PROSPEC

CPRM
BIBLIOTECA
RLV
192

PROSPEC

CONTRIBUIÇÃO À GEOLOGIA DO PARAGUAI

E DO CHACO

POR

OCTAVIO BARBOSA

C P R M
BIBLIOTECA

Novembro de 1959

PROSPEC

ÍNDICE

I - INTRODUÇÃO pg. 1

II - ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS " 2

III - TRAÇOS GEOLÓGICOS DO PARAGUAI ORIENTAL " 3

1. Pré-Cambriano " 3
2. Siluriano (Série Caacupé) " 4
3. Idade e Correlação " 7
4. Devoniano " 7
5. Carbonífero " 8
6. Permiano " 9
7. Triássico " 12
8. Terciário-Quaternário " 13

IV - GEOLOGIA DO SUB-ANDES " 15

1. Estrutura e Fisiografia " 15
2. Ordoviciano " 16
3. Siluriano " 17
4. Devoniano Inferior " 17
5. Devoniano Superior " 18
6. Carbonífero " 18
7. Permiano " 19
8. Terciário " 21

V - GEOLOGIA DO CHACO SUPERFICIAL " 23

VI - PERFURAÇÕES NO CHACO ARGENTINO-

- PARAGUAIO " 24

VII - ESTRATIGRAFIA E TECTÔNICA COMPARADAS,

DO SUB-ANDES ATÉ A BACIA PARANÁ " 30

1. Inconformidades " 30

PROSPEC

VIII - O PROBLEMA DA BUSCA DO ÓLEO NO SUB-ANDES, NO CHACO E NO PARAGUAI ORIENTAL " 35

1. Sub-Andes " 35
2. Chaco " 37
3. Paraguai Oriental " 37

IX - BIBLIOGRAFIA " 38

PROSPEC

CONTRIBUIÇÃO À GEOLOGIA DO PARAGUAI E DO CHACO

I - INTRODUÇÃO

No mês de agôsto de 1959, o autor destas notas teve a oportunidade de fazer uma secção de Assunção, capital da República do Paraguai, até a catarata de Iguaçu, no Brasil. A viagem foi promovida pela PEGASA (Petróleo Guarani S. A.) e feita pela "Ruta Internacional", com pequena digressão de Euzebio Ayala a Paraguari. O autor teve a companhia dos geólogos Silvio Vilar Guedes, diretor-técnico da "PROSPEC" Levantamentos, Prospecções e Aerofotogrametria S. A. e do Dr. H. Putzer, que gentilmente serviu de orientador e guia dessa excursão, pois já fizera observações geológicas no Paraguai durante três meses do ano de 1957. Um substancioso relatório dos estudos do Dr. Putzer está em curso de publicação na Alemanha.

Sendo rápida a viagem, pequena valia tem esta contribuição, mas mesmo assim o autor se animou a fazê-la porque, sendo especialista na estratigrafia da bacia Paraná e tendo recolhido extensos conhecimentos da geologia da Argentina, Bolívia e Paraguai, através de cêrca de 20 anos de constantes consultas bibliográficas, e também por observações pessoais, julga poder realizar algumas interpretações próprias que, por outro ângulo, podem ser recebidas como sugestões proventura úteis a outras pesquisas futuras, científicas e econômicas.

X X X X X X X

II - ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

O Paraguai oriental é uma região pouco acidentada. O rio Paraguai tem 52 m de altitude em Assunção e a maior cota do país orça por 700 m no planalto basáltico na fronteira do Brasil.

Tanto quanto me foi dado observar, o relêvo entre Assunção e Foz do Iguaçu é ora colinoso, ora subtabular. As maiores elevações encontram-se nos terrenos silurianos, onde é maior a energia do relêvo e notam-se montes escarpados de camadas areno-quartzosas resistentes. Trata-se então de uma faixa quase meridiana apelidada "Cordillera de los Altos", cuja parte principal é uma típica cuesta. Entremeiam as áreas colinosas e as subtabulares largas planícies aluvionárias modernas nos vales dos diversos afluentes do Paraguai, As cotas dessas planícies oscilam entre 70 e 100 m. A mais impressionante dessas planícies é a de Ypacaraí, originada numa depressão de fossa tectônica,segundo Harrington (1950), ou de ângulo de falha, segundo Putzer (comunicação verbal). O baixo planalto basáltico, entre Caaguazu e Foz do Iguaçu é colinoso, com cotas de 300 a 200 m, e é entalhado fundamente pelo canalão do Paraná, cujas águas mínimas ficam a 75 metros.

Quem vai de Assunção à catarata de Iguaçu, passa pelas seguintes regiões morfológicas :

a) planalto colinoso de Assunção, com floresta (devastada), aplainado a 150-165 m com alguns cerros mais altos ("monadnocks") vulcânicos, solo areno-argiloso vermelho;

b) depressão de Ypacaraí, cota a cêrca de 70 m, campina, lençol subterrâneo junto da superfície, solo arenoso claro;

c) faixa da Cordillera de los Altos, cuesta principal ao ocidente, mas diversos outros fragmentos de outras cuestas mais a oriente; muitos dêsses montes, atingindo cotas de 400 a 500 m, são aparentemente "inselbergs" de uma pediplanação "terciária" reparável ao nível de 300 m; solo arenoso claro a rosa, cobertura de cerrado e mata;

d) planície do Piribebuy, cota 100 m, campina encharcada (as planícies dos afluentes do Paraguai constam em boa parte de extensos pantanais);

e) além de Euzebio Ayala, relêvo maiormente colinoso, mas em parte subtabular (curiosa reprodução da paisagem brasileiro-paranaense de Ponta Grossa, também em terreno devoniano); solo areno-argiloso amarelado ou castanho claro, revestido de campos e matas ciliares;

f) planícies do Yaguaí, cotas 110-90, entremeadas de colinas de terrenos devonianos e carboníferos, notàvelmente aplainados a 130 metros;

g) mudança brusca antes de Coronel Oviedo, com aparecimento de floresta (cerradão ou capoeira), solo arenoso rosado ou avermelhado, mas o terreno é ainda ondulado;

h) 20-25 km além de Coronel Oviedo, o relêvo passa a subtabular, com floresta, até o divisor das bacias Paraná-Paraguai (região de Caaguazú);

i) campos de Caaguazú, solo arenoso rosado, relêvo aplainado-colinoso, cotas de 300-350 metros;

j) de 50 km a E de Caaguazú até o rio Paraná, relêvo colinoso (colinas muito amplas), terra-roxa, floresta densa, com notável aplainamento de 200 m em uma larga faixa de um lado e outro do rio-fronteira.

Um golpe de vista no mapa geológico anexo deixa logo entrever a notável concordância entre as variações morfológicas e vegetais do relêvo e as da natureza geológica do terreno.

Quanto ao Chaco, trata-se de uma planura provàvelmente escalonada a 150, 300-350 e 600 metros acima do nível do mar. O aplainamento de 150 está mais próximo ao rio Paraguai e o de 600 m tem notável extensão ao oriente do sopé das serras e serrotes sub andinos. No extremo noroeste do Chaco paraguaio aparece uma série de morros testemunhos de rochas resistentes eopaleozóicos, o mais alto

dêles sendo o cerro San Miguel, junto da fronteira boliviana, com 780 metros. Revestimenta vegetal geral análoga à caatinga, com solo argiloso cinzento, parcialmente salino, mas há muitas áreas entremeadas de campos. Os rios por vêzes perdem-se em extensos brejais. Parte da drenagem é tributária do Paraguai, mas outra parte é endorréica.

X X X X X X X

III - TRAÇOS GEOLÓGICOS DO PARAGUAI ORIENTAL

A última publicação sôbre a geologia do Paraguai (Eckel, 1959) cita uma completa lista das investigações geológicas nesse país, mas há que salientar que realmente valiosas, pela extensão do terreno coberto nas investigações e pelo volume de informações, são as recentes contribuições de Harrington (1950 e 1956), Eckel (1959) e Putzer (no prelo). No entendimento da geologia do Paraguai Oriental, o autor dêste relatório se valeu enormemente dos trabalhos de Harrington e de Eckel, e das informações verbais de Putzer.

O esbôço de mapa geológico anexo, no que concerne à República do Paraguai, é uma leve modificação dos mapas de Harrington e de Eckel. No que se refere ao Brasil (Estado de Mato Grosso), o autor se serviu, em parte, do recente trabalho de Beurlen (1957) sôbre o sul de Mato Grosso; quanto à Bolívia utilizou parte dos seus próprios esboços e dos de Ahlfeld (1946). Para efeitos de simplificação, no esbôço geológico do Paraguai Oriental não estão representadas as extensas planícies quaternárias dos afluentes do rio Paraguai e as ocorrências vulcânicas cenozóicas a SSE, E e NE de Assunção.

A secção geológica que acompanha êsse esbôço é fruto de uma interpretação própria do autor, no que concerne ao Chaco paraguaio e ao Paraguai Oriental. Já no que concerne ao Sub-Andes boliviano, fêz-se uma compilação de Ahlfeld (1946) e de Mather (1922). Há que salientar que a primeira secção geológica do Chaco até então vista pelo autor é a de Eckel (1959), e que, dada a escassez de informações da subsuperfície chaquenha, tanto a secção de Eckel como a que acompanha o presente relatório têm um restrito caráter de informação geral.

Passaremos em seguida a fazer um resumo das características geológicas principais do Paraguai Oriental.

1. Pré-Cambriano

Duas áreas do escudo pré-cambriano se apresentam no Paraguai Oriental, uma ao norte-noroeste, próximo do rio Apa, e ou

tra ao sul-sudeste de Assunção. Foram descritas por Eckel com muita propriedade. Acrescentarei aqui apenas que os calcários apelidados "Itapucumi" por Harrington, e admitidos como extensão da série Bodoquena do sul de Mato Grosso, não são mais admitidos no Brasil como correlatos da série Corumbá, porque foram verificados por Beurlen (1957) e Barbosa (1957) serem camadas metamórficas mais provàvelmente pré-cambrianas. No Brasil, na região do sul de Mato Grosso, de Miranda ao Apa, essas camadas são bastante dobradas e falhadas, mostrando às vêzes grandes mergulhos e intercalações com micaxistos. Os pequenos mergulhos exibidos na área paraguaia dêsses calcários são explicáveis pela estrutura anticlinal ampla que elas ali esboçam. A série Corumbá, por sua vez, está hoje datada no cambriano.

2. Siluriano (Série Caacupé)

Conforme as descrições de Eckel e as nossas próprias observações, o siluriano do Paraguai aparece constituído de quatro membros. De baixo para cima, temos :

2.1 Membro Paraguari - 1 a 50 m de conglomerado basal (Putzer dá como máximo 15 m). Seixos de quartzo, bem rolados, tamanho máximo 10 cm. Típico conglomerado de transgressão marinha.

2.2 Membro Piribebuy - Arenitos finos a médios, arcozianos, pardacentos, com intercalações de folhelhos cinza próximo da base (a côr fica clara, lilá ou amarelada por decomposição), às vêzes muito micáceas. As intercalações folhelhosas (máximo 30 metros) são vistas no lado ocidental da depressão Ypacaraí. O membro Piribebuy aparece em todo o sopé da Cordillera de los Altos e ao sul de Paraguari. Espessura máxima 300 m. Abundantemente fossilífero na pedreira Vargas Peña, 2 km a NNW da vila de Ypacaraí e 1-2 km a sudeste de Areguá. Foi feita uma pequena coleção dêsses fósseis, na pedreira Vargas Peña, e entregue para estudo ao Dr. Paulo Erichsen de Oliveira, paleontologista-chefe da Divisão de Geologia e Mineralogia do Brasil. Na pedreira Vargas Peña os folhelhos mergulham

12º para SW e em Areguá 32º para SW.

2.3 Membro Cordillera de los Altos - O autor designa com êsse nome o sedimento das escarpas das cuestas que são vistas entre Paraguari e San Bernardino. São 100 m de arenito sacaróide branco. É possível que a sua repetição para leste da face oriental da depressão Ypacaraí seja motivada por falhas. Os arenitos dêste membro mergulham invariàvelmente para leste (poucos graus) a partir da borda oriental da depressão Ypacaraí, o que demonstra a existência de um amplo anticlinal esvaziado nessa depressão.

2.4 Membro Aparipi - 200 m de arenitos e folhelhos, em baixo predominam os folhelhos com intercalações delgadas de arenitos, em cima há maior abundância de arenitos micáceos intercalados de folhelhos. Côres pardacentas para os arenitos, que às vêzes são maciços e em parte fossilíferos.

3. Idade e Correlação

Segundo Eckel, a série Caacupé fornece Climacograptus innotatus var. brasiliensis Rued. nos folhelhos dos membros Piribebuy e Aparipi, o que lhes garante uma idade siluriana inferior, correlacionável com as camadas da série Trombetas da bacia amazônica. O membro Cordillera de los Altos é litològicamente muito semelhante à formação El Carmen do Oriente da Bolívia (v. Barbosa, 1949) Os arenitos do alto desta formação contêm uma fáunula com cinco gêneros do siluriano da América do Sul, conforme determinações de Lange (1955). Embora Lange tenha sugerido a idade siluriana superior para a formação El Carmen, julgamos que a comparação litológica e a relação paleogeográfica permitem correlacionar essa formação com o membro Cordillera de los Altos da série Caacupé.

4. Devoniano

Os sedimentos com fósseis devonianos do Paraguai Ori

ental foram reunidos na série Itacurubi de Harrington. Embora êsses fósseis sejam atribuíveis ao devoniano inferior, a sua litologia é muito semelhante às camadas Iquiri do Sub-Andes boliviano (Ahlfeld, 1946), ou às camadas Limoncito do oriente da Bolívia (Barbosa, 1949) ou às camadas Pimenteiras do Estado de Goiás, no Brasil (Barbosa, inédito). A facies argilosa do devoniano inferior austral (mar Australocoelia), apelidada Los Monos no Sub-Andes e Ponta Grossa no oriente da bacia Paraná, não se apresenta no Paraguai Oriental.

Na série Itacurubi encontram-se 250-300 metros de sedimentos assim distribuídos : o têrço inferior consta de arenitos amarelos, finos, intercalados de folhelhos; o têrço médio, arenitos bem estratificados, argilosos, tanto mais argilosos quanto mais altos; o têrço superior contém arenitos micáceos, amarelados a púrpura, bem estratificados, com intercalações de folhelhos. Fósseis são encontrados a diversas alturas. Uma pequena coleção foi feita durante a nossa excursão, num corte da Ruta Internacional, a 6-8 km de Euzebio Ayala para Itacurubi, num siltito arenoso. Êsses fósseis também estão sendo estudados pelo Dr. Paulo Erichsen de Oliveira. Mergulhos de poucos graus para E, às vêzes pequenas dobras locais.

Quanto à idade da série Itacurubi, a presença de Australocoelia (Leptocoelia sòmente no mar boreal) garante a datação no devoniano inferior. Putzer, entretanto, comunicou-me verbalmente que seus paleontologistas não encontraram fósseis devonianos nas camadas Itacurubi. A êsse testemunho se opõem as informações de Beder, Windhausen, Harrington e Eckel.

5. Carbonífero

As camadas glaciárias que se superpõem às camadas devonianas foram designadas como série Tubarão por Harrington, mas desde 1909 elas vêm sendo apelidadas de Aquidauana no sul de Mato Grosso (vide Beurlen, 1957). Por isso êste nome será aqui usado, de acôrdo com as praxes da nomenclatura estratigráfica. As camadas glaciárias do carbonífero foram minuciosamente estudadas muito recentemente por Beurlen na região matogrossense vizinha ao Paraguai, ao norte do rio Apa. Beurlen encontrou 3 níveis de tilito (no lado oriental da bacia Paraná existem até 6 níveis no máximo) na série Aquidauana. O autor viu 2 afloramentos de tilitos além, a E, de Coro

nel Oviedo, e Eckel informa que aflora um outro entre San José e Coronel Oviedo. Assim, parece que dois dos três níveis de Beurlen se prolongam para o sul do rio Apa, Paraguai adentro, até a altura do paralelo de Assunção. O achado de um conjunto de camadas muito semelhantes aos folhelhos rítmicos de Paxexi (Beurlen, 1957), que se sobpõem ao 3º tilito a E da cidade de Aquidauana, Brasil, conjunto êsse que representa o alto do carbonífero paraguaio, vem confirmar que o terceiro e mais alto tilito da série Aquidauana não está representado no centro do Paraguai Oriental.

Os afloramentos de tilito vistos pelo autor ficam respectivamente 5 e 9 quilômetros a E de Coronel Oviedo. Os seixos alcançam até 10 cm no máximo e a maioria é de quartzo. Em ordem decrescente de abundância, seguem-se arenitos silurianos e xistos do pré-cambriano. Um banco maciço de arenito rosado foi visto 15 quilômetros a E de Coronel Oviedo, e as camadas do tipo Paxexi, localmente dobradas e intrometidas de diabásio, se encontram a 24 km dessa cidade. Harrington também achou essas camadas no tôpo dessa série. A sua espessura, conforme Harrington, orça por 250 metros.

Quanto à idade da série Aquidauana, sem dúvida é a mesma da série Tubarão, duas designações que se aplicam a uma mesma unidade paleogeográfica. Hoje não resta a menor dúvida de que a série Tubarão é inteiramente carbonífera, distribuindo-se verticalmente do viseano ao estefaniano superior (vide Barbosa, 1956). Autores de língua inglêsa, no desconhecimento das mais recentes pesquisas respectivas publicadas no Brasil, continuam entretanto advogando a obsoleta idéia de Schuchert para uma única idade "permiana" para a glaciação Gondwana na América do Sul e alhures. No Paraguai Oriental ainda não se encontrou fóssil algum na série Aquidauana.

6. Permiano

Está representado no Paraguai Oriental por 3 formações correlatas de unidades homólogas no lado oriental da bacia Paraná. No Paraguai o conjunto permiano tem sido designado série Independência desde os trabalhos de Harrington. A série homóloga no Brasil é a de nome Passa Dois (White, 1908). Esta série Passa Dois consta de 3 formações no Brasil, cada qual hoje bem caracterizada litològica e paleontològicamente. São elas, de baixo para cima :

- Irati - folhelhos e calcários betuminosos, com Mesosaurus.

- Estrada Nova - folhelhos, arenitos, siltitos e calcedonitos, com malacofauna própria.

- Rio do Rasto - arenitos, siltitos e folhelhos, com lamelibrânquios e filópodos característicos.

Essas 3 divisões ocorrem também no Paraguai Oriental, mas a sua separação não foi feita ainda por Harrington e Eckel. Entretanto, os fósseis característicos de cada uma dessas formações foram mencionados por êsses autores.

Já Beder (1923) encontrara perto de Villarica restos de Mesosaurus, o lagarto característico da formação Irati. O autor destas notas encontrou afloramentos de Irati em dois lugares ao longo da Ruta Internacional, respectivamente a 17 e a 26 quilômetros a leste de Coronel Oviedo. A formação se inicia, exatamente como no Estado de São Paulo, Brasil (Barbosa e Gomes, 1957), por um nível de calcedonito ("chert") de 0,5 m de espessura. Isso se observa em ambas as localidades citadas, nas quais, aliás, a formação está intrometida de diabásio, também do mesmo modo que no lado oriental da bacia Paraná, onde há uma preferência marcante das intrusões basálticas concordantes pelo nível das camadas Irati. No km 26, o Irati aparece com o seu folhelho escuro característico, algo decomposto e dois níveis de calcedonito, o mais alto de caráter oolítico. Não nos foi dado determinar a espessura das camadas Irati, mas provàvelmente é inferior a 20 metros e de muito difícil separação cartográfica.

A formação Estrada Nova aparece na Ruta Internacional exposta numa secção de 20 metros de espessura, a 32 quilômetros a leste de Coronel Oviedo e a 19 a oeste de Caaguazu. Predominam arenitos argilosos com intercalações de folhelhos com duvidosos restos de peixe. Comuns são os típicos "hieróglifos" de um "flysch". Não foi visto o contato Irati-Estrada Nova porque um vasto sill de diabásio, com 14 quilômetros de extensão leste-oeste, mascara o fato. Também não se observa na Ruta Internacional a passagem da formação Estrada Nova para a formação Rio do Rasto. Esta aparece no km 35 a E de Coronel Oviedo, constituída de arenitos finos, argilosos, de côr carmim ou rosa forte.

As descrições de Harrington e Eckel relativas às camadas da série Independência não destacam a facies Irati e salientam três subdivisões : em baixo, 60-90 metros de arenito maciço, escarpado, cimentado por sílica, pardo avermelhado, grã média, finamente estratificado, com estratificação deltáica no alto; no meio, cêrca de 50 m de arenito fino, feldspático e argiloso, cinza a amarelo, finamente estratificado, intercalado com leitos de folhelho creme, amarelo e cinzento; em cima, arenitos finos a médios, arcozianos, clino-estratificados, pouco cimentados a friáveis, com poucas intercalações folhelhosas, espessura cêrca de 200 metros. Essa descrição merece os seguintes comentários :

a) Litològicamente a parte inferior não se assemelha em nada às camadas Estrada Nova, quer se trate da parte oriental da bacia Paraná, quer se considere a região do próprio Paraguai Oriental; essas camadas bem poderiam pertencer à série Aquidauana e não à série Independência, pois realmente elas correspondem bem aos arenitos superiores de Beurlen (1956).

b) A parte média corresponde às camadas que o presente autor viu na Ruta Internacional, km 32 a E de Coronel Oviedo, e que seguramente formam a base das camadas Estrada Nova; estas camadas forneceram os seguintes fósseis, conforme anteriormente citado por outros pesquisadores: uma felicinea, Osmundites, semelhante à Tietea do Brasil, fragmentos de Dadoxylon, e estratigràficamente mais acima, os lamelibranquios Pinzonella cf illusa Reed, Pinzonella neotropica (Reed) Mendes e Cowperesia anceps (Reed) Mendes. P. illusa foi encontrada numa mancha isolada das camadas Estrada Nova diretamente sobrepostas ao siluriano, entre San José e Valenzuela, e os demais fósseis foram achados nas proximidades de Villarica e Independência.

c) A parte superior corresponde às camadas Serrinha e Esperança da parte oriental da bacia Paraná. Nela foram encontrados os característicos fósseis das camadas Serrinha : Leinzia similis (Holdhaus) Mendes e Terraiopsis intermedia (Holdhaus) Mendes. Ainda não foram mencionados os tão frequentes filópodos das ca

madas Esperança. Pelas descrições de Harrington e Eckel, parece que as camadas Rio do Rasto são transgressivas sôbre o Aquidauana.

d) Quanto à distribuição da série Independência, seguramente ela não alcança o rio Apa, conforme as detalhadas pesquisas de Beurlen, e segundo tudo indica, ela desaparece, ao norte, na altura de Igatimi. Almeida, o descobridor da glaciação Aquidauana, e o presente autor, também conhecem a área da série Aquidauana no sul de Mato Grosso e confirmam as interpretações de Beurlen. Há um grande engano, portanto, na extensão das camadas Independência e das camadas Missiones até o Apa, conforme faz Eckel.

7. Triássico

As camadas da formação Missiones de Harrington têm uma vasta distribuição no Paraguai Oriental, vindo da altura de Igatimi para o sul do país, onde se alargam para o lado do rio Paraguai, contornando o pré-cambriano e o paleozóico antigo e voltando para o norte novamente em Assunção e Villa Hayes. Transgridem essas camadas sôbre tôdas as outras mais antigas e é evidente, pela sua distribuição e pela sua atitude estrutural, que elas formam um suave e vasto anticlinal com caimento ("pitching") para S.SE. Constam de arenitos vermelhos, de grãos bem rolados, cimento argiloso e intercalam poucos folhelhos. Espessura, no Paraguai Oriental, de 150 a 200 metros. Bancos de arenito maciço, vidrado e resistente fornecem excelente alvenaria para as construções da Capital e de outras cidades paraguaias. Lajes planas também são extraídas perto de San Juan Bautista. Nenhum dos autores anteriores cita estratificação de dunas nessas camadas, mas Eckel menciona ação desértica nos grãos bem rolados. O presente autor apenas viu fragmentos dêsse material em Assunção e realmente êle se parece com o "Botucatu" do Brasil, exceto quanto ao cimento argiloso, ausente no Botucatu. Ainda outra característica do Missiones o assemelha ao Botucatu - os conglomerados de "oueds" fósseis. Não há qualquer semelhança litológica entre as camadas Missiones e as camadas Santa Maria, do triássico superior do Rio Grande do Sul, Brasil. Na falta de fósseis, até agora não encontrados, a equivalência ao Botucatu pode ser provisòriamente aceita.

Na Ruta Internacional, de 40 quilômetros a E de Caaguazu até o rio Paraná, apresenta-se o vulcanismo rético de basaltos toleíticos da bacia dêsse rio, predominantemente decomposto em "terra roxa" e aflorando como rocha apenas na calha das correntes. Segundo conhecimentos anteriores, sua espessura, na área do rio Paraná vizinha às cataratas de Iguaçu é da ordem de 400 m, mas apenas uma pequena parte é exposta. Observamos 3 derrames no canalão do rio Paraná, em Foz do Iguaçu, de cima para baixo :

- basaltito fino, com capa de decomposição "gema de ôvo"	40-50 m
- basaltito médio, material de construção da ponte internacional	45 m
- "Botucatu" vidrado	cm - dm
- meláfiro, amigdalóide	+ 40 m

Não conseguimos ainda atinar com a causa da decomposiçãodiferencial da côr "gema de ôvo", tão frequente em basaltitos finos, afaníticos, da sucessão de derrames em muitas localidades da vasta bacia Paraná. É provável uma maior incidência do conteúdo em magnetita e de grãos miúdos de piroxênio uniformemente distribuídos. Sills e diques de diabásio dêsse magma são encontrados nas camadas gondwânicas do Paraguai Oriental.

A idade do vulcanismo Paraná foi precisada como triássica superior (rética) quando Barbosa encontrou, poucos anos atrás, o filópodo Esteriella em camadas lacustres intercaladas em lavas, no extremo nordeste do Estado de São Paulo, Brasil.

8. Terciário - Quaternário

Não tendo feito qualquer observação sôbre os sedimentos mais modernos que o mesozóico no Paraguai Oriental, o autor recomenda a consulta do trabalho de Eckel.

Eckel deu muita atenção ao estudo das rochas vulcânicas da região em aprêço, não só quanto aos basaltos triássicos como

também a outros tipos de magmas de idade menos antiga. Sòmente desejamos acrescentar aqui que a morfologia do vulcão Acahay (estampa 2 da monografia de Eckel) indica uma idade bastante moderna, mais provàvelmente quaternária. E quanto às rochas alcalinas, podem muito bem ser genèticamente associadas ao magma toleítico do Paraná, como se verificou na parte oriental da bacia dêsse nome, no Brasil.

X X X X X X X

IV - GEOLOGIA DO SUB-ANDES

A evolução dos conhecimentos da geologia do Sub-Andes argentino-boliviano pode ser estabelecida com o aparecimento da excelente monografia de Bonarelli (1921). Seguiram-se, então, como trabalhos mais informativos, para leitores estranhos a essa região, as publicações de Mather (1922), Feruglio (1931), Frenguelli (1936), ... Schlagintweit (1937), Ahlfeld (1946), Reed (1946), Picard (1948), Harrington (1956) e Padula (1956). Em 1952, Barbosa teceu alguns comentários sôbre a geologia dessa área e chamou a atenção para o resultado das pesquisas de Picard, estranhamente não mencionado por qualquer outro pesquisador interessado nessa região. O recente simpósio sôbre a geologia do petróleo, organizado em 1956 por ocasião do Congresso Internacional do México, acrescenta algo de novo aos conhecimentos já adquiridos há cêrca de três lustros, mas sòmente na área boliviana.

1. Estrutura e Fisiografia

A região subandina faz transição entre as montanhas andinas e as planuras chaquenhas. É uma faixa de terrenos montanhosos de 80-120 quilômetros de largura por mais de 500 de extensão, iniciando-se ao sul na Argentina aproximadamente no paralelo 23º, e passando além de Santa Cruz de la Sierra, ao norte. Na superfície da Terra é um dos mais representativos exemplos de concordância estrutural-geomórfica - cordões paralelos de serras anticlinais alternando-se com extensos vales sinclinais intermontanos. As alturas dos lombos anticlinais orçam por 1.300 - 1.500 metros acima do nível do mar e as planícies intermontanas ficam desde 800 até 1.100 metros. Ao oriente da orla da faixa subandina, o Chaco apresenta-se a pouco mais de 400 m na região de Santa Cruz, e a cêrca de 600 m mais para o sul. Quatro grandes rios cortam epigenèticamente os cordões montanhosos subandinos formando canalões estreitos e altos de muitas centenas de metros. Trechos subsequentes dessas correntes desenham um padrão em zigue-zague, que associado à natureza subsequente dos seus tributários caracteriza um típico relêvo apalachiano.

Os anticlinais são geralmente apertados e os sinclinais das planícies intermontanas são suaves e abertos. Os dobramentos se

atenuam na orla chaquenha.

Muitos dos anticlinais são falhados e complicados com empurrões de grande ângulo, de oeste para leste e com deslocamentos para o oriente até de 3.000 metros. Do lado montante (ocidental) dos empurrões, os mergulhos são mais fracos, geralmente da ordem de 40º a 45º. Do lado oriental, porém, os mergulhos das camadas acavaladas e rebaixadas são mais fortes, até 85º. A erosão em alguns alinhamentos resultantes dessa tectônica produziu soberbas escarpas de linha de falha. Já a diferencial resistência de formações arenosas mais duras deu motivo à configuração de frequentes "hogbacks" com escarpas faceando para o nascente e "dipslopes" voltados para o poente. A consideração dêsse conjunto tectônico-morfológico tem uma capital importância no planejamento das pesquisas de petróleo na faixa subandina, especialmente porque as partes anticlinais cavalgantes são divididas por falhas secundárias e embricamentos.

No Sub-Andes boliviano e na parte imediatamente vizinha da Argentina, as camadas geológicas conhecidas variam em idade, do devoniano ao terciário, mas na parte meridional da província de Salta e na vizinha província de Jujuy, encontram-se, não só nas serras subandinas como nas andinas, afloramentos de unidades estratigráficas mais antigas que o devoniano, os quais interessa descrever para finalidades correlativas.

2. Ordoviciano

Nas cordilheiras orientais das províncias de Salta e Jujuy encontra-se o ordoviciano espêsso até de 2.400 metros. Na Quebrada del Toro e no Rio Santa Vitoria, província de Salta, e na Quebrada Humahuaca, província de Jujuy, a formação tremadociana começa por um conglomerado, seguindo-se ardósia verde e quartzito claro, com leitos conglomeráticos, depois ardósia verde com lentes de calcário azul. Também pode o ordoviciano começar por ardósia negra, encimada de ardósia verde e calcário arenoso.

Ainda em Santa Vitoria, ardósias verdes e cinzentas do andar arenigiano atingem 1.450 metros. E na Quebrada del Toro, .. 1.000 metros.

Na Sierra de Zapla, já no Sub-Andes, o llanvirniano é representado por 500 m de calcários e margas cinza-azuladas. Ainda nesta serra, o caradociano aparece sob forma de arenitos quartzíticos com um nível conglomerático perto do tôpo, num total de 400 metros.

3. Siluriano

Em diversas serras subandinas do norte - argentino, encontra-se o siluriano médio (wenlockiano) na espessura de 300 metros, constituído de arenitos finos mecáceos intercalados de arenitos argilosos.

4. Devoniano Inferior

Nos núcleos das serras subandinas argentinas (províncias de Salta e Jujuy) e de muitas das serras subandinas bolivianas, encontra-se o devoniano inferior caracterizado pelos representantes da fauna marinha austral do mar Australocoelia (agora Leptocoelia é gênero restrito ao mar boreal). No norte-argentino essas camadas atingem 800 m, discordam fracamente do siluriano médio e constam de folhelhos cinzento-escuros com intercalações de arenitos quartzíticos de côr cinza e rosa.

Na Bolívia, essas camadas foram apelidadas de Los Monos e Espejos por Mather. Posteriormente apareceu a designação Iquiri como substituta de Espejos e que está atualmente em voga (Padula refere a idade devoniana média para as camadas Iquiri, mas não a justifica). A facies Los Monos é argilosa e a Iquiri é argilo-arenosa com delgadas intercalações calcárias. A côr dos sedimentos varia de negro a marron e os membros arenosos ou sílticos são micáceos. A estratificação é fina, o que empresta generalizada fissilidade. A espessura das camadas do devoniano inferior passa os 2.000 m no Sub-Andes boliviano-norte-argentino. Essa série de camadas é a "source bed" do petróleo subandino. Em certos níveis altos de Los Monos e nos arenitos Iquiri têm sido encontradas importantes acumulações de óleo.

5. Devoniano Superior

Na Precordillera argentina, isto é, em faixa homóloga da zona subandina, mas ao sul do paralelo 28º, já está bem conhecido o devoniano continental fossilífero, com uma flórula de Cyclostigma. Trata-se de cêrca de 1.000 m de grauvacas e folhelhos escuro-esverdeados, com intercalação de um tilito glácio-marinho (vide Frenguelli, 1949, e Heim, 1945). Frenguelli apelidou essas camadas de formação Guandacól.

No Sub-Andes parece que essas camadas são representadas pela parte inferior do "Gondwana", isto é, pelas camadas Tupambi, pro-parte, conforme se pode inferir das descrições de Mather, Schlagintweit, Reed e Ahlfeld.

6. Carbonífero

No período carbonífero podem ser incluídas as camadas genèricamente atribuídas ao "Gondwana" do Sub-Andes. A nomenclatura dessas camadas, atualmente em voga, é aquela estabelecida nos estudos de Mather com modificações introduzidas pelos geólogos da Standard Oil. Dêsse modo, Padula refere dois grupos compreendendo cada um duas formações :

Mandiyuti { Santelmo / Escarpment

Machareti { Tarija ou Chorro / Tupambi

Vê-se que as modificações na tabela de Mather são relativas ao abandono da designação Oquita substituída pela de Tupambi; e à transferência do nome Machareti para a parte inferior do Gondwana, enquanto que Mather o aplicava na parte superior. A designação "Escarpment", já referida por Reed (1946), é muito infeliz e não se harmoniza com o Código da Nomenclatura Estratigráfica. Realmente, não é nome geográfico e muitos escarpamentos da faixa subandina são atribuíveis às "Areniscas Superiores" (terciário, v. adiante).

A formação Tupambi consta, em baixo, de folhelhos micáceos escuro-violáceos, alternados com arenitos bem estratificados, claro-violetas e delgadas camadas de "clay grits" (grauvaca ? ou tilito ?); acima, arenitos finos, violáceos, duros e algo micáceos; mais acima, arenitos amarelados, com faixas vermelhas e intercalações de lentes conglomeráticas e "clay grits" vermelho escuros. Espessura da ordem de 300 metros. É a principal zona de óleo do Sub-Andes argentino e vizinhanças imediatas da Bolívia.

A formação Tarija (ou Chorro) consta de arenitos, grits e "clay grit" (tilito) vermelho-escuro. Intercalam-se lentes conglomeráticas com matriz arenosa. É uma formação predominantemente glaciária, com espessura da ordem de 650 m, que deve incluir as camadas Taiguati (Padula, 1956). Vários campos de óleo no Sub-Andes argentino-boliviano.

A formação "Escarpment" (muito judiciosamente antes designada Mandiyuti por Mather) é a construtora de "hogbacks" e escarpas. São 140-200 metros de arenitos e conglomerados, com algum tilito. Padula designa impròpriamente essas camadas como "Areniscas Macizas" (pg 31).

A formação San Telmo, na sua parte inferior, é constituída de 2 níveis de tilito, folhelhos e arenitos vermelhos;na parte superior, um nível de tilito vermelho vivo, arenito e conglomerado vermelho. A espessura dessa formação é muito variável, entre 200 e 900 metros. A presença de 6 níveis de tilito no "Gondwana" subandino o correlaciona muito bem com a glaciação gondwânica da bacia Paraná (vide Barbosa e Gomes, 1957), que, no tempo geológico, distribui-se do viseano ao estefaniano superior. Além disso, em folhelhos das camadas Taiguati (formação "Escarpment") foi encontrado o lamelibrânquio de água doce Naiadites (Frenguelli, 1948), característico do westfaliano. Daí poder-se inferir que é provável a idade carbonífera inferior para a formação Tarija.

7. Permiano

Já tivemos oportunidade de referir que depois de 1948, época em que o prof. Picard publicou o resultado de suas pesquisas geológicas na Argentina, nenhum outro autor, a não ser Barbosa

(1952), fêz referência ao achado, em Tres Cruces, província de Jujuy, do lamelibrânquio lacustrino Kidodia, nas camadas muito impropriamente denominadas "Horizonte Calcário-Dolomítico", mas que Mather corretamente apelidou formação Vitiacua. Esta última designação acabou afinal por ser adotada no Sub-Andes boliviano, conforme Padula (1956). Êste autor caracteriza o "grupo Vitiacua" da maneira seguinte : em baixo, "Areniscas Inferiores", formação constituída de arenitos fluviais ou torrenciais avermelhados e amarelados, às vêzes com conglomerados basais, e que dificilmente se separam da formação San Telmo; no meio, uma formação de arenitos calcíferos ("Areniscas Calcareas"), da côr branca, sacaróide, com intercalações de leitos de margas verdes e marrons; em cima, calcários cristalinos lacustres (água doce ou salobra), com vênulas e nódulos de calcedonito ("chert") e intercalações delgadas ou laminares de margas vermelhas. Comparando-se essa descrição de Padula com as descrições de outros autores que o precederam, vê-se que sòmente os arenitos calcíferos e os calcários pertencem a uma formação originada em ambiente diferente da San Telmo. Assim, as "Areniscas Inferiores" (designação muito infeliz, ocasionando confusão com uma muito mais antiga classificação de Bonarelli, 1921) não devem fazer parte da formação Vitiacua, cuja espessura raramente passa os 30 metros.

Quanto à idade da formação Vitiacua, Picard fixou-a no permiano inferior, baseado em determinações de Frenguelli (1948). Êste paleontologista já em 1936 tinha chamado a atenção da pouca valia dos outros fósseis que, no norte-argentino, se supõe provir das camadas dessa formação. Além disso, Picard salientou que os gasterópodos das camadas de Yavi e Miraflores não provêm de camadas correlatas das de Vitiacua, e sim de formações cretáceas ou terciárias. Recentemente, Harrington (1956) informou que os gasterópodos colhidos por Bonarelli foram revistos por Haas, que os atribui ao andar nórico do triássico superior marinho. Há que notar, entretanto, que na fase de reconhecimentos dos estudos geológicos no norte-argentino, isto é, de Bonarelli (1921) a Picard (1948), parece ter havido muita confusão nas correlações estratigráficas baseadas em comparações maiormente litológicas de camadas de diferentes localidades ou distritos.

Na América do Sul, sob os pontos de vista paleogeográfico e ambiental, a formação que mais se assemelha à Vitiacua é a de nome Irati na bacia Paraná.

8. Terciário

Depois de um grande hiato estratigráfico, encontram-se no Sub-Andes, em superposição à formação Vitiacua e às vêzes ao "Gondwana", uma espêssa sucessão de camadas continentais de ambiente predominantemente fluvial e parcialmente lacustre. São as formações Tacuru e Tatarenda de Mather, e Jujuy de Steinmann. A designação Tacuru é sinônima das "Areniscas Superiores" de Bonarelli. Em substituição ao nome Tatarenda, os geólogos da Standard Oil e do YPFB estão empregando a designação Chaco, mas ainda não justificaram a razão dessa prática. Bonarelli apelidou impròpriamente essas camadas de "Terciário Subandino".

A formação Tacuru é espêssa de 600 a 1.200 metros e é bem notada no relêvo subandino por ser formadora de "hogbacks" agudos. É uma sucessão variável de arenitos e folhelhos arenosos, com menor percentagem de folhelhos. Os arenitos são de côres claras, acinzentados ou brancos, mas os há também avermelhados; suas camadas são muito irregulares, muitas vêzes clinoestratificadas, talvez parcialmente eólicas. Os folhelhos variam nas côres marron, carmim, cinza violáceo ou monòtonamente pardos; são antes argilitos consistentes. Acima da base da formação, 180-300 metros, há um arenito muito resistente; mais acima, os arenitos são mais grossos, em bancos; 540-660 metros acima da base da formação, são bem clinoestratificados, de côr branco-acinzentada; acima ainda, as camadas são moles, mas no tôpo há 60-90 metros de arenito duro, quartzítico, branco ou acinzentado, silicoso, formador dos "portais" dos canalões epigenéticos. Localmente a formação Tacuru tem conglomerado basal com seixos da formação Vitiacua do "Gondwana". A idade da formação Tacuru foi estabelecida recentemente como miocênica superior, com base em achados de crocodileanos iguais aos da formação Entre Rios, do Pampa argentino (Harrington, 1956). Antes, era suposta ser de idade cretácea superior.

A formação Tatarenda (ou Chaco Inferior de Padula, ... 1956) pode variar de 900 a 1.200 metros de espessura, segundo Mather, mas outros autores referem 4.000 m, e até mais. Consta de arenitos e argilitos moles, areias inconsolidadas e margas. Em geral, essas camadas não são encontradas nas serras e cristas do Sub-Andes. Antes ocupam as planuras intermontanas e a superfície do Chaco. A côr típica é a chocolate, mas há camadas argilosas vermelhas,

púrpura ou verdes. Alguns arenitos calcíferos finos contêm lamelibrânquios (Corbicula), aproximadamente 600 m acima da base da formação. Nesta se encontram vários níveis conglomeráticos, com seixos de "chert". No tôpo da formação aparecem níveis tufáceo-andesíticos. Os vertebrados fósseis encontrados na formação Tatarenda e a sua inclusão na orogenia chamada "Incaica" lhe garantem uma idade miocênica superior.

As camadas Jujuy (Chaco Superior, segundo a Standard Oil) constam de centenas de metros de espessura de conglomerados torrenciais alternados com arenitos pardacentos e folhelhos avermelhados. Essas camadas são muito menos dobradas que as formações Tacuru e Tatarenda, e sua idade é suposta pliocênica superior.

X X X X X X X

V - GEOLOGIA DO CHACO SUPERFICIAL

O Chaco argentino-paraguaio-boliviano é uma região muito pouco conhecida, sob todos os seus aspectos. Sem dúvida a sua superfície aplainada é predominantemente coberta de sedimentos quaternários e terciários, fluviais e lacustres. Próximo do rio Paraguai, na República do Paraguai e na Bolívia, há morros isolados de rochas pré-cambrianas e paleozóicas antigas. Os morros do norte do Chaco paraguaio e do sul do Chaco boliviano constam predominantemente de camadas do devoniano inferior (mar Australocoelia). O devoniano também aflora na serrania de Chiquitos, no oriente da Bolívia, que é uma ruga atravessando o Chaco. É provável que haja grandes extensões de devoniano quase horizontal ou levemente ondulado entre a serrania de Chiquitos e os afloramentos de Cerro San Miguel, Cerro Leon, Cerro Christian e Ingavi (vide esbôço anexo). Encontram-se informações sôbre a serrania de Chiquitos em Ahlfeld (1946) e Barbosa (1949). Quanto ao Chaco pròpriamente dito, tudo o que se conhece de sua geologia são as resumidas informações de Ahlfeld (1946) e Eckel (1959). No capítulo seguinte daremos algumas informações sôbre a subsuperfície chaquenha.

X X X X X X X

VI - PERFURAÇÕES NO CHACO ARGENTINO-PARAGUAIO

Utilizando os conhecimentos estratigráficos do bordo ocidental da bacia Paraná e do Sub-Andes, o autor procurou interpretar a estratigrafia de algumas das perfurações já realizadas no Chaco argentino-paraguaio. Por outro ângulo, foram verificadas essas interpretações à luz dos dados sísmicos conseguidos, relativamente ao Pampa e ao Chaco argentinos e ao Chaco paraguaio. Encontrou-se uma surpreendente concordância entre a interpretação estratigráfica e a geofísica. Abaixo vem o resumo das interpretações dessas perfurações e na secção geológica anexa uma visão geral do comportamento das camadas paleozóico-terciárias desde o Sub-Andes até o rio Paraná.

- Poço Quemado-1, Sierra de Zapla, Jujuy, Argentina (YPF)

Quaternário	-	8 m
Tatarenda (Terciário sub-andino)	-	536 m
Tacuru (Areniscas Superiores)	-	+ 186 m

Observação : A interpretação do YPF argentino é :

Quaternário	-	8 m
"Margas Multicolores"	-	517 m
"Horizonte Calcário Dolomítico"	-	19 m
Devoniano	-	+ 186 m

Essa interpretação está em completo desacôrdo com as observações geológicas de Feruglio (1931), relativas à área dêsse poço (pg. 18).

- Poço JB 9, Laguna La Brea, Jujuy, Argentina (YPF), extremo norte da Serra Santa Bárbara (Cota da bôca : 435 m)

Tatarenda (Terciário sub-andino)	-	80,0 m
Tacuru (Areniscas Superiores)	-	862,5 m
"Margas Multicolores" Superior	-	132,5 m
"Margas Verdes"	-	634,0 m
"Margas Multicolores" Inferior	-	162,0 m
Vitiacua ("Calcário Dolomítico")	-	157,5 m
Gondwana ("Areniscas Inferiores")	-	+ 7,0 m

- Poço Alhuampa, a 180 km a E.NE de Santiago del Estero, Argentina (Cota da bôca : ± 150 m)

Quaternário (Pampeano)	-	35 m
"Terciário"	-	821 m
Gondwana (Carbonífero-Triássico)	-	649 m
Eopaleozóico	-	420 m

Observação : Essa interpretação é baseada na comparação com o perfil de Charata e nos dados do levantamento sísmico. Na interpretação referida por Windhausen (1931, pg. 190), os últimos 450 m foram interpretados como "permico", mas as velocidades determinadas pela sismografia são características do eopaleozóico.

- Poço Charata-1, Chaco Argentino, 250 km W do extremo sudoeste da República do Paraguai (Cota da bôca : 102 m)

"Terciário"	-	786 m
Gondwana	-	914 m
Eopaleozóico	-	+ 16 m

Observação : Uma parte do que o YPF argentino indica como "Terciário" é provável ser "Missiones", porque o terciário marinho ou salobro do subsolo pampeano é maiormente argiloso e a descrição litológica do perfil indica arenitos; além disso, o perfil sísmico indicou :

Pampeano (Quaternário)	-	40 m
Entre Rios (Terciário)	-	560 m
Gondwana (Carbonífero-Triássico)	-	1.000 m
Eopaleozóico	-	700 m

Nessa perfuração observaram-se traços de óleo a 760 m e a 1.630 m, isto é, dentro do Gondwana e na sua base, no seu contato com o eopaleozoico.

- Poço San Cristobal-2, província de Santa Fé, Pampa argentino (Cota da bôca : 75 m)

Pampeano (Quaternário)	-	40 m
Entre Rios (Terciário)	-	695 m
Gondwana (Carbonífero-Triássico)	-	1.174 m

- Perfil estratigráfico padrão - Chaco paranaense, Argentina. YPF argentino indica o seguinte perfil-tipo :

Recente	-	5 m
Pampeano (Quaternário)	-	195 m
Entre Rios (Terciário)	-	660 m
Discordância angular		
Triássico	-	905 m
Permo-carbonífero	-	850 m
Discordância angular		
Eopaleozóico	-	570 m
Total	-	3.185 m

Observação : De acôrdo com as recentes informações de Harrington (1956, pg. 153) a espessura do Pampeano não passa de 80 m, havendo portanto um exagêro na presente interpretação. Também parece exagerada nesse perfil a espessura do Gondwana (Carbonífero-Triássico) em relação ao que se revela nos poços San Cristobal, Charata e Alhuampa. Os níveis com traços de petróelo nesse perfil situam-se 150 m abaixo do tôpo do "Permo-Carbonífero" e na base desta formação, no seu contato com o eopaleozóico.

- Poço Orihuela, Chaco paraguaio (Cota da bôca : ± 145 m)

Quaternário e Terciário	-	1.065 m
Triássico ? (Missiones)	-	831 m
Siluriano	-	± 129 m

Observação : Um importante nível de cinza vulcânica ocorre a 981 - - 999 m de profundidade, provàvelmente correlacionável com o vulcanismo Acahay no Paraguai Oriental (vide pg.14). A interpretação de Eckel (1959, pg. 68) sôbre o perfil dêste poço é a seguinte :

Quaternário e Terciário (Camadas Chaco)	-	600 m
"Red-beds" ("Tubarão", "Independência" e "Missiones")	-	1.167 m
Cambriano e Ordoviciano	-	129 m

Há que notar, entretanto, que não há camadas no perfil

descritivo dêsse poço que sejam referíveis às formações Tubarão e Independência que afloram no Paraguai Oriental.

- Poço Pirizal, Chaco paraguaio (Cota da bôca : ± 210 m)

"Terciário"	-	2.723,7 m
"Gondwana"	-	375,6 m

Observação: Eckel dá a seguinte interpretação para o perfil dêsse poço :

Quaternário e Terciário ("Chaco")	-	600 m
"Red-Beds" ("Tubarão", "Independência" e "Missiones")	-	2.499,3 m

A litologia descritiva dêsse perfil indica 933 m de argilas, parte das quais pode ser quaternária e outra parte terciária. Depois, até o fundo do poço, vem uma extraordinária predominância de siltitos. Ora, essa litologia não corresponde à litologia do conjunto gondwânico do Paraguai Oriental, onde predomina o arenito. Além disso, Pirizal está no eixo da grande fossa que vindo do Chaco paranaense segue para o Sub-Andes boliviano (vide mapa), o que justifica a presença de espêssa sedimentação cenozóica. Entretanto, em conformidade com os dados de levantamentos sísmicos, deve-se atribuir os últimos 375 m ao Gondwana.

- Poço La Paz, Chaco paraguaio (Cota da bôca : ± 230 m)

"Terciário"	-	1.374,3 m
Devoniano	-	801,3 m

Observação: A interpretação de Eckel é aqui ainda bem diferente :

"Chaco"	-	600 m
"Red-beds" ("Tubarão", "Independência" e "Missiones")	-	750 m
Devoniano	-	810 m
Cambriano e Ordoviciano	-	17 m

O presente autor apresenta aqui os mesmos argumentos que alinhavou no caso do poço Pirizal, relativamente à ausência de camadas gondwânicas (vide secção geológica).

- Poço Santa Rosa, Chaco paraguaio (Cota da bôca : ± 300 m)

"Terciário"	-	820,5 m
Permiano (Vitiacua)	-	30,0 m
Carbonífero (Oquita)	-	65,0 m
Devoniano (Los Monos)	-	1.372,2 m

Observação: Ainda desta vez a interpretação de Eckel é bem diferente :

"Chaco"	-	600 m
"Red-beds"	-	317 m
Devoniano	-	1.268 m
Cambro-Ordoviciano	-	103 m

O poço Santa Rosa já se situa apenas 200 km a E do Sub-Andes boliviano, por isso é natural que na interpretação do seu perfil deva ser considerada a estratigrafia dessa região. Então se verifica que no seu perfil aparece a formação Vitiacua de Mather, com 6 m de calcário, capeando um verdadeiro tilito da formação Oquita. A artificialidade da interpretação de Eckel está patente na espessura constante (600 m) das camadas "Chaco" em todos os poços do Chaco paraguaio. A espessura das camadas cenozóicas no Pampa e no Chaco variam muito, entretanto, e sempre na mesma relação com a grandeza da profundidade do embasamento cristalino, conforme indicam os perfis das perfurações e as velocidades sísmicas comparadas.

- Poço Picuíba, Chaco paraguaio (Cota da bôca : ± 450 m)

"Terciário"	-	302,4 m
Carbonífero (Mandiyuti de Mather)	-	26,1 m
Carbonífero (Oquita de Mather)	-	714,0 m
Devoniano (Los Monos de Mather)	-	1.212,0 m

Observação: A interpretação de Eckel para êste perfil é a seguinte :

"Chaco"	-	600 m
"Red-beds"	-	430 m
Devoniano	-	1.224,5 m

Atentando-se em que Picuíba fica apenas 150 km a leste do extremo norte da serra Aguaraque (Sub-Andes), cuja geologia é a-

tualmente muito bem conhecida e deve servir como padrão estratigráfico distrital, e que o devoniano aflora 150 km a ENE (Cerro Leon), não seria estranho encontrarmos o Gondwana acima do devoniano nesse poço. Realmente, verifica-se que abaixo dos primeiros 300 m da perfuração encontra-se um tilito. Daí discordarmos da interpretação de Eckel, quanto à presença ali de 600 m da formação "Chaco".

Poços da "Pure Oil" no Chaco Paraguaio - Essa emprêsa executou 4 perfurações no Chaco paraguaio, segundo informações verbais não documentadas que foram obtidas em Assunção. Êsses poços estão marcados no mapa anexo. Interessam muito, quanto às relações paleogeográficas. Por isso seria muito desejável que a "Pure" publicasse os dados estratigráficos respectivos. Os poços são os seguintes :

- Lagerenza : não há informações.

- Madrejon :

Quaternário	-	150 m
Devoniano	-	1.180 m
Quartzito	-	240 m

- Lopez - perfurado até 1.730 m onde parou no "quartzito".

- Gabina Mendoza - perfil muito semelhante ao do poço Picuíba. Parou a 2.100 m ainda no devoniano. Presença de gás a 600 m profundidade, portanto, aparentemente no Gondwana.

Conclusões sôbre as Perfurações no Chaco - Três conclusões de capital importância resultam dessas perfurações :

1a.) A completa extensão dos mares do paleozóico inferior desde a bacia Paraná até o geosinclíneo andino.

2a.) A continuidade da sedimentação continental gondwânica da bacia Paraná ao Sub-Andes.

3a.) A comprovação da origem terciária da bacia chaquenha e da variação ondulatória do seu fundo.

VII - ESTRATIGRAFIA E TECTÔNICA COMPARADAS, DO SUB-ANDES ATÉ A BACIA PARANÁ

A estratigrafia comparada das diversas regiões tratadas nestas notas está resumida no quadro anexo. Para um melhor entendimento dessa comparação, em relação a regiões de estratigrafia mais bem estabelecida, como por exemplo na Precordillera argentina e na parte oriental da bacia Paraná, Brasil, foram agregadas duas colunas respectivas. Nesse quadro deve-se notar que a classificação e a nomenclatura das unidades estratigráficas são as mesmas estabelecidas por cada autor, instituto ou emprêsa respectiva, mas as idades relativas ou equivalências horizontais das unidades ficam determinadas conforme os mais atualizados resultados das pesquisas geológicas respectivas.

1. Inconformidades

1.1 Sub-Andes : Os diversos autores que trataram da geologia do Sub-Andes revelam as seguintes discordâncias :

a) Entre o ordoviciano e o siluriano médio; pode ser atribuída a um soerguimento epeirogênico ou a uma fase orogênica "taconiana"; sem dúvida alguma há um hiato estratigráfico entre o caradociano superior e o wenlockiano.

b) Entre o siluriano médio e o devoniano inferior; representa êsse hiato sòmente uma interrupção na deposição do siluriano porque não se observou até hoje nenhuma discordância erosiva ou estrutural no contato siluriano-devoniano.

c) Depois da sedimentação marinha do devoniano inferior e médio (Los Monos - Iquiri), uma orogenia dita "acadiana" soergueu muito alto o geosinclíneo respec

tivo, nos Andes, no Sub-Andes e na Precordillera (na Precordillera, bem estudada por Frenguelli, 1949, entre Jachal e Guandacol).

d) Depois da orogenia acadiana, inicia-se a sedimentação do devoniano continental (Guandacol e talvez Tupambi) com delgadas invasões marinhas; segue-se, sem discordância, a sedimentação do carbonífero inferior; no limite do carbonífero inferior com o superior, sobrevém uma nova orogenia, chamada "asturiana", duvidosamente indicada no Sub-Andes e seguramente verificada na Precordillera argentina.

e) Após a sedimentação do carbonífero (grupo Mandiyuti) segue-se com discordância erosional o permiano inferior (Vitiacua); sobrevém então a orogenia "pfalziana", bem verificada na Precordillera, mas não revelada ainda no Sub-Andes.

f) Extenso período erosional representa no Sub-Andes o hiato Vitiacua-Tacuru; na base da formação Tacuru, um conglomerado (Galarza) representa essa discordância mas ainda não se notou inconformidade estrutural. Um tão dilatado período erosional não poderia deixar sem marcas o seu transcurso - daí a ausência local da formação Vitiacua e de parte do Gondwana, e suas consequentes variações de espessura.

g) À sedimentação Tacuru segue-se a deposição das camadas Tatarenda, ainda com discordância erosional (conglomerado Petacas); então, no limite do mioceno com o plioceno sobrevém a orogenia "incaica", uma das mais importantes na construção das montanhas andinas.

h) Após a sedimentação das camadas Jujuy, representantes de uma fase de deposição em região montanhosa sujeita a clima semi-árido (abundância de conglomerados), acontece a orogenia "quichuana", a principal responsável pelo atual quadro tectônico subandino (apertamento dos anticlinais, empurramentos, imbrica

mentos, etc.), já no limite do plioceno com o pleistoceno; os acontecimentos orogênicos aqui descritos são responsáveis pelas discordâncias estruturais que se notam na base e no tôpo das camadas Jujuy, as quais estão agora parcialmente superpostas por sedimentos quaternários horizontais.

1.2 Chaco : Na região do Chaco a evolução tectônica mal pode ainda ser delineada. Apenas pode-se inferir o seguinte :

a) Um dobramento anticlinal no devoniano inferior (acadiano) relativo às serranias de Santiago e Sunsas (sistema de Chiquitos) no oriente da Bolívia.

b) Um provável e amplo sinclinal entre as serras de Santiago e San José e os Cerros de San Miguel, Leon e Christian.

c) Um provável anticlinal na região dos cerros anteriormente mencionados; como base dessa inferência há os dados dos perfis estratigráficos dos poços Picuíba, a oeste de Cerro Leon, e Madrejon, a leste dêsse cerro, ambos no Chaco paraguaio. Êsse anticlinal, de rumo N.NW, parece prosseguir sepultado em direção ao sul, indo de novo aflorar nas vizinhanças orientais de Assunção.

d) Um suave dobramento no terciário superior (incaico?) em parte complicado por falhamento e formação de fossa. Esta tectônica é responsável pela formação da bacia chaquenha, em cujo fundo o embasamento pré-cambriano pode atingir cotas de 4.000-5.000 metros abaixo do nível do mar, como no grande sulco que vindo do pampa santafecino passa ao ocidente de Assunção, segue rumo noroeste para Pirizal e depois para a região subandina boliviana (vide esbôço geológico anexo e respectiva secção).

1.3 Paraguai Oriental : Os atuais conhecimentos sôbre a geo

logia do Paraguai Oriental não são suficientes para uma segura interpretação da sua evolução tectônica. Por isso as inferências adiante mencionadas têm um caráter muito provisório :

a) Provável orogenia após a sedimentação do siluriano inferior (série Caacupé). Seguramente há um grande hiato de erosão entre o siluriano inferior (Caacupé) e o devoniano inferior-médio (série Itacurubi). Essa orogenia poderia corresponder à fase "taconiana" da região andino-subandina, mas no Paraguai Oriental as deformações correspondentes teriam sido muito atenuadas. É de se notar que na parte oriental da bacia Paraná, Brasil, há diversas séries pré-devonianas (Maricá, Itajaí, Iapó) também deformadas por orogênese com vulcanismo riolítico associado.

b) Sedimentação discordante do devoniano "Itacurubi" e orogenia, também atenuada, correspondente à fase "acadiana" do Sub-Andes, com consequente elevação de extensas faixas anticlinais, como as que se estendem de Ypacaraí a Cerro Leon, e pelo sistema Chiquitos (a 1a. com direção N.NW e a 2a. W.NW). Associadas a inflexões positivas do substrato pré-cambriano, as faixas anticlinais devonianas teriam se mantido no transcurso posterior da história geológica como "terras altas", na região Paraguai - Chaco - - E. Bolívia.

c) Processadas as sedimentações do paleozóico superior e do mesozóico (Aquidauana, Independência, Missiones), com respectivas fases de erosão, subsidência e soerguimento, seguidas do colossal vulcanismo basáltico Paraná, sobrevém a duradoura subsidência que deu origem à bacia chaquenha, com consequente orogenia (incaica?) ocasionando, no sul do Paraguai Oriental, um suave dobramento demonstrado na superfície pelo arco das camadas Missiones. Durante a erosão no intervalo devoniano-carbonífero, a aba ocidental do anticlinal devoniano mencionado em (b) foi removida de Ypacaraí para o ocidente até aproximadamente o meridiano 59º (vide secção geológica). E o

CPRM DEINF DIDOTE

mesmo provàvelmente aconteceu ao "Gondwana" (Aquidauana-Independência) no intervalo permiano-triássico superior; de fato, nas vizinhanças orientais de Assunção e nos poços Orihuela, Pirizal e La Paz, no Chaco, não foram identificadas as camadas carbonífero-permianas.

d) Finalmente, numa fase possìvelmente correspondente às deformações "quichuanas" do Sub-Andes, desenvolvem-se os falhamentos com abertura de fossas em Ypacaraí, associada ao vulcanismo basáltico-riolítico Acahay. Parece ser dessa época também o "graben" chiquitano do Oriente da Bolívia. (Ahlfeld, 1946) e uma possível fossa ou "trincheira" na área de Pirizal, no Chaco Paraguaio.

X X X X X X X

VIII - O PROBLEMA DA BUSCA DO ÓLEO NO SUB-ANDES, NO CHACO E NO PARAGUAI ORIENTAL

1. Sub-Andes

Dentre as emprêsas interessadas no aproveitamento do petróleo subandino, contam-se três companhias brasileiras. Por isso, interessa aos geólogos e economistas brasileiros o planejamento das atividades relativas à consecução dêsse desiderato. No modo de entender do autor dêste relatório, em linhas gerais o plano ordenado da pesquisa de locais favoráveis a perfurações seria o seguinte :

a1) Levantamento aerofotográfico. Com as fotografias aéreas e mosaicos respectivos far-se-ia uma foto-interpretação preliminar, distinguindo as diversas unidades morfológico-litológicas e as estruturas. Foi referido que na faixa subandina as áreas potencialmente petrolíferas se encontram predominantemente nos cordões anticlinais falhados. A natureza do relêvo e a diversidade litológica das diversas formações tornam essa região particularmente favorável à técnica da fotogeologia, a qual, sem sombra de dúvida, leva grande vantagem sôbre o método direto no que respeita à rapidez do mapeamento geológico estrutural. Ainda mais que a região é muito acidentada, coberta parcialmente de floresta e de difícil e moroso acesso (pelo que é especialmente recomendável o uso do helicóptero).

a2) Aerofotogrametria de áreas específicas, escolhidas na foto-interpretação preliminar, para servir de base aos trabalhos posteriores.

b) Geologia no terreno de caráter geral, tomando como base os dados da fotogeologia preliminar. Então seria estabelecida a coluna estratigráfica distrital (a regional já é razoàvelmente conhecida), com marcação das camadas-chave, dos níveis de acumulação e suas

características físicas, da natureza e evolução das estruturas, das espessuras das unidades e suas variações, coleta de amostras típicas para densidade e permeabilidade magnética, reconhecimento radiométrico, etc.

c) Levantamento aeromagnetométrico, com base principalmente nos mosaicos aerofotográficos. Alternativa (ou complemento) - Aerocintilometria, se o reconhecimento terrestre justificá-la.

d) Integração geológica, utilizando os dados da geologia de campo e do levantamento magnetométrico combinados com uma fotogeologia final. Salienta-se aqui o papel do levantamento magnetométrico na separação mais precisa dos contatos das unidades estratigráficas e principalmente na locação de falhamentos não detectados durante os trabalhos de foto-interpretação e de geologia de campo.

e) Geologia específica, no campo, com levantamentos à prancheta das estruturas possìvelmente perfuráveis.

f) Levantamentos sísmicos em áreas específicas para solução de problemas estruturais (dobramentos complicados com falhamentos e imbricamentos) cuja solução esteja incerta com a utilização dos recursos combinados da geologia e da magnetometria.

Como observação final sôbre a pesquisa do petróleo no Sub-Andes, deve ser acentuado que, de acôrdo com o que implìcitamente transparece nos relatórios técnicos respectivos dêstes últimos anos, o óleo já tinha sua situação de armazenamento perfeitamente definida no paleozóico. Tudo indica que as orogenias terciárias apenas contribuíram para a sua fuga parcial. Em consequência, a pesquisa deve estar atenta à situação mais favorável das camadas gondwânicas (Tarija e Tupambi) e das formações devonianas (Los Monos e Iquiri). Estas últimas, além do seu caráter de "source bed" do petróleo subandino, na época presente estão contribuindo para a sua mais elevada taxa de produção (especialmente as camadas Iquiri).

2. Chaco

A pesquisa de petróleo no Chaco paraguaio foi tentada pelas companhias Union Oil e Pure Oil, e está sendo desenvolvida pela Pegasa S. A. As nove perfurações executadas pelas duas primeiras companhias e os sumários dados geofísicos obtidos pela Union já deram importantes informações sôbre o subsolo chaquenho, como a presença areal geral da "source bed" devoniana. A pesquisa de estruturas fechadas e/ou "traps" parece que se reduz, portanto, a um trabalho prévio de geofísica-aeromagnetometria para relêvo do embasamento seguida de sismografia para locação mais precisa de áreas perfuráveis. A seleção de áreas para método sísmico estaria condicionada às regiões que se apresentassem como encostas de altos estruturais antigos, isto é, de idade paleozóica inferior. Da mesma maneira que para o Sub-Andes, não há nenhuma justificativa para pesquisa de óleo no terciário, daí a conveniência de procurar-se as áreas em que estas camadas-cobertura sejam menos espêssas. Neste particular, no Chaco paraguaio as áreas teòricamente mais favoráveis seriam a do seu extremo noroeste e a das proximidades do rio Pilcomayo, ao sul de Pirizal.

3. Paraguai Oriental

Encontrando-se a "source bed" devoniana no Paraguai Oriental, e uma tectônica morfològicamente semelhante à do Chaco, não há indicação teórica negativa sôbre a possibilidade de petróleo nessa região. Eckel menciona mesmo um ou dois "seeps" (1959, pg. 82). As condições geológicas expostas páginas atrás (capítulo III) indicam a região do sul-sudeste da Capital. Deve-se notar que o fundamento cristalino ao longo do rio Paraná, entre Ita Ybaté e Corrientes, varia de 700 a 1.000 metros de profundidade. A pesquisa de inversões de mergulho, nos arredores e ao sul de Villarica, seria recomendável.

X X X X X X X

Petrópolis, 11 de novembro de 1959

Octavio Barbosa
Geólogo-Chefe

OB:dc

IX - BIBLIOGRAFIA

Ahlfeld, F. - "Geologia de Bolivia"
Rev. Museo de La Plata, n. s., t. III, Geologia nº 19, 1946, La Plata.

Barbosa, O. - "Contribuição à Geologia da Região Brasil-Bolívia" Min. e Metalurgia, vol. XIII, nº 77, 1949, Rio de Janeiro, 271/278.

———— - "Comparison between the Gondwana of Brasil, Bolivia and Argentina" - Symposium sur les séries de Gondwana, XIXe. Congr. Geol. International, Alger 1952, 313/324.

———— - "Remarks on the Age of Lower Gondwana Floras, Brasil and Abroad" - Paper submitted to the Gondwana Commission, Mexico City, 1956.

———— - "Nota sôbre a idade da Série Corumbá"
Anais Acad. Bras. Ci., vol. 29, nº 2, 1957, Rio de Janeiro, 249/250.

Barbosa, O. e Gomes, F.A. - "Pesquisa de Petróleo na Bacia do Rio Corumbataí, Estado de São Paulo" - Bol. nº 171 Div. Geol. e Mineralogia, 1958, Rio de Janeiro.

Beder, R. - "Sobre un hallazgo de fossiles permicos en Villarica, República del Paraguay" - Bol. Acad. Nac. Ci. Córdoba, 1923, vol. 27.

Beder, R. e Windhausen, A. - "Sobre la presencia del Devonico en la parte media de la República del Paraguay" - Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, 1918, vol. 23.

Beurlen, K. - "A Geologia pós-Algonquiana do Sul do Estado de Mato Grosso" - Bol. nº 163 Div. Geol. e Miner., 1956, Rio de Janeiro.

Beurlen, K. e Sommer, F.W. - "Observações Estratigráficas e Pa-

leontológicas sôbre o Calcário Corumbá" - Bol. nº 168 Div. Geol. e Miner., 1957, Rio de Janeiro.

Bonarelli, G.- "Tercera contribución al conocimiente geológico de las regiones petrolíferas subandinas del Norte"- Dir. de Minas, Geol. e Hidr., XV, nº 1, Buenos Aires, 1921.

Eckel, E.B. - "Geology and Mineral Resources of Paraguay - A Reconnaissance" - US Geol. Surv., Prof. Paper 327, 1959, Washington DC.

Feruglio, E. - "Observaciones geológicas en las Provincias de Salta y Jujuy" - Contr. YPF a la 1a. Reunion Nac. Geogr., Buenos Aires, 1931, VII, 5/39.

Frenguelli, J.- "Moluscos Continentales en el Paleozoico Superior y en el Triassico de la Argentina" - Notas del Museu de La Plata, tomo X, Paleontologia nº 83, 1948,181/ /204.

———— - "El perfil de La Cortadera, en las faldas orientales de los Cerros de Villa Union, La Rioja" - Rev. Assoc. Geol. Argentina, t. IV, nº 4, 1949, 299/335.

Gordon Jr., M. - "Classificação das Formações Gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul" - Notas Prel. e Est., nº 38, Div. Geol. Miner., 1947, Rio de Janeiro.

Harrington, H.J. - "Geologia del Paraguay Oriental" Fac. Cienc. Exastas, Univ. Buenos Aires, Contr. Cient., Serie E : Geol. Vol. 1, 1950.

———— - "Handbook of South American Geology. Paraguay" Mem. 65 Geol. Soc. Am., 1956, 99/114.

———— - "Handbook of South American Geology. Argentina" Mem. 65 Geol. Soc. Am., 1956, 129/166.

Heim, A. - "Observaciones tectonicas en Barreal, Precordillera de San Juan" - Rev. del Museo de la Plata (n. s.),

Secc. Geol., t. II, 1945, 267/286.

Lange, F.W.- "Estratigrafia do Estado do Paraná" Em "Paleontologia do Paraná"- Publ. Com. Centenário Paraná, Curitiba, 1954.

———— - "Nota Preliminar sôbre a Fáunula do Arenito El Carmen, Bolívia" - Bol. Soc. Bras. Geol., vol. 4, nº 1, 1955, São Paulo, 3/26.

Mather, K.F. - "Front Ranges of the Andes between Santa Cruz, Bolivia, and Embarcacion, Argentina" - Bol. Geol.Soc. Amer., vol. 33, 1922, 703/764.

Padula, E.L.- "Yacimientos de Petroleo y Gas en Bolivia - Distrito Sur" - Symposium sobre Yacimientos de Petroleo y Gas - XX Congresso Geológico Internacional, Tomo IV, 1956, 23/41, México.

Picard, L. - "La Structure du Nord-Ouest de l'Argentine" Bull. Soc. Geol. France, XVIII, 1949, Paris, 675/ /846.

Putzer, H. - "Os saltos do rio Iguaçu, Paraná, e sua geologia" Rev. Esc. Minas, Ouro Prêto, XVIII, nº 1, 1953, 11/17.

Reed, L.C. - "San Pedro Oil Field, Province of Salta, Northern Argentina" - Bull. Amer. Assoc. Petr. Geol., 30,4, 1946, Tulsa, 591/605.

Schlagintweit, O. - "Observaciones Estratigráficas en el Norte Argentino" - Bol. Inform. Petr., YPF Buenos Aires, 1937, 1/49.

Windhausen, A. - "Geologia Argentina" Peuser & Co., Buenos Aires, 1931.

X X X X X X X

ESTRATIGRAFIA COMPARADA NA PRECORDILLERA ARGENTINA, SUB-ANDES, ORIENTE BOLÍVIA/OESTE BRASIL, PARAGUAI ORIENTAL E BACIA PARANÁ ORIENTAL

IDADE	OROGENIA (Andes, Sub-Andes, Precordillera)	Precordillera, Argentina	Jujuy, Argentina	Salta, Argentina		Sub-Andes, Bolívia (Mather)	Oriente Bolívia - Corumbá, Brasil (Barbosa, 1959)	Paraguai Oriental (Barbosa, 1959)	Bacia Paraná Oriental (Barbosa, 1959)
				Standard Oil	YPF				
Plioceno Superior	QUICHUANA		Camadas Jujuy	Chaco Superior		—	—	"Terciário"	—
Mioceno Superior	INCAICA		"Terciário Subandino" "Areniscas Superiores"	Chaco Inferior Candado	"Terciário Subandino" "Areniscas Superiores"	Tatarenda Tacuru			
Cretáceo Superior			"Margas Multicolores"	—	—	—	—	—	Bauru
Liássico			—	—	—	—	—	—	Uberaba (ou Cayuá)
Triássico		"Lavas Porfiríticas"	"Horizonte Calcário Dolomítico" (Bonarelli, 1921 - Harrington, 1956)	—	—	—	—	Basaltos	São Bento: Basaltos, Botucatu, Santa Maria
Permiano Inferior	"PFALZIANA"	Patquia	"Horizonte Calcário Dolomítico" (Picard, 1948)	—	—	Vitiacua		Missiones / Independência	Rio do Rasto: Esperança, Serrinha; Estrada Nova: Teresinha, Serra Alta; Irati: Assistência, Taquaral
Carbonífero Superior	"ASTURIANA"	Água Colorada Arroyo la Salamanca	"Areniscas Inferiores"	San Telmo	Gondwana Superior	Machareti	El Porton	Aquidauana	Tubarão: Palermo ou Itapetininga (1 tilito); Rio Bonito ou Tietê (1 tilito); Gramadinho (2 tilitos); Capivari (marinho); Elias Fausto (1 tilito); Itu (1 tilito)
Carbonífero Inferior		El Tupe La Cortadera		Mandiyuti Tarija	Gondwana Médio Gondwana Inferior	Mandiyuti			
Devoniano Superior	"ACADIANA"	Guandacol		Tupambi	Tupambi	Oquita	—	—	—
Devoniano Inferior		"Devoniano" Inferior	"Devoniano" Inferior	"Devoniano" Inferior	"Devoniano" Inferior	Espejos (ou Iquiri) Los Monos	La Torre Limoncito	Itacurubi	Ponta Grossa
Siluriano Médio		"Siluriano" Médio	"Siluriano" Médio	"Siluriano" Médio	"Siluriano" Médio	—	El Carmen Jacadigo	Caacupé	Furnas
Siluriano Inferior	"TACONIANA"	—	—	—	—	—			
Ordoviciano	CAMBRO-ORDOVICIANA	"Ordoviciano"	"Ordoviciano"	"Ordoviciano"	"Ordoviciano"	—	—	—	Iapó, Itajaí, Maricá
Cambriano		"Cambriano"	—	—	—	—	Corumbá	—	

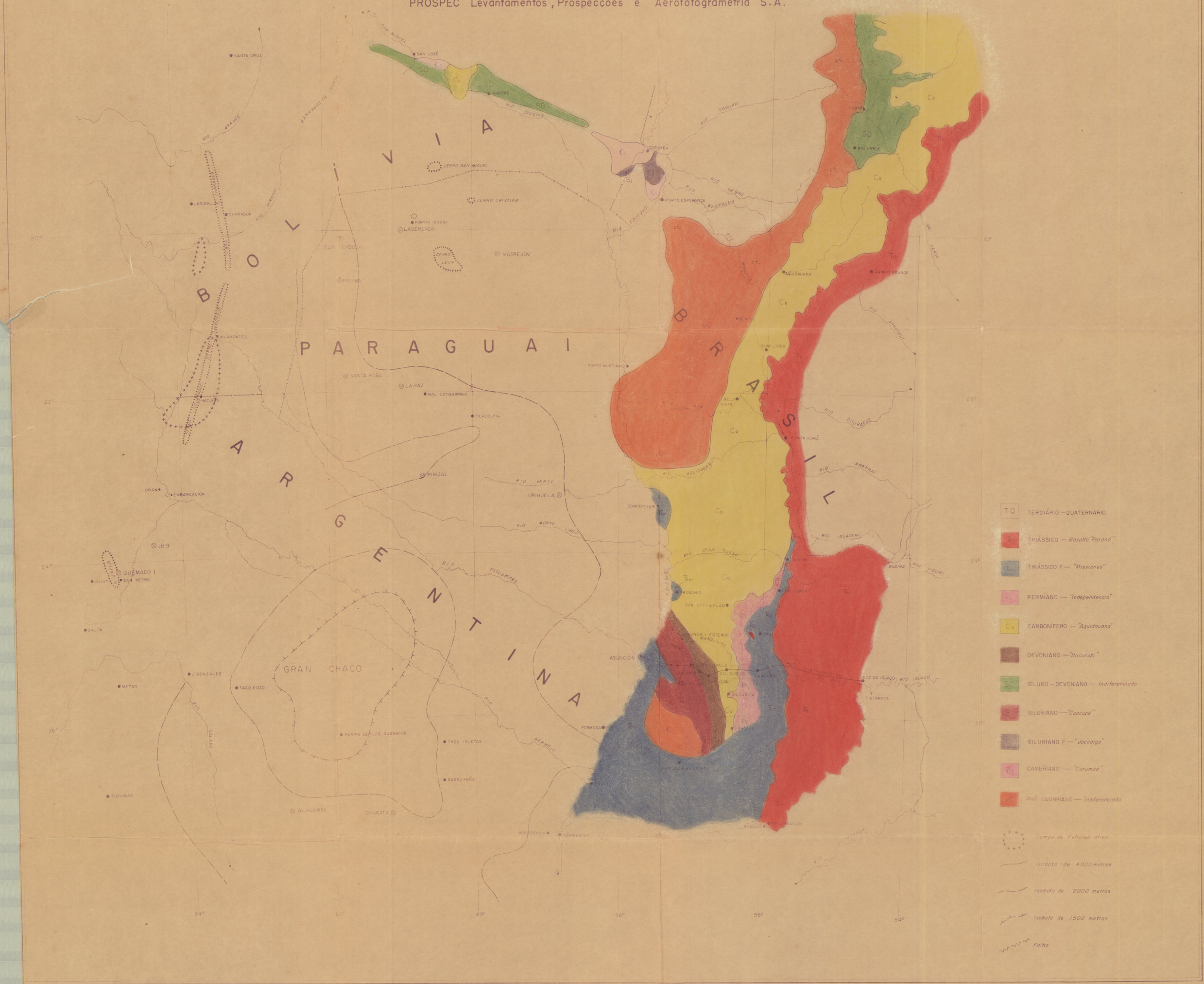
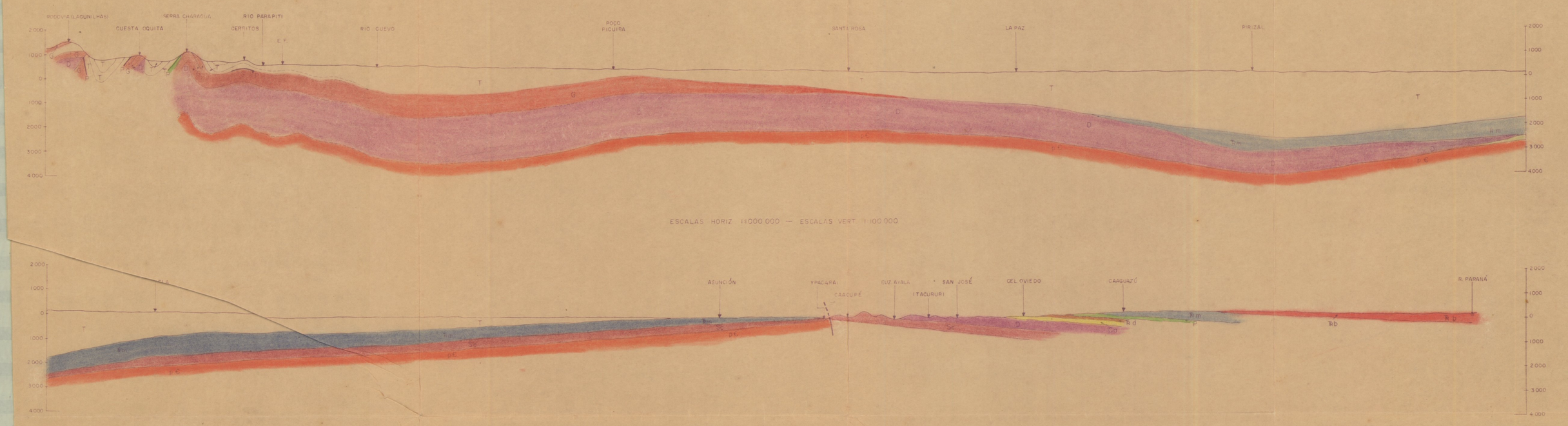
ESBOÇO GEOLÓGICO DO PARAGUAI E ÁREAS VISINHAS DO BRASIL E BOLÍVIA

ESCALA 1:2 500 000

0 25 50 75 100 200 300 400 500 KM

COMPILADO POR OCTAVIO BARBOSA

PROSPEC Levantamentos, Prospecções e Aerofotogrametria S.A.



SECÇÃO GEOLÓGICA SUB-ANDES – ASUNCIÓN-RIO PARANÁ