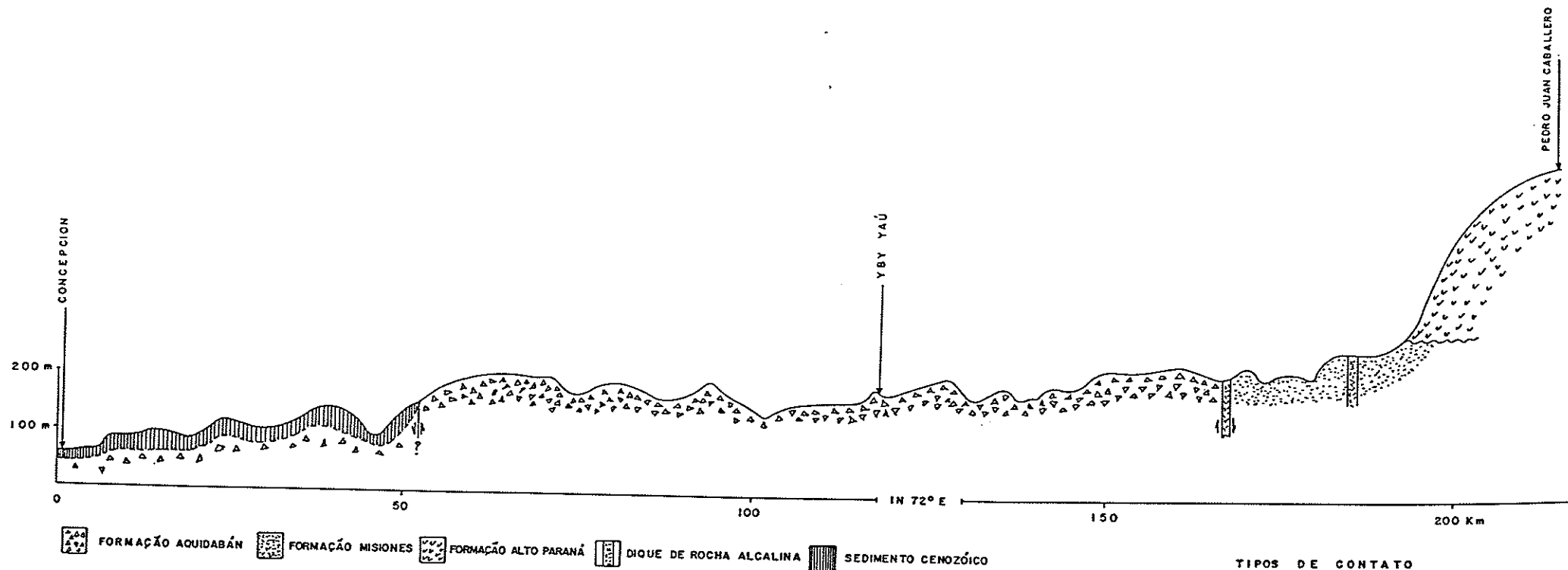
### SEÇÕES GEOLÓGICAS

#### 5.1. SEÇÃO GEOLÓGICA DA REGIÃO NORTE

##### 5.1.1. Seção Geológica Entre Concepción e Pedro Juan Caballero

Esta seção foi levantada entre as cidades de Concepción e Pedro Juan Caballero, ao longo da rodovia "Ruta 6" (Dr. Juan León Mallorquin), que une as duas localidades. Apresenta rumo  $N72^{\circ}E$  e extensão aproximada de 195 km (Fig. 21). A seção teve início na cidade de Concepción, que está assentada sobre sedimentos cenozóicos constituídos de cascalhos com seixos bem arredondados de quartzo, com um diâmetro maior que 4 cm em média, que afloram por 12 km rumo a Yby Yaú, onde se encontra uma pequena elevação recoberta por solo laterítico com canga ferruginosa e seixos de quartzo. A partir deste ponto a topografia começa a subir e continua a ocorrer solo arenoso por aproximadamente 40 km. A seguir aflora a Formação Aquidabán, constituída de arenitos feldspáticos de granulação média, em parte mais grosseira e com estratificação cruzada planar. Os grãos são bem arredondados mas a seleção não é boa. Esses sedimentos continuam por 6 km, e a seguir aparecem novamente, sedimentos inconsolidados para, logo em seguida, reaparecerem os sedimentos da Formação Aquidabán, agora representados por intercalações de arenitos, siltitos e argilitos, com estratificação plano-paralela.

A seção acha-se recoberta por solo arenoso por mais 8 km, para depois aflorarem, novamente, arenitos feldspáticos da Formação Aquidabán, de granulação média a grossa, com estratificações cruzadas de pequeno porte, recobertos superficialmente por canga ferruginosa. A 10 km antes de Yby Yaú aflora, novamente,



**TIPOS DE CONTATO**

/ - FALHA  
 - - - - - FALHA INFERIDA  
 ~ ~ ~ ~ ~ CONTATO DISCORDANTE

FIG. Nº: 21 - SEÇÃO GEOLÓGICA CONCEPCION — PEDRO JUAN CABALLERO



Arenito Aquidabán, de granulação média a grossa, com níveis conglomeráticos e estratificações cruzadas. Esses arenitos são feldspáticos, de cor amarelada e são capeados por tilitos de matriz avermelhada com abundantes seixos (Fig. 22). Continuando a seção até Yby Yaú, observam-se sedimentos cenozóicos numa sucessão repetitiva com os arenitos da Formação Aquidabán, cujos contatos se dão por falhamento.

A partir de Yby Yaú, afloram arenitos da Formação Aquidabán, de granulação fina a média, feldspáticos e de cor arroxeadada por mais ou menos 1 km. Por cerca de 2 km, os arenitos da Formação Aquidabán acham-se recobertas por areias inconsolidadas para, em seguida, continuarem aflorando os arenitos feldspáticos daquela formação. A 13 km de Yby Yaú, rumo a Pedro Juan Caballero, encontram-se na margem da rodovia, morros-testemunhos alinhados na direção N-S de arenitos da Formação Misiones, que exibem estratificação cruzada de grande porte, cujas camadas frontais medem mais de 5 m de comprimento. No nível da estrada, afloram diamictitos com seixos estriados, da Formação Aquidabán, verificando-se, dessa forma, que a Formação Misiones encontra-se diretamente sobre a Formação Aquidabán em contato discordante.

Continuando a seção, rumo a Pedro Juan Caballero, afloram sedimentos arenosos da Formação Aquidabán, diamictitos da mesma unidade e sedimentos cenozóicos inconsolidados, numa sucesão repetitiva que, provavelmente, está relacionada a falhamentos.

A 30 km de Yby Yaú, encontram-se arenitos da Formação Aquidabán muito perturbados tectonicamente, com as camadas verticalizadas por intrusão alcalina. Após a intrusão, ainda rumo a Pedro Juan Caballero, ocorre cobertura de solo laterítico de pequena extensão, para aflorarem, novamente, os arenitos da Formação Aquidabán com níveis de seixos intercalados em matriz arenosa e matações isolados de até 22 cm de diâmetro maior (Fig. 23). Este afloramento estende-se por aproximadamente 3 km e então aparecem, novamente, as escarpas do Arenito Misiones com grandes estratificações cruzadas. A granulação deste arenito é média a fina, com matriz de feldspato alterado. A 2,5 km na margem direita da estrada ocorre outra intrusão alcalina, enquanto que na margem es

querda afloram arenitos da Formação Misiones. A partir dessa intrusão, a seção continua com solo arenoso por 13 km. Aparece, então, um pequeno morro de micaxisto muito alterado e quartzitos, na borda de nova intrusão alcalina.

Continuando a seção rumo a leste, aflora o Arenito Misiones por mais 4 km, onde ocorre outra intrusão alcalina, próximo ao contato de falha deste arenito com os basaltos da Formação Alto Paraná, que continuam até o final da seção.



Fig. 22 - Arenitos feldspáticos, com seixos centimétricos dispersos, da Formação Aquidabán. Estratificações cruzadas de pequena escala são encontradas nos afloramentos, mas são pouco visíveis na foto em virtude de sua natureza incipiente.

Local: estrada Concepción - Yby Yaú, 10 km antes de Yby Yaú.



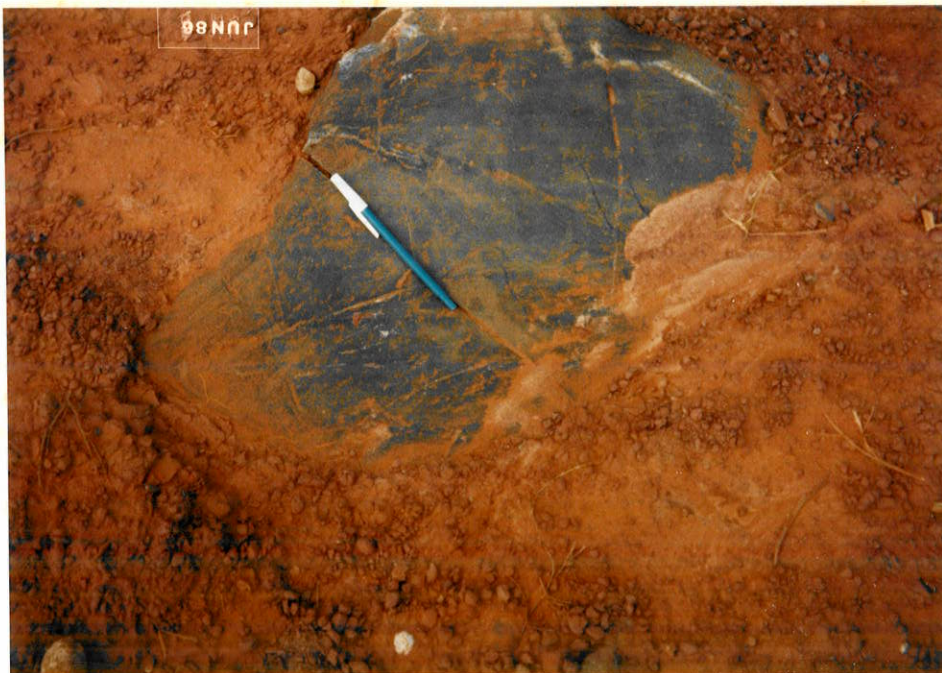


Fig. 23 - Matacão facetado de rocha metamórfica, com mais de 20 cm de diâmetro maior, contido em matriz arenosa da Formação Aquidabã.

Local: estrada Yby Yaú - Pedro Juan Caballero, 20 km depois de Yby Yaú.

## 5.2. SEÇÕES GEOLÓGICAS DA REGIÃO SUL

### 5.2.1. Seção Geológica Entre Itauguá e San José

Esta seção foi levantada entre as cidades de Itauguá e San José, ao longo da rodovia internacional "Ruta 2" (Mariscal Estigarribia). Com 67,5 km de extensão (Fig. 24), o perfil inicia-se com os arenitos vermelhos da Formação Misiones, mal selecionados e com granulação média. A 5 km do início da seção, rumo leste, na pedreira Santa Teresa (antiga Vargas Peña), encontra-se o contato da Formação Misiones com a Formação Eusebio Ayala, constituída de arenitos finos e siltitos, representando a porção inferior de Grupo Itacurubi. O contato entre essas unidades ocorre por falha de direção N-S (Fig. 25). A Formação Eusebio Ayala passa por sua vez em contato gradacional para lutitos argilosos

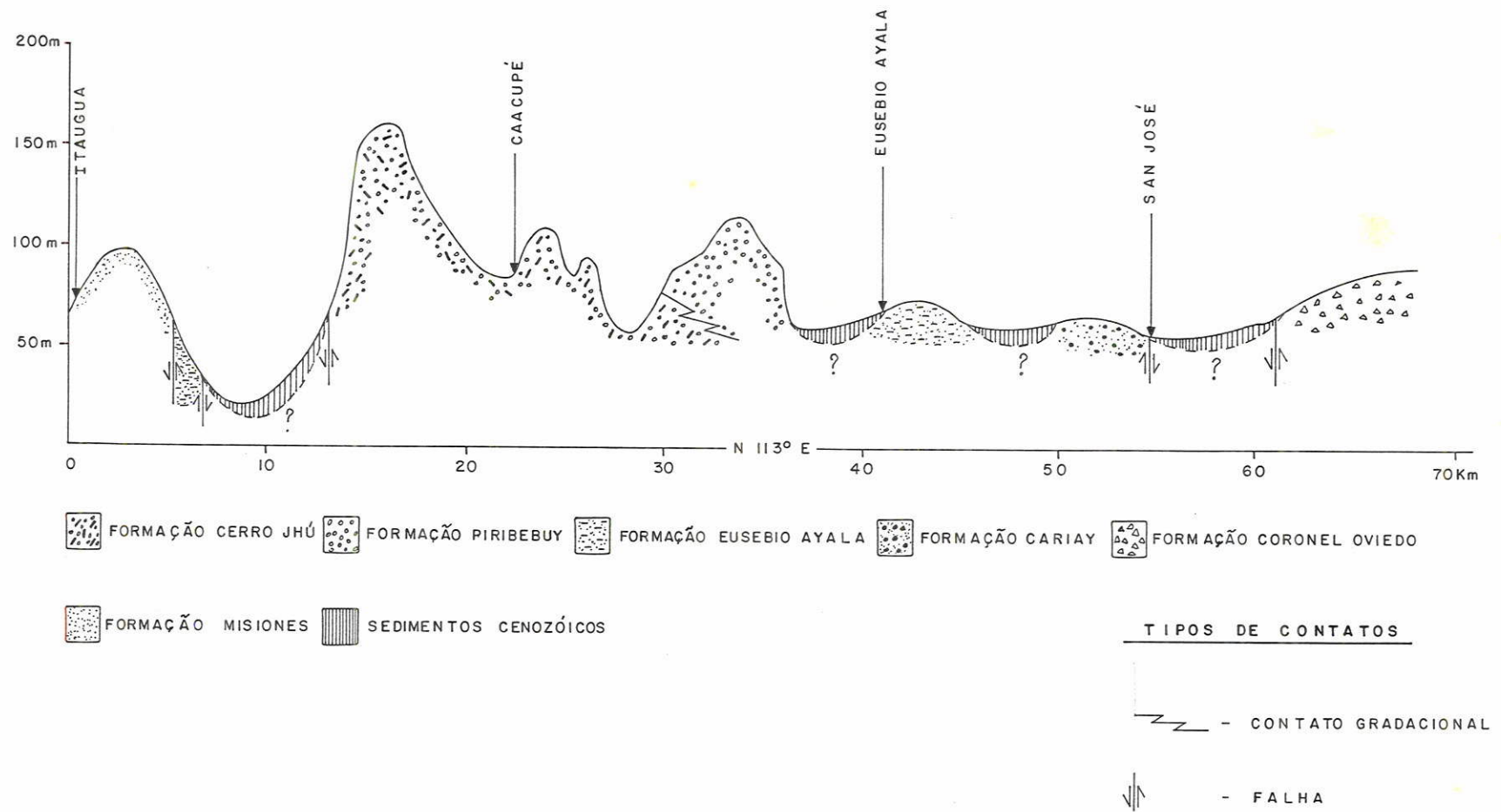


FIG. Nº: 24 - SEÇÃO GEOLÓGICA ITAUGUA - SAN JOSÉ

e silticos que constituem a Formação Vargas Peña, unidade imediatamente superior à Formação Eusebio Ayala.

A partir deste ponto, após atravessar uma faixa de cerca de 9 km de sedimentos cenozóicos, afloram arenitos grossos e arcólios da Formação Cerro Jhú do Grupo Caacupé, cujo contato com os sedimentos cenozóicos se dá por falhamento. Estes arenitos apresentam boa seleção e conspícuas estratificações cruzadas tangenciais de médio porte. Afloram continuamente por cerca de 14 km, para serem substituídos por arenitos quartzíticos, tipo "sacaróide", da Formação Piribebuy do Grupo Caacupé. Estes arenitos são também muito bem selecionados, exibindo estratificações cruzadas tangenciais de médio porte e coloração branco-amarelada. Desde o início até seu desaparecimento, sob sedimentos cenozóicos, os afloramentos têm uma extensão de 10 km.

Os sedimentos cenozóicos preenchem uma depressão de 2,5 km de extensão, após a qual afloram arenitos muito finos e silticos, com intercalações argilosas bastante micáceas e com estratificação plano-paralela da Formação Eusebio Ayala, do Grupo Itacurubi. Esta formação apresenta lentes de arenito "sacaróide", típico da Formação Piribebuy.

Por cerca de 13 km rumo a Itacurubi, a Formação Eusebio Ayala, está representada por uma alternância de siltitos argilosos bastante micáceos e bem laminados com camadas de arenito fino micáceo muito bem estratificado (microestratificação). Neste local encontram-se também falhas de direções variadas ( $N 30^{\circ} W$ ,  $N 20^{\circ} E$ ,  $N 40^{\circ} E$ ,  $N 75^{\circ} W$ ,  $N 10^{\circ} E$ ), que deixam as camadas tectonicamente muito perturbadas (Fig. 26).

A 7 km mais adiante, a litologia passa para um arenito mais grosseiro, micáceo e maciço, com menor quantidade de silte e argila, que constituem os arenitos da Formação Cariay, unidade superior do Grupo Itacurubi. Este arenito aflora por cerca de 2 km, sendo, a seguir, recobertos por sedimentos cenozóicos, que preenchem um vale. Este vale mascara uma falha que coloca em contato os sedimentos da Formação Cariay do Grupo Cerro Corá com



a Formação Coronel Oviedo do Grupo Cerro Corá.



Fig. 25 - Plano de falha, de direção norte-sul e mergulho sub-vertical com queda ligeira para oeste, no contato entre as formações Misiones e Eusebio Ayala. O bloco elevado corresponde à Formação Eusebio Ayala e o rebaixado à Formação Misiones. Frequentemente o plano de falha apresenta-se estriado e espolhado por atrito.

Local: Pedreira Santa Teresa (antiga Vargas Peña) depois de Itaiguá 6 km, rumo Caacupé.



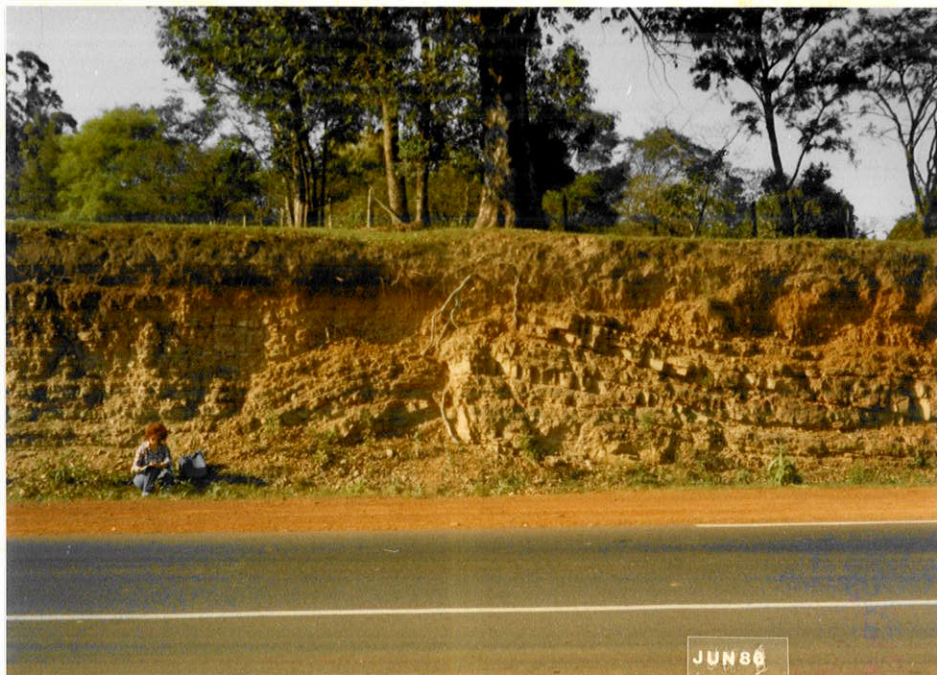


Fig. 26 - Afloramento da Formação Eusebio Ayala, constituída por alternância de siltitos argilosos e micáceos com arenitos finos e micáceos. As camadas apresentam-se suavemente dobrados e próximo ao ápice do anticlinal são cortadas por duas falhas com rejeito decimétrico. Essas deformações são provavelmente de origem adiastrófica.

Local: Estrada Eusebio Ayala - Itacurubi, 10 km de Eusebio Ayala.

#### 5.2.2. Seção Geológica Entre Pto. Pres. Stroessner e Caaguazú

A seção foi levantada através da rodovia internacional "Ruta 7" (Dr. Gaspar Rodriguez de Francia), entre as cidades de Pto. Pres. Stroessner e Caaguazú. Possui rumo N115°W e extensão de aproximadamente 185 km (Fig. 27).

Desde o seu início na cidade de Pto. Pres. Stroessner, até cerca de 60 km de percurso, ocorre somente solo vermelho de alteração de basalto da Formação Alto Paraná, com eventuais

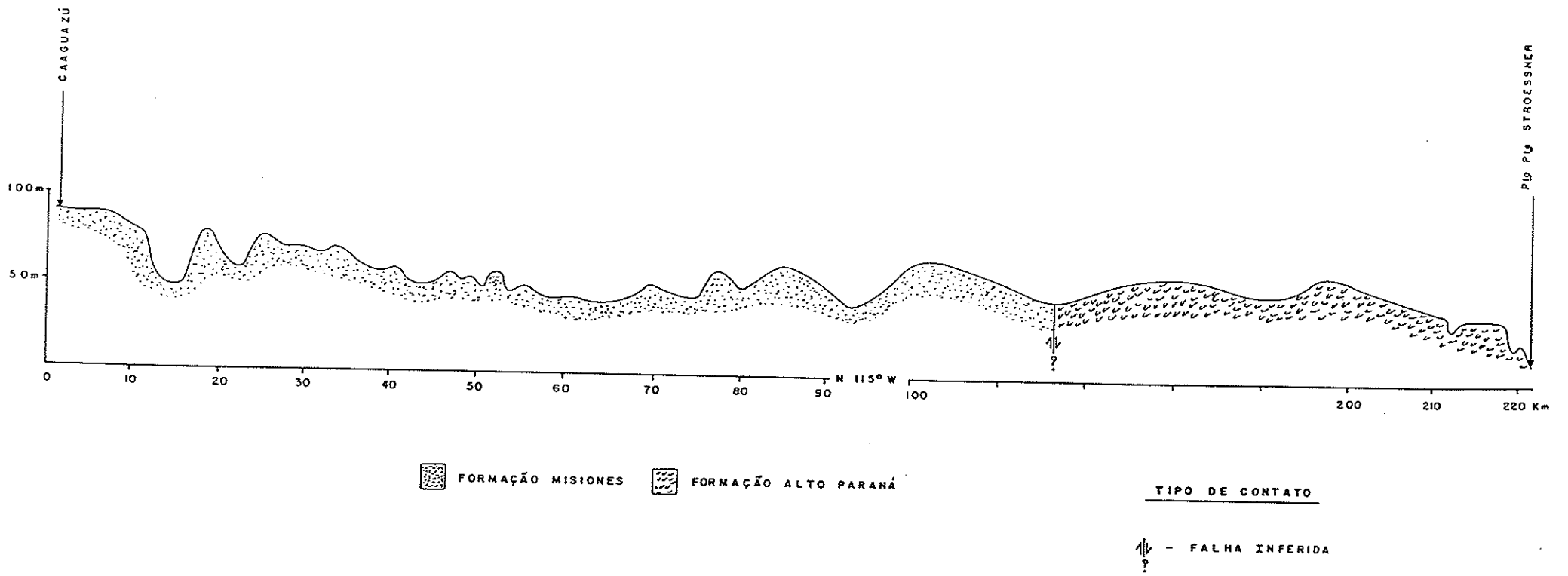


FIG. Nº : 27 - SEÇÃO GEOLÓGICA Pto Pto STROESSNER - CAAGUAZÚ

cascalhos que aparecem como níveis de linhas de seixos (*stone lines*), constituídos de ágata e calcedônia de formas angulares e dimensão de até 4 cm de diâmetro maior. Esta linha de seixos encontra-se no contato entre o basalto mais fresco e o solo de alteração. Neste trecho aparecem também sedimentos cenozóicos, sílticos e argilosos que representam depósitos de expressão local.

A passagem dos basaltos da Formação Alto Paraná para os arenitos da Formação Misiones é difícil de ser detectada, devido ao profundo intemperismo que afeta essas rochas, mas é provável que ocorra por falhas. Desta maneira, somente a presença de arenito com partículas médias a grossas, bem selecionadas e foscas, exibindo estratificações plano-paralelas e/ou cruzadas, além de maciço, permite atribuir os afloramentos à Formação Misiones que aparece até o final da seção.

### 5.2.3. Seção Geológica Entre Paraguari e Isla Pucú

A seção foi levantada em três distintas rodovias; da cidade de Paraguari até o trevo de Piribebuy, e deste até a cidade de Eusebio Ayala, na rodovia internacional "Ruta 2" (Mariscal Estigarribia), e de Eusebio Ayala até Isla Pucú, numa rodovia secundária. Tem uma extensão de 96 km e possui os seguintes rumos: N 75° E (Paraguari-Piribebuy), N-S (Piribebuy-Trevo de Piribebuy), N 70° E (Trevo de Piribebuy-Eusebio Ayala), N 32° W (Eusebio Ayala-Isla Pucú), figura 28.

A seção passa por afloramentos dos grupos Caacupé e Itacurubi, começando no vale de Ypacarai, que está preenchido por sedimentos cenozóicos. Estes sedimentos estão em contato de falha com rochas metalutíticas mergulhando fortemente para leste por uma extensão aproximada de 1 km que, por sua vez, estão em contato de falha com os sedimentos da Formação Paraguari, unidade inferior do Grupo Caacupé. Esta formação estende-se por aproximadamente 2,5 km, podendo ser caracterizada da base para o topo, pela seguinte seqüência (Fig. 29):

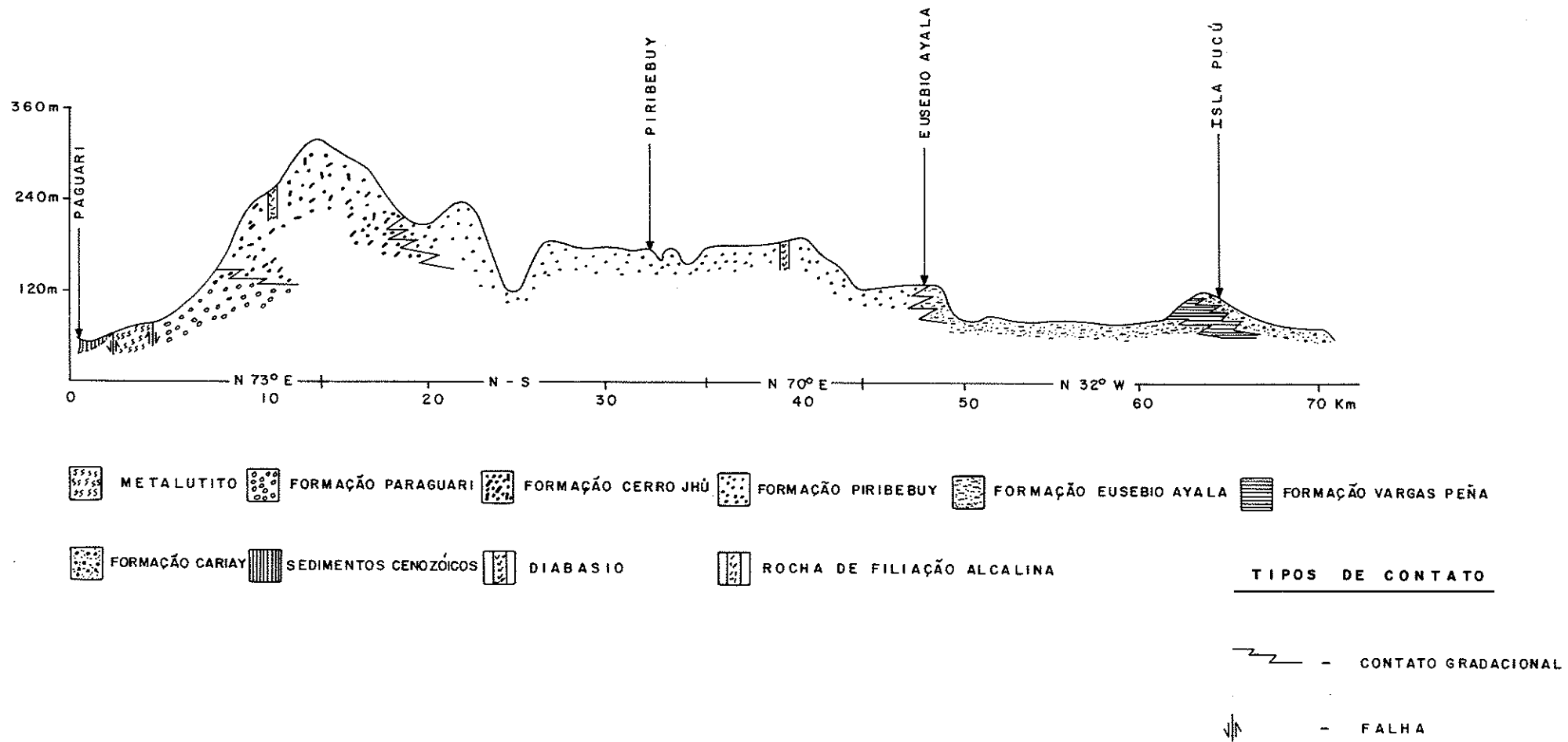


FIG. Nº: 28 - SEÇÃO GEOLÓGICA PARAGUARI - ISLA PUCÚ



- a) 30 cm - Conglomerado com seixos de quartzo de até 15 cm de diâmetro maior. A proporção de seixos, bem como os seus tamanhos, aumentam do topo para a base, mostrando tênue estratificação gradacional.
- b) 50 cm - Arenito conglomerático contendo seixos de quartzo de 1 a 15 cm de diâmetro maior, a estratificação apresenta-se gradacional da base para o topo.
- c) 48 cm - Arenito grosso, arcossiano, com seixos de quartzo de 1 a 10 cm de diâmetro maior e estratificação plano-paralela.
- d) 100 cm - Arenito grosso, arcossiano, com seixos de quartzo de 1 a 4 cm de diâmetro maior e incipiente estratificação plano-paralela horizontal.
- e) 35 cm - Arenito grosso, arcossiano, com seixos de quartzo dispersos com diâmetros variáveis entre 1 a 10 cm.
- f) 15 cm - Conglomerado de seixos de quartzo de diâmetro maior de 1 a 10 cm com pouca matriz de arenito arcossiano.
- g) 80 cm - Conglomerado com seixos de quartzo variando de 1 a 15 cm de diâmetro maior e com matriz arenosa feldspática.
- h) 10 cm - Solo arenoso.

Após este afloramento da unidade inferior do Grupo Caacupé, continuando a seção rumo à cidade de Piribebuy, aflora a Formação Cerro Jhú, representada por arenitos grossos, essencialmente quartzo-feldspáticos. Apresenta-se comumente com estratificação cruzada de grande porte, com baixo ângulo de mergulho sugestivo de sedimentação marinha costeira (estirancio?) e raramente são maciços (Fig. 30).

A 2,5 km deste afloramento encontra-se uma rocha de filiação alcalina, intrusiva no arenito, que parece constituir uma

soleira passando lateralmente para dique. O arenito no contato com o dique apresenta-se silicificado, no entanto, a faixa do metamorfismo não é grande. A 1 km desta intrusão, a formação é representada por arenito maciço, médio, bem selecionado e fortemente limonitizado. Três quilômetros adiante aparece um arenito muito bem selecionado "sacaróide" com estratificação cruzada tangencial de médio porte, silicificado superficialmente, representando a Formação Piribebuy, unidade superior do Grupo Caacupé. A 4 km deste ponto continua a ocorrer a Formação Piribebuy, representada, na base do afloramento, pelo arenito descrito acima e, no topo, por um arenito maciço e mais grosseiro. Este arenito do topo continua aflorando na seção por mais 6 km, aparecendo em seguida um arenito menos selecionada, de granulação média, "sacaróide" e com estratificação cruzada tangencial de médio porte.



Fig. 29 - Detalhe de afloramento da Formação Paraguari, em tercalação de conglomerados com seixos de quartzo de tamanhos diferentes (de 1 até 15 cm) com arenitos grossos e com seixos de quartzo de distintos tamanhos (de 1 até 15 cm). Apresenta estratificação cruzada de baixo ângulo.  
Local: estrada de Paraguari-Piribebuy, a 6 km de Paraguari



A seção continua por mais 11 km, após o que aparece um dique de diabásio intemperizado e o arenito no contato está também silicificado. Em seguida ocorre arenito "sacaróide", bem selecionado e maciço, de coloração branca, que aflora por cerca de 11 km, desaparecendo em um vale preenchido por sedimentos cenozóicos. Aflora, a seguir, um arenito fino e muito micáceo que representa a Formação Eusebio Ayala do Grupo Itacurubi, apresentando estratificação cruzada planar. Afloram, a seguir, 2 km de sedimentos e, logo após, aflora novamente a Formação Eusebio Ayala, composta de arenito fino, micáceo, de matriz argilosa, com estratificação plano-paralela. A seguir, a seção continua com lutitos, arenitos muito finos e argilitos micáceos de cores variando do amarelo-claro a marrom e avermelhado e a estratificação é normalmente plano-paralela. Estas litologias apresentam-se intercaladas e correspondem à Formação Vargas Peña, unidade imediatamente superior à Formação Eusebio Ayala. Esta seção culmina, finalmente, com arenito de granulometria variada, de grossa a fina e com intercalação de siltitos e níveis argilosos, com estratificação plano-paralela, que representa a Formação Cariay, topo do Grupo Itacurubi.

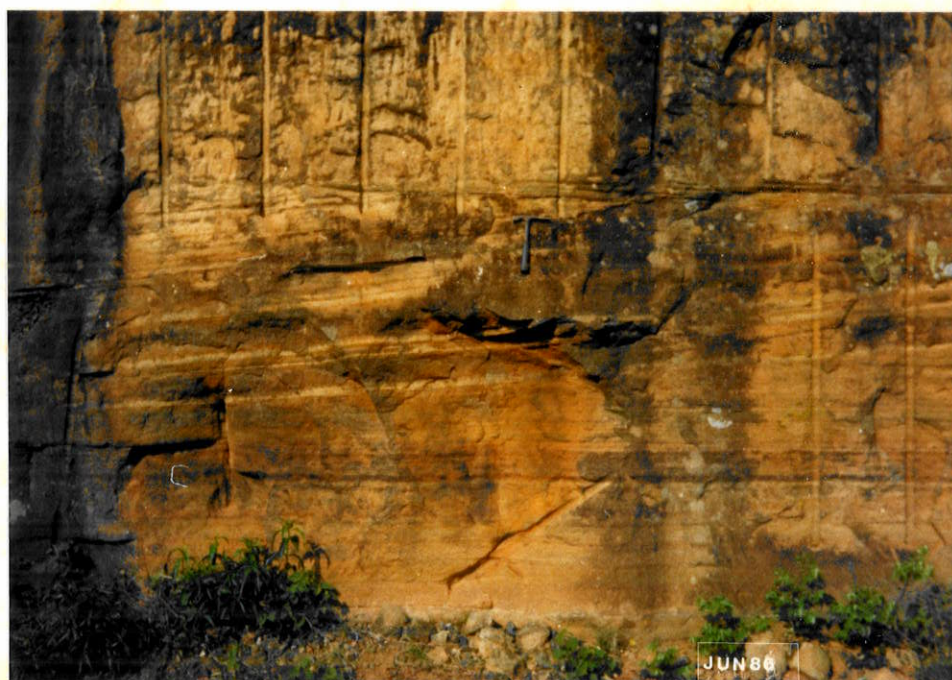


Fig. 30 - Arenito da Formação Cerro Jhú, de granulometria grossa, quartzo-feldspático, bem selecionado, coloração branca-amarelada e com estratificação cruzada de baixo ângulo, visível na metade inferior da foto.

Local: estrada Paraguari-Piribebuy, a 13 km de Paraguari

## CAPÍTULO VI

### CORRELAÇÃO ENTRE AS UNIDADES GEOLÓGICAS DO PARAGUAI ORIENTAL E AS DO BRASIL

#### 6.1. INTRODUÇÃO

A correlação das unidades geológicas do Paraguai Oriental com as encontradas no território brasileiro foi realizada com base nas publicações prévias, nas informações obtidas da interpretação das imagens de satélite e nos dados adquiridos durante as medidas de seções geológicas.

A correlação foi facilitada porque a geologia brasileira é bem mais estudada e conseqüentemente apresenta um grande acervo bibliográfico.

#### 6.2. CORRELAÇÃO DAS ROCHAS PRÉ-CAMBRIANAS

A correlação das diferentes unidades pré-cambrianas existentes no Paraguai Oriental, bem como a provável conexão dessas com as unidades do território brasileiro, foram resumidas em dois quadros sinóticos (Quadros 3 e 4).

##### 6.2.1. Pré-Cambriano da Região Norte

O Complexo Basal do Rio Apa aflora no extremo norte do Paraguai Oriental. Embora conhecido como sendo constituído pelas rochas mais antigas do Paraguai a sua idade é ainda incerta. COMTE e HASUI (1971), encontraram uma idade de  $1.056 \pm 55$  m.a. pe

lo método K/Ar em rocha total para um anfibolito, o que confere uma idade mínima de Proterozóico Superior. WIENS (1983) e ALMEIDA e HASUI (1985) atribuem a esse complexo idade proterozóica inferior. CORDANI et al. (1984) admitem que o Complexo Basal do Rio Apa seja uma extensão da Província Tectônica Rondoniana do Cráton Amazônico. Esta mesma província foi denominada por ALMEIDA et al. (1977) como Província Tapajós do Cráton Amazônico. AMARAL (1984) inclui o complexo na Sub-província Madeira da Província Tapajós.

SANTOS e LOGUÉRCIO (1984) consideraram incerta a idade do Complexo Basal do Rio Apa, ou das rochas que formam o sul do Cráton Amazônico, já que os valores encontrados são discrepantes constituindo um problema que vai perdurar até que sejam feitas in vestigações mais detalhadas a respeito. Problema semelhante ocorre com o Pré-Cambriano do Paraguai, na região limítrofe com o Estado de Mato Grosso do Sul, agravado pela carência de dados geocronológicos e de análises geotectônicas mais pormenorizadas.

As correlações sugeridas nas tabelas apresentam muitas limitações pois, além das dúvidas existentes em território brasileiro, a extrapolação para o Paraguai é ainda mais problemática.

Incertezas também existem em relação à idade do Grupo San Luis. AMARAL (1984) correlacionou tentativamente este grupo ao Complexo Alto Tererê; também os autores ALMEIDA e HASUI (1985) correlacionaram este grupo ao mesmo complexo citado.

Quanto ao Grupo Centurión, embora a sua idade seja incerta, AMARAL (1984) o correlacionou com as rochas vulcano-plutônicas de Amoguijá, aflorantes no extremo sudoeste de Mato Grosso do Sul, de idade Transamazônica. Esta interpretação é também endossada por ALMEIDA e HASUI (1985).

O Grupo Estrella é correlacionado tentativamente por WIENS (1983) ao Ciclo Transamazônico porém, da mesma forma que as unidades anteriores, a idade e correlação deste grupo são problemáticas.



Com referência ao Grupo Itapucumi muitas são as dúvidas quanto à idade, mas PUTZER (1962) correlacionou essas rochas aos calcários do Grupo Tamengo da "Série Bodoquena".

No Grupo Corumbá, até hoje, não foram descobertos fósseis que permitam estabelecer sua idade com segurança. BEURLEN e SOMMER (1957) identificaram fósseis provenientes de calcários negros da Formação Tamengo na localidade de Ladário, próximo a Corumbá, que julgaram atribuíveis à alga do gênero *Aulophicus*, de idade cambriana média a superior. FAIRCHILD (1978), revendo este material, considerou os fósseis muito parecidos com tubos calcários de vermes recentemente descobertos no Pré-Cambriano Superior da Namíbia, associados à fauna Ediacara, também existente no Cambriano Inferior da Argentina e Antártida.

HAHN et al. (1982) e WALDE et al. (1982) mencionaram a presença de Folhelhos da Formação Tamengo da localidade de Ladário, de restos de fóssil *Corumbella weneri* n. gen., n. sp., uma sub-classe de Scyphozoa, que seria o primeiro microfóssil animal descoberto do Pré-Cambriano Superior da América do Sul. FAIRCHILD e SUNDARAM (1981) teriam identificado formas de algas do taxon *Baulinella faveolata* nos calcários desta formação na mesma localidade. Essa forma é encontrada sobretudo no Vendiano, tendo sido também assinalada no Cambriano Inferior e possivelmente no Rifeano.

Considerando as idades radiométricas das lavas do Grupo Boqui, de  $623 \pm 15$  m.a. e de deposição dos folhelhos Sepotuba de  $547 \pm 5$  m.a. (CORDANI et al., 1978), pode-se admitir que as sequências calcárias da faixa de dobramentos tenham se acumulado realmente entre o Eocambriano e o Cambriano Inferior, embora novas informações sejam necessárias para confirmação de sua idade.

Para a deposição do Grupo Bambuí, possivelmente sincrônico do Grupo Corumbá, foi admitida uma idade radiométrica entre 640 e 590 m.a. (COMTE e HASUI, 1971). ALMEIDA e HASUI (1985) correlacionaram os grupos Corumbá e Araras do Brasil, Murciélago da Bolívia e Itapucumi do Paraguai Oriental, como correspondentes

ao Ciclo Orogênico Brasileiro.

Portanto, a correlação do Grupo Itapucumi com o Grupo Corumbá é controvertida, já que diversos autores forneceram idades discrepantes para os fósseis, desde Pré-Cambriano Inferior ao Cambriano, enquanto que as vulcânicas associadas indicam idade pré-cambriana superior.

### 6.2.2. Pré-Cambriano da Região Sul

O Complexo do Rio Tebicuary foi definido por ECKEL (1959), baseado nos tipos de rochas e na sua posição estratigráfica, como o mais antigo da região. Como não ocorre em continuidade geográfica a rochas pré-cambrianas datadas em território brasileiro é mais difícil inferir qualquer tipo de correlação.

WIENS (1983) estabeleceu tentativamente uma idade mínima de 1.500 m.a. para este complexo. Não havendo dados geocronológicos suficientes nem estudos geotectônicos, a idade e consequente correlação deste complexo permanecem abertas para futuras investigações a respeito.

A idade do Grupo Paso Pindó encontra-se na mesma situação que o Complexo do Rio Tebicuary. WIENS (1983) atribui para ambos os grupos a mesma idade, porém permanecem os mesmos problemas já mencionados para a unidade anterior. Segundo este autor, o Grupo Paso Pindó e o Complexo do Rio Tebicuary teriam idades entre o Proterozóico Inferior a Médio.

Para o Grupo Villa Florida o problema torna-se mais complexo pela completa falta de dados geocronológicos, bem como da sua exata posição estratigráfica.

O Grupo Caapucú foi datado em termos absolutos por COMTE e HASUI (1971), que obtiveram a idade de  $487 \pm 25$  m.a. pelo método K/Ar, em feldspato de uma rocha granítica na localidade de



## Caapucú.

Este granito é geneticamente relacionado ao quartzo-pôrfiro que ocorre também em outras localidades, como Quiindy, segundo observações de ALMEIDA (1974). Este autor, admitiu a hipótese de que o vulcano-plutonismo de Caapucú poderia ser reflexo, na margem do Cráton do Guaporé, dos fenômenos semelhantes aos que ocorreram nas regiões internas do geossinclínio brasileiro, muito representados no sul do Brasil pelo vulcanismo que acompanhou o desenvolvimento das bacias molássicas tardias de idade cambriana.

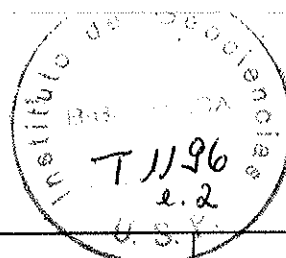
Segundo COMTE e HASUI (1971), as análises feitas por eles teria sido numericamente insuficientes para se correlacionar com o Pré-Cambriano da Região do Rio Apa. Deste modo, não é possível saber se a idade corresponde ao Ciclo Brasileiro ou se pertence ao Cráton de Guaporé rejuvenescido. Todavia, segundo estes autores, seria mais provável que o vulcanismo ácido de Caapucú seja pós-Baikaliano, tendo aparentemente idade paleozóica inferior, podendo-se correlacionar cronologicamente ao vulcanismo dos grupos Castro, Camaquã e Amoguijá do Brasil.

COMTE e HASUI (op. cit.) dataram a rocha granítica de San Bernardino obtendo uma idade de  $786 \pm 40$  m.a. pelo método K/Ar, em feldspato alcalino. Entretanto, estes autores sugerem que novas análises seriam necessárias para a confirmação desta idade.

### 6.3. CORRELAÇÃO DOS GRUPOS CAACUPÉ E ITACURUBI

HARRINGTON (1950) foi o primeiro autor a estudar a associação fossilífera do Grupo Itacurubi e posteriormente ECKEL (1959) determinou novas espécies.

WOLFART (1961), estudando os sedimentos deste grupo, chegou à conclusão de que os fósseis interpretados por HARRINGTON (1950-1956) como devonianos deveriam ser, na realidade, atribuídos ao Siluriano (Llandoveryano Inferior). Desde então, es



IDADE	UNIDADE ESTRATIGRÁFICA	LITOLOGIA	PROVÁVEL CORRELAÇÃO
Proterozóico Superior a Cambriano  (Final do evento Brasiliano, ± 500 m.a.)	Grupo Itapucumi	Calcários, dolomitos, arenitos, lutitos, margas, folhelhos e conglomerados basais.	Grupo Corumbá, Bodoquena, Araras, etc.
Proterozóico Inferior a Médio  (idades geocr. mínimas: 1300 - 1600 m.a.)	Grupo Centurión  ? — ?	Granitos afaníticos e porfiríticos.	Complexo Alto Tererê, Grupo San Ignacio.
	Grupo Estrella  ? — ?	Efusivas piroclásticas e porfiríticas.	
	Grupo San Luis	Rochas vulcanosedimentares, xistos, quartzitos, pórfiros e filitos.	
Proterozóico Inferior  (idades geocr. mínima: ± 1500 m.a.)	Complexo Cristalino ou Complexo Basal do Rio Apa	Gnaisses, granitos, quartzitos, anfibólitos, micaxistos, metabasitos e pegmatitos.	Complexo Basal da Sub-Província Madeira.

Quadro 3 - Pré-Cambriano da Região Norte do Paraguai Oriental (modif. de ALMEIDA e BORN, 1975; WIENS, 1983 e AMARAL, 1984).

IDADE	UNIDADE ESTRATIGRÁFICA	LITOLOGIA	PROVÁVEL CORRELAÇÃO
Proterozóico Superior  (Final do evento Brasileiro, ± 500 m.a.)	Grupo Caapucú	Porfiritos quartzíferos, granitos, pegmatitos e riólitos.	Grupo Castro, Camaquã, Itajaí, Amoguijá
Proterozóico Inferior a Médio  (idades geocr. mínimas: 1300-1600 m.a.)	Grupo Villa Florida <hr/> Grupo Ramos <hr/> Grupo Paso Pindó <hr/>	Sequência básica  Calcários  Sequência sedimentar heterogênea e conglomerados.	?
Proterozóico Inferior  (idade geocr. mínima: 1500 m.a.)	Complexo do Rio Tebicuary	Rochas metassedimentares, quartzitos, xistos e gnaisses.	Complexo Basal do Rio Apa

Quadro 4 - Pré-Cambriano da Região Sul do Paraguai Oriental (modif. de WIENS, 1983).

tes sedimentos têm sido considerados como de idade siluriana. Porém, trabalhos mais recentes, como os de DEGRAFF (1982) e BALDIS e HANSEN (1980), colocam dúvidas quanto à idade siluriana para esses fósseis. Admitem que poderiam ser do período ordoviciano, sendo a parte superior da seqüência provavelmente atribuível ao Devoniano.

Aceitando-se a idade siluriana como verdadeira, poderíamos correlacionar esses depósitos com a Formação Trombetas da Bacia do Amazonas, em território brasileiro, como foi feito por HARRINGTON em 1968. Trabalhos posteriores, de CAPUTO et al. (1972), PETRI e FÚLFARO (1976), ANDRADE (1980), FÚLFARO et al. (1982), FARRIA (1982), PETRI E FÚLFARO (1983), também correlacionam esses depósitos do Paraguai Oriental com os sedimentos da Formação Trombetas.

ANDRADE (1980), estudando os fósseis contidos em depósitos sedimentares existentes em Goiás, denominados pelo autor de Formação Vila Maria, atribuiu-lhes idade siluriana, correlacionando-os à Formação Trombetas.

Segundo POOP et al. (1981), pela fauna contida, a Formação Vila Maria teria idade llandoveryana inferior e portanto correlacionar-se-ia aos sedimentos de mesma idade do Paraguai Oriental.

De acordo com BIGARELLA e COMTE (1969), os sedimentos pertencentes ao Grupo Caacupé teriam sido depositados em ambiente nerítico próximo à linha costeira e com fortes correntes. Estratificações cruzadas de baixo ângulo, encontradas pela autora na Formação Cerro Jhú, também permitem atribuir-lhes ambiente de sedimentação semelhante. A grande freqüência de estratificações cruzadas e os altos graus de arredondamento das partículas arenosas e dos seixos da Formação Paraguari parecem também ser sugestivos deste tipo de paleoambiente. Para o Grupo Itacurubi, BALDIS e HANSEN (1980) admitiram um ambiente costeiro de plataforma altamente estável. Essa hipótese é baseada nos fósseis, constituídos de formas biologicamente estáveis, bem como na litologia, consti

tuida de argilitos brancos e arenitos quartzosos limpos.

A seqüência deposicional formada pelos grupos Caacupé e Itacurubi, é sugestiva de paleoambientes costeiros. Deste modo, pode-se pensar na possibilidade de existência de interdigitação entre depósitos tipicamente marinhos e sedimentos fluviais e costeiros. Esta hipótese é reforçada pela observação de passagem gradual entre ambos os grupos, sendo o Grupo Caacupé a seqüência inferior e o Grupo Itacurubi a superior.

A idade dos grupos ainda não foi esclarecida com segurança, mas, com maior freqüência, tem sido admitida idade siluriana. Neste trabalho optou-se por admitir idade siluriana com base na tendência geral dos autores.

#### 6.4. CORRELAÇÃO DO GRUPO CERRO CORÁ

##### 6.4.1. Formação Aquidabán

ALMEIDA (1945) e BEURLEN (1956) foram os primeiros a estudarem os sedimentos glaciais da região do Rio Apa correlacionando os sedimentos aflorantes no lado brasileiro com o lado paraguaio. Esta correlação é dificultada pela falta de fósseis na Formação Aquidabán sendo, portanto, o critério baseado nas características litológicas e na continuidade geográfica com os sedimentos brasileiros do Grupo Aquidauana.

BEURLEN (1956) foi o único a encontrar restos de dois minúsculos fósseis que se tratam provavelmente de escamas de peixes, talvez de paleoniscídeos e de um pedaço de asa de inseto provavelmente do gênero *Phyloblatta*. Esses fósseis, encontrados em siltitos de origem glacial, não constituem bons elementos de correlação estratigráfica. Este autor foi também o primeiro a mencionar uma possível correlação dos sedimentos do Grupo Aquidauana e do Subgrupo Itararé que, segundo critérios estratigráficos e



paleoclimáticos, teriam sido originados na mesma época.

Até hoje, os estudos de BEURLEN (1956) a respeito da composição litológica, conteúdo fossilífero e de correlação fornecem os subsídios mais importantes na interpretação do Grupo Aquidauana.

De acordo com PETRI e FÚLFARO (1983), os diamictitos existentes no sul de Mato Grosso do Sul e Paraguai Oriental constituiriam evidências de sedimentação por ação glacial direta, enquanto que mais ao norte, as características litológicas e a provável situação paleogeográfica são mais indicativas de sedimentação predominantemente em ambiente periglacial.

De acordo com os estudos realizados pelos autores supracitados, a Formação Aquidabã seria correlacionável ao Grupo Aquidauana de Mato Grosso do Sul do território brasileiro.

#### 6.4.2. Formação Coronel Oviedo

HARRINGTON (1950) correlacionou os sedimentos de origem glacial das regiões norte e sul do Paraguai Oriental. Este autor adotou a terminologia usada por WHITE (1908) para o Brasil, quando definiu o "Sistema Santa Catarina", reunindo os tilitos, arenitos e lutitos na chamada "Série Tubarão", que teria sido depositada entre o Carbonífero Superior e Permiano Inferior. ECKEL (1959), seguindo esta mesma idéia, admitiu que a sedimentação da "Série Tubarão" teria ocorrido no Pensilvaniano ou Permiano.

PUTZER (1962), baseado no trabalho de ALMEIDA (1945), correlacionou os sedimentos das regiões norte e sul do Paraguai Oriental conforme as seguintes litologias:

Região Norte

Região Sul

5. "Arenisca Aquidauana Superior (pós-glacial)

Região Norte	Região Sul
4. Tilito Nioaque	
3. Formação Paxixi	3. "Arenisca Aquidauana Superior"
2. Tilito Bela Vista	2. Formação Paxixi
1. "Arenisca Aquidauana Inferior" (interglacial)	1. Tilito Nioaque

Com base nas características litológicas e no mapa de isópacas de NORTHFLEET et al. (1969), que admitiram uma possível continuidade geológica, nos parece ser lícito correlacionar a Formação Coronel Oviedo com o Subgrupo Itararé do Brasil.

PETRI e FÚLFARO (1983) admitiram a possibilidade da existência de interdigitação entre o Grupo Aquidauana e o Subgrupo Itararé no Brasil.

No Paraguai, a possível interdigitação entre as formações Aquidabán e Coronel Oviedo dificilmente pode ser comprovada em virtude da cobertura por sedimentos mais modernos, a não ser por sondagens. As características litológicas e as relações estratigráficas permitem inferir que os paleoambientes durante a sedimentação das formações Coronel Oviedo e Aquidabán tenham sido parecidos.

#### 6.5. CORRELAÇÃO DA FORMAÇÃO SAN MIGUEL

HARRINGTON (1950) descreveu arenitos avermelhados situados logo acima dos tilitos da "Série Tubarão", denominando-os de Arenito Bonito e correlacionando-os com a Formação Rio Bonito descrita por WHITE (1908). Esta idéia foi inteiramente aceita por ECKEL (1959).

PUTZER (1962) denominou esses mesmos arenitos de

"Arenisca Aquidauana Superior", correlacionando-os com a Formação Palermo, com base na sua experiência anterior em trabalhos realizados no Brasil.

No trabalho sobre a quadrícula 41 (Coronel Oviedo), de autor anônimo (1966b), foram denominadas por "Série Cerro Coará" as rochas sedimentares do Carbonífero Superior, designadas por HARRINGTON (1950), de Arenito Bonito. WIENS (1983) chamou estes arenitos, com intercalação de siltitos, de Formação San Miguel, atribuindo-lhes idade permiana.

A posição estratigráfica desta formação ainda não está bem definida, mas é provável que possa ser correlacionada com a Formação Rio Bonito do Brasil, tanto pelas características litológicas (arenitos e siltitos) quanto pelo possível paleoambiente de sedimentação deltaica.

#### 6.6. CORRELAÇÃO DA FORMAÇÃO INDEPENDENCIA

O primeiro a encontrar fósseis nas camadas da Formação Independencia foi CARNIER (1911; in: ECKEL, 1959), em uma localidade próxima à Cordillera de Ybyturuzú. SCHUSTER (1911) descreveu o material fossilífero coletado por CARNIER (op. cit.), reconhecendo *Osmudites carnieri*, Schuster e um tronco silicificado de 15 cm de diâmetro, atribuível a *Dadoxylon* sp., Schuster, de idade terciária.

REED (1935), descreveu e esquematizou os fósseis coletados por WINDHAUSEN em 1924 nas localidades de San José e Valenzuela, classificando-os como *Pinzonella illusa*, Reed de idade triássica.

HARRINGTON (1950) descreveu pelecípodos fósseis provenientes de uma pedreira abandonada situada 800 m ao sul do Hotel Tilinsky na Colonia Independencia, onde BOETTNER (1947) tinha encontrado as espécies descritas por HARRINGTON, *Pinzonellopsis*

*occidentalis* (Reed) e *Pseudocorbula anceps* (Reed). HARRINGTON (op. cit.), PUTZER (1962) e HERST (1972) correlacionaram com as camadas do Brasil Meridional do Permiano Inferior.

Em trabalhos posteriores, HERST (1973, 1975, 1981) descreveu novas espécies de fósseis pertencentes à Formação Independencia, tais como *Osmundacaulis carniéri*, Shuster, nov. sp., madeiras fósseis do tipo picnoxílico, impressões de girogonites encontrados na localidade do Arroyo Vino, da Colonia Independencia.

O autor correlacionou esses fósseis com as espécies brasileiras procedentes da rodovia BR-277, a 30 km a oeste de Irati (entre os marcos km 274 e 275) no Estado do Parana. Com base nas descrições dos fósseis brasileiros de SOMMER (1954) e RAGONHA e SOARES (1974), HERST (op. cit.) correlacionou a Formação Independencia com o Membro Teresina da Formação Estrada Nova.

#### 6.7. CORRELAÇÃO DA FORMAÇÃO MISIONES

HARRINGTON (1950) correlacionou "Arenisca Misiones" com Arenito Botucatu ou Formação Botucatu do Brasil Meridional, que são constituídos de depósitos continentais eólicos e fluviais de idade triássica superior a jurássica. O nível de conglomerado da formação foi atribuído por HARRINGTON (1950) como correspondente à parte inferior da Formação Misiones, que seria correlacionável ao Arenito Pirambóia do Estado de São Paulo.

FÚLFARO e LANDIM (1971) e PETRI e FÚLFARO (1983) consideraram que, pelas características litológicas, a Formação Misiones encontrada na cidade de Asunción seria correlacionável à Formação Pirambóia da parte setentrional da Bacia do Parana.

No Paraguai como no Brasil, é difícil distinguir os sedimentos correspondentes às formações Pirambóia e Botucatu. Até o momento, ainda persistem dúvidas quanto à situação hierárquica da denominação Pirambóia na categoria de formação.

Nas folhas geológicas ao milionésimo de Paranapanema (1978) e Rio de Janeiro (1979), geólogos do D.N.P.M. (Departamento Nacional da Produção Mineral) retornaram ao critério original de FLORENCE e PACHECO (1920), ao definirem o Arenito Pirambóia, considerando-o como facies fluviais da Formação Botucatu. Especialmente no Paraguai, há necessidade de estudos mais pormenorizados sobre esses arenitos.

A ausência de fósseis nesses sedimentos no Paraguai é um outro fator limitante para a correlação. Na Formação Pirambóia tem sido encontrados restos de fósseis, constituídos de conchostráceos, ostracodes e restos vegetais (SANTOS et al., 1984).

De acordo com PETRI e FÚLFARO (1983), litoestratigraficamente, o Período Triássico é representado na Bacia do Paraná pelas formações Pirambóia, Rosário do Sul e Misiones. A parte superior da Serra de Ybyturuzú corresponderia, segundo a autora, à Formação Pirambóia mas seriam necessários estudos mais detalhados para sua comprovação. Superposta à Formação Pirambóia ocorreria a Formação Botucatu, de idade neotriássica ou eojurássica.

#### 6.8. CORRELAÇÃO DA FORMAÇÃO ALTO PARANÁ

As rochas magmáticas que constituem a Formação Alto Paraná resultaram do evento magmático que afetou extensa área da Bacia do Paraná entre 130 e 120 m.a. anos passados, atingindo vários países como Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai.

Este evento é considerado como a mais importante manifestação geológica da separação dos continentes, cuja origem relaciona-se com a tectônica de distensão associada a vulcanismo. No Brasil, essas rochas são mais estudadas que nos demais países e são denominadas de Formação Serra Geral, nome que foi adotado por HARRINGTON (1950) para as rochas do Paraguai. No trabalho sobre a quadrícula 41 (Coronel Oviedo) autor anônimo (1966b) mudou o nome de Formação Serra Geral para Formação Alto Paraná, mas a corre



lação entre essas unidades persiste, sendo consideradas até hoje como equivalentes.

#### 6.9. CORRELAÇÃO DA FORMAÇÃO ACARAY

PUTZER (1962) correlacionou esta formação com os sedimentos brasileiros encontrados sobre as eruptivas basálticas, subdividindo-a em arenitos de cores pardas e friáveis, correspondentes ao Arenito Caiuá do Cretáceo Inferior e arenitos conglomeráticos correlacionáveis ao Arenito Bauru do Cretáceo Superior.

No trabalho da quadrícula 41 (Coronel Oviedo), autor anônimo em 1966b, considerou esta unidade como suprabasáltica e denominou-a de Formação Acaray, que seria correlacionável à Formação Caiuá do lado brasileiro.

DIAZ DE VIVAR e VERA MORINIGO (1968), também correlacionaram a Formação Acaray com os arenitos da Formação Caiuá e atribuíram-lhe idade jurássica inferior.

ALMEIDA e BORN (1975) denominaram os sedimentos arenosos e conglomeráticos suprabasálticos de Formação Capitán Bado, mencionando uma possível correlação com a Formação Bauru do Cretáceo Superior.

Pela posição estratigráfica da Formação Acaray a correlação mais certa é com o Grupo Bauru. Embora pareça ser, pelo menos parcialmente, correlacionável à Formação Caiuá deste grupo, deve-se efetuar mais trabalhos de campo para se estabelecer as correlações entre a Formação Acaray e as diversas formações do Grupo Bauru.

## 6.10. CORRELAÇÃO DAS ROCHAS DE FILIAÇÃO ALCALINA

As datações geocronológicas de rochas de filiação alcalina e basáltica em rochas da Região Sul do Paraguai Oriental são ainda pouco numerosas (COMTE e HASUI, 1971; PALMIERI e ARRIBAS, 1975). As 13 datações disponíveis do Complexo de Sapucaí indicaram idades entre  $98 \pm 5$  m.a. e  $170 \pm 10$  m.a. Os basaltos da região de Asunción forneceram idades de  $36 \pm 6$  m.a. para o basanita (STORMER *et al.*, 1975) e de  $46 \pm 7$  m.a. para o olivina-basalto (COMTE e HASUI, 1971). PALMIERI e VELÁZQUEZ (1982) também teriam encontrado idades de  $45 \pm 5$  m.a. nessas rochas.

Alguns autores têm tentado agrupar as rochas de filiação alcalina segundo as suas similaridades química e/ou mineralógica. Desta maneira, ECKEL (1959) tentou estabelecer relações entre as rochas do Complexo do Pão de Açúcar (Brasil) e as do Complexo de Acahay da Região Sul do Paraguai Oriental. ULBRICH e GOMES (1981) agruparam as rochas alcalinas do Brasil de acordo com a petrografia e aspecto geológico, mencionando uma provável correlação do Maciço Pão de Açúcar com as ocorrências do Paraguai já que, segundo datações geocronológicas, representam exemplos de alcalinas de maior idade da borda oeste da Bacia do Paraná. Estes autores basearam a correlação no trabalho de COMTE e HASUI (1971). HAGGERTY e MARIANO (1983) consideraram como congênitos os carbonatos associados às rochas alcalinas dos Complexos Chiriguelo (ou Cerro Corá) e Sarambi da Região Norte do Paraguai Oriental e os de Salitre I de Minas Gerais (Brasil).

## CAPÍTULO VII

### ELEMENTOS ESTRUTURAIS DO PARAGUAI ORIENTAL

#### 7.1. ARCO CENTRAL PARAGUAIO

O elemento estrutural mais importante do Paraguai é o Arco Central Paraguaio, também denominado de Arco de Asunción, que delimita duas grandes bacias sedimentares: Bacia do Chaco e a Bacia do Paraguai Oriental.

Esse arco tem uma orientação geral N-S e extensão não muito bem definida. Desde a sua formação até hoje, este arco foi reativado várias vezes ao longo de um intervalo de tempo de cerca de 250 m.a. tendo, desta maneira, influido na sedimentação de várias unidades litológicas que compõem a coluna estratigráfica do Paraguai Oriental. É responsável pelas diferenças litológicas que se observam entre o Paraguai Oriental e o Brasil, bem como entre as regiões norte e sul do Paraguai Oriental.

Desenvolve-se sobre a borda da porção meridional do Cráton Amazônico e parece, em parte, limitar-se a oeste por grandes falhas, de acordo com PUTZER (1962). Seu flanco oriental inclina-se gradualmente para o interior da Bacia do Paraná, com ângulo que segundo REDMOND (1979) pode alcançar 4° no Paraguai Oriental. Segundo ALMEIDA (1981), termina ao sul sob cobertura sedimentar e lavas na Província de Corrientes na Argentina.

#### 7.2. VALE TECTÔNICO DE YPACARAI

Uma das feições estruturais que mais atenção tem chamado dos autores que pesquisaram a geologia do Paraguai Orien-

tal é o Vale Tectônico de Ypacarai. Embora não haja dúvidas quanto a sua origem tectônica, os autores não chegam a um consenso ao nível de detalhe.

Segundo HARRINGTON (1950), o Vale Tectônico de Ypacarai representaria um "*graben*". PUTZER (1962) atribuiu-lhe uma origem ligada a sistema de falhas escalonadas de algumas dezenas de quilômetros de extensão e rejeito total de cerca de 500 m. DIAZ DE VIVAR e VERA MORINIGO (1969) concordaram com a hipótese de PUTZER (op. cit.) e relacionaram a falhas profundas associadas a atividade magmática que deu origem às rochas de filiação alcalina da Região Sul do Paraguai Oriental.

DEGRAFF et al., (1981) realizaram estudos geofísicos, compreendendo métodos gravimétricos e magnetométricos, ao longo da estrada que vai da cidade de San Lorenzo até pouco além da cidade de Eusebio Ayala, cortando perpendicularmente o Vale Tectônico de Ypacarai (Fig. 31). Este estudo demonstrou que os sedimentos dos grupos Caacupé e Itacurubi mergulham ligeiramente para o ENE, conforme haviam constatado BIGARELLA e COMTE (1969). Segundo os autores, a não comprovação de falhas com direção preferencial NNW/SSE eliminaria a hipótese de se tratar de um "*graben*" segundo postulou HARRINGTON (1950). Por outro lado, os estudos geofísicos também não teriam mostrado o escalonamento de falhas sugerido por PUTZER (1962). Segundo DEGRAFF et al. (op. cit.), no caso de existir falha ou sistema de falhas com direção preferencial NNW/SSE, que tivesse controlado a evolução do vale, dever-se-ia observar falhas menores ou diáclases paralelas e subparalelas associadas às falhas principais. Na verdade, observam-se somente falhas normais de direção N-S que mergulham com ângulo acentuado, tanto para oeste como para leste. Com base nas suas observações geológicas, DEGRAFF et al. (1981) interpretaram que o Vale Tectônico de Ypacarai teria resultado de erosão ao longo de uma falha transcorrente dextrógiro, orientada para NNW, com falhas N-S associadas e apreciável abatimento de blocos. O conjunto teria resultado em um regime mecânico de compressão causando cisalhamento.

FÚLFARO et al. (1982) explicam a deposição de sedi

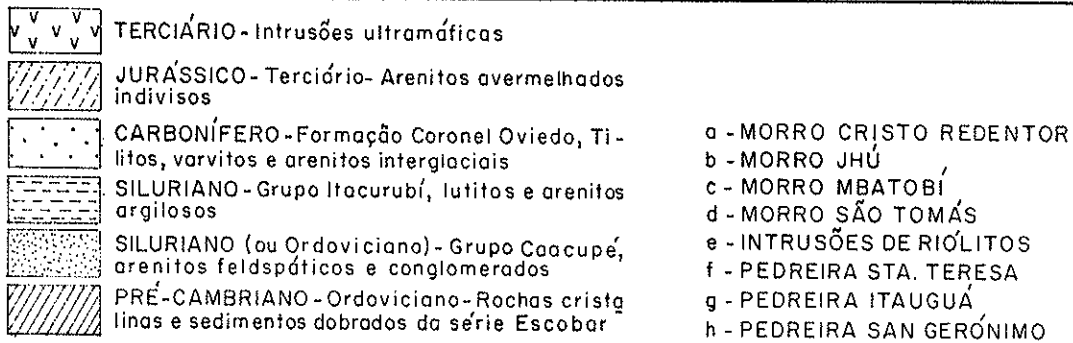
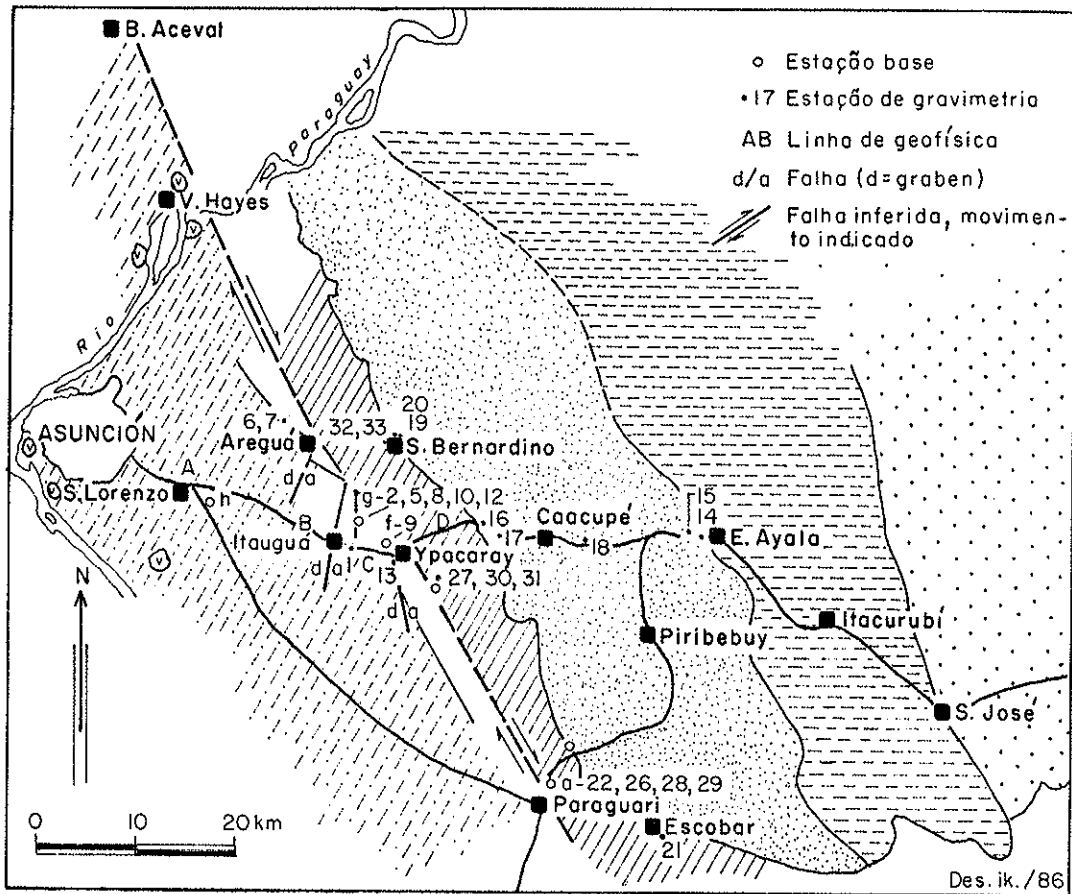


Fig. 31 - Vale tectônico de Ypacarai, segundo DEGRAFF et al. (1981) modificado.



mentos silurianos no Paraguai Oriental do mesmo modo que na Bacia do Amazonas, isto é, teriam sido sedimentados em aulacógenos tardios herdados do Eopaleozóico, desenvolvidos na fase final da evolução da Plataforma Sulamericana. Segundo os autores (op. cit.), este aulacógeno seria então, o atual Vale de Ypacarai posteriormente reativado.

Como se vê, embora tenham sido propostas várias hipóteses para explicar a origem, ainda persistem muitas dúvidas. Entretanto, ninguém nega a origem tectônica do vale de Ypacarai, bem como a sua importância, pois coloca em contato rochas de diferentes idades, desde o Pré-Cambriano até o Cenozóico (Fig. 5).

### 7.3. MODELOS ESTRUTURAIS APLICADOS AO PARAGUAI ORIENTAL

Os modelos estruturais adotados por geólogos brasileiros desde LEINZ (1947), BOSUM (1973), ASMUS (1978), FERREIRA et al. (1981), FÚLFARO et al. (1982), SOARES et al. (1982) e outros, têm como base observações de campo, métodos aereomagnéticos e outros métodos geofísicos, imagens de satélite e radar, etc. Esses autores detectaram, dessa forma, zonas de fraqueza ou fraturas, que foram denominados de alinhamentos e utilizados para explicar a tectônica regional. Muitos desses alinhamentos estão relacionados com a tectônica de placas, isto é, são falhas de distensão que se formaram durante a separação dos continentes Sulamericano e Africano. Porém, como o Paraguai está situado no interior continental, a aplicação desses conceitos na área requer muita cautela.

Entre os alinhamentos identificados no Brasil, aqueles que podem ser extrapolados para o território paraguaio são: Torres-Posadas (LEINZ, 1949), Rio Uruguai (ASMUS, 1978), Rio Piquiri (FERREIRA et al., 1981) e o do Rio Iguazu (FÚLFARO et al., 1982).

O alinhamento do Rio Iguazu, de direção NW-SE, pas-

sa aproximadamente pela localidade de Mbütuy, na região central do Paraguai Oriental. Essa estrutura, embora não seja observável no mapa geológico-estrutural, separaria o Paraguai Oriental em duas regiões geológicas, Região Norte e Região Sul. Entretanto, as diferenças entre o norte e sul poderiam ser também atribuídas somente ao comportamento distinto do Arco Central Paraguaio ou de Asunción. Deste modo, existem dúvidas quanto à real influência deste alinhamento no Paraguai Oriental.

Os alinhamentos dos rios Piquiri e Uruguai seriam importantes na caracterização geológica das lavas vulcânicas, pois esses alinhamentos demarcariam limites de lavas com composições diferenciadas. BELLINI *et al.* (1984) utilizaram estes alinhamentos para explicar as distintas áreas de rochas ácidas, associados aos basaltos, encontradas na Bacia do Paraná. Para esses autores, a bacia poderia ser dividida em três regiões de acordo com o tipo de rocha: a) Região Sul-Paraná, situada ao sul do alinhamento do Rio Uruguai; b) Região Central-Paraná, entre os alinhamentos dos rios Uruguai e Piquiri e c) Região Norte-Paraná, localizada ao norte do alinhamento do Rio Piquiri. As lavas vulcânicas do Paraguai Oriental pertenceriam a Região Central-Paraná, cujas rochas exibiriam características mistas. As lavas da região sul, são constituídas por rochas ácidas, relativamente pobres em  $TiO_2$  e em elementos incompatíveis (Ba, Zr, La, Ce), enquanto que as rochas da região norte, são ricas em  $TiO_2$  e em elementos incompatíveis.

Com respeito a influência do alinhamento do Rio Uruguai, ULBRICH e GOMES (1981) mencionam que, ao longo deste alinhamento, encontram-se várias intrusões de rochas alcalinas, tanto no Estado de Santa Catarina (Lages e Anitápolis) do Brasil, como na região centro-sul do Paraguai Oriental.

Na região estudada, seria preciso realizar estudos mais detalhados, pois as intrusões alcalinas não parecem estar relacionadas somente a um grande alinhamento mas apresentariam outros tipos de controle.

O alinhamento Torres-Posadas foi proposto por LEINZ

(1949) em virtude da brusca inflexão sofrida pelo Rio Paraná do seu curso N-S para a direção E-W. Essa modificação de rumo seria decorrente da influência do alinhamento por ele proposto. Na literatura argentina não se encontram referências a esta hipótese e a possível influência desse alinhamento dentro do território paraguaio poderá ser ou não constatada somente após estudos mais por menorizados.

Os modelos estruturais propostos pelos geólogos brasileiros têm explicado grandes anomalias, de âmbito regional, na Bacia do Paraná em território brasileiro, mas a sua extrapolação para o Paraguai Oriental torna-se ainda problemática pela falta de informações.

## CAPÍTULO VIII

### EVOLUÇÃO TECTÔNICA E PALEOGEOGRÁFICA DO PARAGUAI ORIENTAL

#### 8.1. INTRODUÇÃO

A consolidação da Plataforma Sulamericana no Paraguai Oriental aconteceu de forma similar ao resto da Bacia do Paraná, a partir do estágio final de evolução do embasamento, que ocorreu no Ciclo de Reativação Brasileira (Pré-Cambriano Superior a Eopaleozóico). No Paraguai Oriental, esta fase é representada pelo Grupo Itapucumi, constituído de sedimentos tipicamente molássicos do Pré-Cambriano Superior ou Cambriano.

Na evolução final do embasamento da Plataforma Sulamericana, na fase de consolidação, o Paraguai Oriental firmou-se como área tectonicamente estável.

A formação das Bacias Intermontanas constitui uma consequência dos primeiros processos da consolidação da plataforma. Nesta fase, o Paraguai Oriental, do mesmo modo que toda a Bacia do Paraná, ainda estava impedida de receber sedimentos provenientes do cráton, pois este encontrava-se em processo de formação. Nesta fase predominaram movimentos essencialmente verticais.

Continuando a sua evolução, formaram-se grandes "grabens" ou aulacógenos, que são estruturas freqüentemente formadas durante os estágios iniciais do desenvolvimento das plataformas. Provavelmente, estes aulacógenos foram preenchidos por sedimentos que formam o Grupo Caacupé.

## 8.2. DEPOSIÇÃO DOS GRUPOS CAACUPÉ E ITACURUBI

A área hoje ocupada pelo Arco Central Paraguaio estava deprimida durante o Siluriano, fato que propiciou a transgressão marinha procedente do oeste, do Geossinclínio Andino, invadindo a margem ocidental da Bacia do Paraná e depositando os sedimentos dos Grupos Caacupé e Itacurubi.

Segundo BIGARELLA e COMTE (1969), o Grupo Caacupé mergulha regionalmente para ENE, isto é, rumo à Bacia do Paraná, constituindo assim, um bom argumento de que este grupo pertença à Bacia do Paraná. Porém, esses autores, medindo rumos de estratificações cruzadas da Formação Cerro Jhú do Grupo Caacupé, concluíram que as paleocorrentes estavam dirigidas para WNW, portanto em sentido quase oposto ao mergulho regional das camadas. A elevação do Arco Central Paraguaio entre o Siluriano e o Devoniano teria ocasionado a inversão do mergulho regional das camadas silurianas para ENE no Paraguai Oriental. As camadas apresentavam um mergulho original para oeste rumo ao Chaco Paraguaio passando, no Paraguai Oriental, para leste em direção à futura Bacia do Paraná.

Desta maneira, o Grupo Caacupé representaria uma sequência flúvio-marinha transgressiva sobre a Plataforma Sulamericana, constituindo o registro de sedimentação em antiga bacia marginal ligada ao cinturão móvel andino. Segundo FÚLFARO *et al.* (1982) este grupo teria preenchido um aulacógeno da etapa final do desenvolvimento da Plataforma Sulamericana, sendo o gradiente do assoalho da futura Bacia do Paraná para oeste, rumo a faixa ativa na atual região andina, possibilitando a formação de uma bacia marginal siluriana no Paraguai Oriental (Fig. 32).

Os sedimentos do Grupo Paraná encontrados no Brasil, tidos como de idade devoniana, não foram constatados no Paraguai Oriental. A provável ausência destes sedimentos no Paraguai Oriental poderia ser creditada ao caráter positivo do Arco Central Paraguaio naquele período (LANGE e PETRI, 1967) e assim o mar proveniente dos Andes avançou mais para leste, rumo à margem leste da



bacia do Paraná (Fig. 33).

### 8.3. DEPOSIÇÃO DO GRUPO CERRO CORÁ

Em tempo pré-carbonífero o Arco Central Paraguaio apresentava-se soerguido na porção norte, tendo propiciado a remoção de todos os sedimentos depositados naquela área. Esta atividade diferenciada do Arco, que continuou até a época de deposição do Grupo Cerro Corá, provocou sedimentação diferenciada ao norte e ao sul do Paraguai Oriental. Ao norte, depositaram-se os arenitos vermelhos e os diamictitos da Formação Aquidabán, constituindo uma cunha clástica que ocupou grande área. Enquanto isso, ao sul, em ambiente tectonicamente mais calmo, foram depositados os diamictitos, arenitos, siltitos e ritmitos da Formação Coronel Oviedo (Figs. 34, 35 e 36).

### 8.4. DEPOSIÇÃO DAS FORMAÇÕES SAN MIGUEL E INDEPENDENCIA

Os sedimentos correspondentes às formações San Miguel e Independencia são encontrados ao sul do Paraguai Oriental. Estes sedimentos depositaram-se sobre a Formação Coronel Oviedo, com a influência do Arco Central Paraguaio atuando no sentido de dar um caráter mais restrito ao ambiente deposicional.

Os sedimentos do Grupo Cerro Corá e as formações San Miguel e Independencia, representam depósitos de ambiente continental ou marinho raso (Fig. 37).

### 8.5. DEPOSIÇÃO DA FORMAÇÃO MISIONES

Durante a deposição da Formação Misiones o Arco Central Paraguaio manteve-se soerguido constituindo, desta forma, fonte

te para os sedimentos arenosos desta formação, que transgrediu sobre todas as rochas mais antigas do Paraguai Oriental (Figs. 38 e 39).

Corresponde a uma sedimentação do tipo eólica com contribuição fluvial, sob condições de clima desértico que se implantou não somente no Paraguai Oriental, como em toda a Bacia do Paraná, devido ao soerguimento das faixas andinas. O levantamento da faixa dos Andes Meridionais ocasionou severas restrições às bacias gondvânicas, entre as quais a do Paraná, com forte mudança do nível de base regional. Na verdade, o agravamento climático já se manifestava no fim da deposição da Formação Independência e a fase de deposição da Formação Misiones corresponde ao apogeu deste processo.

Localmente, os arenitos da Formação Misiones repousam diretamente sobre o Arco Central Paraguaio, então soerguido, e o vulcanismo alcalino meso-cenozóico que atingiu o arco afetou também a delgada cobertura sedimentar, bem como o embasamento cristalino exposto (ALMEIDA, 1981).

#### 8.6. DEPOSIÇÃO DA FORMAÇÃO ALTO PARANÁ

A Formação Alto Paraná é composta de sucessivos derames magmáticos com arenitos intercalados. As rochas magmáticas representam uma consequência da separação dos continentes sulamericano e africano e as fraturas correspondentes a antigas fossas aulacogênicas do embasamento pré-siluriano funcionaram como principais condutos de extravasamento de lavas.

Por outro lado, os arenitos do tipo Misiones, intercalados nas rochas magmáticas são testemunhos sugestivos de que durante o extravasamento das lavas o clima desértico continuava a imperar na área.

A deposição da Formação Alto Paraná do Paraguai Orien

tal está representado nas figuras 40 e 41.

#### 8.7. DEPOSIÇÃO DA FORMAÇÃO ACARAY

Durante a deposição da Formação Acaray, sobre as rochas da Formação Alto Paraná, o Arco Central Paraguaio manteve-se soerguido (Figs. 42 e 43).

Simultaneamente  deposição da Formao Acaray ocorreram atividades magmáticas alcalinas no Paraguai Oriental, manifestando-se sobre a cobertura sedimentar delgada ou afetando diretamente o embasamento exposto.



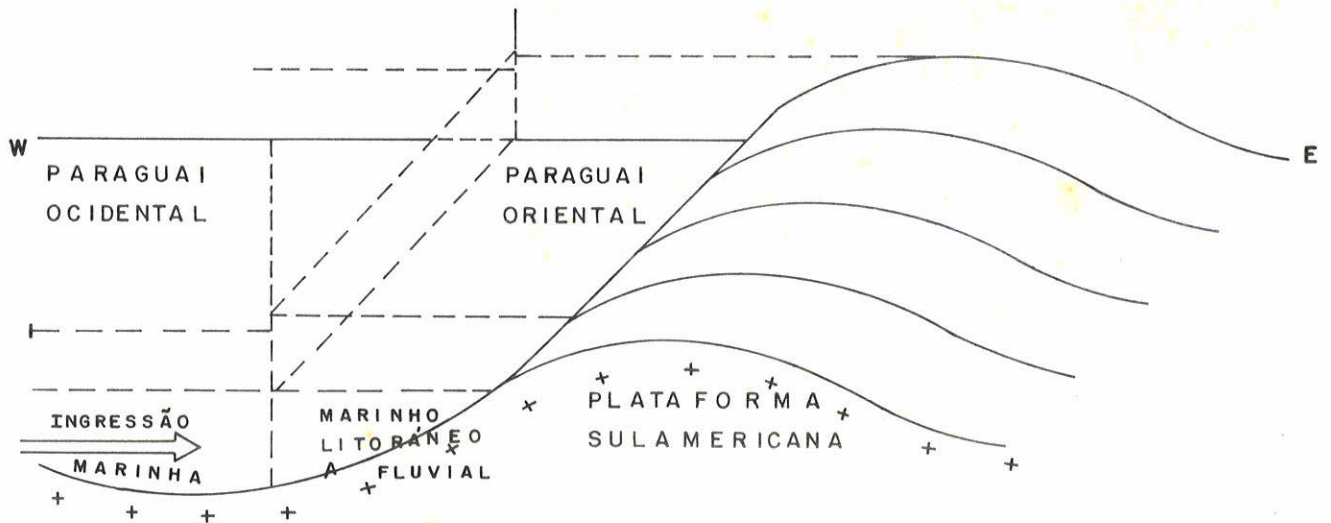


FIG. Nº: 32 - MODELO DEPOSICIONAL ESQUEMÁTICO DOS SEDIMENTOS DOS GRUPOS CAACUPÉ E ITACURUBI NO PARAGUAI ORIENTAL SEM A PRESENÇA DO ARCO CENTRAL PARAGUAIO.



FIG. Nº: 33 - SOERGUMENTO DO ARCO CENTRAL PARAGUAIO NO DEVONIANO IMPEDINDO A DEPOSIÇÃO DOS SEDIMENTOS CORRESPONDENTES AO GRUPO PARANÁ NO PARAGUAI ORIENTAL.

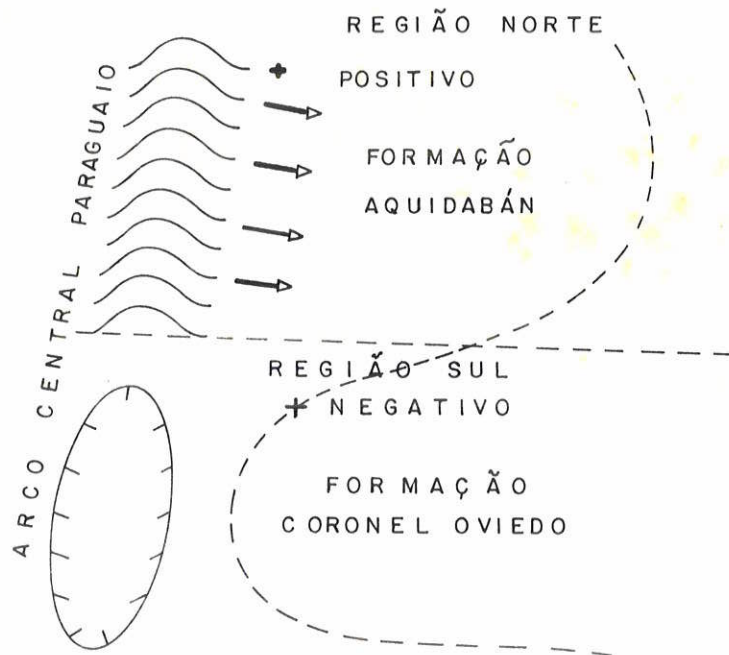


FIG. Nº: 34 - INFLUÊNCIA DO ARCO CENTRAL PARAGUAIO NA DEPOSIÇÃO DAS FORMAÇÕES AQUIDABÁN E CORONEL OVIEDO RESPECTIVAMENTE NAS REGIÕES NORTE E SUL DO PARAGUAIO ORIENTAL (SITUAÇÃO EM PLANTA)

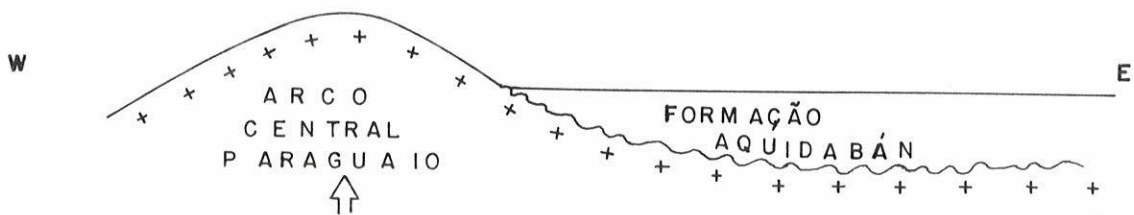


FIG. Nº: 35 - DEPOSIÇÃO DA FORMAÇÃO AQUIDABÁN NA REGIÃO NORTE DO PARAGUAIO ORIENTAL INFLUÊNCIA MAIS ATIVA DO ARCO CENTRAL PARAGUAIO (SITUAÇÃO EM SEÇÃO)

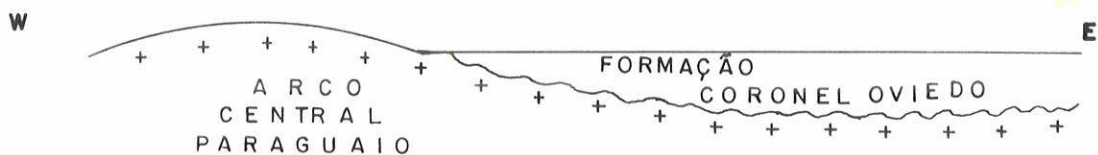


FIG. Nº: 36 - DEPOSIÇÃO DA FORMAÇÃO CORONEL OVIEDO NA REGIÃO SUL DO PARAGUAIO ORIENTAL INFLUÊNCIA MAIS NEGATIVA DO ARCO CENTRAL PARAGUAIO (SITUAÇÃO EM SEÇÃO)

SUL DO PARAGUAI ORIENTAL

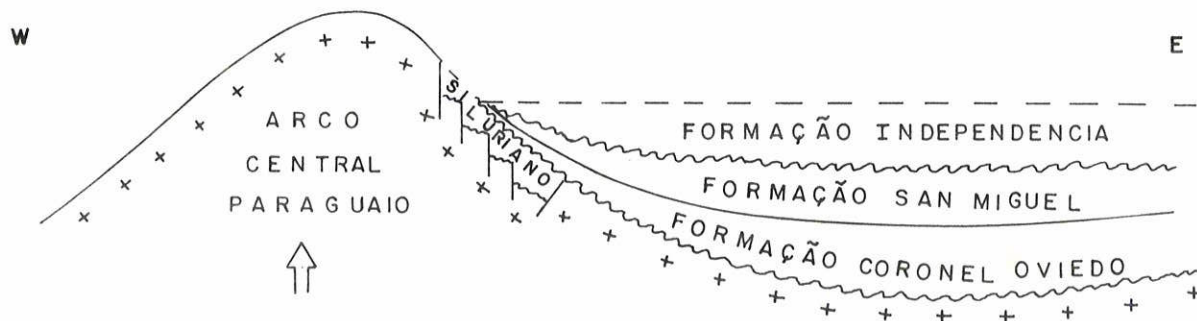


FIG. Nº : 37 - INFLUÊNCIA DO ARCO NA DEPOSIÇÃO DAS FORMAÇÕES SAN MIGUEL E INDEPENDENCIA AO SUL DO PARAGUAI ORIENTAL.

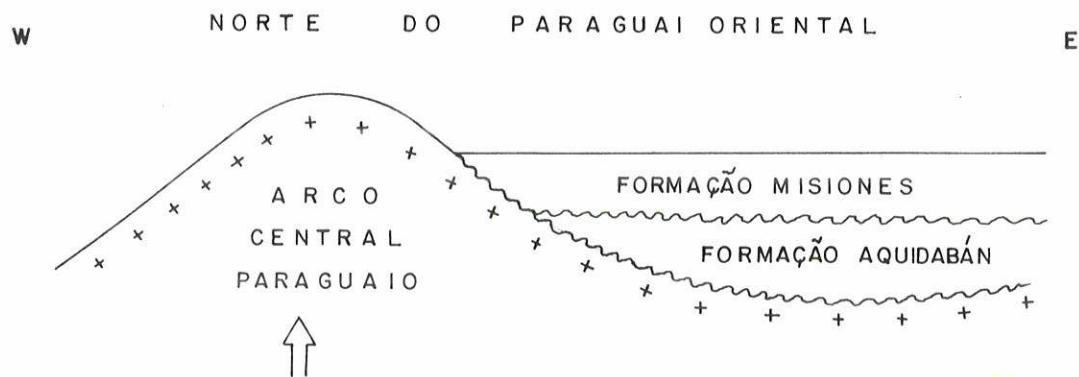


FIG. Nº : 38 - DEPOSIÇÃO DA FORMAÇÃO MISIONES SOBRE A FORMAÇÃO AQUIDABÁN AO NORTE DO PARAGUAI ORIENTAL.



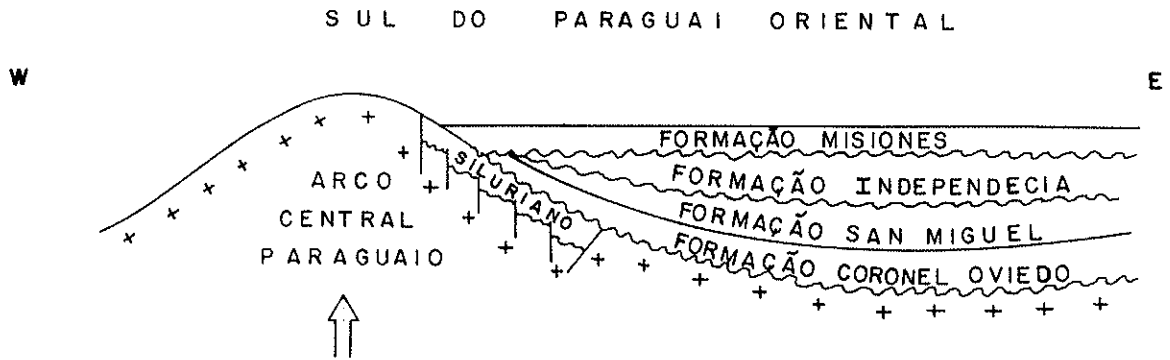


FIG. Nº: 39 - DEPOSIÇÃO DA FORMAÇÃO MISIONES SOBRE OS DEPÓSITOS SILURIANOS, DAS FORMAÇÕES CORONEL OVIEDO, SAN MIGUEL E INDEPENDENCIA AO SUL DO PARAGUAI ORIENTAL.

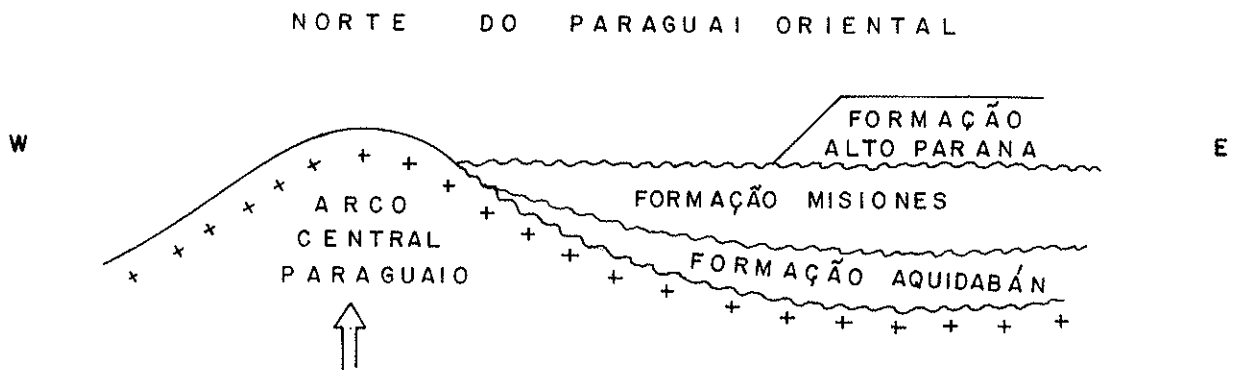


FIG. Nº: 40 - DEPOSIÇÃO DA FORMAÇÃO ALTO PARANÁ SOBRE FORMAÇÃO MISIONES AO NORTE DO PARAGUAI ORIENTAL.

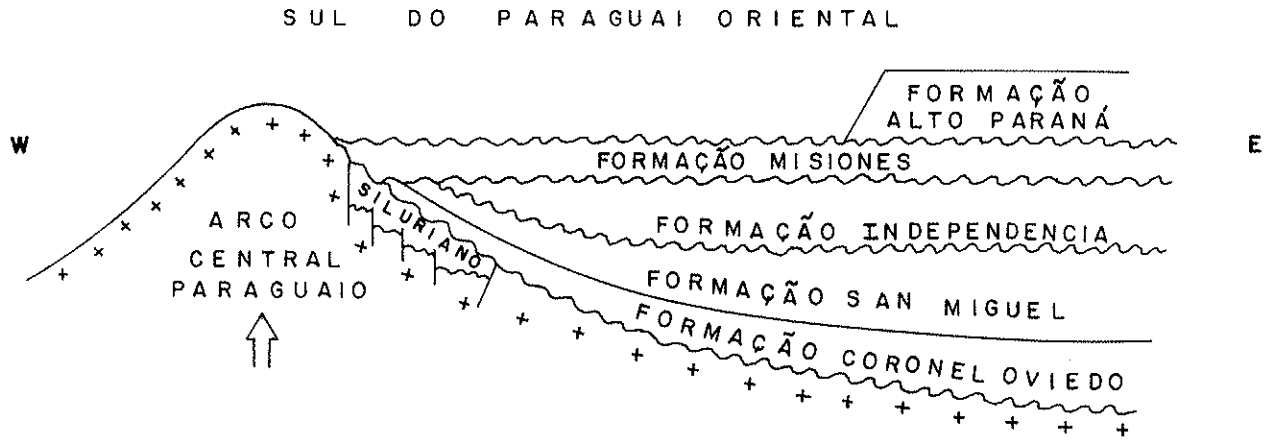


FIG. Nº: 41 - DEPOSIÇÃO DA FORMAÇÃO ALTO PARANÁ SOBRE A FORMAÇÃO MISIONES AO SUL DO PARAGUAI ORIENTAL.

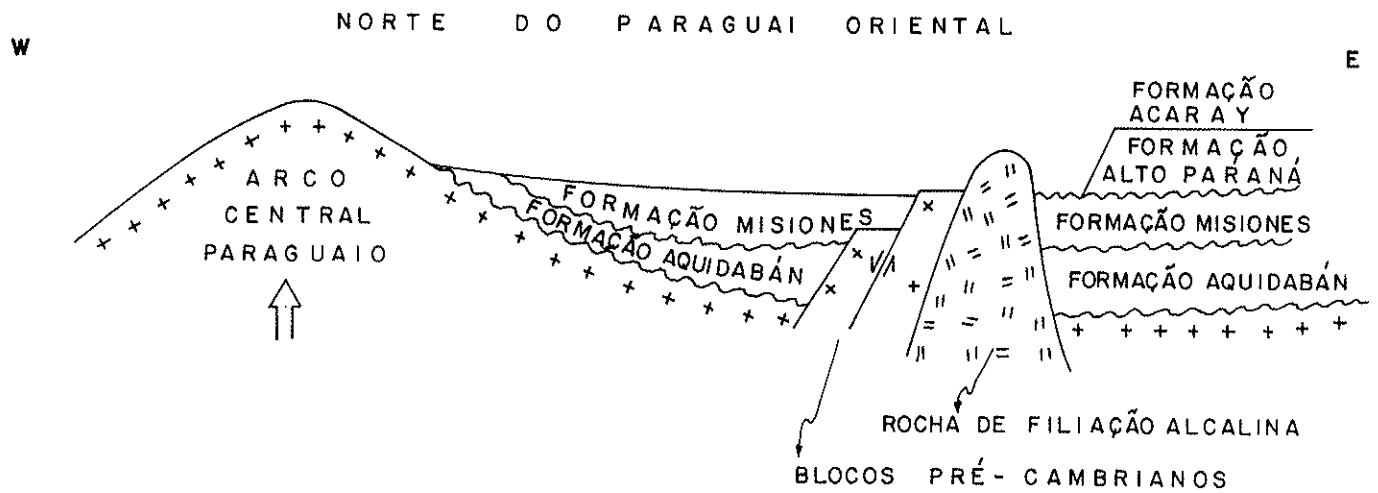


FIG. Nº: 42 - DEPOSIÇÃO DA FORMAÇÃO ACARAY SOBRE A FORMAÇÃO ALTO PARANÁ AO NORTE DO PARAGUAI ORIENTAL

W

SUL DO PARAGUAI ORIENTAL

E



FIG. Nº : 43 - DEPOSIÇÃO DA FORMAÇÃO ACARAY SOBRE A  
FORMAÇÃO ALTO PARANÁ AO SUL DO PARAGUAI  
ORIENTAL.

## CAPÍTULO IX

### CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Existem muitas semelhanças litológicas entre a área estudada e o lado brasileiro da Bacia do Paraná, conforme foram vistas no Capítulo VI. Pode-se correlacionar as seguintes unidades do Paraguai Oriental e do Brasil, respectivamente das mais antigas para as mais novas: Formação Aquidabán e o Grupo Aquidauana, Formação Coronel Oviedo e Subgrupo Itararé, Formação San Miguel e a Formação Rio Bonito, Formação Independencia e a Formação Estrada Nova, Formação Misiones com a Formação Botucatu e/ou Formação Pirambóia, Formação Alto Paraná e a Formação Serra Geral, a Formação Acaray com a Formação Caiuá e/ou Formação Adamantina. Estas semelhanças geológicas entre áreas distantes deve-se ao fato de ser a área ocupada pelo Paraguai Oriental, parte integrante da Bacia do Paraná, constituindo a sua borda oeste. Conseqüentemente, as condições de deposição entre ambas áreas foram parecidas, passaram por processos evolutivos análogos e foram influenciados por condições climáticas semelhantes, já que ambas áreas formam parte de uma mesma bacia.

Porém, a área estudada foi profundamente afetada pelas sucessivas reativações do Arco Central Paraguaio, que bordejando o lado oeste, tendo sido responsável pela diferenças litológicas que se observam entre o Paraguai Oriental e o Brasil, bem como entre as regiões norte e sul do Paraguai Oriental.

Uma das diferenças geológicas entre o Paraguai Oriental e o Brasil está relacionada aos sedimentos do Grupo Caacupé do Paraguai Oriental que não encontram correspondentes no Brasil. Por outro lado, em território brasileiro, aparece o Grupo Paraná, constituído pelas formações Furnas e Ponta Grossa, e a Formação Irati, está ausente no Paraguai Oriental:

Na região norte do Paraguai Oriental não aparecem

os Grupos Caacupé e Itacurubi, nem as formações Coronel Oviedo, San Miguel, Independencia, todas presentes na região sul. Por outro lado, na região norte encontra-se a Formação Aquidabán ausente na região sul. Esta diferença geológica entre as regiões norte e sul, é devida à interferência do Arco Central Paraguaio. Isto levou a autora a subdividir o Paraguai Oriental em duas sub-bacias, a sub-bacia norte e a sub-bacia sul. Na sub-bacia norte, as atividades tectônicas desta estrutura se fizeram sentir mais intensamente durante cerca de 225 m.a. As regiões norte e sul do Paraguai Oriental evoluíram diferentemente durante o Paleozóico, mas no Mesozóico, os sedimentos da Formação Misiones recobriram tanto a sub-bacia norte quanto a sub-bacia sul.

Entre as unidades geológicas presentes no Paraguai Oriental a Formação Independencia é a que tem mais despertado o interesse da autora, principalmente em função da grande diversidade litológica da unidade. HARRINGTON (1950) descreveu três níveis diferentes de arenitos para uma seção geológica aflorante em uma rodovia por uma distância inferior a 5 km. Na pedreira "Cachimbo", situada aproximadamente a 20,5 km da localidade descrita pelo autor supracitado, próximo à cidade de Caaguazú, a litologia difere totalmente da descrição daquele autor, pois predominam siltitos, argilitos, calcários e arenitos. Portanto, esta formação poderia eventualmente ser subdividida em unidades litoestratigráficas menores, mas este procedimento poderá ser adotado somente após estudos mais detalhados.

A Formação Misiones apresenta-se no Paraguai Oriental como depósitos continentais eólicos e fluviais, tendo sido correlacionada com a Formação Botucatu (HARRINGTON, 1950) ou com a Formação Pirambóia (FÚLFARO e LANDIM, 1971 e PETRI e FÚLFARO, 1983), ambos aflorantes em território brasileiro, sendo a área de ocorrência da Formação Misiones bastante extensa, aparecendo tanto na sub-bacia norte como na sub-bacia sul, os sedimentos apresentam diferenças litológicas conforme a área estudada. Talvez seria o caso de ser subdividida em duas formações, correlacionáveis às formações Pirambóia e Botucatu. Desta maneira, todos os depósitos que aparecem na sub-bacia norte, bem como os que afloram na



sub-bacia sul (arredores de Asunción, San Juan Bautista, San Miguel e Caaguazú) parecem ser mais correlacionáveis à Formação Botucatu. O mesmo fato não sucede com os sedimentos da Cordilheira de Ybyturuzú, também assinalado como Formação Misiones, pois eles são mais parecidos com a Formação Pirambóia do Brasil e não com a Formação Botucatu. Caso seja feita uma subdivisão da Formação Misiones, depois de estudos sedimentológicos mais detalhados, o nome original Formação Misiones, deveria ficar com a unidade correlacionável à Formação Botucatu e uma outra designação deveria ser atribuída a unidade correlacionável à Formação Pirambóia.

Com a informações geológicas-estruturais apresentadas neste trabalho, pela primeira vez, foi possível verificar que a geologia do Paraguai Oriental é mais complexa do que supunham os autores prévios. O tectonismo da área estudada sempre foi intenso, desde o Eopaleozóico até o Cenozóico. Os grandes alinhamentos e falhas, que foram aqui mapeados, colocam em contato unidades distintas tanto na sub-bacia norte quanto na sub-bacia sul, testemunhando a intensidade do tectonismo na área. Os alinhamentos estruturais são mais conspícuos na porção central da sub-bacia sul, ou seja, ao sul da cidade de Asunción, enquanto que na parte norte eles têm menor expressão. Estas informações levaram a autora a concluir que o Paraguai Oriental representa uma área de influência, tanto na Bacia do Paraná quanto da Bacia do Chaco.

A evolução tectônica do Paraguai Oriental assemelha-se com a da margem leste da Bacia do Paraná, mas as duas áreas passaram por estágios evolutivos diferentes desde a consolidação da Plataforma Sulamericana até a deposição dos sedimentos cenozóicos. Uma das diferenças está ligada à maior intensidade do tectonismo cenozóicos no Paraguai Oriental. Aqui ocorreram intensas movimentações tectônicas cenozóicas sendo mais representativo o abatimento do Arco Central Paraguaio, datado de 46 m.a. (STORMER et al., 1975). Esta movimentação vertical foi acompanhada de intensa atividade magmática, cuja natureza litológica permite associá-la a materiais provenientes do manto, demonstrando a profundidade dessas reativações. Penecontemporaneamente formaram-se as depressões tectônicas dos vales de Ypacarai e do Rio Tebicuary. A faixa mó

vel andina, adjacente, poderia ter influenciado no tectonismo ce-  
nozóico, porém são necessários estudos mais aprofundados para se  
aquilatar adequadamente este fato.

Em conclusão, o Paraguai Oriental deve ser encarado  
como parte integrante da Bacia do Paraná, porém, o papel desempe-  
nhado por feições locais como, por exemplo, o Arco Central Para-  
guaio ou Arco de Asunción deverá ser avaliado corretamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHFELD, E - 1956 - Geologia de Bolívia. Rev. Mus. La Plata, Sec. Geol., 3: 1-370.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1945 - Geologia do sudoeste matogrossense. Bol. DGM/DNPM, RJ, 116: 1-118.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1964 - Geologia do centro-oeste matogrossense. Bol. DGM/DNPM, RJ, 215: 1-137.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1967 - Origem e evolução da plataforma brasileira. Bol. DGM/DNPM, RJ, 241: 1-36.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1974 - Evolução tectônica do Cráton do Guaporé comparada com o Escudo Báltico. Rev. Bras. Geoc. 4(3): 191-204.
- ALMEIDA; F.F.M. de - 1981 - Síntese sobre a tectônica da Bacia do Paraná (Conferência de Abertura). 3º Simp. Reg. Geol., Curitiba, PR, Atas, 1: 1-20.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1983 - Relações tectônicas das rochas alcalinas mesozóicas da região meridional da plataforma sulamericana. Rev. Bras. Geoc. 13(3): 139-158.
- ALMEIDA, F.F.M. de & BORN, H. - 1975 - Recursos del Area; Geologia. Proyecto Aquidabán (Desarrollo de la Región Nororiental). In: Cuenca del Plata, estudio para su planificación y desarrollo. República del Paraguay, Región Nororiental. Secret. Gener. OEA. Washington, D.C., 16-24.
- ALMEIDA, F.F.M. de & HASUI, Y. - 1985 - The Central Brazil Shield Reviewed. Episodes, 8(1): 29-37.
- AMARAL, G. - 1984 - Províncias Tapajós e Rio Branco. In: O Pré-Cambriano do Brasil, (Coordenado por ALMEIDA, F.F.M. de & HASUI, Y.). Ed. E. Blücher.: 6-35.
- ANDRADE, S.M. & CAMARÇO, P.E.N. - 1980 - Estratigrafia dos sedi

- mentos devonianos no flanco nordeste da Bacia do Paraná. XXXI Congr. Bras. Geol., Camboriú, SC, Anais, 5: 2828-2836.
- ASMUS, H.E. - 1978 - Hipótese sobre a origem dos sistemas de zonas de fraturas oceânicas/alinhamentos continentais que ocorrem nas regiões sudeste e sul do Brasil. Série Projeto REMAC, RJ: 39-73.
- BALDIS, A.J. & GONZALEZ, S.B. - 1981 - Conocimiento actual de la distribución de los trilobites acastidos de Sudamérica. 2º. Congr. Latin. Amerc. Paleontol., Porto Alegre, RS, Anais, 1: 59-69.
- BALDIS, A.J. & HANSEN, H. - 1980 - Trilobites Dalmanitidos de Paraguay Oriental. Actas II Congres. Argentino de Paleont. y Biostrat. y I Congres. Latino. de Paleont., Buenos Aires 1978. Tomo I (1980): 49-67.
- BEDER, R. - 1923 - Sobre un hallazgo de fósiles pérmicos en Villarica. Bol. Acad. Nac. Cien., Córdoba, 27: 9-12.
- BEDER, R. & WINDHAUSE, A. - 1918 - Sobre la presencia del Devónico en la parte media de la República del Paraguay. Bol. Acad. Nac. Cien., Córdoba, 23: 255-262.
- BELLIENI, G.; BROTZU, P.; COMIN CHIARAMONTI, P.; ERNESTO, M.; MELFI, A.J.; PACCA, I.G.; PICCIRILLO, E.M. & STOLFA, D. - 1983 - Petrological and paleomagnetic data on the plateau basalt to rhyolite sequences of southern Paraná basin (Brasil). An. Acad. Brasil. Ciênc., 55(4): 355-383.
- BELLIENI, G.; COMIN CHIARAMONTI, P.; MARQUES, L.S.; MELFI, A.J.; PICCIRILLO, E.M.; NARDY, A.J.R. & ROISENBERG, A. - 1984 - High - and low -  $TiO_2$  flood basalt from the Paraná plateau (Brasil): petrology and geochemical aspects bearing on their mantle origin. Neues Jahr. Miner. Abh. - Stuttgart, 150(3): 273-306.
- BERTONI, M.S. - 1921 - Datos preliminares sobre la geología del Paraguay. Rev. Soc. Cient. Paraguay, Asunción, 1(2): 17-23.
- BERTONI, A.W. - 1934 - Informe sobre las rocas conchilianas de

- Villeta. Rev. Soc. Cient. Paraguay, Asunción, 4(4): 61 p.
- BEURLEN, K. - 1956 - Formações Gondwânicas do Rio Grande do Sul. Bol. Mus. Nac., RJ, 22: 1-38.
- BEURLEN, K. & SOMMER, F.W. - 1957 - Observações estratigráficas e paleontológicas sobre o Calcário Corumbá. Bol. DGM/DNPM, RJ, 168: 4-33.
- BJORNBERG, A.F.S.; GANDOLFI, N. & PARAGUASSU, A.B. - 1964 - Ocorrências de prismas hexagonais de arenito em São Carlos, SP (Formação Botucatu). Bol. Soc. Bras. Geol. 13(1-2): 61-66.
- BIGARELLA, J.J. & COMTE, D. - 1969 - O Grupo Caacupé e sua importância na paleogeografia do Siluriano Sulamericano. Bol. Soc. Bras. Geol., 18(1): 31-37.
- BOETTNER, R. - 1947 - Estudio geológico desde Puerto Fonciere hasta Toldo Cué. Rev. Quim. Farmac. Paraguay, 6-7: 9-14.
- BOSUM, W. - 1973 - O levantamento aereomagnético de Minas Gerais e Espírito Santo e sua consequência quanto à estrutura geológica. Rev. Bras. Geoc. 3(3): 149-159.
- CARNIER, K. - 1911 - Über dos Alter der Hölzer aus dem Randgebiet von Villa Rica in Paraguay. Mitt. Geogr. Gesellschaft G, München.
- Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo - 1978 - Folha Paranapanema SF-22 (Texto Explicativo), DNPM, Brasília, 35.
- Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo - 1979 - Folhas Rio de Janeiro SF-23; Vitória SF-24 e Iguape SG-23 (Texto Explicativo) DNPM, 221.
- CAPUTO, M.V.; RODRIGUES, R. & VASCONCELOS, D.N.N. - 1972 - Nomenclatura estratigráfica da Bacia do Amazonas: Histórico e atualização. XXVI Congr. Bras. Geol., Belém, PA, Anais, 3: 35-46.
- CORDANI, U.G. - 1978 - Comentários filosóficos sobre a evolução geológica pré-cambriana. Soc. Bras. Geol. (Public. Esp.), Salvador,

3: 35-46.

- CORDANI, U.G.; NEVES, B.B.B.; FUCK, R.A.; PORTO, R.; THOMAZ FILHO, A. & BEZERRA DA CUNHA, F.M. - 1984 - Estudo preliminar de integração do Pré-Cambriano com os eventos tectônicos das bacias sedimentares brasileiras. *Série Ciên. Tec. Petrol. Public.* 15: 70 p.
- COMIN CHIARAMONTI, P.; DEMARCHI, G.; GIRARDI, V.A.V.; PRINCIVALLE, F. & SINIGOI, S. - Evidence of mantle heterogeneity from peridotite inclusions of Northeastern Brasil and Paraguay. In: *Earth and Planetary Science Letters* (no prelo)
- COMTE, D. & HASUI, Y. - 1971 - Geochronology of Eastern Paraguay by potassium-argon method. *Rev. Bras. Geoc.*, 1(1): 33-43.
- DIAZ DE VIVAR, V. & VERA MORINIGO - 1968 - Geologia del Paraguay - Síntesis descriptiva. DRM, MOPC - Asunción, 17 p.
- DAL NEGRO, A.; CARBININ, S.; MOLIN, G.M.; CUNDARI, A. & PICCIRILLO, E.M. - 1982 - Intracrystalline cation distribution in natural clinopyroxene of tholeitic, transitional and alkaline basaltic Rocks. In: *Advances in Physical Geochemistry* (Saxena, S. K., ed.) Berlin-Heidelberg-New York-Springer, 2: 117-150.
- DEGRAFF, J.M.; FRANCO, R. & ORUE, D. - 1981 - Interpretación geofísica e geológica del Valle de Ypacarai (Paraguay) y su formación. *Rev. Asoc. Geol. Argent.* 36(3): 240-256.
- DEGRAFF, A.E. - 1982 - Estado actual del conocimiento sobre el Silurico-Devónico en Paraguay, Instituto de Ciencias Básicas, San Lorenzo.
- ECKEL, E.B. - 1959 - Geology and mineral resources of Paraguay, A reconnaissance. *Geol. Survey Prof. Paper.* Washington, 327: 110 p.
- FARJALLAT, J.E.S. e ROCHA CAMPOS; A.C. - 1966 - Nota sobre a Formação Botucatu no sul de Mato Grosso. *Soc. Bras. Geol.*, Núcleo de Rio de Janeiro, Publ. 1: 85-86, Rio de Janeiro.
- FARIA, A. & REIS NETO, J.M. - 1978 - Nova unidade litoestratigrá-



fica pré-Furnas no sudoeste de Goiás, XXX Congr. Bras. Geol., Anais (Resumos das comunicações) 1: 136-137.

FAIRCHILD, T.R. - 1978 - Evidências paleontológicas de uma possível idade "ediacariana" ou cambriana inferior para parte do Grupo Corumbá, Mato Grosso do Sul. XXX Congr. Bras. Geol., Recife, PE, (Boletim especial), 1: 181.

FAIRCHILD, T.R. & SUNDARAM, D. - 1981 - Novas evidências palinológicas sobre a idade do Grupo Corumbá, Ladário, Mato Grosso. 1º Simp. Centro-Oeste. Geologia do Pré-Cambriano, Goiânia. Resumos, 13 p.

FERREIRA, F.J.F. - 1982 - Alinhamentos estruturais magnéticos da região centro-oriental da Bacia do Paraná e seu significado tectônico. IPT nº 1217: 143-166.

FÚLFARO, V.J. & LANDIM, P.M.B. - 1971 - A seqüência Gondwânica Ocidental: República del Paraguay. XXV Congr. Bras. Geol., Anais, São Paulo, SP., 2: 241-246.

FÚLFARO, V.J.; SAAD, A.R.; SANTOS, M.V. & VIANNA, R.B. - 1982 - Compartimentação e evolução tectônica da Bacia do Paraná. Rev. Bras. Geoc. 12(4): 590-610.

GOLDSCHLAND, M. - 1913 - Zur Petrographie Paraguay's und Mato Grosso. Mitt. Geogr. Ges. München. 8(3): 293-301.

HAHN, G.; HAHN, R.; PFLUG, H.D.; LEONARDOS, O.H. & WALDE, D.H.G. - 1982 - Korpelich erhaltene seyphozoen reste aus dem jungpräkambrium Brasilien. Geologica et Paleontologica, Marburg (no prelo).

HAGGERTY, S.E. & MARIANO, A.N. - 1983 - Strontium-loparita and strontium-chevkinite: Two new mineral in reomorphic fenites from the Paraná Basin carbonatites, South America. Contrib. Mineral Petrol. 84: 365-381.

HARRINGTON, H.J. - 1950 - Geologia del Paraguay. Univ. Buenos Aires, Fac. Cien. Exac. Nat. (Contribuciones científicas), Serie

E, Geologia, Tomo 1: 82 p.

- HARRINGTON, H.J. - 1956 - Paraguay, Jenks (Ed): Handbook of South American Geology. Geol. Surv. Amer. Memoir, Washington., 65: 99-114.
- HARRINGTON, H.J. - 1968 - Desarrollo paleogeográfico de Sudamérica. Fund. Inst. Miguel Lilló; Univ. Nac. de Tucumán, Miscelánea 26: 1-74.
- HARRINGTON, H.J. - 1972 - Silurian of Paraguay; Ed. Berry and Boucot., Correlation of South American Silurian Rocks., The Geolog. Soc. of the Geolog. Soc. of Amer., Special paper, 133, 41-50.
- HERST, R. - 1972 - Nota sobre la presencia de Lycopsidias arborescentes en el Pérmico (Série Independencia) del Paraguay. Ame ghiniana, 9(3): 258-264.
- HERST, R. - 1973 - On *Osmundacaulis carnierei* (Schuster) Miller. and *Osmundacaulis brasiliensis* (Andrew) Miller. 3º Simpos. God wana., 117-123.
- HERST, R. - 1975 - Helechos Pérmicos del Paraguay. Actas I Congres. Arg. Paleont. y Bioestrat., Tucumán, 1: 420-438.
- HERST, R. - 1981 - Sobre la presencia de Girogonites de *Leonardosia langei* Sommer (charales, porocharaceae) en el Pérmico Superior de Paraguay y Brasil. 2º Congres. Latin. Americ. Paleont., Anais. Porto Alegre, RS. 249-254.
- LANGE, F.W. & PETRI, S. - 1967 - The Devonian of the Paraná Basin. Problems in Brazilian Devonian Geology. Bol. Paran. Geol. nº 21/22: 5-61.
- LEINZ, V. - 1949 - Contribuição à geologia dos derrames basálticos do sul do Brasil. Bol. Fac. Filos. Ciênc. Letras, São Paulo., (103): 1-65. Geologia, 5.
- MAPA DE PARAGUAY CENTRAL - 1947 - HARRINGTON, H.J., escala: 1:750.000.
- MAPA GEOLÓGICO Y SECCIONES DEL PARAGUAY - 1959 - ECKEL, E.B., escala: 1: 1.000.000.

- MAPA GEOLÓGICO GENERAL - 1960 - PUTZER, H., escala: 1:3.000.000.
- MAPA GEOLÓGICO DE LA REGION NORORIENTAL DEL PARAGUAY - 1975 - Go  
bierno del Paraguay y la misión de asistencia técnica del De  
partamento de Desarrollo Regional de la Secretaría General de  
la Organización de los Estados Americanos (OEA)., escala:  
1:1.000.000.
- MAPA GEOLÓGICO DE LA REPÚBLICA DEL PARAGUAY - 1978 - Dirección de  
Industrias Militares (Departamento de Geología). Compilado por  
PEREIRA; C., escala: 1:1.000.000.
- MAPA GEOLÓGICO BASE. PARAGUAY ORIENTAL - 1980 - Elaborado por ANS  
CHUTZ Co. Aprobado e fiscalizado por DRM, MOPC., escala 1:1.000.000
- MAPA GEOLÓGICO DEL PARAGUAY ORIENTAL - 1981 - Elaborado por ANS  
CHUTZ Co. Compilado por WIENS, F., escala: 1:500.000.
- MAPA GEOLÓGICO DEL PARAGUAY - 1982 - Instituto de Ciencias Bási-  
cas., escala: 1:1.000.000.
- MARQUEZ, L.S. - 1983 - Estudo do comportamento geoquímico de al  
guns elementos traços determinados em rochas vulcânicas da Ba  
cia do Paraná.M.Sc. Thesis, Universidade de São Paulo, Brasil,  
172 p.
- MENDEZ ALZOLA, R. - 1938 - Fósiles devónicos del Uruguay. Bol.  
Inst. Geol. Uruguay, Montevideo, 24.
- MENDES, J.C. - 1945 - Considerações sobre a estratigrafia e idade  
da Formação Estrada Nova. Bol. Fac. Ciênc. Letr., São Paulo.,  
1(3):
- MENDES, J.C. - 1963 - (tradutor) - Código de Nomenclatura Estrati  
gráfica da Comissão Americana de Nomenclatura Estratigráfica.  
Inst. de Geologia, Univ. Recife. Série Didática 1(1): 58 p.
- NORTHFLEET, A.A.; MEDEIROS, R.A. & MUHLMANN, H. - 1969 - Reavalia  
ção dos dados geológicos da Bacia do Paraná. Bol. Técnico da  
Petrobrás, 12(3): 291-346.

- OPPENHEIM, V. - 1936 - Geology of Devonian Areas of Paraná Basin in Brazil, Uruguay and Paraguay. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geolog., 9(20): 1208-1236.
- OLIVEIRA, E.P. - 1930 - Geologia e recursos minerais do Paraná. Serv. Min. Geol. Brasil., Monografia 6.
- PALMIERI, J.H. & VELÁZQUEZ, J.C. - 1982 - Geologia del Paraguay. Ed. Napa., Asunción., 65 p.
- PALMIERI, J.H. - 1977 - Contribución al conocimiento del Macizo Basáltico del Paraná. Rev. Soc. Cient. Paraguay.
- PALMIERI, J.H. & ARRIBAS, A. - 1975 - El complejo alcalino potásico de Sapukai (Paraguay Oriental). Congres. Iberoam. Geolog. Econom., Anais, Buenos Aires., 4: 267-300.
- PETRI, S. & FÚLFARO, V.J. - 1976 - Observações sobre o Siluriano do Brasil e sua bioestratigrafia. XIX Congres. Bras. Geol., Ouro Preto, MG., 2: 75-79.
- PETRI, S.; COIMBRA, A.M.; AMARAL, G.; OJEDA, H.A.O.Y.; FÚLFARO, V. J. & PONÇANO, W.L. - 1982 - Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica e Guia de Nomenclatura Estratigráfica. Edição Preliminar. Suplemento Especial Jornal do Geólogo, 55 p.
- PETRI, S. & FÚLFARO, V.J. - 1983 - Geologia do Brasil (Fanerozóico). Ed. Universidade de São Paulo. Editora Queiroz, São Paulo, 631 p.
- POOP, M.T.B.; BURJACK, M.I.A. & ESTEVES, I.R.F. - 1981 - Estudo preliminar sobre o conteúdo paleontológico da Formação Vila Maria (Pré-Devoniano) da Bacia do Paraná. Pesquisas. Porto Alegre. 14: 169-180.
- PUTZER, H. - 1962 - Geologie von Paraguay - Beitrag zur regionalen geologie der Erde; Ed. Gerbruder Borntraeger. 2: 183 p.
- RAGONHA, E.W. & SOARES, P.C. - 1974 - Ocorrências de Carófitas fósseis na Formação Estrada Nova em Anhembi, SP. XXVIII Congres. Bras. Geol. Anais, Porto Alegre, RS. 2: 271-275.



- REED; F.R.C. - 1935 - Some triassic lamellibranchs from Brazil and Paraguay. Geol. Mag., Londres. 72: 34-46.
- REDMOND, J.L. - 1979 - Paraná Basin, Paraguay. Tectonics and Hydrocarbon Potential. Fourth Latin. American Geol. Cong. Trinidad & Tobago, 13 p.
- SANTOS, J.O. dos & LOGUERCIO, S.O.C. - 1984 - A parte meridional do Cráton Amazônico (Escudo Brasil Central) e as bacias do Alto Tapajós e Parecis - Alto Xingu. In: Geologia do Brasil - Texto explicativo do Mapa Geológico do Brasil e da Área Oceânica Adjacente, incluindo depósitos minerais, 1: 2.500.000. DNPM, Schobbenhaus, C. et al. Brasília. 93-127.
- SIEMIRADSKI, J. - 1898 - Geologische Reisebeobachtungen in sudbrasilien, Sitz. Ber. Akad. Wiss. Mat., Vienna. 107: 22-39.
- SOMMER, F.W. - 1954 - Carófitas fósseis do Pérmico do Paraná. Separata de Paleontologia do Paraná. Volume comemorativo ao 1º Centenário do Paraná. Mus. Paran., 184-194.
- STORMER, J .C.; GOMES, C.B. & TORQUATO, J.R.F. - 1975 - Spinel Lherzolite nodules in basanite lavas from Asunción, Paraguay. Rev. Bras. Geoc. 5(3): 176-185.
- SCHUSTER, J. - 1911 - Osmudites von Sierra Villa Rica in Paraguay. Ber. Dtsch. Botan. Ges. Berlin. 24(7): 534-539.
- SUGUIO, K.; SALATI, C. & BARCELOS, J.H. - 1974 - Calcários oolíticos de Taguaí, SP. e seu possível significado paleoambiental na deposição da Formação Estrada Nova. Rev. Bras. Geoc., Soc. Bras. Geol. 4(3): 142-160.
- ULBRICH, H. & GOMES, C. - 1981 - Alkaline rocks from continental Brazil: A review. Earth Sc. Rev. 17: 135-154.
- VERA MORINIGO, G. & FACETTI, J.F. - 1968 - El Precámbrico en el Paraguay. Rev. Soc. Cient., Asunción. 9(1-2): 19-21.
- VERA MORINIGO, G. & DIAZ DE VIVAR, V. - 1969 - Informe sobre la tectónica de la República del Paraguay. Minis. Obras Públicas.

Comun., Asunción, 9 p.

WHITE, I.C. - 1908 - Relatório sobre as "Coal Measures" e rochas associadas do sul do Brasil. Pte. Est. Carvão de Pedra, Relat. Final. 1-201.

WIENS, F. - 1982 - Mapa geológico de la región oriental, República del Paraguay, escala 1: 500.000. 1º Simpósio sobre recursos naturales del Paraguay, Asunción, 9 p.

WIENS, F. - 1983 - El Precámbrico paraguayo. Instituto de Ciencias Básicas, San Lorenzo, 8 p.

WOLFART, R. - 1961 - Stratigraphie und fauna des älteren Paläozoikums (Silur, Devon) in Paraguay. Geol. Jrrb., Hannover. 78: 29-102.

ZARAUZA, I.C.; SANUY, J.R.; SANCHEZ DE LA TORRE, L.M.; TORRES, J. A.V. & MINONDO, L.V. - 1977 - Estratigrafía. Ed. Rueda, Madrid, 718 p.

Anônimo - 1966a - Plan de prospección geológica y mineral - Cuadrícula 40 (Itá). Minist. Obras Públicas. Comun. DRM, DGL. Asunción, 65 p.

Anônimo - 1966b - Plan de prospección geológica y mineral - Cuadrícula 41 (Coronel Oviedo). Minist. Obras Públicas. Comun. DRM, DGL. Asunción, 42 p.



# MAPA GEOLÓGICO-ESTRUTURAL DO PARAGUAI ORIENTAL

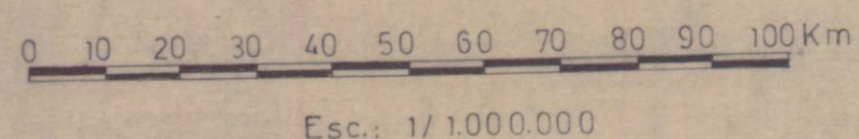


FIGURA:5

## — LEGENDA —

### — UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS —

<b>C</b> CENOZOICO	Arenito-Siltito-Conglomerado
<b>T</b> FORMACAO ACARAY	Arenito e Conglomerado
<b>K</b> ROCHAS DE FILIAÇÃO ALCALINA	Rochas Intrusiva e Extrusiva
<b>K1</b> ROCHAS PIROCLÁSTICA	Tufos Conglomerados e Aglomerados
<b>B</b> FORMACÃO ALTO PARANÁ	Basalto e Arenito
<b>M</b> FORMACÃO MISIONES	Arenito, Siltito
<b>P</b> FORMACÃO INDEPENDENCIA	Arenito, Siltito e Calcario
<b>Cb</b> GRUPO CERRO CORÁ	Arenito, Diamictito, Riltito, Siltito
<b>S</b> GRUPO ITACURUBI	Conglomerado, Arenito, Siltito, Argilito
<b>E</b> GRUPO IAPUCUMI	Calcário, Dolomito, Mármore e Conglomerado
<b>Pe</b> PRÉ-CAMBRIANO	Rochas Metamórficas, Igneas Intrusiva, Extrusiva

### — CONVENÇÕES —

#### CARTO GRÁFICAS

- Cidades
- Limite Geográfico
- Hidrografia
- Rodovias

#### GEOLÓGICAS

- Contato Geológico
- Falha
- Alinhamento

#### REFERÊNCIA

Mapa base - trabalhos anteriores  
Interpretação - imagens LANDSAT - Escala: 1:500.000

