

146 1723

2º simpósio regional de geologia 1979



rio claro
15 a 18 novembro

atas
volume 1

sbg · núcleo de são paulo

146 1723

OCORRÊNCIA DE XISTOS GRAFITOSOS NA REGIÃO DE
MIRACATU E SETE BARRAS – ESTADO DE SÃO PAULO

Marcos Egydio da Silva*
Coriolano de Marins e Dias Neto**
Waldemar Felitti Filho*

* Instituto de Geociências, USP.

** Pós-Graduação IG/USP.

ABSTRACT

The graphitic metasediment occurrences between Sete Barras and Miracatu in the state of São Paulo have been studied in order to attempt, by microscopy, X-ray diffractometry and mass spectrometry, the crystallinity, metamorphic grade and origin of the graphite.

The X-ray diffractometry study shows that the graphite at Sete Barras is fully ordered and has a higher degree of crystallinity than the same element to the northeast at Miracatu (graphite-d₁). These data suggest that the graphite schists were subjected to metamorphism of the green-schist to amphibolite facies with temperatures to 450° - 500° C.

The isotopic ¹³C/¹²C ratios are consistent with an organic-sedimentary origin for the graphite schists and suggests that in the region of Sete Barras there was a greater loss of ¹²C than near Miracatu caused, perhaps, by a higher temperature of metamorphism in that area.

RESUMO

As ocorrências de metassedimentos grafitosos entre os municípios de Sete Barras e Miracatu no Estado de São Paulo, vêm sendo objeto de estudo para tentar definir sua origem, grau de cristalinidade e de metamorfismo através de estudos de difratometria de raio-X e da relação isotópica ¹³C/¹²C.

A difratometria de raio-X nos permite dizer que a grafita de Sete Barras (grafita bem ordenada) apresenta um maior grau de cristalinidade em relação ao mesmo material das proximidades de Miracatu (grafita-d₁) e que o metamorfismo sofrido por esses xistos grafitosos, chegou a temperaturas entre 450° e 500°C, pertencente aos fácies xisto-verde e anfíbolito.

A relação isotópica ¹³C/¹²C comprova uma origem organo-sedimentar para esse material e mostra que na região de Sete Barras houve perda do ¹²C causada, talvez, por uma temperatura maior do que aquela que afetou a região de Miracatu.

INTRODUÇÃO

Durante o mapeamento geológico-estrutural efetuado nas folhas Miracatu, Juquiã e Registro (Fig. 1) foram identificados, nos diversos perfis geológicos realizados, níveis de xistos grafitosos, de relativa possança, pertencentes ao Grupo Açungui (P-C Sup.). Essas ocorrências já tinham sido anteriormente citadas por KNECHT (1940) e FERREIRA DA SILVA *et al.* (1978) embora não tivessem sido estudados em detalhe.

Devido à grande importância de tais níveis, que podem ser utilizados como guias estratigráficos no Pré-Cambriano, estudos mais aprofundados sobre tais tipos petrográficos foram realizados de modo a ter-se idéia da origem dessa grafita e o grau de ordenação da sua estrutura.

Esses dois tópicos permitem o conhecimento da origem da grafita, seja ela de natureza orgânica ou inorgânica, através da relação entre os isótopos do Carbono e da temperatura que atingiu as rochas da região, pois o grau de ordenação da estrutura, também conhecido como grau de cristalinidade, está diretamente ligado a ela.

GEOLOGIA REGIONAL

A área estudada, do ponto de vista geotectônico, está localizada nos Blocos Jucuitiba e Itatins, os quais são separados pelo falhamento transcorrente do Cubatão. Esses dois blocos tectônicos, segundo FERREIRA DA SILVA *et al.* (1978) apresentam aspectos litológicos, estruturais e metamórficos bem distintos. O Bloco Itatins faria parte do Maciço Mediano de Joinville enquanto que o Bloco Jucuitiba pertenceria à Faixa de dobramentos Apiaí, conforme estruturação proposta por CARNEIRO *et al.* (1974).

De acordo com a escala estratigráfica proposta por FERREIRA DA SILVA *et al.* (op.cit.) foram definidos sete conjuntos litológicos: 1) Rochas de fácies granulito; 2) Complexo Gnáissico-Migmatítico; 3) Grupo Açungui; 4) Rochas graníticas; 5) Sub-grupo Itararé; 6) Intrusivas básicas e ultrabásicas alcalinas e 7) Sedimentos plio-pleistocênicos e recentes.

Neste trabalho, cujo objetivo principal não é a apresentação da evolução geológica da área, serão comparados os dados obtidos durante o mapeamento geológico-estrutural com a coluna acima citada, que é de caráter mais regional.

Segundo o mapa geológico simplificado, (Fig. 2) não são encontradas na área as rochas de fácies granulito e associadas, que seriam as rochas mais antigas da região (Pré-Cambriano Médio) situadas no Bloco Itatins. Neste bloco tectônico encontram-se migmatitos estromatíticos, segundo a classificação de MEHNERT (1968), predominantes em toda a área. São na sua maioria migmatitos heterogêneos com paleossoma xistoso com intercalações de quartzitos e rochas dolomíticas, não mapeáveis nesta escala, como o dolomito de Biguá.

A foliação desses migmatitos oscila em torno de E-W e NW/SE e à medida que se aproxima do falhamento do Cubatão eles apresentam orientação ENE/WSW talvez devido à influência da zona de falhamento. Esses migmatitos heterogêneos, quartzitos e dolomitos fariam parte do Complexo Gnáissico-Migmatítico definido por FERREIRA DA SILVA *et al.* (1978) que seria de idade Pré-Cambriana Média a Superior.

Ao norte do falhamento de Cubatão tem-se uma seqüência metassedimentar pelítica com algumas intercalações arenosas que gradam para migmatitos estromatíticos com paleossoma xistoso. Esse aumento gradual de migmatização é observado em todos os perfis realizados e sugere que sejam os níveis basais migmatizados dessa seqüência.

Essa seqüência metassedimentar aparece numa faixa estreita,

com direção NE/SW, que aflora inicialmente junto à Miracatu e prolonga-se até a região ao norte de Sete Barras. Ela é constituída por filitos e xistos finos, sendo que nestes últimos estão localizados os xistos grafitosos estudados, existindo entre eles um contato gradual. Nota-se pelo mapa geológico simplificado (Fig.2) que esse nível grafitoso, representado por pequenos triângulos, se estende por mais de 50 km de uma maneira contínua o que permite sua utilização como um possível nível-guia para a estratigrafia do Pré-Cambriano da área.

Seções polidas e delgadas mostram que se trata de um grafito-sericita-quartzo xisto com hematita e pirita como opacos. Além disso são observadas nas seções delgadas duas foliações, uma devida a orientação das micas e a outra a uma crenulação, que poderão ajudar na interpretação das fases de deformação que ocorreram na área.

A foliação desses filitos e xistos apresentam uma certa constância em torno de NE/SW, com mergulhos para os quadrantes NW e SE definindo antiformas e sinformas. Esses xistos e migmatitos es-tromatíticos, situados ao norte do falhamento de Cubatão, fariam parte do Grupo Açungui (P-E Sup.).

Intrudindo nessa seqüência tem-se rochas granitóides sintectônicas orientadas segundo as estruturas regionais, sendo que as principais são as de Juquiá e Sete Barras. São rochas compostas, macroscopicamente, de quartzo, feldspato e biotita essencialmente, dificultando muito o seu reconhecimento quando em contato com migmatitos. Destacam-se na topografia formando cristas alinhadas, facilmente identificáveis nas fotografias aéreas.

O corpo granitóide de Sete Barras, que é o menor deles, apresenta um aspecto mais homogêneo sem nenhuma orientação visível, ao passo que o de Juquiá apresenta uma orientação bem definida assemlhando-se mais a um migmatito ofthalmítico. Essas rochas, segundo datações geocronológicas realizadas, apresentam idades entre 650-580m.a. (FERREIRA DA SILVA *et al.*, 1978) correspondentes aos estágios finais do Ciclo Brasileiro.

O falhamento do Cubatão é o elemento estrutural mais importante da área estudada estendendo-se desde Miracatu até o sul de Sete Barras, com direção NE/SW infletindo para NNE/SSW, sendo parcialmente encoberto pelos sedimentos aluviais dos rios São Lourenço, Juquiá e Ribeira do Iguape. A faixa cataclástica a ele associada possui uma largura máxima de 2 km em alguns trechos, sendo difícil caracterizar, às vezes, o desaparecimento dos "cataclasitos" e o início dos metassedimentos. Tal definição está sendo realizada através de estudos microscópicos das amostras coletadas ao longo dos diversos perfis que o cortam.

Pelos dados obtidos, a falha do Cubatão parece não estar sob os sedimentos plio-pleistocênicos e recentes na região ao norte de Registro como indicam os mapas regionais, e sim mais ao sul destes, como mostra a Fig. 2. Estudos posteriores deverão confirmar se se trata da zona de falha do Cubatão ou de uma outra falha a ela associada.

O magmatismo básico e ultrabásico-alcálico está representado pelos diques de diabásio, não representados no mapa, e pelo máficito ultrabásico-alcálico de Juquiá, que apresenta piroxenitos, sienitos, ijolitos e carbonatitos com uma idade de 132 m.a., segundo BORN (1971) e BORN *et al.* (1972).

Em relação aos sedimentos plio-pleistocênicos tem-se afloramentos da Formação Pariquera-Açu próximos a Sete Barras. Ela é constituída por conglomerados polimíticos, arenitos conglomeráticos, arenitos finos e argilas não representáveis na escala utilizada.

Já os sedimentos recentes apresentam uma distribuição superficial muito grande próximo à Registro e Sete Barras, diminuindo em direção à Juquiá e Miracatu. São sedimentos aluviais ligados à atual rede de drenagem, na sua maioria, e marinhos indiferenciados

existentes na planície litorânea de Iguape.

CARACTERIZAÇÃO DO GRAU DE CRISTALINIDADE DA GRAFITA EM ROCHAS METAMÓRFICAS

O material carbonoso tem-se apresentado como um constituinte comum das rochas sedimentares metamorfizadas. Autores como FRENCH (1964), LANDIS (1971) e GREW (1974) estudando a estrutura cristalina da grafita chegaram a conclusão que o grau de cristalinidade deste material aumenta com o grau de metamorfismo e estudos de difratometria de raio-X sugerem que a transformação do material carbonoso em grafita é análogo à grafitização do carbono industrial.

FRENCH (op.cit.) propôs a divisão deste material em quatro categorias segundo o grau de cristalinidade: em primeiro lugar ter-se-ia o material carbonoso amorfo, em seguida o material carbonoso asfáltico, a grafita d (desordenada) e finalmente a grafita.

Esta classificação foi posteriormente reformulada por LANDIS (op.cit.) que caracterizou os diferentes estágios de cristalinidade, baseando-se em parâmetros conseguidos sob condições experimentais. Este autor usa as designações d_1 , d_2 , d_3 segundo o aumento do "grau de desordem" do material carbonoso.

Neste estudo, a classificação adotada foi a usada por LANDIS (op.cit.) e para efeito de comparação, os dados lançados na Tabela 2, os quais foram conseguidos através da difratometria de raio-X, são comparados com os dados da Tabela 1.

Este mesmo autor chegou à conclusão que o principal agente na modificação do material carbonoso, desde a grafita amorfa até a grafita cristalizada, é a temperatura e que a pressão e os constituintes originais do material constituem controles secundários, sendo assim, FRENCH (op.cit.) indica que a grafita bem cristalizada aparece em temperaturas ao redor de 400°C, sendo que isto significaria a parte superior do fácies xisto-verde e inferior do fácies anfibolito.

Preparação das amostras

O material coletado em Miracatu (MRT-09) e em Sete Barras (REG-08) foi submetido, inicialmente, à britagem e posteriormente cerca de 50 g. de cada amostra foram levadas ao moinho de bolas. O material moído foi então separado com o auxílio de peneiras em três granulometrias (>60; 60-100 e <100 "mesh").

Utilizando-se a fração correspondente ao intervalo 60-100 "mesh" foram efetuados ataques químicos nas duas amostras, os quais, segundo GREW (1974) aparentemente não alteram a estrutura química e cristalina do material carbonoso.

Separadas aproximadamente 10 g. de cada amostra adicionou-se a cada uma 100ml de HCl (20%), sendo aquecidas em banho-maria por duas horas e posteriormente filtradas e lavadas com água destilada. Após essa operação o material foi novamente aquecido em banho-maria numa solução de 60 ml de HF (50%), 10 ml de HCl (37-38%) e 20 ml de água destilada por doze horas.

No último ataque químico adicionou-se aos resíduos das duas amostras 50 ml de HCl (20%) e em banho-maria estes foram aquecidos por seis horas, tendo sido, então, filtrados e lavados com água destilada.

Após cada filtragem e lavagem o material retido nos papéis-filtro era colocado para secar numa estufa com uma temperatura média de 60°C.

Os resíduos após essa secagem apresentavam características semelhantes que eram caracterizadas por uma coloração negra de granação bem fina.

Métodos Analíticos

O material correspondente à fração 60-100 "mesh" foi fixado em lâmina de vidro com água destilada e analisado com o difratômetro de raio-X Phillips usando filtro de Ni e radiação CuK. Os difratogramas foram rodados com uma velocidade varredura de 1°/min e o papel com velocidade de 10 mm/min, 35kV e 15 mA.

Inicialmente foram rodados dois difratogramas, referentes as duas amostras estudadas sem tratamento químico e constatou-se a presença de minerais como o quartzo, mica e provavelmente feldspato. Além disso pode-se observar que o pico 001 do quartzo mascarou completamente o pico 002 da grafita impossibilitando o estudo a respeito da cristalinidade desta.

Posteriormente ao ataque químico, que teve como objetivo a eliminação da sílica e dos silicatos presentes, bem como carbonatos, foram rodados mais dois difratogramas, os quais estão representados na Fig. 3, que mostram os picos de reflexão da grafita 002 e 004, nas raias 26,6° e 54,6°, respectivamente, não mais mascarados pela presença do quartzo.

Interpretação dos Resultados

De posse dos dados obtidos a partir dos difratogramas, ou seja localização na raia, identificação do pico de reflexão e da sua intensidade através dos métodos normais de identificação de minerais em raio-X, foram calculados com base em diversos difratogramas do mesmo material, os valores da relação altura/largura, quando a altura é metade da altura máxima, e do espaçamento em Å entre os planos que contêm os átomos de Carbono, quando a intensidade de reflexão é máxima.

O procedimento e a classificação foram efetuados segundo a metodologia utilizada por LANDIS (1971) para indicar o grau de estruturação cristalina da grafita (Tabela 1).

Os valores encontrados para as amostras de Miracatu e de Sete Barras estão expressos na Tabela 2, e mostram que a primeira possui um valor de 8,3 para a relação altura/largura, que a classifica como grafita-d₁. Já a grafita de Sete Barras apresenta um valor mais elevado dessa relação, ou seja, 30,0, sendo desse modo classificada como grafita bem ordenada. Os valores encontrados para o espaçamento entre os planos contendo os átomos de Carbono (d₀₀₂) no caso 3.35 Å, não constituem elementos elucidativos na identificação da grafita em relação a sua estrutura cristalina.

DETERMINAÇÃO DA RELAÇÃO $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$

O Carbono é um dos elementos mais abundantes do Universo. Este elemento possui dois isótopos estáveis, o ^{12}C que ocorre em porcentagem de 98,89% e o ^{13}C que se apresenta em uma porcentagem de 1,11%.

Em 1947, UREY aventou a possibilidade de se restaurar temperaturas passadas a partir das abundâncias de ^{13}C em matéria orgânica, sugerindo que o fracionamento do ^{13}C é uma função da temperatura.

Amostras de origem fotossintética se apresentam reduzidas em ^{13}C quando comparadas com amostras inorgânicas (VESPUCCI, 1979). Por esta razão este isótopo é normalmente utilizado como um traçador natural para se determinar a origem do material carbonáceo.

HOERING (1967) mostrou que ocorre uma diminuição do isótopo mais pesado no carbono de origem orgânica, semelhante aqueles encontrados em sedimentos de idade mais nova onde se sabe que o carbono é de origem biológica.

Neste trabalho, usou-se técnica similar para se ter idéia da origem, biológica ou não, dos metassedimentos grafitosos da região em estudo.

Técnica Adotada

O gás usado em todas as medidas de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ é o dióxido de carbono (CO_2), que provém do material que é aquecido a temperaturas de 800°C - 900°C .

Durante a combustão, os gases provindos desse material, são continuamente reciclados por uma bomba Toepler para assegurar a total conversão para o dióxido de carbono (CO_2).

Estes gases são coletados em um recipiente que contém nitrogênio líquido (-180°C) e posteriormente são aquecidos até a temperatura do gelo seco (-70°C). Desta maneira, o CO_2 fica livre de qualquer gás ou vapor d'água que porventura venham a contaminá-lo. Em seguida o CO_2 é coletado de acordo com o método de PARK & EPSTEIN (1960). Com uma velocidade de fluxo da ordem de 150 ml/min o gás passa através de três armadilhas, tendo como finalidade torná-lo cada vez mais livre de impurezas.

Uma vez coletado o CO_2 , ele é analisado no espectrômetro de massa. Detalhes básicos de como usar o espectrômetro de massa em isótopos estáveis foi descrito por NIER (1947). Aperfeiçoamento do modelo foi feito por MCKINNEY *et al.* (1950) aumentando a precisão do instrumento de NIER.

A relação $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ em qualquer amostra é comparada com o padrão. O padrão utilizado é o CO_2 do esqueleto carbonático fóssil da "*Belemnitella americana*" (PDB).

A função que define os valores da razão $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ é:

$$\delta^{13}\text{C} = \frac{\frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \text{ amostra} - \frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \text{ padrão}}{\frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \text{ padrão}} \times 1.000$$

Desta maneira, uma amostra com um $\delta^{13}\text{C}$ de -10 , por exemplo teria uma relação $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ menor que o padrão de 10 por mil ou 1,0%.

Interpretação dos resultados

As determinações de $\delta^{13}\text{C}$ efetuadas pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), foram feitas em duas amostras, Miracatu e Sete Barras; em ambas, as determinações dessa relação isotópica foram efetuadas antes e depois do tratamento químico que foi descrito em parágrafos anteriores.

De acordo com HOERING (1967) a quantidade de ^{13}C em rochas de origem marinha normalmente se encontra na faixa de -25 a -30 por mil em relação ao padrão utilizado.

Neste trabalho adotou-se um valor médio para as grafitas de Miracatu e Sete Barras, são $-25,02$ e $-20,75$ respectivamente. Estes valores foram plotados no gráfico de HOEFS (1973) (Fig. 4). Além desses resultados foram plotados, para finalidade apenas de comparação, resultados de um antracito do Rio Fresco, do sílex fossilífero Boorthana, sílex fóssil São Gabriel e amostras-padrão de grafita e petróleo do N.B.S.

Por meio deste gráfico pode-se observar que as amostras de Miracatu e Sete Barras estão no intervalo de -20 a -30 , indicando

desta maneira que essas grafitas são de origem organo-sedimentar, pois, de acordo com HOERING (op.cit.), haveria a possibilidade que algum carbono associado a xistos antigos seja carbono secundário adicionado após a formação do xisto.

Entretanto, de acordo com os resultados obtidos e comparando-os ao material biogênico, tudo leva a concluir que se trata de material organo-sedimentar que foi metamorfozizado a uma temperatura ao redor de 500° a 400° C.

CONCLUSÕES

O mapeamento das Folhas de Miracatu, Juquiã e Registro, na escala 1:50.000, que vem sendo realizado pelos autores, possibilitou a identificação de uma faixa metassedimentar na qual foram identificados xistos grafitosos.

O mapa geológico anexo mostra que ao longo dos perfis realizados foram encontrados níveis de material grafitoso no Grupo Açungui, sendo que apenas as amostras de Miracatu e Sete Barras foram estudadas detalhadamente para a determinação do grau de cristalinidade e da relação $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, sendo assim as conclusões se tornaram comparativas.

O estudo da difratometria de raio-X primeiramente indica que na região de Sete Barras tem-se uma maior quantidade de grafita do que na região de Miracatu nas amostras estudadas. Segundo a classificação de LANDIS (1971) a grafita das proximidades de Sete Barras apresenta um maior grau de cristalinidade do que a de Miracatu e tratar-se-iam de grafita (bem ordenada) e grafita d_1 (vide Tabela 2) respectivamente, indicando que as rochas da região teriam sofrido um metamorfismo com temperatura da ordem de 450° a 500° C.

A origem desses xistos grafitosos seria organo-sedimentar pois de acordo com os resultados obtidos através da relação $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ as duas amostras estão no intervalo de -20 a -30 em relação ao padrão utilizado. Observando-se a Fig. 4 parece provável que esse material que foi analisado seja devido a organismos de ambiente marinho ou não, de acordo com a Tabela de HOEFS (1973); isto pelo menos indicaria uma origem organo-sedimentar.

Outras seções geológicas, como foi citado anteriormente, têm mostrado que talvez esses xistos grafitosos não ocorram de maneira descontínua como se pensou no início dos trabalhos e que não devem estar associados à faixa cataclástica do Cubatão, exceto na região de Miracatu, onde esses metassedimentos estão embutidos (ou encaixados) na zona de cataclase dessa grande falha.

À medida que o mapeamento das Folhas acima citadas prossegue tem-se encontrado vários afloramentos deste material em diferentes seções, os quais estão sendo tratados para um posterior trabalho de cunho mais abrangente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Dr. Eiichi Matsui, responsável pela Divisão de Ciências Ambientais do Centro de Energia Nuclear na Agricultura; em Piracicaba, que foi o responsável pelas determinações da relação $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$. Agradecemos ainda ao Prof. Dr. Thomas R. Fairchild pelas críticas e sugestões as quais foram de grande utilidade.

BIBLIOGRAFIA

- BORN, H. - 1971 - O Complexo Alcalino de Juquiã. Tese de Doutorado, IG/USP.
- BORN, H. *et al.* - 1972 - Geocronologia do Complexo Alcalino de Juquiã. Congr.Bras.Geol., 26, Belém.
- CARNEIRO, C.D.R. *et al.* - 1974 - Esboço da diferenciação tectônica do Pré-Cambriano Superior no sul-sudeste do Brasil. Congr. Bras.Geol., 28, Porto Alegre.
- FERREIRA DA SILVA, A.T.S. *et al.* - 1978 - Geologia Integrada das Folhas Iguape e Cananéia. Congr.Bras.Geol., v.1, pp-208-221, Recife.
- FRENCH, B.M. - 1964 - Graphitization of organic material in a progressively metamorphosed Pre-cambrian iron formation. Science, vol. 146, pp. 917-918.
- GREW, F.S. - 1974 - Carbonaceous material in some metamorphic rocks of New England and other areas. The Journal of Geology, v. 82, 1, pp. 50-73.
- HOEFS, S. - 1973 - Stable isotope geochemistry. Springer-Verlag.
- HOERING, T.C. - 1967 - The organic geochemistry of Precambrian Rocks. Researches in Geochemistry, vol. II.
- KNECHT, T. - 1940 - Os minerais não metálicos do Estado de São Paulo. Bol. nº 27, IGG.
- LANDIS, C.A. - 1971 - Graphitizations of dispersed carbonaceous material in metamorphic rocks. Contrib. to mineralogy and petrology. V. 30, 1, pp. 34-45.
- MCKINNEY, C.R. *et al.* - 1950 - Improvements in mass spectrometers for measurements of small differences in isotope abundance ratios. Rev.Sc.Instr. 21, pp. 724-730.
- MEHNERT, K.R. - 1968 - Migmatites and the origin of granitic rocks. Developments in Petrology, v. 1. Elsevier Publishing Company.
- NIER, A.Q. - 1947 - A mass spectrometer for isotope and gas analysis. Rev.Sc.Inst. 18, pp. 398-411.
- PARK, R. & EPSTEIN, S. - 1960 - Carbon isotope fractionation during photosynthesis. Geochimistry Cosmoch. Acta, 21, pp. 110-126.
- UREY, H.C. - 1947 - The thermodynamic properties of isotopic substances. J.Chem.Soc., pp. 562-581.
- VESPUCCI, J.B. - 1979 - Termometria Geológica e Isótopos Estáveis. Seminários Gerais, IG/USP.

TABELA 1

PARÂMETROS DESCRITIVOS CARACTERIZANDO DIFERENTES ESTÁGIOS NA SÉRIE DA GRAFITA EM RELAÇÃO AO PICO 002 DE REFLEXÃO E SEU ARRANJO ESTRUTURAL (Seg. LANDIS, 1971)

	Relação H/l, (quando H = H máx./2)	d_{002} Å (c/I máx.)
Grafita bem ordenada	30	3.35 - 3.36
Grafita d_1	3 - 15	3.35 - 3.36
Grafita d_{1A}	3 - 15	3.37 - 3.44
Grafita d_2	0,5 - 1	3.45 - 3.55
Grafita d_3	0,5	3.50 - 3.75

TABELA 2

VALORES OBTIDOS A PARTIR DOS DIFRATOGRAMAS DAS AMOSTRAS ESTUDADAS DE ACORDO COM O PROCEDIMENTO DE LANDIS (1971)

Amostra	Relação H/l, (quando H = H máx./2)	d_{002} Å (c/I máx.)
Miracatu (MRT)	8,3	3.35
Sete Barras (ST)	30,0	3.35

TABELA 3

RELAÇÃO $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ OBTIDAS ATRAVES DE ESPECTROMETRIA DE MASSA PARA AS AMOSTRAS DE MIRACATU E SETE BARRAS

Amostra	Valores de $\delta^{13}\text{C}$ sem tratamento químico	Valores de $\delta^{13}\text{C}$ com tratamento químico
Miracatu (MRT)	-24,74	-25,21
	-24,62	-24,83
	-24,80	
	-24,94	
	-24,42	
Sete Barras (ST)	-19,65	-20,85
	-20,20	-20,65
	-20,03	
	-20,25	

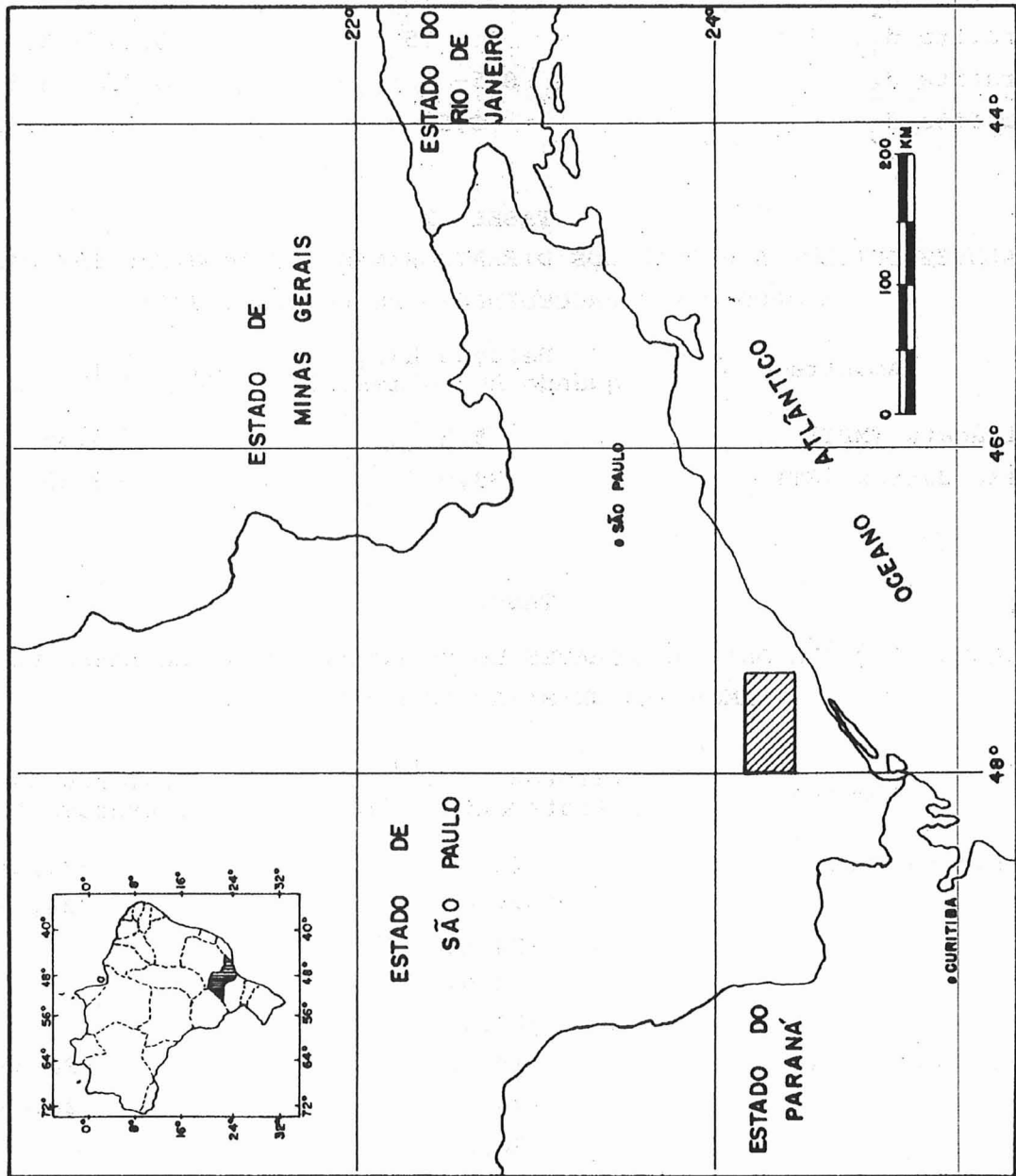


FIGURA 1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

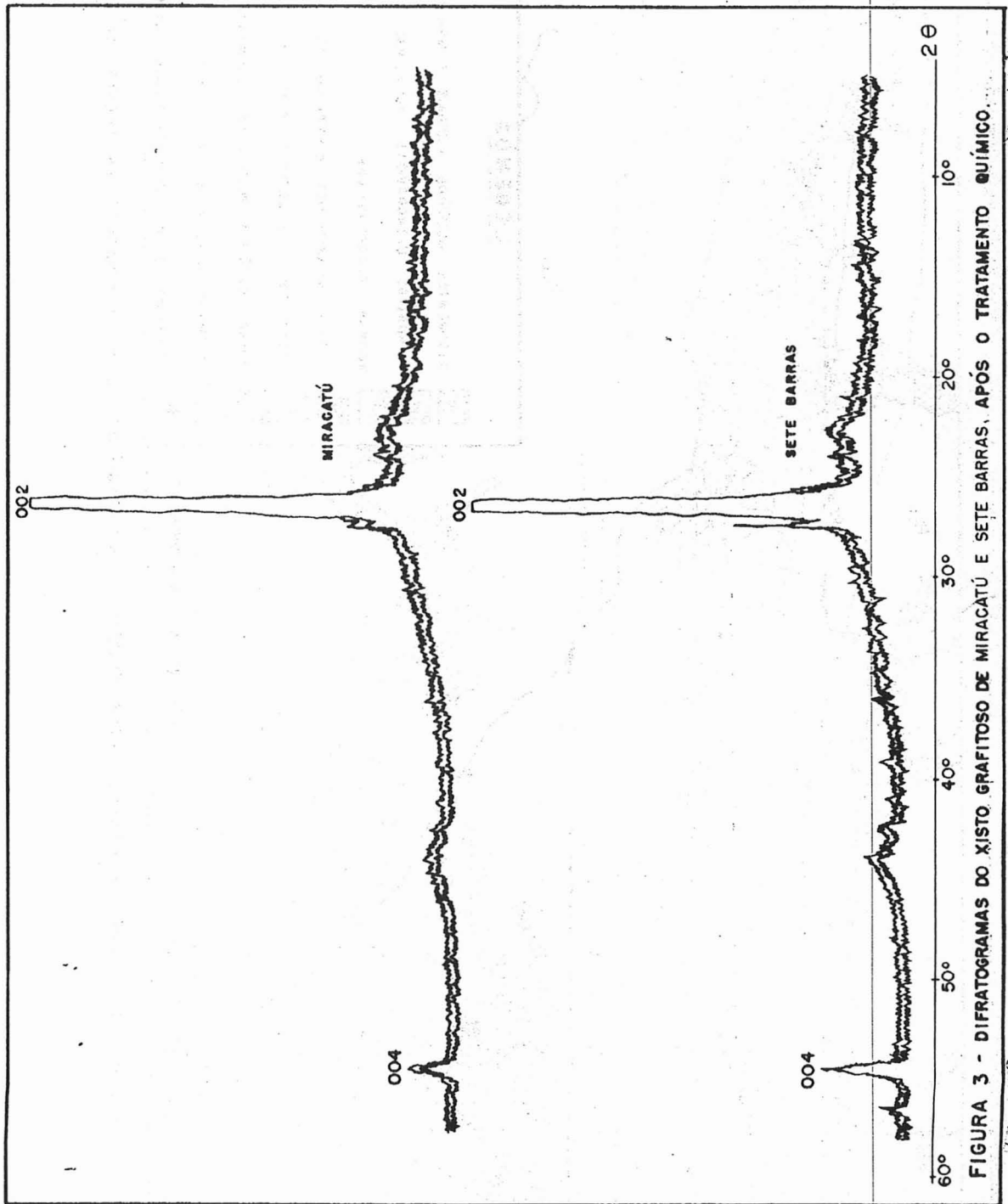


FIGURA 3 - DIFRATOGRAMAS DO XISTO GRAFITOSO DE MIRACATÚ E SETE BARRAS, APÓS O TRATAMENTO QUÍMICO.

VALOR $\delta^{13}C$

AMOSTRAS PLOTADAS

PDB - CHICAGO (CALCÁRIO)	0,0
ST - SETE BARRAS (XISTO GRAFITOSO)	- 20,8
MRT - MIRACATÚ (XISTO GRAFITOSO)	- 25,0
BO - BOORTHANA (SÍLEX FOSSILÍFERO)	- 25,6
G - NBS Nº 21 (GRAFITA)	- 27,8
SG - SÃO GABRIEL (SÍLEX FOSSILÍFERO)	- 27,8
P - NBS Nº 22 (PETRÓLEO)	- 29,4
RF - RIO FRESCO (ANTRACITO)	- 40,8

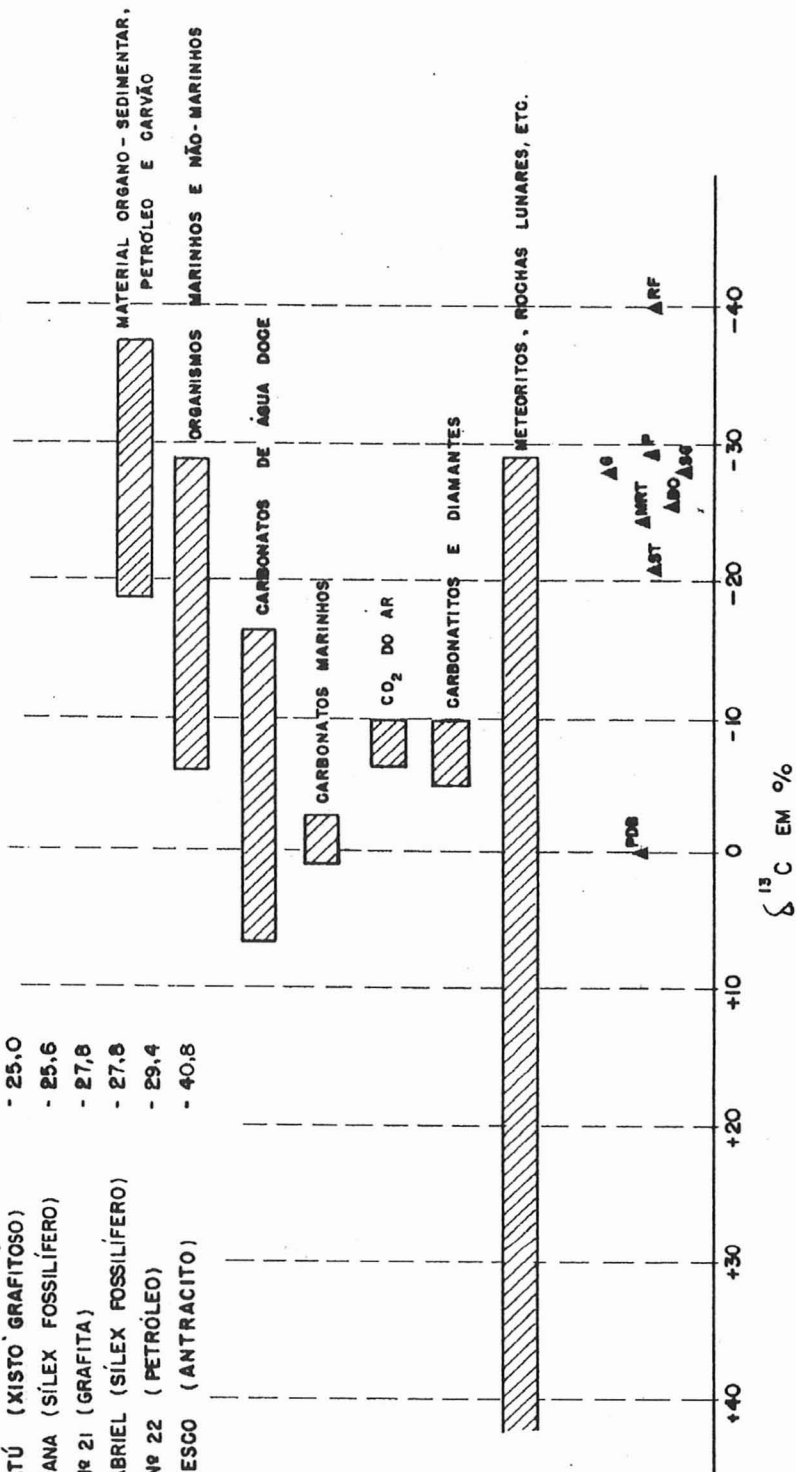


FIGURA 4 - RELAÇÃO C^{13}/C^{12} DE DIVERSAS AMOSTRAS CONTENDO MATERIAL CARBONOSO (MODIFICADO DE HOEFS, 1973)