COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS -- CPRM
DIRETORIA DA ÁREA DE PESQUISAS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL PORTO ALEGRE

# RELATÓRIO DE PESQUISA DA ÁREA DE BOLENA

*Distrito de Palmas, mun. de Bagé, RS*

*Área de Alvará de Pesquisa nº 1.538 de 05-12-1972*

I-96

SUREMI
SEDAT
CPRM
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º 1174
N.º de Volumes: 1 V.: -S
PhI 008902

Geólogo Roque Mauro Eckert

PORTO ALEGRE, OUTUBRO DE 1975

CPRM

*Participação do Geólº Marco A.S.da Silva, responsável pelas atividades de mapeamento geológico e de amostragens de superfície*

# S U M Ã R I O

Pág.

1. RESUMO 2

2. INTRODUÇÃO 4
   2.1 - Histórico 4
   2.2 - Posição geográfica - vias de acesso e de comunicação 4
   2.3 - Panorama fisiográfico 5
   2.4 - Esboço geológico regional 6

3. PESQUISA 8
   3.1 - Considerações preliminares 8
   3.2 - Mapeamento topográfico 9
   3.3 - Mapeamento geológico 9
      3.3.1 - Estratigrafia e litologias 10
         3.3.1.1 - Os calcários e dolomitos metamórficos da área de Bolena 12
      3.3.2 - Estruturas geológicas 14
   3.4 - Poços e trincheira de pesquisa 15
   3.5 - Amostragens de superfície 16
   3.6 - Sondagens e amostragens de subsuperfície 18

4. RESERVAS GEOLÓGICAS 24

5. EXEQUIBILIDADE ECONÔMICA DA LAVRA E PERSPECTIVAS DE MERCADO 30

6. BIBLIOGRAFIA 35

7. ANEXOS

7.1 - Mapa topográfico-geológico em escala 1/2000

7.2 - Seções geológicas: AB sobre o furo 4BG-38-RS, CD sobre os furos 4BG-34-RS e 4BG-39-RS, EF sobre o furo 4BG-37-RS, GH sobre o furo 4BG-35-RS e IJ sobre o furo 4BG-36-RS

7.3 - Perfis petrográficos dos furos 4BG-34-RS, 4BG-35-RS, 4BG-36-RS, 4BG-37-RS, 4BG-38-RS e 4BG-39-RS

7.4 - Documentação fotográfica - Fotos de nº 1 a 7

CPRM

# 1. RESUMO

## 1. RESUMO

O presente Relatório trata das atividades de pesquisa desenvolvidas na área de Bolena (distrito de Palmas, município de Bagé, RS) com a finalidade de apurar sua potencialidade econômica em rochas calcário-dolomíticas para fins de aplicação na agricultura gaúcha.

Inicialmente, foi efetuado um levantamento aerofotogramétrico da área, em escala aproximada 1/8000. Com as fotos aéreas assim obtidas e mediante apoio de campo, foram confeccionados mapas topográficos planialtimétricos em escala 1/2000, com eqüidistância de 1 metro entre as curvas de nível.

Sobre estas bases topográficas foram lançados os elementos obtidos através de detalhado mapeamento geológico.

Foram abertos 3 poços e 1 trincheira de pesquisa; coletadas e quimicamente analisadas (determinação quantitativa de Resíduos Insolúveis, Perda ao Fogo, CaO e MgO) 23 amostras de superfície e executados 6 furos de sonda rotativa a diamante (incluindo análise química - com determinação quantitativa dos mesmos elementos supracitados - de 55 intervalos de amostragem nos canais de sondagem), totalizando 557,70 metros perfurados.

Em decorrência dos trabalhos de pesquisa, foi calculada uma Reserva Medida de 38.915.812 toneladas e uma Reserva Indicada de 15.519.426 toneladas de rochas calcário-dolomíticas metamórficas na lente principal, diante do quê a jazida foi considerada exeqüível de lavra econômica.

## 2. INTRODUÇÃO

## 2. INTRODUÇÃO

### 2.1 - Histórico

Logo que constatada a presença de rochas carbonatadas em terrenos de propriedade de Orsay Rosa de Azambuja, Osvaldo Xavier de Azambuja e outros, no distrito de Palmas, município de Bagé, RS, foi desenvolvido um reconhecimento geológico expedito do local, depois estendido para áreas adjacentes. Era de interesse detectar as principais concentrações calcárias e aquilatar, embora precocemente, suas perspectivas para um futuro aproveitamento econômico. Isto executado, e concluído ser a ocorrência promissora, foram requeridos os direitos de pesquisa sobre uma área de 472,50 hectares, com vistas à pesquisa de calcários dolomíticos, situada na localidade de Bolena, conforme adiante se especifica.

Processadas as atividades de pesquisa, de acordo com a legislação em vigor, apresentamos o incluso Relatório, para a devida apreciação técnica e aprovação.

### 2.2 - Posição geográfica - vias de acesso e de comunicação

A área a que se refere o presente Relatório está contida em terras de propriedade de Orsay Rosa de Azambuja, Osvaldo Xavier de Azambuja e outros, no distrito de Palmas (por ocasião do Pedido de Pesquisa constava, equivocadamente, como distrito de Hulha Negra), município de Bagé, Estado do Rio Grande do Sul. Abrange

uma superfície de 472,50 hectares (Anexo 7.1).

A melhor forma de acesso ao local, e também de comunicação, se obtém a partir do Km 93,3 da rodovia BR-153, que une a localidade de Geribá (no município de Caçapava do Sul) com a cidade de Bagé. Depois de de 8 km de trajeto pelo Corredor dos Collares (estrada vicinal), deve-se dobrar à direita e percorrer 21,2 km pela estrada municipal que demanda a Bagé, até a propriedade do Sr. Mélcio Rodrigues, quando então cumpre tomar uma estrada de campo, à esquerda, e através desta chegar ao local após mais 5 km de percurso.

Em qualquer época do ano, o acesso à área de Bolena pode ser conseguido facilmente mediante o uso do veículo tipo "jeep"; com carro de passeio, são previstas algumas dificuldades de tráfego em períodos de chuva, notadamente entre os Km 10 e 21,2 da citada estrada municipal, contados a partir do Corredor dos Collares (vide esboço de acesso no Anexo 7.1 - mapa de localização da área).

## 2.3 - Panorama fisiográfico

A área de Bolena está revestida de declives suaves, com pequenas ravinas (Anexo 7.4 - Fotos nºs 1, 2 e 5). A drenagem apresenta-se caracterizada pelo Arroio Azambuja e pela Sanga dos Salsos, ambos perenes, e por várias sangas intermitentes.

A vegetação de grande porte incide muito escassamente sobre a área, restrita quase que somente aos canais de drenagem natural. O restante de sua

superfície está coberta por gramíneas, ervas rasteiras e raros arbustos (Anexo 7.4 - Fotos nºs 1, 2, 5 e 7).

Excelentes e numerosas são as exposições naturais de rocha (Anexo 7.1). Quando não aflorantes, os calcários e dolomitos metamórficos e demais litologias mostram-se geralmente capeados por delgada camada de solo, que via de regra não chega a alcançar 5 metros de profundidade.

## 2.4 - Esboço geológico regional

Os traços geológico-estruturais da área em que operamos podem ser visualizados mediante o exame dos mapas geológicos regionais (citamos, por exemplo, o mapa geológico em escala 1/250.000 da região Piratini - Pinheiro Machado - Bagé, elaborado por Tessari e Giffoni em 1970 e a Folha Geológica das Palmas, em escala 1:50.000, mapeada por Eckert em 1971 - ambos disponíveis nas bibliotecas do DNPM). Observa-se que as rochas de maior incidência na região estão representadas por xistos, gnaisses, granitos, quartzitos, calcários, dolomitos e outras rochas metamórficas, correlacionadas aos grupos Porongos e Cambaí, de idade presentemente atribuída ao Pré-Cambriano médio. Os calcários e dolomitos metamórficos da área de Bolena integram parte de uma ampla faixa de ocorrência de rochas carbonatadas, que inicia justamente nesta área e se prolonga, com interrupções, no rumo nordeste, até a localidade de Pedra Grande, cobrindo uma extensão de cerca de 28 km.

CPRM

3. PESQUISA

# 3. PESQUISA

## 3.1 - Considerações preliminares

As atividades que desenvolvemos ao curso da pesquisa da área de Bolena foram dirigidas no sentido da obtenção de seguros conhecimentos acerca de sua potencialidade econômica. Visávamos essencialmente determinar suas reservas calcário-dolomíticas e a qualidade da substância mineral útil. E uma vez de posse desses dados, pretendíamos confrontá-los com os demais parâmetros sempre envolvidos na caracterização de uma jazida deste tipo (condições de acesso, drenagem, cobertura de solo etc), para então concluir sobre a exequibilidade econômica de lavra do minério, pensando em aplicá-lo como corretivo de solo na agricultura gaúcha.

Estudos preliminares de aerofotogeologia, aliados às primeiras constatações de campo, recomendaram fosse alterado, em parte, o cronograma da planificação inicial de pesquisa.

Assim, desenvolvemos a pesquisa da área de Bolena cumprindo a seguinte seqüência operacional:

- Mapeamento topográfico;
- Mapeamento geológico;
- Poços e trincheira de pesquisa;
- Amostragens de superfície;
- Sondagens e amostragens de subsuperfície.

3.2 - Mapeamento topográfico

A área de Bolena encontra-se integralmente coberta por mapas topográficos planialtimétricos de escala 1/2.000, com eqüidistância de 1 metro entre as curvas de nível. Estes documentos foram elaborados pela firma Aerosul Fotogrametria Ltda., de Porto Alegre, a partir de restituição de fotografias aéreas de escala aproximada 1/8.000, acompanhada de apoio de campo.

O levantamento aéreo da área de Bolena constituiu parte de um amplo programa aerofotográfico, que inclui ainda várias áreas requeridas para a pesquisa de calcários dolomíticos situadas em regiões vizinhas.

As fotografias aéreas de detalhe foram tomadas tendo em mente utilizá-las como objeto-base nos trabalhos de restituição topográfica, como elemento auxiliar na delineação geológica e na programação de pesquisa, e prevendo ainda sua valiosa utilidade nas futuras operações exploratórias da jazida.

Por ocasião das tarefas de restituição, tivemos o cuidado de recomendar à firma responsável que fosse registrado, nos mapas topográficos, um maior número possível de elementos inconfundíveis no terreno (casas, cercas, caminhos, sangas etc), os quais viriam a servir como importantes pontos de referência na locação dos dados de geologia e dos trabalhos de pesquisa.

3.3 - Mapeamento geológico

Após breves estudos aerofotointerpre-

tativos, foi levado a efeito um detalhado levantamento geológico da área, e os dados daí obtidos lançados sobre os mapas topográficos planialtimétricos. Especial detalhamento foi destinado às porções de incidência das rochas carbonatadas. Para os demais tipos litológicos - atentando para os objetivos deste trabalho - reservamos apenas as tarefas de identificá-los, de separá-los convenientemente, e de posicioná-los no contexto estratigráfico da área. Assim, por exemplo, não foram delimitados separadamente os diversos tipos rochosos que constituem os Grupos Porongos e Cambaí (exceção feita, obviamente, às rochas carbonatadas), nem melhor discriminadas as rochas sedimentares que englobamos sob a denominação de Grupo Tubarão.

Uma vez concluídas as folhas topográfico-geológicas de escala 1/2.000, reunimo-las, e com seus dados elaboramos um mapa topográfico-geológico condensado da área mais interessante (porção que envolve a presença das rochas calcário-dolomíticas metamórficas).

### 3.3.1 - Estratigrafia e litologias

A distribuição dos diversos tipos litológicos aflorantes na área de Bolena encontra-se assinalada no mapa topográfico-geológico de escala 1/2.000 que acompanha o presente Relatório (Anexo 7.1).

A maior parte da superfície que mapeamos acha-se representada por metamorfitos dos Grupos Porongos e Cambaí, de idade presumivelmente Pre-Cambriano Médio; caracterizam-nos principalmente calcários e dolomitos metamórficos, rochas gnáissicas, e injeções venulares quartzosas e quartzo-feldspáticas. Grandes extensões

de área, ainda, são constituídas por rochas sedimentares das Formações Itararé e Rio Bonito (?) as quais agrupamos, indiferenciadamente, sob a designação de Grupo Tubarão.

Os calcários e dolomitos metamórficos serão abordados separadamente no item 3.3.1.1 deste Relatório.

Entre as rochas gnáissicas predominam gnaisses à biotita, de granulação fina a média e bandeamento pouco desenvolvido, com associação de injeções venulares quartzosas e quartzo-feldspáticas de coloração rósea-esbranquiçada e granulação fina.

A norte e noroeste da principal lente de rochas calcário-dolomíticas metamórficas, foi identificada uma área de ocorrência de rochas areníticas arcosianas, de coloração geral rósea e granulometria média, pobremente estratificadas e de aspecto granitóide, silicificadas, as quais correlacionamos, com dúvidas, ao Membro Vargas da Formação Arroio dos Nobres, presentemente tida como de idade Pré-Cambriano Superior.

Diretamente assentadas sobre as rochas dos Grupos Porongos e Cambaí, predominantemente nas partes topográficas mais elevadas, foram constatadas rochas sedimentares gonduânicas, que agrupamos indiferenciadamente no Grupo Tubarão. Estas rochas estão representadas principalmente por conglomerados (Itararé?), em que se destacam seixos sub-arredondados de gnaisses, xistos, calcários metamórficos e quartzo, de tamanho geralmente compreendido entre 0,02 e 1,00 m de diâmetro, imersos em matriz arenosa de cor marrom e amarelada e granulometria

média, relativamente friável; subordinadamente, ocorrem níveis de folhelhos siltícos, bem laminados, ao que se associam, ainda, rochas areníticas de coloração creme e avermelhada, bem laminadas e em grande parte ferrificadas (Rio Bonito?).

3.3.1.1 - Os calcários e dolomitos metamórficos da área de Bolena

Na área de Bolena, as rochas calcário-dolomíticas metamórficas apresentam-se concentradas principalmente em duas grandes lentes:

- Lente 1 (a principal):

Ocorre na porção sudoeste da área requerida para pesquisa. Apresenta uma extensão em superfície de cerca de 1.015 metros, com largura de afloramento variável entre 35 e 255 metros. Inicia a cerca de 80 metros para SW do local da sondagem 4BG-38-RS e se estende, segundo um rumo geral aproximado de N65$^{o}$E, até aproximadamente 92 metros para NE do ponto de amostragem 1417-MA-R-2157 (Anexo 7.1).

Está estruturada, grosseiramente, em forma de homoclinal, com mergulhos geralmente compreendidos entre 25$^{o}$ e 65$^{o}$ para NW.

Na porção superior, a lente mostra-se constituída por um pacote de camadas calcário-dolomíticas metamórficas não bandeadas (vide, como descrição representativa, o perfil petrográfico do Furo 4BG-34-RS no Anexo 7.3). A área de incidência destas rochas pode ser defini-

da, em planta (Anexo 7.1), pelos pontos de amostragem 1417-MA-R-1822, 1417-MA-R-2195, 1417-MA-R-1833, 1417-MA-R-2194, 1417-MA-R-1839, 1417-MA-R-2193, 1417-MA-R-2197 e 1417-MA-R-1843.

Em sua parte basal (em direção à Sanga dos Salsos), apresenta um pacote de camadas calcário-dolomíticas metamórficas que geralmente denotam baixos teores de MgO (vide, por exemplo, os resultados das análises químicas das amostras 1417-MA-R-1888, 1417-MA-R-0539, 1417-MA-R-1857, 1417-MA-R-2198, 1417-RE-R-0537, 1417-RE-R-0536, 1417-MA-R-2196, 1417-MA-R-1854, 1417-RE-R-0538, 1417-MA-R-1853, 1417-MA-R-2150, 1417-MA-R-2151, 1417-MA-R-2153, 1417-MA-R-2157 e 1417-MA-R-2158 no item 3.5, e sobre os testemunhos de sondagem dos furos 4BG-38-RS, 4BG-39-RS, 4BG-37-RS, 4BG-35-RS e 4BG-36-RS no item 3.6 deste Relatório - os pontos de amostragem e os locais das sondagens encontram-se assinalados em planta, no Anexo 7.1). Não obstante, tratam-se de calcários com elevada percentagem de minerais micáceos (vide perfis petrográficos dos furos 4BG-35-RS, 4BG-36-RS, 4BG-37-RS, 4BG-38-RS e 4BG-39-RS no Anexo 7.3).

- Lente 2:

A norte do Arroio Azambuja, no quadrante noroeste da área, foi constatada uma segunda lente de rochas calcário-dolomíticas metamórficas. Suas dimensões em superfície atingem aproximadamente 650 metros de comprimento e 60-80 metros de largura média de afloramento.

A maior parte deste corpo, entretanto, está situada fora da área requerida, motivo pelo qual

não foi pesquisada com detalhe.

Inclui calcários-dolomíticos de características algo similares às rochas componentes da porção superior da Lente 1, com alguma presença de calcários micáceos.

### 3.3.2 - Estruturas geológicas

As rochas calcário-dolomíticas que afloram na área de Bolena encontram-se concordantemente intercaladas com as demais litologias metamórficas que constituem os grupos Porongos e Cambaí.

Na Lente 1, estas rochas estão dispostas, estruturalmente, em forma de homoclinal mergulhante para noroeste. As camadas apresentam uma direção geral média em torno de N60-70°E e mergulhos geralmente compreendidos entre 25 e 50 NW. Bruscas variações de atitude são locais, e devidas a falhamentos.

Na Lente 2, a direção geral das camadas persiste, porém os mergulhos apresentam também inversões para os quadrantes sudeste e nordeste.

As falhas maiores apresentam direção geral similar à da orientação das camadas calcário-dolomíticas, são as mais antigas, e provavelmente decorreram dos esforços compressionais que originaram as estruturas dobradas. Correspondentes a uma idade mais jovem, foram divisadas várias falhas de direção noroeste, de menor envergadura.

As principais direções de diaclase os-

cilam em torno de N20-40°W (a mais frequente) e N10-20°E.

Na porção superior da Lente 1, são comuns os veios de quartzo e níveis de sílica microcristalina entre as rochas carbonatadas; preenchem diaclases ou se intrometem entre os planos de xistosidade.

Potentes veios de quartzo e brechas são particularmente evidentes entre os furos 4BG-35-RS e 4BG-36-RS, e para nordeste deste último; e ainda na Lente 2.

Algumas outras falhas, de extensão restrita e direção variada, completam o panorama estrutural da área em que operamos.

3.4 - Poços e trincheira de pesquisa

Foram abertos 3 poços e 1 trincheira de pesquisa (locação em planta no Anexo 7.1).

Os poços $P_1$ e $P_2$ foram executados em área de cobertura de solo; ambos revelaram a presença de rochas calcário-dolomíticas antes dos 2,0 metros de profundidade.

O poço $P_3$, situado em área de cobertura de rochas sedimentares do Grupo Tubarão, foi aprofundado até 6,0 metros, não tendo atingido a rocha calcária.

Com a trincheira $T_1$ (Anexo 7.4 - Foto nº 6), chegou-se à rocha calcária após 2,5 metros de profundidade.

3.5 - Amostragens de superfície

Tomando como elemento de referência o mapa topo-geológico, selecionamos 23 locais de amostragem, para a avaliação da qualidade da substância mineral útil em superfície. Cada ponto de amostragem foi representado no terreno por cinco amostras, coletadas sempre que possível num raio de até 5 metros, e em disposição similar à do nº 5 de um dado (este critério foi idealizado para favorecer à maior representatividade das amostras). Depois de extraídas, as cinco amostras eram reunidas num só invólucro, e posteriormente britadas, homogeneizadas, quarteadas, e remetidas para a análise química (efetuada no LAMIN - Laboratório de Análises Minerais da CPRM, Rio de Janeiro).

Cabe a ressalva de que os locais de amostragem foram apontados no terreno mediante a utilização de trena e bússola, tomando como pontos de amarração elementos registrados no mapa topográfico-geológico e materializados no terreno (casas, cercas, marcos de furos de sonda etc.); por isso estão sujeitos a uma pequena margem de erro de locação.

Os pontos de amostragem, por maior conveniência de representatividade escolhidos em posições estratégicas (sem a idealização de uma malha regular), acham-se assinalados no Anexo 7.1 deste Relatório, e os resultados de sua análise química, expressos na tabela que se segue.

| Nº da Amostra | Composição química | | | |
|---|---|---|---|---|
| | CaO (%) | MgO (%) | Resíduos Insolúveis (%) | Perda ao Fogo (%) |
| 1417-RE-R-0536 | 31,0 | 5,9 | 28,2 | 28,3 |
| 1417-RE-R-0537 | 38,8 | 2,5 | 21,8 | 33,1 |
| 1417-RE-R-0538 | 43,3 | 0,9 | 17,0 | 35,9 |
| 1417-RE-R-0539 | 39,0 | 4,6 | 15,9 | 35,1 |
| 1417-MA-R-1822 | 28,7 | 21,2 | 2,2 | 45,4 |
| 1417-MA-R-1833 | 40,3 | 7,1 | 14,1 | 37,0 |
| 1417-MA-R-1839 | 30,4 | 20,8 | 2,6 | 45,0 |
| 1417-MA-R-1843 | 28,7 | 20,0 | 3,2 | 44,2 |
| 1417-MA-R-1853 | 37,0 | 2,8 | 27,9 | 30,3 |
| 1417-MA-R-1854 | 36,2 | 2,4 | 25,9 | 30,5 |
| 1417-MA-R-1857 | 45,6 | 2,4 | 13,4 | 36,5 |
| 1417-MA-R-1888 | 37,8 | 3,9 | 21,8 | 33,1 |
| 1417-MA-R-2150 | 38,4 | 3,6 | 24,9 | 30,2 |
| 1417-MA-R-2151 | 44,5 | 1,2 | 18,2 | 34,5 |
| 1417-MA-R-2153 | 36,2 | 14,7 | 5,4 | 42,3 |
| 1417-MA-R-2157 | 40,3 | 2,9 | 19,6 | 32,1 |
| 1417-MA-R-2158 | 36,5 | 9,1 | 15,1 | 36,1 |
| 1417-MA-R-2193 | 29,0 | 20,0 | 6,5 | 42,7 |
| 1417-MA-R-2194 | 28,4 | 20,1 | 3,6 | 43,7 |
| 1417-MA-R-2195 | 29,6 | 21,6 | 1,4 | 45,8 |
| 1417-MA-R-2196 | 45,6 | 1,0 | 12,3 | 37,5 |
| 1417-MA-R-2197 | 29,3 | 21,0 | 1,8 | 45,6 |
| 1417-MA-R-2198 | 42,8 | 3,6 | 16,4 | 35,6 |

## 3.6 - Sondagens e amostragens de subsuperfície

De posse do mapa topo-geológico e dos resultados dos poços e trincheira e das análises químicas proferidas sobre as amostras de superfície, passamos à última etapa da pesquisa: execução de furos de sonda ao longo da lente principal e separação de intervalos testemunhados, para a análise química. Pretendia-se, assim, conhecer as características das rochas calcário-dolomíticas metamórficas que a compõem, também em subsuperfície.

Inicialmente, foi idealizada uma linha-base, longitudinalmente à área de ocorrência das rochas calcário-dolomíticas metamórficas, em sua porção mediana, e aproximadamente coincidente com sua direção geral de orientação (N65$^{0}$00'E). Perpendicularmente a ela, a intervalos variáveis entre 125,0 e 256,0 metros, foram elaboradas 5 seções geológicas, e nestas planejados e executados 6 furos de sonda verticais: Seção AB contendo o Furo 4BG-38-RS, Seção CD contendo os Furos 4BG-34-RS e 4BG-39-RS, Seção EF contendo o Furo 4BG-37-RS, Seção GH contendo o Furo 4BG-35-RS e Seção IJ contendo o Furo 4BG-36-RS.

Os furos de sonda, a exemplo do procedido com os pontos de amostragem superficial, foram igualmente marcados mediante a utilização de trena e bússola, tomando como pontos de amarração elementos registrados nos mapas topográfico-geológicos e materializados no terreno (casas, árvores isoladas etc), e que por isso mesmo estão, também, sujeitos a uma pequena margem de erro de locação.

Foram executados 557,70 metros de sondagem rotativa a diamante, com testemunhagem integral, assim discriminados:

| Sigla do Furo | Comprimento Perfurado (m) |
|---|---|
| 4BG-34-RS | 100,00 |
| 4BG-35-RS | 110,00 |
| 4BG-36-RS | 100,00 |
| 4BG-37-RS | 100,00 |
| 4BG-38-RS | 47,70 |
| 4BG-39-RS | 100,00 |

A locação em planta dos furos de sonda acha-se exposta no Anexo 7.1, as seções geológicas que os contêm constituem o Anexo 7.2, e seus perfis petrográficos estão inseridos no Anexo 7.3 deste Relatório.

Concluído o programa de perfurações, passamos à tarefa de partição longitudinal dos testemunhos. A primeira metade permanece nas caixas armazenadas no Depósito da CPRM de Caçapava do Sul. Da segunda metade, arbitramos um intervalo de 10 metros no canal de sondagem para constituir uma amostra - cada 10 metros de testemunhos, portanto, constituía uma amostra. Os testemunhos eram reunidos numa só embalagem, e posteriormente britados, moídos, homogeneizados, quarteados, e remetidos para o laboratório da CPRM a fim de serem quimicamente analisados. Este intervalo de 10 metros somente foi modificado ao final do Furo 4BG-38-RS, em conseqüência de sua profundidade de encerramento.

No quadro a seguir, reproduzimos os resultados das análises químicas efetuadas sobre os testemunhos dos furos de sonda que executamos na área de Bolena (as análises químicas tiveram lugar no LAMIN - Laboratório de Análises Minerais da CPRM - Rio de Janeiro).

| Sigla do Furo | Intervalo amostrado no canal de sondagem (m) | Composição química | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | CaO (%) | MgO (%) | Resíduos Insolúveis (%) | Perda ao fogo |
| 4BG-34-RS | 0,00- 10,00 | 28,6 | 20,0 | 2,8 | 45,4 |
| | 10,00- 20,00 | 28,0 | 20,0 | 2,8 | 45,4 |
| | 20,00- 30,00 | 26,5 | 18,7 | 10,1 | 41,7 |
| | 30,00- 40,00 | 27,9 | 18,5 | 8,1 | 42,2 |
| | 40,00- 50,00 | 28,5 | 19,9 | 3,6 | 44,4 |
| | 50,00- 60,00 | 26,5 | 19,2 | 9,2 | 41,6 |
| | 60,00- 70,00 | 28,3 | 19,7 | 5,0 | 43,7 |
| | 70,00- 80,00 | 28,6 | 19,1 | 4,9 | 43,3 |
| | 80,00- 90,00 | 27,5 | 19,6 | 5,7 | 42,8 |
| | 90,00-100,00 | 23,8 | 16,6 | 19,2 | 34,3 |
| 4BG-35-RS | 0,00- 10,00 | 31,9 | 6,9 | 23,2 | 29,7 |
| | 10,00- 20,00 | 29,7 | 9,6 | 23,7 | 27,7 |
| | 20,00- 30,00 | 28,2 | 4,9 | 31,6 | 25,1 |
| | 30,00- 40,00 | 27,5 | 7,0 | 33,7 | 24,5 |
| | 40,00- 50,00 | 26,4 | 8,5 | 33,2 | 23,4 |
| | 50,00- 60,00 | 29,1 | 7,7 | 29,5 | 25,2 |
| | 60,00- 70,00 | 27,0 | 4,2 | 34,4 | 22,6 |
| | 70,00- 80,00 | 28,1 | 4,9 | 32,5 | 23,9 |

Continua

Continuação

| Sigla do Furo | Intervalo amostrado no canal de sondagem (m) | Composição química | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | CaO (%) | MgO (%) | Resíduos Insolúveis (%) | Perda ao fogo |
| 4BG-35-RS | 80,00- 90,00 | 12,1 | 7,8 | 56,9 | 12,5 |
| | 90,00-100,00 | 27,1 | 13,1 | 22,2 | 30,9 |
| | 100,00-110,00 | 23,4 | 11,1 | 30,6 | 24,4 |
| 4BG-36-RS | 0,00- 10,00 | 35,5 | 5,1 | 23,1 | 31,3 |
| | 10,00- 20,00 | 34,6 | 4,0 | 26,2 | 30,0 |
| | 20,00- 30,00 | 29,3 | 5,3 | 33,7 | 25,3 |
| | 30,00- 40,00 | 30,2 | 5,9 | 30,9 | 27,1 |
| | 40,00- 50,00 | 29,0 | 3,2 | 31,4 | 25,6 |
| | 50,00- 60,00 | 29,9 | 4,0 | 27,1 | 26,9 |
| | 60,00- 70,00 | 33,7 | 7,9 | 21,0 | 29,9 |
| | 70,00- 80,00 | 33,4 | 10,0 | 17,7 | 32,5 |
| | 80,00- 90,00 | 27,8 | 16,5 | 15,1 | 34,0 |
| | 90,00-100,00 | 28,7 | 17,9 | 11,2 | 38,2 |
| 4BG-37-RS | 0,00- 10,00 | 25,4 | 10,0 | 28,7 | 24,6 |
| | 10,00- 20,00 | 24,3 | 9,3 | 33,0 | 21,9 |
| | 20,00- 30,00 | 22,6 | 10,8 | 32,7 | 20,8 |
| | 30,00- 40,00 | 27,6 | 9,3 | 26,6 | 25,4 |
| | 40,00- 50,00 | 24,6 | 9,9 | 31,6 | 22,1 |
| | 50,00- 60,00 | 20,9 | 5,3 | 46,2 | 16,5 |
| | 60,00- 70,00 | 3,3 | 4,9 | 77,6 | 4,0 |
| | 70,00- 80,00 | 26,6 | 13,1 | 21,4 | 30,4 |

Continua

Conclusão

| Sigla do Furo | Intervalo amostrado no canal de sondagem (m) | Composição química | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | CaO (%) | MgO (%) | Resíduos Insolúveis (%) | Perda ao fogo |
| 4BG-37-RS | 80,00- 90,00 | 27,6 | 18,0 | 13,1 | 35,3 |
| | 90,00-100,00 | 20,9 | 12,5 | 32,0 | 25,0 |
| 4BG-38-RS | 0,00- 10,00 | 32,4 | 5,6 | 26,6 | 28,0 |
| | 10,00- 20,00 | 19,9 | 6,0 | 47,7 | 17,8 |
| | 20,00- 30,00 | 5,8 | 6,3 | 68,8 | 7,2 |
| | 30,00- 47,70 | 3,4 | 2,8 | 70,5 | 4,7 |
| 4BG-39-RS | 0,00- 10,00 | 27,6 | 9,2 | 26,4 | 27,5 |
| | 10,00- 20,00 | 32,1 | 7,3 | 22,0 | 29,7 |
| | 20,00- 30,00 | 29,7 | 8,1 | 24,5 | 27,0 |
| | 30,00- 40,00 | 29,8 | 8,0 | 25,4 | 26,9 |
| | 40,00- 50,00 | 22,5 | 10,7 | 32,8 | 18,9 |
| | 50,00- 60,00 | 27,2 | 6,4 | 34,2 | 22,9 |
| | 60,00- 70,00 | 27,3 | 6,0 | 34,9 | 22,4 |
| | 70,00- 80,00 | 29,7 | 5,7 | 30,3 | 25,0 |
| | 80,00- 90,00 | 18,4 | 4,9 | 51,5 | 15,9 |
| | 90,00-100,00 | 2,9 | 5,0 | 74,6 | 3,6 |

CPRM

# 4. RESERVAS GEOLÓGICAS

## 4. RESERVAS GEOLÓGICAS

Com base nas informações que obtivemos ao curso dos trabalhos de pesquisa, calculamos dois tipos de reservas geológicas para as rochas calcárias da área de Bolena (considerada somente a Lente 1): Reserva Medida e Reserva Indicada.

Em todas as operações matemáticas foi admitido o valor constante de 2,6 $t/m^3$ para a densidade da substância mineral útil.

Utilizamos o método de cálculo das seções transversais, observadas suas respectivas áreas de influência longitudinal (estas consideradas até a meia distância entre duas seções contíguas ou arbitradas para além dos limites das áreas abrangidas pelas seções, até distâncias seguramente confirmadas por evidências geológicas de superfície).

O volume de matéria estéril (no caso representada por alguma cobertura de rochas sedimentares e de solo, à qual se associam, às vezes, fragmentos soltos de quartzo e quartzo-feldspáticos) que jaz sobre grande parte da lente principal, não foi discriminado separadamente, em virtude da insuficiência de dados até agora disponíveis. Uma idéia de sua espessura, entretanto, nas partes em que incide sobre esta lente, pode ser obtida mediante o exame das seções geológicas constantes do Anexo 7.2.

As variações composicionais das rochas carbonatadas, tanto em superfície quanto em profundidade, bem como a interferência de alguns veios quartzo-

sos e quartzo-feldspáticos entre elas, foram desconsideradas, tendo em vista a finalidade a que se destinará o minério depois de extraído (corretivo de solo).

Seguindo os conceitos estipulados pelo Código de Mineração e Legislação Correlativa, consideramos:

- RESERVA MEDIDA: "a tonelagem de minério computada pelas dimensões reveladas em afloramentos, poços, trincheiras e sondagens, a qual não deve apresentar variações superiores ou inferiores a 20% (vinte por cento) da quantidade verdadeira".

Em planta, consideramos a seguinte extensão longitudinal de área de Reserva Medida (Anexo 7.1): desde 50 metros para sudoeste da seção AB, até 80 metros para nordeste da seção IJ. Justifica-se esta extrapolação para além dos limites da área abrangida pelos furos de sonda, com base nas evidências de afloramento, e nos resultados das sondagens 4BG-38-RS e 4BG-36-RS (vide Anexo 7.2 - Seções AB e IJ).

Em subsuperfície definimos, ao longo de todas as seções geológicas, um Polígono de Reserva Medida — com base nos dados de afloramentos e das sondagens. Neste traçado (feito pelo método do planímetro), foi deixada de lado a espessura de capeamento.

Então, utilizando como parâmetros básicos as áreas de Reserva Medida calculadas nas seções geológicas AB, CD, EF, GH e IJ (pelo processo do planímetro) e suas respectivas distâncias longitudinais de in-

fluência, chegamos aos seguintes valores de Reserva Medida para as rochas calcário-dolomíticas metamórficas constituintes da lente principal da área de Bolena:

$$RM = (AM_{AB} x L_{AB} + AM_{CD} x L_{CD} + AM_{EF} x L_{EF} + AM_{GH} x L_{GH} + AM_{IJ} x L_{IJ}) \times d;$$

$$RM = (3.600,0m^2 x 135,0m + 32.220,0m^2 x 147,5m + 19.750,0m^2 x 125,0m + 21.800m^2 x 190,5m + 14.940,0m^2 x 208,0m) \times 2,6t/m^3;$$

**RM = 38.915.812 toneladas** sendo que:

RM representa a Reserva Medida das rochas calcário-dolomíticas metamórficas formadoras da Lente 1;

$AM_{AB}$, $AM_{CD}$, $AM_{EF}$, $AM_{GH}$ e $AM_{IJ}$, as áreas de Reserva Medida determinadas pelo planímetro nas seções geológicas AB, CD, EF, GH e IJ, respectivamente;

$L_{AB}$, $L_{CD}$, $L_{EF}$, $L_{GH}$ e $L_{IJ}$, as distâncias longitudinais de influência destas seções e

d, a densidade do minério

- RESERVA INDICADA:"a tonelagem de minério computada parcialmente de medidas e amostras específicas, e parcialmente por extrapolação, até distância razoável, com base em evidências geológicas".

No caso, incluímos sob a designação de Reserva Indicada, a quantidade de minério existente abaixo da área incluída no cálculo de Reserva Medida, estendida até uma profundidade de 30,00 metros. Justifica-

mos tal extrapolação apoiados nos resultados das sondagens e nas características estruturais desta lente.

Na determinação da Reserva Indicada, valemo-nos dos mesmos critérios estabelecidos para o cálculo da Reserva Medida:

$RI = (AI_{AB} x L_{AB} + AI_{CD} x L_{CD} + AI_{EF} x L_{EF} + AI_{GH} x L_{GH} + AI_{IJ} x L_{IJ}) \times d;$

$RI = (5.400,0m^2 x 135,0m + 10.740,0m^2 x 147,5m + 9.240,0m^2 x 125,0m + 8.280,0m^2 x 190,5m + 4.440,0m^2 x 208,0m) \times 2,6t/m^3.$

**RI = 15.519.426 toneladas** sendo que:

RI representa a Reserva Indicada das rochas calcário-dolomíticas metamórficas constituintes da Lente 1;

$AI_{AB}$, $AI_{CD}$, $AI_{EF}$, $AI_{GH}$ e $AI_{IJ}$, as áreas de Reserva Indicada determinadas pelo planímetro nas seções geológicas AB, CD, EF, GH e IJ, respectivamente e

d, a densidade do minério.

A Reserva Total será determinada pelo somatório das reservas Medida e Indicada, ou seja:

RT = RM + RI;

RT = 38.915.812 t + 15.519.426 t;

**RT = 54.435.238 toneladas**

No quadro que se segue, sintetizamos os valores que acabamos de discriminar.

| RESERVAS GEOLÓGICAS DOS CALCÁRIOS E DOLOMITOS METAMÓRFICOS DA ÁREA DE BOLENA (SOMENTE LENTE 1) | |
|---|---|
| TIPO | TONELAGEM |
| MEDIDA | 38.915.812 |
| INDICADA | 15.519.426 |
| T O T A L | 54.435.238 |

CPRM

# 5. EXEQUIBILIDADE ECONÔMICA DA LAVRA E PERSPECTIVAS DE MERCADO

## 5. EXEQUIBILIDADE ECONÔMICA DA LAVRA E PERSPECTIVAS DE MERCADO

As rochas calcário-dolomíticas da área de Bolena deverão ser aproveitadas, em princípio, somente para fins agrícolas. Foi constatado um pacote de rochas com baixo teor de MgO, porém inconvenientemente muito micáceas; as possibilidades de virem estas rochas a ser utilizadas na fabricação de cimento dependem de estudos mais detalhados - cabíveis, por exemplo, quando dos trabalhos de lavra da jazida.

Considerada a finalidade a que se deverão destinar as rochas calcário-dolomíticas de Bolena (aplicabilidade como corretivo de solo) a totalidade das reservas que aqui apresentamos poderá ser aproveitada.

Após extraída da jazida, a pedra bruta deverá ser transportada - por estrada de rodagem municipal - até o Parque Industrial de Pinheiro Machado, já instalado junto à rodovia federal BR-293, na altura do Km 118,00. Neste local, será submetida às operações de britagem, moagem e ensacamento. Devidamente acondicionado, o minério moído será conduzido por estrada de ferro até a cidade de Santo Ângelo, onde está sendo erguido um silo receptor, para daí ser distribuído aos núcleos consumidores.

O quadro a seguir reflete uma síntese comparativa entre os custos de produção e venda do minério que se pretende extrair na área de Bolena.

Síntese comparativa entre os custos de Produção e Venda, aplicáveis às rochas calcário-dolomíticas da área de Bolena (Cr$ por tonelada)

| Etapa | Atividade | Custo parcial | Custo total |
|---|---|---|---|
| PRODUÇÃO | Pesquisa da Jazida | 0,25 | 105,25 |
| | Extração | 4,00 | |
| | Transporte Jazida-Indústria | 20,00 | |
| | Transporte Indústria - Silo de Santo Ângelo | 45,00 | |
| | Britagem, Moagem e Ensacamento | 3,00 | |
| | Despesas Indiretas (Mat. de expediente, seguros, depreciação de equipamentos etc). | 23,00 | |
| | Operações na Indústria e no Silo | 10,00 | |
| VENDA (Estimada) | —— | — | 160,00 |

Nos dias atuais, o calcário é considerado como minério estratégico, dada sua relevante importância para o desenvolvimento nacional.

Tem crescido vertiginosamente, nos últimos anos, a demanda de pó calcário.

No Rio Grande do Sul, os solos apresentam acidez elevada, altos teores de alumínio e manganês, baixos teores de fósforo "disponível" e baixos teores de cálcio e magnésio. A ação do pó calcário atua favoravelmente no sentido de diminuir a acidez, baixar os teores

de alumínio e manganês (que são tóxicos às culturas), aumentar a solubilidade dos sais de fósforo e elevar os teores de cálcio e magnésio. Em conseqüência, tem-se um rendimento muito maior das áreas cultivadas.

Com as interpretações dos resultados analíticos de milhares de amostras, recebidas pelo Laboratório de Análises de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS nos últimos anos, ficou evidenciado que mais de 70% da superfície total do solo riograndense revela um pH inferior a 5,5, e que em quase 50% dela verifica-se uma necessidade de mais de 4 toneladas de calcário por hectare para corrigir a acidez.

A carência imediata de corretivos somente para o Rio Grande do Sul, é da ordem de 33 milhões de toneladas. E a necessidade natural de desenvolvimento do setor agrícola exigirá, com o passar dos anos, quantidades cada vez maiores.

Sem os corretivos, o solo deixa de render adequadamente, e a produção de alimentos diminui. Com menor produção, a oferta excedente avilta os preços, facilitando a concorrência estrangeira. Em projeção nacional, colhendo pouco, o País não tem condições de intervir na balança de preços do mercado externo.

As analogias econômico-sociais dessa situação são várias e facilmente deduzíveis. É preciso aumentar a área de plantação, colher mais por hectare, baixar os preços de produção. E em todos esses aspectos, as quantidades, qualidades e custos dos corretivos de solo, são premissas de fundamental importância.

Diante destes aspectos, conclui-se que as rochas calcário-dolomíticas da área de Bolena são plenamente exeqüíveis de lavra econômica, e que existem amplas perspectivas de mercado para o seu aproveitamento na agricultura gaúcha.

Porto Alegre, 10 de outubro de 1975

Geólº/Roque Mauro Eckert
CREA nº 15.105 - 8ª Região
Responsável Técnico

CPRM

# 6. BIBLIOGRAFIA

## 6. BIBLIOGRAFIA

TESSARI, R.I. e Giffoni, L.E. (1970) "Geologia da Região Piratini-Pinheiro Machado-Bagé, Rio Grande do Sul". Boletim nº 246 do DNPM. Rio de Janeiro.

ECKERT, R.M. (1970) "Folha Geológica das Palmas". Projeto Cobre, RS. Convênio DNPM-CPRM. CPRM - Agência Porto Alegre. Porto Alegre.

CPRM

# 7. ANEXOS

## COLUNA ESTRATIGRÁFICA

| ERA | PERÍODO | GRUPO | FORMAÇÃO | MEMBRO | LITOLOGIA |
|---|---|---|---|---|---|
| CENOZÓICA | QUATERNÁRIO | | | | Qr — SEDIMENTOS ALUVIONARES |
| | | | DISCORDÂNCIA | | |
| PALEOZÓICA | PERMO-CARBONÍFERO | TUBARÃO | RIO BONITO (S) E ITARARÉ | | AREN ITOS (A), SI-LTITOS (SI), CONGLOMERADOS (Cg) E CONGREÇÕES FERRUGINOSAS (Cfe) |
| | | | DISCORDÂNCIA | | |
| PRÉ-CAMBRIANA | SUPERIOR (?) | BOM JARDIM (?) | ARROIO DOS NORNES | VARGAS (?) | ARENITOS (A). |
| | | | DISCORDÂNCIA | | |
| | MÉDIO (?) | PORONGOS E CAMBAÍ (INDIFERENCIADOS) | | | pCpc — CALCÁRIOS E DOLOMITOS METAMÓRFICOS AFLORANTES. |
| | | | | | pCpc — GNAISSES (Gn), ANFIBOLITOS (Am), VEIOS DE QUARTZO (LEITOSO) (q) E QUARTZO-FELDSPÁTICOS (q,Fd), ETC. |

## CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

CURVA DE NÍVEL
CASA, RANCHO, GALPÃO
DRENAGEM
CERCA
MATO
PI DE CAMPO/ALTIMÉTRICO/DE APARELHO
R.N.
SOLO (S)
CAMINHO
FORNO ANTIGO

## CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

DIREÇÃO DE DIACLASE
DIREÇÃO DE VEIO DE QUARTZO E (OU) QUARTZO-FELDSPÁTICO — q,Fd
FALHA INDISCRIMINADA
FALHA PROVÁVEL
FALHA ENCOBERTA
CONTATO DEFINIDO
CONTATO APROXIMADO
SEÇÃO GEOLÓGICA — A — B
ATITUDE DE CAMADA — 45°
CAMADA HORIZONTAL
ATITUDE DE XISTOSIDADE (BANDEAMENTO) — 45°
XISTOSIDADE (BANDEAMENTO) VERTICAL
FURO DE SONDA — 486-34-RS
AFLORAMENTO RESTRITO DE CALCÁRIO — Ca
BRECHA DE FALHA
PONTO GEOLÓGICO SEM TOMADA DE ATITUDE
AMOSTRA DE CALCÁRIO C/ANÁLISE QUÍMICA, INDICANDO O TEOR DE MgO — 2,4 / 18,54
POÇO DE PESQUISA — P1
TRINCHEIRA DE PESQUISA — T1

## LOCALIZAÇÃO DA ÁREA PESQUISADA

NO ESTADO — NA FOLHA DE PALMAS — NA ÁREA DE ALVARÁ

NG — NM — NQ
7°16' — 1°28'
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 1972
A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA
CRESCE 7' AO ANO.

**Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais**
**Diretoria da Área de Pesquisas**
Superintendência Regional Porto Alegre

# MAPA TOPOGRÁFICO-GEOLÓGICO DA ÁREA DE BOLENA

COM LOCALIZAÇÃO DOS AFLORAMENTOS ESTUDADOS

ALVARÁ DE PESQUISA Nº 1538, DE 06/12/1972
DISTRITO DE PALMAS, MUN. DE BAGÉ, RS.

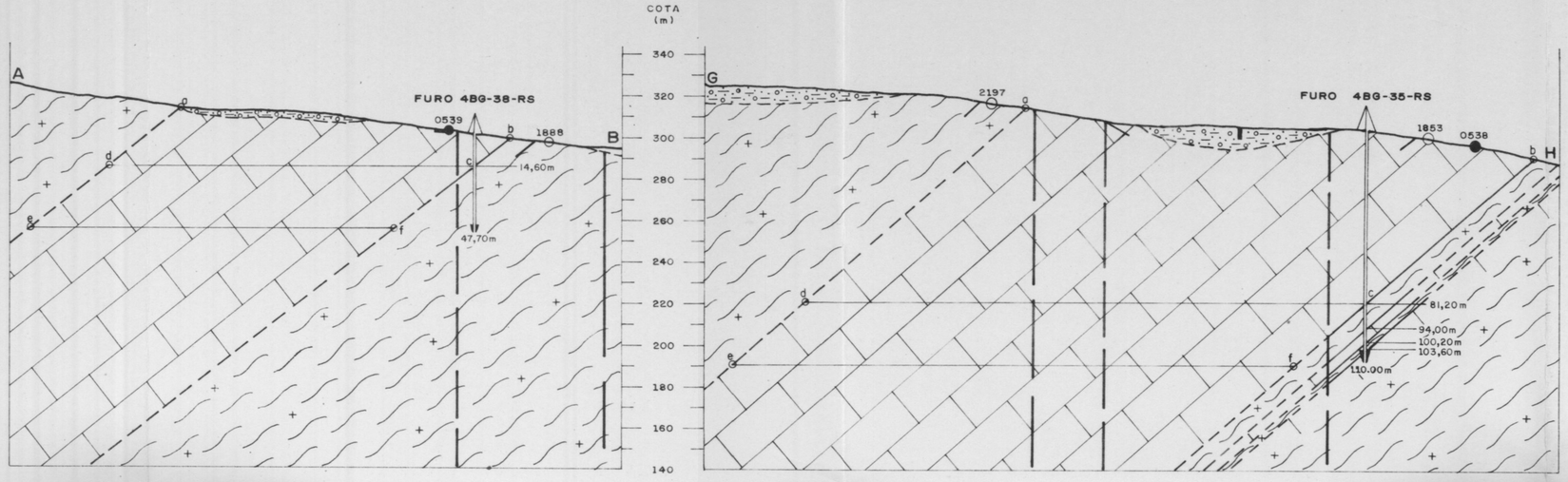
ESCALA 1:2000

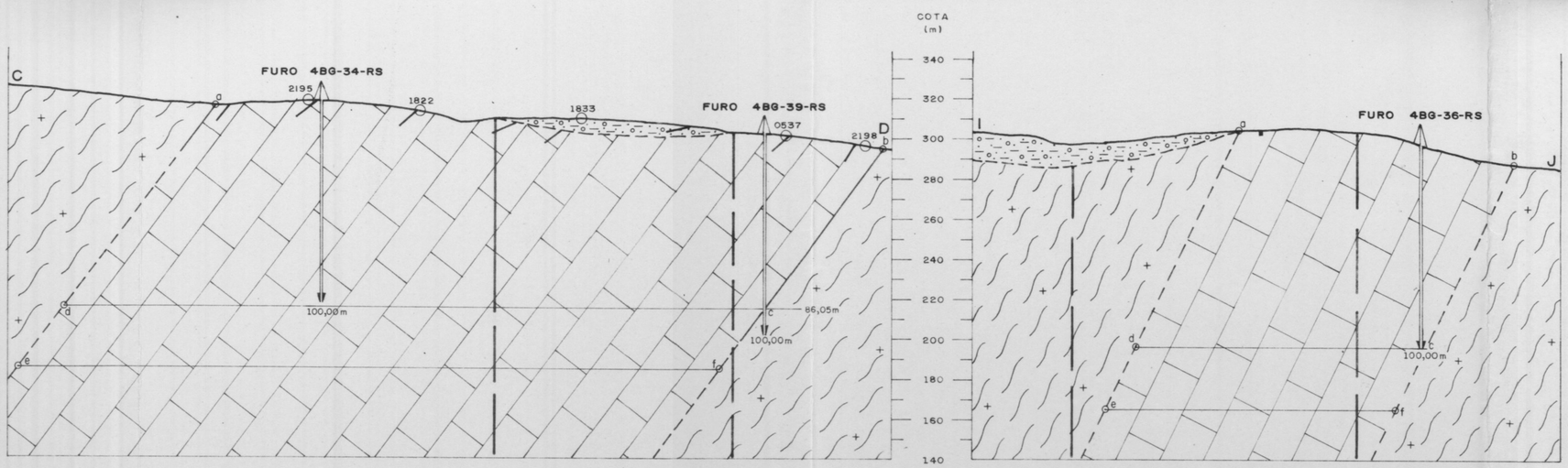
OUTUBRO 1975

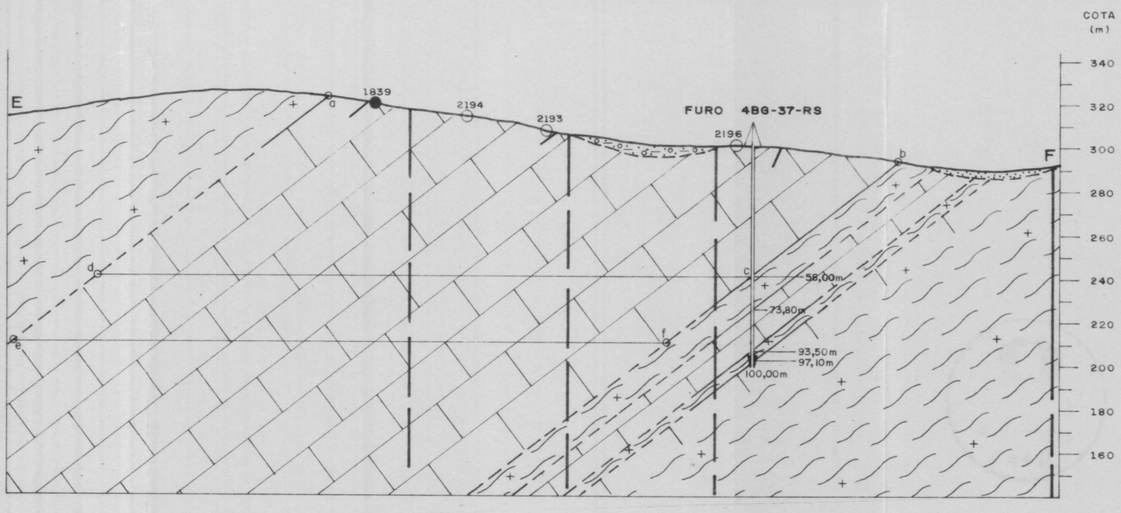
MÁRIO AURÉLIO T. DA SILVA
Geólogo CREA nº 6640-D Reg

JOSUÉ MAURO EGERT
Geólogo CREA nº 1510-D Reg
Chefe do Projeto

ANEXO 7.1




## CONVENÇÕES

- SEDIMENTOS ALUVIONARES.
- ROCHAS SEDIMENTARES
- CALCÁRIOS E DOLOMITOS METAMÓRFICOS.
- XISTOS MICÁCEOS, ANFIBOLITOS, GNAISSES...
- FALHA INDISCRIMINADA (MERGULHO INFERIDO).
- FALHA PROVÁVEL (MERGULHO INFERIDO).
- CONTATO DEFINIDO.
- CONTATO APROXIMADO.
- BRECHA DE FALHA.
- 0539 — AMOSTRA DE CALCÁRIO COLETADA AO LONGO DA LINHA DE SEÇÃO.
- 1888 — AMOSTRA DE CALCÁRIO COLETADA NAS IMEDIAÇÕES DA LINHA DE SEÇÃO.
- POÇO DE PESQUISA.
- TRINCHEIRA DE PESQUISA.
- FURO DE SONDA.
- MERGULHO DE XISTOSIDADE (OU DE CAMADA), MEDIDO AO LONGO DA LINHA DE SEÇÃO OU EM EM SUAS IMEDIAÇÕES.

POLÍGONO a,b,c,d — ÁREA DE RESERVA MEDIDA.

POLÍGONO c,d,e,f — ÁREA DE RESERVA INDICADA.

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
Diretoria da Área de Pesquisas
Superintendência Regional Porto Alegre

# SEÇÕES GEOLÓGICAS

AB SOBRE O FURO 4BG-38-RS, CD SOBRE OS FUROS 4BG-34-RS E 4BG-39-RS, EF SOBRE O FURO 4BG-37-RS, GH SOBRE O FURO 4BG-35-RS E IJ SOBRE O FURO 4BG-36-RS

VISTA PARA N65°E

## ÁREA DE BOLENA

ALVARÁ DE PESQUISA Nº 1538, DE 05/12/1972

DISTRITO DE PALMAS, MUNICÍPIO DE BAGÉ, RS

ESCALA 1:2000

OUTUBRO 1975

Geólogo BOQUE MAURO ECKERT
CREA - nº 15108-8ª Reg.
Responsável Técnico

ANEXO 7.2

CPRM

Anexo III.33

CPRM

PERFIL PETROGRÁFICO DO FURO 4BG-34-RS

0,00 a 1,00 m - Calcário metamórfico de coloração rósea-esbranquiçada e granulometria fina, maciço e pouco diaclasado. Recuperação de apenas 5,00 centímetros.

1,00 a 9,00 m - Calcário metamórfico de coloração geral rósea-esbranquiçada e granulometria fina, maciço e moderadamente diaclasado. Alguma brechação na altura dos 4,65 metros. Vênulos de óxido de ferro em diaclases.

9,00 a 90,20 m - Calcário metamórfico de coloração geral esbranquiçada, com tons róseos e acinzentados, algo silicoso e moderadamente diaclasado. Granulometria geral fina, eventualmente média. Rara presença de óxidos de ferro em diaclases. Algumas seções levemente bandeadas, como por exemplo na altura dos 43,90 m e dos 87,20 aos 87,80 metros. Esporádicos veios de sílica (p. ex. entre 21,70 e 21,95 m) e quartzo-feldspáticos (p.ex. entre 13,80 e 13,90 m). Dos 44,00 aos 47,50 metros, a rocha mostra-se algo porosa, em face das inúmeras cavidades de dissolução. Vários intervalos levemente brechados. Baixo grau de alteração. Em direção ao final do intervalo a coloração começa a tornar-se mais escura, com tendência de bandeamento.

90,20 a 100,00 m - Calcário metamórfico de coloração cinza-escura e granulometria fina, muito micáceo e nitidamente bandeado. Delgados veios de quartzo hialino. Alguns espelhos de falha.

CPRM

PERFIL PETROGRÁFICO DO FURO 4BG-35-RS

0,00 a 3,25 m - Solo de cor marrom, com abundante presença de minerais micáceos. Recuperação de apenas 25 centímetros.

3,25 a 76,50 m - Calcário metamórfico de coloração geral esverdeada e granulometria fina, fortemente micáceo. Bandeamento proeminente: alternam-se lâminas carbonatadas com lâminas constituídas por minerais micáceos, esverdeados e alterados. Raros e delgados vênulos de calcita suturando diaclases. Grau de alteração em geral moderado, com exceção do intervalo compreendido entre 3,25 m e 14,45 m, onde é intenso; destacam-se, aí, óxidos de ferro e argila esverdeada. Esporádicos veios de quartzo (por exemplo na altura dos 6,35 m). Sintomas de brechação.

76,50 a 81,20 m - Calcário metamórfico de coloração verde-escura, nitidamente bandeado. Composição como a do intervalo anterior.

81,20 a 84,00 m - Rocha de coloração marrom-esbranquiçada a marrom-esverdeada, bastante brechada. Algumas partes bandeadas, composição à base de carbonatos, minerais micáceos e óxidos de ferro.

84,00 a 94,00 m - Xisto verde com alguma presença de carbonatos. Abundante presença de minerais micáceos alterados.

94,00 a 100,20 m - Calcário metamórfico de granulometria fina e coloração esbranquiçada com tons esverdeados, relativamente maciço. Sintomas de bandeamento. Minerais micáceos praticamente ausentes. Sem brechação e pouco diaclasado.

100,20 a 103,60 m - Xisto verde com algumas lâminas de carbonatos. Coloração verde-escura.

103,60 a 110,00 m - Calcário metamórfico de cor esbranquiçada e esverdeada, moderadamente bandeado. Granulação fina. Regular presença de minerais micáceos. Algumas seções brechadas.

CPRM

PERFIL PETROGRÁFICO DO FURO 4BG-36-RS

0,00 a 2,25 m - Calcário metamórfico de cor geral rósea e granulometria fina, bandeado. Delgados vênulos de calcita e quartzo. Baixa recuperação.

2,25 a 66,20 m - Calcário metamórfico de coloração geral rósea a esverdeada e granulometria fina, fortemente micáceo e nitidamente bandeado. Alternam-se lâminas de carbonato com lâminas constituídas por minerais micáceos. Bastante alterado entre 6,20 e 8,00 m. Óxidos de ferro são comuns. Algumas partes levemente brechadas.

66,20 a 66,70 m - Brecha de falha de cor verde-escura a marrom. Abundante presença de óxido de ferro, com algumas percentagens de carbonatos. Espelhos de falhas.

66,70 a 100,00 m - Calcário metamórfico de coloração geral esbranquiçada, com algumas partes esverdeadas no início do intervalo. Granulometria fina. Rocha relativamente maciça, algo bandeada entre 66,70 e 83,50 m. Entre 76,45 e 77,35 m, entre 78,85 e 79,00 m, ocorrem intercalações de brecha de falha de cor verde-escura com algumas disseminações de pirita e vários "slickensides". Raros veios de quartzo (por exemplo na altura dos 92,50 m).

CPRM

PERFIL PETROGRÁFICO DO FURO 4BG-37-RS

0,00 a 2,35 m - Sem recuperação.

2,35 a 58,00 m - Calcário metamórfico de cor geral esverdeada, fortemente micáceo; em algumas partes, praticamente um xisto calcífero. Bandeamento extremamente bem desenvolvido: alternam-se lâminas carbonatadas, com lâminas micáceas; ambas freqllentemente micro-dobradas e micro-falhadas. Grau de alteração geral moderado - algo intenso entre 3,60 e 11,00 metros. Entre 11,00 e 11,10 metros, um veio de quartzo. Brechado entre 43,65 e 43,80 m e entre 48,80 e 49,20 metros.

58,00 a 73,80 m - Biotita-xisto de coloração verde-escura e granulometria fina, composto essencialmente por minerais micáceos e pirobólios; rara presença de carbonato, quartzo e feldspatos. Alguma silicificação. Delgados vênulos de calcita acompanhada de óxidos de ferro suturando diaclases. Esporádicas seções brechadas. Alguns intervalos constituídos por rocha semelhante à descrita no intervalo compreendido entre 2,35 e 58,00 metros.

73,80 a 83,00 m - Calcário metamórfico de granulometria fina e coloração geral cinza-esbranquiçada, algo silicificado. Dos 73,80

aos 76,00 metros e dos 79,40 aos 80,10 metros, a rocha denota algum bandeamento, com presença de minerais micáceos em pequena quantidade.

83,00 a 93,50 m - Calcário metamórfico de cor branca e granulometria fina, maciço e algo silicificado. Entre 91,55 e 91,80 metros, uma intercalação de rocha verde-escura como a que predomina no intervalo compreendido entre 58,00 e 73,80 metros.

93,50 a 97,10 m - Biotita-xisto como o que predomina no intervalo compreendido entre 58,00 e 73,80 metros.

97,10 a 100,00 m - Calcário metamórfico como o descrito no intervalo compreendido entre 73,80 e 83,00 metros.

CPRM

PERFIL PETROGRÁFICO DO FURO 4BG-38-RS

0,00 a 3,00 m - Sem recuperação. Solo de rocha calcária.

3,00 a 14,60 m - Calcário metamórfico, micáceo, de coloração geral cinza-rósea a cinza-esverdeada e granulometria média, nitidamente bandeado: alternam-se lâminas carbonatadas, com lâminas micáceas; ambas com freqüência micro-dobradas e micro-falhadas. Grau de alteração pronunciado entre 3,00 e 6,70 metros; neste intervalo, também, o grau de recuperação é baixo.

14,60 a 47,70 m - Biotita-xisto de coloração verde-escura, com alguma presença de material carbonatado (principalmente entre 14,60 e 26,00 metros e junto ao final do furo). Delgados vênulos de calcita suturando diaclases, acompanhada de algum óxido de ferro. Eventuais disseminações de pirita (por exemplo na altura dos 33,30 metros). Alguma brechação no início do intervalo (onde também ocorrem alguns "lisos".

CPRM

PERFIL PETROGRÁFICO DO FURO 4BG-39-RS

0,00 a 4,70 m - Sem recuperação. Solo de rocha calcária.

4,70 a 86,05 m - Calcário metamórfico de coloração geral esverdeada, bastante micáceo, nitidamente bandeado: alternam-se lâminas carbonatadas, com lâminas micáceas; ambas freqüentemente micro-dobradas e micro-falhadas. Em algumas partes a rocha gradua para xisto calcífero. Grau de alteração pronunciado entre 4,70 e 6,80 metros. Eventuais seções brechadas. Material argiloso comum, como produto de alteração. Ocasional presença de óxidos de ferro. Raros vênulos de calcita.

86,05 a 93,20 m - Biotita-xisto de cor geral verde-escura, com alguma percentagem de carbonatos. Ocasionais vênulos de calcita. Eventual presença de óxidos de ferro. Sintomas de brechação.

93,20 a 100,00 m - Biotita-xisto de cor verde-escura, compacto, com raros vênulos de calcita e alguma presença de óxidos de ferro.

CPRM

Anexo 7.4

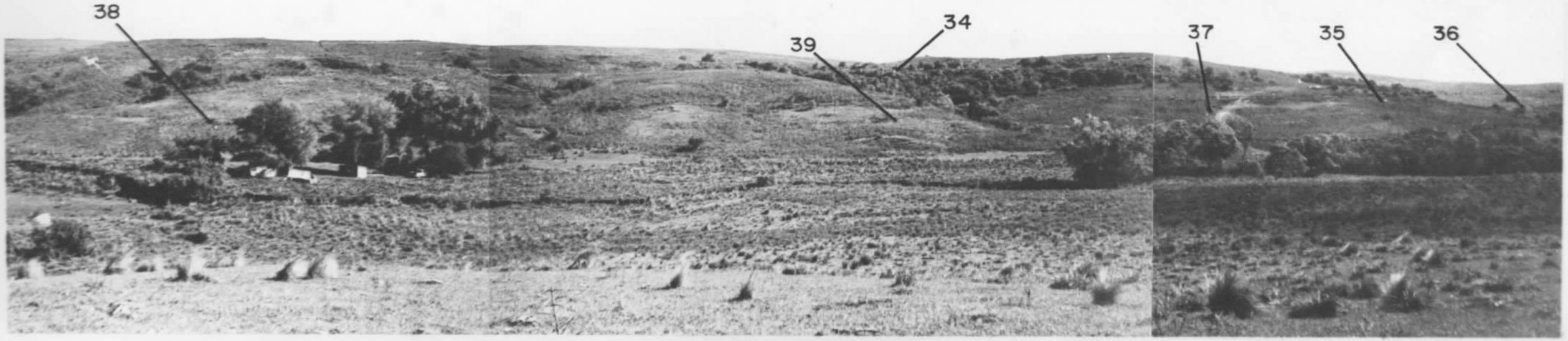



Foto nº 1 - Vista panorâmica da extremidade meridional da área de Bolena. Os pontos 34, 35, 36, 37, 38 e 39 assinalam, respectivamente, os locais das sondagens 4BG-34-RS, 4BG-35-RS, 4BG-36-RS, 4BG-37-RS, 4BG-38-RS e 4BG-39-RS.

CPRM

Foto nº 2 - Das imediações do Furo 4BG-38-RS, vista para nordeste, mostrando a área de ocorrência das rochas calcárias (a sondagem que aparece no canto esquerdo da foto relaciona-se à execução do Furo 4BG-37-RS).

Foto nº 3 - Afloramento de arenitos do Grupo Tubarão, denotando feições de ressecamento segundo um padrão hexagonal. Local: 100 metros para oeste do ponto de amostragem 1417-MA-R-2157.

CPRM

Foto nº 4 - Exposição de rochas calcárias de baixo teor de MgO ao longo da Sanga dos Salsos, nas imediações do ponto de amostragem 1417-MA-R-1854.

Foto nº 5 - Resquícios de um forno e instalações de armazenagem, comprovantes de alguma atividade extrativa no passado. Local: 70 metros a oeste do Furo 4BG-34-RS.

CPRM

Foto nº 6 - Trincheira de pesquisa para a constatação da presença de rochas calcárias em subsuperfície. Local: 15 metros a noroeste do Furo 4BG-38-RS.

Foto nº 7 - Vista parcial do canteiro de sondagens, quando da execução do Furo 4BG-38-RS.