

GEOLOGIA DO CARBONÍFERO DOS FLANCOS NORDESTE DA BACIA DO PARANÁ E SUDOESTE DA BACIA DO PARNAÍBA E SUAS POSSIBILIDADES URANÍFERAS

Sebastião Maia de Andrade
 Paulo Ernani Noleto Camargo
 NUCLEBRÁS - Escritório Regional de Goiânia

ABSTRACT

The Carboniferous sequences of the Northeastern flank of the Paraná Basin and those of the southwestern flank of the Parnaíba Basin have been an object of discussion and polemics for quite a long time, especially in terms of their stratigraphic relationships and their depositional environments. Thus, we reinforce our main objective, which is to furnish data for the definition of the uranium potential in Carboniferous sediments, by adding recently acquired information that should help to clarify the existing controversies.

The Carboniferous along the Northeastern flank of the Paraná Basin is represented by the Aquidauana Formation which has been formally divided into three members: lower, middle and upper.

The middle member, of marine origin, constitutes a prospective target for uranium associated with phosphate, in which sandstones interbedded with shales constitute the host rocks.

On the other hand, the Carboniferous of the Southwestern margin of the Parnaíba Basin, which encompasses the Longá, Poti and Piauí Formations, has shown very remote possibilities for the occurrence of uranium.

The regional structural framework, as reflected on the Carboniferous rocks along of the flanks of both basins, is characterized by homoclines cut by gravity faults. The faults along these weakness systems were occasionally intruded by basic rocks of Cretaceous age. Superimposed on the regional structure, open folding presents itself in the form of anticlines and domes. These folds are discontinuous structures resulting from uplift due to vertical stresses or result from differential subsidence along the limbs of the folds.

INTRODUÇÃO

Apresentamos os resultados das atividades de prospecção uranium, nos flancos nordeste da Bacia do Paraná e sudoeste da Bacia do Parnaíba, também procuramos contribuir com subsídios para esclarecer certos temas em controvérsia com relação a estratigrafia e ambiente de sedimentação das rochas de idade carbonífera.

No contexto geológico existente, de superfície e subsuperfície, foram acrescentados novos dados de campo, propiciando a confecção de painéis diagrama estratigráficos, blocos diagrama e seções geológicas. Este procedimento permitiu visualizar, de maneira regional, o comportamento estratigráfico e estrutural das unidades litoestratigráficas componentes do sistema carbonífero, bem como dividi-las nos seus respectivos membros.

As áreas focalizadas, neste trabalho, cobrem uma superfície a proximada de 144.000 km² na Bacia do Paraná e 218.000 km² na Bacia do Parnaíba, estando localizadas, na sua quase totalidade, no Estado de Goiás (Figura 1).

GEOLOGIA

O Carbonífero do flanco nordeste da Bacia do Paraná é representado somente pela Formação Aquidauana. A faixa de afloramento destes sedimentos estende-se desde as cabeceiras do rio dos Bois, em território goiano, até as cabeceiras do rio das Mortes, no Estado do Mato Grosso. A sua direção é aproximadamente E-W, com suave mergulho para o sul e inflexão para noroeste em território matogrossense.

Por outro lado, a sequência sedimentar de idade carbonífera, do flanco sudoeste da Bacia do Parnaíba é composta pelas formações Longã, Poti e Piauí. A exposição destes sedimentos alinha-se aproximadamente na direção N-S a leste das cidades de Ponte Alta do Norte, Novo Acordo e Itacajá no Estado de Goiás. Ainda, em território goiano, a oeste do rio Tocantins, foram preservados remanescentes de sedimentos de idade carbonífera condicionados por um grande graben, com as falhas dispostas na direção N-S.

A maior espessura de sedimentos carboníferos na Bacia do Paraná ocorre na região de Alto Garças com um total de 1.200 metros, enquanto que na Bacia do Parnaíba a maior espessura é de 800 metros registrada no centro da bacia.

BACIA DO PARANÁ

Formação Aquidauana. O nome Aquidauana foi introduzido, pela primeira vez na literatura geológica, por LISBOA (1909), para designar os arenitos que afloram no vale do rio homônimo ao sul de Mato Grosso do Sul. LISBOA (op. cit.), posicionou estes arenitos na base de sua Série Maracaju de idade cretácica, assim constituída:

	Lava básica em lençóis e sills	400 m
Série Maracaju	Arenito Botucatu com folhelhos subordinados	50 m
500 m	Arenito Aquidauana	50 m
	Conglomerado	

Os demais geólogos que sucederam a LISBOA elevaram os arenitos Aquidauana à categoria de Formação, Grupo e Série.

Neste trabalho adotamos o nome de Formação Aquidauana, conforme SCHNEIDER et alii (1974). No que tange à sua origem introduzimos novos conceitos para esta unidade litoestratigráfica.

OLIVEIRA e MULHMAN (1965), posteriormente SCHNEIDER et alii (op. cit.), dividiram a Formação Aquidauana em três intervalos. Estamos denominando informalmente estes intervalos de membros: inferior, médio e superior (Figura 2).

O membro inferior é constituído, predominantemente, por arenitos avermelhados, granulação média a grosseira, subarredondados, mal selecionados, feldspáticos, leitos conglomeráticos, estratificação cruzada planar e acanalada. Ainda ocorrem associados a este membro, ocasionais intercalações de siltitos, folhelhos e corpos de diamictitos caracterizados por seixos e matacões de quartzo e quartzito, dispersos em uma matriz siltico-argilosa, bem como depósitos de paleocanais. A sua espessura máxima, em subsuperfície, é de 316 metros no poço 2-JAst-1-GO, 260 m no poço 2-AGst-1-MT, enquanto que no poço TQst-1-MT não foi possível determinar a sua espessura, tendo em vista que este furo parou na parte basal da formação. A espessura deste membro em superfície, na região de Vila Maria em direção a Portelândia, no Estado de Goiás é de 280 metros. O seu contato com as rochas pré-carboníferas é discordante, sendo caracterizado por fino conglomerado basal depositado sobre uma superfície de erosão. Nenhum fóssil foi encontrado no membro inferior, indicativo de ambiente de sedimentação, assim sendo os depósitos em paleocanais e diamictitos semelhantes aos da Formação Itararé, de origem glacial, sugerem ambiente fluvio-glacial para este membro.

O membro médio consta predominantemente de folhelhos e siltitos com ocasionais intercalações de arenitos. Os folhelhos e siltitos são avermelhados, com fraturas irregulares bem laminados, impressões de fósseis vermiformes, estruturas de chama, ondas por ação de carga, pseudo nódulos e marcas de ondas. Os corpos de arenitos intercalados são avermelhados, granulação média a fina, grãos subarredondados, boa classificação e estratificação cruzada planar e acanalada. A espessura do membro médio em subsuperfície é de 110 m no poço 2-JAst-1-GO, 124 m no poço 2-AGst-1-MT e 160 m no poço TQst-1-MT, enquanto que em superfície

na seção geológica entre Vila Maria e Portelândia é 105 m. O seu contato com o membro inferior é normal, sendo caracterizado por uma brusca quebra litológica, resultante da passagem de folhelhos para arenitos, enquanto que o seu contato com o membro superior é gradacional, passando de siltitos, folhelhos e arenitos, para arenitos finos a médios. Nestes arenitos ocorrem, associadas com urânio, concentrações de fosfatos em forma de cimento. O local mais favorável para a formação de fosfato é o estuário, onde altas concentrações de fosfatos dissolvidas propiciam condições favoráveis para o deslocamento de carbonato de cálcio. DEGENS (1965), mostrou ser muito pouca a quantidade de fosfato de origem continental e este quando ocorre, constitui-se principalmente de ossos de vertebrados e não é difícil de distinguir do fosfato de origem marinha, formado a uma profundidade de 100 a 1.000 pés.

Provavelmente, a sedimentação do membro médio marca o início de uma incursão marinha, durante o carbonífero na Bacia do Paraná, semelhante àquela que ocorreu durante a deposição do membro superior da Formação Piauí, na Bacia do Parnaíba.

O membro superior é constituído por arenitos com intercalações de folhelhos, siltitos e corpos de diamictitos. Os arenitos são róseos avermelhados, granulação média a fina, subarredondados, regularmente selecionados, com frequentes ocorrências de muscovita e feldspatos, bem como estratificação cruzada predominantemente planar.

Durante a deposição do membro superior deve ter havido uma transição de ambiente marinho raso para continental, com contribuição glacial, tendo em vista a passagem gradacional dos clásticos, contendo fosfato, do membro médio para o membro superior e a ocorrência de diamictitos semelhantes aos da Formação Itararé, de origem glacial. A espessura do membro superior em subsuperfície é 415 metros no poço 2-AGst-1-MT, 501 metros no poço 2-Qst-1-MT e 602 metros no poço 2-JAst-1-GO, enquanto que em superfície na seção geológica Vila Maria-Portelândia é de 370 metros. Os membros do membro superior são discordantes com as rochas subjacentes de idade permiana.

Comparando as espessuras máximas dos três membros temos o total de 1.078 metros, de sedimentos para a Formação Aquidauana. Os estudos palínológicos efetuados por DAEMON e QUADROS (1969) permitem datar os sedimentos da Formação Aquidauana como sendo do Carbonífero Superior (Stephaniano).

Como vimos, as características litológicas do membro inferior da Formação Aquidauana, constituído predominantemente de arenitos com paleocanais e diamictitos, sugerem deposição fluvio-glacial, que se processou sobre uma superfície de discordância esculpida no topo das rochas pré-carboníferas.

Por outro lado, a ocorrência de fosfato é mais indicativa de uma invasão marinha, com ocasionais incursões de massas de gelo, durante o carbonífero, na Bacia do Paraná, responsável pela deposição dos sedimentos dos membros médio e superior da Formação Aquidauana.

BACIA DO PARNAÍBA

Formação Longã. O nome Formação Longã foi proposto por ALBUQUERQUE (1946), para designar o folhelho que aflora no vale do rio Longã, onde a estrada Campo Maior-Castelo, no Estado do Piauí, atravessa o referido rio.

Os sedimentos por nós considerados como Formação Longã tem o mesmo sentido de ANDRADE e DAEMON (1974). Estes sedimentos foram divididos informalmente em três membros.

O membro inferior é representado por folhelhos e siltitos escuros, micáceos, bem estratificados, com estrutura mosqueada pela ação de organismos perfuradores. O contato deste membro com a Formação Cabeças mostra evidências de discordância local, nas margens da bacia, enquanto que nas partes mais profundas os estudos de pólen sugerem contato concordante. A discordância da borda da bacia entre a Formação Longã e Cabeças é descrita por ANDRADE e CAMARÇO (1982), como sendo caracterizada por brusca quebra litológica, podendo em certos locais, como no rio Perdida, afluente do rio do Sono, observar a ocorrência de fíno conglomerado basal da Formação Longã.

O membro médio é caracterizado por arenito amarelo, pintalgado de manchas escuras ferruginosas, granulação fina, micáceo, bastante

argiloso e marcas de onda. Boas exposições deste membro podem ser observadas na cachoeira do rio Manoel Alves Pequeno, a sul da cidade de Itacajá, no Estado de Goiás.

O membro superior é composto por uma sequência constituída de folhelho e siltito cinza-escuros, micáceos, às vezes calcíferos, piritosos, estruturas flaser, lenticular e mosqueada pela ação de organismos perfuradores, bem como frequente intercalação de conglomerado oligomítico.

A seção geológica da Formação Longã, segundo ANDRADE e DAEMON (op. cit.), apresenta-se completa no poço 1-TM-1-MA, ao passo que nos poços 1-C1-1-MA e 2-IZ-1-MA está reduzida ao seu membro inferior, caracterizando uma discordância com a Formação Poti nas partes marginais do flanco sudoeste da Bacia do Parnaíba (Figura 3). Esta discordância foi detectada através dos estudos palinológicos do poço 2-IZ-1-MA e desaparece em direção às partes centrais da bacia.

Os estudos palinológicos permitiram datar a Formação Longã como pertencente ao Carbonífero Inferior (Tournaisiano). Estes estudos associados à existência de piritita, estrutura mosqueada pela ação de organismos perfuradores e marcas de onda são indicativos de ambiente marinho redutor, porém, de águas pouco profundas.

Formação Poti. O nome Poti foi introduzido por LISBOA (1914), para designar os sedimentos constituídos de arenitos calcíferos, que afloram em certo trecho do rio de mesmo nome no Estado do Piauí.

PAIVA (1937), propôs o nome Série Poti para as camadas situadas no intervalo de 219-503 m de profundidade no poço nº 125, perfurado sob a direção do Serviço de Fomento da Produção Mineral, próximo à cidade de Teresina, no Estado do Piauí.

CAMPBELL (1949), denominou de Formação Poti ao intervalo compreendido entre 219 - 423 m no supra citado poço.

A Formação Poti por nós estudada é a mesma definida por ANDRADE e DAEMON (op. cit.), isto é, compreende 2 membros denominados informalmente de inferior e superior, situados entre os sedimentos da Formação Longã e os arenitos vermelhos da Formação Piauí.

O membro inferior é composto por arenito róseo esbranquiçado, quartzoso, caulínico, granulação variando de fina a média, às vezes grosseira, micáceo, friável, frequentes ocorrências de leitos de conglomerados, bem como seixos e matações de quartzito dispersos no arenito, estratificação cruzada predominantemente planar com os "sets" formando ângulo de até 20° e ocasionais intercalações de siltitos e folhelhos. A espessura deste membro, medida em superfície, varia de 110 a 121 metros na região compreendida entre as cidades de Itacajá e a aldeia Pedra Branca dos Índios Craões, no Estado de Goiás. O seu contato com o membro superior é caracterizado pela passagem de arenito para siltito, folhelho e diamictito.

O membro superior mostra a sua melhor exposição a oeste do graben São Salvador, localizado na serra de mesmo nome, próximo a divisa dos estados de Goiás e Maranhão. Litologicamente é constituído por siltito e folhelho acinzentado, às vezes esverdeados com intercalações de arenito róseo arroxeadado, granulação fina a média, regularmente classificado, ocasionalmente calcífero, com estrutura de marcas de onda. Na parte superior deste membro intercalam-se finas camadas de calcário, cinza creme, bastante arenoso, bem como restos de plantas carbonizadas e raras lentes de conglomerados com espessura variando de 20 a 30 cm, constituído por seixos de quartzo e matriz siltico-argilosa. Na parte basal do membro nota-se a ocorrência de diamictito de coloração róseo arroxeadado, caracterizado por grãos e seixos de quartzo dispersos em matriz compacta argilosa, bastante micáceo às vezes calcífero com intercalação de arenito róseo, quartzoso, granulação fina a média, subangular e argiloso. Este conjunto litológico grada lateralmente para siltito e folhelho de cores variadas, predominando a cor cinza creme esverdeada, micáceo e parcialmente caulínico. A espessura deste membro varia de 30 a 54 metros. O seu contato com a Formação Piauí é discordante, identificado através das seguintes observações: a) evidência de superfície de erosão no topo desta unidade; b) as correlações das seções geológicas dos poços pioneiros perfurados para petróleo com as seções geológicas de superfície mostram falta de camadas nas suas partes superiores (Figura 3).

Os estudos palinológicos realizados por MULLER (1962), da tam a Formação Poti como sendo do Mississippiano. KEGEL (1953), des creve várias espécies de Edmondia do Carbonífero Inferior e de origem marinha, encontradas na parte basal da formação. DOLIANITI (1957) , identificou na parte superior da formação uma flora do Carbonífero Infe rior composta de Adiantites, Rhodea, Lepidodendropsis, Kegelidium , Paulophyton e Cardiopteridium.

A única evidência fossilífera detectada na Formação Poti, no flanco sudoeste da Bacia do Parnaíba, foram restos de plantas carboni zadas nos siltitos e folhelhos do seu membro superior.

O conteúdo fossilífero e a constituição litológica do membro inferior da Formação Poti sugerem que estes sedimentos se depositaram em ambiente litorâneo de alta energia, possivelmente com contribuição deltáica e leque aluvial.

Por outro lado, os restos de plantas encontrados nos folhe lhos e siltitos do membro superior da Formação Poti, são indicativos de ambiente palustre para o mesmo.

Formação Piauí. SMALL (1914), usou o nome Série Piauí na Bacia do Parnaíba para designar os sedimentos que se expõem numa área superior a 80.000 km², no Estado do Piauí e parte do Estado do Maranhão. Sua espessura aproximada varia entre 300 e 500 metros. O referido au tor, dividiu esta série em três partes: arenitos vermelhos superiores, arenitos e folhelhos centrais, arenitos e folhelhos inferiores interca lados.

DUARTE (1936), posteriormente OLIVEIRA e LEONARDOS (1943), restringiram a Série Piauí definida por SMALL (op. cit.), aos sedimen tos marinhos de idade uraliana, localizados acima dos 219 metros de pró fundidade no poço nº 125, perfurado sob a direção do Serviço de Fomentô da Produção Mineral, em Teresina, Estado do Piauí.

MESNER e WOOLDRIDGE (1964), consideraram como Formação Piauí as camadas situadas estratigraficamente entre a Formação Poti e os sedi mentos da base da Formação Pedra de Fogo, constituídos de sílex, calcã rio e às vezes camadas de anidrita, em subsuperfície. Estes autores dividiram esta formação em dois membros: inferior depositado em ambien te continental e o superior de origem marinha. A Formação Piauí, neste trabalho, é a mesma definida por MESNER e WOOLDRIDGE (op. cit.), com os seus respectivos membros.

O membro inferior é constituído por arenito vermelho, predomi nantemente quartzoso, granulação variando de fina a média, alguns lei tos grosseiros, ocasionais grãos foscos, ocorrências locais de conglome rado na sua parte basal, contendo matações de quartzo, quartzito e ma triz siltica arenosa. Os arenitos apresentam estratificação cruzada do tipo tangencial caracterizada em seções por arcos suaves que atingem a superfície inferior da camada com baixo ângulo. A espessura deste mem bro é em torno de 125 metros e o seu contato com o membro superior é normal.

O membro superior é composto por arenito vermelho, tornando se para o topo, róseo avermelhado, quartzoso, granulação fina a média , friável, com estratificação cruzada planar. Nesse arenito intercalam se folhelho, siltito e camadas de sílex. O folhelho e siltito são ver melhos, micromicáceos, regularmente laminados, às vezes silicificados com considerável distribuição horizontal. As camadas de sílex são de coloração rósea, formam bancos resistentes com aproximadamente 4 metros de espessura, sobressaindo na topografia regional através de escarpas com quinas em ângulos retos. Este conjunto litológico que compõe o mem bro superior ocorre com a espessura de 90 metros e o seu contato com a Formação Pedra de Fogo é concordante, caracterizado pela passagem de arenito vermelho para um conjunto contorcido composto de siltito, folhe lho e arenito com finas intercalações de sílex, pertencentes à Formação Pedra de Fogo. O mecanismo responsável pela silicificação é epigenêti co, tendo em vista as seguintes observações de campo: bancos de calcã rio passando lateralmente para sílex e fósseis braquiópodes totalmente silicificados. Assim sendo, a sílica substituiria o material pré-exis tente ou simplesmente preencheria os seus poros.

Computando a espessura dos dois membros, a Formação Piauí o corre com 215 metros e grande distribuição horizontal, com a faixa de exposição disposta na direção aproximada N-S, formando remanescentes

dentro de "grabens" próximos a borda atual da bacia.

A idade carbonífera superior é dada para a Formação Piauí com base na fauna marinha localizada em camadas de calcário e sílex do seu membro superior.

As características do membro inferior da Formação Piauí tais como: arenito vermelho, as vezes grãos foscos, relativamente bem classificado, estratificação cruzada tangencial, intercalações de folhelho e siltito vermelho sugerem condição fluvial com contribuição eólica.

Por outro lado, as características litológicas do membro superior da Formação Piauí, composto de arenito vermelho, estratificação cruzada planar e intercalações de sílex com fósseis marinhos, refletem o início da transgressão marinha durante o tempo carbonífero na Bacia do Parnaíba, semelhante ao ocorrido na Bacia do Paraná durante a deposição do membro médio da Formação Aquidauana.

ESTRUTURA

A estrutura regional refletida na Formação Aquidauana, no flanco nordeste da Bacia do Paraná, é caracterizada por homoclinal com mergulho em torno de 1 grau para sudoeste. Esta estrutura é cortada por dois sistemas de falhas de gravidade, de pequenos rejeitos, com duas direções principais: noroeste e nordeste. Estes falhamentos e suas formas resultantes: sistemas escalonados, "grabens" e "horsts", refletem a ação de esforços de tensão resultantes de movimentos oscilatórios por levantamento e subsidência com maior incidência e intensidade ao longo da Serra do Caiapó (Figura 4).

O sistema de falhamento noroeste é deslocado pelo nordeste, de modo semelhante aos falhamentos que cortam o Arco de Ponta Grossa. Ambos constituíram zonas de fraquezas através das quais penetraram intrusivas básicas de idade cretácica.

Quanto a idade dos falhamentos podemos afirmar somente que as falhas de direção noroeste, a sul de Amarinópolis cortam rochas da Formação Bauru do Cretáceo Superior (Senomaniano).

A estrutura regional da área do flanco sudoeste da Bacia do Parnaíba é semelhante à do flanco nordeste da Bacia do Paraná, isto é, homoclinal com mergulho inferior a 1° para nordeste, apresentando suave ondulação e também cortada por falhas de gravidade, com rejeitos variando de 20 a 100 m, dispostas predominantemente na direção norte-sul. Estas falhas são responsáveis por consideráveis modificações na forma regional da estrutura, manifestando-se com maior intensidade nas proximidades do meridiano 47°. Como por exemplo as falhas que delimitam o "graben" da serra de São Salvador (Figura 5).

Com relação a idade das falhas, podemos afirmar somente que elas cortam a Formação Sambaíba (Cretáceo Inferior), no oeste da bacia, portanto são posteriores à idade desta formação.

Ainda superimpostas as estruturas regionais, em ambos os flancos das bacias do Paraná e Parnaíba, ocorrem dobras locais geralmente de pequenos fechamentos com a forma de anticlinal e domo. A maioria destes dobramentos são bastante suaves, sendo geralmente visualizados quando contornados estruturalmente. São dobras descontínuas, resultantes de esforços verticais ascendentes que levantaram cada uma separadamente ou se originaram por subsidência mais lenta das cristas das dobras em relação as áreas adjacentes.

HISTÓRIA GEOLÓGICA

Após a deposição do Devoniano, no flanco nordeste da Bacia do Paraná, seguiu-se o levantamento regional e erosão. Sobre esta superfície de erosão, no Pensilvaniano, depositaram-se em condições fluvioglacial os sedimentos do membro inferior da Formação Aquidauana. Assim sendo, acreditamos que ocasionais avanços de massas de gelo teriam originado intercalações de sedimentos glaciais, caracterizados principalmente por diamictitos.

Ainda, com a bacia submersa, ocorreu a transgressão marinha responsável pela deposição de siltitos e folhelhos, com estruturas de carga e ondas, gradando para arenitos da parte basal do membro superior, bem como desenvolveu-se condições locais favorável à concentração de fosfatos, encontrados nos arenitos do membro médio. Também, durante a

deposição do membro superior, novos avanços das massas de gelos contribuíram para a sedimentação de corpos de diamictitos semelhantes àqueles existentes no membro inferior.

No fim do Pensilvaniano toda a área do flanco nordeste da Bacia do Paraná foi exposta, favorecendo a erosão de grande parte dos sedimentos do membro superior, resultando uma superfície irregular, sobre a qual sedimentaram os clásticos finos da Formação Corumbataí durante o Permiano, em condições de mar raso.

No flanco sudoeste da Bacia do Parnaíba, após a deposição do Devoniano, ocorreu fenômeno semelhante ao início da deposição dos sedimentos carboníferos no flanco nordeste da Bacia do Paraná, isto é, levantamento do flanco da bacia e erosão. Sobre a superfície de erosão processou-se a transgressão marinha, depositando, durante o Mississípiano, em condições marinhas de águas rasas, os sedimentos da Formação Longã.

Novo soerguimento do flanco da bacia, com exposições locais do topo da Formação Longã, propiciou a regressão do mar e deposição dos clásticos grosseiros do membro inferior da Formação Poti, em condições marinha de alta energia, com contribuição deltáica e leque aluvial.

Com a retirada do mar prevaleceu o ambiente lagunar, com ocasionais fluxos de detritos. Sobre estas condições sedimentaram-se os siltitos, folhelhos e arenitos com restos de plantas, bem como corpos de diamictitos do membro superior da Formação Poti.

Com a exposição do membro superior da Formação Poti, durante o Pensilvaniano, seguiu-se a erosão parcial destes sedimentos, resultando numa superfície de discordância. Sobre esta superfície, depositaram-se localmente conglomerados, arenitos, siltitos e mais raramente folhelhos do membro inferior da Formação Piauí, em ambiente fluvial com contribuições eólicas.

Durante a deposição do membro superior da Formação Piauí ocorreram rápidas incursões marinhas, assinaladas pelos seus fósseis, assim como o aparecimento de áreas restritas, atestadas pelas ocorrências de anidritas encontradas em algumas seções dos poços perfurados para petróleo.

Finalmente, no Permiano Inferior, iniciou-se a sedimentação da Formação Pedra de Fogo, em ambiente marinho de plataforma de águas rasas e áreas restritas favoráveis à precipitação de evaporitos, com área fonte estável de relevo suave.

CORRELAÇÃO

Com suporte no acervo geológico e observação de campo, vimos que as rochas carboníferas nos flancos nordeste da Bacia do Paraná e sudoeste da Bacia do Parnaíba, foram depositadas sobre as superfícies de discordâncias esculpidas nos topos das rochas de idades devonianas. Assim sendo, enquanto as formações Longã e Poti se depositavam no flanco sudoeste da Bacia do Parnaíba, sobre uma superfície de discordância, nenhuma sedimentação se processava, durante o Mississípiano, no flanco nordeste da Bacia do Paraná.

Por outro lado, existe alguma semelhança entre os mecanismos de deposição que atuaram, durante o pensilvaniano, na sedimentação das formações Aquidauana e Piauí. O membro inferior da Formação Piauí, constituído predominantemente de arenitos, foi sedimentado em ambiente continental, sob condição fluvial, com contribuição eólica e a deposição do membro inferior da Formação Aquidauana foi também continental, porém em condições fluvio-glacial. Durante a sedimentação do membro superior da Formação Piauí ocorreu uma incursão marinha na Bacia do Parnaíba e, nesta mesma época, processava fenômeno semelhante, na Bacia do Paraná, durante a deposição dos sedimentos dos membros médio e superior da Formação Aquidauana.

Considerando o exposto verificamos que as formações Piauí e Aquidauana, além da correlação em idade mostram considerável semelhança litológica, excetuando os diamictitos inexistentes na Formação Piauí.

POSSIBILIDADES DE URÂNIO

Flanco Nordeste da Bacia do Paraná. Dentre as rochas de idade precambriana, que ocorrem nos arredores do flanco nordeste da Ba

cia do Paraná, se destacam consideráveis exposições de corpos graníticos que têm revelado boa fertilidade para a liberação de urânio. Assim sendo, existe grande probabilidade de que os granitos constituam a principal fonte para as mineralizações uraníferas dos sedimentos de idade carbonífera da referida bacia.

HASANO et al (1977), mostram que os granitos de Israelândia, Iporá e Piranhas, localizados nas imediações do flanco nordeste da Bacia do Paraná revelam valores de 10 a 40 ppm de U_3O_8 , bastante significativos para se constituírem como fonte de urânio.

Além das rochas graníticas, os sedimentos pré-carboníferos podem também ter atuado como fonte de urânio, reciclado para as rochas do Sistema Carbonífero, pois, são conhecidas as mineralizações uraníferas em rochas de idade devoniana, tais como: jazida de Amorinópolis (Bacia do Paraná) e ocorrência do rio das Balsas (Bacia do Parnaíba).

Admitindo a existência de uma fonte adequada para o fornecimento de urânio, bem como o seu transporte, em busca de um receptáculo sedimentar, torna-se de suma importância a análise do ambiente geológico responsável pela formação da rocha hospedeira e os agentes físicos e químicos que atuaram na concentração do bem mineral. Assim sendo, na seqüência sedimentar de idade carbonífera do flanco nordeste da Bacia do Paraná, os sedimentos que oferecem condições à acumulação de urânio, são os arenitos intercalados em siltitos na parte transicional do membro médio para o membro superior da Formação Aquidauana. Trata-se de uma seqüência marinha depositada durante oscilações de caráter transgressivo do nível do mar, ocorrendo com espessura de 5 até 15 metros, onde foi observado radiações de 200 cps e localmente até 750 cps com BG de 60 cps. A análise de uma única amostra coletada indica que o urânio está associado a fosfato com teores de 5,8% de P_2O_5 e 168 ppm de U_3O_8 . Em ambiente marinho, a associação urânio-fosfato, é resultante da captação do urânio, em solução, pela estrutura de um mineral da série isomorfa da apatita, provavelmente fluorapatita, pertencente a rocha depositada sob a forma de fosforita.

Em viagem de reconhecimento realizada no flanco nordeste da Bacia do Paraná, verificamos que o contexto geológico, de idade carbonífera, contendo associação de urânio-fosfato, aflora em considerável extensão a sudeste da cidade de Caiapônia no Estado de Goiás. Os trabalhos geológicos visando a prospecção de urânio, nesta região, estão reestruturados à verificação de anomalias, portanto necessitando de estudos mais detalhados das anomalias. A nosso ver, os trabalhos de prospecção deverão ser estendidos, especificamente, através de toda a faixa de afloramento do membro médio da Formação Aquidauana, onde ocorrem a associação urânio-fosfato.

Flanco Sudoeste da Bacia do Parnaíba. Com relação às possibilidades uraníferas do flanco sudoeste da Bacia do Parnaíba, ocorrem na faixa do Precambriano rochas graníticas, consideradas como provável fonte de urânio, semelhantes àquelas existentes nos arredores do flanco nordeste da Bacia do Paraná. Na região de Paraíso do Norte, Taquaruçuzinho e Tairuçu, os granitos mostram radioatividade bastante significativa variando de 200 cps até 500 cps com o "background" das rochas em caixantes em torno de 70 cps.

A seqüência sedimentar, de idade carbonífera, do flanco sudoeste da Bacia do Parnaíba, que poderá conter mineralização uranífera, provavelmente resultante das rochas graníticas ou mesmo outro contexto de rochas, são os corpos de arenitos com 10 a 20 metros de espessura depositados em ambiente lagunar e confinados entre siltitos e folhelhos do membro superior da Formação Poti. Em subsuperfície, no poço perfurado pela PETROBRÁS - TM-1-MA, os arenitos contêm sulfetos e restos de matéria orgânica, caracterizando um ambiente redutor, onde os sulfetos devem ter sido formados pela ação bacteriana, reduzindo soluções de sulfatos e utilizando a matéria orgânica como nutriente. Estes corpos de arenitos constituem aquíferos confinados e estão posicionados estruturalmente em forma de homoclinal com mergulho suave, aproximadamente 1° em direção ao centro da bacia, propiciando os sítios ideais à acumulação de urânio.

Outro contexto geológico com boas possibilidades à acumulação de urânio, no flanco sudoeste da Bacia do Parnaíba, são os sedimentos de origem continental, do membro inferior da Formação Piauí, constitui

dos por arenitos conglomeráticos e conglomerados.

Como foi analisado, apesar do membro superior da Formação Poti e membro inferior da Formação Piauí constituírem os sítios ideais à acumulação de urânio, é necessário enfatizar que estes prospectos têm suas possibilidades uraníferas bastante reduzidas, tendo em vista a existência de forte fluxo hidrodinâmico, no sentido sudoeste para nordeste, concordante com o mergulho regional das unidades litoestratigráficas da Bacia do Parnaíba. O fluxo hidrodinâmico é comprovado pelos poços para prospecção de água subterrânea e poços pioneiros perfurados para petróleo tais como: Tem Medo (TM-1-MA), Carolina (CL-1-MA), que em formações infrajacentes ao Carbonífero chegam a atingir até 6.000.000 de litros d'água por dia. Assim sendo, praticamente todo o contexto geológico favorável à acumulação de urânio pode ter sido total ou parcialmente oxidado, neste flanco da bacia, bem como não deve ter havido um balanço entre a recarga e o potencial oxidante da água do subsolo, como no presente caso, originando um processo bastante rápido devido a grande capacidade de deslocamento do fluxo hidrodinâmico. Consequentemente os depósitos uraníferos seriam dispersados pelo fluxo cujo potencial de oxidação não foi totalmente completado. Colabora com esta teoria as características das anomalias verificadas, nas faixas de afloramentos das formações Poti e Piauí, que como assinala VALDERANO (1981), estão geralmente associadas a finas lentes ferruginosas. Em geral as anomalias radiométricas estão em blocos de arenitos de granulação grosseira e limonitizados.

Considerando o exposto a prospecção de urânio nos sedimentos de idade carbonífera das formações Poti e Piauí deveria envolver considerável metragem de sondagem em busca de uma frente de óxi-redução, nas partes mais profundas da bacia não justificando, no momento, este investimento de alto risco.

CONCLUSÕES

A seqüência sedimentar de idade carbonífera do flanco nordeste da Bacia do Paraná é representada somente pela Formação Aquidauana que foi dividida informalmente em três membros: inferior, médio e superior. O membro inferior constituído predominantemente de arenitos com intercalações de siltitos e corpos de diamictitos mostram estruturas sedimentares sugestivas de ambiente continental com contribuição fluvioglacial. O membro médio composto de folhelhos e siltitos, com intercalações de arenitos, contendo fosfato associado a urânio depositou-se em ambiente marinho raso. O membro superior identifica-se por um conjunto litológico, onde corpos de arenitos alternam-se com siltitos folhelhos e diamictitos com acentuadas variações laterais de fácies, provavelmente depositado em ambiente transicional marinho para continental com contribuição fluvioglacial.

Como foi analisado, as possibilidades uraníferas, no flanco nordeste, da Bacia do Paraná ficam reduzidas ao seu membro médio.

A seqüência sedimentar de idade carbonífera do flanco sudoeste da Bacia do Parnaíba é composta pelas formações Longã, Poti e Piauí. Somente a Formação Piauí mostra considerável semelhança litológica com a Formação Aquidauana da Bacia do Paraná, excetuando o contexto de diamictitos existentes nesta última.

Com relação as possibilidades uraníferas do flanco sudoeste da Bacia do Parnaíba ressaltam-se os corpos de arenitos com 10 a 20 metros de espessuras depositadas em ambiente lagunar e confinado entre siltitos e folhelhos do membro superior da Formação Poti. Entretanto, estes corpos de arenitos encontram-se bastante oxidados tanto em superfície como em subsuperfície. Assim sendo, este fato a esta existência de fluxo hidrodinâmico em direção as partes mais profundas da Bacia. Consequentemente o capeamento de rochas que poderá atingir até 1.000 metros de espessura dificulta a prospecção de prováveis depósitos uraníferos em forma de "roll front", que porventura possam ocorrer no flanco sudoeste da Bacia do Parnaíba.

BIBLIOGRAFIA

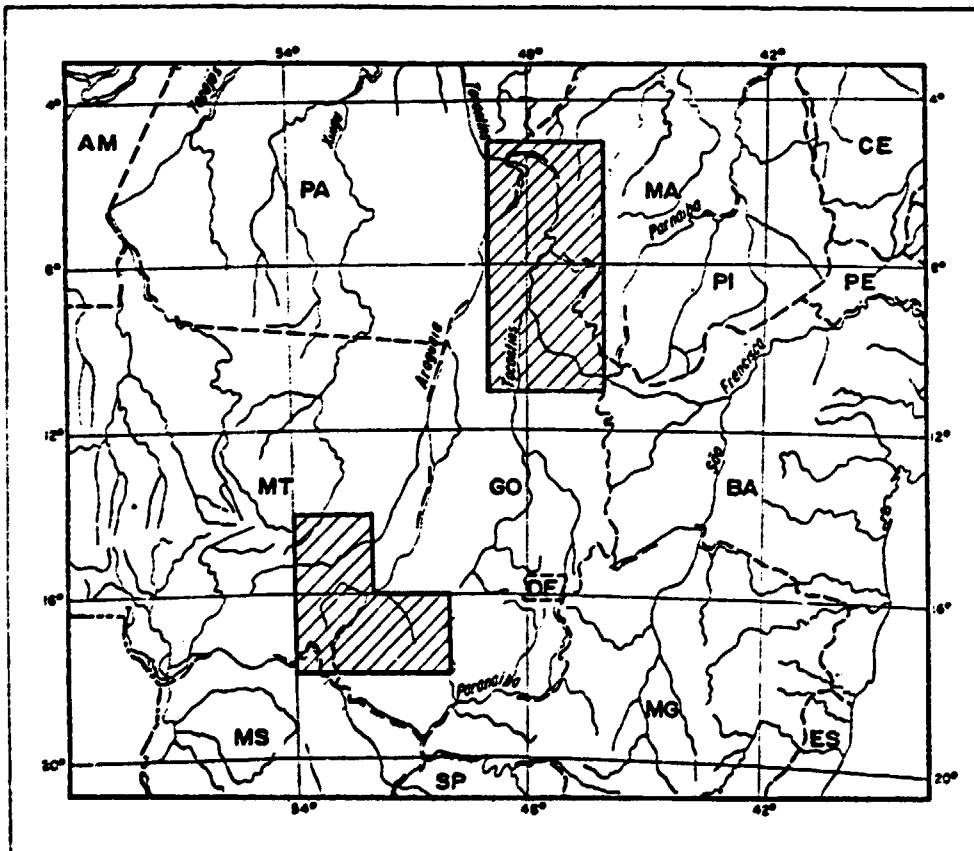
- ALBUQUERQUE, O.R. - 1946 - Contribuição para a geologia do meio norte, especialmente Piauí e Maranhão. In.: Congresso Panamericano

- de Engenharia de Minas e Geologia, 29, Petrópolis - Anais. Rio de Janeiro, V.3., p. 69-100.
- ANDRADE, S.M. e CAMARÇO, P.E.N. - 1982 - Sequência sedimentares pré carboníferas dos flancos nordeste da Bacia do Paraná e sudoeste da Bacia do Parnaíba e suas possibilidades uraníferas, XXXII Congresso Brasileiro de Geologia, Vol. 5, Salvador-BA, p. 2132-2144.
- ANDRADE, S.M. e DAEMON, R.F. - 1974 - Litoestratigrafia e bioestratigrafia do flanco sudoeste da Bacia do Parnaíba (Devoniano e Carbonífero), XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia, Porto Alegre-RS; p. 129-137.
- CAMPBELL, D.F. - 1949 - Revised report on the reconnaissance geology of the Maranhão basin, RENOR-DIREX 7.
- DAEMON, R.F. e QUADROS, L.P. - 1969 - Bioestratigrafia e palinologia do paleozóico da Bacia do Paraná. Ponta Grossa - PETROBRÁS, Relatório 384.
- DEGENS, E.T. - 1965 - Geochemistry of sediments - a brief survey : Prentice Hall, 342 p.
- DOLIANITI, E. - 1957 - A Flora do Carbonífero Inferior de Teresina , PI. Div. Geol. Min., Bol. 148, Rio de Janeiro, 56 p.
- DUARTE, A. - 1936 - Fósseis da Sondagem de Teresina-PI. Div. Geol. Min. Notas Prel. Est. 2, Rio de Janeiro, p. 1-3.
- HASANO, S. et al - 1977 - A Mineralização Uranífera na região de Iporã/Amorinópolis, Estado de Goiás. Nota Técnica nº 05, NUCLEBRÁS / DRM.
- KEGEL, W. - 1953 - Contribuição para o estudo do devoniano da Bacia do Parnaíba. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM. Rio de Janeiro, 141 : 1-48.
- LISBOA, M.A.R. - 1909 - Oeste de São Paulo e sul de Mato Grosso - Estrada de Ferro Noroeste do Brasil. Comissão E. Schnor. Rio de Janeiro, 172p.
- LISBOA, M.A.R. - 1914 - The permian geology of northern Brazil. American Journal of Science, New Haven. Ser. 4, 37 (121).
- MESNER, J.C. e WOOLBRIDGE, L.C.P. - 1964 - Maranhão paleozoic basin North Brazil. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Okla. 48(9) : 1475-512.
- MULLER, H. - 1962 - Report on palynological results of sample examined from wells in Maranhão. Report 500, PETROBRÁS, Salvador-BA.
- OLIVEIRA, M.A.M. e LEONARDOS, O.H. - 1943 - Geologia do Brasil, 2a. ed., Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola nº 2, 813 p.
- OLIVEIRA, M.A.M. e MULHMAN, H. - 1965 - Geologia de semi-detulhe da região de Mutum, Jaciara, São Vicente e Chapada dos Guimarães. Relatório DEBSP Nº 300. PETROBRÁS. Ponta Grossa, PR.
- PAIVA, G. de - 1937 - Estratigrafia da sondagem nº 125, anexo 6. Boletim do Serviço de Fomento da Produção Mineral do DNPM, Rio de Janeiro, 18 : 1-107.
- SCHNEIDER, R.L. et alii - 1974 - Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná, XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia, Porto Alegre-RS, p. 42-65.
- SMALL, H.L. - 1913 - Geologia do suprimento d'água subterrânea no Ceará e parte do Piauí. Inspec. Obr. Contra Secas, Ser. I.D., Publicação nº 25, Rio de Janeiro, RJ, p. 80.
- VALDERANO, M.H.W. - 1981 - Bacia do Piauí - Maranhão. NUCLEBRÁS / SUPPM, p. 167 (Relatório Interno).

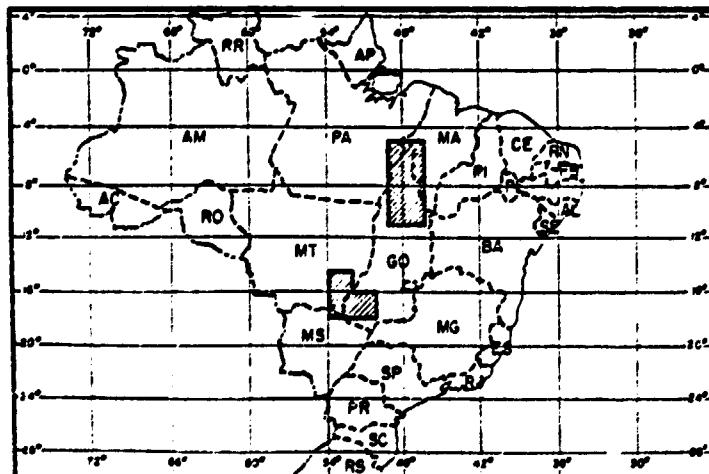
NUCLEBRÁS
 EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S. A.
 SUPERINTENDÊNCIA GERAL DE PROSPECÇÃO E PÊSQUISA MINERAL
 FLANCOS NORDESTE DA BACIA DO PARANÁ E SUDOESTE DA
 BACIA DO PARNAÍBA E SUAS POSSIBILIDADES URANÍFERAS

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

0 300 600 900 1200 1500km
 ESCALA 1:15.000.000



SITUAÇÃO



AUTORES:

Sebastião M. Andrade
 Paulo E. N. Camargo

Desenho:

Itabora: V. Nascimento

Figura 1

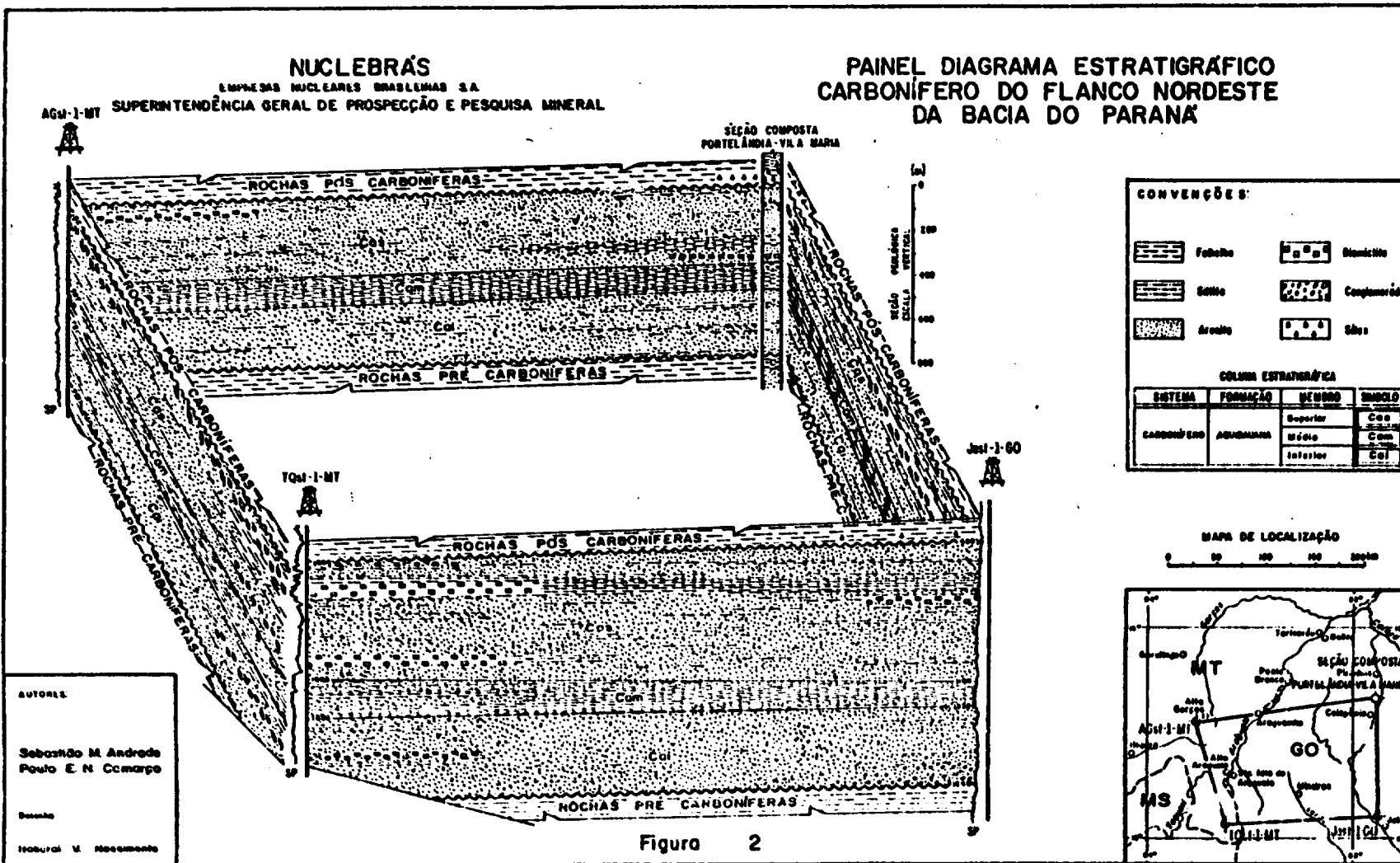
NUCLEBRÁS

EMPRESA NUCLEAR BRASILEIRA S.A.

AGM-1-MT SUPERINTENDÊNCIA GERAL DE PROSPECÇÃO E PESQUISA MINERAL

PAINEL DIAGRAMA ESTRATIGRÁFICO CARBONIFERO DO FLANCO NORDESTE DA BACIA DO PARANÁ

SÉCÃO COMPOSTA PORTELÂNDIA-VIA MARIA



CONVENÇÕES:

	Folhelho		Marmorito
	Siltito		Conglomerado
	Arenito		Siltos

COLUMA ESTRATIGRÁFICA

SISTEMA	FORMAÇÃO	MEMBRO	SÍMBOLO
CARBONIFERO	ARARAQUANA	Superior	Coo
		Médio	Com
		Inferior	Eol

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

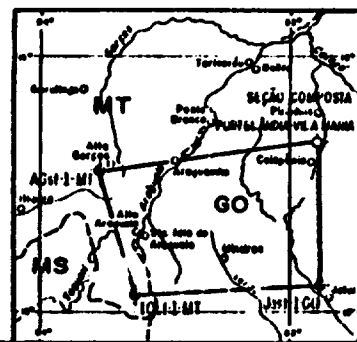


Figura 2

AUTORES
 Sebastião M. Andrade
 Paulo E. N. Carmo
 Desenho
 Humberto M. Nascimento

1.185

NUCLEBRÁS
 EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.
 SUPERINTENDÊNCIA GERAL DE PROSPECÇÃO E PESQUISA MINERAL

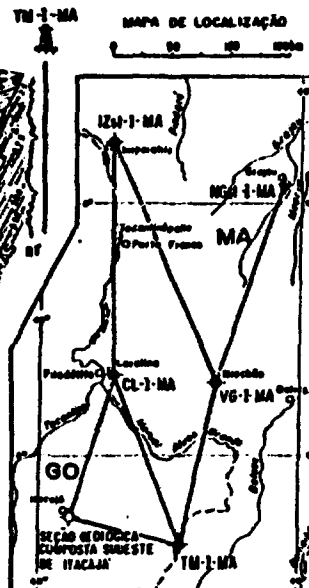
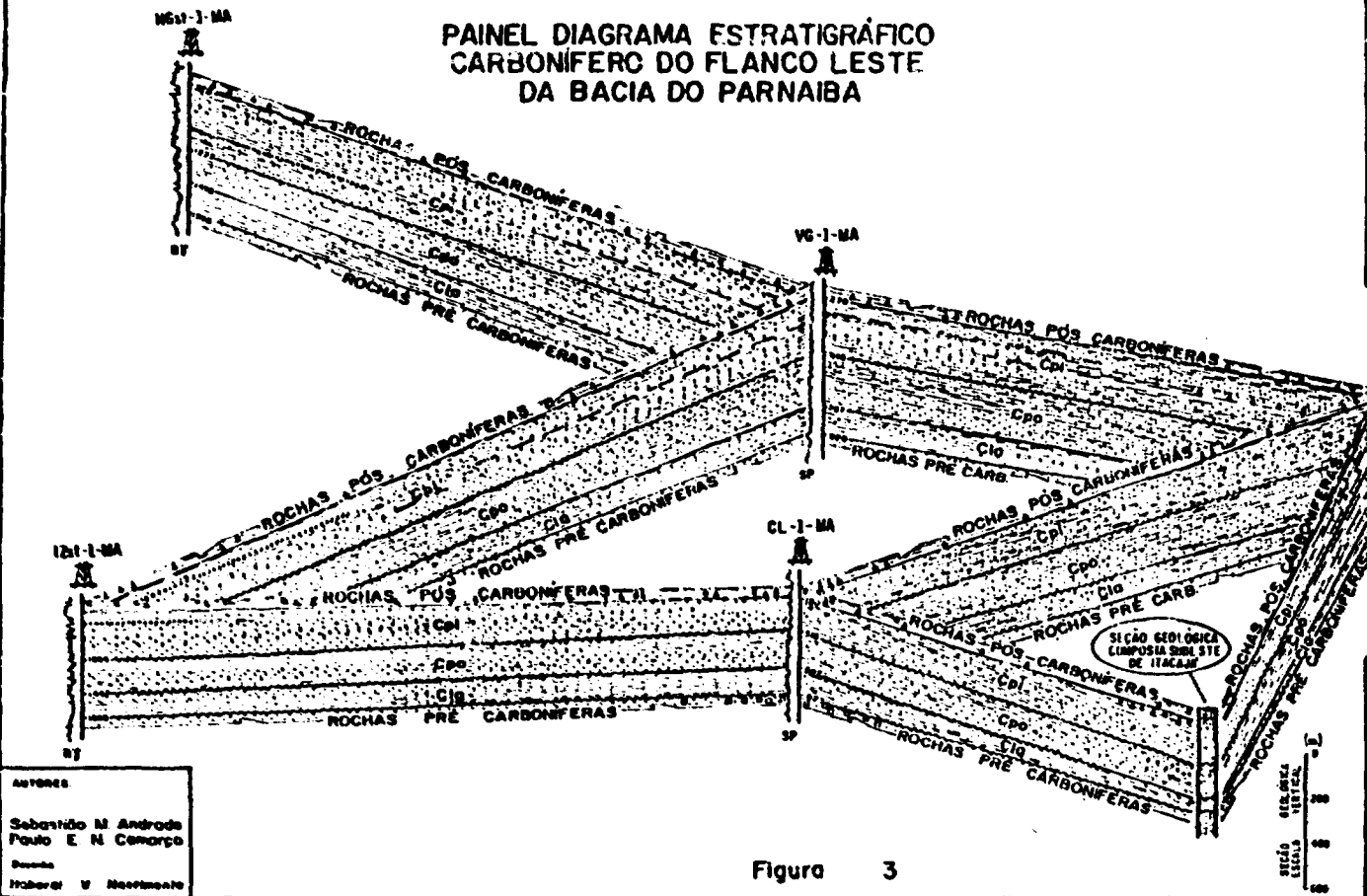
PAINEL DIAGRAMA ESTRATIGRÁFICO
 CARBONIFERO DO FLANCO LESTE
 DA BACIA DO PARNAÍBA

CONVENÇÕES



COLUMNA ESTRATIGRÁFICA

SISTEMA	FORMAÇÃO	SÍMBOLO
CARBONIFERO	Preoi	Cpi
	Post	Cpo
	Longd	Clo



1.186

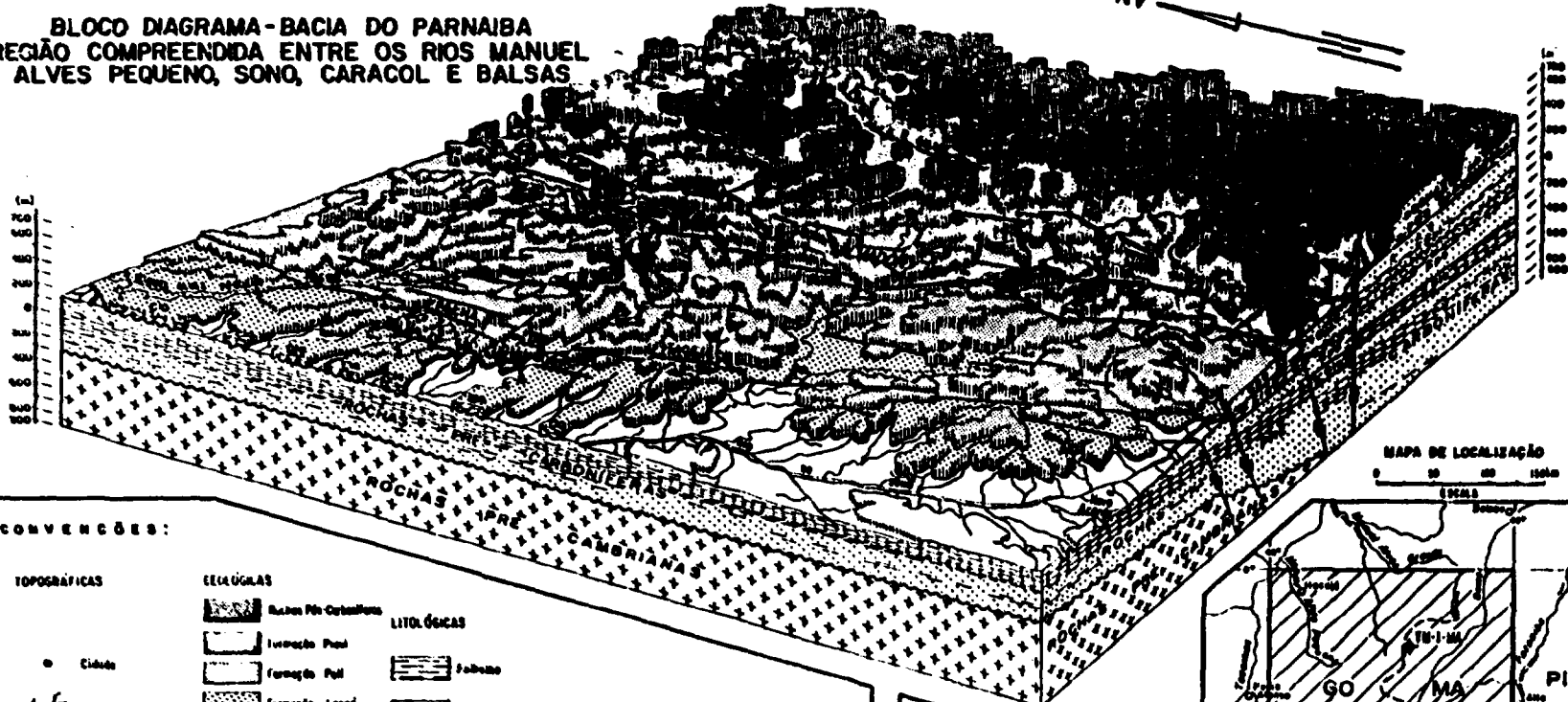
AUTORES
 Sebastião M. Andrade
 Paulo E. N. Cemarço
 Desenho
 Itaboral V. Nascimento

Figura 3

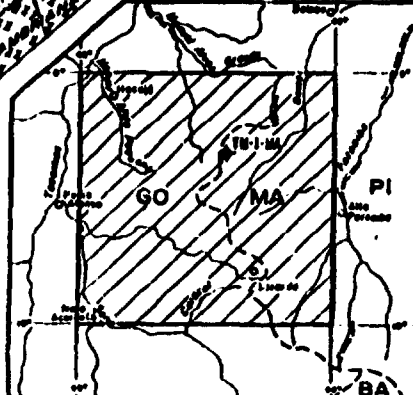
NUCLEBRÁS
 EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.
 SUPERINTENDÊNCIA GERAL DE PROSPECÇÃO E PESQUISA MINERAL

BLOCO DIAGRAMA - BACIA DO PARNAIBA
 REGIÃO COMPREENDIDA ENTRE OS RIOS MANUEL ALVES PEQUENO, SONO, CARACOL E BALSAS

1.187



MAPA DE LOCALIZAÇÃO
 0 50 100 150 km
 1:50.000



CONVENÇÕES:

TOPOGRÁFICAS

- Cidade
- Dracopem
- Escarpes
- Pico Pontarudo

ESQUELAS

- Rochas Pré-Cambrianas
- Formação Pind
- Formação Poff
- Formação Longf
- Rochas Pré-Cambrianas
- Rochas Pré-Cambrianas
- Contato
- Descontinuidade
- Falha Normal

LITOLÓGICAS

- Falésias
- Siltito
- Areolito
- Sílex
- Calcário

COLUNA ESTRATIGRÁFICA

SISTEMA	FORMAÇÃO	SÍMBOLO
CARBONÍFERO	PIAM	Cpi
	POPI	Cpo
	LOMA	Clo

Figura 5

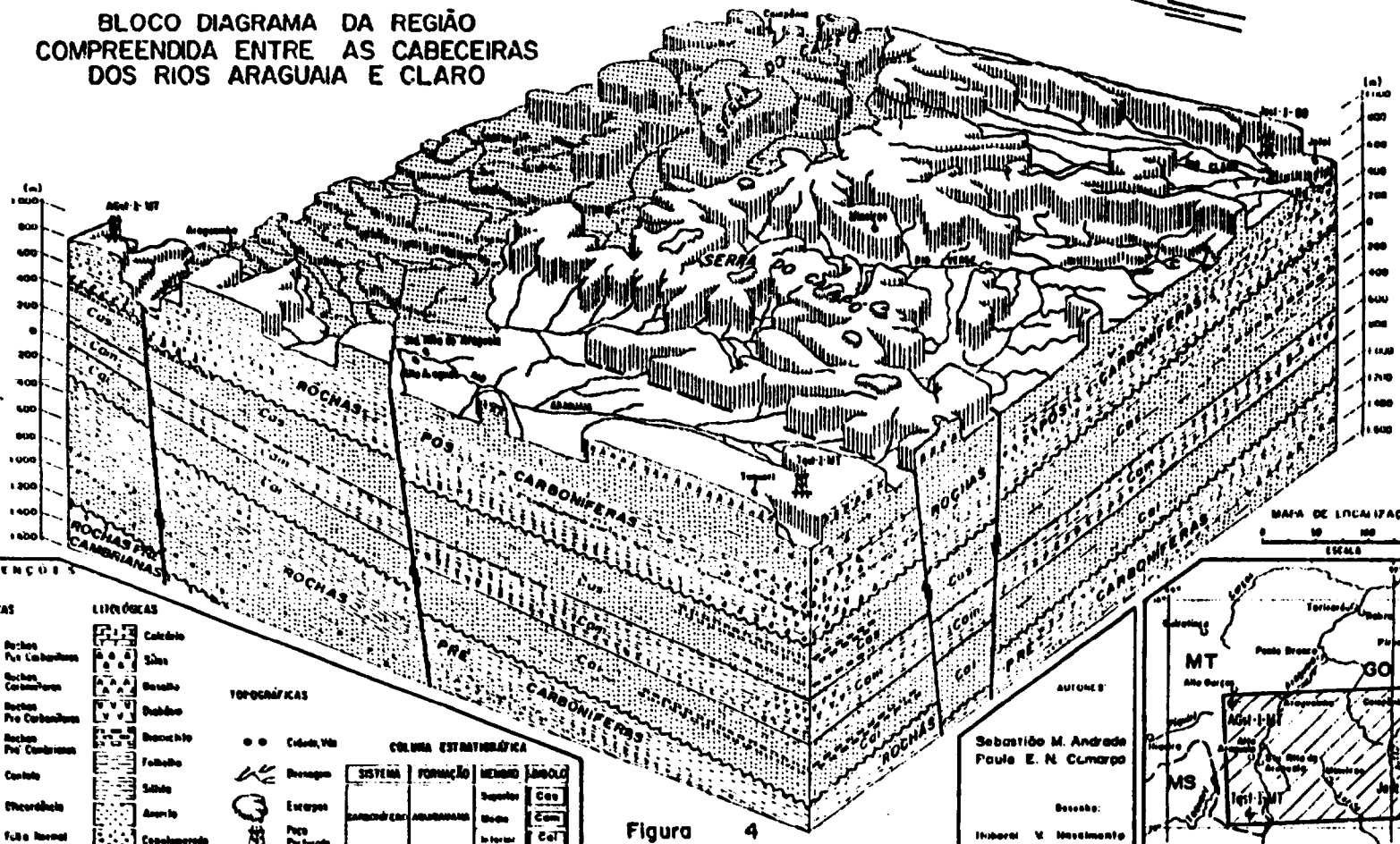
AUTORES:

Sebastião M. Andrade
 Paulo E. N. Camargo

Desenho
 Itaberal V. Necessimato

NUCLEBRÁS
 IMBENSAS NUCLEÁRIS DIAGRAMAS SA
 SUPERINTENDÊNCIA GERAL DE PROSPECÇÃO E PESQUISA MINERAL

**BLOCO DIAGRAMA DA REGIÃO
 COMPREENDIDA ENTRE AS CABECEIRAS
 DOS RIOS ARAGUAIA E CLARO**



1.188

CONVENÇÕES

GEOLOGICAS

- Rochas Pré-Cambrianas
- Rochas Carboníferas
- Rochas Pré-Carboníferas
- Rochas Pós-Carboníferas
- Contato
- Falha normal

LITOLÓGICAS

- Calcário
- Siltão
- Basalto
- Dabasão
- Breccinha
- Folhelho
- Siltão
- Arenito
- Conglomerado

TOPOGRÁFICAS

- Cadeia de montanhas
- Divorção
- Escarpa
- Pico/Patamar

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA

SISTEMA	FORMAÇÃO	MEMBRO	GRUPO
CARBONÍFERA	ARAGUAIA	Superior	Csu
		Medio	Com
		Inferior	Col

Figura 4

AUTORES
 Sebastião M. Andrade
 Paulo E. N. Cluzardo
 Desenho:
 Inárcio V. Nascimento

MAPA DE LOCALIZAÇÃO
 ESCALA 1:100.000

