PETROBRÁS
PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.

1975-5
Restrito

PESQUISA DE AREIAS ESPECIAIS PARA FRATURAMENTO DE POÇOS DE PETRÓLEO EM ROCHAS SEDIMENTARES DA REGIÃO SUL DO BRASIL

GEÓLOGO EXECUTOR: José Alcides F. Ferreira

SUPERVISÃO: Amadeu Paiva Santos

I96

CPRM – DIDOTE
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º 1975 – S
Nº de Volumes: 1 V.: —
RHL – 010478

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

1988

CPRM

APRESENTAÇAO

Em cumprimento ao Contrato No. 083/PR/87 de prestação de serviços técnicos especializados celebrado entre a Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRAS e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, é apresentado o presente Relatório Final, que abrange os serviços contratados pela primeira e executados pela segunda.

Neste documento são apresentados os dados coletados e as interpretações geológicas realizadas, a partir de levantamentos em rochas sedimentares da Bacia do Paraná, na Região Sul do Brasil, como parte de um trabalho mais abrangente realizado, nos mesmos moldes, em outras áreas do País.

O objetivo da pesquisa foi o levantamento de depósitos de areias especiais, adequadas à utilização como agentes de sustentação em fraturas de rochas produtoras de óleo.

CPRM

SUMARIO

1. INTRODUÇAO 1

2. OBJETIVOS 1

3. ESPECIFICAÇOES TECNICAS DAS AREIAS A PESQUISAR 2

4. METODOS DE TRABALHO 2

4.1 PREPARAÇAO INICIAL 2

4.2 DOCUMENTAÇAO 3

4.3 TRABALHOS DE CAMPO 4

4.4 PROCEDIMENTOS ANALITICOS 5

5. GEOLOGIA REGIONAL 6

6. TRABALHOS REALIZADOS E RESULTADOS OBTIDOS 7

7. CONCLUSOES E RECOMENDAÇOES 34

8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA 36

DOCUMENTAÇAO FOTOGRAFICA

ANEXOS

* NORMA PETROBRAS No. 1919
* MAPA-BASE GEOLOGICO - PARTE SUL
* MAPA-BASE GEOLOGICO - PARTE NORTE

CPRM

1. INTRODUÇAO

Apos reunioes entre equipes tecnicas da PETROBRAS e da CPRM, em meados de 1987, foi decidido que a CPRM elaboraria proposta técnica para pesquisa de areias especiais para fraturamento de poços de petroleo, em rochas sedimentares da Regiao Sul do Brasil. Tal proposta foi encaminhada à PETROBRAS, acompanhada dos respectivos cronograma de trabalho e orçamento, sendo aceita pela contratante e dando origem ao Contrato 083/PR/87, com ordem de serviço para inIcio dos trabalhos datada de 29 de janeiro de 1988.

O presente Relatório Final descreve as atividades e os resultados obtidos, bem como a metodologia adotada, em cumprimento ao disposto nos documentos supra mencionados.

Como os ensaios de laboratório a cargo da PETROBRAS não estavam disponíveis para a equipe de execução à época da elaboração do Relatório, não foi possível estabelecer juízos definitivos sobre a qualificação das areias encontradas, para os fins desejados, ficando as conclusões restritas ao condicionamento das ocorrências no campo e a caracterização da granulometria, arredondamento e esfericidade.

2. OBJETIVOS

Este trabalho é um, entre uma série de outros, realizados pela CPRM para a PETROBRAS, visando a localização de depósitos de areia adequada à utilização como agente de sustentação em fraturas de rochas produtoras de óleo. Com um consumo anual de cerca de 11.000 toneladas, a PETROBRAS obtinha-o anteriormente através de importação dos Estados Unidos, e posteriormente a partir de lavra na região litorânea do Rio de Janeiro, particularmente no município de Maricá. No entanto, tem havido recentes restrições legais e provável proibição a esta explotação, tornando necessária a busca de novas alternativas para a sua obtenção./ Dentre estas, conta-se a possibilidade da existência de depósitos de areias em facies arenosas antigas, tais como as que são lavradas na formação St.Peter Sandstone, conhecidas como **Otawa Sands** (USA).

Deste modo, o presente projeto tem como finalidade o levantamento regional da potencialidade para depósitos deste tipo associados às rochas sedimentares da Bacia do Paraná nos estados do Mato Grosso do Sul, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, visando particularmente as unidades com abundância de corpos arenosos já conhecidos, com ênfase em facies de origem eólica e marinha litorânea. Inclui também uma verificação de outras

unidades pré e pós-gonduânicas, exceto àquelas da Planície Costeira, que foram objeto de um trabalho específico.

As areias pesquisadas devem atender as características já estabelecidas pelas normas PETROBRAS no. 1919/JAN/84; no. 2034/OUT/84; e API RP 56.

3. ESPECIFICAÇOES TECNICAS DAS AREIAS A PESQUISAR

As areias apropriadas ao uso como agentes de sustentação em fraturas de rochas produtoras de óleo, caracterizam-se por serem constituídas essencialmente de grãos de quartzo com altos índices de arredondamento e esfericidade, pela ausência de feldspatos ou outros minerais e biodetritos, e por apresentarem uma boa resistência ao esmagamento e ao ataque químico.

A Norma no. 1919 da PETROBRAS (Anexo 1), fixa as condições exigíveis para qualificação e aceitação da areia na utilização em operações de fraturamento hidráulico de poços de petróleo.

De acordo com informações da PETROBRAS, o consumo destas areias é maior na faixa granulométrica de 20-40 mesh (60%), seguindo-se as granulometrias de 10-20 mesh e de 8-12 mesh, com 30% e 10%, respectivamente.

Um fator fundamental, dentre as características mencionadas, é a boa resistência ao esmagamento apresentada pelas areias, e por consequência, uma pequena geração de finos, quando submetida a altas pressões. As condições mais favoráveis à existência de areias com alta resistência ao esmagamento, encontra-se quando as áreas-fontes primárias são rochas ígneas plutônicas como granitos e granodioritos e rochas vulcânicas ácidas (riolitos e riodacitos), as quais fornecem grandes quantidades de quartzo monocristalino, com extinção fracamente ondulante ou reta e policristalinos com dois ou três subgrãos. Areas-fontes compostas por rochas de médio e alto grau metamórfico (gnaisses, xistos, granulitos), produzem fragmentos de quartzo com quatro ou mais subgrãos monocristalinos com extinção ondulante moderada a forte, não adequadas ao fim em vista.

4. METODOS DE TRABALHO

4.1 PREPARAÇAO INICIAL

Nao havendo no Territorio Nacional qualquer exemplo

anterior de uma pesquisa deste tipo em áreas de rochas sedimentares, e tendo sido a própria proposta técnica formulada em termos genéricos, foi necessário desenvolver um método de trabalho, especialmente quanto ao levantamento de campo, de modo a atingir os objetivos esperados dentro dos prazos estipulados. Algumas adaptações foram sendo feitas, à medida que a experiência direta no campo mostrava que procedimentos eram mais ou menos eficazes.

A preparação envolveu a aquisição dos equipamentos e materiais previstos para a execução do trabalho, bem como a listagem e aquisição da documentação geológica e topográfica. Foi escolhido e incorporado ao projeto, como técnico auxiliar, o encarregado de campo Pedro dos Santos.

Os trabalhos foram iniciados pelo Rio Grande do Sul, pela maior familiaridade do geologo responsável com a geografia e geologia deste Estado, propiciando maior facilidade e segurança no planejamento da primeira saída ao campo. Foi realizada uma revisão bibliográfica sumária e estabelecido um planejamento preliminar dos roteiros e cidades onde a equipe faria base, incluindo a programação de visitas as minas de carvão a céu aberto, onde sabidamente ocorrem arenitos nas coberturas das camadas lavradas. Foram estimadas as superfícies a serem levantadas em cada estado e no global do projeto, embora de modo apenas aproximativo, uma vez que as peculiaridades do trabalho não permitiam definir com exatidão os limites das regiões a serem pesquisadas. Foi efetuada também uma fotointerpretação expedita, utilizando fotos aéreas do arquivo da CPRM, abrangendo a área prevista na primeira etapa de campo, com vistas a delimitar os setores mais favoráveis à ocorrência de concentrações de areia. Verificou-se, posteriormente, a pequena utilidade do método, uma vez que os locais escolhidos na fotointerpretação são também facilmente identificáveis nos mapas topográficos, pelo menos os de dimensões significativas. De qualquer modo, não haveria tempo disponível para visitar e verificar todos os locais pré-selecionados, quer utilizando fotos e mapas, ou apenas os mapas.

4.2 DOCUMENTAÇÃO

A documentação cartográfica utilizada no projeto incluiu:

a) Mapas geológicos na escala 1:100.000 produzidos pelo Projeto A Borda Leste da Bacia do Paraná - Integração Geológica e Avaliação Econômica, executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais para o Departamento Nacional da Produção Mineral, num total de 99 folhas.

b) Mapas topográficos plani-altimétricos na escala 1:50.000, correspondentes aos mapas geológicos 1:100.000 do item (a) e que serviram de base para os mesmos.

c) Mapas geológicos na escala 1:1.000.000, da Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo (Departamento Nacional da Produção Mineral), incluindo partes das folhas Uruguaiana, Porto Alegre, Curitiba, Rio Apa, Paranapanema e Rio de Janeiro.

Além disso foram utilizados mapas rodoviários e turísticos atualizados para otimizar o planejamento dos deslocamentos e cidades de estada da equipe.

Os mapas bases (anexos II e III) foram decalcados das Cartas Geológicas ao Milionésimo, enquanto os mapas de localização das amostras foram extraídos, sempre que possível, das folhas 1:100.000 do Projeto Borda Leste.

4.3 TRABALHOS DE CAMPO

O levantamento de campo consistiu em percorrer as áreas de ocorrência das unidades alvos (formações Botucatu, Rio Bonito, etc..), através das principais rodovias existentes em cada região, com acompanhamento para localização permanente nos mapas geológicos e/ou topográficos. A medida em que eram observadas concentrações de areia ou arenitos aflorantes, faziam-se paradas e exames **in situ** do material, verificando-se os seguintes aspectos:

- Grau de desagregação do material: areia solta; rocha friável; medianamente compacta; ou muito compacta.

- Granulometria: atraves de exame visual e pelo tato, ou por peneiramento na série USS/ASTM de aberturas 8,10,20,40 mesh e Fundo, ou em algumas destas, caso o exame visual assim o indicasse. Na imensa maioria dos casos foram usadas apenas as peneiras 20 e 40 mesh, e quase sempre a fração retida em ambas era pouco significativa. Nos casos em que, pela estimativa visual, obtinham-se frações superiores a 8-10% acima de 40 mesh, considerava-se sob o aspecto granulométrico que a ocorrência merecia amostragem.

- Arredondamento, Esfericidade e Composição da areia/arenito: com auxílio de lupa de mão de dez aumentos, avaliavam-se estes aspectos, preferencialmente nas frações já separadas por peneiramento, comparando com amostras de areia nacional (Rio de Janeiro) e estrangeira (**Otawa Sands**). A composição mais ou menos silicosa era observada, excluindo-se exemplares com altos conteúdos de grãos não-quartzosos, como de

feldspatos, fragmentos de rocha, ou presença de matriz argilosa abundante. Foram também observadas películas de óxido de ferro envolvendo os grãos de quartzo, quando presentes.

- Condições locais e porte da ocorrência: quando os parâmetros anteriores indicavam a validade da retirada de uma amostra, eram descritas as condições locais quanto a facilidades para uma possível futura lavra do depósito, tais como existência de coberturas, lavra já existente ou não, vegetação, áreas urbanas, estimativa de volume do depósito, e outros aspectos julgados de interesse.

Nos pontos onde a areia apresentava características que justificassem a sua amostragem, foi realizada a limpeza da porção superficial com pá manual, retirada uma quantidade entre 15 e 30 kg, que foi colocada sobre uma lona plástica e quarteada, de modo a obter-se volume suficiente para encher um saco plástico com 4 a 7 kg de material, que foi devidamente etiquetado para perfeita identificação.

4.4 PROCEDIMENTOS ANALITICOS

As amostras coletadas foram enviadas aos escritórios da CPRM no Rio de Janeiro e encaminhadas ao Laboratório Central de Análises Minerais - LAMIN, para os procedimentos laboratoriais de análise granulométrica, arredondamento e esfericidade.

Cada amostra foi submetida à secagem em estufa,ventilada e quarteada, separando-se uma fração da amostra original para ser remetida à PETROBRAS.

Posteriormente o material foi pesado em balança de precisão e encaminhado para o processo de separação e classificação granulométrica. Foram utilizadas baterias de peneiras com malhas de 16, 20, 30, 40, 50 e Fundo, de acordo com solicitação do representante da contratante junto à CPRM para o presente projeto.

Após a separação granulométrica foi feita a pesagem e o cálculo percentual das diferentes frações.

As análises de arredondamento e esfericidade foram efetuadas nas frações granulométricas superiores a 40 mesh que apresentaram percentual em peso da amostra superior 10%.

Também por solicitação do representante da PETROBRAS foram feitas, para cada amostra, observações no que se refere à existência de microfraturas nos grãos de quartzo, biodetritos, feldspato e minerais opacos.

A medida em que se iam concluindo as anàlises de cada lote de amostras, eram as mesmas enviadas ao CENPES/DIGER, acompanhadas dos respectivos boletins de resultados de anàlises granulomètrica, de arredondamento e esfericidade, para realizaçào, pela PETROBRAS, de analises de solubilidade em HCl - HF, turbidez e resistencia ao esmagamento.

5. GEOLOGIA REGIONAL

A Bacia do Paranà foi o principal alvo da pesquisa executada por este projeto, pois nela està contida grande parte das rochas sedimentares da Regiào Sul do Brasil.

Sua àrea total ocupa cerca de 1.600.000 Km2, dos quais 1.000.000 km2 em territòrio brasileiro, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paranà, Sào Paulo, Mato Grosso do Sul e pequenas porçòes de Minas e Goiás. De toda esta àrea, apenas a faixa aflorante, que é uma pequena parte do total, foi percorrida e pesquisada.

Esta Bacia constitui uma extensa sinéclise, intracratônica, cujas sequências sedimentares acumuladas possuem idades que vão desde o Devoniano até o Mesozóico Superior.

O preenchimento da bacia, incluídas as lavas basálticas, totaliza quase 5.000 m de espessura na sua parte central.

Em consequência do longo tempo geológico durante o qual se processou a acumulação de sedimentos e a vasta extensào territorial envolvida, a bacia apresenta uma grande diversificacão, no tempo e no espaco, de condições climáticas e ambientais. Desta forma as sequências sedimentares sào tambem extremamente diversificadas quanto aos tipos litológicos e às facies correspondentes aos variados ambientes de sedimentação, embora predominem o marinho raso (plataforma), transicional e continental, ao menos nas suas porçòes mais conhecidas. Quanto à granulometria, embora possam se encontrar representantes de todas as faixas (ruditos, arenitos e pelitos), a maior presença é claramente das frações de menor tamanho, areias finas e pelitos. Este fato é compreensível, uma vez que os movimentos epirogênicos, quase sempre lentos e de pequena amplitude, dominaram a evoluçao tectonica da Bacia do Parana.

Dentre as unidades estratigráficas da Bacia do Paranà, algumas foram especialmente visadas pelos trabalhos de pesquisa, uma vez que pelo conhecimento direto do autor e pelas informaçòes bibliográficas, eram as que continham corpos de arenito com maior potencialidade para se encontrarem dentro dos parâmetros procurados.

A Formação Rio Bonito, com suas facies produzidas em ambientes costeiros e transicionais, foi um destes alvos preferenciais. Sabe-se que em um ambiente de costas com influência de ondas (energia alta), formam-se praias e cordões litorâneos com areias quartzosas bem arredondadas, de granulometrias variadas, por vezes grossas e médias. Além disso,a existência de corpos de arenitos eólicos, produtos de retrabalhamento de areias depositadas em ambiente costeiro e mesmo fluvial, era outra forte possibilidade dentro desta unidade.

A Formação Botucatu, de origem predominante eólica, foi outro alvo importante, já que é bem conhecida a capacidade do vento para selecionar e arrendondar os grãos de quartzo sobre os quais atua.

Adicionalmente, foram dirigidos esforços para as formações Rio do Rasto/Pirambóia/Rosário do Sul (arenitos fluviais e eólicos), Grupo Itararé (marinhos rasos) e Formação Furnas (arenitos fluviais).

Como os deslocamentos e os roteiros percorridos necessariamente implicavam em atravessar áreas de rochas do embasamento pré-gonduânico, bem como de unidades de cobertura sobre as lavas basálticas, foram realizadas observações não sistemáticas sobre ocorrências de areia encontradas nessas áreas.

6. TRABALHOS REALIZADOS E RESULTADOS OBTIDOS

Durante os trabalhos de campo foi percorrido um total de 26.250 km, dos quais 18.460 km em efetivo trabalho de campo e 7.784 km em deslocamentos. A área total abrangida pela pesquisa foi estimada em 33.400 km2, ou seja, foram percorridos cerca de 0,55 km para cada km2 de área pesquisada. Os pontos de observação totalizaram 820, o que significa um ponto a cada 22,5 km percorridos ou um ponto a cada 40 km2 de área pesquisada. Deve-se notar que os 820 pontos mencionados significam locais onde houve observação mais cuidadosa, com peneiramento e exame sob a lupa. Muitos milhares de outros locais foram verificados através de paradas rápidas do veículo e constatação de sedimentos muito longe das características requeridas, simplesmente através de um primeiro exame visual e pelo tato.

De qualquer maneira, estes números mostram que, dentro das condições pré-estabelecidas do tempo disponível e da grande área abrangida, o trabalho consistiu mais num levantamento regional de potencialidades, do que em pesquisa detalhada, que esgotasse as possibilidades de ocorrência das areias prospectadas. Levando em conta este aspecto, acredita-se que

os resultados obtidos atingiram plenamente os objetivos.

Para melhor compreensão das áreas pesquisadas são apresentadas, a seguir, as regibes que foram sendo estabelecidas esquematicamente à medida que o trabalho progredia, referidas às cidades mais importantes que nelas se situam, bem como as superfícies estimadas em cada uma, e às unidades estratigráficas alvo.

Regibes no Rio Grande do Sul

- Candiota-Pelotas - cerca de 300 km2 na região do Escudo Sul-Rio-Grandense, até a borda da Planicie Costeira;

- Bagé-Candiota-Aceguá - cerca de 300 km2 sobre áreas de ocorrência da Formação Rio Bonito, incluindo a área da Mina de Candiota;

- Dom Pedrito - Formação Rio Bonito; cerca de 100 km2;

- Rosário do Sul-Santana do Livramento - cerca de 1.200 km2 nas formações Rio do Rasto e Botucatu;

- Alegrete-S.Francisco de Assis - cerca de 3.000 km2,basicamente sobre a Formação Botucatu;

- Quaraí - 200 km2 sobre a Formação Botucatu;

- Cachoeira do Sul - 400 km2 sobre as formações Rio Bonito e Rio do Rasto;

- São Gabriel - Formação Rio Bonito; cerca de 200 km2;

- Santa Maria-Jaguari - Formações Botucatu e Rio do Rasto; cerca de 2.000 km2;

- Santa Cruz-Montenegro - Formações Botucatu e Rio do Rasto; cerca de 1.800 km2;

- Pantano Grande-São Jerônimo - cerca de 100 km2 sobre a Formação Rio Bonito;

- Taquara-S.Antonio - Formação Botucatu; cerca de 400 km2;

- Osório-Torres-Araranguá (SC) - Formação Botucatu;cerca de 300 km2.

CPRM

Regiões em Santa Catarina

- Meleiro-Criciúma-Lauro Muller - Formações Rio Bonito, Botucatu e Rio do Rasto;

- Lages - Formações Botucatu e Rio do Rasto; cerca de 300 km2;

- Ituporanga-Alfredo Wagner-Bom Retiro - cerca de 1.700 km2 sobre as formações Botucatu, Rio Bonito e Itararé;

- Mafra-Ponta Alta-Rio do Sul - cerca de 2.000 km2 sobre as formações Botucatu, Rio do Rasto, Rio Bonito,Itararé e Grupo Itajaí.

Regiões no Paraná

- Palmeiras-União da Vitória-Rio Negro - cerca de 2.300 km2 sobre as formações Botucatu, Rio Bonito e Itararé e Rio do Rasto;

- Telêmaco Borba-Jaguariaiva - cerca de 3.400 km2 sobre as formações Furnas, Itararé, Rio Bonito, Rio do Rasto e Botucatu;

- S.Antonio da Platina-S.Jerônimo da Serra - cerca de 500 km2 sobre as formações Botucatu e Pirambóia.

Regiões do Mato Grosso do Sul

- Presidente Epitácio (SP)-Dourados-Campo Grande - cerca de 3.000 km2 sobre a Formação Caiuá;

- Guia Lopes de Laguna-Aquidauana - cerca de 2.000 km2 sobre as formações Botucatu e Aquidauana.

Regiões em São Paulo

- Avaré-Marília-Presidente Epitácio - cerca de 3.000 km2 sobre as formações Caiuá, Bauru e Marília;

- São Carlos-Piracicaba-Paranapanema - cerca de 2.000 km2 sobre as formações Botucatu, Pirambóia e Grupo Itarare;

- Franca-Ribeirão Preto - cerca de 1.000 km2 sobre as formações Botucatu, Pirambóia e Grupo Itararé. Esta incluiu uma pequena área no sul de Minas Gerais.

Algumas entre as cidades referidas nestas regiões serviram como base de trabalho para a equipe, a saber :

Rio Grande do Sul : Bagé, Santana do Livramento, Alegrete, Santa Maria, Santa Cruz, Cachoeira do Sul e Taquara.

Santa Catarina : Mafra, Rio do Sul, Bom Retiro e Criciúma.

Paraná : Rio Negro, Ponta Grossa, Telêmaco Borba e S. Antonio da Platina.

São Paulo : Franca, Ribeirão Preto, S. Carlos, Piracicaba, Marília, Avaré e Presidente Epitácio.

Mato Grosso do Sul : Dourados e Campo Grande.

Uma vez que o objetivo era localizar depósitos de areia preferencialmente solta, desagregada ou,pelo menos, parcialmente nestas condições, uma grande atenção foi dada aos depósitos fluviais atuais e subatuais de rios, sendo examinados todos os cursos d'água existentes ao longo dos roteiros percorridos. Particular atenção foi dada aos cursos d'água que drenam as áreas aflorantes das unidades estratigráficas de maior interesse.

A importância destas ocorrências no âmbito deste projeto pode ser bem entendida quando se constata que nove das quinze amostras coletadas foram provenientes de depósitos fluviais, a maioria dos quais sendo explotados para areia de uso na construção civil. Observou-se que as barras emersas, ou a parte emersa das barras, é quase sempre constituída de areias muito finas, estando as porções de granulometria mais favorável no fundo do canal dos rios, de onde são extraídas por bombas de sucção em algumas das operações de lavra. Estes depósitos são concentrados de fundo de canal, ou a base das barras em início de sua construção, o que seria de esperar, pela bem conhecida estrutura granocrescente para o topo (gradação normal) dos depósitos de preenchimento de canal fluvial. Deste modo, em muitos dos rios não foi possível ter acesso às porções mais promissoras, mas unicamente às barras emersas, nas margens dos cursos d'água. Além disso, em períodos de elevada pluviosidade , como ocorreu em alguns dias de janeiro e fevereiro, os rios estavam com níveis de água muito altos, dificultando o acesso aos corpos de areia que estariam emersos em épocas normais.

Foram também merecedoras de especial cuidado as chamadas regiões em "desertificação" sobre áreas aflorantes da Formação

Botucatu na região oeste-sudoeste do Rio Grande do Sul (Fotos 1 e 2). Estas regiões são as mais extensas superfícies de afloramento desta unidade, e seu uso agrícola intenso faz com que a vegetação rasteira seja eliminada, instalando-se um processo erosivo que desagrega as areias, as quais são retrabalhadas pelo vento e pelas águas superficiais, resultando em verdadeiras zonas "desérticas", inclusive com campos de dunas se instalando. Estas áreas foram percorridas em boa parte das estradas públicas existentes, mas uma pesquisa detalhada deveria incluir também muitas vias dentro de propriedades privadas. Na imensa maioria dos locais verificados tratava-se de areias finas, com películas de óxido de ferro envolvendo-as, mas em um local foi possível coletar uma amostra com boas características, e é de se esperar que outros pontos favoráveis possam ser encontrados, numa pesquisa de maior detalhe.

Os principais fatores que determinaram a eliminação da maioria das ocorrências testadas foram os seguintes:

- Granulometria muito fina, passando total ou parcialmente (90% ou mais) na peneira 40 mesh.

- Compactação e difícil desagregação de muitos afloramentos, o que tornaria muito onerosa uma futura lavra.

- Ocorrência de significativa quantidade de grãos e/ou material não silicoso (feldspatos, fragmentos de rocha, matriz argilosa, minerais pesados).

- Excessiva angulosidade e/ou baixa esfericidade dos grãos.

Obviamente, muitos dos pontos testados e descartados para amostragem, acumulavam dois ou mais destes fatores negativos.

As amostras coletadas e enviadas aos laboratórios são descritas a seguir, quanto ao condicionamento de sua ocorrência e características de interesse a um futuro aproveitamento. Um sumário de suas características de granulometria, arredondamento e esfericidade é apresentado na Tabela 1.

JF-001: Esta amostra foi retirada de afloramentos da Formação Rio Bonito, a beira de uma estrada secundária, de chão batido, com localização na Figura 1. Nesta área ocorrem grandes corpos de arenitos de origem em ambiente de marés (infra-marés), de granulometrias variáveis, mas quase sempre muito compactos. No local amostrado a rocha encontra-se friável, e os grãos cobertos por óxido de ferro, com alguma argila dispersa. A distribuição granulométrica com 47,5% das frações retidas em 30+40 mesh, e

PROJETO PESQUISA DE AREIAS ESPECIAIS PARA FRATURAMENTO DE POÇOS DE PETRÓLEO EM ROCHAS SEDIMENTARES DA REGIAO SUL

AMOSTRAS	GRANULOMETRIA %							A : ARREDONDAMENTO E : ESFERICIDADE							
JF	16	20	30	40	50	F	30+40	16A	16E	20A	20E	30A	30E	40A	40E
001	8.60	10.67	15.08	32.39	18.74	14.52	47.47	0.67	0.67	0.62	0.63	0.67	0.61	0.70	0.58
003	0.03	0.04	3.45	52.61	29.37	14.50	56.06	----	----	----	----	----	----	0.80	0.70
004	0.34	0.12	0.75	13.00	63.41	22.38	13.75	----	----	----	----	----	----	0.77	0.76
005	2.40	2.41	7.60	44.80	32.10	10.69	52.40	0.44	0.71	0.57	0.65	0.61	0.58	0.65	0.68
006	0.36	0.27	1.80	38.11	34.19	25.27	39.91	----	----	----	----	----	----	0.60	0.62
007	0.15	0.40	6.88	38.11	36.28	18.18	44.99	----	----	----	----	----	----	0.58	0.63
008	12.10	5.44	11.26	37.73	21.97	11.50	48.99	0.45	0.61	0.50	0.63	0.64	0.58	0.70	0.62
009	0.16	0.14	5.64	35.11	46.61	12.34	40.75	----	----	----	----	----	----	0.75	0.66
010	10.99	5.08	8.20	25.85	30.53	19.35	34.05	0.44	0.56	----	----	----	----	0.45	0.48
011	5.51	3.39	6.93	30.68	39.07	14.42	37.61	----	----	----	----	----	----	0.58	0.48
012	1.08	2.73	9.46	42.93	28.93	14.87	52.39	----	----	----	----	----	----	0.49	0.45
013	3.82	43.38	8.98	41.39	2.10	0.33	50.37	----	----	0.39	0.73	----	----	0.81	0.84
014	40.09	12.92	5.86	14.65	9.79	16.17	20.51	0.39	0.82	0.55	0.77	----	----	0.78	0.80
015	7.27	9.23	16.81	32.09	25.03	9.57	48.90	----	----	----	----	0.67	0.81	0.55	0.85
016	16.55	9.45	13.39	26.89	14.65	19.09	40.26	0.18	0.81	----	----	0.13	0.72	0.15	0.86

TABELA 01

ainda 19,3% da soma de 16+20 mesh, é bastante favorável. O arredondamento e a esfericidade estão entre 0,58 e 0,70, um pouco abaixo do limite ótimo. No local onde foi retirada a amostra dificilmente poderia se implantar uma lavra em grande escala, mas como a distribuição destes corpos de arenito e ampla nesta regiao, uma pesquisa detalhada teria forte probabilidade de encontrar, no interior das propriedades, um local mais adequado, permanecendo a duvida quanto a existencia de volumes suficientes de arenito friável.

Os acessos do ponto de amostragem até Aceguá são sofríveis, por estradas de çhão batido e conservação precária, porém a partir de Aceguá são rodovias asfaltadas.

JF-003: A coleta de amostra foi em área em processo de "desertificação" sobre o arenito Botucatu, nas proximidades da BR-293, a poucos km da cidade de Quaraí (Figura 2). Em afloramentos no corte da rodovia pode-se verificar a existência de fenômenos de fluxo de grãos (**grain-flow**) na face das paleodunas da Formação Botucatu. Este processo, característico de depósitos eólicos, tende a selecionar e preservar leitos com areia mais grossa, e a sua presença, relativamente mais intensa neste local, provavelmente explica os altos conteúdos da fração 30+40 mesh (56%) nas áreas em "desertificação" próximas.

O arredondamento e a esfericidade, 0,80 e 0,70, também são típicos de areias depositadas pelo vento. A composição é quartzosa muito pura, mas os grãos são avermelhados, pelo envolvimento por películas de óxido de ferro.

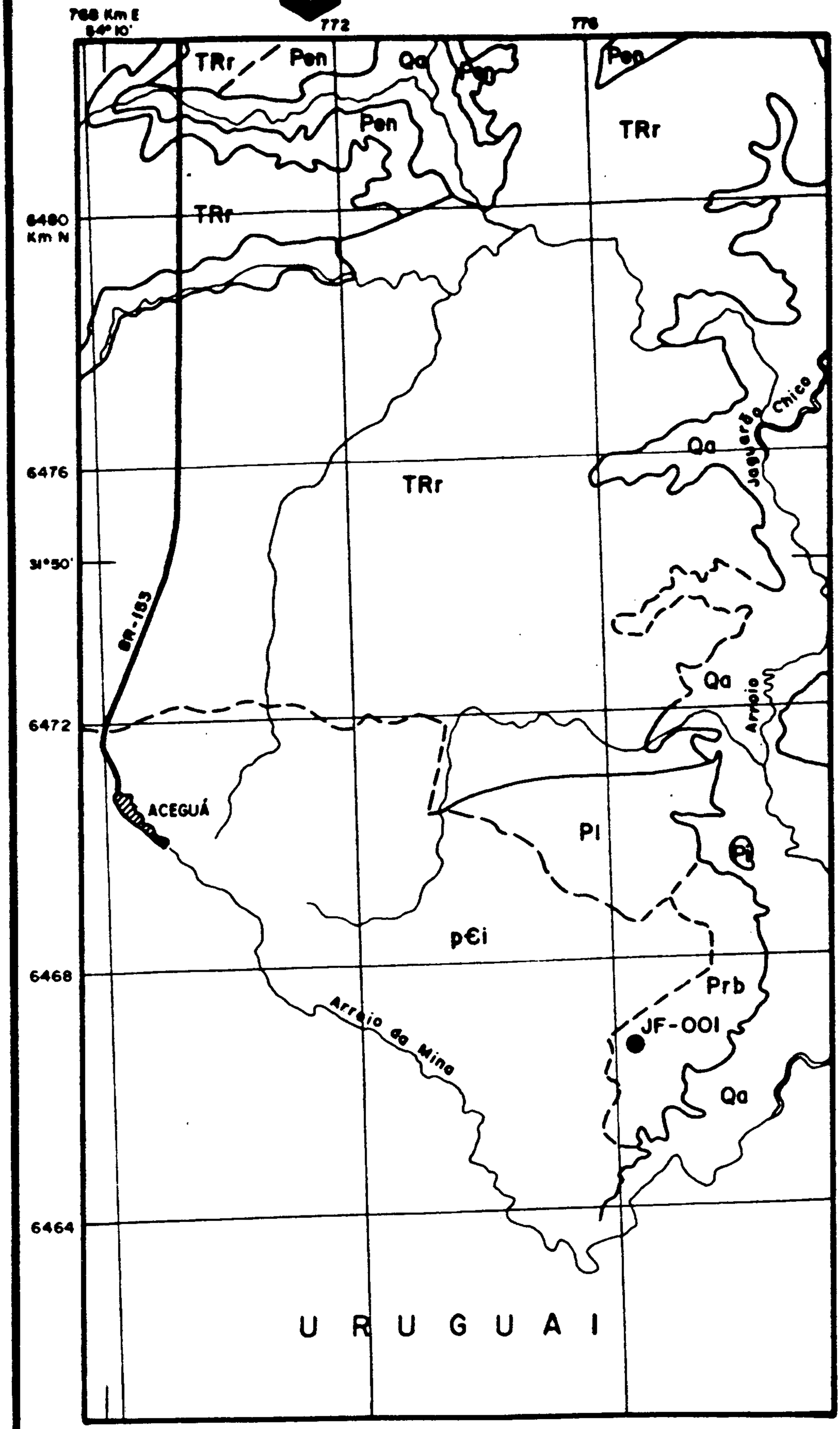
O depósito é aflorante, e os volumes de areia facilmente lavraveis, são certamente muito maiores que as atuais necessidades (11.000 t/ano) da PETROBRAS, por horizonte de tempo em aberto.

O acesso é muito bom, nas proximidades de rodovia asfaltada (BR-293), desenvolvendo-se até alguns poucos km afastados desta via.

JF-004: Esta amostra foi coletada em areias de barras fluviais desenvolvidas pelo rio da Faxina, proximidades da ponte na BR-158, entre Rosário do Sul e Santana do Livramento (Figura 3). A areia é silicosa, muito pura, raros grãos com peliculas de óxido de ferro. O arredondamento e a esfericidade são altos (0,77 e 0,76), mas o rendimento da fração 30+40 mesh é baixo (13,7%), sendo que quase toda esta fração está entre 30 e 40 mesh.

Há alguma retirada de areia para uso na construção civil, do leito do rio. As barras são de porte pequeno a médio, mas como têm continuidade à montante e à juzante do trecho

PETROBRÁS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.

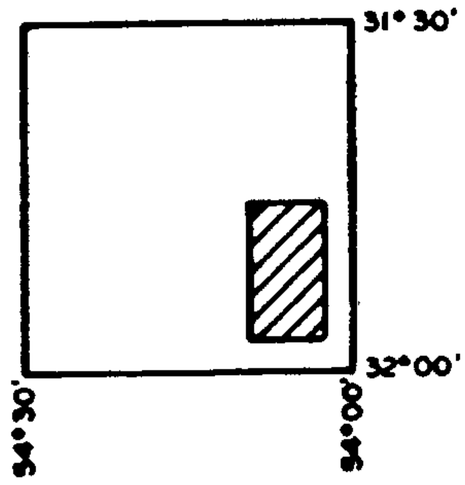


CONVENÇÕES:

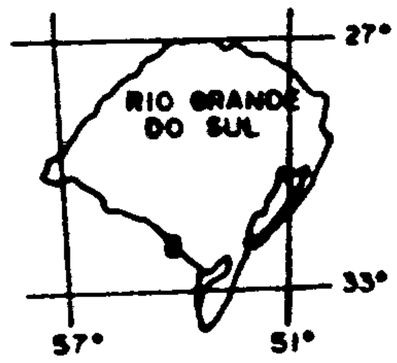
- Qa — ALUVIÕES QUATERNÁRIOS
- TRr — FM. RIO DO RASTO
- Pen — FM. ESTRADA NOVA
- Pi — FM. IRATI
- Prb — FM. RIO BONITO
- p€i — ROCHAS PRÉ-CAMBRIANAS INDIFERENCIADAS
- LOCAL DE AMOSTRAGEM
- CONTATO LITOLÓGICO DEFINIDO / APROXIMADO
- DRENAGEM
- RODOVIA
- CIDADE

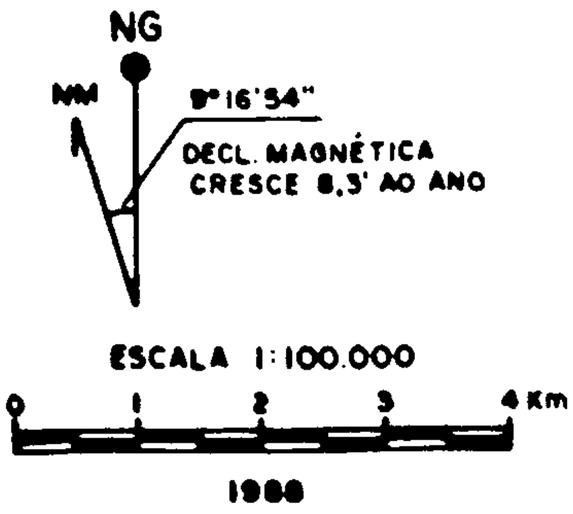
BASE GEOLÓGICA E GEOGRÁFICA OBTIDA DO MAPA GEOLÓGICO DO PROJETO BORDA LESTE DA BACIA DO PARANÁ, ANEXO 97 : FOLHA SH.21-Z-D-IX - VILA DA LATA

ENQUADRAMENTO NA FOLHA :



MAPA DE LOCALIZAÇÃO:





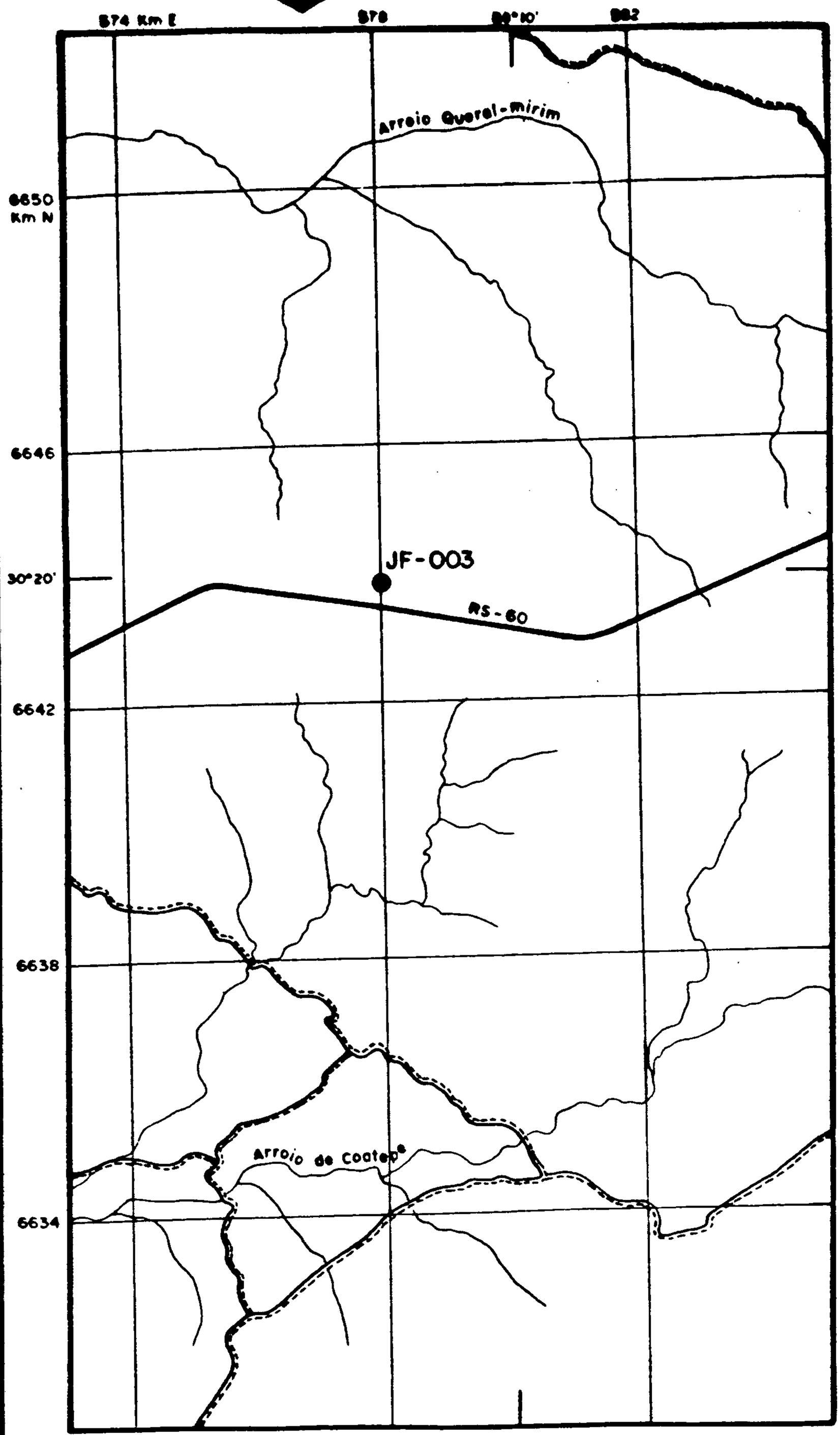
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

PROJETO PESQUISA DE AREIAS ESPECIAIS PARA FRATURAMENTO DE POÇOS DE PETRÓLEO EM ROCHAS SEDIMENTARES DA REGIÃO SUL

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA AMOSTRA JF-001

FIGURA 1

PETROBRÁS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.

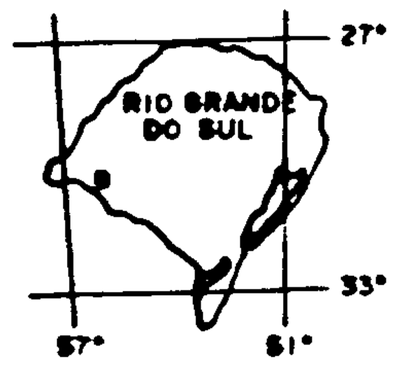


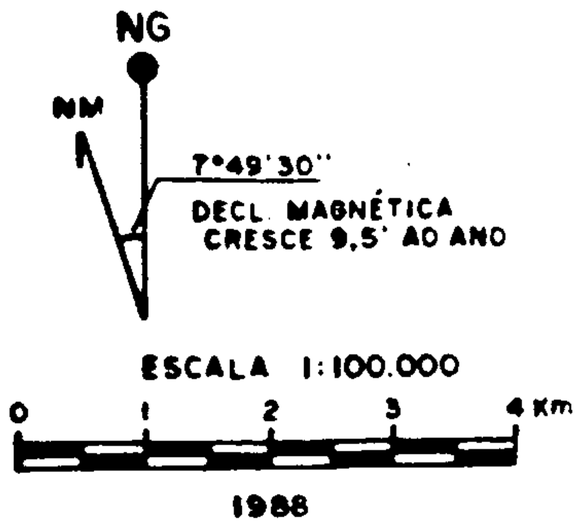
CONVENÇÕES:

- LOCAL DE AMOSTRAGEM
- DRENAGEM
- RODOVIA PRINCIPAL/SECUNDÁRIA

BASE GEOGRÁFICA OBTIDA DA DSG - BRASIL.
FOLHA SH.21-Z-A-II-4 - CERRO DAS CACIMBAS
(ESCALA ORIGINAL 1:50.000)

MAPA DE LOCALIZAÇÃO:





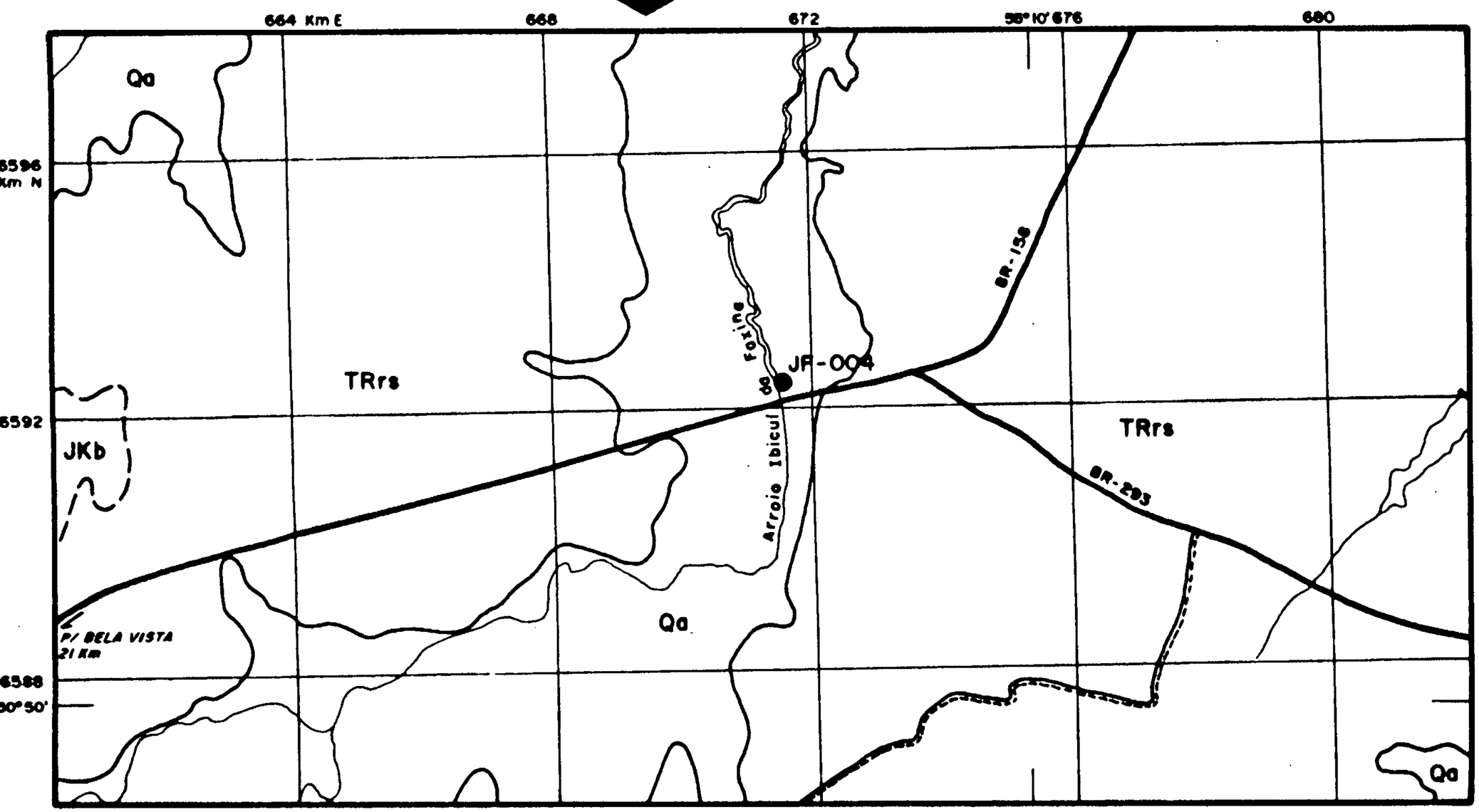
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

PROJETO PESQUISA DE AREIAS ESPECIAIS PARA FRATURAMENTO DE POÇOS DE PETRÓLEO EM ROCHAS SEDIMENTARES DA REGIÃO SUL

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA AMOSTRA JF-003

FIGURA 2

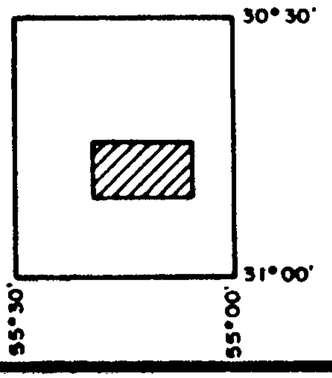
PETROBRÁS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.



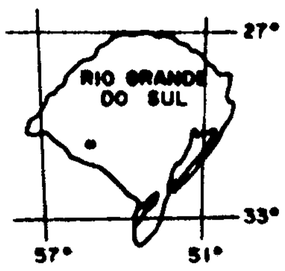
CONVENÇÕES:

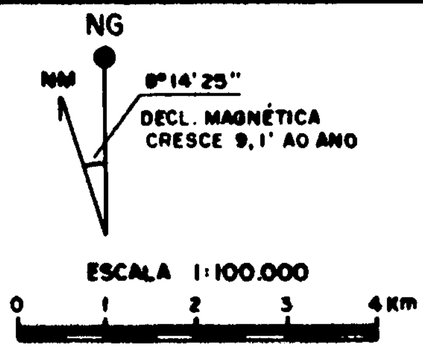
- Qa — ALUVIÕES QUATERNÁRIOS
- JKb — FM. BOTUCATU
- TRrs — FM. ROSÁRIO DO SUL
- LOCAL DE AMOSTRAGEM
- CONTATO LITOLÓGICO DEFINIDO/APROXIMADO
- DRENAGEM
- RODOVIA PRINCIPAL / SECUNDÁRIA

ENQUADRAMENTO NA FOLHA:



MAPA DE LOCALIZAÇÃO:





BASE GEOLÓGICA E GEOGRÁFICA OBTIDA DO MAPA GEOLÓGICO DO PROJETO BORDA LESTE DA BACIA DO PARANÁ, ANEXO 90· FOLHA SH.21-Z-B-III - ENGENHEIRO MADUREIRA

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

PROJETO PESQUISA DE AREIAS ESPECIAIS PARA FRATURAMENTO DE POÇOS DE PETRÓLEO EM ROCHAS SEDIMENTARES DA REGIÃO SUL

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA AMOSTRA JF-004

FIGURA 3

examinado, formam no conjunto um volume apreciável. A lavra seria simples, através de bombas de sucção, e os acessos através de rodovia asfaltada até as margens do rio. Em épocas de cheias, as águas cobrem a maioria das barras arenosas, e existem matas galerias acompanhando o curso do rio.

A origem das areias deste rio são certamente as formaçoes Rio do Rasto e Botucatu, pois sao areas cobertas por estas unidades que são drenados pelo mesmo.

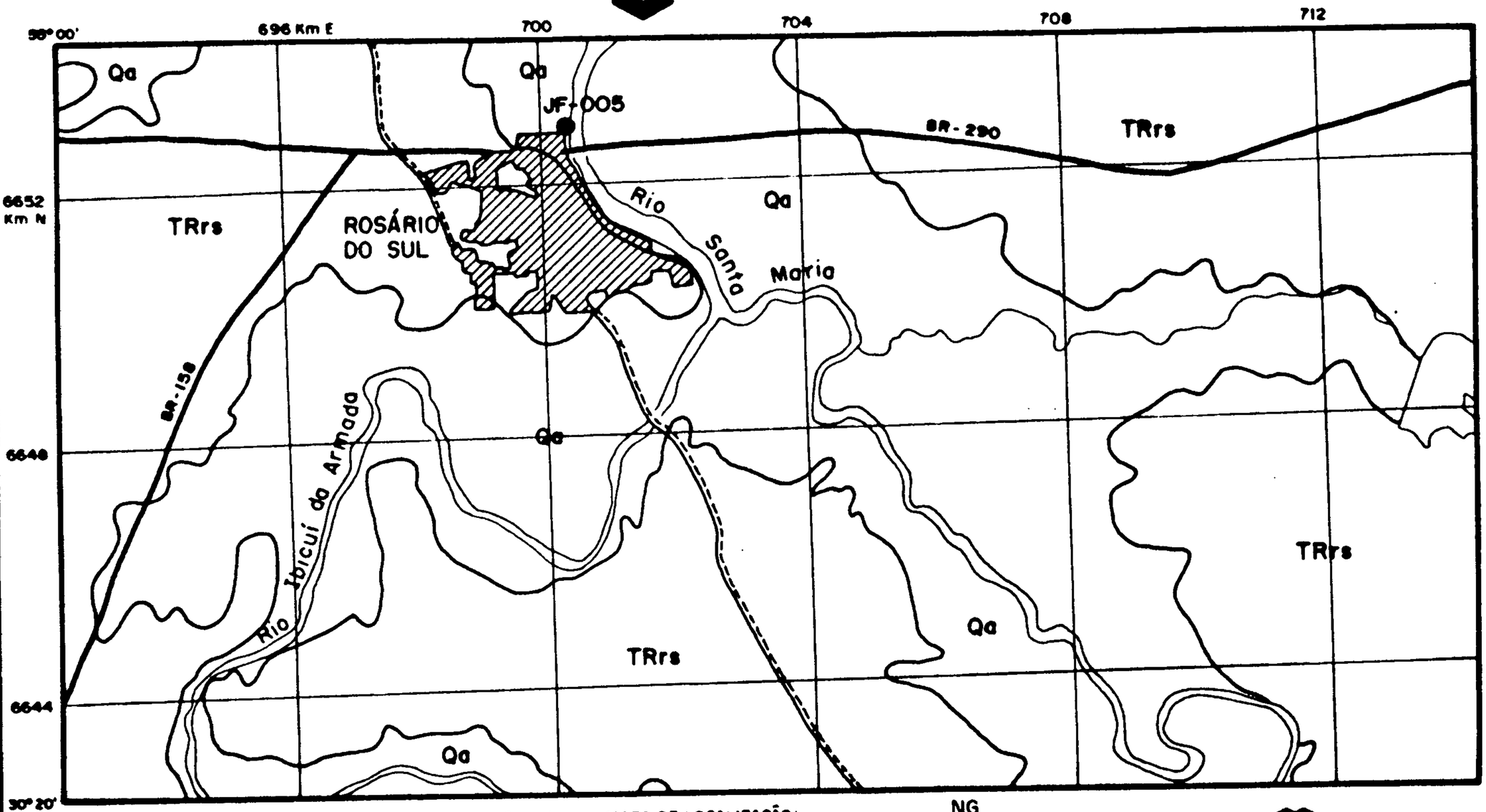
JF-005: Em local junto à ponte da BR-158 sobre o rio Santa Maria, quase na zona urbana de Rosário do Sul (Figura 4), foi realizada amostragem, a partir de pilhas de areia lavrada do fundo do rio, para emprego em construção civil. Grandes corpos de areia nas margens do rio (barras emersas) são constituídas unicamente por areias muito finas. As frações mais grosseiras são acessíveis sòmente nas pilhas de areia retiradas do fundo do canal. Inclusive existem frações mais grosseiras que as contidas na amostra, em pilhas distintas. Nestes casos aumenta o teor de grãos de feldspato, e o arredondamento é sensivelmente inferior, motivo pelo qual não houve amostragem.

A amostra colhida apresenta bom rendimento (52,4%) das frações 30+40 mesh, e índices de arredondamento e esfericidade de 0,65 e 0,68, respectivamente. Como se trata de depósito já em lavra seria fácil adquirir a areia dos proprietários dos portos de areia, que são de fácil acesso.

O rio Santa Maria drena grandes áreas aflorantes das formações Rio do Rasto e Botucatu, mas também áreas com rochas do embasamento pré-gonduânico, daí a presença de grãos grosseiros, quartzo-feldspáticos, com baixo índice de arredondamento.

JF-006 e JF-008: Estas amostras foram coletadas em pontos muito próximos, junto à zona urbana de Manoel Viana, às margens do rio Ibicuí (Figura 5). A areia é retirada do fundo do canal do rio por bombas de sucção, e as amostras vieram das pilhas lavradas (Foto 3). Apesar da proximidade dos pontos foram coletadas duas amostras, devido às diferenças observadas no peneiramento, o que foi confirmado nos ensaios de laboratório com as frações mais grosseiras em maior percentagem na amostra JF-008. O índice de arredondamento cresce até 0,70 das frações grossas para as finas, e a esfericidade mantém-se em torno de 0,60. Os grãos são quartzosos, alguns com películas de óxido de ferro; alguns poucos grãos escuros são provenientes de diques de diabásio, um dos quais aflora praticamente junto ao local onde é realizada a lavra. Segundo os proprietários da unidade de produção de areia, é possível controlar aproximadamente a

PETROBRÁS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.

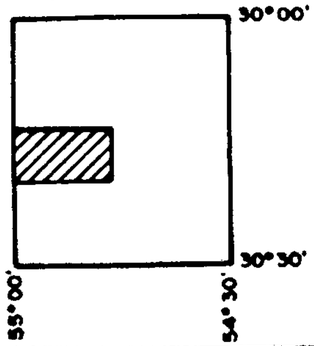


CONVENÇÕES:

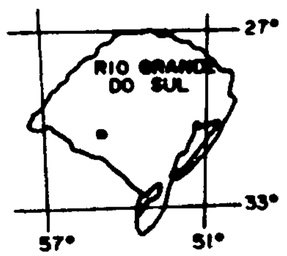
- Qa — ALUVIÕES QUATERNÁRIOS
- TRrs — FM. ROSÁRIO DO SUL
- LOCAL DE AMOSTRAGEM
- CONTATO LITOLÓGICO
- DRENAGEM
- RODOVIA PRINCIPAL / SECUNDÁRIA
- CIDADE

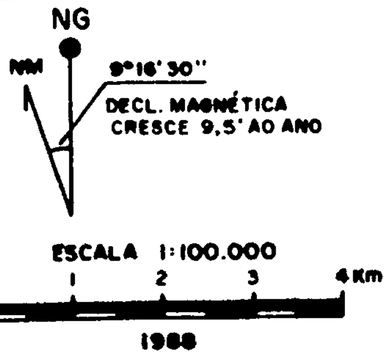
BASE GEOLÓGICA E GEOGRÁFICA OBTIDA DO MAPA GEOLÓGICO DO PROJETO BORDA LESTE DA BACIA DO PARANÁ, ANEXO 7B: FOLHA SH.21-Z-B-II - ROSÁRIO DO SUL

ENQUADRAMENTO NA FOLHA:



MAPA DE LOCALIZAÇÃO:





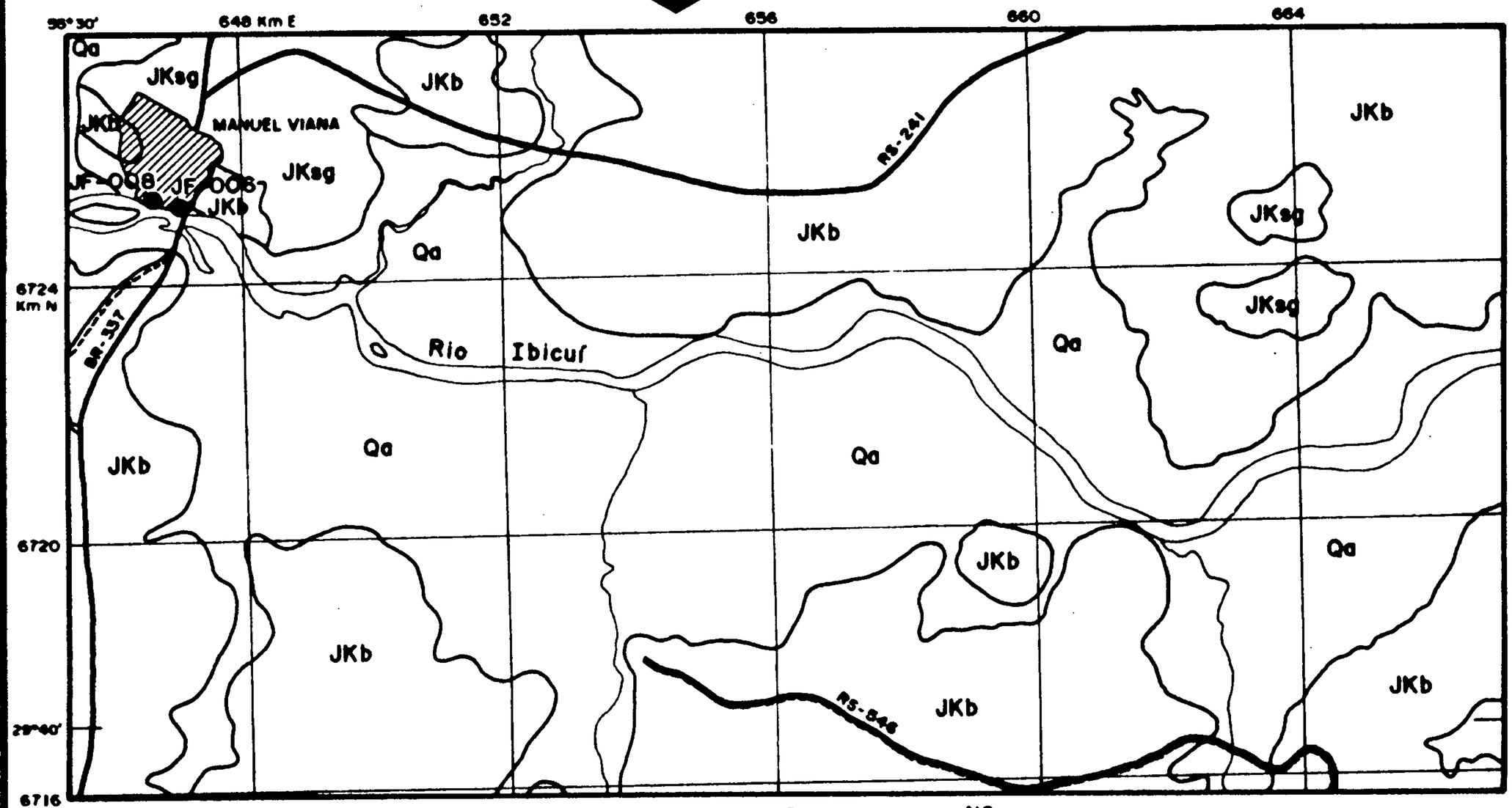
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

PROJETO PESQUISA DE AREIAS ESPECIAIS PARA FRATURAMENTO DE POÇOS DE PETRÓLEO EM ROCHAS SEDIMENTARES DA REGIÃO SUL

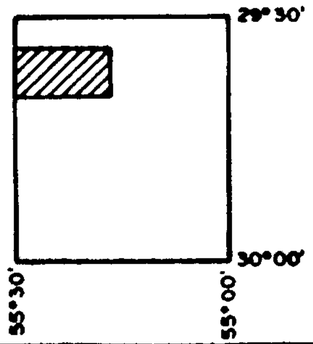
MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA AMOSTRA JF-005

FIGURA 4

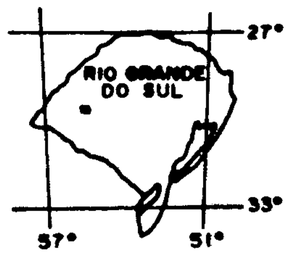
PETROBRÁS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.

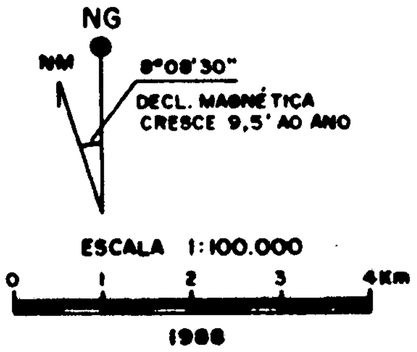


ENQUADRAMENTO NA FOLHA:



MAPA DE LOCALIZAÇÃO:





BASE GEOLÓGICA E GEOGRÁFICA OBTIDA DO MAPA GEOLÓGICO DO PROJETO BORDA LESTE DA BACIA DO PARANÁ, ANEXO 6B: FOLHA SH.21-X-D-IV - SÃO FRANCISCO DE ASSIS

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

PROJETO PESQUISA DE AREIAS ESPECIAIS PARA FRATURAMENTO DE POÇOS DE PETRÓLEO EM ROCHAS SEDIMENTARES DA REGIÃO SUL

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS JF-006 E JF-008

FIGURA 5

granulometria, conforme os pontos onde é succionada a areia. Ainda segundo os mesmos, as granulometrias são variáveis em função do regime de chuvas, ou seja, após cheias pronunciadas aumenta o teor das frações grosseiras.

O rio Ibicuí drena essencialmente as formações Rio do Rasto e Botucatu, o que se expressa na composição e granulometria das areias depositadas.

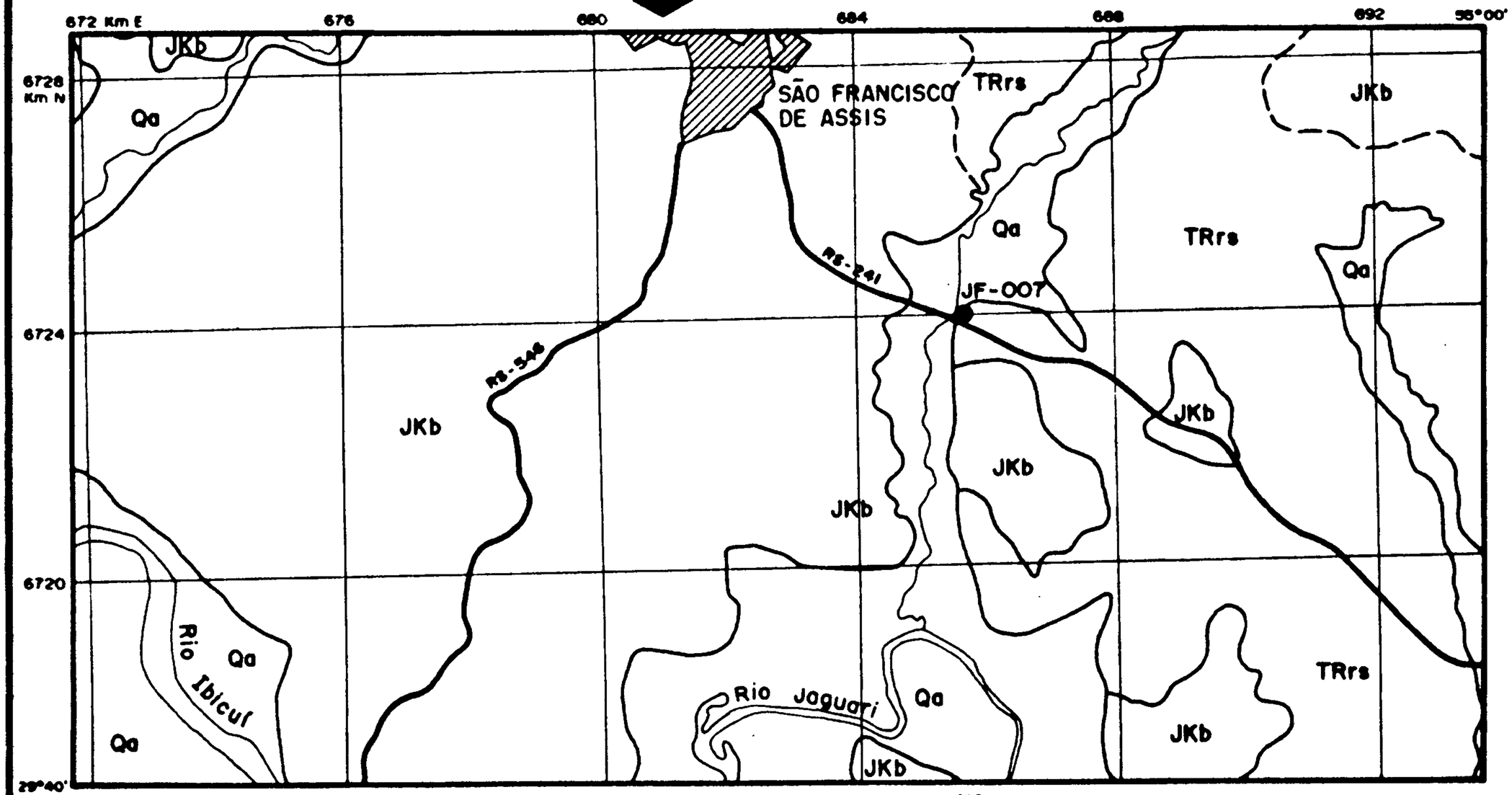
JF-007: Amostra coletada em barras emersas junto à ponte sobre o rio Jaguari, entre S. Vicente do Sul e S. Francisco de Assis (Figura 6). A areia é quartzosa com níveis de grãos mais escuros, com bom rendimento (45%) da fração 30+40 mesh, e muito baixo nas frações mais grosseiras. Os índices de arredondamento e esfericidade são 0,58 e 0,63, respectivamente. O porte de cada uma das barras é pequeno a médio, mas como ocorrem inúmeras ao longo do rio, o volume de areia é considerável. O acesso é fácil através de estrada com revestimento solto, trafegável em quaisquer condições de tempo.

JF-009: O ponto onde foi retirada a amostra situa-se na área da Mina Irui, da Companhia Riograndense de Mineração - CRM, que lavra carvão a céu aberto nesta jazida, estando as operações presentemente interrompidas (Figura 7). A amostra é oriunda de um bloco de arenito medianamente friável, na pilha de material resultante da retirada da cobertura das camadas de carvão. Sua origem é provavelmente de ambiente eólico, a partir de corpos lenticulares existentes na frente de lavra acima das camadas de carvão, com 3 a 4 m de espessura.

A areia resultante de sua desagregação é quartzosa, muito pura, de grãos translúcidos, com 40,75% de rendimento na fração 30+40 mesh. Os índices de arredondamento e a esfericidade são respectivamente de 0,58 e 0,63, portanto um pouco abaixo dos valores exigidos.

A idéia de procurar areia na área da mina era a de que o material já desmontado pela lavra do carvão apresentaria custos muito baixos para seu aproveitamento. Contudo, a paralisação das atividades de mineração tornaria mais difícil a seleção dos blocos soltos junto com o material pelítico ou arenitos sem as mesmas características. Acresce o fato de que o arenito apresenta-se pouco friável e certamente demandaria operações mecânicas para desagregação, que elevariam o custo do produto final. Só se justificaria um estudo mais detalhado destes arenitos como fonte da areia desejada, caso o conjunto de parâmetros analíticos demonstrassem enormes vantagens em relação às demais amostras deste e dos outros projetos executados pela CPRM com o mesmo objetivo.

PETROBRÁS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.

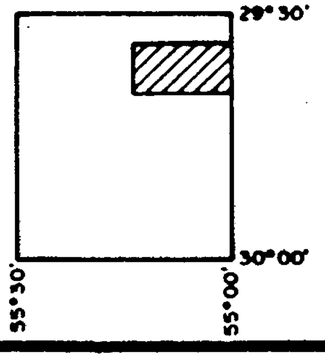


CONVENÇÕES:

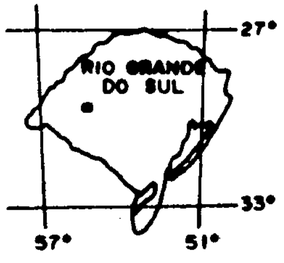
- Qa — ALUVIÕES QUATERNÁRIOS
- JKb — FM. BOTUCATU
- TRrs — FM. ROSÁRIO DO SUL
- LOCAL DE AMOSTRAGEM
- CONTATO LITOLÓGICO DEFINIDO/APROXIMADO
- DRENAGEM
- RODOVIA
- CIDADE

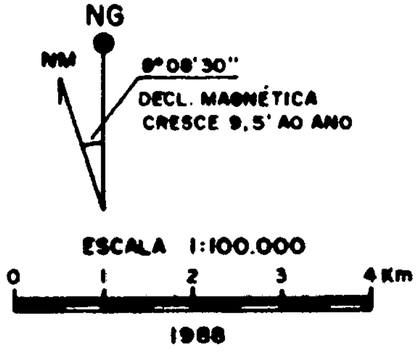
BASE GEOLÓGICA E GEOGRÁFICA OBTIDA DO MAPA GEOLÓGICO DO PROJETO BORDA LESTE DA BACIA DO PARANÁ, ANEXO 6B: FOLHA SH.21-X-D-III - SÃO FRANCISCO DE ASSIS

ENQUADRAMENTO NA FOLHA:



MAPA DE LOCALIZAÇÃO:





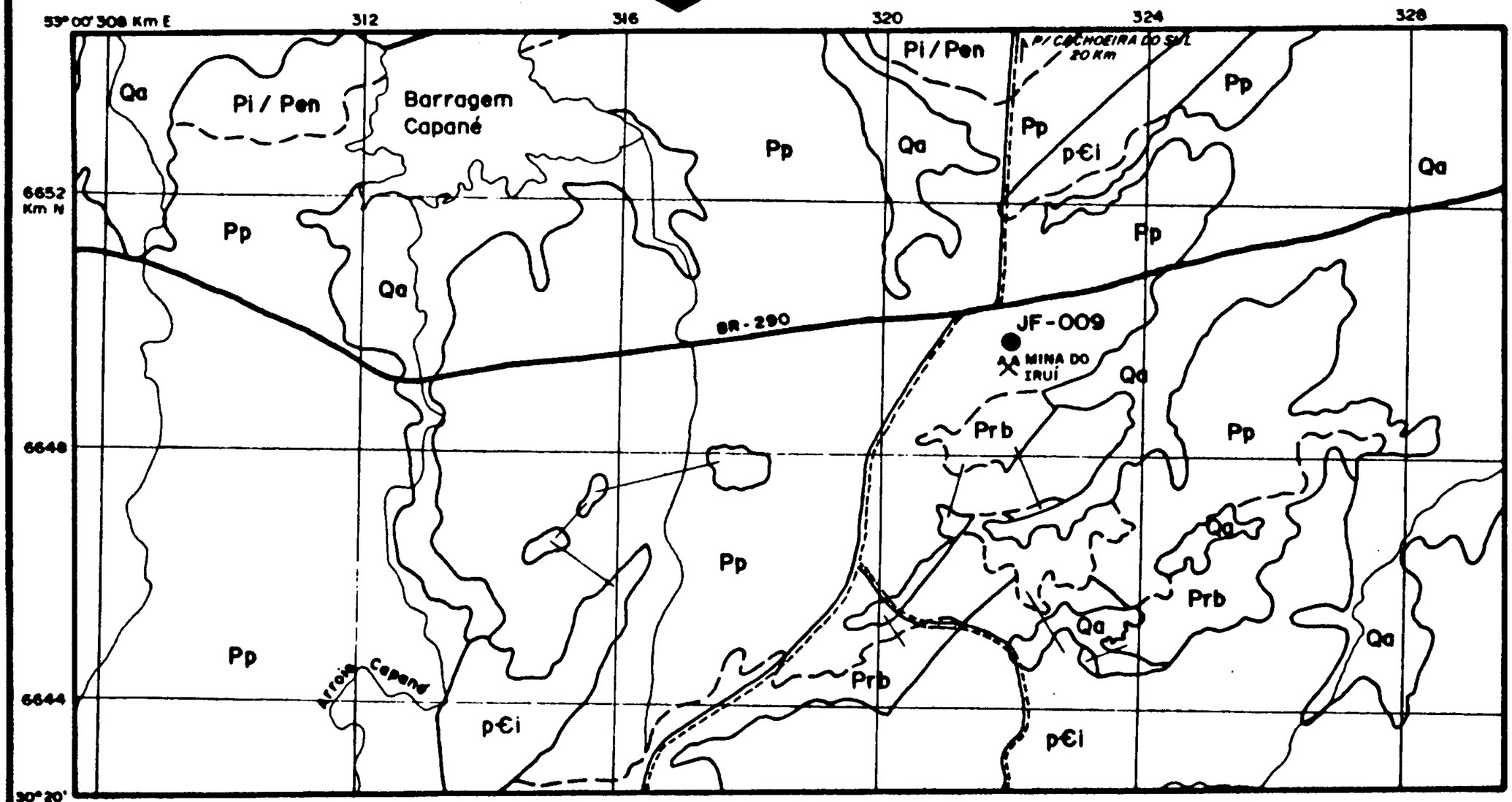
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

PROJETO PESQUISA DE AREIAS ESPECIAIS PARA FRATURAMENTO DE POÇOS DE PETRÓLEO EM ROCHAS SEDIMENTARES DA REGIÃO SUL

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA AMOSTRA JF-007

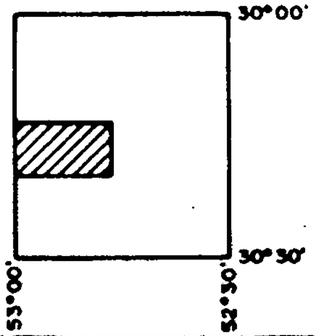
FIGURA 6

PETROBRÁS - PETRÓLEO BRASILEIRO S. A.

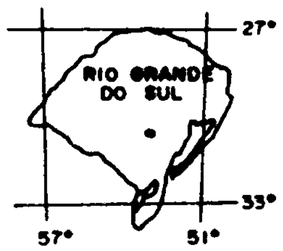


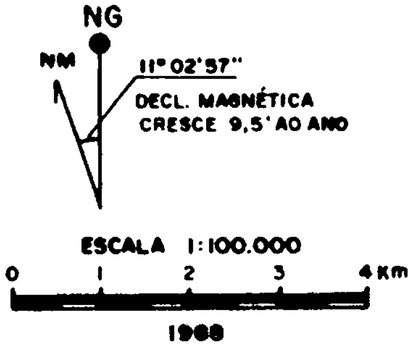
BASE GEOLÓGICA E GEOGRÁFICA OBTIDA DO MAPA GEOLÓGICO DO PROJETO BORDA LESTE DA BACIA DO PARANÁ, ANEXO 83: FOLHA SH.22-Y-A-III - CACHOEIRA DO SUL

ENQUADRAMENTO NA FOLHA:



MAPA DE LOCALIZAÇÃO:





COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

PROJETO PESQUISA DE AREIAS ESPECIAIS PARA FRATURAMENTO DE POÇOS DE PETRÓLEO EM ROCHAS SEDIMENTARES DA REGIÃO SUL

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA AMOSTRA JF-009

FIGURA 7

O acesso é fácil, por estrada asfaltada, até às proximidades da mina, mas muito difícil na área de lavra propriamente, especialmente em tempo de chuva, como foi o caso no dia da visita da equipe do projeto.

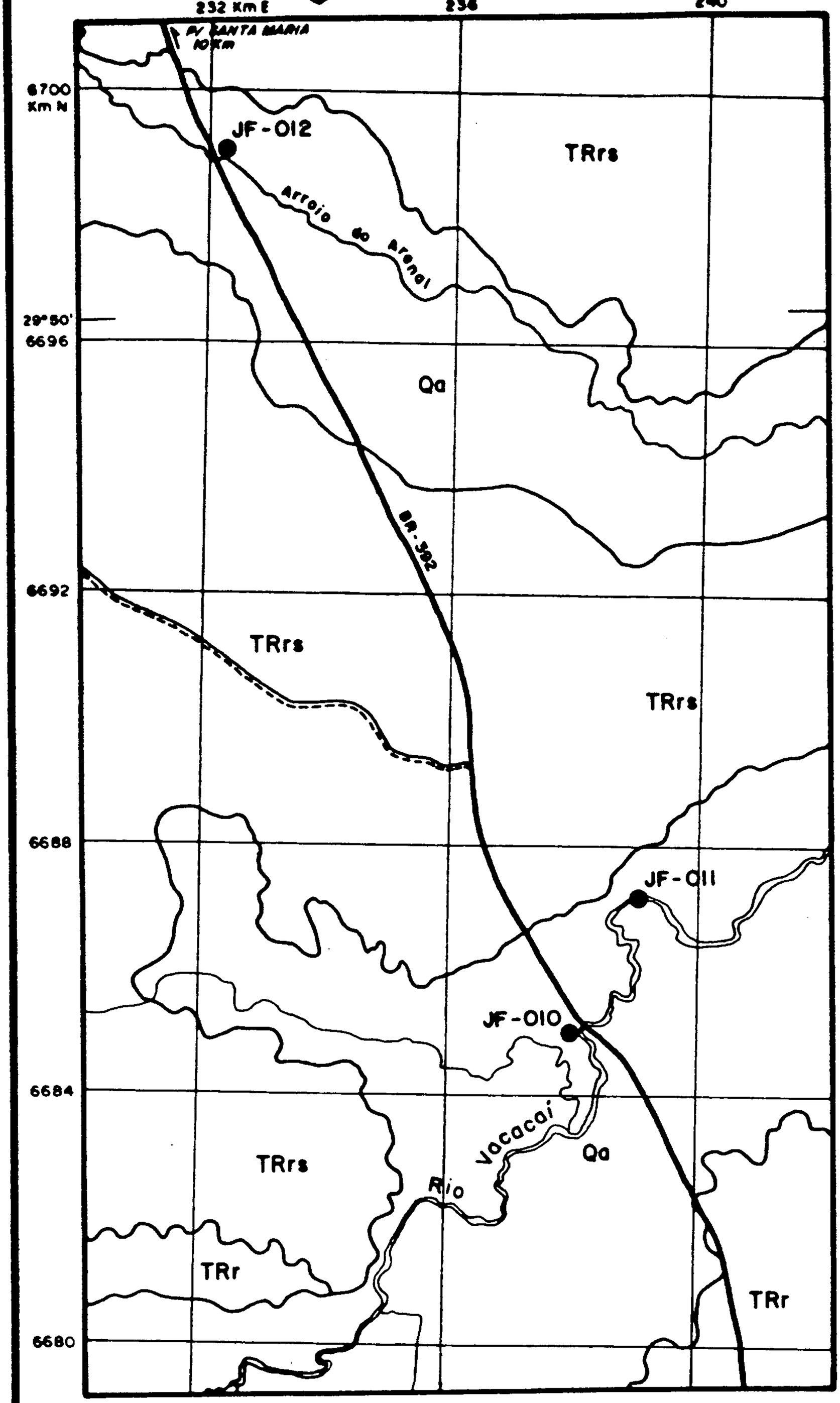
JF-010, JF-011 e JF-012: Estas três amostras foram coletadas em uma grande planicie formada por depositos arenosos fluviais, atuais e subatuais, por ação do rio Vacacaí e afluentes, ao sul da cidade de Santa Maria (Figura 8). Nesta região encontram-se em operação dezenas de lavras de areia para uso em construção civil. Observam-se variações importantes nos tipos de areia lavrada. No ponto da amostra JF-010, as pilhas estão divididas, por tipos de areias, em finas, médias e grossas, das quais amostramos a média, pois a grossa apresentava muito grãos petromíticos, e a fina passava em grande parte na peneira 40 mesh. Colhemos ainda duas amostras - JF-011 e JF-012 - das quais esta última nos pareceu a de composição quartzosa mais pura, e com melhor rendimento das frações mais grossas, o que os ensaios mostraram ser verdadeiro. O arredondamento e a esfericidade são relativamente baixos para as três amostras.

A heterogeneidade composicional e angulosidade destas areias deve-se as misturas formadas a partir de áreas-fontes do embasamento pré-gonduânico e rochas sedimentares da Bacia do Paraná, drenadas pelo rio Vacacaí, embora os seus afluentes, de percursos mais curtos, drenem principalmente as últimas.

Os acessos à região são bons, por estrada asfaltada e acessos secundários em grande número por trechos curtos. O volume de areia na região é muito grande, certamente acima das necessidades previstas caso as areias vierem a ser consideradas adequadas.

JF-013: Amostra obtida das pilhas de rejeito da Mineração Seriema, no município de Itirapina, SP (Figura 9). A lavra é sobre depósitos subatuais de um curso d'água que corre, desde a sua nascente, sobre a Formação Botucatu. As frações finas são separadas e vendidas para as indústrias de vidro e de fundição; a fração mais grossa, considerada rejeito, sendo em parte vendida para a construção civil. Segundo o sr. Augusto Abel, Superintendente da Mineração, é possível prepará-la granulometricamente, limpando-a dos fragmentos escuros de matéria orgânica. Cerca de 10% do total de minério lavrado, ainda segundo o sr. Augusto, constitui-se nesta fração grosseira, sobre uma produção de 3.500 a 4.000 t/mês. Os índices de arredondamento e esfericidade são altos na fração 40 mesh, bem como a esfericidade na fração retida em 20 mesh, mas o arredondamento é baixo nesta última (0,39). Uma característica distintiva desta amostra é o rendimento alto tanto na fração 16 + 20 mesh quanto na fração 30

PETROBRÁS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.

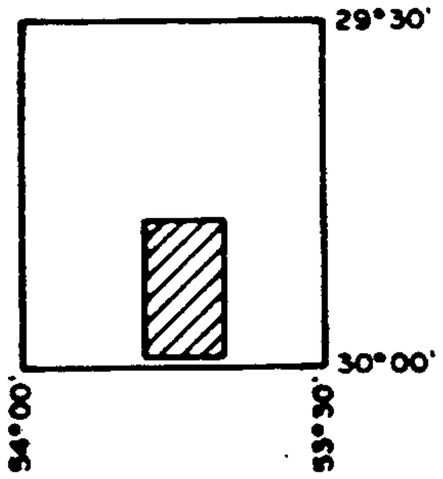


CONVENÇÕES:

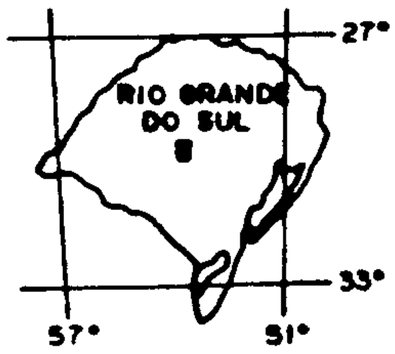
- Qa — ALUVIÕES QUATERNÁRIOS
- TRrs — FM. ROSÁRIO DO SUL
- TRr — FM. RIO DO RASTO
- LOCAL DE AMOSTRAGEM
- CONTATO LITOLÓGICO
- DRENAGEM
- RODOVIA PRINCIPAL / SECUNDÁRIA

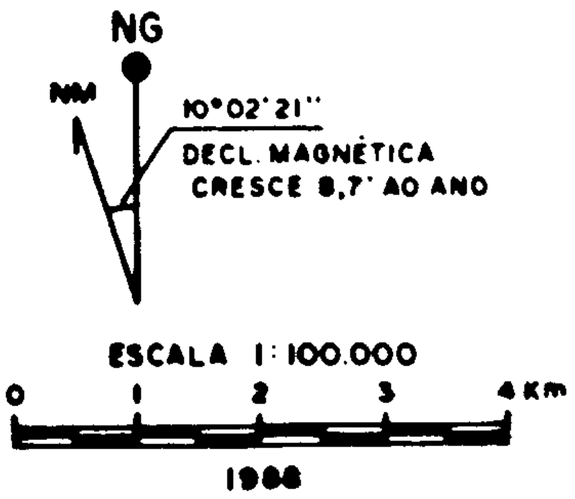
BASE GEOLÓGICA E GEOGRÁFICA OBTIDA DO MAPA GEOLÓGICO DO PROJETO BORDA LESTE DA BACIA DO PARANÁ, ANEXO 69 : FOLHA SH.22-V-C-III - SANTA MARIA

ENQUADRAMENTO NA FOLHA:



MAPA DE LOCALIZAÇÃO:





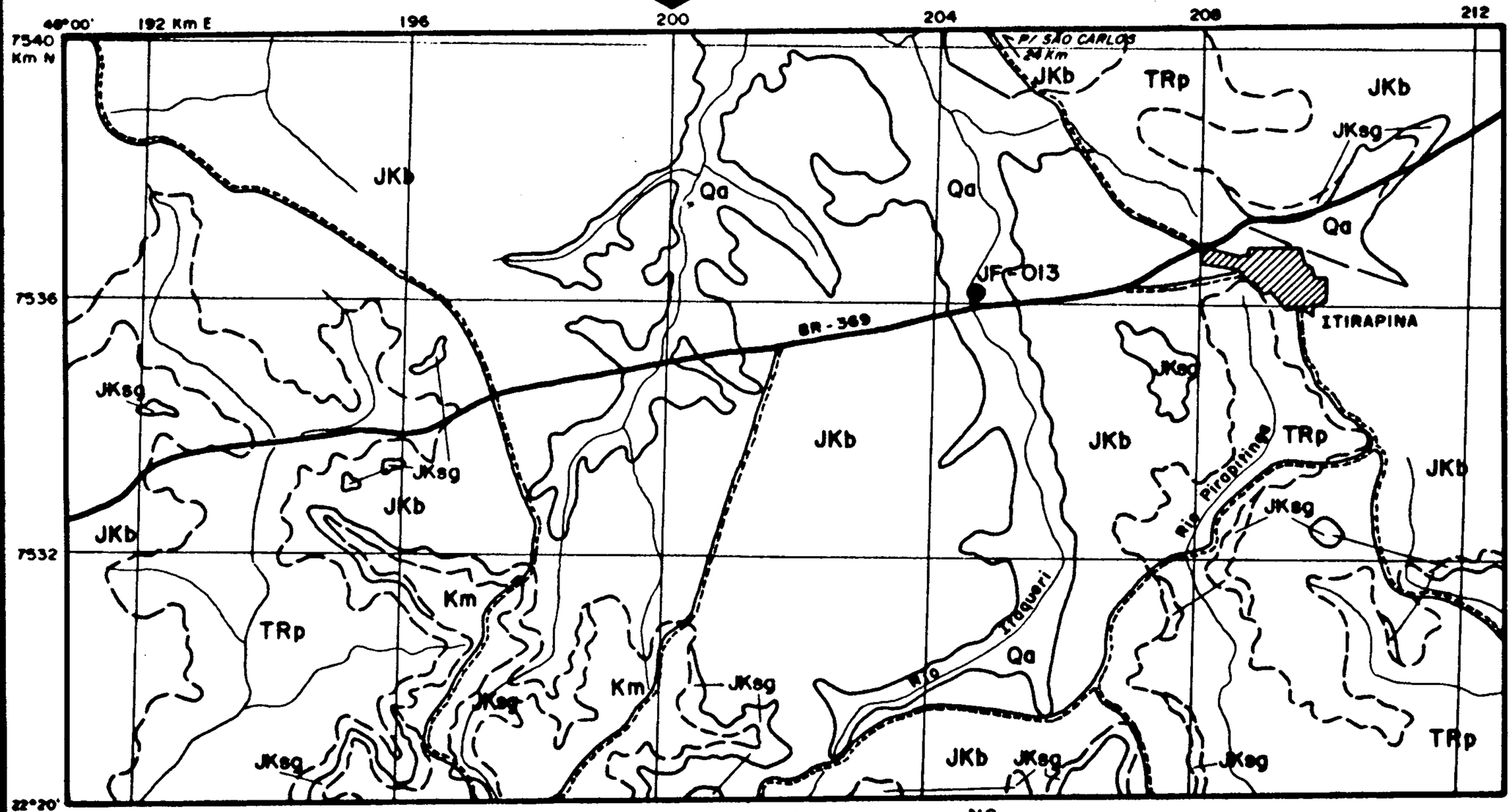
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

PROJETO PESQUISA DE AREIAS ESPECIAIS PARA FRATURAMENTO DE POÇOS DE PETRÓLEO EM ROCHAS SEDIMENTARES DA REGIÃO SUL

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS JF-010, JF-011 E JF-012

FIGURA 8

PETROBRÁS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.

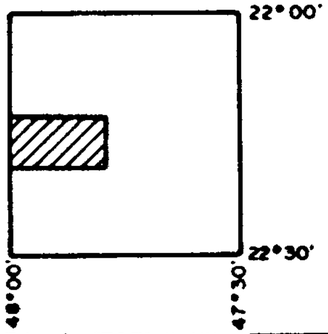


CONVENÇÕES:

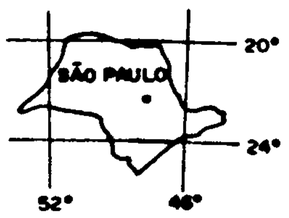
- Qa — ALUVIÕES QUATERNÁRIOS
- Km — FM. MARÍLIA
- JKsg — FM. SERRA GERAL
- JKb — FM. BOTUCATU
- TRp — FM. PIRAMBÓIA
- LOCAL DE AMOSTRAGEM
- CONTATO LITOLÓGICO DEFINIDO / APROXIMADO
- DRENAGEM
- RODOVIA PRINCIPAL / SECUNDÁRIA
- CIDADE

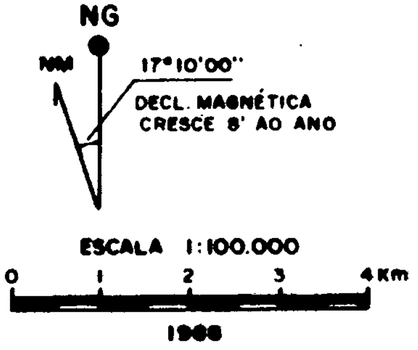
BASE GEOLÓGICA E GEOGRÁFICA OBTIDA DO MAPA GEOLÓGICO DO PROJETO BORDA LESTE DA BACIA DO PARANÁ, ANEXO 08: FOLHA SH.23-Y-A-I - RIO CLARO

ENQUADRAMENTO NA FOLHA:



MAPA DE LOCALIZAÇÃO:





COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

PROJETO PESQUISA DE AREIAS ESPECIAIS PARA FRATURAMENTO DE POÇOS DE PETRÓLEO EM ROCHAS SEDIMENTARES DA REGIÃO SUL

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA AMOSTRA JF-013

FIGURA 9

+ 40 mesh, e baixo na fração 20 + 30 mesh. Isto se explica porque esta última é a fração que é retirada pela empresa para venda como areia para fundição e fabricação de vidro.

JF-014: Como a anterior, esta amostra foi colhida em pilha de rejeito, mas agora da Mineração Jundú, próximo a Descalvado, SP (Figura 10). Esta é uma operação de lavra de areia de grande porte, muito bem estruturada. Segundo o Geólogo Noedir Nava, da mencionada empresa, a fração grosseira, considerada rejeito, é vendida para construção civil e significa 5 a 7% do minério bruto (**run of mine**), após o beneficiamento. A areia destinada à indústria do vidro é muito clara, sem óxido de ferro, tendo a amostra sido coletada na respectiva pilha de rejeito.

A lavra é feita sobre rocha friável, numa bancada de muitas dezenas de metros de altura, com três porções bem nítidas na base, arenitos finos, de origem eólica, da Formação Pirambóia; na porção média, arenitos fluviais em contato erosional com a unidade sotoposta, incluindo conglomerados na base das barras com estratificação cruzada e acanalada; e no topo, sedimentos pouco consolidados com conglomerado residual na base e sem estruturas primárias visíveis.

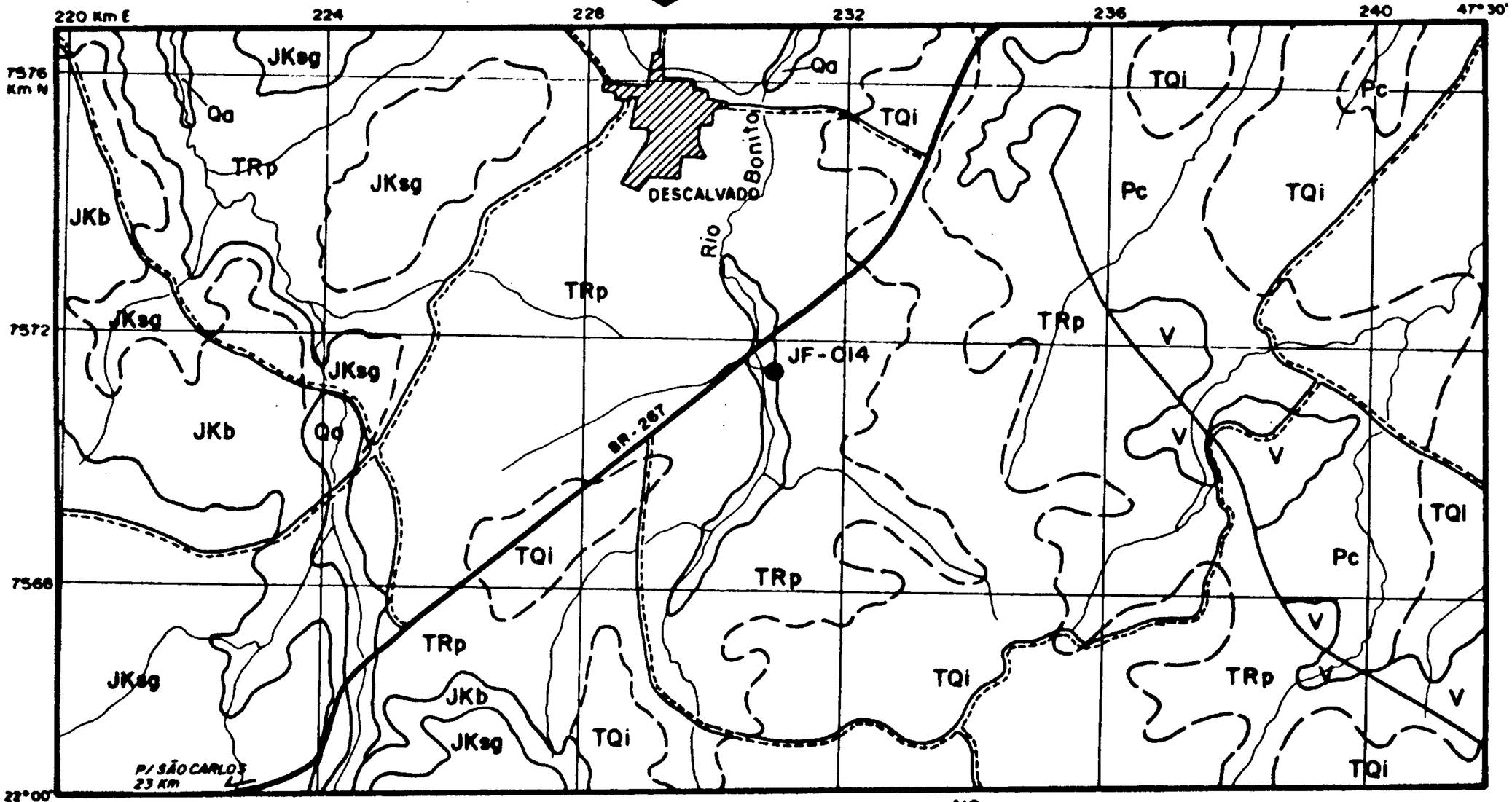
Com cerca de 80.000 t/mês de produção, esta empresa estaria apta a fornecer pelo menos 500 t/mês da fração 30+40 mesh, após rebeneficiamento granulométrico do rejeito. Como se verifica na tabela de resultados analíticos, os índices de arredondamento e esfericidade são bastante favoráveis nesta fração. Na fração > 20 mesh, a esfericidade permanece alta (0,77), mas o arredondamento é inferior (0,55).

O acesso é bom, uma vez que a Mineração Jundú localiza-se ao lado de estrada asfaltada.

JF-015: O local de coleta desta amostra situa-se junto a rodovia entre Figueira e Ibaiti, PR, a poucos km desta ultima (Figura 11).

Em um corte da estrada, afloram corpos de arenitos finos intercalados com pelitos esverdeados, do Grupo Itararé. O arenito afunda nos pelitos em contato não-erosivo. O conjunto do afloramento foi interpretado como uma frente deltáica proximal. Um dos corpos de arenito apresenta, na sua base, uma camada com 0,5m a 1 m de espessura de um arenito médio a grosso, friável, com grãos quartzosos e alguma matriz argilosa. A amostragem foi feita perpendicularmente à camada, após limpeza superficial. Os ensaios mostraram uma boa distribuição granulométrica em relação às demais amostras, alta esfericidade e arredondamento menos favorável (Tabela 1).

PETROBRÁS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.

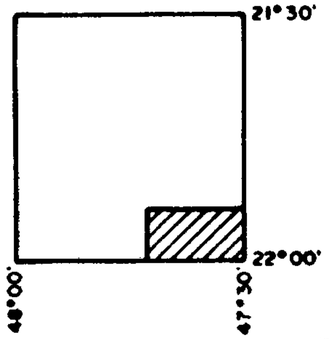


CONVENÇÕES:

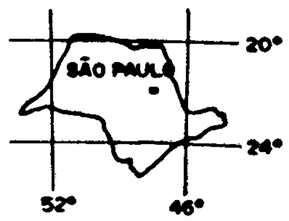
- Qa — ALUVIÕES QUATERNÁRIOS
- TQi — COBERTURAS TERCIÁRIO-QUATERNÁRIAS
- JKsg — FM. SERRA GERAL
- V — INTRUSÕES BÁSICAS
- JKb — FM. BOTUCATU
- TRp — FM. PIRAMBÓIA
- Pc — FM. CORUMBATAÍ
- LOCAL DE AMOSTRAGEM
- CONTATO LITOLÓGICO DEFINIDO / APROXIMADO
- DRENAGEM
- RODOVIA PRINCIPAL / SECUNDÁRIA
- CIDADE

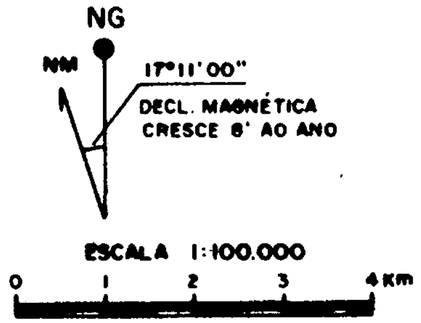
BASE GEOLÓGICA E GEOGRÁFICA OBTIDA DO MAPA GEOLÓGICO DO PROJETO BORDA LESTE DA BACIA DO PARANÁ, ANEXO 05: FOLHA SF.23-V-C-IV - DESCALVADO

ENQUADRAMENTO NA FOLHA:



MAPA DE LOCALIZAÇÃO:





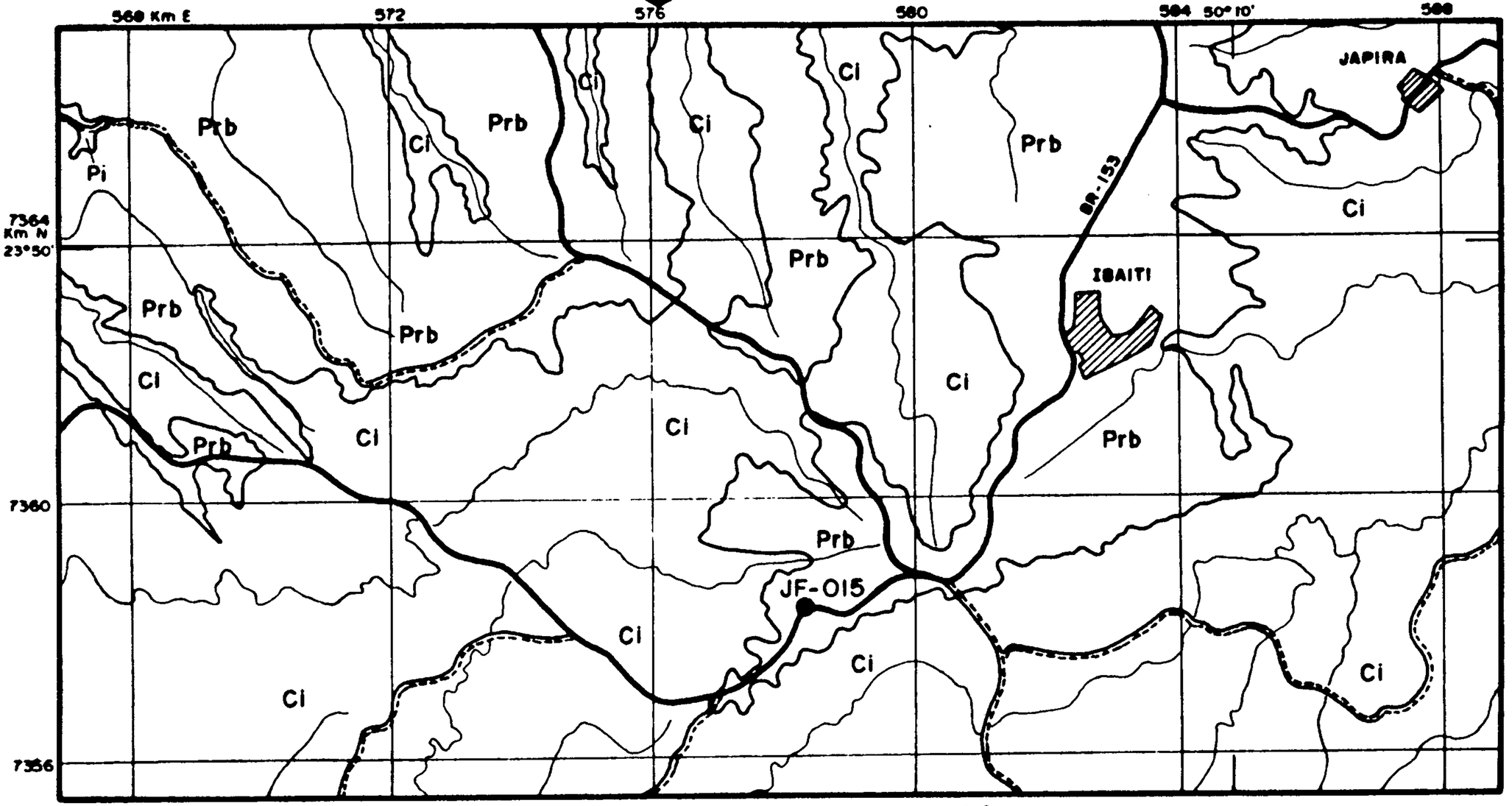
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

PROJETO PESQUISA DE AREIAS ESPECIAIS PARA FRATURAMENTO DE POÇOS DE PETRÓLEO EM ROCHAS SEDIMENTARES DA REGIÃO SUL

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA AMOSTRA JF-014

FIGURA 10

PETROBRÁS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.

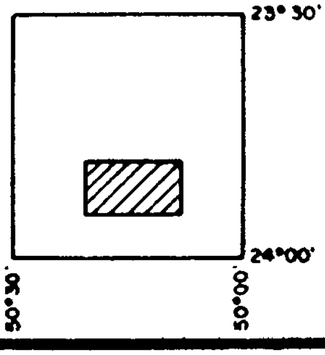


CONVENÇÕES:

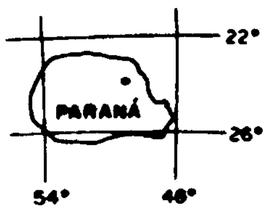
- Pi — FM. IRATI
- Prb — FM. RIO BONITO
- Ci — FM. ITARARÉ
- LOCAL DE AMOSTRAGEM
- CONTATO LITOLÓGICO
- DRENAGEM
- RODOVIA PRINCIPAL / SECUNDÁRIA
- CIDADE

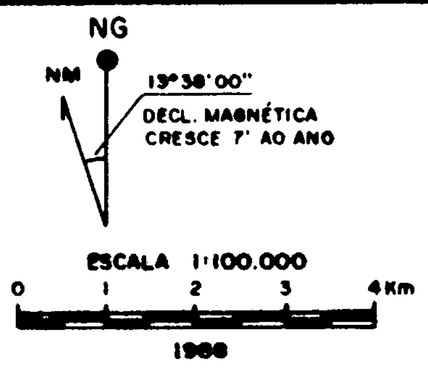
BASE GEOLÓGICA E GEOGRÁFICA OBTIDA DO MAPA GEOLÓGICO DO PROJETO BORDA LESTE DA BACIA DO PARANÁ, ANEXO 22 : FOLHA SF.22-Z-C-IV - IBAITI

ENQUADRAMENTO NA FOLHA:



MAPA DE LOCALIZAÇÃO:





COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

PROJETO PESQUISA DE AREIAS ESPECIAIS PARA FRATURAMENTO DE POÇOS DE PETRÓLEO EM ROCHAS SEDIMENTARES DA REGIÃO SUL

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA AMOSTRA JF-015

FIGURA 11

Caso a areia deste local viesse a mostrar-se muito promissora, seria necessário realizar um estudo detalhado na região de modo a tentar encontrar situações favoráveis de cobertura, de grau de coesão da rocha e outras, apropriadas a uma lavra econômica.

JF-016: Amostra coletada junto à rodovia entre as cidades de Ponta Grossa e Castro, PR, nas proximidades da primeira, em afloramentos da Formação Furnas (Figura 12). Trata-se de arenitos de origem fluvial, brancos, quartzosos, friáveis, com alguma matriz argilosa, possivelmente diagenética (Foto 4). A amostra foi obtida por acumulação de porções coletadas em vários pontos do afloramento, depois de homogeneizadas e quarteadas.

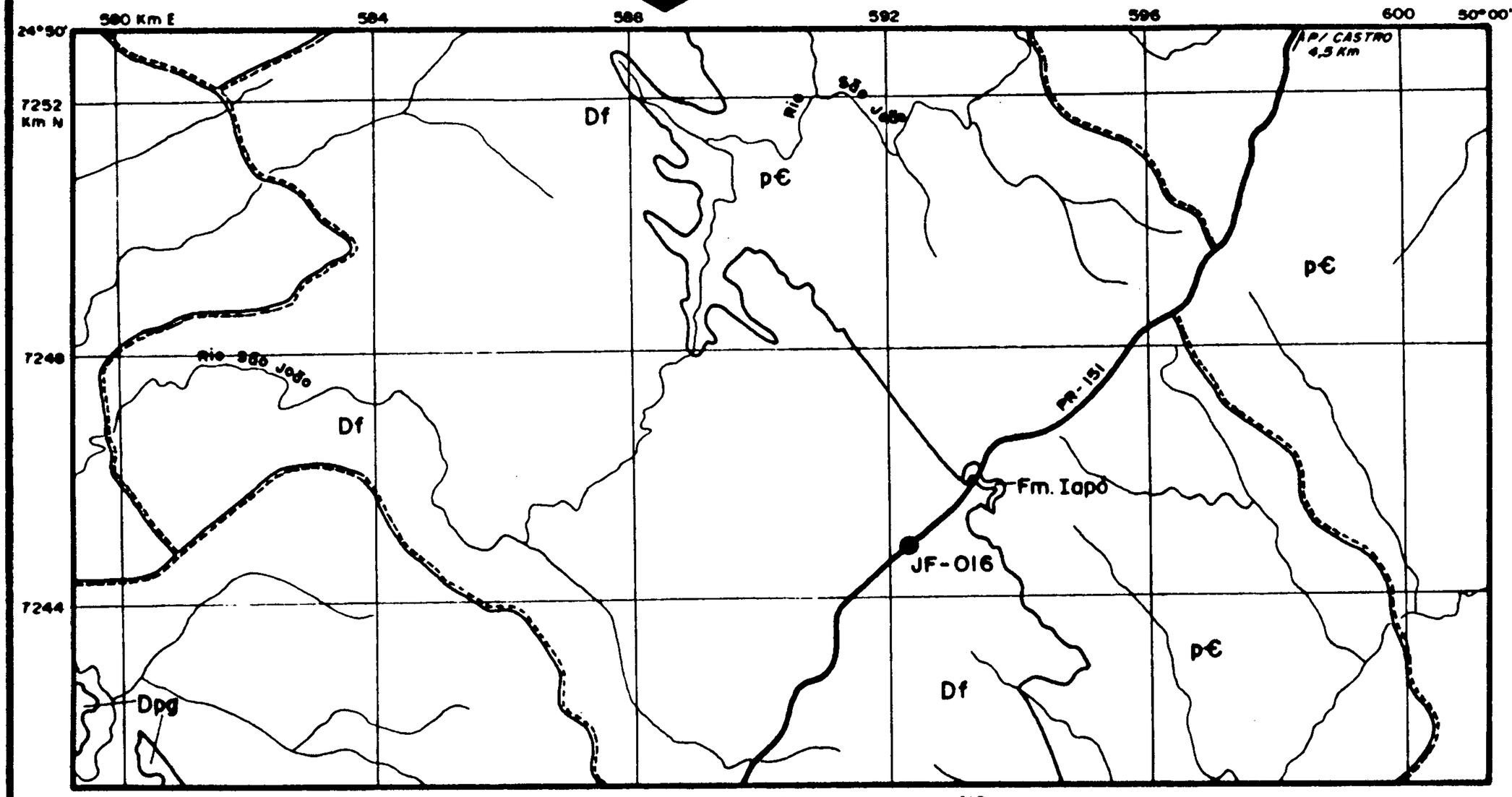
A distribuição granulométrica, como na amostra anterior, apresenta percentagens significativas nas frações grosseiras. Um fato notável na forma dos grãos, são os altos índices de esfericidade e muito baixos de arredondamento (Tabela 1).

Devido as características acima citadas, e as excelentes exposições desta formação, procurou-se localizar outros pontos semelhantes, mas com melhores parâmetros. Tentou-se também encontrar corpos de arenitos eólicos, produtos de retrabalhamento dos arenitos fluviais, associados a estes, como são encontrados em outras unidades de origem fluvial. Tal busca não teve êxito, mas precisa-se ter em conta que a extensa área aflorante da Formação Furnas demandaria algumas semanas para uma pesquisa realmente conclusiva.

Uma vez descritos os condicionamentos gerais das amostras coletadas, que foram o que de mais promissor se obteve no projeto, será feita uma avaliação sucinta das unidades estratigráficas e domínios geológicos que foram os objetos principais da pesquisa de areias por este projeto, visando auxiliar na futura tomada de decisões quanto à possível execução de outros trabalhos, em nível de maior detalhe.

- Embasamento pré-gonduânico: Neste domínio geológico as observações se limitaram, quase que exclusivamente, ao aproveitamento de percursos que o atravessavam em alguns trechos curtos, por necessidade de roteiros com outros objetivos. Embora existam consideráveis depósitos de areia fluviais, trata-se, em quase todos os pontos verificados, de areias muito grossas, quartzo-feldspáticas, de baixo grau de arredondamento e esfericidade. Algumas unidades, como a Formação Guaritas, depositada em ambiente eólico, são constituídas por areias extremamente finas e arcoseanas. Em vista destes fatos, mas lavando-se em conta a limitação da área pesquisada de embasamento pré-gonduânico, não há nenhuma recomendação de trabalhos adicionais a serem realizados.

PETROBRÁS – PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.

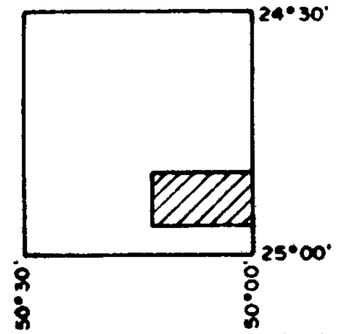


CONVENÇÕES:

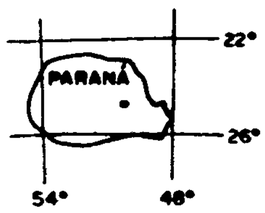
- Dpg — FM. PONTA GROSSA
- Df — FM. FURNAS
- pЄ — ROCHAS PRÉ-CAMBRIANAS
- LOCAL DE AMOSTRAGEM
- CONTATO LITOLÓGICO
- DRENAGEM
- RODOVIA PRINCIPAL / SECUNDÁRIA

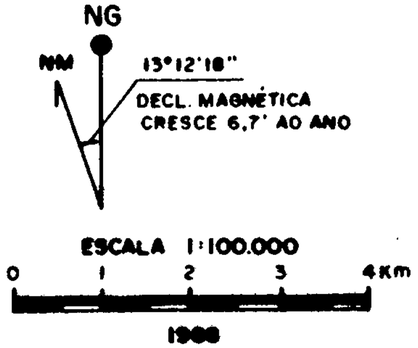
BASE GEOLÓGICA E GEOGRÁFICA OBTIDA DO MAPA GEOLÓGICO DO PROJETO BORDA LESTE DA BACIA DO PARANÁ, ANEXO 36: FOLHA SF.22-X-A-IV – CASTRO

ENQUADRAMENTO NA FOLHA:



MAPA DE LOCALIZAÇÃO:





COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

PROJETO PESQUISA DE AREIAS ESPECIAIS PARA FRATURAMENTO DE POÇOS DE PETRÓLEO EM ROCHAS SEDIMENTARES DA REGIÃO SUL

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA AMOSTRA JF-016

FIGURA 12

- Grupo Itararé : Nesta unidade estratigráfica encontram-se vastas extensões de superfícies aflorantes, mas com grande predominância dos termos mais finos da escala granulométrica, pelitos e arenitos muito finos. Mesmo no caso dos diamictitos, o arcabouço de ruditos está imerso em matriz argilosa, que constiui a maior parte do volume da rocha. Alguns corpos de arenitos médios a grossos foram encontrados, dos quais o melhor exemplo foi amostrado com o número JF-015. De qualquer modo são camadas pouco espessas e lateralmente descontínuas, além de serem quase sempre muito compactas e resistentes à desagregação. Caso a amostra mencionada apresente bons resultados analíticos no teste de esmagamento, será necessária uma pesquisa muito detalhada, incluindo perfis por caminhamento, para que seja definida uma área favorável à lavra.

- Formação Rio Bonito : Um dos alvos principais da pesquisa de areias, pela quantidade expressiva de arenitos que contém, fato já conhecido dos mapeamentos de superfície e pesquisa e lavra de carvão, não respondeu às expectativas. Os corpos de arenitos são predominantemente finos (Foto 5), e quando grosseiros e médios mostram índices baixos de arredondamento e esfericidade, além da presença de feldspatos e argilas acompanhando os grãos de quartzo. Em algumas regiões, como no centro-norte de Santa Catarina, há deficiência de boas estradas cortando as áreas de exposição desta formação, e os roteiros através das muitas estradas secundárias em más condições eram proibitivos no tempo disponível. Mas, mesmo no caso da região sul-catarinense, onde dezenas de lavras de carvão a céu aberto permitiam bom acesso aos arenitos da porção superior da unidade (Membro Siderópolis), não foi possível localizar nenhum ponto que merecesse uma amostragem, pelos critérios adotados. De qualquer modo, caso as amostras JF-001 e JF-009 mostrem bons resultados, será imprescindível uma retomada da pesquisa desta unidade, em bases muito mais detalhadas, possivelmente utilizando para o estudo, os testemunhos dos furos de sonda já executados para carvão.

Os corpos de arenito quase nunca são muito espessos, nem uniformes, e suas variações laterais são quase sempre marcantes, seja na escala de km ou de poucas dezenas de km,seja por vezes de apenas algumas centenas de metros.

- Formação Rio do Rasto (inclusive formações Piramboia e Rosário do Sul): Estas unidades apresentam extensas áreas aflorantes de corpos arenosos de origem fluvial e eólica. Todas as verificações realizadas sobre os mesmos comprovaram tratar-se de arenitos muito finos, com poucas unidades percentuais da fração retida na peneira de 40 mesh. Alem disso, apresentam, quase sempre, forte impregnação de peliculas de oxido de ferro

recobrindo os graos, dando-lhes a tipica cor avermelhada. Sua contribuiçao significativa se da atraves dos cursos d'agua que atravessam suas areas aflorantes, e podem então concentrar os graos mais grosseiros em depositos fluviais atuais e subatuais, do que se tem diversos exemplos nas amostras coletadas. As correntes fluviais, em regibes de baixo gradiente topográfico, formam depósitos de volumes apreciaveis de areia, eliminando ou reduzindo, pela ação química da água e física do choque entre os grãos, as películas de óxido de ferro, e podem concentrar os grãos maiores que já tinham bons índices de esfericidade e arredondamento, nos fundos de canal dos rios. Estes fenômenos são particularmente notáveis na região sudoeste do Rio Grande do Sul, onde a formação mostra suas maiores espessuras (centenas de metros) na Bacia do Paraná.

Acredita-se que outros trabalhos de pesquisa direta sobre as rochas **in situ**, não terão qualquer êxito. No entanto,os rios de onde foi retirada a maioria das amostras, poderão ser pesquisados em muito maior detalhe, usando-se embarcações e amostradores de sedimentos de fundo.

A utilidade destes trabalhos adicionais estará na dependência dos ensaios de esmagamento das areias amostradas.

- Formação Botucatu: O mesmo raciocínio desenvolvido para a Formação Rio do Rasto pode ser aplicado à Formação Botucatu, quanto ao papel da área-fonte para os depositos fluviais em regibes de rios com baixo gradiente topografico. A diferença e que a Formação Botucatu apresenta teores de areia média um pouco maiores que a Formação Rio do Rasto, mas suas áreas aflorantes são menos extensas, como pode ser visto nos anexos 2 e 3. Ainda na região sudoeste do Rio Grande do Sul encontram-se as maiores superfícies aflorantes desta unidade, incluindo os **intertraps**, que aparecem como "ilhas" de arenitos cercados de rochas basálticas da Formação Serra Geral. Nestas áreas, de topografia plana e ondulada, ocorrem as "desertificações" já anteriormente mencionadas. Em relação às mesmas, pode-se afirmar que um maior detalhamento na pesquisa, incluindo as vias dentro de propriedades privadas, teria forte probabilidade de encontrar areias semelhantes às da amostra JF-003.

A Formação Botucatu, na maior parte dos estados de Santa Catarina, Parana, Sao Paulo e parcialmente no Rio Grande do Sul, tem seus afloramentos em situação geomorfológica característica, em terrenos íngremes, formando **cuestas** com as rochas ígneas da Formação Serra Geral (Foto 6), e nesta situação os cortes de estrada que a expõe mostram, na maioria dos casos, rocha compacta, de difícil desagregação. Além disso a totalidade dos locais testados mostraram granulometrias finas, com pequeno

percentual da fração retida na peneira de 40 mesh e praticamente nada nas peneiras de maior diâmetro. Os rios que drenam esta formação, em áreas com grandes desníveis topográficos depositam sedimentos muito grosseiros e heterogêneos, como seria de esperar. Neste caso, as areias, em tese oriundas da formação Botucatu, perfazem apenas uma pequena parcela dos depósitos, constituídos em grande parte por seixos e matacões de rochas basálticas. Em outras palavras, a alta energia das correntes fluviais nestas situações, tendem a transportar e dispersar as areias erodidas da Formação Botucatu por grandes distâncias da área fonte.

- Formação Furnas: A área aflorante desta unidade desenvolve-se na região norte do Paraná, em forma de meia-lua, e com excelentes exposições ao longo da rodovia que liga Castro (PR) a Itararé (SP). É constituída por arenitos esbranquiçados, quartzosos, com alguma matriz argilosa subordinada no conjunto. Os grãos são médios a grossos e o arenito é medianamente a muito friável, na maior parte dos afloramentos visitados. Sua origem é fluvial bem caracterizada nas estratificações cruzadas, tabulares e acanaladas, e em linhas de seixos na base de alguns conjuntos. Acredita-se que uma pesquisa de maior detalhe poderá encontrar corpos em que o índice de arredondamento seja mais elevado que o da amostra (JF-016), pesquisa cuja conveniência será indicada pelos parâmetros que ainda não são disponíveis, como a geração de finos nos testes de esmagamento da amostra já coletada.

- Formação Caiuá (e demais formações de cobertura pós-derrames basálticos): Como no caso do embasamento cristalino, estas unidades estratigráficas não foram objetos prioritários do trabalho, mas como os roteiros necessariamente implicavam na travessia de áreas de ocorrência das mesmas, foram verificados inúmeros locais com areias, nas regiões norte do Paraná, oeste de São Paulo e leste de Mato Grosso do Sul, mas sem abranger a totalidade das suas superfícies de ocorrência. Estas regiões caracterizam-se por serem intensamente cultivadas, com cana-de-açúcar, café, laranja, soja, algodão e outras, o que dificulta muito encontrar-se bons afloramentos. Nos sítios em que foi possível observá-las em afloramentos ou em depósitos fluviais, encontrou-se sómente areias muito finas, quase sempre com argila e silte associados em quantidade consideráveis. Como a bibliografia cita a existência de areias grossas, e inclusive conglomerados, nestas unidades, talvez fosse útil um projeto de pesquisa, dirigido especificamente as mesmas, antes de descartá-las definitivamente como fontes de areia para sustenção de poços de petróleo.

CPRM

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os trabalhos relatados neste documento, visaram a pesquisa de areias especiais para fraturamento de poços de petróleo, dentro das especificações fornecidas pela PETROBRAS,em áreas de ocorrência de rochas sedimentares da Região Sul do Brasil. A área abrange cerca de 33.400 km2, onde foram verificados por peneiramento e lupa de mão, um total de 820 pontos, dos quais, quinze foram selecionados para coleta de amostras, pelas características favoráveis das areias existentes.

As principais unidades estratigráficas escolhidas para alvo da pesquisa foram a Formação Furnas, Grupo Itararé, Formação Rio Bonito, Formação Rio do Rasto (e equivalentes) e Formação Botucatu. Secundariamente foram pesquisadas áreas do embasamento pré-gonduânico e de coberturas sedimentares pós-basálticas.

Tendo em atenção as condições pré-estabelecidas pela programação, no que se refere a grande área a investigar em relação ao tempo disponível, o trabalho pode ser considerado um levantamento regional das potencialidades, e não uma pesquisa detalhada, que esgotasse as possibilidades de ocorrência das areias especiais prospectadas.

Grande atenção foi dada aos depósitos fluviais atuais e subatuais, particularmente aqueles relacionados aos cursos d'água que drenam extensas áreas de exposição das unidades constituídas por corpos arenosos de origem eólica, uma vez que ali se encontram depósitos com areias já desagregadas e com maiores concentrações das frações grosseiras. Nove das quinze amostras coletadas o foram em depósitos deste tipo, a maioria dos quais em lavra para uso da areia na indústria da construção civil.

As chamadas regiões em "desertificação", sobre áreas aflorantes da Formação Botucatu na porção oeste-sudoeste do Rio Grande do Sul, também foram objeto de atenção especial, mas apenas uma amostra foi coletada neste tipo de ocorrência, pela granulometria demasiadamente fina das areias encontradas.

Outros locais de amostragem foram os afloramentos com arenitos friáveis das formações Rio Bonito e Furnas e Grupo Itararé; e as areias das pilhas de rejeito de minerações sobre a Formação Botucatu, que produzem areia para industrias de vidro e de fundição.

Dentre as amostras coletadas, destacam-se as de sigla JF-003, JF-005, JF-008, JF-013, pelo conjunto das características de arredondamento, esfericidade, rendimento das frações 30+40 mesh e condições locais dos depósitos. Obviamente, um futuro aproveitamento destas areias e das demais, dependerá dos

parâmetros obtidos nos ensaios realizados diretamente pela PETROBRAS, não disponíveis neste momento aos autores do projeto.

As regiões que poderiam ser objeto de pesquisa de maior detalhe, com possibilidade de obter-se amostras e depósitos de areia de características semelhantes ou superiores às quinze já identificadas, são as seguintes:

1) Rios principais e seus afluentes, de baixo gradiente, na região oeste-sudoeste do Rio Grande do Sul, utilizando-se embarcação e amostradores de fundo.

2) Zonas de "desertificação" na mesma região, sobre áreas aflorantes da Formação Botucatu, percorrendo todas as estradas secundárias e roteiros dentro de propriedades privadas, incluindo caminhamentos.

3) Áreas de exposição da Formação Rio Bonito na região norte de Santa Catarina e sul do Paraná, incluindo todas as estradas secundárias e caminhamentos.

4) Area aflorante da Formação Furnas, no norte do Estado do Paraná, igualmente em todas as estradas secundárias e caminhamentos.

5) Região das coberturas pós-basálticas nos estados do Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás, incluindo as áreas aflorantes de rochas sedimentares da Bacia do Paraná ao norte do paralelo que passa na cidade de Campo Grande (MS), que foi o limite aproximado do atual projeto, na borda oeste da Bacia. Este trabalho seria realizado em escala regional, percorrendo as principais estradas, à semelhança da pesquisa explanada neste Relatório.

CPRM

8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BRASIL. Convenio DNPM/CPRM. 1986 - **Projeto A Borda Leste da Bacia do Paraná - Integração Geológica e Avaliação Econômica.** Relatório Final. Porto Alegre. v. I, 223 p.; v. II - IX, anexos /inédito/.

BRASIL. DNPM. 1974 - **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo. Folha Asunción (SG-21) e Folha Curitiba (SG-22).** Texto explicativo por Oniro Augusto Mônaco **et al.** Brasília, 83 p., il., mapas.

BRASIL. DNPM. 1974 - **Carta Geológica do Brasil ao Milionésio; folha Porto Alegre - SH. 22, folha Lagoa Mirim - SI. 22.** Texto explicativo por Cesar D. Willig **et al.** Brasília, 99 p., il., mapas.

BRASIL. DNPM. 1974 - **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo; folha Uruguaiana (SH.21).** Texto explicativo por Paulo Roberto Knijnik. Brasilia, 34 p., il., mapa.

BRASIL. DNPM. 1978 - **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo; folha Paranapanema (SF.22).** Texto explicativo por Diógenes de Almeida Campos **et al.** Brasília, 84 p., il., mapa.

BRASIL. DNPM. 1978 - **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo; folha Rio Apa (SF.21).** Texto explicativo por Carlos Schobbenhaus Filho e M.E.S. Soares. Brasília, mapa.

BRASIL. DNPM. 1979 - **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo; folhas Rio de Janeiro (SF.23), Vitória (SF.24) e Iguape (SG.23).** Texto explicativo por Mario Jorge Gesteira Fonseca **et al.** Brasília, 240 p., il., mapas.

DAVIS, L.L. & TEPORDEI, V.V. 1985 - Industrial Sand. In: **Mineral Facts and Problems.** U.S.A. Bureau of Mines. **Bull.** 675.

KRUMBEIN, W.C. & SLOSS, L.L. 1963 - **Stratigraphy and Sedimentation.** 2 ed. S. Francisco, W.H. Freeman. 660 p.

PETTIJOHN, F.J. 1957 - **Sedimentary Rocks.** 2 ed. New York. Harper & Row. 718 p.

PLAVNIK, B.; CARVALHO, C.M.M.; SOUZA, R.S. 1988 - **Geração de Finos em Agentes de Sustentação.** In: Seminário de Prevenção a Dano em Formação, 2. Rio de Janeiro, PETROBRAS, CENPES, 16 p.

ZUFFA, G.G. (ed.) 1985 - **Provenance of Arenites.** Dordrcht, Holland. D. Reidel Publishing Company, 408 p.

CPRM

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRAFICA

Foto 1 - Vista de área em processo de "desertificação" da Formação Botucatu. Quaraí, RS.

Foto 2 - Afloramentos da Formação Botucatu junto a área em processo de "desertificação". Quaraí, RS.

Foto 3 - Pilhas de areia retiradas por sucção do fundo do canal do Rio Ibicuí. Ao fundo, barras em pontal com areias brancas muito finas.Manuel Viana, RS.

Foto 4 - Arenitos médios a grossos, de origem fluvial, da Formação Furnas. Ponta Grossa, PR.

Foto 5 - Arenitos muito finos do topo da Formação Rio Bonito com estratificação cruzada truncada por ondas. São Gabriel, RS.

Foto 6 - Cuesta de arenitos da Formação Botucatu, recobertos por rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. Bom Retiro, RS.

CPRM

ANEXOS

PETROBRAS
PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.

N-1919a

Jan 84

AREIA DE FRATURAMENTO PARA POÇOS DE PETRÓLEO
(especificação)

1 OBJETIVO

Esta Norma fixa as condições exigíveis para a qualificação e aceitação de areia para utilização em operações de fraturamento hidráulico de poços de petróleo.

2 NORMAS A CONSULTAR

2.1 Da PETROBRÁS

N-1889 - Amostragem de Produtos Higroscópicos e Não-Higroscópicos para Poços de Petróleo.

2.2 Da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)

EB-22 - Peneiras para Ensaios.

2.3 Do API (American Petroleum Institute)

RP-56 - Recommended Practices for Testing Sand Used in Hydraulic Fracturing Operation.

3 CONDIÇÕES GERAIS

3.1 Embalagem

A areia de fraturamento deve ser fornecida em sacos de polietileno de baixa densidade e 0,2 mm de espessura mínima, fechados e

Propriedade da PETROBRÁS

Palavras-chave: Areia - Fraturamento - Poço-de-Petróleo.

quanto ou valvulados e lacrados. O peso líquido de cada saco deve ser igual a 50 kg, com uma tolerância de 2 %; o peso total da partida, todavia, deve ser equivalente a um mínimo de 50 kg por saco.

3.2 Marcação

3.2.1 A marcação de cada saco deve conter:

- Areia de Fraturamento para Poços de Petróleo;
- N-1919;
- nome do fabricante;
- número do lote em etiqueta indelével;
- peso líquido;
- número de Autorização de Fornecimento de Material (AFM), quando houver;
- designação granulométrica.

3.2.2 Outras indicações de interesse do fabricante, ou exigências da legislação específica, podem constar, também, da marcação.

3.2.3 As letras da marcação da embalagem devem ter dimensões que permitam perfeita nitidez e identificação do produto.

3.3 Unidade de Compra

A unidade de compra é o quilograma.

4 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

A areia de fraturamento deve estar livre de materiais estranhos, tais como: conchas, cavacos, etc. e satisfazer os seguintes requisitos tabelados.

Tabela I

Requisitos Gerais

Características	Valores
Solubilidade em HCl-HF (*), máx. peso %	3,0
Esfericidade e arredondamento, mín.	0,7
Turbidez, % Transmitância, mín.	70

Nota - (*) 12 % em peso do HCl e 3 % em peso de HF.

Tabela II

Resistência ao Esmagamento

	Designação Granulométrica da Areia	Pressão de Confinamento psi	Finos, máx. peso %
Série de Peneiras EB-22	6/10	2000	20
	8/12	2000	18
	10/20	3000	16
	20/40	4000	14
	40/60	5000	8

Nota: São definidos como finos as partículas que, após esmagamento, passam pela peneira de malha de menor abertura da designação. Por exemplo: para a areia 20/40, finos são as partículas que passam pela malha 40.

Tabela III

Requisitos Granulométricos

	Designação Granulométrica da Areia					Retido na Peneira (Peso por Cento)		
							Especificado	
	6/10	8/12	10/20	20/40	40/60	Obtido	máximo	mínimo
Série de Peneiras EB-22	4	6	8	16	30	a	0,1	
	6	8	10	20	40	b		
	8	10	16	30	50	c		c+d = 90
	10	12	20	40	60	d		
	12	16	30	50	70	e		
	F	F	F	F	F	f	1,0	

F = Fundo.

5 INSPEÇÃO E AMOSTRAGEM

5.1 Inspeção

O fornecedor, ou o fabricante, é responsável pelo cumprimento de todas as exigências aqui definidas. Cada lote deve ser acompanhado do respectivo certificado de análise assinado por técnico

credenciado junto ao Conselho Regional de Química (CRQ).

5.2 Lote

O lote é formado de 25 toneladas de areia de fraturamento de uma única proveniência e simultaneamente apresentadas para inspeção. Quando a encomenda for inferior a 25 toneladas, a quantidade encomendada representará o lote; quando de, no máximo, 30 toneladas, essa quantidade também poderá ser considerada um lote.

5.3 Amostragem

Para constatação dos requisitos desta Norma deverá ser aplicado o procedimento descrito na norma N-1889 referente à amostragem de produtos não-higroscópicos.

5.4 Análise

Para constatação dos requisitos desta Norma, constantes da Tabela I, devem ser aplicados os métodos de ensaio descritos no "Recommended Practices for Testing Sand Used in Hydraulic Fracturing Operation" API RP 56.

6 ACEITAÇÃO

A PETROBRÁS, para aceitar a partida, se reserva o direito de analisar o produto para verificação dos requisitos certificados.

CONTEC - Subcomissão nº 29 - Aditivos para Fluidos de Completação e Estimulação.

Esta Norma foi baseada no "Recommended Practices for Testing Sand Used in Hydraulic Fracturing Operation" API RP 56.

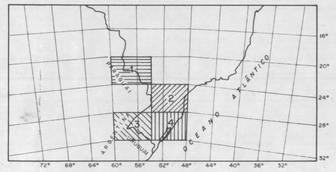
Esta Norma substitui e cancela a N-1919.

Toda norma é dinâmica, estando sujeita a revisões. Comentários e sugestões para seu aprimoramento devem ser encaminhados à Comissão de Normas Técnicas da PETROBRÁS - CONTEC - RJ.

PETROBRÁS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.

CONTRATO 083/PR/87 - CPRM / PETROBRÁS

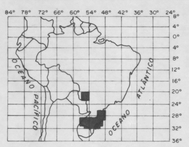
FONTES DE INFORMAÇÃO GEOLÓGICA E GEOGRÁFICA



CARTA GEOLÓGICA DO BRASIL AO MILIONÉSIMO - DNPM :

- FOLHA SF.21 - RIO APA - 1979
- FOLHA SG.22 - CURITIBA - 1974
- FOLHA SH.21 - URUGUAIANA - 1974
- FOLHA SH.22 - PORTO ALEGRE - 1974

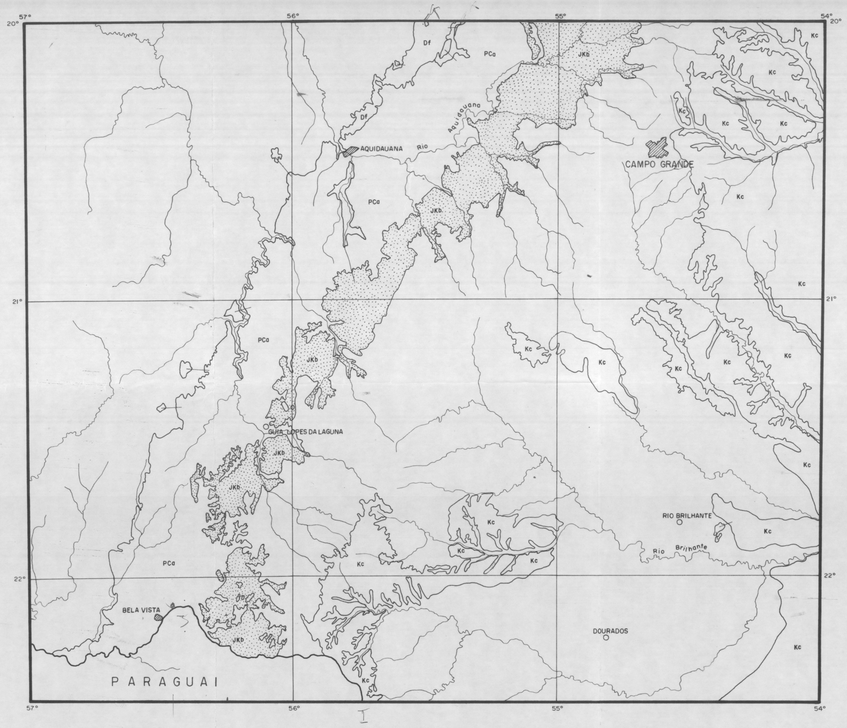
MAPA DE LOCALIZAÇÃO

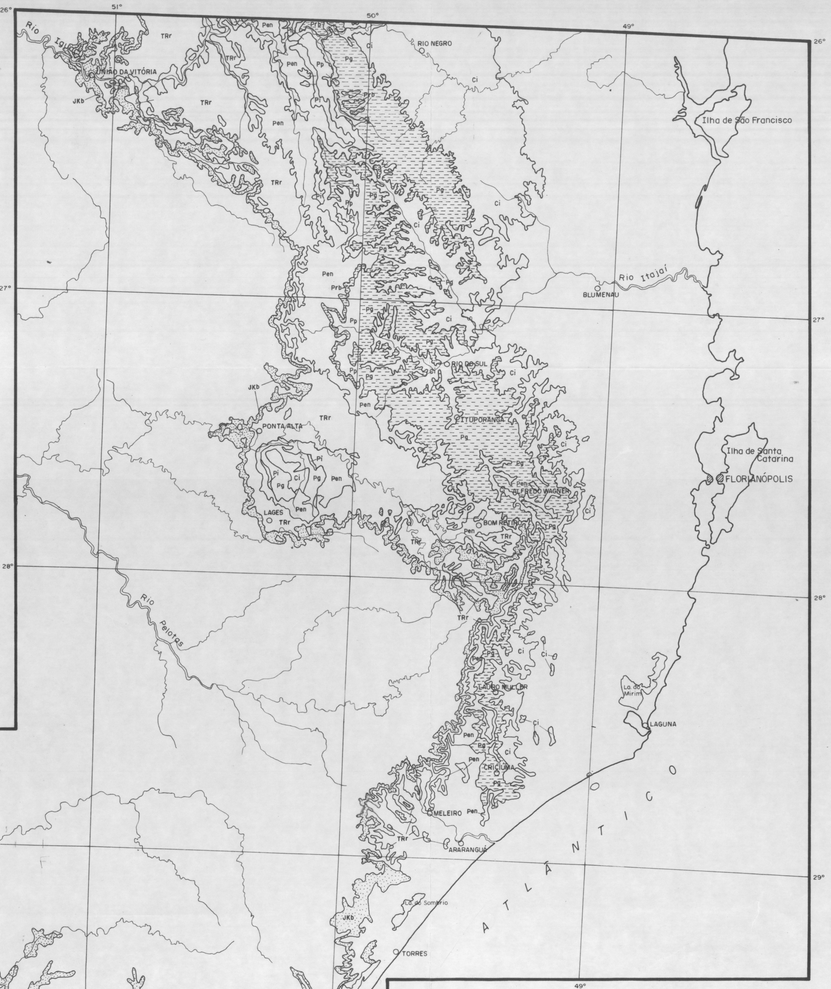


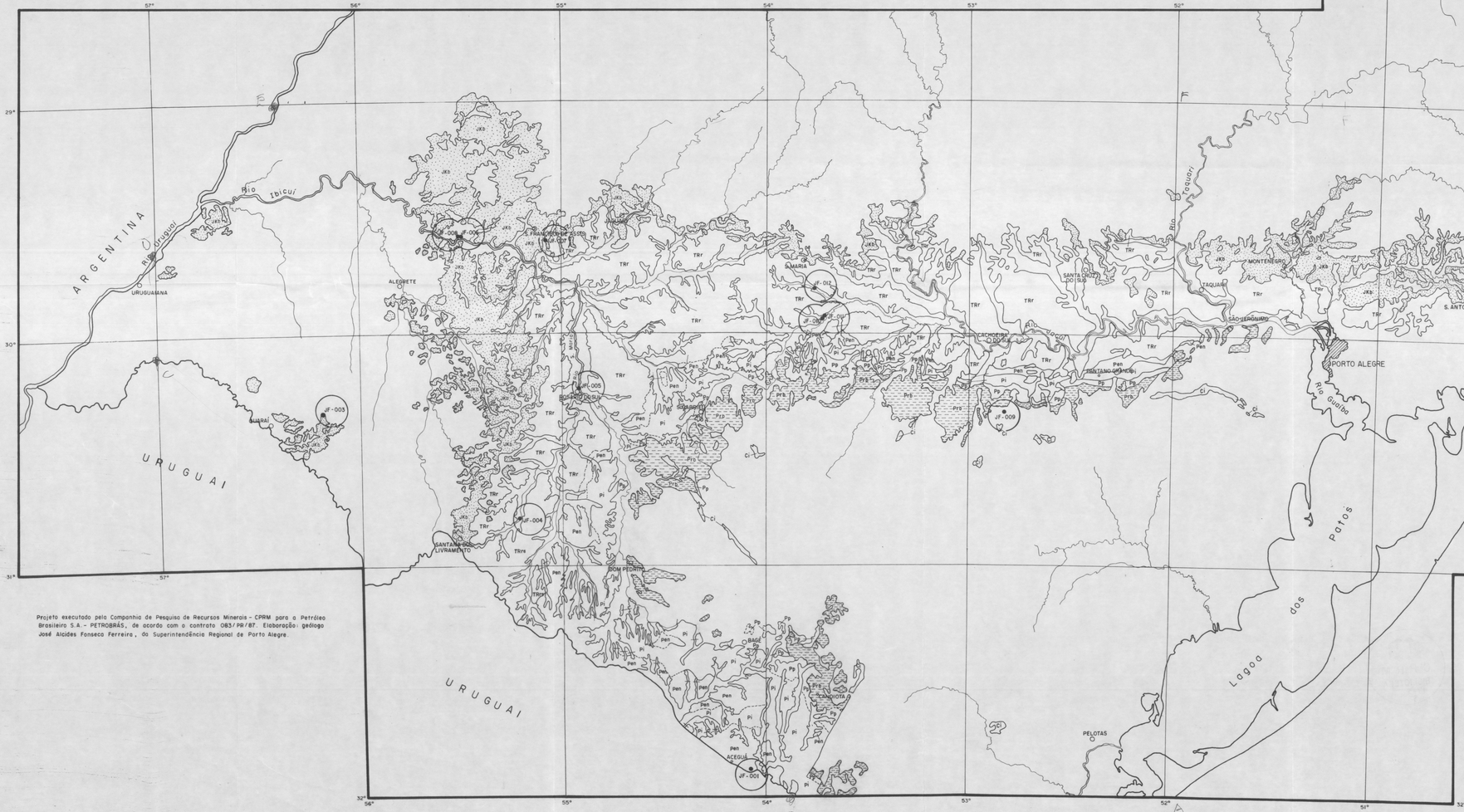
ESCALA 1 : 1.000.000

10 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 Km

1988







Coluna estratigráfica

Kc	Formação Caiuá
JKb	Formação Botucatu
TRr	Formação Rio do Rasto
Pen	Formação Estrada Nova
Pi	Formação Irati
Pp	Subgrupo Guatá — Formação Palermo
Prb	Subgrupo Guatá — Formação Rio Bonito
Ci	Formação Itararé
PCa	Formação Aquidauana
Df	Formação Furnas

Convenções

- JF-006 Amostra coletada
- Rio
- Cidade

Projeto executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM para a Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRÁS, de acordo com o contrato 083/PR/87. Elaboração: geólogo José Alcides Fonseca Ferreira, da Superintendência Regional de Porto Alegre.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

CPRM Superintendência Regional de Porto Alegre

PROJETO PESQUISA DE AREIAS ESPECIAIS PARA FRATURAMENTO DE POÇOS DE PETRÓLEO EM ROCHAS SEDIMENTARES DA REGIÃO SUL

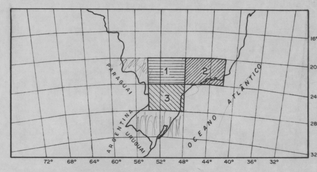
ANEXO 2

PETROBRÁS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.

CONTRATO 083/PR/87 - CPRM / PETROBRÁS

Projeto executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM para o Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRÁS, de acordo com o contrato 083/PR/87. Elaboração: geólogo José Alcides Fonseca Ferreira, da Superintendência Regional de Porto Alegre.

FONTES DE INFORMAÇÃO GEOLÓGICA E GEOGRÁFICA



CARTA GEOLÓGICA DO BRASIL AO MILIONÉSIMO - DNPM :

1 FOLHA SF.22 - PARANAPANEMA - 1978

2 FOLHA SF.23 - RIO DE JANEIRO - 1978

3 FOLHA SG.22 - CURITIBA - 1974

Coluna estratigráfica

- Kb Formação Bauru
- Kc Formação Caiuá
- JKb Formação Botucatu
- TRp Formação Pirambóia
- TRr Formação Rio do Rasto
- Pen Formação Estrada Nova
- Pi Formação Irati
- Pp Subgrupo Guatá | Formação Palermo
- Ppb Subgrupo Guatá | Formação Rio Bonito
- Ci Formação Itararé
- Dpg Formação Ponta Grossa
- Df Formação Furnas

Convenções

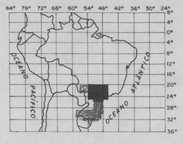
- JF-016 Amostra coletada
- Rio
- Cidade

ESCALA 1:1.000.000

10 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 Km

1988

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

CPRM Superintendência Regional de Porto Alegre

PROJETO PESQUISA DE AREIAS ESPECIAIS PARA FRATURAMENTO DE POÇOS DE PETRÓLEO EM ROCHAS SEDIMENTARES DA REGIÃO SUL

ANEXO 3