

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA


MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

PROJETO POTÁSSIO

RELATÓRIO FINAL

Maio/1970

| | | |
|---|---------|------------------|
|  CPRM | J. 96 | SUREMI SEDOTE |
| ARQUIVO TÉCNICO | | |
| Relatório n.º | 580 - S | |
| N.º de Volumes: | 7 | V.: 1 |



MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA.

PHL
012569
2007

PK-07/70

Em 19 de maio de 1970

Do Chefe Executivo do Projeto Potássio

Ao Sr. Diretor-Geral do D.N.P.M. -Dr. Francisco das C.P. Coelho

Assunto: Apresenta relatório final do Projeto Potássio

Senhor Diretor-Geral:

Tenho a honra de apresentar a V.Sa, o relatório final do Projeto Potássio, constituído de nove conjuntos completos, cada um dos quais se compõe dos seguintes elementos:

Vol. I-Texto, com XIX capítulos, inclusive o das CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.

Vol. II-Ilustrações, com 28 mapas, secções geológicas e perfis compostos (30% dos poços perfurados).

Vol. III-Amostragem Principal, que trata da descrição detalhada das amostras, principalmente, de silvinita.

Vol. IV-Resultados Analíticos. Mineralogia Ótica. Lâminas Delgadas. Composição Mineralógica.

Trata da composição química dos sais solúveis, de algumas propriedades óticas e do cálculo da composição mineralógica.

Vol. V-Amostragem para Bromo. Dosagens de Bromo.

Foram examinadas para bromo as halitas de alguns poços, com o que foi possível construir alguns perfis completos de concentração de bromo, os

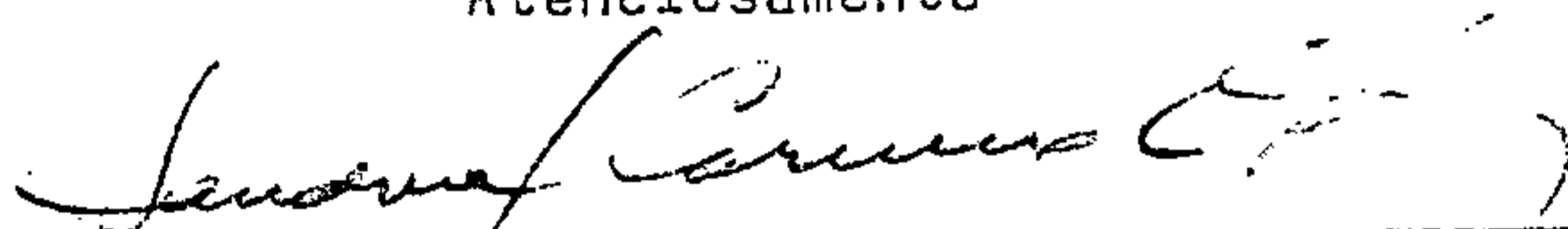
PHL
012569
2007

quais figuram nos perfis compostos do
Vol. II.

Acompanham o relatório final dois albuns de
fotografias coloridas de cerca de 50% dos testemunhos-de sal.

A feitura do relatório contou no Rio com a
cooperação dos assessores Irnack Carvalho do Amaral e Gerson Fer-
nandes.

Atenciosamente



Sandoval Carneiro de Almeida
Engº de minas e civil, chefe Executivo do
Projeto Potássio.

Í N D I C E

- I - INTRODUÇÃO
- II - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES
- III - GENERALIDADES SÔBRE A GEOLOGIA DA BACIA DE SERGIPE
- IV - BACIA EVAPORÍTICA DE SERGIPE
- V - ESTRATIGRAFIA DOS EVAPORITOS
- VI - SUBROSAÇÃO - EROSAÇÃO
- VII - TECTÔNICA
- VIII - TECTÔNICA DO SAL
- IX - METAMORFISMO DOS EVAPORITOS
- X - A SALMOURA POBRE EM SULFATOS DE SÓDIO E MAGNÉSIO
- XI - PETROGRAFIA DOS EVAPORITOS (SERGIPE)
- XII - GEOQUÍMICA
- XIII - ELEMENTOS TRAÇOS
- XIV - RESULTADOS DA EXECUÇÃO DA PESQUISA
- XV - COMPATIBILIDADE CONCERNENTE À EXPLORAÇÃO E EXPLOTAÇÃO DOS SAIS SOLÚVEIS NA ÁREA DA RESERVA NACIONAL
- XVI - INVESTIGAÇÕES TECNOLÓGICAS
- XVII - CONSULTORIA TÉCNICA
- XVIII - SEQUÊNCIA DE ILUSTRAÇÕES
- XIX - BIBLIOGRAFIA.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

I - INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Pelo decreto 61.157, de 16 de agosto de 1967, (Anexo), o Governo Federal declarou Reserva Nacional e incumbiu ao DNPM da realização, num prazo de dois anos e com exclusividade, das pesquisas dos sais de potássio e do sal gema eventualmente existentes na área de cêrca de 425 Km² envolvida pelos paralelos 10° 35' 12" e 10° 42' e pelos meridianos de 36° 55' 00 e 37° 15' 15", na Bacia Sedimentar de Sergipe, compreendendo não só os campos petrolíferos de Carmópolis e de Siririzinho bem como áreas adjacentes prospectivas para petróleo (Ilustração nº 1 - Vol. II).

A declaração de Reserva Nacional decorreu, principalmente, da impossibilidade de se caracterizar, a priori, a independência e compatibilidade da exploração e da extração do petróleo com as pesquisas e eventual lavra dos minerais contidos na Secção de Evaporitos ocorrentes, em profundidade, numa mesma área. Tratam-se de ocorrências minerais de potássio e de magnésio carentes no País, descobertas pela Petrobrás, ao realizar, na área, perfurações para petróleo.

Em cumprimento ao disposto no Decreto 61.157/67 o DNPM, baseando-se nos dados geológicos, geofísicos e de sondagens, anteriormente obtidos pela PETROBRÁS nos trabalhos para petróleo, na região sedimentar dos Estados de Alagoas e Sergipe e, em particular, nos trabalhos realizados / nos municípios de Carmópolis e circunvizinhos, situados nesse último Estado, organizou o "PLANO DE PESQUISA DOS SAIS DE POTÁSSIO E DE SAL-GEMA DA ÁREA DA RESERVA NACIONAL-SERGIPE" (Decreto 61.157/67). Esse plano, preparado em Novembro de 1967, foi executado, com deflexões e modificações decorrentes dos novos dados obtidos, tanto dos poços perfurados (análises dos testemunhos e interpretação dos perfis elétricos e radio-ativos corridos nos poços) como pela revisão dos elementos geológicos e geofísicos existentes sobre a área.

O "Plano" previa, além da revisão dos elementos geológicos e geofísicos que viessem sendo obtidos, a execução, na primeira fase dos trabalhos, de 28 sondagens, / convenientemente locadas e com a profundidade média de 700m por poço, com o objetivo de testemunhar toda a camada salí-

DECRETO Nº 61.157 - DE 16 DE AGOSTO DE 1967

Constitui Reserva Nacional de sal-gema e sais de potássio a área que menciona, no Estado de Sergipe e dá outras providências.

O Presidente da República, usando da atribuição que lhe confere o artigo 83, item II, da Constituição, e o artigo 54, parágrafo único, do Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, decreta:

Art. 1º - Constitui Reserva Nacional de sal-gema e sais de potássio a área compreendida entre os paralelos 10º 35' 12", 10º 42' de latitude Sul e os meridianos 36º 55' e 37º 15' 15" de longitude oeste, no Estado de Sergipe.

Art. 2º - Fica o Ministério das Minas e Energia, por intermédio do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) e num prazo não superior a 2 (dois) anos, incumbido de realizar, com exclusividade, os trabalhos de pesquisas necessários à determinação do verdadeiro valor das ocorrências de sal-gema e sais de potássio existentes na área definida no artigo 1º.

§ 1º - No cumprimento desta determinação, o DNPM, de comum acordo com a PETROBRÁS, poderá firmar convênios e contratar os serviços de especialistas e de empresas nacionais e estrangeiras.

§ 2º - O DNPM utilizará, para os fins previstos neste artigo, todos os elementos de informação disponíveis em órgãos governamentais e, particularmente, aqueles obtidos pela PETROBRÁS e SUDENE.

Art. 3º - Para a eventual concessão de lavra na área definida no art. 1º será exigido o prévio recolhimento pelo interessado ao Fundo Nacional de Mineração da indenização correspondente às despesas havidas com a pesquisa e demais trabalhos, na forma que será oportunamente estabelecida.

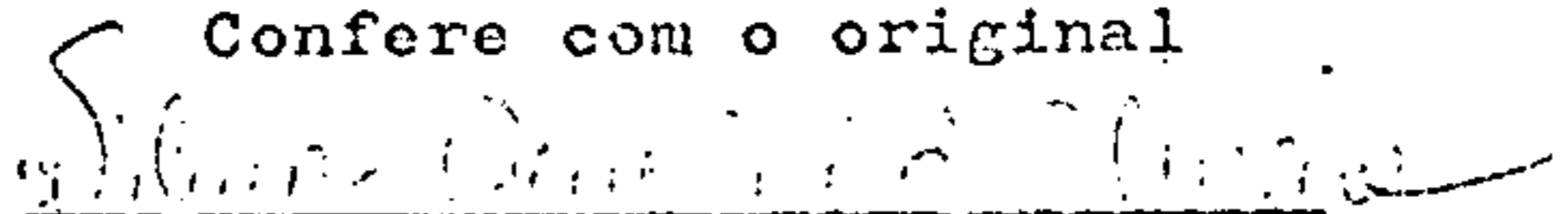
Art. 4º - Este decreto entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Brasília, 16 de agosto de 1967; 146º da Independência e 79º da República.

Ass. A. COSTA E SILVA
Ass. José Costa Cavalcanti

(Publicado no Diário Oficial de 16.08.67, pg. 8519)

Confere com o original



WILNA GENERINI DE OLIVEIRA
OFICIAL ADMINISTRAÇÃO-16-C

fera atravessada e de correr os perfis elétricos e rádio elétricos a fim de fornecer elementos valiosos aos trabalhos de laboratório e de interpretação dos dados colhidos. Todos estes dados têm por objetivo permitir que se alcance informações sobre a existência em partes da área estudada de uma reserva indicada de sais de potássio, apoiada em tal número de evidências, que pouco faltasse para o estabelecimento de uma reserva medida. Visava-se, com este plano, o bloqueio, em uma ou mais porções dessas subáreas, de uma reserva medida de sais de potássio (silvinita em particular) suficientes para a implantação na região de uma indústria de fertilizantes potássicos.

No período compreendido entre novembro de 1967 a junho de 1968, o DNPM, ao mesmo tempo em que providenciava a instalação em Aracaju de uma sede para abrigar os serviços de pesquisas que o DNPM iria realizar na área de Reserva Nacional, promovia a atualização dos dados dos trabalhos anteriores, iniciava e concluía as negociações com a PETROBRÁS e com o Consórcio SERVIPEPETROL-BRANTLY, visando a realização de campanha de sondagens indispensáveis aos trabalhos das pesquisas programadas. Essas negociações culminaram com a assinatura a 18 de junho de 1968 do "Contrato para a Execução de Poços a serem realizados na área da Reserva Nacional estabelecida pelo Decreto 61.157, de 16 de agosto de 1967, celebrado entre o Departamento Nacional da Produção Mineral e as firmas SERVIPEPETROL, Serviços de Petróleo Ltda e BRANTLY DRILLING COMPANY (International) INC, com a interveniência da PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRÁS".

O mapa anexo, "Área Reservada ao Desenvolvimento e Proteção das Jazidas Petrolíferas de Tremé-Riachuelo-Siririzinho", ao mesmo tempo em que delimita a Área de Reserva Nacional de que trata o Decreto nº 61.157, de 16 de agosto de 1967, estabelece a faixa de segurança dentro da qual, em princípio, não há compatibilidade e independência, ante os resultados das sondagens, até o presente, pela Petrobrás e pelo DNPM (Projeto Potássio), das explorações das jazidas dos sais solúveis / (sais de potássio, de sódio e de magnésio) e dos hidrocarbonetos.

Dos 425 km² que constituem a área de Reserva Nacional (Anexo 2), abrangendo os campos petrolíferos de Carmópolis (parte), de Siririzinho e de Tremé (parte) e outras pe-

Vide Ilustração nº 1 - Vol. II.

quenas ocorrências de óleo, ainda sob avaliação exploratória, restam cêrca de 160 km² que foram considerados de interêsse / para os trabalhos de avaliação das ocorrências de sais de potássio e sal-gema. Êstes 160 km² compreendem duas sub-áreas, separadas pelo alto do Castanhal-Siririzinho, a saber: a sub-área de Taquari, Jurema, Vassouras limitada à oeste pelo campo de Siririzinho e a leste pelo Campo de Carmópolis, com cêrca de 60 km² e a de Siriri-Santa Rosa de Lima-Treme, na parte oeste da área da Reserva Nacional, com aproximadamente 100km².

Das 28 sondagens previstas para a primeira etapa do PLANO DE PESQUISA, 25 foram de fato realizadas (Quadro I) tendo sido perfurados um total de 23.418 metros. A sondagem mais profunda atingiu a 1526 metros e a mais rasa, 661 metros. A zona de sal foi encontrada, nos 160 km² pesquisados, em 22 dos 25 poços perfurados pelo Projeto, obtendo-se assim um grau de sucesso excepcional e apresentou uma espessura média de 220 metros, variando de um máximo de 469 metros a um mínimo / de 79 metros.

Além destas sondagens, o Projeto Potássio se beneficiou, em seus estudos, de dados de outras 21 realizadas / pela Petrobrás (Quadro II), situados dentro da área da pesquisa ou em sua vizinhança, sendo que os poços FC-1, o SRL-2 e o SZ-13 foram testemunhados para o Projeto Potássio, que também estudou o JU-1, anteriormente amostrado no Instituto Nacional de Tecnologia.

Os testemunhos foram amostrados por serragem a diamante, segundo um plano paralelo ao mergulho, passando pela metade do raio. O setor menor era dividido ao meio, uma parte indo para a preparação de amostras para análise química, e outra guardada para ensaios diversos, depois de examinada ao microscópio petrográfico para determinação das associações minerais presentes. Uma parte da amostra para análise química foi sistematicamente arquivada em frascos de rolha esmerilhada e parafinada. A parte maior do testemunho, depois de serragem, foi novamente embalada em caixa de madeira, depois de encapada em saco de polietileno soldado.

Foram amostrados os intervalos de silvinita dos poços do Projeto e tãda a coluna de sal dos poços PKC-1-3-6-10-18-26, sendo completamente analisados os poços PKC-1-6-16 e 18, e o PKC-10 (com exceção de alguns intervalos de halita)

Estas amostras estão descritas no Vol III, cujo título é Amostragem Principal. Os testemunhos destes poços, assim como os intervalos de silvinita dos demais, foram fotografados para "slides" e para fotos coloridas. Os volumes Fotografia I e II contêm uma coleção completa de cópias, que podem ser estudadas em conjunto com os perfis compostos destes poços, ilustrações nº 2 até 8 do Vol. II.

O Vol. IV contem as análises químicas por elemento, a descrição das associações mineralógicas, feita em microscópio petrográfico, e a composição percentual em sais e mineralogia, feita em computador. As observações ali exaradas sobre a sequência do cálculo da composição mineralógica, tornadas válidas por comparação com a determinação ao microscópio, são especialmente importantes.

O Vol. V é sobre bromo. Foi feita uma série de amostras de silvita, carnalita, halita e taquidrita retiradas por catação de associações destes minerais, para estudos paragenéticos a qual está relacionada no presente texto. Foi feita uma amostragem de halita, espaçada de 2 em 2 metros, ao longo de toda a extensão dos evaporitos dos poços PKC-1 e PKC-6, para o perfil vertical de Br nas halitas. E, finalmente, foram analisadas as amostras de carnalita e taquidrita dos poços PKC-1-10-6 para teor médio em bromo.

Além das ilustrações incluídas no texto, o Vol. II apresenta 28 ilustrações, sendo:

Ilustração 1 - Mapa de Situação

Ilustração 2 até 8 - Perfis compostos

Ilustração 9 até 14 - Seções geológicas

Ilustração 15 até 28 - Mapas estruturais, de isópacas e de isolitos, citados no texto ou apresentados com informação complementar.

Para execução do encargo criado pelo Decreto nº 61.157, de 16 de agosto de 1967, o Diretor Geral do DNPM criou o Projeto Potássio, que funcionou com uma Assessoria constituída pelos Eng^{os} Irnack Carvalho do Amaral, Gerson Fernandes, João Tavares Neiva de Figueiredo e Sandoval Carneiro de Almeida, e uma Chefia Executiva, com sede em Aracaju, exercida pelo Eng^o Sandoval Carneiro de Almeida.

O Projeto Potássio absorveu o trabalho de 14 técnicos distribuídos como segue, na etapa de sondagem:

- 1) Preparação de locações e acompanhamento de sondagem:
Engº Edward Pinto Lima.
- 2) Setor de Geologia de poço:
Geólogo Alvimir Oliveira - Chefe
Geólogo José Santana Carvalho
Geólogo Euclides Pimentel
Geólogo Rômulo Alves Leal
Geólogo Raymundo A.A. Dias Gomes.
- 3) Setor de amostragem e estudos:
Geólogo José Cornelio de Fonseca Neto
- 4) Seção de Petrografia
Geóloga Maria Glicia da Nóbrega Coutinho
- 5) Laboratório Químico:
Química Maria Aparecida Lisboa - Chefe
Químico Bartolomeu Muniz Barbosa
Químico Gilberto Santana
Químico Jorge Abud
Químico Cleobaldo da Silva Araujo.

Na segunda fase do Projeto, após o término das sondagens, parte do pessoal técnico foi reagrupado para as seguintes funções:

- 1) Substituto do Chefe Executivo:
Engº Edward Pinto Lima
- 2) Coordenador de amostragem e de geologia:
Geólogo José Cornelio de Fonseca Neto
- 3) Fotografias:
Geólogo Alvimir de Oliveira
- 4) Perfis Compostos:
Geólogo Raymundo A.A. Dias Gomes
- 5) Perfis de detalhe da camada de silvinita:
Geólogo José Cornélio da Fonseca Neto
Geólogo Rômulo Alves Leal.

Além destes técnicos colaboraram com o Projeto Potássio o Engº Almir da Silva Maia nos estudos de tectônica do Muribeca, o Professor Shiguemi Fugimori em estudos ou petrografia e o Agrônomo José Barreto, na liberação, junto proprietários, das terras nas quais foram determinadas as locações para as sondagens.

QUADRO I - DADOS DOS POÇOS DO PROJETO POTÁSSIO

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

| PREFIXO DO POÇO | COORDENADAS DO POÇO (m) | ALTITUDE DA MESA ROTATIVA | PROF. FINAL C/MESA ROTATIVA SONDADOR SCHUMBERGER | ZONA DE SAL | | | TESTEMUNHAGEM | | | | AMOSTRAGEM | |
|-----------------|----------------------------|---------------------------|--|-------------------|-------------------|------|---------------------------|------------------|--|--------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| | | | | TÔPO | BASE | ESP. | CONVENCIONAL | | A DIAMANTE | | TOTAL SAIS | SILVINITA |
| | | | | | | | INTERVALO | RECUP. | INTERVALO | RECUP. | | |
| PKC - 1 | 8.827.181,37 716.074,36 | 144,93m | 1.198,5m 1.201,8m | 703m (-558m) | 1169m (-1024m) | 466m | 612,0-702,0m (90m) | 80,35m 89,28% | 7020-1198,5m (496,5m) | 465,89 93,83% | 700,5-1168,0 (Amts.71-180) | 718,65-742,49m (Amts.1 a 70) |
| PKC - 2 | 8.829.036,56 713.904,87 | 146,15m | 1.063,0m 1.063,5m | 880m (-734m) | 1016m (-870m) | 136m | - | - | 960,0-1.063,0m (103,0m) | 98,55m 95,68% | - | 997,13-1013,35m (Amts.1 - 38) |
| PKC - 3 | 8.829.184,08 716.020,73 | 147,85m | 1.328,0m 1.328,5m | 1015m (-867m) | 1263m (-1115m) | 248m | 974,0 -1017,0m (43,0m) | 38,38m 89,26% | 1017,0-1279m (262,0m) | 256,91m 98,06% | 974,0-1266,98 (Amts.1-66) | --- |
| PKC - 5 | 8.825.937,57 721.105,77 | 21,33m | 841,45m 839,6m | 706m (-685m) | 792m (-771m) | 86m | --- | --- | 606-622 711,841,45 (146,35m) | 146,35m 100,00% | --- | 713,61-714,92m (Ams nº 1-7) |
| PKC - 6 | 8.823.829,19 716.544,42 | 39,30m | 910,0m 909,7m | 519m (-480m) | 873m (-824) | 354m | --- | --- | 482,0-910,0m (428m) | 413,30m 96,50% | 481,50-877,58 (Ams 53-142) | 546,80-566,03 (Ams 1-52) |
| PKC - 7 | 8.821.436,69 715.711,64 | 28,68m | 707,0m 693,5m | 431m (-402m) | 672m (-643m) | 241m | --- | --- | 433,0-682,3m (249,3m) | 248,80m 99,80% | 433,0-481,04m (Am 104-108) | 449,35-461,04 (Am 1-103) |
| PKC - 8 | 8.821.476,23 712.591,12 | 96,21m | 803,7m 803,3m | 402m (-306m) | 749m (-653m) | 347m | --- | --- | 429,0-754,5m (325,5m) | 324,90m 99,82% | --- | --- |
| PKC - 9 | 8.824.789,82 713.410,59 | 69,09m | 840,0m 840,0m | 567m (-498m) | 730m (-661m) | 163m | --- | --- | 570,0-765,0m (195,0m) | 195,00m 100,00% | --- | 666,25-677,03m (Am 1-21) |
| PKC - 10 | 8.826.029,15 716.856,66 | 112,66m | 1.062,0m 1.065,5m | 627m (-514m) | 1024m (-911m) | 397m | --- | --- | 591-607,5 627-1025,5 (415,0m) | 407,30m 98,14% | 591,00-1023,36 (Am 38-136) | 669,78-690,56m (Am 1-37) |
| PKC - 11 | 8.818.939,67 710.707,83 | 24,68m | 698,0m 691,5m | 358m (-333m) | 604m (-579m) | 246m | --- | --- | 361,0-617,0m (256,0m) | 250,00m 97,66% | --- | 365,43-977,31m (Am 1 - 25) |
| PKC - 12 | 8.827.246,04 712.865,66 | 57,33m | 688,0m 688,8m | 509 (-452m) | 598 (-541m) | 89m | --- | --- | 510,0-625m (115,0m) | 114,00m 99,13% | --- | 576,0-596,48m (Am 1 - 52) |
| PKC - 13 | 8.817.872,11 711.976,33 | 23,00m | 660,0m 662,0m | 373m (-350m) | 628m (-605m) | 255m | --- | --- | 372,0-483,5m (111,5m) | 101,50 91,03% | --- | --- |
| PKC - 14 | 8.820.660,09 713.817,15 | 20,45m | 800,0m 801,3m | 427m (-407m) | 718m (-698m) | 291m | --- | --- | 429,0-515,5m (86,5m) | 84,02m 97,13% | --- | 443,90-454,51m (Am 1 - 12) |
| PKC - 15 | 8.821.031,16 700.234,64 | 127,32m | 795,0m 797,5m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| PKC - 16 | 8.820.562,85 696.423,83 | 69,37m | 820,0m 824,0m | 629m (-560m) | 752m (-683m) | 123m | --- | --- | 635,0-798,0m (163,0m) | 161,65 99,17% | 635,00-684,5 (Am 125-138) | 684,50-754,60m (Am 1 - 124) |
| PKC - 17 | 8.823.516,93 697.807,77 | 39,11m | 810m 810,5m | - | - | - | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| PKC - 18 | 8.822.503,33 699.545,38 | 29,84m | 868,0 872,2m | 644m (-614m) | 851m (-821m) | 207m | --- | --- | 660,0-868,0m (208,0m) | 192,30 92,45% | 660,0-851,5m (Am 83-109) | 708,50-781,30m (Am 1 - 82) |
| PKC - 19 | 8.822.228,49 696.456,62 | 44,41m | 887,0m 886,4m | 791m (-747m) | 870m (-826m) | 79m | --- | --- | 802,0-872,0m (70,0m) | 47,88 68,40% | --- | --- |
| PKC - 20 | 8.819.545,66 693.282,68 | 38,04m | 1.470,0m 1.473,3m | 1313m (-1275m) | 1425m (-1387m) | 112m | --- | --- | 1.314,0-1.410,0 91,0m | 82,44 90,59% | --- | --- |
| PKC - 21 | 8.823.886,52 701.767,04 | 40,23m | 1.265,0m 1.266,5m | 1099m (-1059m) | 1266m (-1226m) | 167m | 1053,0-1059m (6,0m) | 6,00m 100,00% | 1.099,0-1265,0 (166m) | 160,35 96,60% | --- | 1133,0-1182,54 (Am 1 - 79) |
| PKC - 22 | 8.823.690,94 703.876,91 | 65,46m | 847,0m 848,7m | 616m (-551m) | 832m (-767m) | 216m | --- | --- | 671,0-843,4m (172,4m) | 169,90m 95,65% | --- | --- |
| PKC - 23 | 8.821.580,51 694.679,16 | 145,47m | 1.526,5m 1.527,5m | 1359m (-1214) | 1529m (-1384m) | 170m | 1364-1370m (6,0m) | 6,0m 100,00% | 1254-1270,5 1370-1526,5m (173,0m) | 131,25m 75,87% | --- | --- |
| PKC - 24 | 8.827.554,53 704.033,36 | 75,93m | 967,7m 970,0m | 655m (-579m) | 962m (-886m) | 307m | --- | --- | 551,0-556,0 658,0-967,70m (314,7m) | 313,60m 99,65% | --- | --- |
| PKC - 25 | 8.830.208,07 706.379,56 | 76,03m | 704,0m 704,7m | X | X | X | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| PKC - 26 | 8.821.998,16 701.284,65 | 77,40m | 854,0m 856,0m | 720m (-643) | 834m (-757m) | 114m | --- | --- | 726,0-854,0m (128,0m) | 127,60 99,68% | 726,00-839,69 Am 1 - 44 | 726,00-741,69m Am 1 - 18 |
| TOTAL | | | 23413,85m-P 23425,80m-S | | | | 145,00m | | 4675,75m | | | |

OBSERVAÇÃO: A locação PKC-4 não foi perfurada.

QUADRO II - DADOS DOS POÇOS DA PETROBRÁS

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

| PREFIXO DO POÇO | COORDENADAS APROX. DO POÇO | ALTITUDE DA MESA ROTATIVA | PROF. FINAL SOND. SCHLUMB. | ZONA DE SAIS | | | TESTEMUNHAGEM | | | | AMOSTRAGEM | |
|-----------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------|-----------------|---------|--|-------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------|----------------------------------|
| | | | | TOPO | BASE | ESPES. | CONVENCIONAL | | A DIAMANTE | | TOTAL SAIS | SILVINITA |
| | | | | | | | INTERVALO | RECUP. | INTERVALO | RECUP. | | |
| CPX - 1 | 1.200m N e 2.800m W do Cp-1 | 45,22m | 801,0m 803,0m | 493 (-448) | 752 (-707) | 259m | - | - | -- | - | -- | --- |
| CPX - 2 | 10°42'38,5" S 36°51'04" W | 31,22m | 787,0m 789,8m | 406 (-375) | 733 (-702) | 327m | - | - | -- | - | - | -- |
| CPX- 5 | 400m N e 800m W do CPX-2 | 33,40m | 757,0m 748,9m | 463 (-430) | 752 (-719) | 289m | 410,0m-753,0(2) (343,0m) | ? | - | - | 410,0-753,0(4) (?) | 457,0-751,0m(5) (Am 1 - 25) |
| CSI - 1 | 8.826.920m 716.080m | 66,50m | 551,5m 550,0m | 412 (-345) | 543 (-476) | 131m | - | - | 414,0-551,5m (137,5m) | 120,90m 87,93% | --- | --- |
| FC - 1 | 8.833,220m 716,595m | 60,04m | 733,0m 731,3m | 508 (-448) | 603 (-543) | 95m | 555,0-603,0m (48,0m) | 47,10m 98,12% | --- | - | - | -- |
| JU - 1 | 8.819,915,97m 712.546,27m | 45,00m | 766,0m 756,0m | 384m (-339) | 713 (-668) | 329m | 386,0-709,0m(3) (386,0m) | ? | -- | - | 386,0-709,0(4) (?) | --- |
| PM - 1 | 8.826.690m 718,780m | 46,00m | 1.969,0m 1.963,8m | 550 (-504) | 891 (-845) | 341m | -- | - | -- | - | ---- | ---- |
| ROX-2 | 8.821.420m 699.380m | 90,68m | 816,0m 813,1m | 578 (-487) | 703 (-612) | 125m | -- | - | -- | - | -- | -- |
| SI - 1 | 10°37'59" S 37°07'34" W | 105,40m | 516,2m(1) 464,6m | 480 (-375) | 790 (-685 ?) | 310m(?) | --- | -- | ---- | --- | --- | ---- |
| SRL- 1 | 8.821.010 m 698.309 m | 61,00m | 751,0m 750,3m | 497 (-436) | 610 (-549) | 113m | 507,0-608,0 m (101,0m) | ? | --- | --- | 507,0-608,0(4) (?) | --- |
| SRL- 2 | 8.822.202 m 697.663 m | 38,00m | 927,0 m 922,2 m | 635 (-597) | 803 (-765) | 168m | 566,0-812,5m (246,5m) | 198,68m 80,60% | --- | -- | --- | 671,33-717,93m (Amst.nº 1-56) |
| SZ - 11 | 8.820.560m 709.040m | 31,00m | 482,0m 480,2m | 453 (-422) | 456 (-425) | - | - | - | - | - | - | --- |
| SZ - 13 | 8.822.930m 711.250m | 91,92m | 746,0m 746,2m | 498 (-406) | 632 (-540) | 134m | 510-610,5m e 629 - 651m (112,5m) | 75,89m 67,46% | - | - | - | 510,00-594,89m (Ams nº 1-15) |
| SZ - 14 | 8.821.225m 706.745m | 139,00m | 720,0m 719,9m | - - | - - | - | -- -- | -- -- | ---- -- | ---- -- | -- -- | --- |
| SZ - 56 | 8.821.705m 710.265m | 97,00m | 717,4m 686,2m | 467 (-370) | 623 (-526) | 156m | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SZ - 64 | 8.823.710m 706.295m | 89,00m | 622,0m 621,7m | 441 (-352) | 473 (-384) | 32m | -- | -- | --- | - | - | - |
| SZ - 74 | 8.818.500m 709.880m | 25,20m | 667,7m 665,4m | 385 (-360) | 594 (-569) | 209m | --- | -- | --- | --- | --- | --- |
| SZ - 85 | 8.819.310m 708.185m | 43,00m | 630,0m 628,7m | 492 (-449) | 554 (-511) | 62m | - - | -- | -- | - | - | --- |
| SZ - 86 | 8.818.060m 711.115m | 33,00m | 652,0m 658,2m | 345 (-312) | 632 (-599) | 287m | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| TQ - 1 | 8.826.015m 714.285m | 55,90m | 1.809,0m 1.814,4m | 489 (-433) | 917 (-861) | 428m | -- | --- | ---- | -- | ---- | ---- |
| VA - 2 | 8.817.488m 710.963m | 26,00m | 661,0m 651,6m | 321 (-295) | 589 (-563) | 268m | 369,0-601,0(3) (232,0m) | ? | --- | --- | 369,0-589,0(4) (?) | --- |

- (1) Não está computada a secção inferior com "peixe"
- (2) Testemunhagem a cabo.
- (3) Testemunhagem a cabo, parcialmente com tipo convencional.
- (4) Amostragem feita pelo I.N.T.
- (5) Aproveitamento do refugo devolvido pelo I.N.T.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

II - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Dois recursos minerais básicos foram avaliados na Área da Reserva Nacional: a silvinita (mistura de cloreto de potássio e de cloreto de sódio), como minério principal de potássio e a taquidrita (cloreto duplo de cálcio e de magnésio) como minério principal de magnésio. Além desses, dois outros aparecem em segundo plano: a carnalita (minério de potássio e de magnésio) e o sal-gema (minério por excelência de cloreto de sódio).

Duas jazidas de silvinita foram delineadas respectivamente nas áreas de Santa Rosa de Lima e de Taquari-Jurema-Vassouras. Sob o aspecto geológico elas são inteiramente distintas, pois na de Santa Rosa de Lima, a oeste da Reserva Nacional, a silvinita ocorre dentro de um corpo homogêneo de sal-gema, enquanto na segunda jaz no topo da taquidrita, cujo comportamento mecânico carece de maiores investigações, quando se considera a mineração subterrânea da silvinita superjacente.

Além disso, na área de Santa Rosa de Lima, há problemas de aquíferos acima da silvinita, através dos quais o poço de mineração terá que ser aberto por congelamento até cerca de 450 metros de profundidade. Mapas de isolitos indicam a possibilidade desses aquíferos atingirem no mínimo cerca de 90 metros de espessura, na parte mais rasa da jazida. Já na área de Taquari-Vassouras, na abertura do poço de mineração, provavelmente, não haverá problemas de aquíferos, prevendo-se menor tempo e menor investimento para sua abertura, visto a profundidade ser mais ou menos a mesma.

As reservas de silvinita na área de Santa Rosa de Lima estão estimadas em 100 milhões de t, com teor médio de 25,47 de K_2O , a profundidade variando de -460m (SRL-1-SE) à cota de -900m, com espessura média de 4,2 metros. As reservas da silvinita principal na área de Taquari-Vassouras estão estimadas em 350 milhões de t, com teor médio de / 23,95% de K_2O , a profundidade variando de um mínimo de -300m (VA-2) a um máximo de -580 (PKC-1), com espessura média de 6 metros.

As reservas estimadas de taquidrita ($2MgCl^2$)//

$\text{CaCl}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) e de carnalita ($\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) in situ são respectivamente de 4 bilhões e 6 bilhões de toneladas, contendo ambas perto de 1 bilhão de toneladas de magnésio metálico.

Em 1968, o Brasil importou cerca de 280.000 t de cloreto de potássio, destinado quase todo à agricultura como fertilizante. Foi a maior importação até então registrada.

O dimensionamento da mina e da usina de beneficiamento da silvinita deve prever uma produção de 500.000 a 600.000 t de KCl em 1978, quando se estima a entrada em produção desse complexo industrial. Isso exigiria uma extração inicial de minério (silvinita) da ordem de 7.000 t/dia.

Dadas as condições peculiares relativas ao posicionamento estratigráfico da camada minerável de silvinita, a área de Santa Rosa de Lima parece ser a mais favorável para a abertura da primeira mina.

A área de Taquari, por outro lado, parece ser a mais indicada para a mineração por solução para a produção de magnésio, e como subproduto o bromo e talvez o cloro.

Contudo, para que se possa obter dados geológicos mais suficientes à preparação de um plano de mineração seguro, sob o ponto de vista técnico e econômico, tornar-se-ia conveniente melhor conhecimento das jazidas de silvinita pela execução de um plano racional de desenvolvimento dessas jazidas.

À medida que esse plano estiver sendo executado, seria paralelamente estudada toda a infraestrutura industrial da área a fim de prepará-la adequadamente para suportar todo o peso da industrialização e comercialização dos produtos finais a serem obtidos.

As áreas dessas jazidas estão, segundo documento hábil da PETROBRÁS, livres para as atividades de mineração, embora estejam contíguas aos três maiores campos de petróleo de Sergipe. Por isso mesmo é que se prevê a existência de algum problema de gás nas jazidas, plenamente controlável tecnicamente.

Por último, assinala-se que o Instituto Battelle, depois de estudos tecnológicos, concluiu, com ressalva, pela viabilidade da construção de uma usina para produzir cloreto de magnésio, cloreto de cálcio, magnésia e bromo. Para isso, o investimento foi estimado em US\$ 7.500.000,00 (Sete mi-

lhões e quinhentos mil dólares). A preparação da mina por solução exigiria um investimento adicional de cerca de US\$. 1.000.000,00. Como na área de Taquari-Vassouras há "in situ" quase um bilhão de toneladas de magnésio metálico, na taquidrita e na carnalita, praticamente, suas reservas aí são inesgotáveis.

O Hazen Research Lab de Golden, Colorado, está iniciando também para o DNPM uma nova linha de investigação tecnológica para aproveitamento desses mesmos sais de magnésio.

III - GENERALIDADES SÔBRE A GEOLOGIA DA BACIA

DE SERGIPE

GENERALIDADES SÔBRE A GEOLOGIA
DA BACIA DE SERGIPE

Formação Barreiras

É uma formação continental constituída de areias grosseiras e cascalhos quartzosos, geralmente com cimentação incipiente ou não consolidados, por material argiloso de cor variegada, intercaladas com argilas amarelas, avermelhadas, vermelhas, plásticas e não calcíferas.

A formação é superficial e se estende por todo o Estado. A base da formação é encontrada entre o nível do mar e a cota de 50 metros.

Por ser uma formação de cobertura de extensão relativamente grande, seu contato inferior é sempre discordante com as diversas formações subjacentes da bacia sedimentar de Sergipe.

Formação Riachuelo

Nesta formação, distinguem-se quatro membros, os quais foram observados nos poços perfurados pelo Projeto Potássio. Dois deles foram notados apenas em um poço, o / PKC-5, que se encontra na posição mais oriental, com relação aos outros poços do Projeto. Os outros dois, Taquari e Angico, são mais abundantes e se localizam, respectivamente, nas áreas Taquari-Vassouras-Palmas, compreendida entre os campos petrolíferos de Carmópolis e Siririzinho e na área de Santa Rosa de Lima, dentro da Reserva Nacional que está limitada pelo "Alto" estrutural de Castanhal, pelo campo petrolífero de Siririzinho, pelo "trend" Riachuelo-Treme e pela borda oeste da bacia sedimentar de Sergipe.

A idade atribuída à formação é o Albiano, último andar do Cretáceo Inferior.

A descrição sumária desses membros é a seguinte:

1 - Membro Aguilhada

É constituído de calcário dolomítico, textura sacaroidal, bem fraturado, de coloração amarela clara a cinza clara, com pequenas intercalações de arenitos. Observado no

PKC-5, acusou uma espessura de 50 metros, aproximadamente, em bora possa atingir a 300 metros em outras partes da bacia.

Seu contato superior é discordante com a formação Barreiras e o inferior é normal com o membro Maruim.

2 - Membro Maruim

Como o Aguilhada, na área da Reserva Nacional, foi observado somente no PKC-5 e se compõe predominantemente de calcários creme a cinza claros, coquinóides, oolíticos a pisolíticos, dolomíticos, com intercalações finas de arenitos cinza esverdeados, pintalgados de verde, preto e ocasionalmente de marrom, de granulação fina a média, quartzosos, e de siltititos cinza claros esbranquiçados e algum folhelho cinza. Sua espessura observada no poço é de 30 metros, embora haja possibilidades de se espessar em outras partes da bacia, chegando aos 550 metros.

Seu contato com as unidades superjacentes é normal, se com o membro Aguilhada e em discordância angular com as mais superiores; localmente, pode estar em contato direto com a formação Barreiras ou mesmo aflorar. O limite inferior é normal / com o membro Taquari.

3 - Membro Taquari

É composto essencialmente de folhelhos de carater marinho cinza acastanhados e esverdeados, laminados, moles, fisilidade regular a pobre, e calcários cinza a cinza claros, esbranquiçados, duros, criptocristalinos. Sua espessura, observada em vários poços, varia de 250 a 400 metros, notando-se que há possibilidades de espessamento em direção ao Baixo de Japaratuba, a nordeste da Reserva Nacional, já fora dos seus limites.

Pode ser encontrado com contato discordante com a formação Barreiras ou mesmo aflorante, mas seu contato com o membro Maruim parece ser normal. O contato inferior pode estar em discordância com membros de formação mais inferior mas também pode ser observada em transição com o membro Angico desta formação.

4 - Membro Angico

Este membro se constitui primordialmente de arenititos cinza claros a escuros, também esverdeados, de granulação

média a grosseira, regularmente selecionados, maciços, quart-zosos, pintalgados de verde preto, e ocasionalmente de marron, com esparsas e finas intercalações de folhelho. Na metade inferior, os folhelhos aumentam em quantidade e têm as características de coloração cinza a cinza escura, com variação local para verde e marron avermelhada e acastanhada, cimentação síltico-calcífera, e se intercala com calcários marron avermelhados, também cinza a creme claros, duros, argilosos, cripto cristalinos e raramente colíticos.

Os arenitos que compõem este membro, na sua maioria, têm as propriedades de porosidade e permeabilidade relativamente altas, o que lhes permite a condição de bons reservatórios preenchidos por água, fato constatado em algumas das perfurações, na área de Santa Rosa.

A espessura desta unidade varia de 400 a 1000 metros. Seu limite superior com o membro Taquari é normal, mas pode estar diretamente abaixo de outras formações suprajacentes ou mesmo aflorar. O contato inferior é geralmente discordante, qualquer que seja a unidade sotoposta.

Formação Muribeca

Na bacia sedimentar de Sergipe, representada pelo conjunto de sedimentos sobrepostos às unidades do Grupo Baixo de São Francisco ou mesmo do complexo cristalino esta formação possui três membros, relativamente bem distintos uns / dos outros pelos seus aspetos litológicos. É uma formação tipicamente de subsuperfície.

A idade é inferida ao Aptiano e os membros entre si têm contatos concordantes, havendo discordância entre os limites superior e inferior da formação.

1 - Membro Oiteirinhos

Este membro é constituído de calcários creme claros a creme acastanhados, laminados com folhelhos cinza acastanhados, laminados com cinza esverdeados. Próximo à base, às vezes, é notada uma pequena camada de anidrita. A espessura do membro Oiteirinhos varia de 30 a 80 metros, onde foi constatada. Em outras partes pode alcançar até 150 metros. (Fig. 10).

2 - Membro Ibura

Este membro se caracteriza por conter a zona de sais solúveis, que se estende por grande parte da bacia, e que é objeto de estudo do Projeto Potássio. Por sobre esta zona, os sedimentos se classificam por intercalações íntimas e sucessivas de folhelhos e calcários como já descritos no membro anterior, permeados por camadas de anidrita cinza azulada, / criptocristalina e associados a siltitos cinza a cinza escuros, micácios, calcíferos e algum arenito cinza claro a cinza, fino a ocasionalmente médio, porosidade aparente muito pobre, calcífero. Localmente, aparece um calcário dolomítico / cinza a cinza escuro, creme e castanho, duro, que grada para dolomito. A zona de sais está estudada em outra parte deste trabalho. Abaixo dela, aparecem alguns calcários e dolomitos, por vezes, associados a anidrita. Sua espessura varia de 150 a 600 metros. (Fig. 9).

3 - Membro Carmópolis

É uma unidade essencialmente de clásticos, geralmente grosseiros a mui grosseiros, constituídos de arenitos / conglomeráticos a conglomerados policompostos, com matriz argilo-calcífera e intercalações de folhelhos cinza e castanho escuros, geralmente duros, calcíferos. Sua espessura pode variar muito, Entretanto, penetramos apenas parcialmente este membro em nossas perfurações. (Fig. 8).

Na área da Reserva Nacional, o Membro Carmópolis é constituído principalmente por clásticos grosseiros (conglomerados policompostos), com algumas intercalações de folhelhos e calcários.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

IV - BACIA EVAPORÍTICA DE SERGIPE

A BACIA EVAPORÍTICA DE SERGIPE

O Mapa de Situação (Ilustração nº 1) e o Paleogeográfico anexo mostram os contornos prováveis da bacia salíferra Aptiana de Sergipe. Há uma bacia interior, que se estende de Japaratuba até Santa Rosa de Lima. Esta bacia se comunica com outra bacia, que ocupa extensa faixa paralela à costa, e cujo bordo leste acompanha, aproximadamente, a linha de praia atual.

O mapa mostra o retângulo que limita a Área de Reserva Nacional de Sal-gema e Sais de Potássio. Esta área cobre a faixa mais importante da bacia Japaratuba-Santa Rosa de Lima, onde estão localizadas as ocorrências conhecidas de sais de potássio e de magnésio.

A bacia interna está ligada, possivelmente, por uma barra estreita e rasa, à bacia costeira. Não se sabe como se processa a ligação desta bacia maior, costeira, com o oceano. Que deve ter havido uma barra é atestado pela presença de halita, e que esta barra deve ter sido estreita e rasa é indicado pela presença de sais de potássio e magnésio nos furos da Itatig e da Ibasá em Cotinguiba, assim como no AU-1 e PU-1 da Petrobrás.

A água do mar, entrando na bacia costeira, se deslocava rumo à praia em corrente superficial, e ia evaporando. Quando próximo ao continente, a salmoura já densa descia em corrente vertical à procura da zona de igual densidade e, em seguida, deslocava no sentido do mar. Se não houvesse obstáculo, a salmoura concentrada retornaria ao mar, nele se diluindo. Neste regime de circulação, poderiam se formar pacotes espessos de calcário, dolomito ou anidrita que, reduzindo a seção vertical da barra, proporcionaria a cristalização da halita dentro da bacia. Por redução progressiva da profundidade da barra, devida à precipitação do calcário ou anidrita, ou por reajustamento crosta, chega o momento em que o retorno da salmoura densa para o mar, em corrente submarina, fica impedido. Dêste ponto em diante, havendo equilíbrio entre influxo e evaporação, a salmoura vai se concentrando, podendo chegar ao ponto de depositar halita na área mais próxima da barra, e sais de potássio e magnésio nas zonas mais distantes, se a

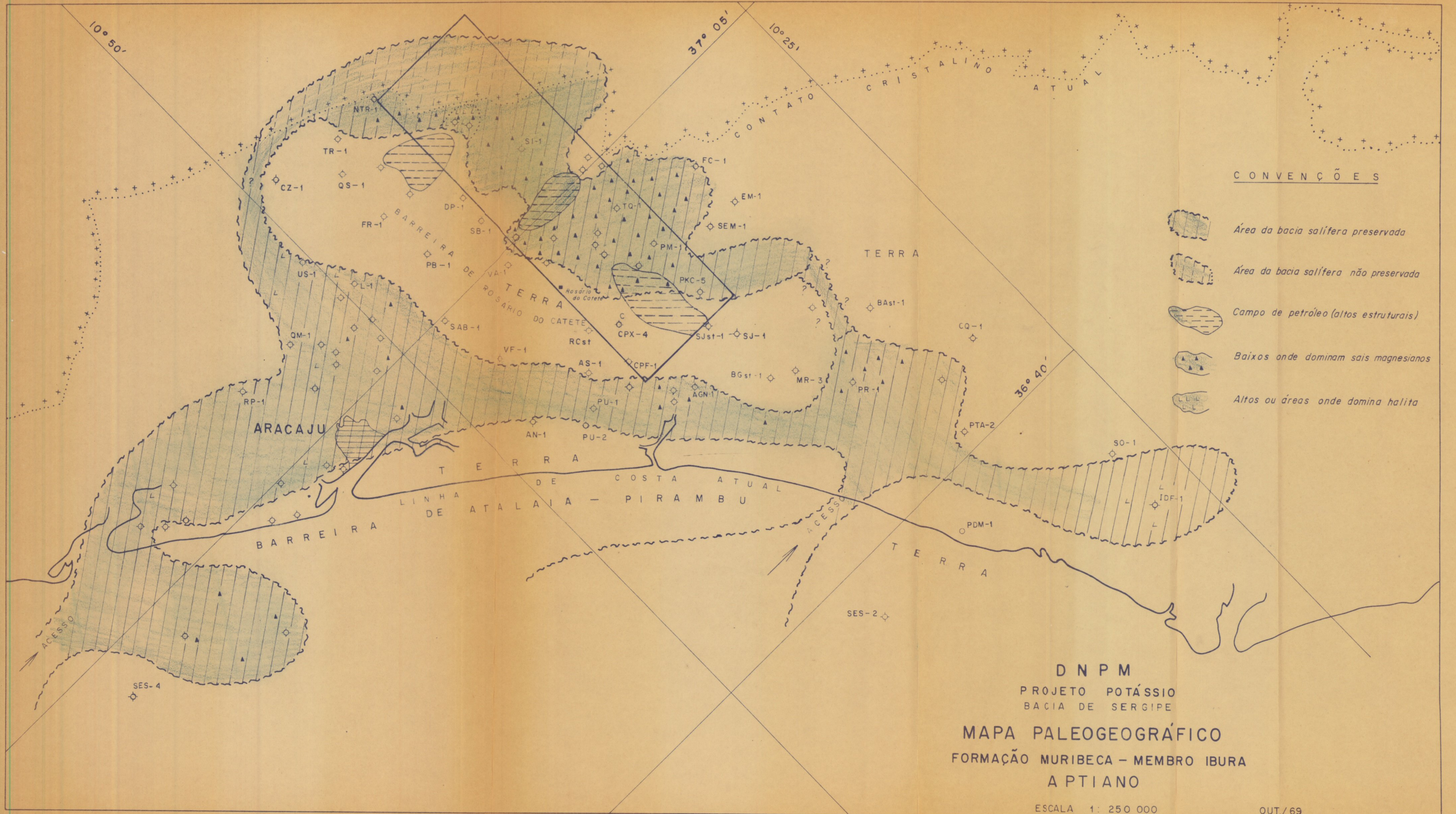


FIG.

salmoura atingir a concentração necessária. Isto ocorreu nas áreas de Cotinguiba, CAU-1 e PU-1.

O primeiro furo submarino, na área de Baixo do Mosqueiro, teve dificuldades ocasionadas pela presença de sais de magnésio nos evaporitos. Este poço cortou vários leitos de carnalita pobre. Isto leva a crer que a bacia costeira era fechada nesta área, e que a zona de ingresso da água do mar devia estar situada a nordeste da bacia.

A salmoura, que entrava na bacia interna Japaratuba-Santa Rosa de Lima-Treme, já era pois substancialmente concentrada e quase isenta de calcário e anidrita, que ficaram depositados próximo à barra da bacia costeira. Como Hite encontrou em halita basal da bacia interna, área Taquari-Vassouras, teor de bromo de 0,0055, que corresponde às primeiras halitas cristalizadas da água do mar, é possível que a deposição de halita basal nesta bacia seja anterior ao confinamento da bacia costeira e formação de sua barra.

Para permitir a extraordinária concentração da salmoura para cristalizar taquidrita, necessariamente, deve ter havido uma outra barra, separando as duas bacias.

Existem duas hipóteses sobre a localização do canal de ligação entre a bacia interna e a costeira, uma situando-a em um ponto próximo de Treme, e a outra colocando-o nas proximidades de Várzea-Verde, a leste de Japaratuba. Os furos até agora feitos pela Petrobrás não localizaram este canal.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

V - ESTRATIGRAFIA DOS EVAPORITOS

ESTRATIGRAFIA DOS EVAPORITOS

A primeira subdivisão estratigráfica dos evaporitos de Carmópolis foi feita pelo Prof. Richter Bernburg, baseado em dados da Petrobrás.

Descrição detalhada das unidades constituintes destes evaporitos consta dos perfis compostos dos poços PKC-1-3-6 10-16-18 e 26, apresentados no Vol II, bem como nas ilustrações n^os 2 até 8. A distribuição estratigráfica destas unidades é objeto das seções geológicas VA-2 até PKC-3, PKC-11 até PKC-3, SZ-13 até PKC-1, SZ-13 até CP-20, incluídas no Vol II como desenhos n^o 9 até 14.

Estudando dados do Projeto Potássio, o geólogo Robert Hite, do U.S. Geological Survey, sugeriu a divisão da coluna evaporítica em sete ciclos, baseados na salinidade das unidades constituintes. Esta divisão, apresentada em folha anexa e na secção geológica VA-2 até PKC-3 (desenho-9), foi feita "com auxílio dos perfis elétricos dos poços, especialmente do PKC-10, que apresenta a sequência litológica mais completa da área Taquari-Vassouras. Estes ciclos podem ser descritos como segue (ver quadro anexo) debaixo para cima:

- Ciclo VII - H 7 - Halita basal impura, com abundantes intercalações de folhelho contendo leitos de calcário. Possível t^opo constituído por um horizonte de silvinita pobre e impura, na área CPX-2-5, SZ-13;
- Ciclo VI - H 6 - Halita impura, com muitas intercalações de folhelho;
- C 6 - Espessa camada de carnalita, com a camada da silvinita inferior, nas áreas PKC-9-12-2;
- Ciclo V - H 5 - Espessa halita na base;
- C 5 - Espessa carnalita no t^opo;
- Ciclo IV - H 4 - Halita com marco de correlação "X". Este marco constituído por folhelho é do n^o 7 do Projeto;
- T 4 - Taquidrita espessa;
- Ciclo III - H 3 - Halita com marco de correlação "Y". Este marco de folhelho é de n^o 8 do Projeto;

- T 3- Taquidrita;
- Ciclo II - H 2 - Halita e carnalita;
- T 2 - Taquidritas bem desenvolvidas;
- Ciclo I - S 1 - Silvinita principal, área Taquari-Vasouras e Santa Rosa de Lima;
- H 1 - Halita com marco de correlação "Z". Este marco, constituído de folhelho ou material carbonoso, é o nº 12 do Projeto. Este ciclo é encerrado por anidrita e calcário no tópo do pacote principal de evaporitos.

É de grande importância a correlação dos folhelhos do intervalo evaporítico. Apesar de alguns horizontes se apresentarem bastante descontínuos, as camadas individuais são bem correlacionáveis pelos perfis elétricos, constituindo os marcos de nºs 1 até 13, que incluem dois horizontes persistentes de carnalita particularmente radioativa. Os marcos nºs 7 e 8 são os mais extensivos, porém, podem estar ausentes localmente. É difícil explicar a discontinuidade destes folhelhos, senão pela hipótese de que eles foram distribuídos por correntes de água doce ou salobra que meandravam, flutuando na bacia, não se depositando nas áreas de águas paradas.

A subdivisão nos ciclos de Hite, com base na litologia, constitui um modelo válido para a área de Taquari-Vasouras, no sentido de divisão em unidades estratigráficas, não convindo utilizá-la para caracterizar os ciclos evaporíticos. Conforme demonstra o perfil de Br nas halitas do poço PKC-1, até a deposição do marco 8, predominou um regime de cristalização de salmoura pré-concentrada em bacia anterior, e alternativamente, de um lençol de salmoura enriquecida pela dissolução de halita, não resultando as unidades litológicas de concentração da salmoura por evaporação, que caracteriza os ciclos evaporíticos. O ciclo evaporítico completo é constituído pela sequência calcário-gipsita-halita-sais de Mg e K-halita-gipsita-calcário, resultante da evaporação de uma salmoura, cada vez mais concentrada por evaporação, até o meio do ciclo, seguida pela precipitação em sequência inversa, com concentração de salmoura decrescendo até atingir o nível inicial. Como frequentemente usado, o termo ciclo, aqui utilizado, corresponde à metade do ciclo completo descrito. O ciclo

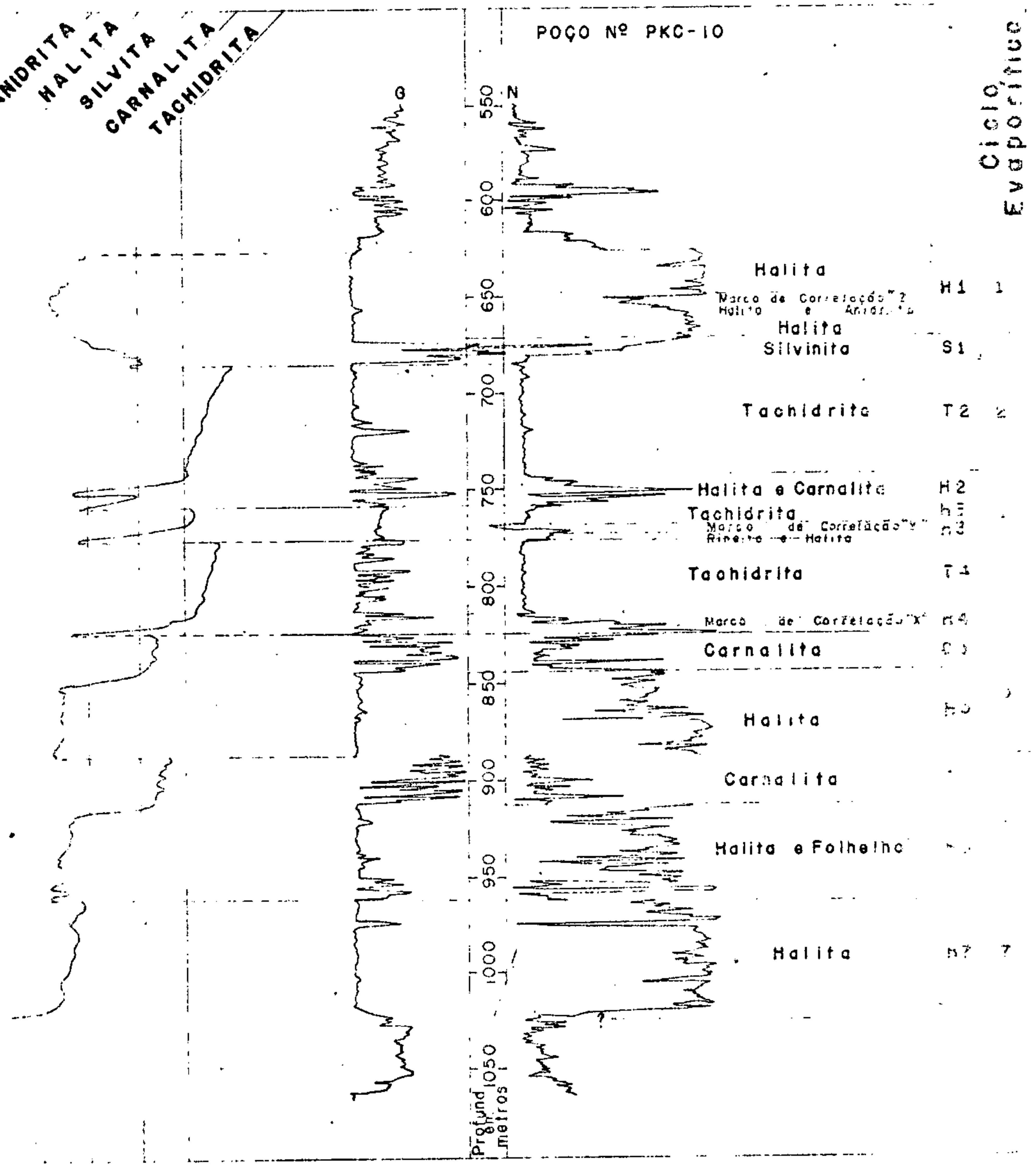
ESTRATIGRAFIA PRELIMINAR DOS EVAPORITOS MURIBECA
(R. HITE)

← SALINIDADE → +

ANIDRITA
HALITA
SILVITA
CARNALITA
TACHIDRITA

POÇO Nº PKC-10

Ciclo Evaporítico



Profundidade metros

basal, informalmente Ciclo 2, se estende das halitas basais até o contato da taquidrita com a base do marco 8, intervalo este em que, apenas em poucas extensões, o Br das halitas indica concentração da salmoura por evaporação, predominando a concentração da salmoura em bacia anterior ou por solução de halita. As condições de evaporação acima do marco 8 passaram a ser normais, com Br nas halitas indicando / concentração da salmoura por evaporação. Este intervalo pode ser considerado como um ciclo completo, começando por halita, passando por sais de Mg e K e regredindo para halita, anidrita e calcário do topo dos evaporitos, constituindo o Ciclo 1. Convém acumular mais informações para o detalhamento deste assunto.

Em Santa Rosa de Lima o Ciclo 1 difere do correspondente de Taquari-Vassouras por um maior desenvolvimento das halitas. Abaixo do marco 8, no Ciclo 2, estão ausentes praticamente, dois dos ciclos de Hite, correspondentes a um horizonte de carnalita e um de taquidrita. Este fato leva a suspeitar que esta bacia serviu para a pré-evaporação das salmouras que precipitaram carnalita e taquidrita na bacia de Taquari-Vassouras e, alternativamente, de área de dissolução de halita, que se cristalizou como intercalações ou leitos, naquelas unidades.

A silvinita principal de Santa Rosa de Lima é correlacionável com o horizonte principal de Taquari-Vassouras. Em vários pontos ocorrem outras camadas ou lentes de silvinita intercaladas na halita deste intervalo e no contato desta com a taquidrita inferior. Ocorrem ainda duas pequenas camadas no poço PKC-16, abaixo do marco 8.

O aspecto estratigráfico, apresentado nas seções geológicas do Vol II, pode representar uma simplificação, / pois na formação dos evaporitos a tendência de sedimentação dos cristais formados, em leitos paralelos, pode ser superada por espessamentos locais, em consequência da precipitação de determinados minerais, motivada por condições de temperatura, circulação de correntes e concentração da salmoura. Uma zona de carnalita poderia ter um aspecto bizarro, com rápida transição lateral de facies. Na área em estudo, porém, os folhelhos delimitam, em parte, estas unidades, dando-lhes formato grosseiro de camadas, e permitem sua correlação.

Em resumo, podem ser destacados os seguintes eventos principais, relacionados com a deposição dos evaporitos;

a) Submergência da bacia Japarutuba-Santa Rosa de Lima e deposição das camadas basais, após a deposição do Membro Carmópolis;

b) Individualização das bacias Santa Rosa de Lima e Taquari pela elevação relativa do alto Siririzinho, e fluxo de salmoura no sentido Santa Rosa de Lima para Taquari;

c) Contrôle, pela profundidade do canal de Siririzinho, do modelo deposicional descrito para o PKC-1 até a formação do folhelho do marco nº 8;

d) Cristalização, em condições de evaporação normais, dos componentes do Ciclo 1, com influência imperceptível da bacia Santa Rosa de Lima na de Taquari;

e) Sepultamento dos evaporitos no tempo Ibura (Final) Oiteirinhos, e arqueamento dos estratos, com a transgressão em progresso;

f) Ausência de metamorfismo geotermal e regressivo. Metamorfismo por soluções secundárias, externas, de baixo para cima, progredindo até esbarrar no folhelho do marco nº 8.

VI - SUBROSÃO - EROSÃO

SUBROSÃO - EROSÃO

Subrosão é definida como a dissolução em sub-superfície de evaporitos. Normalmente a idade desta subrosão é definida pelo espessamento do pacote sedimentar imediatamente / mais jovem, graças a depressão formada pela subsidência da cobertura de área de onde o sal foi removido.

Examinando a secção geológica PKC-11 até PKC-3, verifica-se que houve dissolução dos evaporitos acima da taquidrita superior no PKC-8, acima do horizonte de halita que recobre o marco n° 8 nos poços PKC-9 e PKC-12, acima da segunda carnalita, subjacente ao marco n° 7 no poço PKC-2, e acima da halita sobreposta ao marco n° 8 no poço PKC-3. Parece existir um verdadeiro canal de dissolução como está indicado nas ilustrações n°s 18-19-20-21 e 22, que são mapas de isópacas e isolitos da secção de sal solúvel, da silvinita, da carnalita, da taquidrita superior, todos na área Taquari-Vassouras.

Na mesma secção geológica, observa-se que os marcos n°s 13-14-15, constituídos de associações de folhelho, calcário e anidrita, estão ausentes e apresentam espessuras reduzidas nos poços PKC-8-9-12. Como êstes estratos são clásticos necessariamente, sua remoção só pode ser feita por erosão e carreamento a partir da superfície. Tem-se então, como provável, que houve erosão dêstes sedimentos, antes da deposição da anidrita, marco n° 16. Algumas pequenas espessuras de folhelho, como nos poços PKC-8-12-2 podem representar resíduos argilosos de dissolução, sedimentados localmente.

O prosseguimento da dissolução dos sais, como subrosão, depois da deposição da anidrita 16, é sugerido pelo aspecto brechoide desta, cimentada por material castanho fino argilo-calcífero.

MINISTERIO DAS MINAS E ENERGIA

VII - TECTÓNICA

TECTÔNICA

Pode-se individualizar dois sistemas principais de falhas na Bacia Sergipe/Alagoas. Um com direção geral NE—SW e o outro NW-SE (Fig. 2). Estes sistemas foram responsáveis pela configuração estrutural-regional da bacia. A tectônica é assim caracterizada por esforços tangenciais, resultando em falhas de gravidade.

As mais antigas evidências de falhamentos (fanglomerados associados a escarpas de falha, discordância, ausências ou aumento de seções), atingindo a seção Paleozóica e Mesozóica da bacia de Sergipe, remontam ao início da deposição da Formação Rio Pitanga (Wealden). Aparentemente esta atividade tectônica esteve atuante até o Terciário Superior em algumas partes da bacia, principalmente no bordo nordeste e também no bordo oeste.

De maneira geral, pode-se distinguir 3 (três) períodos principais de falhamentos na Bacia Sergipe/Alagoas:

1. - Falhamento pré-Muribeca (pré-Alagoas)

É o período mais importante da Bacia de Sergipe, sendo o responsável pelo arcabouço estrutural desta bacia. De modo geral, estes falhamentos não foram reativados posteriormente. A extensão destes falhamentos na Bacia de Alagoas ainda não é bem conhecida.

2 - Falhamento Muribeca/Riachuelo: (Alagoas/Albiano)

Este período é especialmente importante na Bacia de Alagoas, onde se constitui no elemento determinante do arcabouço estrutural da mesma, principalmente na parte centro e norte.

Na Bacia de Sergipe, este período é representado pelas falhas do bordo oeste da Bacia Muribeca/Riachuelo, pela falha do rio Betume (flanco leste do Alto de Pacatuba), de grande rejeito, e falhas menores, de rejeito praticamente desprezível (Fig. 2).

As falhas deste período pertencem, principalmente, ao sistema NE-SW e mostram basculamento dos blocos para NW, mergulhando contra a borda oeste da bacia.

3 - Falhamento Cotinguiba/Piaçabuçu (Cretáceo Superior/Terciário)

Ainda não é bem conhecido. O falhamento de Itaporan

ga (Sistema de falhas de Itaporanga), pertencente ao sistema NW-SE, é até o momento a melhor evidência desta atividade tectônica (Fig. 2).

O intenso basculamento para SE sofrido pela Bacia de Sergipe, entre o Albiano e o Terciário Superior, como também os fenômenos halocinéticos de baixo grau evolutivo, especialmente ativos durante o Terciário Inferior (Estrella/Palaggi, 1969), também contribuíram para delinear o atual arcabouço da Bacia de Sergipe/Alagoas.

EVOLUÇÃO TECTO-SEDIMENTAR DA FORMAÇÃO MURIBECA

Segundo Wegener os continentes sul-americano e africano estiveram unidos até o fim da sedimentação Aptiana, tendo em vista a identidade litológica e paleontológica das formações pré-Albianas que ocorrem nas atuais bacias costeiras de ambos os continentes e que, até aquele período, constituíam flancos das bacias então existentes.

A sedimentação da Formação Rio Pitanga e a ausência da sequência sedimentar correspondente às Formações Coqueiro Sêco, Ponta Verde e o Membro Maceió, na maior parte da Bacia de Sergipe, evidenciam fases de tectonismo e erosões intensas nesta bacia.

• Enquanto que a Bacia de Alagoas, e, provavelmente, os baixos de Mosqueiro e São Francisco, na Bacia de Sergipe, estavam sofrendo intensa sedimentação no início do Andar Alagoas, a maior parte da Bacia de Sergipe estava exposta à erosão em consequência dos falhamentos pré-Alagoas (pré-Muribeca). Este tectonismo propiciou, nesta bacia, a formação de áreas com tendência positiva (altas), onde os agentes erosivos, atuaram mais intensamente, chegando mesmo, em alguns casos, a eliminar tôdas as formações até então depositadas, e áreas com tendência negativa (baixas, menos sujeitas à ação erosiva), onde foi preservada parcial ou totalmente a coluna pré-Aptiana (Figuras 1 e 2).

Sôbre esta superfície erosional e em ambiente continental e transicional (A.N.Bandeira Jr.1965), foram depositados os sedimentos do Membro Carmópolis, principalmente clásticos grosseiros - os quais parecem ter sido controlados, em área e espessura, pela topografia da discordância pré-Aptiana.

As maiores espessuras desta unidade estariam a lo-

ciadas às escarpas de falhas e às escarpas das paleocolinas, onde depositaram grandes espessuras de conglomerados. (Fig. 3 e Fig. 9).

A ausência de sedimentos Carmópolis no Alto Regional de Aracaju, Alto de Riachuelo e área a sudoeste de S. Cristovão (Fig. 2), pode ser explicada pela não deposição, por se tratarem de paleo-altos naquela discordância e, portanto, estarem sendo erodidos e fornecendo sedimentos para os baixos adjacentes.

Na plataforma continental, a presença deste membro foi evidenciada com a perfuração do 1-SES-3-SE (Sergipe Submarino), pelo menos na área sul-sudoeste do Alto Regional de Aracaju.

Após a deposição dos conglomerados do Membro Carmópolis, característicos de um período de grande instabilidade tectônica, a Bacia de Sergipe-Alagoas se viu novamente recoberta por um ambiente transicional restrito (planície de maré e lagunar) e alimentada por pequeno volume de terrígenos. Inicialmente, estas condições propiciaram a deposição de espessas camadas de sais solúveis nas partes de maior subsidência da bacia (Membro Ibura) (Fig. 9). Posteriormente, já com o fundo da bacia mais estável e uniforme, foram depositados os sedimentos do Membro Oiteirinhos (folhelhos, siltitos, arenitos, calcários e raros horizontes de anidrita). A constituição litológica dos Membros Ibura e Oiteirinhos é o testemunho mais palpável das primeiras pulsações marinhas na Bacia de Sergipe.

Para se atentar para a evolução tecto-sedimentar da Formação Muribeca, basta observar as 4 seções geológicas esquemáticas (Fig. 5), bem como para o mapa de isópaca do Membro Oiteirinhos (Fig. 10).

Não se pode estender a correlação dos ciclos evaporíticos da Bacia de Sergipe à de Alagoas, em virtude do fato da halita dos Baixos de Paripueira e de Maceió representar apenas a fase inicial do ciclo evaporítico.

TECTONISMO - APTIANO DO MEMBRO IBURA

É fora de dúvida que houve uma reativação tectônica post-aptiana na Bacia de Sergipe; é claro que essa movimentação afetou os evaporitos do Membro Ibura, mas a forma pela qual ele foi afetado não está ainda bem conhecida.

A presença de evaporitos insolúveis (anidritas e gipsitas) em quase toda a extensão da Bacia de Sergipe, mesmo em áreas desprovidas de sais solúveis, indica um período da fase da transgressão marinha do Riachuelo, a qual não modificou o processo em andamento da subsidência aptiana, não havendo interrupção dessa subsidência e sim uma acentuação / dos movimentos diferenciais da Bacia, proporcionando a formação das grandes feições estruturais atuais, tais como os Baixos de Treme-Siriri e Japaratuba (ver seção geológica-estrutural Treme-Santa Rosa de Lima-Siririzinho-Jurema-Carmópolis (Ilustração 14)).

Paralelamente, as isópacas do sal solúvel (Fig.9) e do Riachuelo (Fig.4) mostram o seguinte:

a) Concentração de grandes espessuras de sal nos flancos dos grandes baixos (Baixo de Japaratuba), sugerindo deslocamento dos evaporitos contemporâneo com a deposição do Riachuelo, nesta área, e, provavelmente, seguida de fenômenos de suberosão.

b) O eixo de maior espessura de sal, na área de Vassouras-Taquari, tem uma direção sudoeste-nordeste, enquanto, no Baixo de Japaratuba, o eixo de maior deposição do Riachuelo desenvolve-se no sentido oeste-leste, o que pode denotar ligeira migração do eixo de subsidência, na área, para o norte.

c) Os poços PKC-2 e PKC-3 mostraram que as maiores espessuras de sal não correspondem à maior espessura atual do Riachuelo, o que, em parte, também poderia ser explicada por efeito de suberosão, pois há indicação geofísica e geológica de falhamento local.

Na área da Reserva Nacional da Bacia Salífera, destacam-se duas feições estruturalmente positivas, a do Campo de Siririzinho e de Santa Rosa de Lima, típicas de tectonismo aptiano e post-aptiano.

Na área de Siririzinho então a espessura do Membro Carmópolis, no alto estrutural do campo, é maior do que no Baixo de Siriri, a oeste, sugerindo uma reativação de falhas, pelo menos, de idade posterior à do Membro Carmópolis.

Os testemunhos retirados em alguns poços da PETROBRÁS e do Projeto Potássio revelaram a presença de estrutura em colapso (dobras, falhas, brechas, espelhos de escorregamento, etc.) indicativos de tectônica salina, podendo estes

fenômenos serem os responsáveis por algumas anomalias na espessura do pacote salino.

Observe-se que as partes estruturalmente mais altas do campo de Siririzinho não apresentam senão halita, com ocorrências de sais magnesianos apenas nos seus flancos, o que parece refletir controle estrutural da deposição dos sais solúveis já no Ibura.

Algumas informações de subsuperfície emprestam (Fig 7) certos esclarecimentos com relação à tectônica dos evaporitos. As evidências podem ser assim alinhadas:

1) Fortes mergulhos da zona de silvinita revelados pelos testemunhos de sondagem do PKC-16.

2) Anomalias das sondagens elétricas realizadas pelo Projeto Potássio, associadas com possíveis falhas e com os fenômenos de suberosão, documentados pelos testemunhos de sais solúveis de alguns poços da área de Vassouras-Taquari-Miranda.

3) Indicação sísmica de falhas normais em conformidade com a interpretação sismográfica de J.R. Nunes.

Essas indicações de falhas dos evaporitos (sais solúveis) não puderam ser identificadas ou mapeadas em superfície.

De qualquer modo, a questão do tectonismo dos evaporitos, estando na fase inicial de entendimentos, para efeito de elaboração segura do projeto de mineração subterrânea dos sais de potássio, é recomendável que se promova o desenvolvimento das jazidas de silvinita para conhecimento, em detalhe, de sua atitude estrutural. Esse conhecimento só será possível mediante a perfuração adicional de poços.

EVOLUÇÃO TECTO-SEDIMENTAR PÓS-MURIBECA

Ainda no Aptiano Superior (Formação Riachuelo), provavelmente devido ao maior afastamento dos continentes sul-americano e africano, ocorreu uma subsidência geral da bacia, com basculamento para leste, o que transformou a Bacia intra-cratônica de Sergipe, em Bacia marginal costeira. Como consequência desta movimentação, ocorreu uma invasão marinha albiana e o eixo de maior deposição, que se situava na plataforma continental, durante a deposição do Muribeca, deslocou-se para a borda oeste da bacia (Fig.4). Nesta fase deposicional, tiveram continuidade os basculamentos dos blocos próximos à borda da bacia,

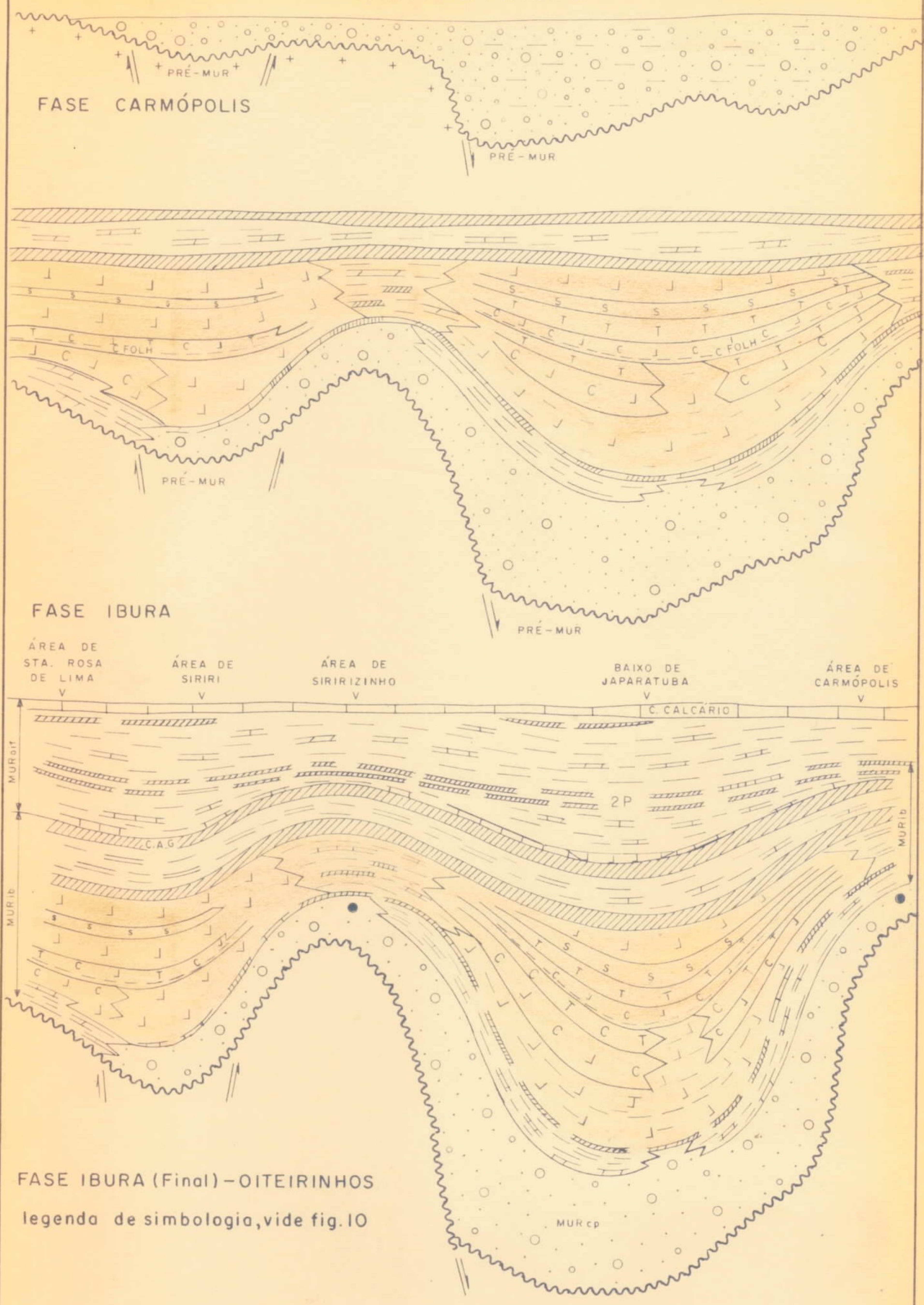
ou seja, Baixo do NE de Santa Rosa de Lima e Baixo de Japarutuba, fatos estes que já haviam sido constatados na fase deposicional da Formação Muribeca (Figuras 3, 6, 8 e 9).

Posteriormente, com a deposição da Formação Cotinguiba e devido ao basculamento do fundo da bacia em direção à plataforma continental, o eixo de maior sedimentação passou a recuar nesta direção, tendência esta que se acentuou durante a deposição da Formação Piaçabuçu, evidenciando assim um caráter claramente regressivo da sedimentação marinha na bacia.

No nosso entender, o grande evento tectônico post-Muribeca foi o basculamento da bacia para oeste, durante a deposição da formação Riachuelo, interessando sobretudo a bacia salífera, embora o seu efeito sobre a sequência de sais solúveis seja pouco conhecido.

A geologia de superfície mapeou algumas falhas de pequeno rejeito na área da Reserva Nacional. Porém, a existência destas falhas, em superfície, se torna duvidosa, em vista de só aflorarem, predominantemente, na área, sedimentos da formação Riachuelo, com o Membro Angico a oeste e o Membro Taquari a leste.

ESQUEMA DE SEDIMENTAÇÃO DA FORMAÇÃO MURIBECA BACIA DE SERGIPE



FASE IBURA (Final) - OITEIRINHOS
legenda de simbologia, vide fig. 10

● CAMPO DE ÓLEO

FIG. 1

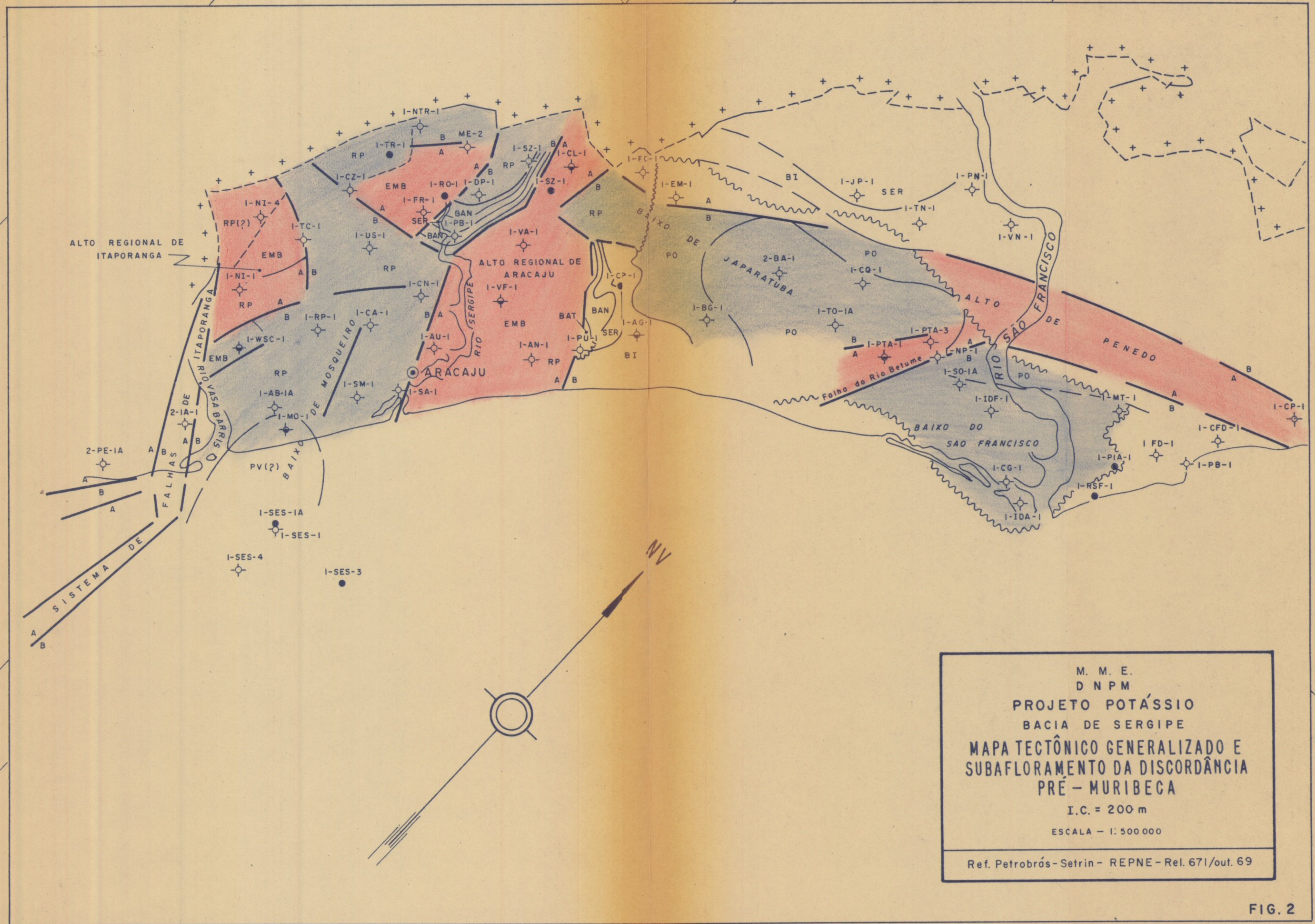
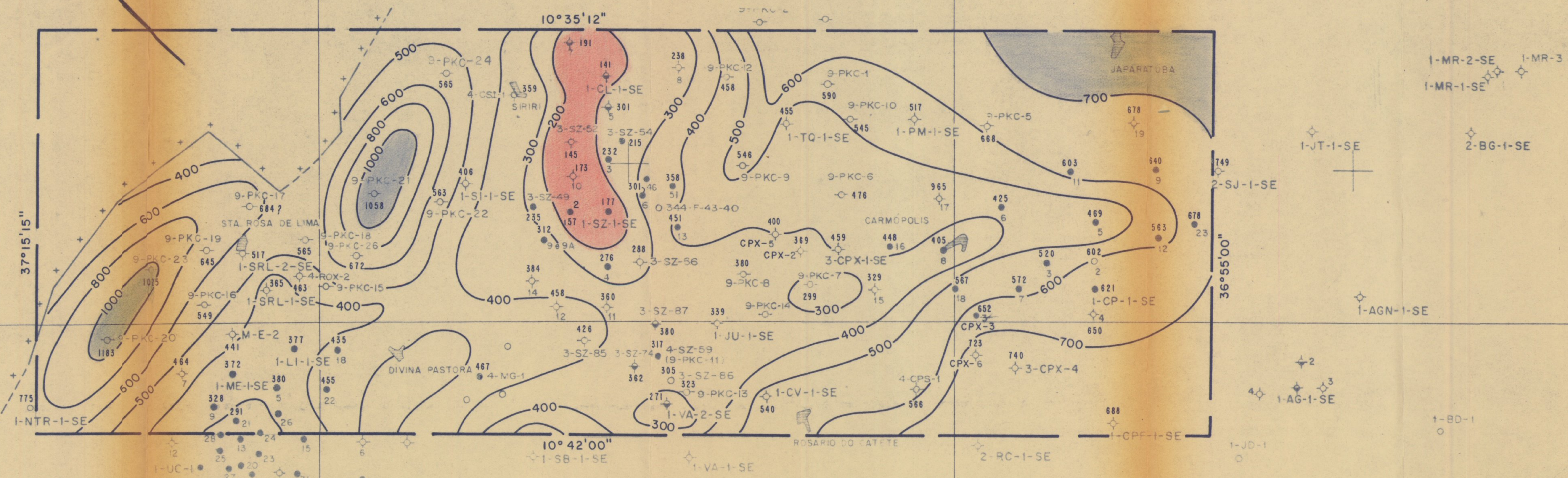


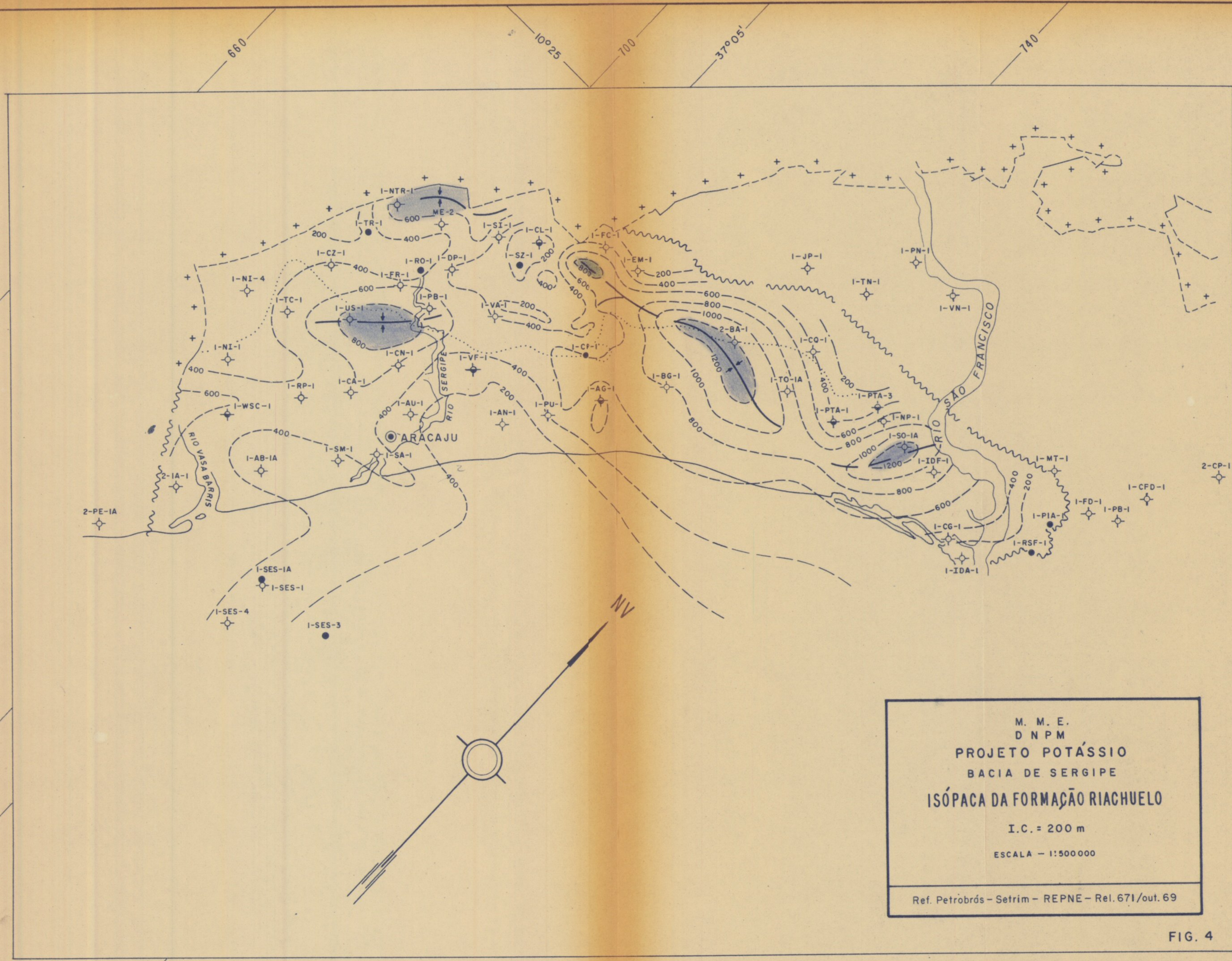
FIG. 2

RESERVA NACIONAL

M. M. E.
D N P M
PROJETO POTÁSSIO
MAPA DE ISÓPACAS DA ESPESSURA EFETIVA
DA
FORMAÇÃO RIACHUELO - MURIBECA
(TÔPO IBURA)
I.C. 100/200 m
ESCALA - 1:100 000
FIG. 3

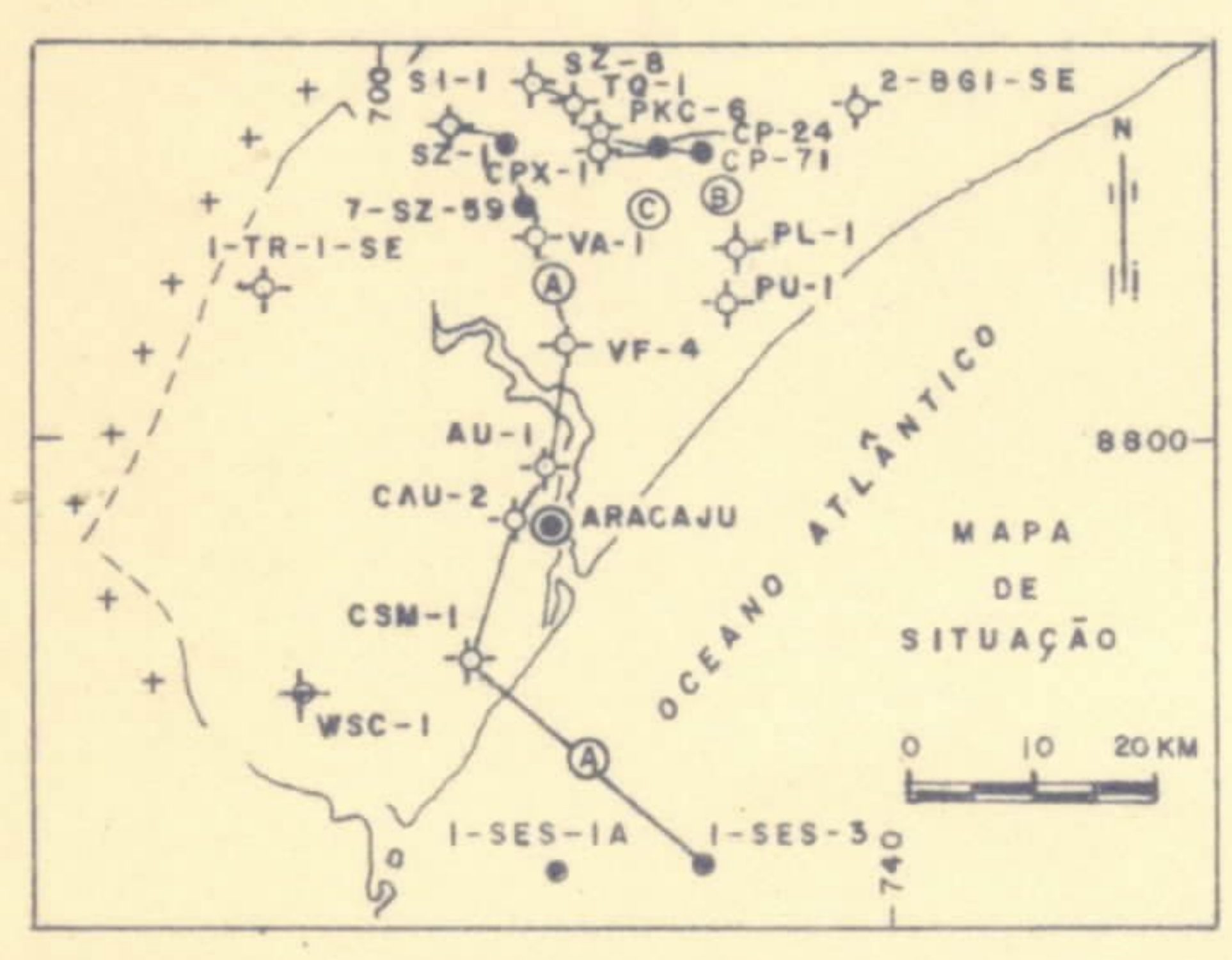
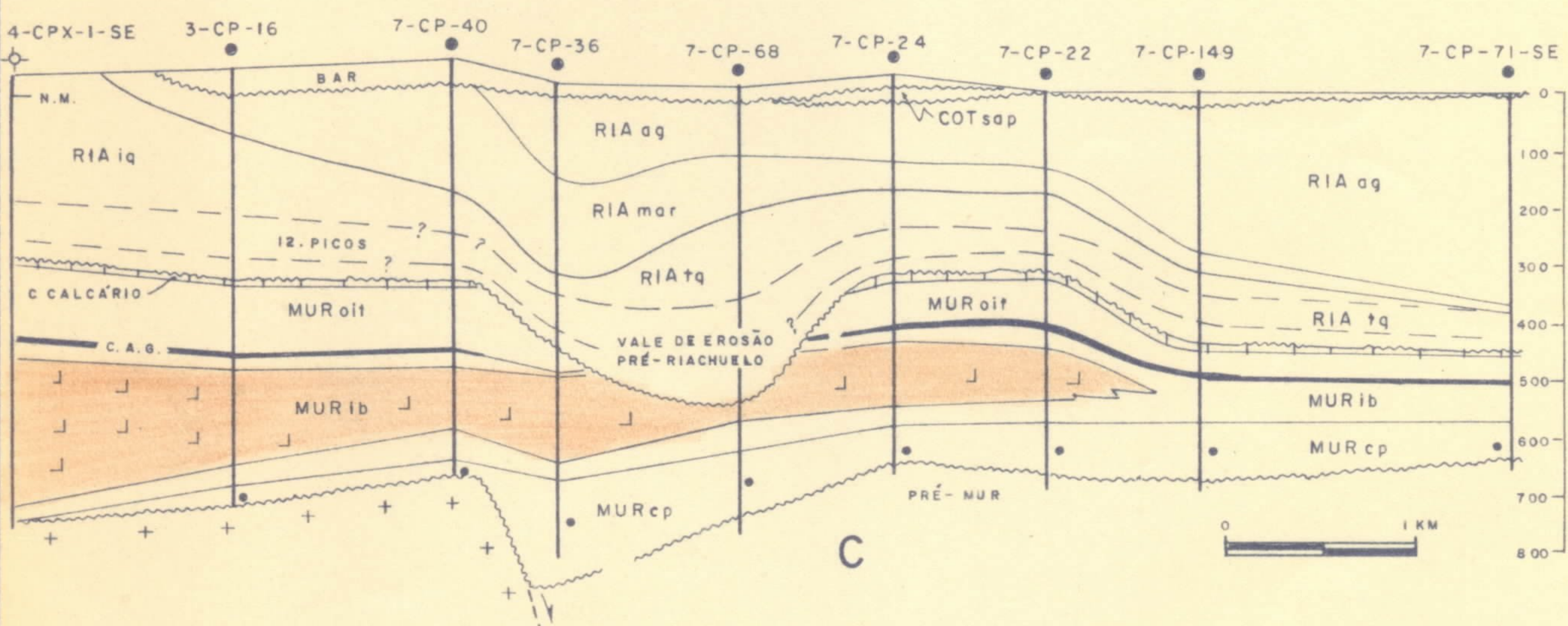
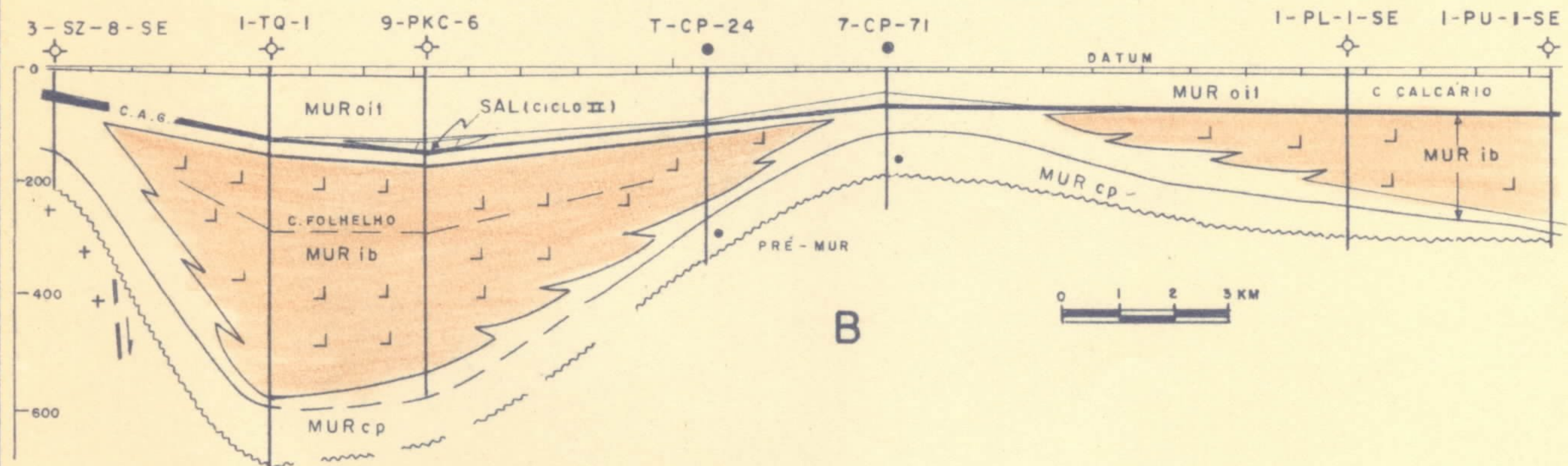
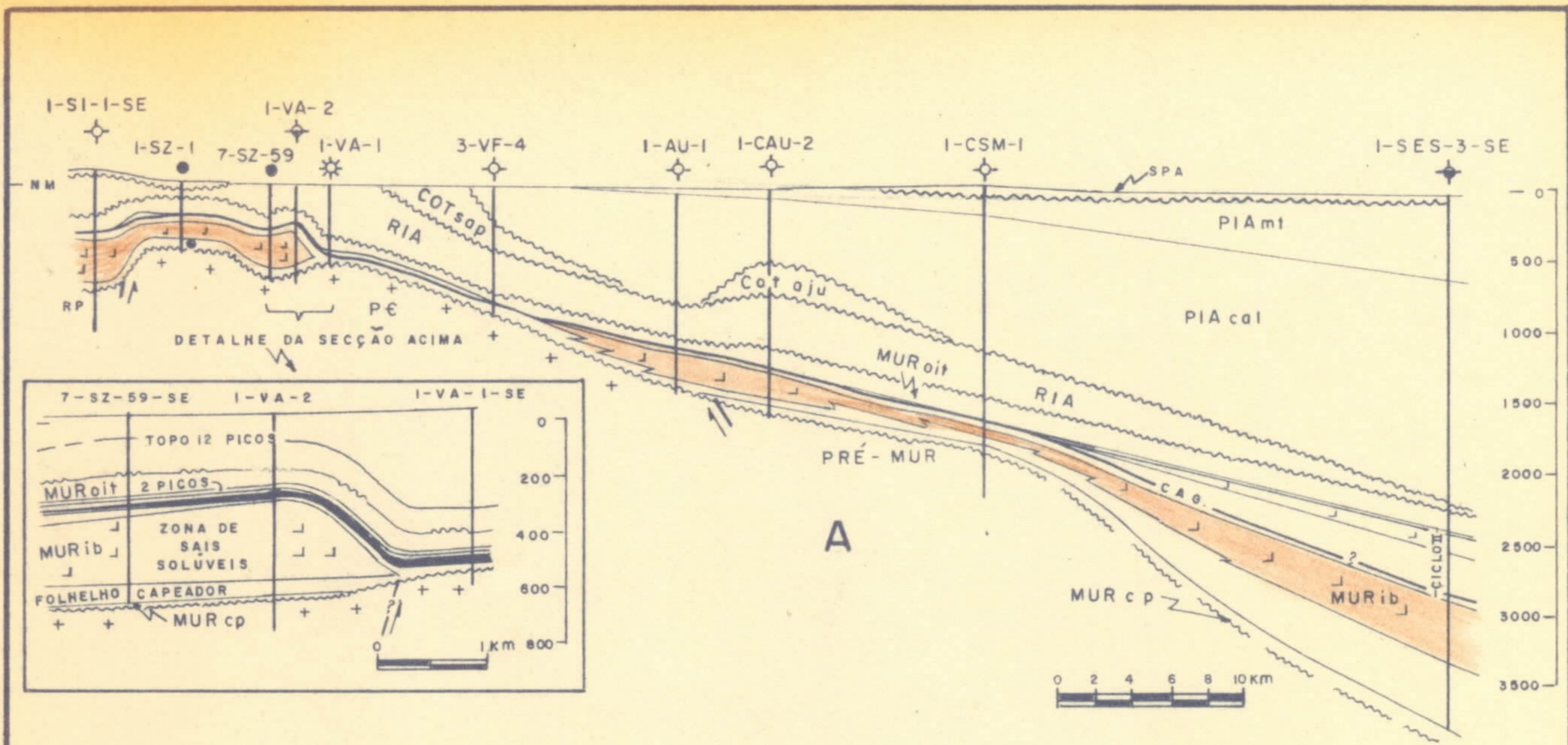


1cm = 1000m
= 1000 m
1m = 100.000 L



M. M. E.
 D N P M
PROJETO POTÁSSIO
 BACIA DE SERGIPE
ISÓPACA DA FORMAÇÃO RIACHUELO
 I.C. = 200 m
 ESCALA - 1:500 000
 Ref. Petrobrás - Setrim - REPNE - Rel. 671/out. 69

FIG. 4



M. M. E.
 D N P M
PROJETO POTÁSSIO
SEÇÕES GEOLÓGICAS ESQUEMÁTICAS
DA SEQÜÊNCIA SEDIMENTAR DA BACIA
DE SERGIPE

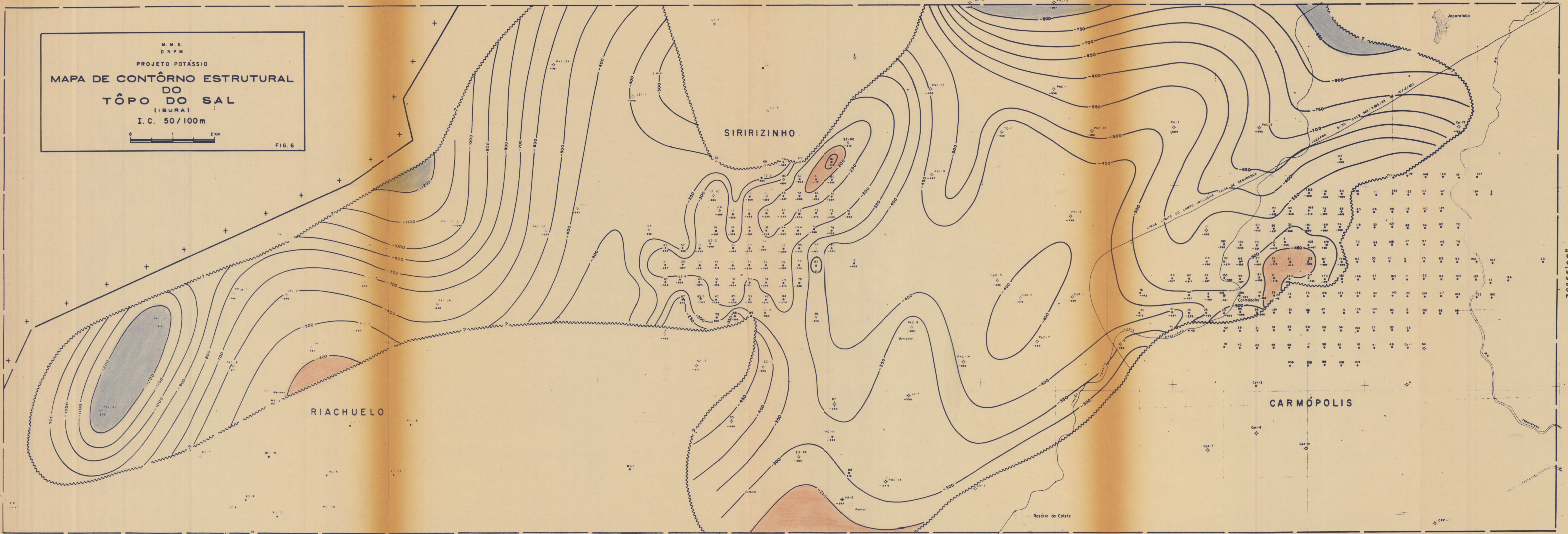
Ref. Petrobrás-Setrin-RPNE - Rel. 671-out.69

FIG-5

M.M.E.
D.N.P.M.
PROJETO POTÁSSIO
**MAPA DE CONTÔRNO ESTRUTURAL
DO
TÔPO DO SAL**
(IBURA)
I.C. 50/100m
0 1 2 Km
FIG. 6

10° 35' 12"

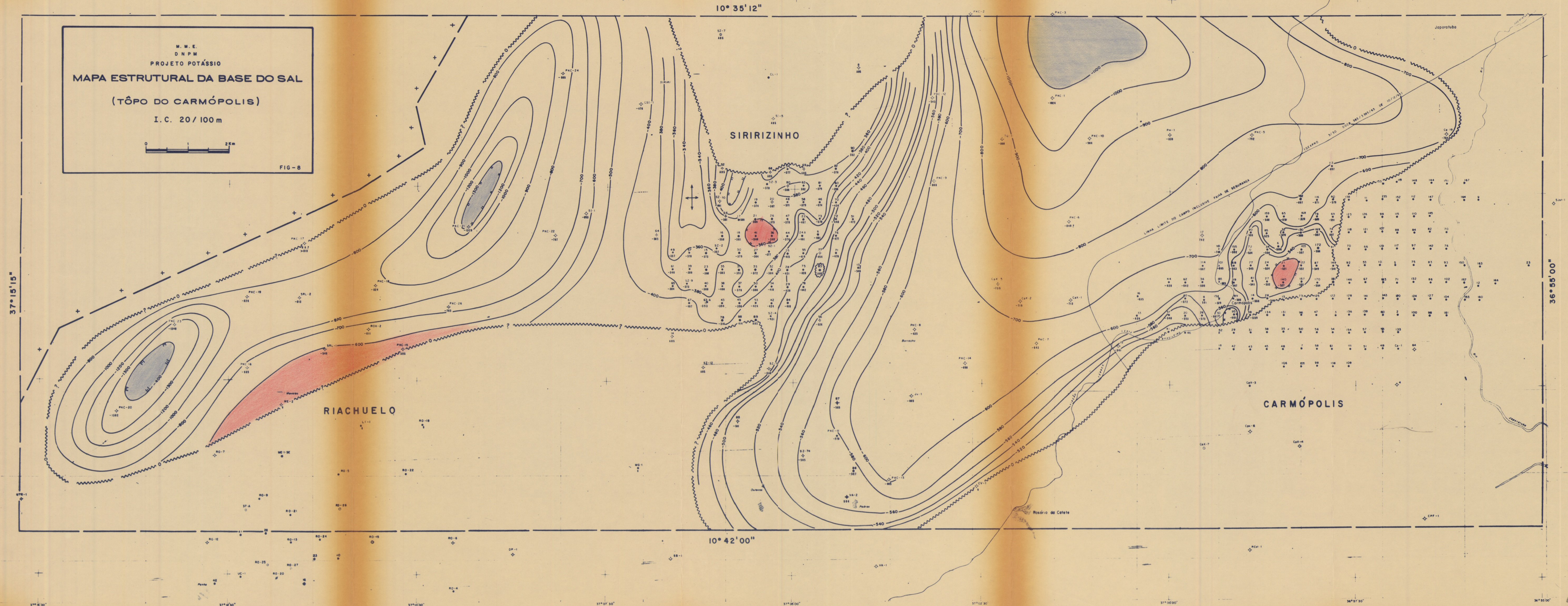
37° 15' 15"



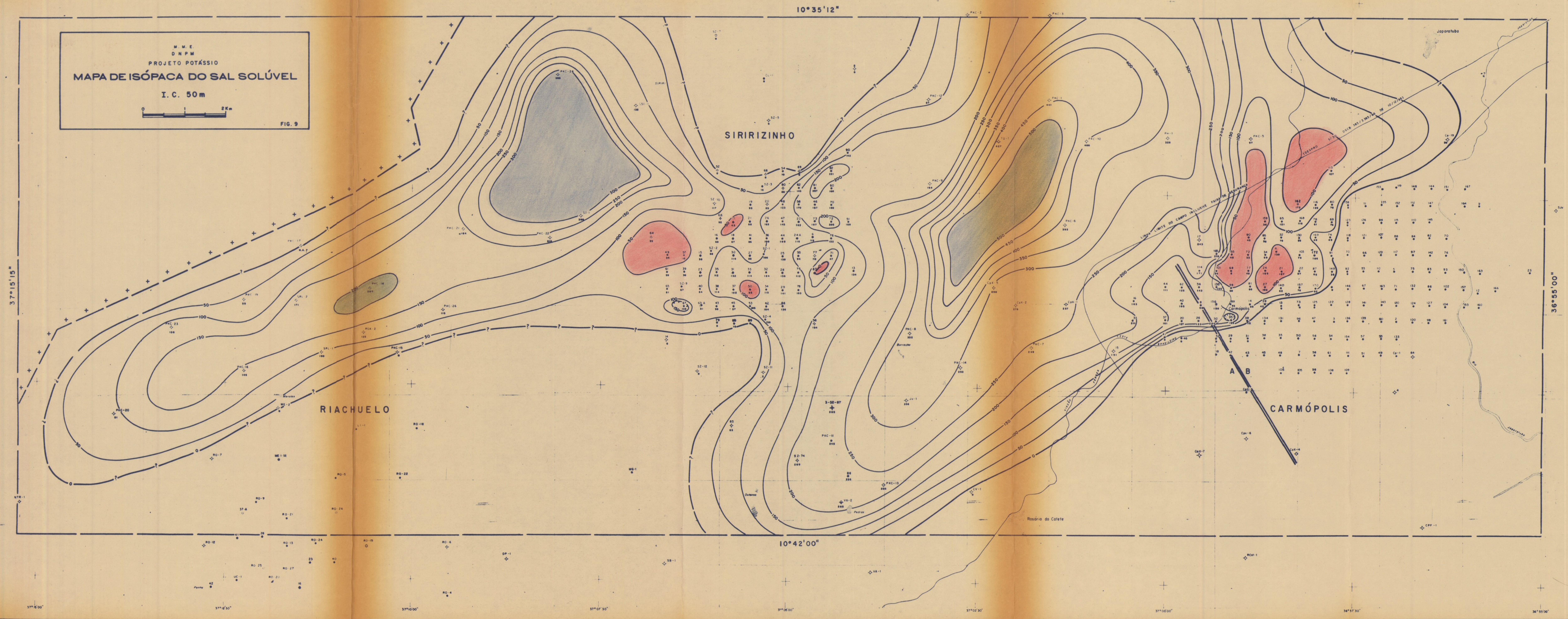
10° 42' 00"

36° 55' 00"

M.M.E.
DNPM
PROJETO POTÁSSIO
MAPA ESTRUTURAL DA BASE DO SAL
(TÔPO DO CARMÓPOLIS)
I.C. 20/100 m
0 1 2 Km
FIG-8



M.M.E.
D.N.P.M.
PROJETO POTÁSSIO
MAPA DE ISÓPACA DO SAL SOLÚVEL
I. C. 50m
0 1 2 Km
FIG. 9

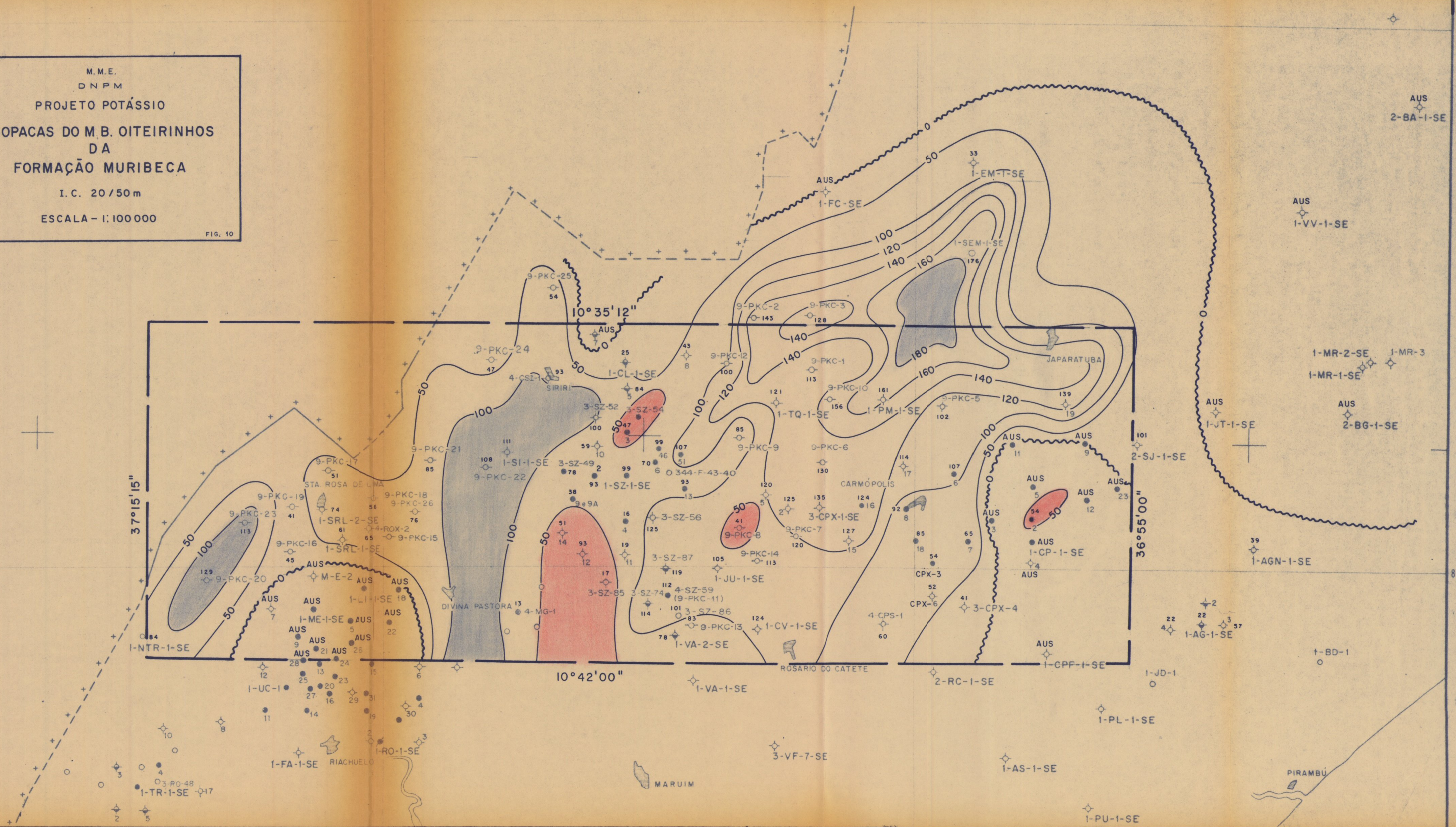


M.M.E.
DNPM
PROJETO POTÁSSIO
ISOPACAS DO M.B. OITEIRINHOS
DA
FORMAÇÃO MURIBECA

I.C. 20/50 m

ESCALA - 1:100 000

FIG. 10





MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

VIII - TECTÔNICA DO SAL

TECTÔNICA DO SAL1) Introdução

Mesmo quando outros sedimentos não apresentam sinais de deformação, os evaporitos podem exibir dobramentos complexos, devido ao seu caráter extremamente incompetente. A facilidade de escoamento plástico, em profundidade, é favorecida pela presença de água de fusão de sais hidratados, devida ao aquecimento geotérmico.

Em áreas de pouca energia tectônica, como aquelas constituídas por blocos falhados, a sequência evaporítica é normal, como membro concordante da sucessão, mesmo apresentando as camadas ligeiramente dobradas.

Com dobramento ligeiramente maior, quando a energia tectônica cresce um pouco mais, os evaporitos podem manter sua posição concordante, observando-se, contudo, que o topo das dobras se apresenta mais acentuadamente dobrado ou falhado do que os leitos subjacentes, havendo, outrossim, espessamento do sal neste ponto. Este espessamento é devido à tendência do sal para escoar para o núcleo dos anticlinais.

O próximo estágio, de intensidade da ação tectônica, é representado por dobras reversas nos leitos evaporíticos, não obstante a estrutura externa aparentar uma dobra aberta. A frente de um tal dobramento pode levar um leito mais antigo a se escoar dentro de um leito superior, mais novo, em grande extensão.

Um estágio de maior intensidade é representado pelos evaporitos intrusivos, quando o sal enche os planos de falha por escoamento, normalmente, por pressão do recobrimento.

À profundidade de 2.500 a 3.000m, a temperatura é da ordem de 100°C e a pressão da área de 600 Kg/cm². Nestas condições, o sal é muito plástico, e a pressão em sua massa / tem um caráter hidrostático. Sendo a halita menos densa do que a encaixante, resulta a tendência do sal para migrar para as zonas menos profundas. Dobramentos, mesmo suaves, criam pressões diferenciais que promovem o escoamento do sal em direção ao topo das anticlinais.

O volume de sal intrusivo pode se tornar importante, empurrando as paredes de falhas para fora, formando cor--

pos intrusivos de seção tabular até cilíndrica, num estágio entre enchimento de fratura e domo de sal.

Quando as forças tectônicas predominam, como em algumas zonas muito dobradas e falhadas, podem se desenvolver estruturas diapíricas, normalmente de seções alongadas segundo os eixos das anticlinais. Dobras concêntricas, muito frequentemente, apresentam falhas simétricas em cada lado do tópo, que é por sua vez empurrado para cima pela força hidráulica do sal. Os leitos mais competentes podem se apresentar brechados ou dispersos nas dobras complexas dos sais incompetentes.

Os domos de sal verdadeiros se originam em profundidades de 6.000 até 10.000 metros abaixo da superfície.

A fim de facilitar uma avaliação preliminar da importância da tectônica da bacia Taquari-Santa Rosa de Lima, será apresentado a seguir um sumário das características mais marcantes das quatro bacias principais de potássio do mundo.

2) Potássio na Formação Prairie Evaporite-Canadá

A formação Prairie Evaporite foi depositada em uma bacia estrutural, a Elk Point Basin, que se estende do NW de Alberta até SE de Saskatchewan, províncias canadenses e que termina nos estados americanos de Montana e Dakota do Norte.

A formação Prairie Evaporite, contendo os importantes depósitos de halita e sais de potássio, ocupa o tópo do Grupo Elk Point, do Devoniano Médio. Sotoposta à esta formação fica a Winnipegosis, com 10-100 metros de espessura, constituída de calcário dolomítico, dolomito e recifes biohermais, que foram bem desenvolvidos na plataforma que contornava a bacia. Abaixo da Winnipegosis ocorre a formação Ashern, constituída de folhelhos verdes e vermelhos e de dolomitos, base do Grupo Elk Point.

A salmoura original penetrou pelo NW de Alberta, se deslocando para SE, ao longo da sinclinal Elk Point-Broadview, ultrapassou a soleira de Chipewyan Lakes, entrando na extensa sub-bacia de Alberta. Prosseguindo seu curso, a salmoura ultrapassou a escarpa de Meadow Lake, estrangulamen

to importante, que separa a bacia de Alberta da de Saskatchewan, que constitui a bacia de potássio propriamente dita. Esta bacia tem uma extensão da ordem de 600 km por uma largura de 150 km.

Os sais de potássio ocorrem na parte superior da Prairie Evaporite, em três zonas extensas numeradas de baixo para cima de 1 a 3, e que podem ser correlacionadas em enormes áreas. A espessura do sal, é de 90-120 metros, nos altos estruturais, que bordejam a bacia a SW, e 150-180 metros na zona mais profunda. Os evaporitos são capeados pelos "Second Red Beds", constituídos de folhelhos dolomíticos vermelhos e verdes, que ocorrem na base da formação Dawson Bay.

Na bacia potássica, a dissolução do sal, em sub-superfície, iniciou pouco depois da sua deposição, e continuou, intermitentemente, pelo menos até o Cretáceo. Houve remoção de sal e leitos de potássio em extensões consideráveis, como na área de "Swift Current" e "Moose Jaw", e na ramificação que daí se estendeu até Saskatoon.

Na área da International Minerals and Chemicals Co, em Esterhazy, a Prairie Evaporite é recoberta por 450 metros de calcário, dolomito e anidrita do Paleozóico, recoberto, por sua vez, discordantemente, por arenitos mal consolidados de Jurássico e do Cretáceo e, por fim, por 300 metros de folhelhos desta última Era.

Em Esterhazy, a zona 3 de potássio parece ter sido erodida, e a zona 2, estando situada no tópo do sal, não foi considerada para mineração, pela inexistência de uma cobertura de sal suficiente para proteção dos trabalhos. Os trabalhos de mineração são conduzidos, apenas, na zona 1, cuja parte superior não tem valor comercial em Esterhazy.

O horizonte de minério em exploração contém vários leitos distintos, que foram numerados para facilitar a sua identificação, e que são os seguintes:

| <u>Espessura</u> (m) | <u>Leito</u> nº | <u>Silvinita</u> K ₂ O% | <u>Insolúveis</u> |
|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-------------------|
| 5,3 | 1 - 29 | Baixo | Baixo/médio |
| 0,6 | 30 | Baixo/médio | Baixo |
| 0,5 | 35 | Baixo | Muito baixo |
| 1,3 | 40 | Alto | Baixo |
| 0,5 | 45 | Baixo/médio | Médio |
| 0,7 | 50 | Médio | Baixo |

Os leitos 40-45-50 são minerados em uma espessura de 2,25 metros, tendo como marco de referência uma camada argilosa do topo do leito 45.

Não existe potássio de valor comercial em horizontes inferiores.

A Kalium Chemicals Ltd. opera por solução em uma área a 48km a W de Regina, onde a profundidade do minério é de 1600 metros, considerada impraticável para mineração subterrânea convencional. Essa empresa controla uma área de 1.250km² de minério de silvinita. Os leitos, extraídos por solução, numa espessura total de 30,6 metros, têm a seguinte distribuição:

| | | |
|-------|---|----------------------|
| 16,8m | - | 19% K ₂ O |
| 2,4m | - | NaCl |
| 7,2m | - | 22% K ₂ O |
| 18,0m | - | NaCl |
| 6,6m | - | 24% K ₂ O |

Houve pouquíssima perturbação tectônica nos evaporitos de Prairie. Os mergulhos das camadas são muito fracos, variando de 3 até 15 metros por Km. Os leitos de recobrimento dos evaporitos mostram muitas irregularidades estruturais pronunciadas, devidas à dissolução do sal subjacente.

As reservas recuperáveis, até 1050 metros de profundidade, com teor da ordem de 25% K₂O e mais, no Prairie Evaporite, foram estimadas em 6,4 bilhões de toneladas, em 1956. De então para cá, ficou comprovada a viabilidade de extração por solução em grandes profundidades, e também, da mineração abaixo do limite indicado, o que elevou as reservas recuperáveis para 18 bilhões de toneladas.

3) Depósitos de potássio da bacia de Delaware

O permiano, que ocupou uma bacia geosinclinal, abrangendo os Estados de Novo-México, Texas, Oklahoma, Kansas e Colorado, apresenta mais de 3.000 metros de espessura, dos quais os 1.800m inferiores são leitos marinhos e, os 1.200m / superiores evaporitos e clásticos não marinhos.

Na bacia de Delaware, o Permiano apresenta três sequências de fácies distintas. Nas áreas deposicionalmente baixas fica uma bacia, com sedimentos essencialmente clásticos. Nos bordos desta bacia ocorre uma faixa de recife de

calcário altamente fossilífero. Por trás destes recifes, ficam depósitos tipo lagunares, de plataforma, constituídos de calcário e folhelho fossilífero, dolomito, evaporito, etc.

Os depósitos de potássio estão na formação Salado da Série Ochoa, que ocupa o topo do Permiano. A formação Salado consta de evaporitos e quantidades subordinadas de clásticos.

O distrito de potássio de Carlsbad, localizado / cerca de 20km a leste da cidade do mesmo nome, cobre uma área aproximada de 3.000Km^2 . Fica no bordo norte da bacia de Delaware, numa área pronunciadamente negativa, durante todo o Permiano. Este bordo acompanha a transição entre sedimentos espessos na bacia, no lado sul, e uma sequência menos espessa na plataforma. Esta zona de borda da bacia corresponde à posição da formação Capitan, da Série Guadalupe, constituída de calcário de algas, com calcários estratificados em ambos os lados, cuja espessura atingiu 600 metros. Esta é recoberta pela formação Castile, da base da Série Ochoa, que ocorre apenas na bacia de Delaware. A formação Salado recobre a Castile, e é uma sequência praticamente contínua de sal, com quantidades / menores da anidrita, polihalita e leitos detríticos.

A formação Salado cobre tanto a área da bacia, como a da plataforma, entretanto, sua espessura deposicional é da ordem de 300 metros na plataforma e 600 metros na bacia. O potássio ocorre tanto ao norte como ao sul da borda entre a bacia de Delaware e a plataforma.

O Salado é bastante complicado, estratigráficamente, mostrando em sua parte central, cerca de dez alternâncias de anidrita e sal, e acentuadas variações laterais de fácies.

Os sais de potássio são extensivamente desenvolvidos no Salado. Podem ser reconhecidas quarenta camadas de potássio, das quais sete são predominantemente silvinita, em duas outras a langbeinita é também abundante ao lado da silvinita, e em outras estão presentes quantidades apreciáveis de carnalita. As demais são mistura de polihalita e anidrita.

As ocorrências de potássio, em membros anidriticos, são grandes, numerosas e espalhadas virtualmente por toda a extensão sul da área do Salado. Consistem quase inteiramente de anidrita predominante com polihalita, existindo evidência clara de que resultam de rocha anidrita pre-existente.

Os depósitos de valor econômico ocorrem nos membros de halita, e estão concentrados em área muito menor que aquela onde a polihalita é o mineral de potássio. Estes depósitos se estendem segundo a estratificação, e estão localizados na zona McNutt de potássio, situada na parte média do intervalo evaporítico.

Foram reconhecidas, pelo USGS, doze zonas de minério. As zonas n° 1 e 10, na área da International Minerals and Chemicals, foram mineradas para silvinita, e as zonas n° 4 e 5 para silvinita e langbeinita. A U.S. Potash vem minerando os horizontes n°s 4 e 5. Existem reservas de minério nas zonas n°s 1-4-5-7-8 e 10. Estes diversos horizontes potássicos foram responsáveis pela parte predominante da produção de potássio nos EE.UU. nos últimos 30 anos.

Estes corpos tabulares de minério, geralmente de textura granular de ordem de 1cm, apresentam leitos marcos / extensivos de argila, ou de combinações litológicas típicas, que têm servido de referência para os trabalhos de mineração. As espessuras úteis nas diversas áreas em exploração, são / bastantes uniformes e compreendidas entre 2,7 e 1,2 metros.

Em recente estudo sobre a zona n° 5 de minério, constituída de halita, langbeinita e silvita, o lençol de minério é descrito como labiríntico, significando isto que ele se assemelha a um conjunto de canais interligados, cercado ilhas estéreis. Este complexo no intervalo da 5ª zona de minério, delimitada por dois marcos de polihalita, acompanha ou corta os planos de estratificação, não sendo simples rocha evaporítica estratificada.

A estrutura da área de ocorrências dos depósitos de potássio é simples. Os mergulhos são da ordem de 15-17 / metros por Km, para leste. Em alguns pontos o mergulho regional pode ser alterado por pequenas elevações dômicas, umas poucas dobras largas e algumas flexuras monoclinais mergulhando para leste, e paralelas às margens da bacia. Não há zonas de dobramento ou falhamento intenso, ou mesmo bem definidas. Muitas das elevações dômicas resultam de feições topográficas impostas por massas do recife Capitan.

4) Potássio na Bacia de Paradox

A parte média da bacia de Paradox fica na linha

que limita os Estados de Utah e Colorado. Ela tem cêrca de 100-150 Km de largura.

Esta bacia foi formada pela elevação do planalto de Uncompahgre, e abaixamento de uma fossa profunda, com 40 a 50 Km de largura, alongada NW-SE. O Uncompahgre limita a bacia a NE, e do lado SW ela se estende, depois da fossa, em longa plataforma deposicional.

Na área da fossa profunda, existem cinco anticlinais de sal principais, constituídas por trends de dobras falhadas, com extensão de 45 até 100 Km, e direção NW-SE. Esta área está situada no Colorado Plateau, com sua fisiografia típica. Vales longos, estreitos e de fundo plano, de aspecto característico, chamados vales de sal, foram erodidos ao longo de partes dos tôpos das estruturas de sal. O sal não aflora em parte alguma, ocorrendo um capeamento de rocha gipsífera, onde o sal anteriormente existia em superfície.

Cada anticlinal de sal tem um núcleo central de sal de estrutura complexa, com 3 a té 10 km de largura, e espessura no centro variando de 1.200 até 5.100 metros.

A estrutura dos sedimentos pós-sal, nas encostas dos vales de sal, é complicada, porém, os leitos expostos mergulham em geral, para fora da estrutura de sal. Este aspecto anticlinal dos sedimentos post-sal, nas zonas das estruturas de sal, deu origem ao têrmo "anticlinal de sal".

Foram identificados 29 ciclos evaporíticos completos, cada um na sequênciã calcário-dolomito-anidrita e sal, seguindo-se então a ordem inversa: sal-anidrita-dolomito-calcário. Dêstes ciclos, 18 contêm potássio. As condições de sedimentação refletem o ajustamento tectônico de uma bacia aprofundando. Mapa de igual proporção de sal nos evaporitos apresenta linhas cortando localmente as anticlinais de sal, indicando que o perfil deposicional não foi grandemente modificado pela transferência de sal, e rochas associadas, para o núcleo / central de sal dos anticlinais.

Na área da plataforma, e SW da fossa profunda, a espessura da seção contendo sal varia de 900 metros até zero. Apesar de não ser conhecida a espessura original do sal, na zona das estruturas maiores de sal, porque ela foi grandemente modificada pelo escoamento dêste, ela pode ser estimada, pelo menos, em 1.500m e mesmo 2.100m. A espessura individual

das camadas de sal, no núcleo central das estruturas, é cêrca do duplo da espessura da mesma camada na plataforma, sugerindo que o aumento de espessura da massa central, devido ao escoamento do sal, é, aproximadamente, duas vêzes a espessura original.

A superfície, na qual o sal se depositou, apresenta abruptos relevos estruturais. No fim da cristalização do sal a superfície irregular pré-sal ficou recoberta por um corpo de sal, de espessura variável, uma parte do qual já havia sido, provavelmente, dobrado. Em áreas estruturalmente altas, profundamente recobertas, o Membro Paradox pode ser grandemente adelgado, e, localmente, o sal pode estar ausente. Próximo a êste local, na parte central da anticlinal, esta formação pode atingir espessuras de 3.000 metros, e até mais, estando em área estruturalmente baixa, limitada, ao longo de um lado, por altas encostas de rocha pre-sal.

A NW da estrutura de sal Moab Valley, a massa central de sal tem uma espessura de 2.100 metros. Leitos individuais de sal apresentam a mesma espessura, na metade superior da estrutura, e fora dela. Na metade inferior do núcleo central, os leitos individuais de sal são muito mais espessos do que seus equivalentes na área da plataforma. Um dos leitos / mais profundos aparenta espessura dupla, devido a dobramento na massa central. Estas ocorrências podem ser explicadas pela continuada submergência das rochas pré-sal, ao longo do local da estrutura, desde o começo até o meio do período de deposição do sal. Pode resultar numa seção de sal mais espessa e também início do dobramento do sal previamente depositado.

O crescimento inicial das massas de sal ocorreu / no Pensilvaniano Médio, sob condições marinhas. Êste crescimento contínuo e rápido prosseguiu até o Permiano, com recobrimento insignificante de sedimentos post-sal. O tópo da estrutura evaporítica se mantém próximo ou igual ao da superfície dos sedimentos que, por longo tempo, se depositam em seus flancos. As estruturas das massas centrais de sal não são / pois, nem perfurantes nem diapíricas, elas evoluem por crescimento gradual, a medida que os leitos, depositados em sua circunvizinhança, se afundam. A ausência de detritos do Paradox nos leitos Paleozóicos, que cobrem as encostas das estruturas de sal, sugere que os evaporitos plásticos não formaram elevações altas, em relação aos sedimentos de seus flancos. O cres

cimento das estruturas de sal, durante o Cutler foi, provavelmente, causado pela carga de sedimentos, nas vizinhanças das estruturas.

No triássico Médio cessou o período de grande deslocamento entre o Uncompahgre e a fossa. A área foi recoberta em seguida, por sedimentos do Triássico Superior, Jurássico e Cretáceo. As estruturas de sal, porém, continuaram a crescer mais lentamente.

Durante o período de deformação regional, entre o Cretáceo Superior e o Terciário, dobras largas se desenvolveram nas estruturas de sal.

A cessação final do crescimento das massas de sal na parte final do Mesozóico, se deu, aparentemente, por exaustão do sal nas áreas que flanqueiam as estruturas.

Falhas, às vezes de grande magnitude, são abundantes na área. A falha de Moab, na parte NW da anticlinal de Moab Valley, tem um rejeito de 150 metros, próximo à sede do Monumento Nacional dos Arcos. Os vales de sal apresentam grandes falhas paralelas ao trend dos eixos das anticlinais, as quais produziram grabens na parte central das dobras. Falhas / transversais aos trends das anticlinais de sal são também frequentes.

A ocorrência do potássio no Membro Paradox é conhecida desde 1925. Entretanto, somente em 1956, após assegurados os direitos sobre a área, a Delhi-Taylor iniciou o primeiro de uma série de oito furos de pesquisa. A Gulf Sulphur Co. adquiriu a propriedade em 1960, e perfurou mais nove poços.

A mina de Cane Creek, situada na anticlinal de sal do mesmo nome, fica próxima à borda W da bacia, em área que, supostamente, não sofreu o intenso dobramento do sal, tão comum nas outras anticlinais.

Existem três leitões de potássio, havendo um outro leitão na área de Seven Miles. Em Cane Creek somente as duas camadas superiores são consideradas como exploráveis economicamente. O leitão superior foi inteiramente definido e está em lavra; entretanto o leitão inferior também foi devidamente estudado e tem teores ainda melhores do que a camada superior.

Os trabalhos de mineração mostraram que o relevo das camadas de potássio é bem mais acentuado do que o previsto, criando mesmo uma certa dificuldade para a mineração.

Esta bacia é uma fonte potencial importante de potássio. Sérios obstáculos, a seu aproveitamento, são constituídos pela profundidade dos depósitos e pelas complicações estruturais das anticlinais de sal.

5) Depósitos de Sal e de potássio na Alemanha

O Permiano Inferior da Alemanha foi denominado Rotliegend devido à cor vermelha de seus conglomerados, arenitos e siltitos continentais. Estes depósitos chegam a ter uma espessura de 1.500 metros. Devido ao desenvolvimento de uma bacia marinha, com influxo de salmoura pelo norte, formou-se uma espessa formação de sal Rotliegend, na atual região do baixo Elba.

A seguir, vem a deposição dos mais significativos depósitos de sal da Alemanha, no Zechstein ou Permiano Superior. O mar, ingressando pela Escandinávia, invadiu uma extensa bacia que ocupava a maior parte da Alemanha. O Zechstein foi depositado em quatro ciclos, numerados de 1 a 4, de baixo para cima. Cada ciclo começou com sedimentação progressiva de clástico (conglomerado na margem da bacia, arenitos, siltitos, etc.), calcário, dolomito, gipsita-anidrita, espessuras consideráveis de halita e, no fim, sais de potássio. A sequência regressiva seguiu a ordem / inversa, porém com espessuras menores.

Os carbonatos e a gipsita-anidrita se depositaram, em espessuras consideráveis, nas bordas da bacia e nas áreas de águas rasas. Desenvolveram-se nestes locais recifes de briozoários no Zechstein 1, e de algas no Zechstein 2 e 3. Estas rochas carbonáticas claras mudam de fácies, lateralmente, com o aprofundamento da bacia para calcários e dolomitos escuros, até leitos delgados de folhelhos fétidos. No Zechstein 2 é muito clara a transição anidrita principal, anidrita fétida e folhelho fétido. As anidritas que se seguem aos carbonatos marginais atingem / espessuras de 300-500 metros.

Nos ciclos 2-3-4 do Zechstein foram depositados de 200 até 600 metros de halita, em quase toda a extensão da bacia. No Zechstein 1 houve deposição de halita apenas próximo à barreira de anidrita.

Os sais de potássio representam a salinidade

máxima, ocorrendo, em consequência, como intercalações de 2 a 10 metros de espessura, dentro de volumes muito maiores de halita. No Zechstein 1 os leitos exploráveis de potássio se limitam à bacia parcial de Hessen-Turingia. A famosa camada Stassfurt do Zechstein 2 é muito extensa. As camadas / Ronnemberg e Riedel do Zechstein 3 são lentes extensas, exploráveis em umas áreas e outras não. As camadas de potássio do Zechstein 1 e 2 são constituídas principalmente de silvita (KCl), carnalita ($MgCl_2, KCl, 6 H_2O$) e kieserita / ($Mg SO_4, H_2O$), com mudanças laterais de fácies rápidas. Os leitos do Zechstein 3 constam predominantemente de silvinita com sais de magnésio pobres ou ausentes.

Os depósitos do Zechstein foram cobertos por cerca de 800-1.000 metros de arenitos vermelhos do Buntsandstein, em cuja parte superior se desenvolveu nova bacia salina, porém com ingresso de salmoura pelo sudeste.

No Muschelkalk Inferior, com ingresso de salmoura pelo SE, foi depositado um banco de 120 metros de calcário marinho, seguido de nova fase evaporítica, no Muschelkalk Médio.

Ocorre na França e na Inglaterra, halita no Keuper.

A deposição de sal, tal como citada até aqui, cobriu aproximadamente a mesma área, porém com influxo de salmoura pelo noroeste durante o Permiano, e pelo sudeste no Triássico.

No Jurássico Superior, Portlandiano, houve a formação de uma bacia salina com deposição de uma espessura de 200 metros de sal e sulfatos, em uma pequena área a NW da Alemanha.

No graben do Reno, entre os Vosges e Schwarzwald, foram depositadas algumas centenas de metros de sal, durante o Eoceno Superior e Oligoceno Inferior. Ocorrem aqui dois leitos de potássio, de teor elevado, explorados do lado francês.

No Mioceno, novamente, ocorre halita no graben do Reno.

Os primeiros movimentos tectônicos começaram no Triássico Superior, quando de 2.000 até 5.000 metros de sedimentos recobriam os sais do Permiano. O diapirismo é conhecido desde o Cretáceo Inferior, quando um certo número de

corpos de sal perfurou o capeamento. Em outras áreas, durante as fases tectônicas do Cretáceo Superior, Terciário Inferior e Superior, houve desenvolvimento de domos de sal, alguns dos quais continuam a crescer até os dias de hoje. Em geral depois de um período longo de enchimento de sal, formando estruturas em forma de travesseiro, a perfuração do teto se processa rapidamente, seguida de um alívio de pressão, seguido por movimentos suaves posteriores.

Graças a perfurações para exploração de potássio, em diapirs e em domos de sal, foi possível estudar suas estruturas complicadas. Para detalhamento estrutural é indispensável uma experiência considerável em estratigrafia do sal. No norte da Alemanha, as halitas do Rotliegend constituem o núcleo destes corpos de sal, enquanto as do Zechstein formam o manto externo. São frequentes dobras repetidas de sal mais antigas recobrando membros mais novos. Dobras com eixos verticais resultantes de deslizamentos viscosos, formam dobras em cortina, que constituem a forma normal de deformação. Resultam mergulhos quase verticais dos leitos de potássio, o que é bem favorável para mineração.

No sul de Hannover a base do Permiano é bastante alta, de modo que as formações salinas acompanham os contatos estratigráficos normais. As formas tectônicas são muito modificadas pelo deslocamento do sal, que promove o enchimento do núcleo das anticlinais em alguns pontos com perfuração de seu topo. Estas deformações podem alterar muito a sequência estratigráfica, dificultando a interpretação das sondagens. Sendo os eixos dos dobramentos próximos à horizontal, a variação dos mergulhos de um ponto para outro dificulta os trabalhos de lavra do potássio.

Mais para o sul, na área dos rios Werra e Fulda, o Zechstein é sub-horizontal. Descontados alguns diques de basalto, não há grande problema estrutural. Dobramentos locais restritos nos leitos de potássio, podem ocasionar algumas dificuldades.

6) Tectônica do sal da bacia Taquari-Sta. Rosa de Lima

Os testemunhos do poço PKC-1 mostram, conforme consta do perfil composto, que a estratificação das halitas, até abaixo da silvinita principal, foi consistentemente regu

lar, em tórno de 5°, concordante com a dos clásticos do recobrimento, não indicando deformações diferenciais dentro do corpo de sal. No intervalo correspondente ao folhelho, marco nº 8, houve porém enérgicos dobramentos secundários e amarrotamentos, com mergulhos muitas vezes verticais. Os testemunhos dêste folhelho, que não foram embalados em sacos de polietileno soldados, absorveram umidade, incharam, exsudavam salmoura amarga, e se desagregaram, mostrando que contêm muita argila reativa e carnalita. Graças a sua composição, êstes folhelhos funcionaram como leitos plásticos incompetentes, capazes de espessamento por escoamento interno, sem budinagem. Êsse estilo de dobramento se estendeu pelas taquidritas subjacentes até as primeiras carnalitas que lhe sucedem. Deste ponto até o fim do poço a estratificação foi, novamente, regular, com algumas poucas extensões com micro-dobras / na carnalita.

O poço PKC-10 começa com halita de estratificação concordante com a dos sedimentos do recobrimento, porém, depois de 15 metros começam a aparecer pequenas micro-ondulações, micro-falhas e, às vêzes, consideráveis variações de mergulho. A silvinita também apresenta acentuadas variações de mergulho. Verifica-se que, neste intervalo já houve esforços de que resultaram estas deformações pouco desenvolvidas. Os leitos de halita na taquidrita subjacente são micro-onduladas, micro-dobradas e micro-falhadas. O marco nº 8, contudo, não apresenta deformações diferenciais, as variações de mergulho se situando entre 10° e 20°. A taquidrita seguinte e a carnalita que lhe é subjacente apresentam algumas micro-dobras e micro-falhas, mais frequentes no tópo, apesar de estratificação predominante estar próxima do mergulho geral 5° - 10° - 20°. Nos intervalos basais de carnalita e halita a estratificação se apresenta uniforme, apenas localmente com desvios anômalos.

O PKC-6 apresenta, acima da silvinita, algumas / poucas variações bruscas de mergulho, indicando deformações diferenciais. Ocorrem micro-dobras nas taquidritas do tópo do marco nº 8, no qual apenas variações locais de mergulho / indicam as deformações sofridas. Na base dos evaporitos, a halita se apresenta bastante micro-ondulada, com variações anômalas de mergulho. Êstes pequenos deslocamentos na halita basal devem ter propiciado o caminho para as soluções secun-

dárias, que lixiviaram as carnalitas e taquidritas desta área, até a altura do marco nº 8.

Examinando-se o mapa de isópacas da seção de sais solúveis e os estruturais do tópo e da base dos mesmos, ilustrações nºs 15-16-19, verifica-se que êstes evaporitos apresentam, apenas, um espessamento suave e normal no centro da bacia. Efetivamente, não houve condições de compressão pelo peso dos sedimentos sobrejacentes, que escassamente podem ter atingido 1.500 metros de espessura, para provocar escoamento de sal, mesmo para formar estruturas em forma de travesseiro, que antecedem as formas perfurantes ou diapíricas.

Examinando, também, o mapa de isópacas do pico superior do marco nº 12 até o tópo da taquidrita superior, ilustração nº 22, verifica-se que esta espessura é bastante uniforme, crescendo lentamente para o meio da bacia. Como o tópo da taquidrita em consideração é a base do corpo de silvinita principal, constata-se que êste é, aproximadamente, paralelo ao contato superior dos evaporitos com os clásticos e, portanto, a êstes. As observações apresentadas, com relação a êste intervalo nos poços PKC-1-10-6, mostram que, em algum ponto, ocorreram deformações diferenciais de pouca envergadura, que não chegaram a perturbar a concordância citada dos aleitamentos.

As deformações internas destes evaporitos começam propriamente, abaixo da silvinita principal, e são caracterizadas por espessamentos e adelgaçamentos de leitos de carnalita, de folhelho e de taquidrita, que são os leitos de maior mobilidade, dada sua maior plasticidade, onde os esforços provocam deslocamentos mais facilmente. É provável que as halitas basais tenham comportamento semelhante às do tópo, apenas um pouco mais deformadas, como ocorre no PKC-6.

Na área de Santa Rosa de Lima, a situação tectônica é semelhante, entretanto, os perfis compostos do PKC-16-18-26 sugerem maiores deformações diferenciais.

Como, após a sedimentação do Oiteirinhos, as ações tectônicas foram pouco importantes, a estrutura das silvinitas principais podem ser espelhadas aproximadamente nas estruturas aflorantes dos Membros Taquari.

IX - METAMORFISMO DOS EVAPORITOS

METAMORFISMO DOS EVAPORITOS

Com os conhecimentos atuais destes evaporitos, é difícil averiguar se houve neles alguma ação metamórfica importante, durante o período diagenético.

Alterações importantes nas associações minerais podem ser promovidas pelo metamorfismo geotermal progressivo que pressupõe a fusão dos minerais hidratados e a cristalização de novas associações minerais, em equilíbrio estável, de acordo com o crescimento da profundidade, e, portanto, da temperatura. Este tipo de metamorfismo é particularmente importante em evaporitos ricos em sulfatos de Na e Mg, dada a sequência de associações minerais, promovidos pelas variações da temperatura de confinamento, bem enquadradas nos diagramas de equilíbrio isotermal. Como já exposto, os sulfatos estão praticamente, ausentes nos evaporitos da Área de Reserva Nacional, não havendo condições autogênicas para a formação de soluções sulfáticas e, em consequência, não existindo possibilidade de ocorrência de metamorfismo geotermal progressivo.

Alterações importantes são também, em geral, promovidas pelo metamorfismo retrógrado, que se origina na conversão de espessos pacotes de gipsita em anidrita, com liberação de 0,486 cc de água por centímetro cúbico de gipsita, água esta saturada em Ca SO_4 . Este metamorfismo é promovido pela reação desta solução com sais de potássio, já que sua reação com halita pura não ultrapassa à saturação de solução. Esta reação produz sulfatos hidratados, cujas sucessivas recombinações progridem no sentido de soluções de fusão cada vez mais ricas em SO_4 , ao contrário do metamorfismo geotermal, em que as soluções evoluem de carbonáticas para sulfáticas e, no fim, para clorídricas. No caso presente, os leitos de anidrita, que podem ser observados nas secções geológicas, são finos e pouco expressivos e, admitidamente, restos de quantidades maiores alteradas por ação bacteriana, da qual resultou o CaCl_2 das taquidritas. Não houve, pois, condições para metamorfismo retrógrado, fato, aliás, provado a priori pela ausência de minerais sulfatados nos evaporitos.

De acordo com o diagrama do sistema $\text{Na}_2\text{Cl}_2\text{-K}_2\text{Cl}_2$ $\text{MgCl}_2\text{-H}_2\text{O}$ de Braitsch, em uma salmoura com concentração de MgCl_2 crescente, devida à cristalização de silvita, atinge-se

um ponto em que não é mais possível cristalizar silvita, se não em equilíbrio instável, passando a salmoura a precipitar carnalita. Progredindo mais a concentração em $MgCl_2$, chega-se ao ponto de bischofita, a partir do qual não mais cristalizaria carnalita, ou esta seria instável. Examinando a seção geológica VA-2 até PKC-3, pode se visualizar a alta concentração em $MgCl_2$ na zona da atual silvinita principal, que constituía uma ampla bacia, cujo fundo era composto de carnalita e taquidrita, e na qual só poderia cristalizar, estávelmente, carnalita. As indicações geoquímicas mostram que, tanto a atual silvinita principal desta área, como sua correspondente de Santa Rosa de Lima, são predominantemente secundárias e resultantes da lixiviação do $MgCl_2$ de carnalita. O estudo petrográfico não esclarece o assunto, se bem que identifica silvita secundária típica. O modo de ação das soluções que se enriqueceram com o $MgCl_2$ destas carnalitas, deixando silvinita em substituição, não é conhecido, tratando-se, muito provavelmente, de salmouras supergenas. Estas soluções não são fruto de metamorfismo geotermal e nem regressivo, porquanto não derivam nem da fusão de sulfatos hidratados e nem da transformação de gesso em anidrita.

Houve também a lixiviação promovida por soluções secundárias, agindo de baixo para cima, como está claramente indicado nas seções geológicas VA-2 até PKC-3, SZ-13 até PKC-1, SZ-13 até CP-20 e PKC-20 até CSI-1. Estas soluções lixiviaram carnalitas e taquidritas nos poços TQ-1, PKC-7 e / PKC-6 da base até o marco nº 8 e, no poço CPX-2, até o folheto marco nº 6. É frequente aí a recristalização da halita em cristais grossos e a presença de cristais grandes isolados de carnalita. Não se verificou, em nenhum poço, ação / destas soluções secundárias acima do marco nº 8.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

X - A SALMOURA POBRE EM SULFATOS DE SÓDIO E
MAGNÉSIO

A SALMOURA POBRE EM SULFATOS
DE Na e Mg.

Tal como ocorre na maioria das bacias potássicas do mundo, a bacia interna de Japarutuba-Santa Rosa de Lima é do tipo deficiente em sulfatos. Esta deficiência é caracterizada pela pequeníssima porcentagem de sulfatos de Na, Mg e K precipitados na bacia em consideração e com relação aos precipitados da água do mar.

Supondo mesmo que a parte principal dos calcários dolomitos e anidritas se tenha precipitado na bacia costeira, que antecede à bacia interna, é marcante a ausência, praticamente completa, de sulfatos de Na, Mg e K, em toda a zona de silvinita já examinada. Sulfatos como Kieserita, kainita, langbeinita, epsomita, loweita, etc., não foram encontradas no exame mineralógico microscópico de nenhuma das amostras cortadas na zona de silvinita de, praticamente, todos os poços do Projeto.

A deficiência de sulfatos é, normalmente, atribuída à redução extensiva, e a longo prazo, dos sulfatos dissolvidos na salmoura, por bactérias, durante a fase sapropelítica, com desprendimento de H_2S , que se perde na atmosfera.

A restrição de circulação, quando uma bacia marginal é parcialmente isolada do mar, cria a condição essencial para a formação de evaporitos. Antes de início da deposição destes, com a bacia apenas parcialmente confinada, limitando a formação de correntes, é muito frequente se desenvolver uma fase sapropelítica com desenvolvimento de betume. É necessário para isto que a bacia disponha de zona superficial oxigenada onde a vida se desenvolva, e de uma / outra, normalmente começando com profundidade de água de / mais 200 metros, isenta de circulação de corrente, e carente de oxigênio. Os animais e plantas mortas mergulham nesta última zona, onde sua matéria orgânica é só lentamente convertida em betume, a ação bacteriana reduzindo os sulfatos com desprendimento de H_2S .

Pode haver recorrência da fase sapropelítica dentro da fase evaporítica, bastando para isto que a salinidade baixe para valores adequados. No caso da bacia de Japarutuba-Santa Rosa de Lima, parece que os folhelhos betumi-

nosos resultaram do aporte de material argiloso ou síltico por água doce, que reduziu a salinidade, ocorrendo, concomitantemente, as condições de profundidade necessárias para geração do betume. Os folhelhos em consideração são pretos, atestando o ambiente redutor em que se depositaram.

No caso, por exemplo, da redução do CaSO_4 , este seria precipitado como calcário ou dolomito. Entretanto, em presença de salmoura saturada em betume, com MgCl_2 presente e concentrações elevadas de KCl , há a rápida formação do CaCl_2 , partindo da anidrita ou sulfato dissolvido na salmoura. Tem-se, desta forma, uma explicação para a origem do CaCl_2 da taquidrita. Nas condições citadas a reação com anidrita pode gerar diretamente a taquidrita.

É possível haver estratificação de uma salmoura na zona superficial, precipitando halita, sobre outra com concentração próxima à de precipitação de taquidrita, possivelmente, com uma zona intermediária de mistura que não deve necessariamente ser espessa. A presença dos folhelhos indica profundidade grande para geração de betume. Entretanto, considerando que uma salmoura próxima ao ponto de saturação em taquidrita é densa e viscosa, é muito provável não ser necessária profundidade tão grande para chegar ao ambiente gerador do betume. Como pode ser observado na Seção Geológica Estrutural PKC-20/CP-20 (ilustração nº 14), as espessuras maiores de taquidrita e carnalita tendem a ocupar a parte mais funda da bacia Taquari-Vassouras (SZ-13/CP-20) sugerindo uma estratificação da salmoura por densidade.

Borchert e Muir acentuam: "A precipitação de bischofita requer um tão completo isolamento da bacia e tais condições, extremamente quentes e áridas, que sua oportunidade de precipitação é tão pequena como a probabilidade de sua preservação".

Satisfeitas as condições de calor e aridez, compreende-se a formação de espessos bancos de taquidrita por evaporação total de salmouras finais de CaCl_2 e MgCl_2 já isentas dos demais sais, cristalizados anteriormente, no caminho de progresso da salmoura. A recorrência do processo evaporítico cria, por dissolução do horizonte superficial de taquidrita, o substrato de solução saturada em CaCl_2 e MgCl_2 protetor do pacote subjacente destes minerais. Acima da ca

mada intermediária de solução mixta sobrenada salmoura capaz de precipitar sais de potássio ou sódio, ou ainda água doce ou salgada, portando argilas ou material silítico, com ou sem desenvolvimento sapropelítico.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

XI - PETROGRAFIA DOS EVAPORITOS (SERGIPE)

PETROGRAFIA DOS EVAPORITOS
SERGIPE

INTRODUÇÃO

Os dados petrográficos seguintes foram obtidos / dos sais potássicos situados sôbre a camada superior de taquidrita, pertencentes aos poços PKC-1, PKC-6, e PKC-7 de Sergipe. Essas observações se basearam no estudo de cêrca de 150 seções delgadas.

Tendo em vista a ausência de uma nomenclatura padronizada de rochas evaporíticas, particularmente de sais potássicos, utilizou-se a denominação do mineral predominante para designar a rocha, com exceção de silvinita, cujo têrmo é já consagrado na literatura petrográfica.

Quanto a granulometria dos evaporitos estudados, verificou-se a impossibilidade de adotar a escala utilizada por MC - Intosh e Wardlaw (1968), optando-se pela seguinte: menor que 0,5 mm= muito fina; 0,5 mm a 1,0mm= fina; 1,0mm a 5,0mm= média; 5,0mm a 10,0mm= grossa; maior que 10,0mm= muito grossa.

Por outro lado, o têrmo cristal foi utilizado de uma maneira genérica, sem implicação da presença de faces / cristalinas, e granular como cristal equidimensional.

PETROGRAFIA

As rochas evaporíticas dos três poços estudados, apresentam-se muito semelhantes litològicamente e foram reunidas de acôrdo com a composição mineralógica nos seguintes tipos: halita, silvinita, carnalita, taquidrita.

A variação mineralógica no sentido vertical é muito acentuada verificando-se a passagem de um tipo para outro num espaço de alguns milímetros ou mesmo menor. Observa-se coisa semelhante com as suas características texturais. É comum, assim, encontrar numa mesma seção delgada de amostra, vários tipos mineralógicos e texturais, dificultando / frequentemente a denominação do evaporito estudado nela. A carnalita e taquidrita aparecem na parte inferior das colunas estudadas.

HALITA - São reunidas sob essa denominação, rochas constituidas predominantemente de halita cuja cor varia desde cinza clara a escura e rosea clara. O tamanho dos cristais de halita, embora também muito variável, está predominantemente nos intervalos 0,1mm-0,5mm, e 1,0mm -5,0mm, e em menor escala nos intervalos 0,5mm-1,0mm e maior que 5,0mm.

A halita de granulação muito fina (0,1mm-0,5mm) está normalmente associada com materiais insolúveis, tais como argila, matéria orgânica ou anidrita de granulação extremamente fina e ocorre em lâminas milimétricas (fig. 1). Os cristais de halita são anhedrais e granulares, mas em algumas camadas, verifica-se um alongamento dos mesmos e com orientação paralela à estratificação. Normalmente essa halita apresenta uma ligeira coloração amarela devido provavelmente à associação com matéria orgânica e material argiloso ou anidritico.

A halita de granulação maior (maior que 1,0mm) são anhedrais transparentes e incolores, mas aparece também em algumas camadas com aspecto turvo e leitoso.

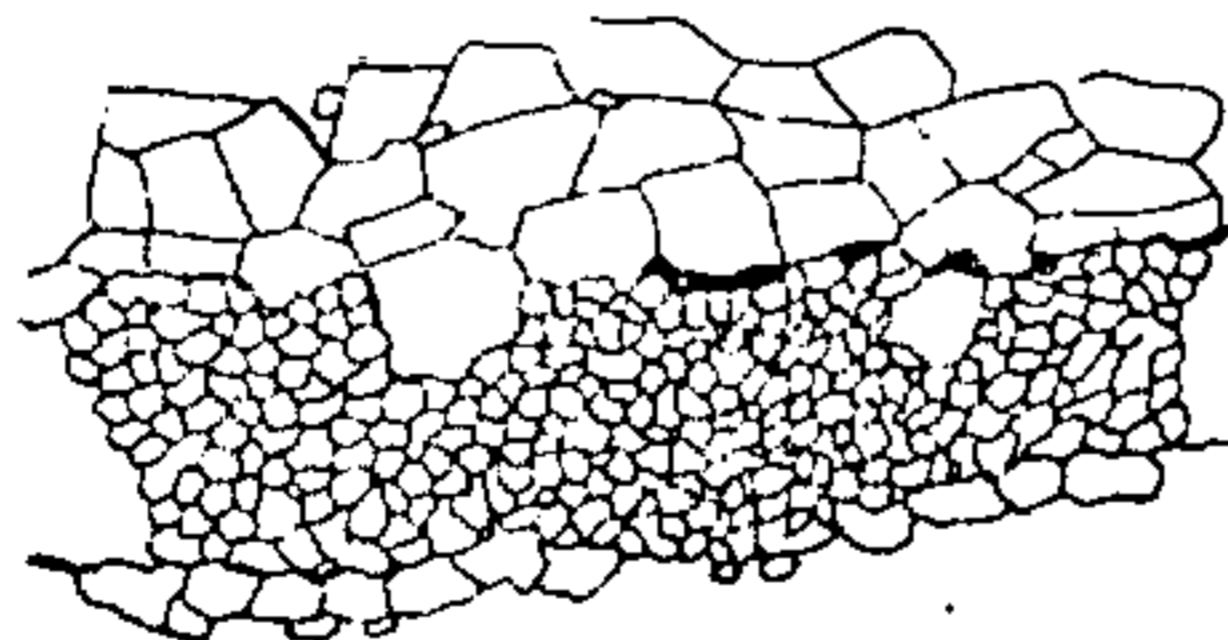


FIG - 1

Fig. 1 - Lâminas de halita muito fina e média (PKC-6 - 3A)

É na maioria dos casos isenta de inclusões, e os materiais insolúveis argilosos e anidriticos presentes constroem os seus cristais preenchendo os interstícios apresentam inclusões de agregados de anidrita em forma triangular ou em linhas encurvadas que indicam a forma original dos cristais de halita (Fig. 2).

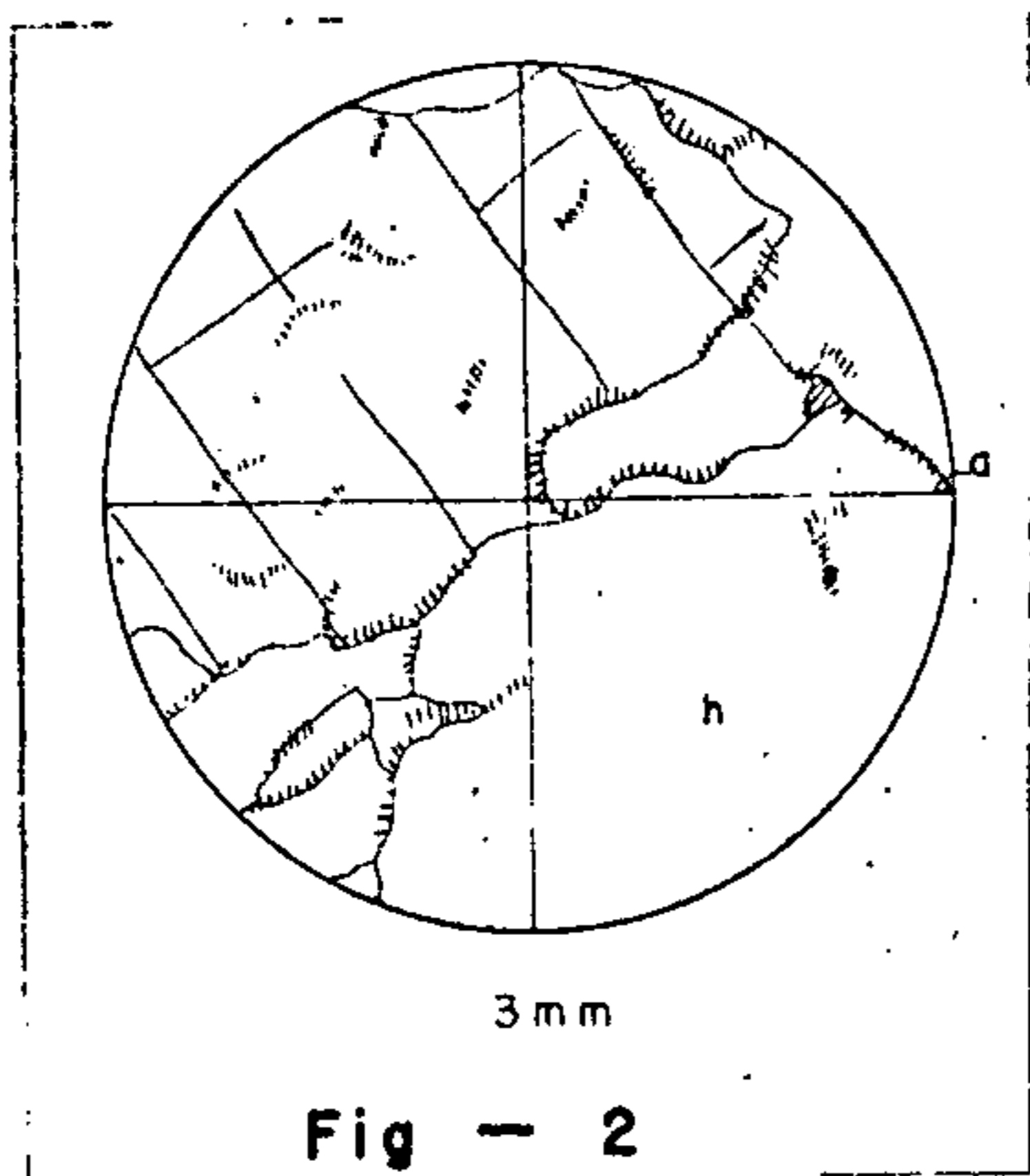


Fig. 2 - Halita recristalizada

(h) com inclusões de material anidritico

(a) (PKC-7 - 19)

O contacto entre cristais é reto ou ligeiramente encurvado. A halita de granulação grossa mostra geralmente boa clivagem cúbica, tornando-se essa clivagem mais obscura à medida em que diminui o tamanho.

A halita de granulação predominante no intervalo 0,5-1,0 mm, fina, apresenta seus cristais anhedrais, mas com uma tendência maior de serem cristais subhedrais e mesmo euhedrais. São transparentes e incolores e observa-se em algumas camadas alongamento dos cristais e orientados paralelamente à estratificação. O contacto entre seus cristais é reto ou ligeiramente curvo, formando uma textura mosaica típica. Observa-se, também, como associação muito frequente com agregados de material anidritico que contorna os cristais.

Esses diversos tipos texturais de halita ocorrem em intercalações entre si ou com camadas de silvinita (Fig. 3) e carnalita (Fig. 4). As camadas de halita de granulação / muito fina se intercalam comumente com camadas de halita de granulação fina cuja passagem é frequentemente gradual. É comum, também, intercalações de lâminas de halita muito fina e fina com halita de granulação média a grossa, havendo quase sempre uma passagem muito nítida de uma para outra camada (Fig. 5).

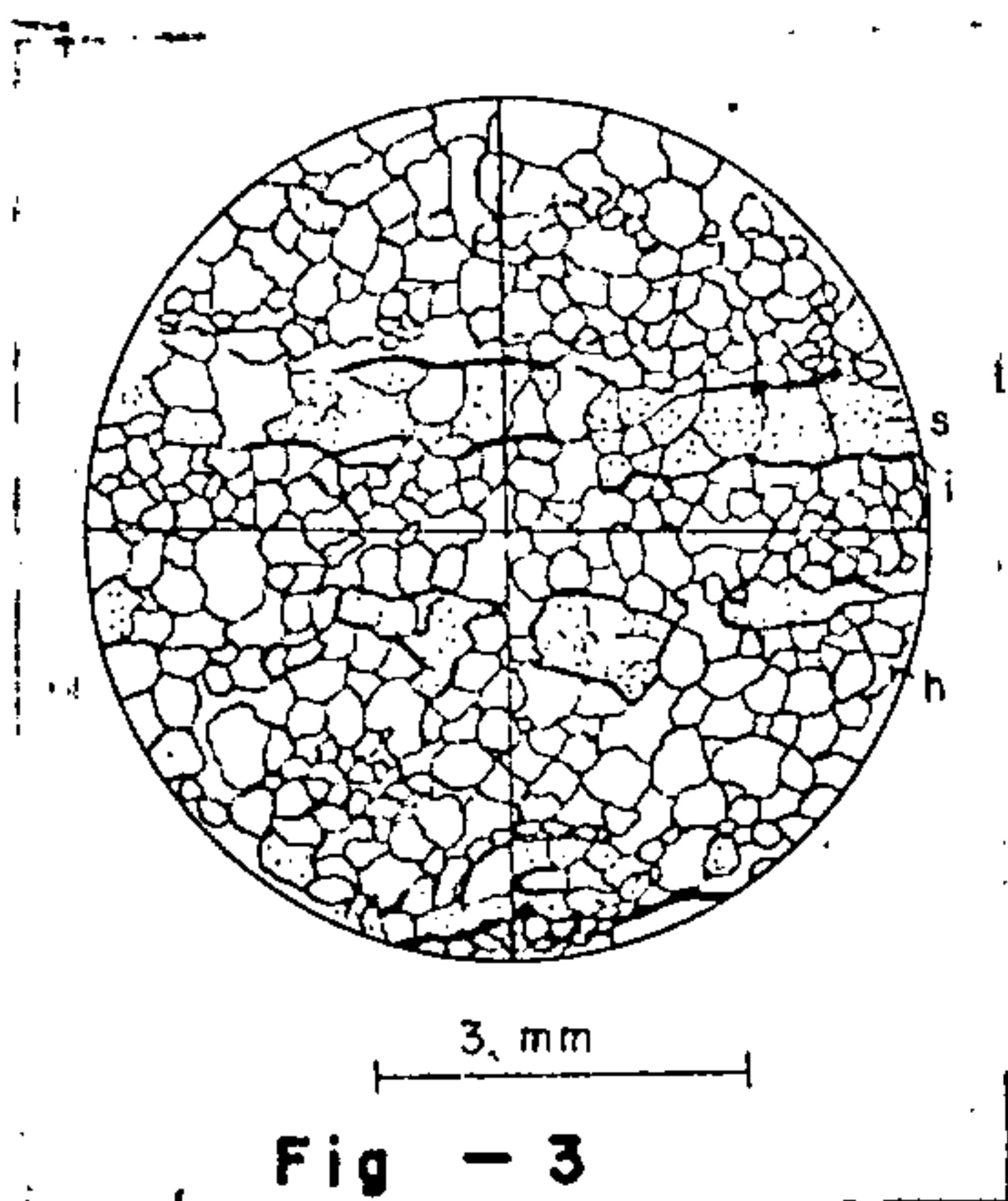


Fig. 3 - Camadas de halita (h)
e silvinita (sn)
(PKC-6 - 27).

O contacto entre essas camadas é geralmente definido pela presença de lâminas de materiais insolúveis, argiloso, orgânico ou anidritico, e são contactos normais ou erosivos.

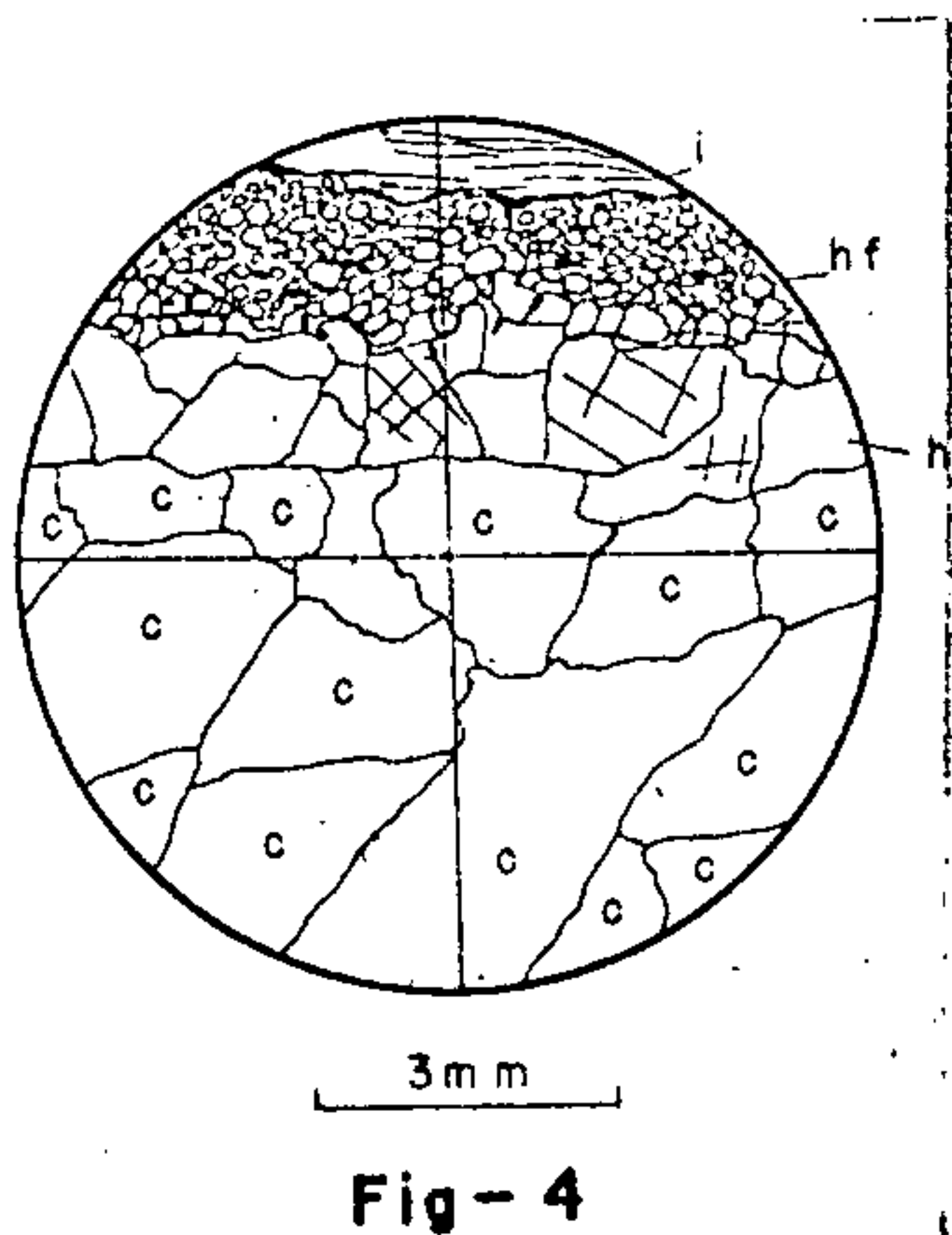


Fig. 4 - Camadas de halita(h)
e carnalita (c)
(PKC-1 - 38).

Os contactos normais são superfícies mais ou menos regulares, mas podendo em alguns casos ser muito irregulares (Fig. 1) devido à precipitação de cristais grandes de halita sobre lâminas de material insolúvel, provocando a sua depressão. Essa irregularidade da superfície de contacto é resultante também da superfície de deposição muito rugosa por ser formada de cristais de tamanho relativamente grande.

Em alguns casos, o contacto entre camadas apresenta sinais de uma erosão após o que se processou a deposição de outras sobrejacentes de halita.

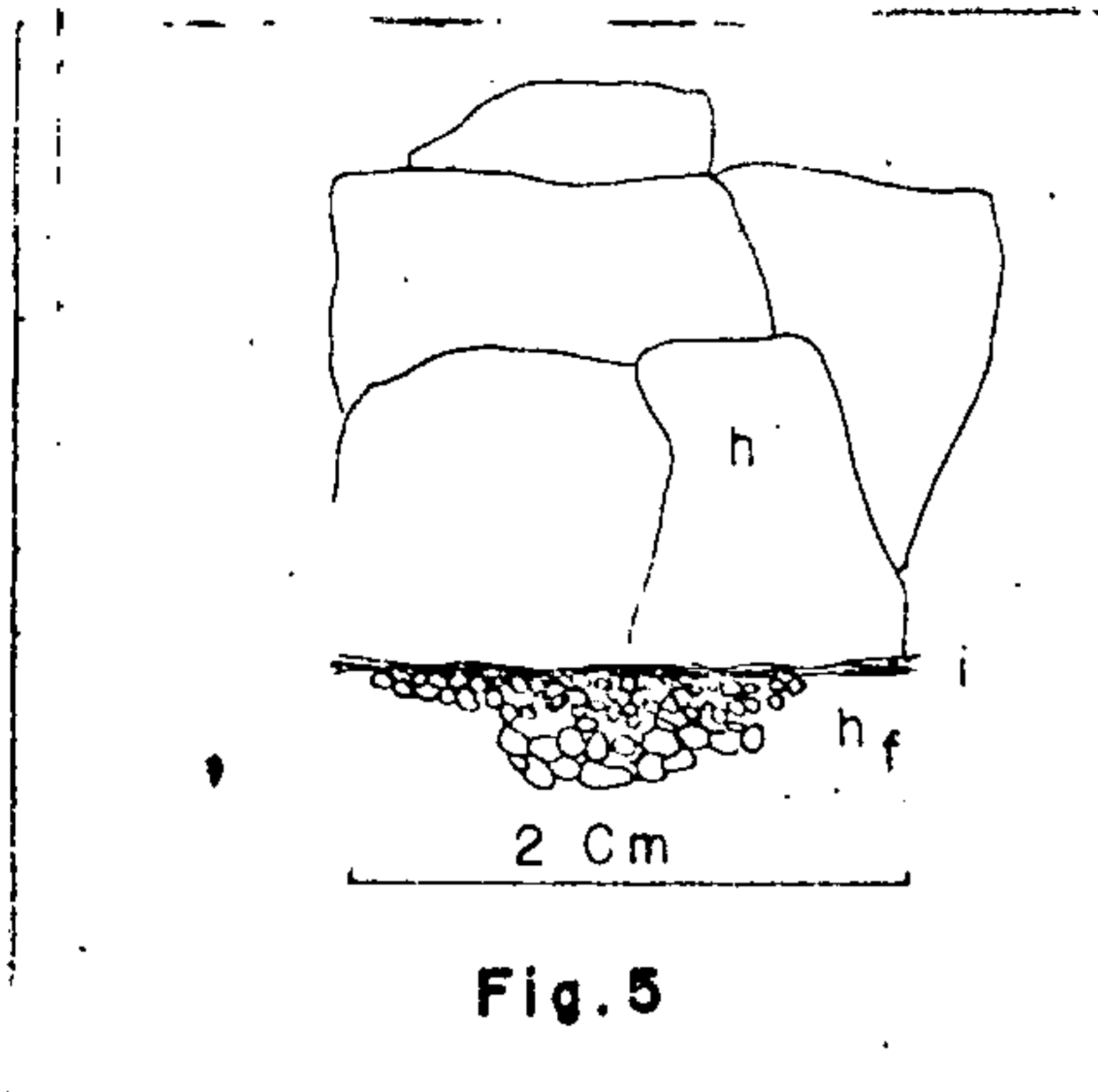


Fig. 5 - Contacto entre halita de granulação muito grossa e fina (PKC-6 - 17).

As superfícies de contacto entre camadas de halita e silvinita ou carnalita são muito nítidas, de uma maneira geral, mas há casos em que essa passagem é gradual, principalmente entre halita de granulação fina e média e silvinita de granulação semelhante.

As halitas se intercalam com outros evaporitos e materiais insolúveis. Esses materiais constituídos principalmente de argila, matéria orgânica e anidrita, se associam geralmente com halita de granulação muito fina e fina, e ocorrem em lâminas contínuas ou descontínuas interrompidas por cristais maiores de halita. Nessas camadas de halita aparecem disseminados agregados radiais de um mineral incolor, transparente e de birrefringência média, identificado tentativamente como koenenita (?). Esse mineral aparece frequentemente como inclusões dentro de halita. Cristais pequenos de carbonato, euhedrais, também se acham disseminados nas camadas de halita de granulação muito fina associada e com insolúveis.

A anidrita ocorre principalmente como filmes delgados que contornam os cristais de halita e silvinita, podendo também aparecer em forma de agregados arredondados de 1 a 5mm de diâmetro ou irregulares que interrompem lâminas de material insolúvel ou contornados por ôs-os, indicando a sua e-

xistência por ocasião de deposição dos materiais insolúveis (Fig. 6).

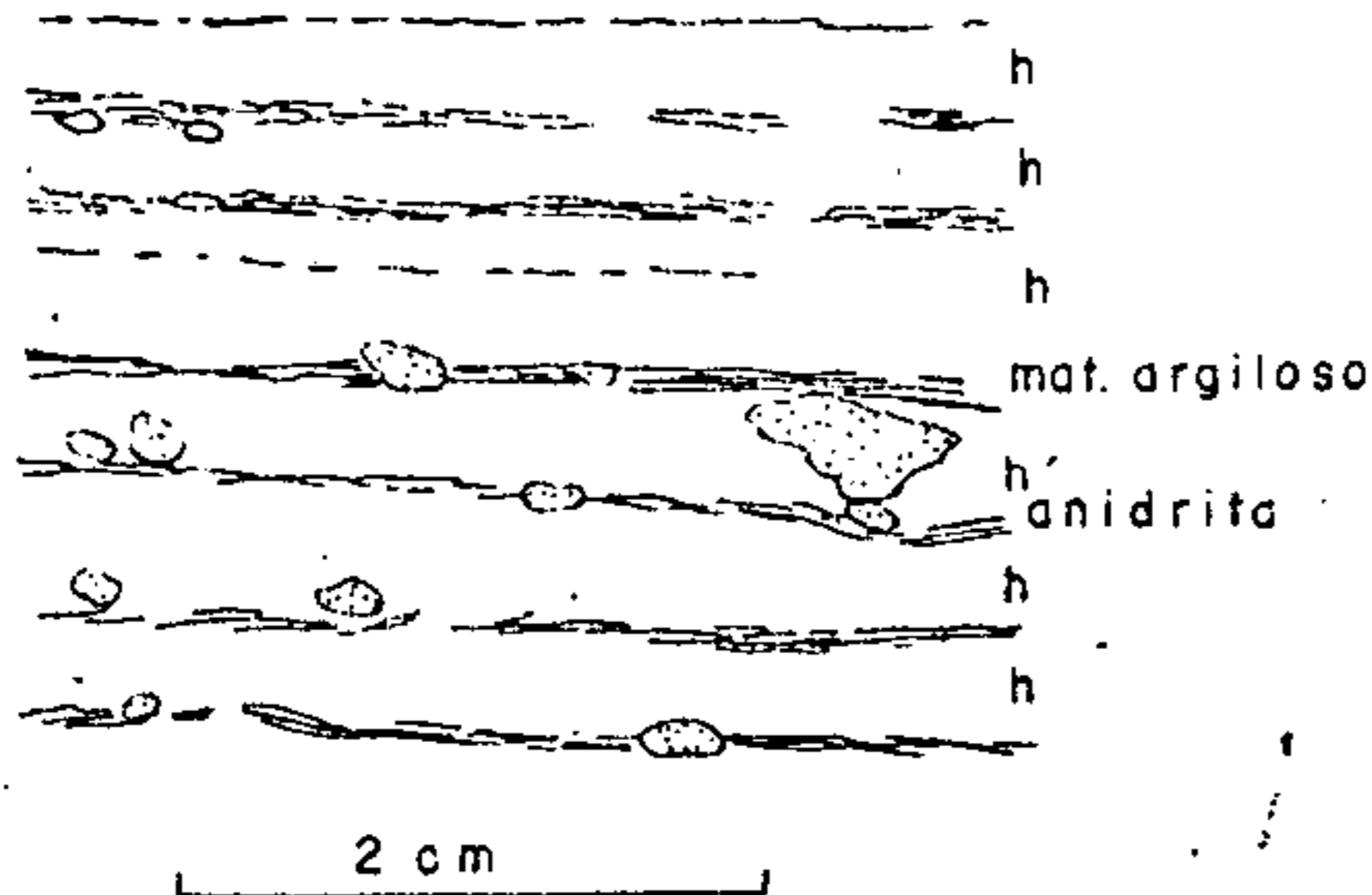


Fig. 6 - Camadas de halita (h) muito fina com lâminas de material insolúveis (i) e agregados de anidrita (a)

(PKC-6 - 14)

Fig - 6

SILVINITA - A silvinita é constituída de silvita e halita em proporções variáveis, mas com relação silvita: halita preponderante em torno de 1:1, podendo atingir em algumas camadas um valor superior a 9:1.

A silvinita apresenta-se de duas maneiras distintas quanto à coloração: vermelha e amarela à incolor. A cada uma dessas variedades correspondem características texturais mais ou menos distintas. A silvinita ocorre em camadas cuja espessura varia de fração de milímetros a vários centímetros e se apresentam intercaladas entre si ou com camadas de halita (Fig.7).

A granulação de silvinita vermelha é em média menor do que a de silvinita amarela ou incolor, estando predominantemente no intervalo 1,0mm - 2,0mm, e também, com frequência apreciável no intervalo 0,5mm - 1,0mm até 0,2mm. A silvinita amarela ou incolor apresenta uma granulometria predominante no intervalo 2,0mm - 5,0mm e com menor frequência na faixa 0,5mm - 1,0mm.

Embora seja frequente silvinita equigranular (Fig.8), normalmente há uma pequena diferença na granulometria de halita e silvita que constituem as diversas camadas de silvinita, podendo a halita se apresentar com tamanho médio maior ou menor que a silvita. Aparentemente não há uma relação nítida entre o tamanho de cada um desses minerais com

as respectivas proporções na rocha, embora o mineral predomi-
nante pareça mostrar uma granulação maior.

Na silvinita vermelha, a halita apresenta em cris-
tais geralmente claros e transparentes, podendo-se apresen-
tar anhedrais e subhedrais, em menor proporção, euhedrais .
Relativamente aos cristais de silvita associados, a halita /

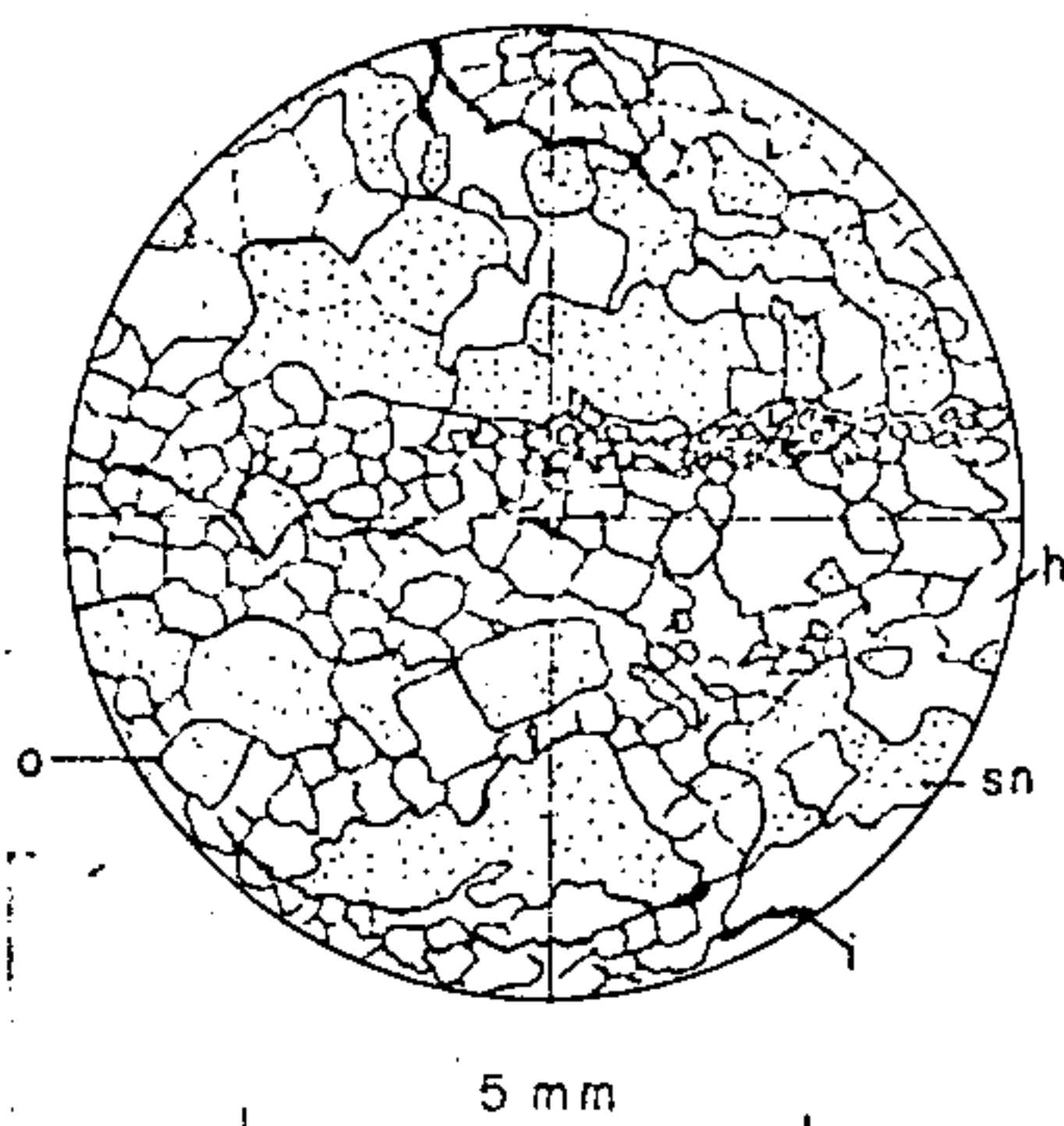


Fig. 7 - Silvinita (sn) e hali-
ta (h) intercaladas
(PKC-6 - 10).

Fig - 7

de uma maneira geral, demonstra maior subhedralismo. Os cris-
tais são equidimensionais e aparecem muitas vêzes formando
agregados nas camadas de silvinita e onde o contacto entre os

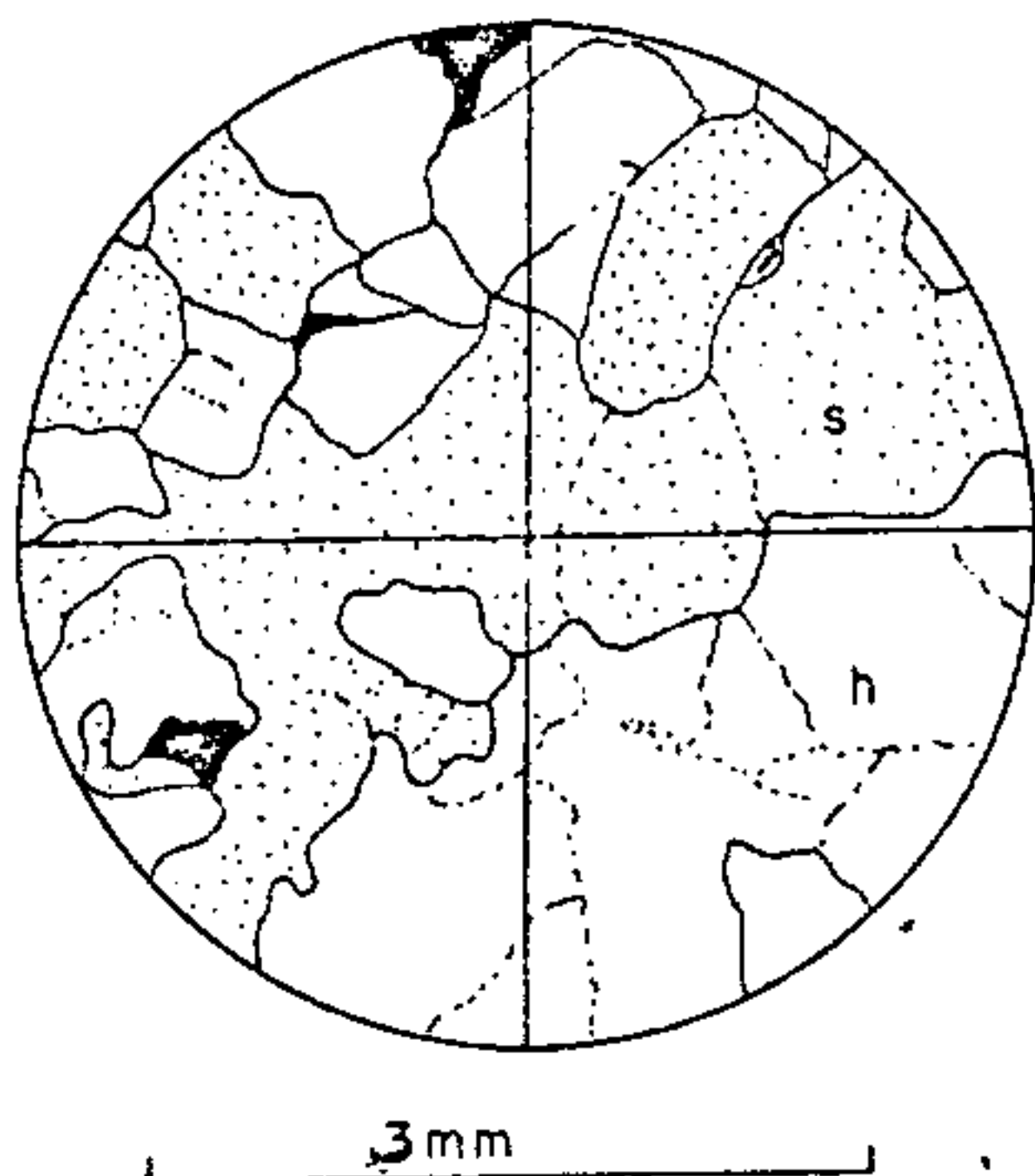


Fig. 8 - Silvinita com silvita
(s) e halita (h)
(PKC-6 - 8 A)

Fig - 8

mesmos é reto ou ligeiramente curvo, formando textura mosaica.
São comuns cristais pequenos de halita de seção quadrada se
apresentarem incluídos em cristais de silvita.

A halita da silvinita é na maioria dos casos isenta
de inclusões mas quando está associada com materiais anidríti-

cos ou argilosos apresenta agregados de forma triangular ou alinhados desses materiais como inclusões.

A silvita da silvinita vermelha, apresenta-se em cristais quase sempre anhedrais e de granulação igual ou maior que a da halita associada. São quase sempre cristais turvos, ligeiramente rosados na parte central e bordos avermelhados indicando uma maior concentração de pigmento responsável na periferia dos cristais. Esses pigmentos são considerados de hematita (Wardlaw, 1968).

As vezes a margem de um cristal de silvita em contacto com lâmina de material insolúvel apresenta uma cor mais vermelha que outra afastada (Fig.9). São quase sempre equidimensionais (Fig.8), mas pode apresentar ligeiro alongamento e orientação paralela à estratificação (Fig.7).

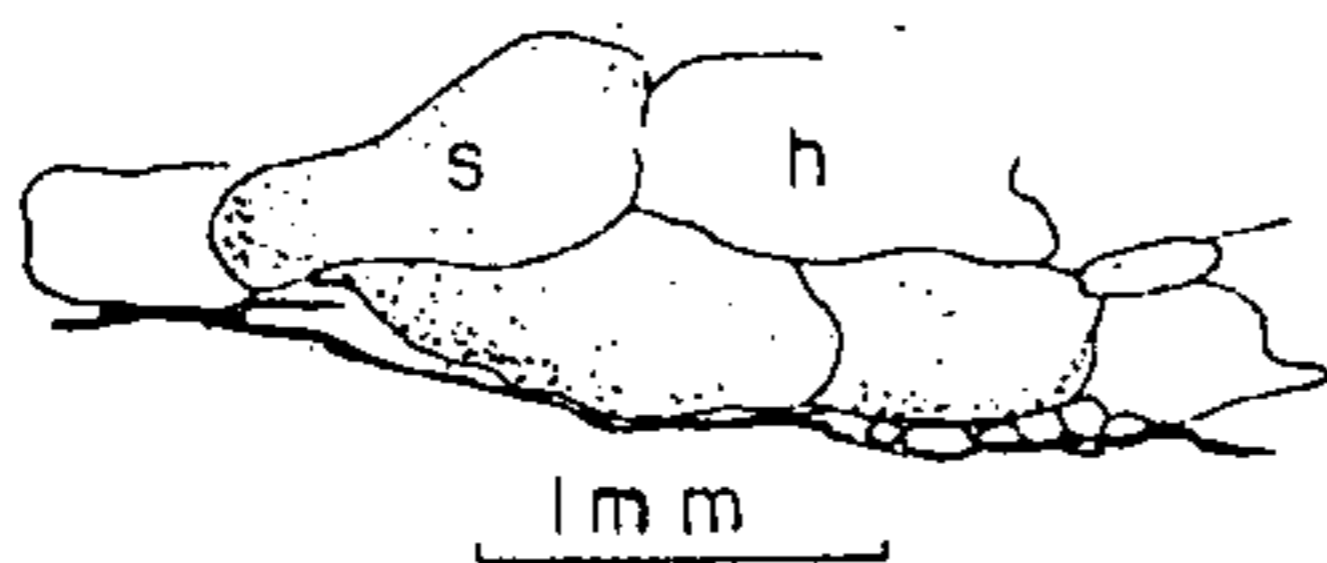


Fig- 9

Fig.9- Silvita(s) com bordo mais vermelho no contacto com material insolúvel (i).

A forma frequentemente irregular, às vezes triangular, da silvita sugere um processo de acomodação aos espaços deixados pelos cristais de halita previamente formados. Esse caráter intersticial se acentua à medida que os cristais de silvita tornam-se maiores, quando se apresentam frequentemente côncavos e não convexos como o são os de granulação menor.

É muito comum inclusões de halita de seção quadrada, mas praticamente não apresentam inclusões de outra natureza.

Embora a silvita constitua cerca de 50% da silvinita predominantemente, a sua proporção varia muito, chegando em algumas camadas a constituir o mineral exclusivo em proporção superior a 90% da rocha (Fig. 10).

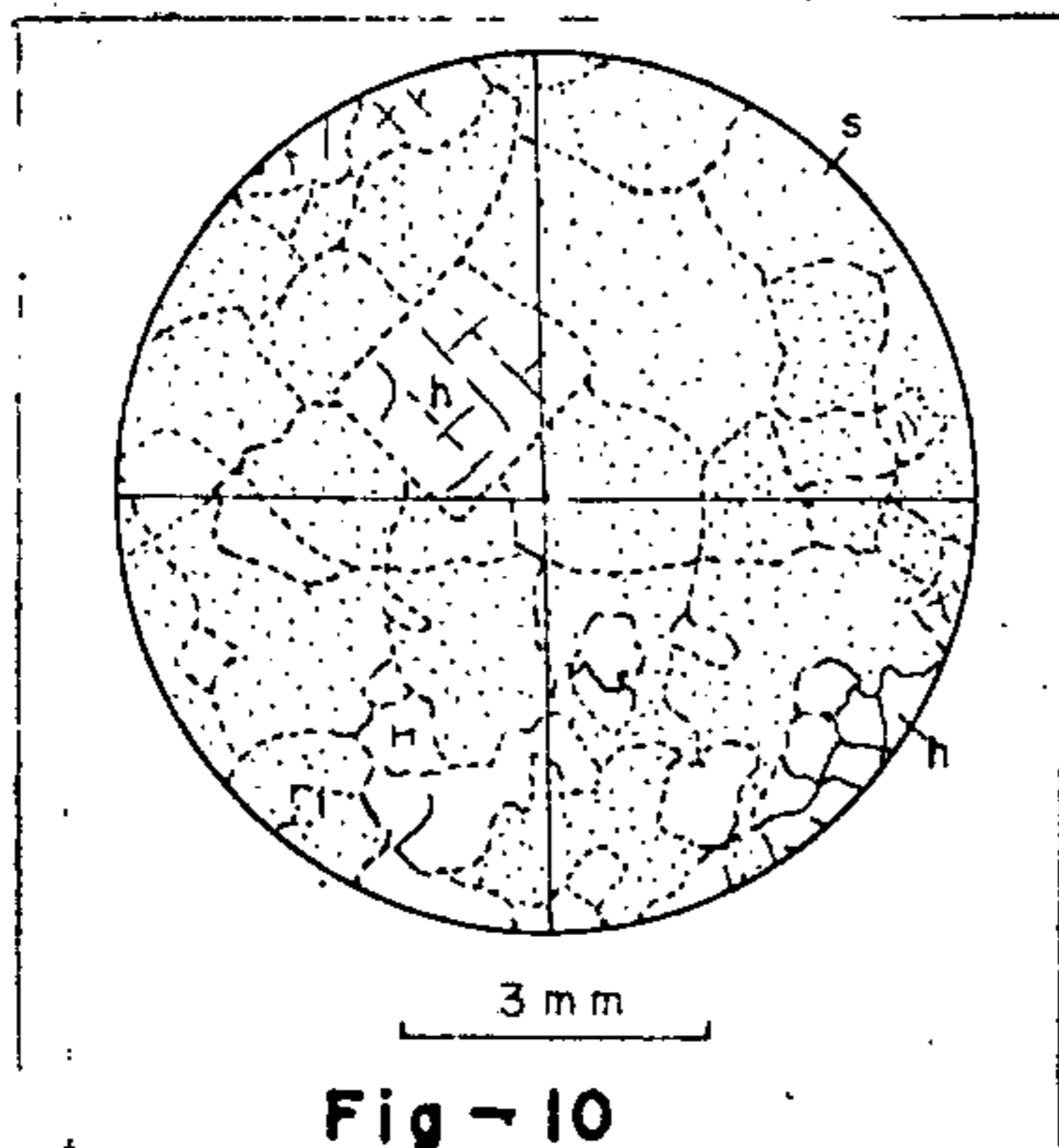


Fig. 10 - Silvinita com muita silvita (s) e pouca halita (h) - (PKC-1 - 15).

A silvinita vermelha acha-se associada com material insolúvel, principalmente anidrítrico e argiloso, em algumas camadas onde a granulação torna-se menor do que as adjacentes sem esse material. Os materiais anidrítricos constornam os cristais de silvita, podendo estar incluídos na halita.

A silvinita amarela ou incolor apresenta de uma maneira geral uma granulação maior que a silvinita vermelha. As proporções de silvita e halita são variáveis mas frequentemente aparecem em quantidades aproximadamente iguais.

A halita de silvinita amarela ocorre em cristais / anhedrais e subhedrais de granulação menor e predominantemente anhedrais na silvinita de granulação maior, aparecendo frequentemente em cristais arredondados. São incolores e transparentes e na maioria dos casos equidimensionais. Em algumas camadas, entretanto os cristais de halita apresentam-se alongados e dispostos paralelamente à estratificação.

Na silvinita amarela de granulação maior, média, à grossa, a halita adquire forma muito irregular com contornos / reentrantes e côncavos. Não possui muitas inclusões mas em algumas camadas a halita pode apresentar aglomerados de anidrita fina, indicando uma recristalização. Cristais menores de halita, frequentemente arredondados, aparecem como inclusões dentro da silvita.

A silvita ocorre em cristais anhedrais, quase sempre turvos, mas não apresentam seus contornos avermelhados como no caso da silvinita vermelha. A forma de seus cristais é

muito variável e irregular, desde arredondada até muito reentrante e côncava nas granulações maiores. Nestas é comum a forma amebóide (Fig. 11) devido ao caráter intersiticial, amoldando-se às formas de cristais de halita (Fig. 12).

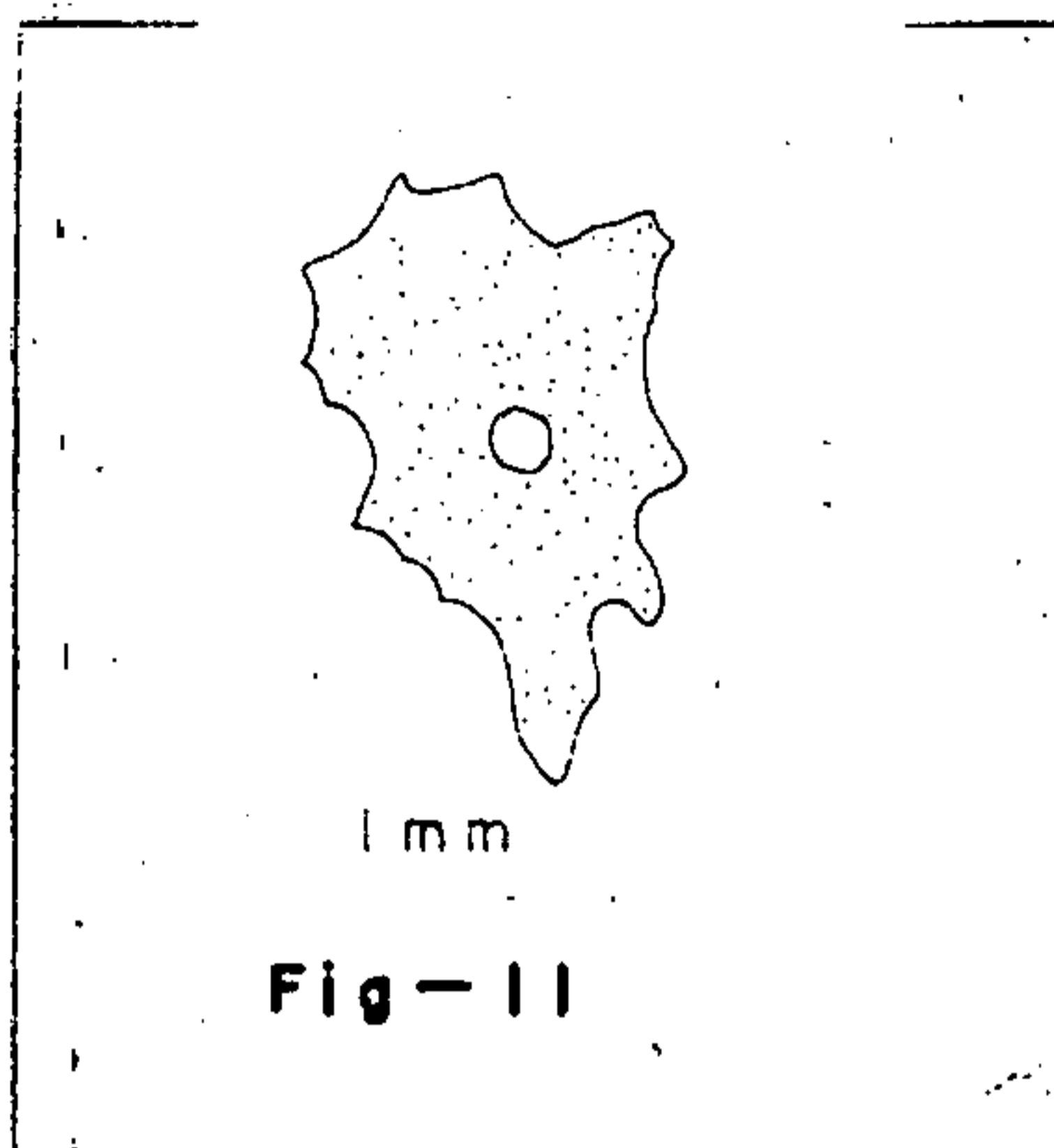


Fig. 11 - Silvita com forma irregular característica de silvinita amarela de granulação maior (PKC-7-41)

É muito raro inclusões na silvita que se apresenta, assim, limpa mas localmente possui manchas alaranjadas indicando contornos originais de seus cristais atualmente recristalizados (Fig. 13).

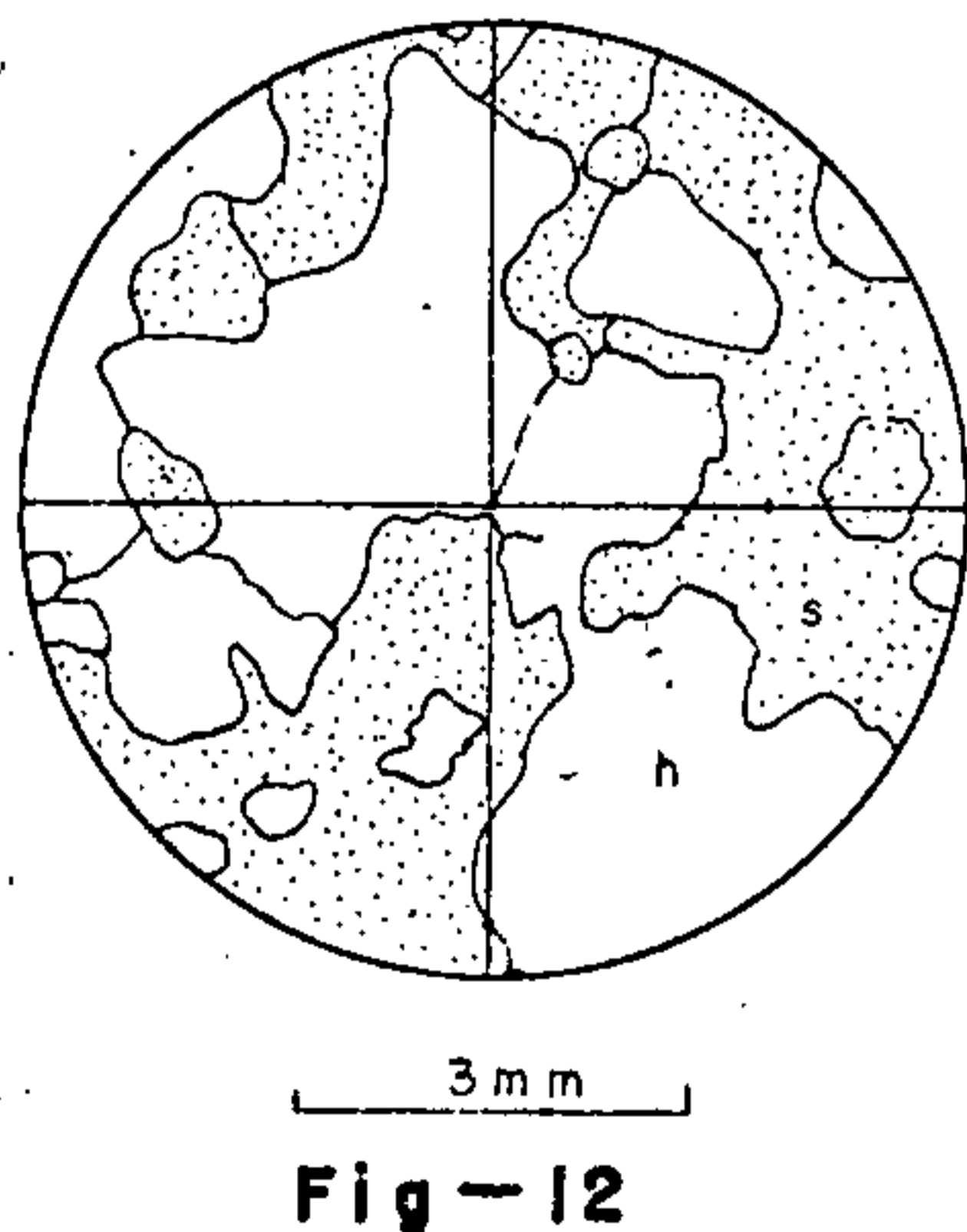


Fig. 12 - Silvinita com halita (h) e silvita intersiticial (s) (PKC-6-36)

Cristais maiores de silvita apresentam como inclusões cristais arredondados de halita.

As camadas de silvinita amarela ou incolor possuem

relativamente poucas disseminações de materiais insolúveis, a nidrita, argila ou matéria orgânica, do que a silvinita verme
lha.

As silvinitas vermelha e amarela ocorrem intercala-
das, havendo predominância de uma ou de outra dentro da colu-
na. O contacto, quando ocorrer entre esses dois tipos, é às
vêzes gradacinal, mas na maioria são nitidos e bruscos. Tan-
to a silvinita vermelha como a amarela se intercalam com cama-
das de halita separadas na maioria de casos por lâminas de ma-
terial insolúvel. Esses contactos são normais, mas em alguns
casos apresentam-se erosionais (Fig. 14).

As lâminas de material insolúvel são frequentemen-
te interrompidas por cristais anhedrais individuais de granu-
lação fina a média de silvita avermelhada ou por aglomerados
dêsse mineral.

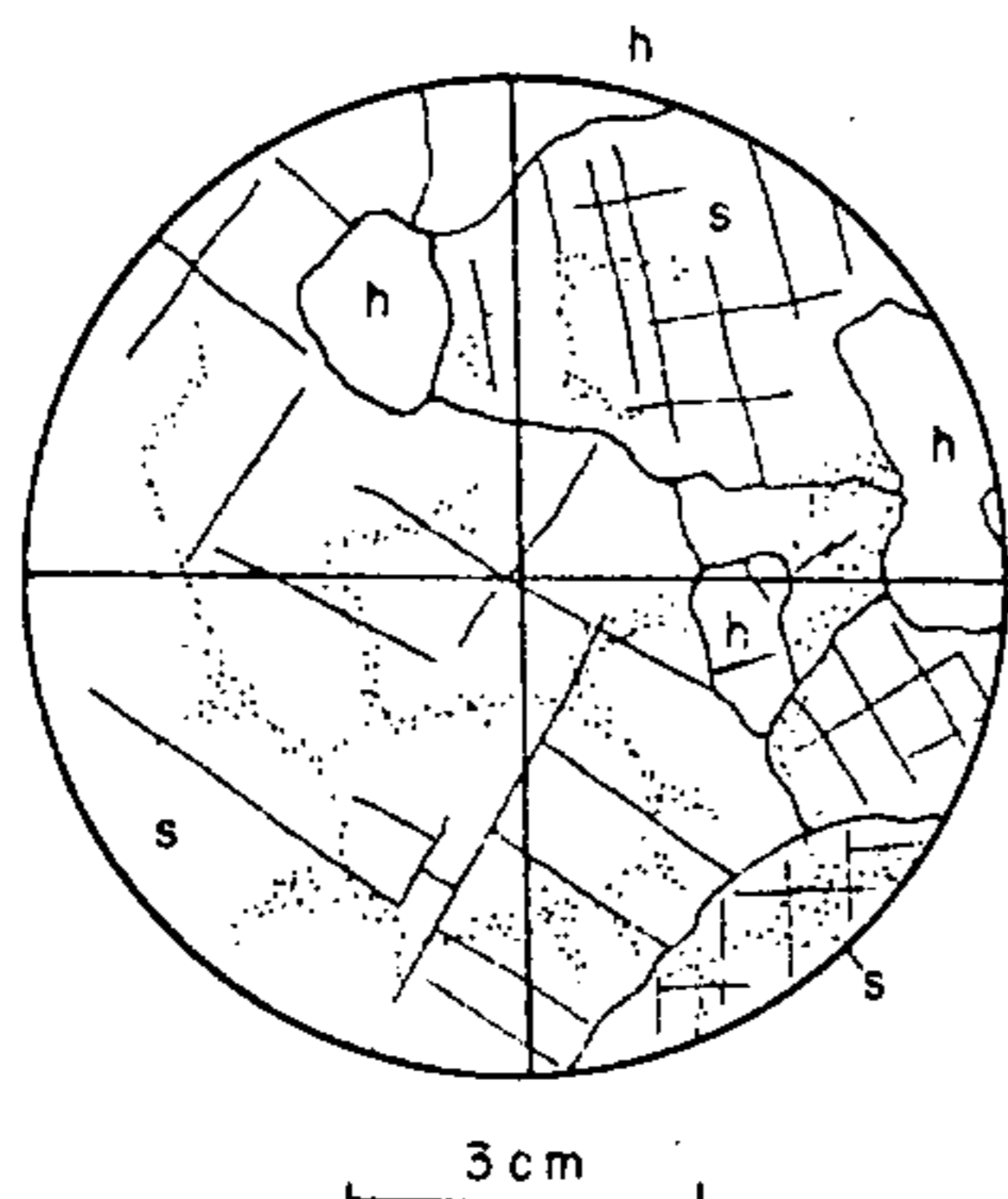


Fig-13

Fig. 13 - Silvinita com silvinita (s) recristaliza-
da (PKC-1 - 30).

CARNALITA - As rochas ricas em carnalita ocorrem em
camadas normalmente pouco espessas. Os seus cristais são anhe-
drais e alongados, claros e transparentes, com alguns apresen-
tando manchas alaranjadas, em algumas partes devido à presença
de hematita (Wardlaw, 1968).

O tamanho dos cristais de carnalita está predominan-
temente no intervalo 2mm - 4mm, e são orientados paralelamente
à estratificação em muitos casos. O contacto entre seus cris-
tais é reto.

As camadas de carnalita são constituídas quase que
totalmente de carnalita (Fig. 15) ou estão em associação com

cristais de silvita (Fig. 16). Neste último caso a proporção de silvita pode decrescer gradualmente até desaparecimento gradual como na seção delgada PKC-1 - 46. Os cristais de silvita associados com carnalita se apresentam arredondados.

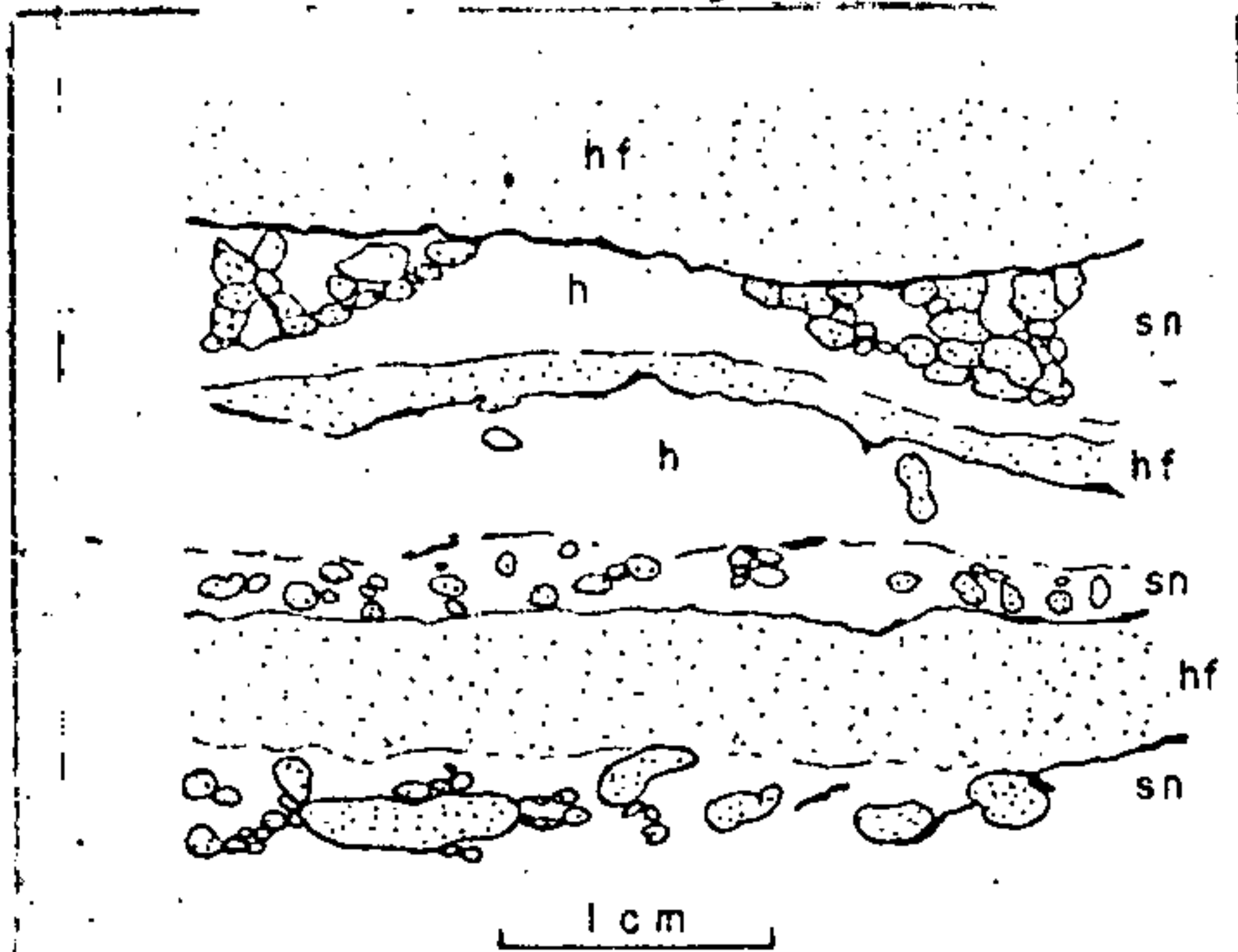


Fig. 14 - Silvinita (sn), halita muito fina (hf), halita fina (h) intercaladas e separadas por lâminas de material insolúvel (i) (PKC-6 - 38B).

Fig - 14

As camadas de carnalita se intercalam com camadas de silvinita e halita, sendo que no poço PKC-6, a halita de granulação muito fina ocorre em lentes isoladas dentro da camada de carnalita. Essas lentes são separadas (Fig.15) da carnalita por filmes de material insolúvel, argiloso provavelmente e indicam quebramento das camadas originais contínuas de halita.

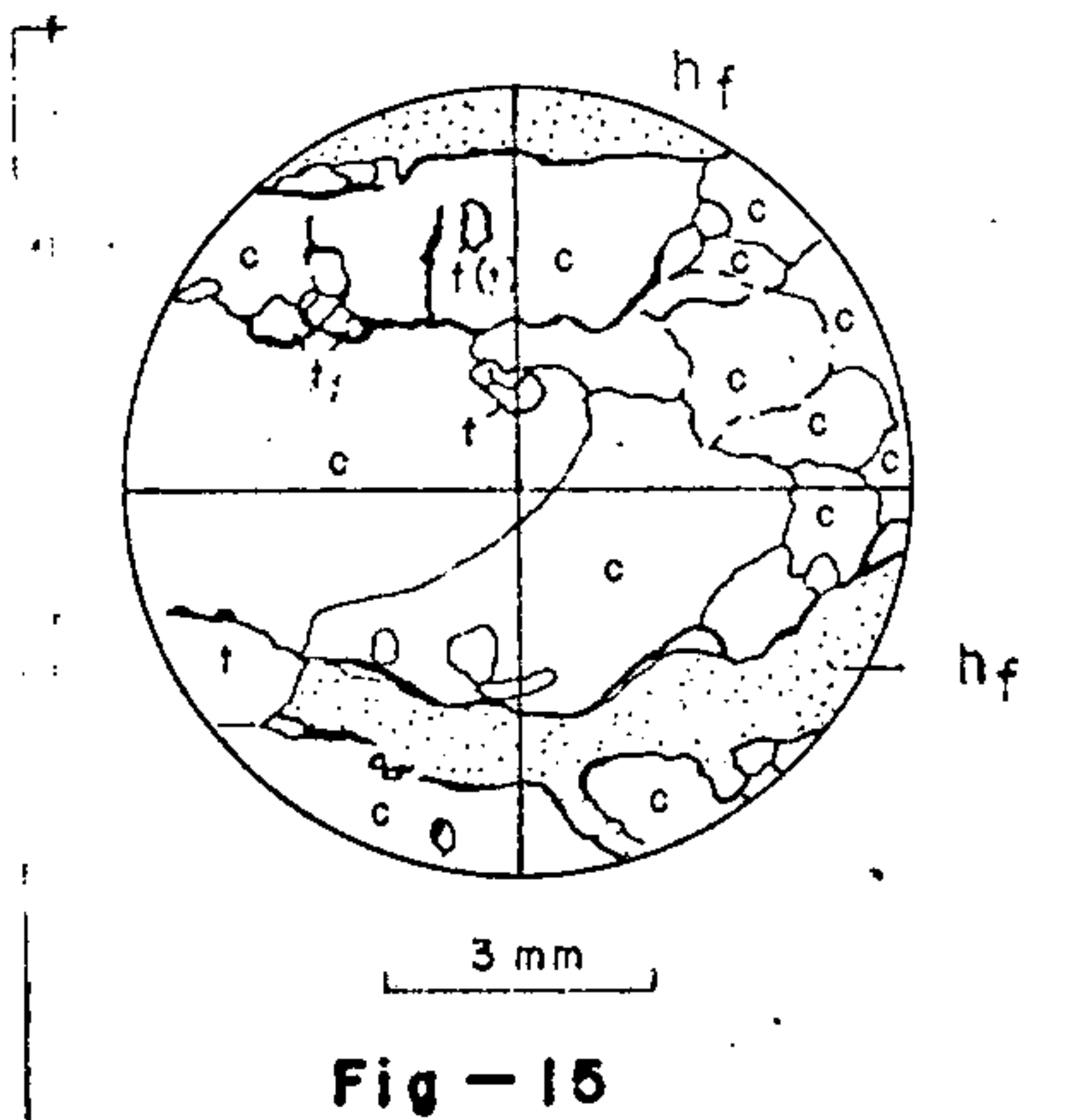


Fig.15 - Carnalita (c) com lente de halita(hf) muito fina. (PKC-6 - 44).

Fig - 15

As camadas de carnalita ocorrem na parte inferior do trecho das colunas estudadas e apresentam também intercalações de camadas de taquidrita.

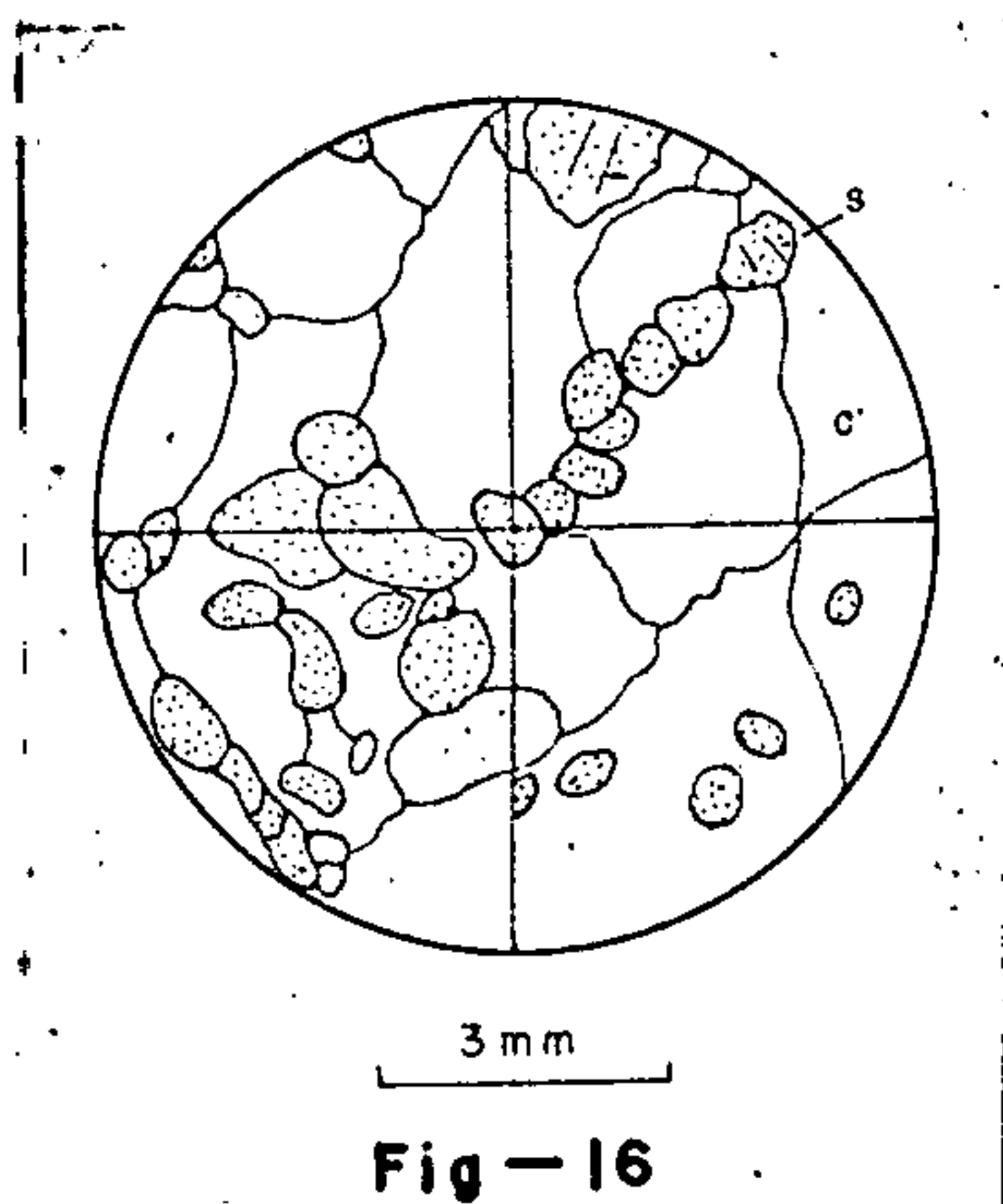


Fig.16 - Carnalita (c) com silvita (s) (PKC-1-44).

HALITA-RINNEITA - Na parte inferior da coluna estudada do poço PKC-7 e abaixo de camadas com carnalita, aparece uma delgada zona onde aparecem cerca de 2 a 3 horizontes ricos em rinneita. Esses horizontes além de apresentarem esse mineral, são particularmente ricos em aglomerados de material castanho muito escuro a quase preto, opaco de substância orgânica provavelmente. Os cristais de halita em tôrno desses aglomerados adquirem uma coloração alaranjada clara. Os cristais de rinneita são completamente anhedrais (Fig. 17), de contornos muito irregulares. O seu tamanho predominante está no intervalo 0,3mm - 0,6mm, mas alguns cristais podem atingir 3mm e até 6mm de dimensão. São de relevo médio a alto, incolor ou ligeiramente cinzento, e apresentam inclusões arredondadas de halita. A rinneita apresenta cor de interferência anômala azul a azul esverdeado conforme a luz empregada.

A distribuição em camadas, embora muito delgadas de rinneita, indica uma origem primária para a mesma, tendo sido provavelmente se precipitado a partir de solução diretamente. As camadas com rinneita são paralelas.

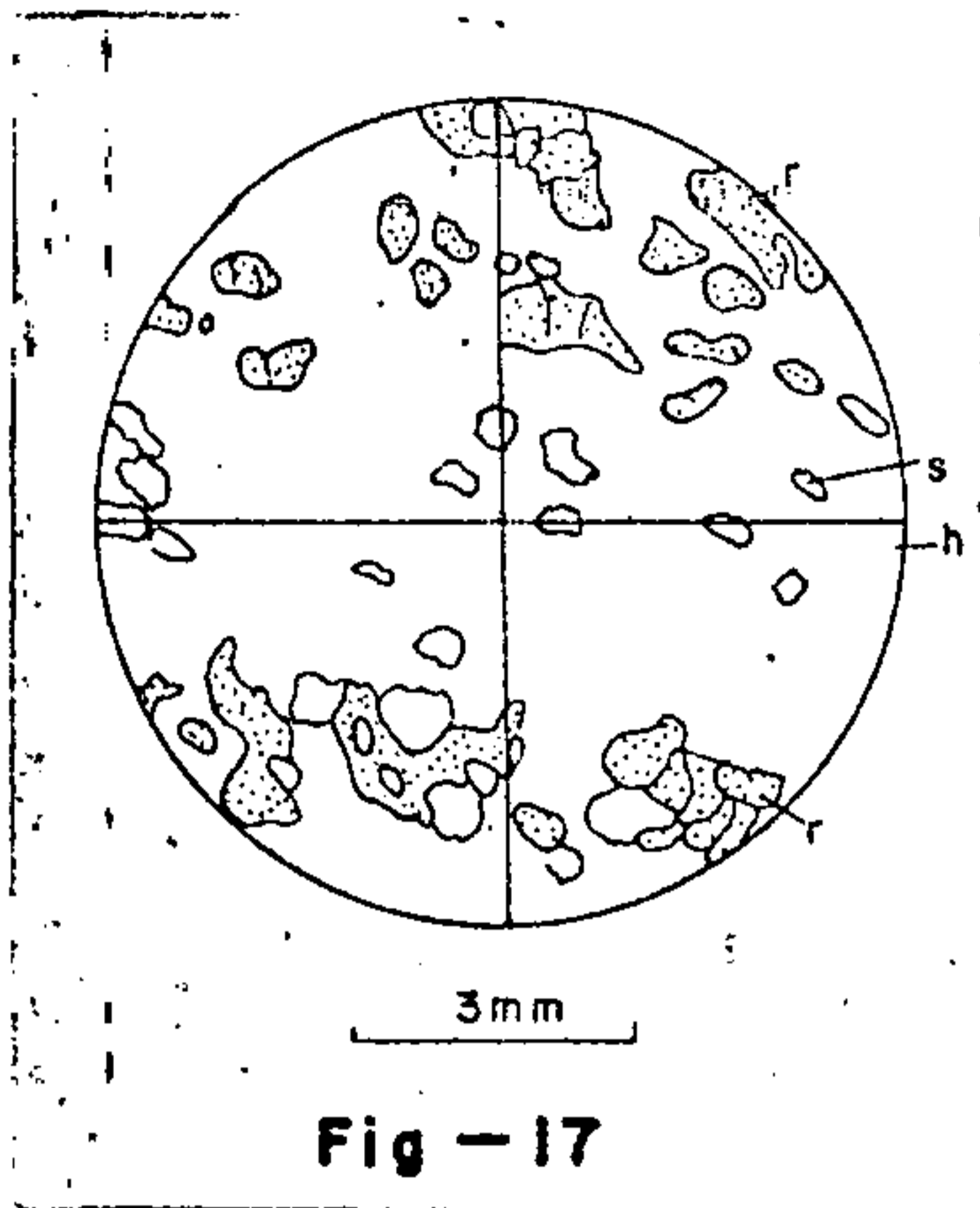


Fig. 17 - Halita (h) e rinneita (r) com disseminações de silvita (s) (PKC-7 - 48).

TAQUIDRITA - A taquidrita ocorre em camadas constituídas quase que exclusivamente desse mineral ou em associações com carnalita e halita.

No primeiro caso, a granulação é extremamente grossa, abrangendo um único cristal mais de uma seção delgada. Apresenta fraturas, pelo menos em duas direções quase perpendiculares e muito regulares. Quando a taquidrita está em intercalação ou associação com carnalita e silvita, a sua granulação é grossa com mais de 5mm de comprimento e seus cristais anhedrais alongados se dispõem paralelamente à estratificação. A cor da taquidrita é ligeiramente amarelada.

XII - GEOQUÍMICA

GEOQUÍMICA

1) Fundamentos da utilização geoquímica do Br.

O bromo não cristaliza em minerais independentes durante o processo de evaporação de água do mar, mas ocorre em solução sólida nos cloretos formados. Ele substitui ions Cl na estrutura dos minerais salinos. Reside neste fato sua utilização como indicador geoquímico. Além disto, sendo de origem puramente salina, constitui-se em excelente elemento guia.

A substituição do Cl pelo Br obedece a um fator de distribuição "b" definido como:

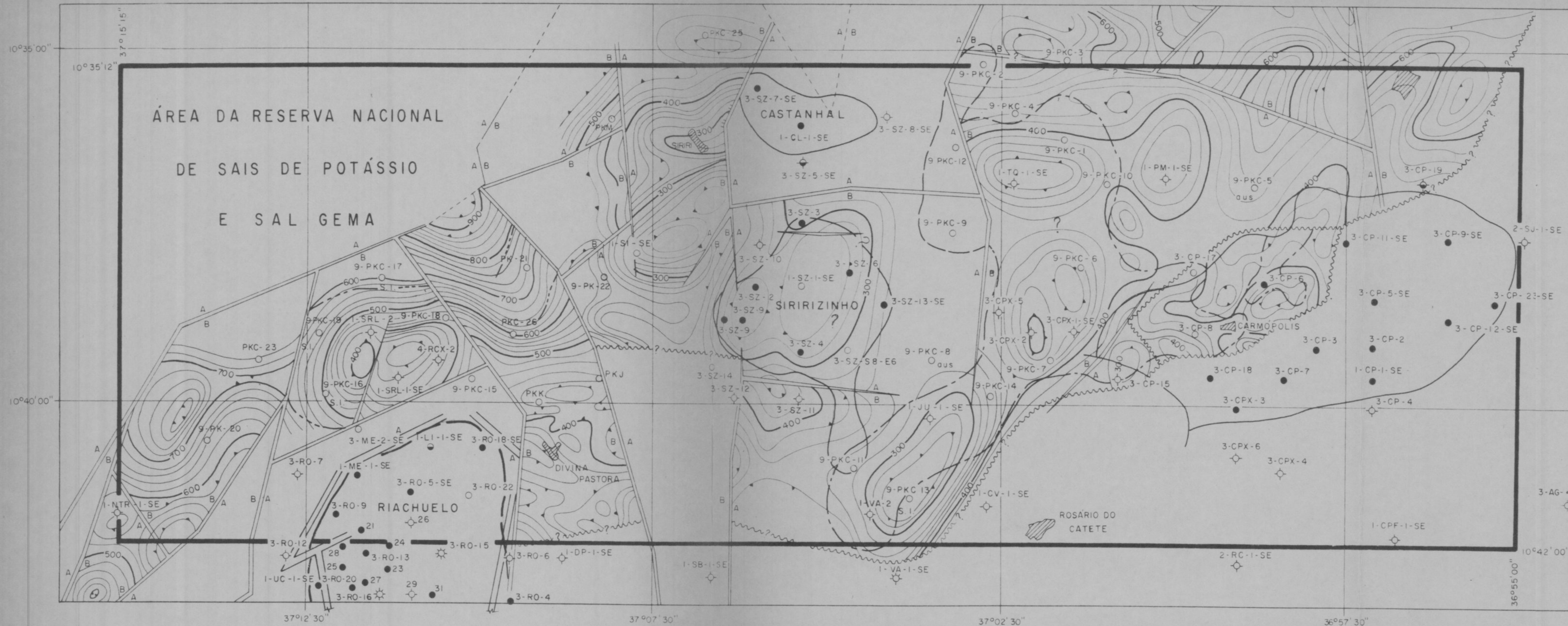
$$b = \frac{\text{pêso \% de Br no cristal}}{\text{pêso \% de Br na salmoura}}$$

Este fator é diferente para cada cloreto. Como ele é menor que 1, para todos os cloretos produzidos pela evaporação da água do mar, a solução restante se torna cada vez mais enriquecida em Br.

O fator "b" pode ser considerado constante, dentro de certos limites. No caso de sais marinhos, com concentração de Br menor que 1%, e em temperaturas de ordem de 25-45°C, a distribuição do Br pode ser considerada constante. A halita, contudo, em soluções ricas em cloreto de magnésio, cristaliza com fator "b" menor do que em soluções pobres, neste cloreto.

O quadro seguinte, segundo Braitsch e Herrmann, dá o conteúdo relativo em Br de sais paragenéticos, cristalizados de soluções a 25°C, isentas ou pobres em MgCl₂:

| Sal | Outros componentes em solução | Pêso % fator "b" | Razão bs/bh |
|---------|-------------------------------|--------------------------|--------------------|
| Halita | ... | 0,16 [±] 0,01 | ... |
| Halita | KCl | 0,14 [±] 0,01 | =1 (por definição) |
| Halita | 3% pêso MgCl ₂ | 0,14 [±] 0,01 | |
| Halita | 11% " " | 0,099 [±] 0,005 | |
| Halita | 16% " " | 0,073 [±] 0,004 | |
| Silvita | ... | 0,81 [±] 0,05 | |
| Silvita | NaCl | 0,80 [±] 0,05 | 6 ± 1 |
| Silvita | 10% pêso CaCl ₂ | 0,75 ± 0,04 | |
| | 10% " MgCl ₂ | | |



ÁREA DA RESERVA NACIONAL
 DE SAIS DE POTÁSSIO
 E SAL GEMA

LEGENDA

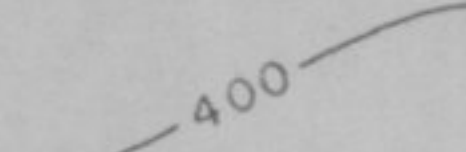


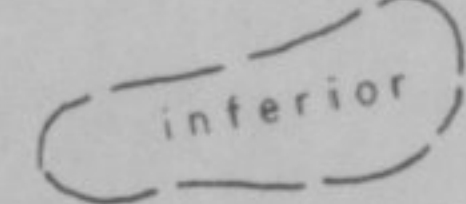
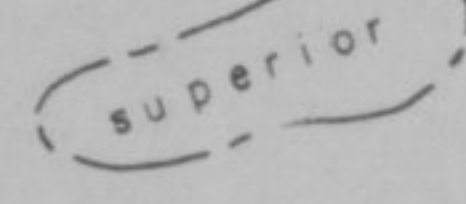
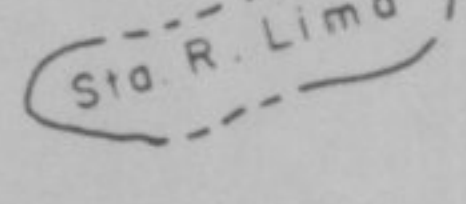
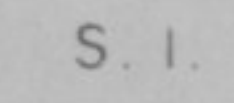
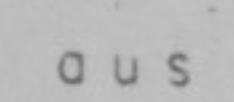
-  CURVA ESTRUTURAL SÍSMICA DO TÔPO DA ZONA DE SAL (ISOCRONAS)
 -  CAMPO DE PETRÓLEO
 -  ÁREAS DE OCORRÊNCIA DE SILVINITA
 -  interior Assentada sobre carnalita
 -  superior Assentada sobre taquidrita
 -  Sta R. Lima Assentada sobre halita
 -  S. I. SEM INFORMAÇÃO (PERFÍS)
 -  ous SEM SILVINITA
- MAPA SÍSMICO SEGUNDO INTERPRETAÇÃO ORIGINAL DE J. R. NUNES, SET. 1968

FIG -

O conteúdo relativo em Br de sais paragenéticos, cristalizados de soluções marinhas ricas em magnésio, é o seguinte, segundo Kühn:

| Sal | Temperatura | Fator "b" | Razão bs/bh |
|----------------------------------|-------------|-------------------|-----------------|
| Halita (Braitsch e Herrmann) | 25°C | 0,073 ± 0,004 | |
| " | 55°C | 0,078 ± 0,004 = 1 | (Por definição) |
| Silvita (Braitsch e Herrmann) | 25°C | 0,73 ± 0,04 | |
| " | 55°C | 0,77 ± 0,04 | 10 ± 1 |
| Carnalita (Braitsch e Herrmann) | 25°C | 0,52 ± 0,03 | |
| " | 55°C | 0,56 ± 0,03 | 7 ± 1 |
| Bischofita (Braitsch e Herrmann) | 25°C | 0,66 ± 0,03 | 9 ± 1 |
| Taquidrita (Boeke) | | 0,29 ± 0,05 | 4 ± 1 |

Nota: Razão bs/bh é a razão de distribuição paragenética de um sal de fator bs com relação ao da halita bh.

O oceano atual tem uma média de 0,0065%, em peso de Br em sua água salgada normal. O Br cresce para 0,054%, / quando a evaporação concentra a salmoura até o ponto de saturação em NaCl. Esta condição é atingida quando 1.000cc de água do mar inicial são evaporados até se reduzirem a 117 gramas. Com fator "b" igual a 0,14, a primeira halita a precipitar deve ter 0,0075% em peso de Br.

Sendo o fator "b" menor que a unidade, verifica-se que a dissolução e subsequente deposição da halita conduzem a um empobrecimento do Br nela contido. Este é o raciocínio aceito para justificar a existência de halitas com menos de 0,0075% Br, quando se deseja evitar a hipótese de considerar a salmoura inicial do mar gerador de tal halita mais pobre em Br do que a do atual.

Braitsch e Herrmann calcularam os seguintes fatores de distribuição paragenética, com relação à halita: halita 1, silvita 10, carnalita 7, e taquidrita 4, em soluções / ricas em magnésio.

Devido ao forte coeficiente da temperatura na solubilidade de silvita, os primeiros cristais desta a se cristalizarem podem variar de 0,24% Br, em peso, a 0°C até 0,36% a 50°C. Os primeiros cristais começam a se precipitar quando a evaporação reduz 1.000 cc de água do mar a 15,3 gramas.

Dentro da faixa do potássio, o conteúdo em Br dos vários sais é de particular importância na determinação da gênese dos minerais. Os resultados de 65 análises feitas por Kühn, no horizonte potássico Stassfurt, são comentados a seguir. O Br nas halitas variou de 0,015 até 0,077%, com os valores menores em zonas que mostram infiltração de soluções posteriores. Na carnalita, o Br varia, em peso, de 0,26% até 0,46% Br, e a razão bs/bh de 1:5 até 1:21. Em média a halita apresenta 0,045% Br, a carnalita 0,36% Br, e a relação entre os dois 1:8, entretanto, Kühn não aconselha a usar estes valores médios, para avaliar condições de formação, porque não são variações estatísticas nem resultado de imprecisão de análises.

As razões de distribuição experimentais de bromo na halita, na silvita, e na carnalita, da formação Prairie Evaporite, citadas por N.Wardlaw, são as seguintes:

| Halita | Silvita clara | Silvita vermelha | Carnalita |
|--------|---------------|------------------|-----------|
| 1 | 13-20 | 5-22 | 8-22 |

Valôres experimentais de Br em halitas, silvitas e carnalitas primárias de águas de mar deficientes em SO_4Mg , oriundas do Zechstein, e da Formação Prairie Evaporite (P.E.), determinados por Braitsch, e constante de artigo do Prof. / Wardlaw, são dados a seguir em peso %:

| | |
|--|-------------|
| Br na halita primária das zonas de potássio: | 0,028-0,053 |
| Br na halita de P.E. " " " " | 0,001-0,036 |
| Br na silvita primária | 0,289-0,354 |
| Br na silvita vermelha de P.E. | 0,010-0,260 |
| Br na silvita clara de P.E. | 0,100-0,303 |
| Br na carnalita primária | 0,252-0,382 |
| Br na carnalita P.E. | 0,042-0,214 |

A geoquímica do Br faz uso de duas propriedades: o conteúdo atual de Br em dado halóide, e a razão de distribuição bs/bh entre dois ou mais minerais salinos. Estes elementos podem ser usados para reconstituir a formação ou transformação de depósitos salinos, empregando-se uma sequência de amostras na vertical, estreitamente espaçadas, ou comparando amostras isócronas, separadas lateralmente.

Razão de distribuição entre vários halóides ver-

dadeiramente paragenética é o critério geralmente adotado para reconhecer rochas salinas primárias. Rochas salinas secundárias podem apresentar razão paragenética se forem completamente recristalizadas durante a última transformação.

O valor absoluto do Br contido é outro fator de avaliação, pois nos sais primários o conteúdo de Br é relativamente alto, enquanto é relativamente baixo nos secundários.

Como o Br enriquece no licor em evaporação, seu conteúdo na halita dá a medida de sua concentração nas águas mães, indicando as mudanças de concentração destas, durante a formação das rochas salinas, de modo que são válidos os seguintes princípios:

1) Em precipitação primária tranquila, por evaporação sem influxo, o conteúdo de Br no perfil cresce logaritmicamente.

2) Com influxo, o conteúdo de Br cresce mais rapidamente que o normal, se a salmoura entrante é mais concentrada em Br que a salmoura da bacia. O inverso também é verdadeiro, decrescendo o Br se o influxo for menos concentrado em Br do que a salmoura da bacia. Como o influxo deve ser igual à evaporação, este fato estabelece um limite para o empobrecimento.

3) Processos sinsedimentares, ligados a entrada / de água doce, descendentes (dissolução dos sais dos bordos da bacia e recristalização no centro), ou incorporando na solução elementos não evaporíticos, podem provocar forte regressão no conteúdo de Br.

4) Transformações posteriores secundárias, ou epigenéticas, incorporando elementos não salinos, produzem perfis desviados do tipo água do mar.

Considerando um modelo em que uma camada de água do mar flui sobre salmoura altamente concentrada, saturada para carnalita, a variação do Br contido pode ser explanada como segue:

1) Ela pode representar um valor médio da mistura de cristais depositados das duas camadas, relativamente poucos cristais de alto teor em Br da salmoura concentrada do estrato inferior, e muitos cristais da camada superficial com bromo baixo. Resulta razão de distribuição carnalita/halita de 1:10 a 1:13.

2) Estas salmouras podem ser misturadas em consequência de tempestades ou ventos fortes que homogeneizam a salmoura, podendo resultar razão verdadeiramente paragenética entre carnalita e halita, 1:7.

3) O conteúdo de Br pode ser parcialmente de origem secundária, como consequência de soluções saturadas infiltrando os depósitos salinos originais do tipo 1) ou 2) , como propiciado pelas atividades tectônicas, promovendo alteração da relação Br/Cl. Isto pode provocar valores de Br muito erráticos, dependendo da quantidade de salmoura infiltrante, seu teor em Br, e do sal adicional que ela pode depositar. Razões de distribuição muito baixas carnalita/halita , até de 1:20, como ocorre em vários lugares nas rochas carnalíticas dos evaporitos de Prairie, indicam deposição de sal adicional, contendo menos Br.

2) Correlação paragenética pelo Br

Para a feitura do "Quadro de correlação paragenética pelo Br", apresentado anexo, foram cortadas 153 amostras na zona amostrada para silvinita, das quais foram usadas 111 na preparação do Quadro.

As amostras constaram de cristais isolados de diversos tipos de rocha, assim: cristais de halita ou de silvita isolados de silvinita, cristais de halita ou de silvita isolados de silvinita, cristais de halita ou de silvita ou de carnalita ou de taquidrita, isolados de carnalítito ou de taquidritito, etc. Como muitas vezes as dosagens apresentaram valores anômalos, resultantes da presença de fragmentos de outros minerais na amostra de cristais escolhidos, foi necessário refugar cerca de um terço dos resultados. Daí a razão de não haver uma melhor distribuição de dosagens, entre os minerais estudados.

Quando as primeiras silvitas começam a se cristalizar, o teor em Br nas halitas é da ordem de 0,025% Br. Entretanto, a concentração do Br na silvita inicial varia com a temperatura, devido à variação de sua solubilidade em função desta, sendo de 0,24% Br a 0°C. Com temperatura crescente, o teor de Br, nas primeiras silvitas a se cristalizarem, cresce. Tomando, contudo, como valor de comparação o teor

0,24% Br na silvita, verifica-se, pelo exame do "Quadro", que todos os teores das silvitas dos poços PKC-10-14-5-16-21 e da camada superior do poço PKC-18, estão abaixo ou muito abaixo do teor referência. Este fato mostra que houve alteração secundária, responsável por teores de Br mais baixos dos correspondentes às concentrações necessárias para precipitação das primeiras silvitas.

A razão b_{sil}/b_h , nestes mesmos poços, foge muito à razão paragenética 10, situando-se entre 3,3 e 7,7. A ação responsável pela alteração dos teores de Br citada, é também responsável pela quebra da relação paragenética.

Tudo indica que as silvitas em consideração são secundárias, possivelmente, resultantes de reação da carnalita com soluções saturadas em Na e K, das quais estes elementos são deslocados como NaCl e KCl, pelo $MgCl_2$ liberado das carnalitas.

Com relação às camadas inferiores, que ocorrem / no PKC-12 e no PKC-18 (não há nenhum elemento de correlação entre estas duas camadas), os teores em Br de suas silvitas se situam bem acima do valor referência 0,24% Br, indicando origem primária. A hipótese de formação primária é reforçada pelos valores paragenéticos 9,5 e 9,6, entre silvita e halita, encontrados respectivamente nestas camadas do PKC-18 e PKC-12.

A razão paragenética do Br em sais cristalizados de soluções marinhas ricas em Mg foi citada anteriormente. / Parageneticamente, o teor em Br da carnalita primária deve ser 7/10 do da silvita. Ocorre, entretanto, que ele é persistentemente maior na carnalita do que na silvita, como se vê do Quadro. Tudo indica que estas carnalitas de teores altos sejam primárias.

Também a taquidrita, como mostra o Quadro, apresenta valores muito acima dos deduzíveis das relações paragenéticas.

3) Perfil de concentração de Br nas halitas do PKC-1

Este perfil é apresentado, graficamente, no Perfil Composto do PKC-1. Ele tem por finalidade subsidiar o entendimento da evolução do processo evaporítico desenvolvido na área.

Examinando-se este perfil, verifica-se que as halitas basais começaram a se cristalizar de salmouras concentradas por evaporação, com teores da ordem de 0,008% Br, bem próximos dos das primeiras halitas a se cristalizarem dos mares atuais, a uma profundidade de 1168m. Por evaporação, a salmoura foi ficando cada vez mais concentrada, crescendo progressivamente o teor das halitas até 0,016% Br a 1151m.

Dêste ponto em diante começou um extenso período em que a concentração da salmoura se deu por solução de halita cristalizada, nas partes marginais da bacia, ou nas proximidades da barra de entrada de salmoura, ou em bacia anterior, provocando a geração de halita de muito baixo Br, podendo, com frequência, apresentar teores de 0,006-0,005% Br e, menos frequentemente, de 0,003-0,004% Br. Como estes teores são inferiores aos das primeiras halitas, 0,0065%, obtidas por evaporação de salmoura dos mares atuais, eles só podem ser obtidos pela saturação da salmoura com halita anteriormente cristalizada, que produz salmoura saturada muito mais pobre em Br.

Até aprofundidade de 1090m são frequentes as ocorrências de folhelhos fétidos, betuminosos, prêtos, piritosos, com algumas intercalações de calcário e anidrita.

De 1090 até 1035m, ocorre carnalita com intercalações de leitos de halita, de bromo muito baixo, como no caso anteriormente citado, indicando salmoura saturada por dissolução de halita, gerando halita com Br variando dentro da faixa muito estreita ao longo do intervalo. Esta salmoura sobrenada, quando não está ausente, a salmoura concentrada para precipitar carnalita. Como será mostrado mais adiante, a amostra 154, de um intervalo de carnalita e halita com 72,9% de carnalita, acusa um teor médio de 0,34% Br, indicando que a carnalita é primária.

Nêste modelo, a salmoura geradora da carnalita, concentrada em bacia anterior até próximo à saturação, precipita este mineral quando está na superfície evaporando, e é recoberta pela salmoura de baixo Br, sempre que se estiver formando leito de halita. Trata-se de períodos de fluxo e refluxo de salmoura de baixo Br e de salmoura concentrada em carnalita por evaporação, sem outra mistura que a difusão na zona de contato das duas. Daí o elevado valor da razão carnalita/halita, que se pode estimar para este intervalo, não contraindicar uma associação primária.

De 1035 até 997m ocorre deposição normal de sal, por evaporação de salmoura marinha preconcentrada, dando halitas com 0,28-0,051% Br. Deve ter havido deposição de potássio em outra parte da bacia, neste intervalo. Este é um modelo seguramente primário.

A partir de 1003 até 950m houve uma sucessão de intervalos de carnalita contendo halita com 0,035-0,47% Br de grandeza paragenética de um lado, e de outro lado halita de baixo Br do tipo citado anteriormente. Na parte superior do intervalo, ocorre espesso banco de carnalita, com halitas de 0,035-0,045% Br. Nesta zona, ocorreram as duas salmouras, a superficial saturada por dissolução de halita de outras áreas e a concentrada precipitante de carnalita. Houve cristalização de halita pobre em Br, partindo de salmoura saturada por dissolução para a formação dos leitos de sal. Porém a halita paragenética dos leitos de carnalita, com halita de Br alto, deriva de salmoura normalmente evaporada e concentrada da água do mar. Esta última salmoura, por evaporação e cristalização paragenética, gera halitas de 0,035 a 0,045% Br.

De 950 até 900m ocorrem, na base, halita impura de baixo Br, carnalita em camada de halita, e taquidrita com intercalações de halita ou carnalita. Excetuando dois intervalos, um na zona de sal e outro na camada de halita contendo carnalita, onde ocorreram enriquecimentos paragenéticos do Br na halita, por evaporação direta de salmoura, as demais halitas sempre foram muito baixas em Br, 0,009-0,006%, com uma amostra de 0,002% Br. Prevalece nesta seção o modelo de dois leitos de salmoura sem mistura.

Como já exposto, o CaCl_2 da taquidrita deve ter se originado da reação de salmoura rica em KCl, saturada de hidrocarbonos oriundos dos folhelhos betuminosos, com o CaSO_4 . Estes folhelhos são oriundos de material clástico carregado em água doce que, por sua vez, diluindo a salmoura, permitiu a proliferação dos organismos geradores dos sapropélitos. A camada de salmoura, rica em MgCl_2 e CaCl_2 , é densa, possivelmente bastante viscosa, e muito espessa, dada a quantidade de taquidrita que dela derivou e ocupa as partes mais fundas da bacia.

A partir de 900m até 855m ocorre halita com carnalita rara, halita impura argilosa e um banco de cerca de

10m de folhelho prêto, fétido, com halita e alguma carnalita. Com exceção de dois pontos, em que o teor de Br indica concentração de salmoura por dissolução de halita, estas halitas são de primeira cristalização de salmouras marinhas. Há um intervalo em que a concentração da solução, por evaporação, elevou até 0,070% Br na halita, indicando a cristalização de sais de potássio em outra área da Bacia, neste intervalo.

O folhelho referido, compreendido entre 856 e 867m, é o marco mais importante dos evaporitos em consideração. É o mais extensivo, e divide a coluna evaporítica em dois modelos de cristalização. Abaixo dele os intervalos são caracterizados predominantemente por minerais gerados por duas salmouras superpostas sem mistura. Faz-se mister admitir a existência de uma bacia anterior, onde foram enriquecidas as soluções carnalíticas ou, alternativamente, saturadas salmouras pobres por dissolução de halita. Apenas em faixas limitadas do perfil, as halitas e carnalitas foram enriquecidas em Br, devido ao crescimento do teor deste na salmoura / como consequência da evaporação. Logo acima do folhelho, ocorrem algumas intercalações subordinadas de carnalita e halita, ainda do tipo Br baixo. Daí para cima há uma espessa camada de taquidrita que vai de 846m até 744m, cuja halita apresenta-se entre 0,046 e 0,062% Br, com apenas um ponto com 0,036% Br, indicando deposição primária paragenética por evaporação direta de salmoura homogênea.

A base do intervalo logo acima do folhelho pode ser identificada em todos os perfis gama-neutrão da área Taquari-Vassouras, indicando sua continuidade, ao lado do caráter primário já identificado.

A partir de 744m até 720m tem-se taquidrita e carnalita na base e o principal intervalo de silvinita com / intercalações de halita. Este intervalo já foi estudado em capítulo anterior.

De 720m até 702m tem-se halita com Br normal, indicando cristalização da halita por evaporação, com intercalações finas de calcário, folhelho ou anidrita.

Os evaporitos são capeados por anidrita, e uma seção com aspecto brechóide, constituída de fragmentos de anidrita em massa argilo-calcária.

O perfil de concentração do Br, nas halitas do PKC-1, indica a existência de dois ciclos evaporíticos maiores. O primeiro ciclo, que vai desde as primeiras halitas até o tampo do primeiro banco de taquidrita, foi caracterizado pela influência de uma bacia anterior à de Taquari-Vassouras, onde a salmoura era concentrada até o ponto de carnalita, e depositava halita por evaporação, ou, alternativamente, dissolvida halita quando a salmoura era fraca, sempre antes de ingressar na bacia principal. É possível que este ciclo maior tenha terminado em secura total da bacia para cristalização da taquidrita. O segundo ciclo começa / nas halitas do tampo desta zona de taquidrita e termina nas anidritas que encerram o episódio evaporítico principal. Os folhelhos fétidos betuminosos indicam outro aprofundamento substancial da bacia, propiciando a decomposição do CaSO_4 ; essencial para a formação da taquidrita. Este segundo ciclo, na bacia principal, não sofreu influência da bacia anterior.

4) Perfil de concentração do Br nas halitas do PKC-6

Este perfil é apresentado, graficamente, no perfil composto do poço em aprêço.

O ciclo maior superior, cujo caráter primário é acentuado pelos teores altos de Br nas halitas, apresenta / grande semelhança com o correspondente do PKC-1, e pode / ser correlacionado com ele.

A ausência prática de carnalita e taquidrita no ciclo principal inferior permite supor que, ao estilo deposicional igual ao do PKC-1, seguiu-se, em época post-diagenética, um período de lixiviação intensa das carnalitas-taquidritas. Com efeito, em vasta extensão vertical, ocorrem halitas com teores em Br equivalentes às primeiras halitas / cristalizadas de salmoura concentrada por evaporação, e mesmo halitas oriundas de dissolução. Nos prováveis intervalos de carnalita, a halita não é paragenética, nunca atingindo 0,020% Br. Provavelmente a dissolução da carnalita ou taquidrita e seu deslocamento lateral provocaram a precipitação de halita de reação que, sendo baixa em Br, provocou a redução do teor de Br no intervalo.

As soluções que provocaram esta lixiviação não podem ser confundidas com as que resultariam da recristalização da gipsita em anidrita, porquanto a ausência de sulfatos amargos nos evaporitos exclui esta possibilidade. / Trata-se muito provavelmente de água subterrânea que invadiu os evaporitos por sua base, sem atingir o ciclo evaporítico superior que é nitidamente primário.

A ação destas soluções deve ter sido propiciada pelo tectonismo post-Carmópolis que afetou a área, provocando o mesmo falhamento de pequeno deslocamento, como atestado pelo fato do ciclo superior ter sido pouco ou nada afetado por soluções secundárias.

Situação parecida ocorre nos poços Tq-1, CPX-2 e PKC-7.

PARAGENESE PELO BR

| AMOSTRA | POÇO | PROFUNDIDADE | CAMADAS SILVINITA | HALITA | SILVITA | CARNALITA | TAQUIDRITA | b_{sil}/b_n | b_{carn}/b_h |
|---------|--------|--------------|-------------------|--------|---------|-----------|------------|---------------|----------------|
| 1 | PKC-11 | 366,1 | --- | 0,0163 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2 | " | 367,8 | --- | 0,0217 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 9 | " | 376,8 | --- | 0,0057 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2 | PKC-10 | 675,1 | --- | --- | 0,1413 | --- | --- | --- | --- |
| 5 | " | 677,8 | --- | 0,0326 | --- | --- | --- | 4,3 | --- |
| 7 | " | 679,9 | --- | --- | --- | 0,3260 | --- | --- | --- |
| 9 | " | 681,5 | --- | --- | --- | 0,5380 | --- | --- | --- |
| 11 | " | 682,8 | --- | --- | --- | --- | 0,3804 | --- | --- |
| 12 | " | 684,7 | --- | --- | --- | --- | 0,3424 | --- | --- |
| 14 | " | 685,6 | --- | --- | --- | --- | 0,3749 | --- | --- |
| 15 | " | 689,0 | --- | --- | --- | --- | 0,3532 | --- | --- |
| 3A | " | 675,1 | --- | --- | --- | 0,3098 | --- | --- | --- |
| 3 | PKC-9 | 670,8 | --- | --- | 0,3804 | --- | --- | --- | --- |
| 5 | " | 672,5 | --- | --- | --- | 0,4837 | --- | --- | --- |
| 1 | PKC-14 | 444,6 | --- | 0,0106 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2 | " | 447,4 | --- | --- | 0,0684 | --- | --- | --- | --- |
| 3 | " | 447,4 | --- | 0,0032 | --- | --- | --- | 4,8 | --- |
| 4 | " | 448,3 | --- | 0,0284 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5 | " | 449,3 | --- | 0,0263 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6 | " | 453,0 | --- | 0,316 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | PKC-5 | 711,0 | --- | 0,0571 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2 | " | 713,9 | 19cm Silvinita | --- | 0,1956 | --- | --- | 3,7 | --- |
| 4 | " | 714,5 | --- | 0,0489 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5 | " | 714,5 | --- | --- | --- | 0,5326 | --- | --- | --- |
| 6 | " | 714,6 | --- | --- | --- | 0,5572 | --- | --- | --- |
| 7 | " | 726,2 | --- | 0,0479 | --- | --- | --- | --- | 10,1 |
| 8 | " | 726,2 | --- | --- | --- | 0,3804 | --- | --- | --- |
| 9 | " | 791,8 | --- | 0,0136 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | PKC-12 | 577,7 | --- | 0,0361 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1A | " | 577,7 | --- | 0,0361 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2 | " | 581,9 | --- | --- | 0,2322 | --- | --- | --- | --- |
| 4 | " | 581,9 | Camada inferior | 0,0268 | --- | --- | --- | 11,0 | --- |
| 5 | " | 583,4 | PKC-9-12- | 0,0268 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6 | " | 585,6 | 2, | --- | --- | 0,5212 | --- | --- | --- |
| 7 | " | 589,6 | --- | --- | 0,4590 | --- | --- | --- | --- |
| 7A | " | 589,6 | --- | 0,0309 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8 | " | 592,5 | --- | --- | --- | 0,4397 | --- | --- | --- |
| 8A | " | 592,5 | --- | 0,0258 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 9 | " | 593,6 | --- | --- | --- | 0,4180 | --- | --- | 10,3 |
| 10A | " | 594,8 | --- | --- | --- | 0,4386 | --- | --- | --- |
| 11 | " | 595,5 | --- | --- | 0,3053 | --- | --- | --- | --- |
| 12 | " | 596,1 | --- | 0,0579 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | PKC-16 | 685,1 | --- | 0,0165 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2 | " | 685,1 | --- | 0,0188 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3 | " | 688,4 | --- | --- | 0,1010 | --- | --- | --- | --- |
| 4 | " | 688,4 | --- | 0,0425 | --- | --- | --- | 5,3 | --- |
| 5 | " | 694,2 | 1ª Camada | --- | 0,1631 | --- | --- | --- | --- |
| 6 | " | 694,2 | --- | 0,0352 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8 | " | 698,4 | --- | 0,0254 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 9 | " | 699,2 | --- | --- | 0,1755 | --- | --- | --- | --- |
| 10 | " | 699,5 | --- | --- | --- | 0,3061 | --- | --- | --- |
| 11 | " | 699,9 | --- | --- | --- | 0,2790 | --- | --- | 11,0 |

- continua -

| AMOSTRA | POÇO | PROFUNDIDADE | CAMADAS SILVINITA | HALITA | SILVITA | CARNALITA | TAQUIDRITA | b_{sil}/b_n | b_{carn}/b_n |
|---------|--------|--------------|-------------------|--------|---------|-----------|------------|---------------|----------------|
| 12 | PKC-16 | 702,4 | --- | 0,0289 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 13 | " | 704,6 | --- | --- | --- | 0,3659 | --- | --- | --- |
| 14 | " | 705,1 | 2ª Camada | --- | 0,1292 | --- | --- | --- | --- |
| 15 | " | 705,1 | | 0,0245 | --- | --- | --- | 7,3 | --- |
| 16 | " | 707,0 | | --- | 0,1997 | --- | --- | --- | --- |
| 17 | " | 707,0 | | 0,0205 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 18 | " | 709,0 | --- | 0,0114 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 19 | " | 714,4 | --- | 0,0165 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 20 | " | 721,2 | --- | 0,0147 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 21 | " | 723,9 | | --- | 0,1041 | --- | --- | --- | --- |
| 22 | " | 723,9 | | 0,0409 | --- | --- | --- | 4,2 | --- |
| 23 | " | 727,1 | 3ª Camada | --- | 0,1153 | --- | --- | --- | --- |
| 24 | " | 727,1 | | 0,0327 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 25 | " | 727,6 | | --- | --- | 0,7699 | --- | --- | --- |
| 26 | " | 727,9 | --- | --- | --- | --- | 0,5020 | --- | --- |
| 27 | " | 728,3 | --- | --- | --- | 0,7790 | --- | --- | --- |
| 28 | " | 730,4 | --- | 0,0303 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 29 | " | 730,4 | --- | --- | --- | 0,4477 | --- | --- | 16,1 |
| 30 | " | 733,3 | --- | --- | --- | 0,4593 | --- | --- | --- |
| 31 | " | 734,6 | --- | --- | --- | --- | 0,4673 | --- | --- |
| 32 | " | 735,2 | --- | --- | --- | --- | 0,5643 | --- | --- |
| 33 | " | 736,7 | --- | 0,0458 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 35 | " | 739,5 | 4ª Camada | --- | 0,1162 | --- | --- | --- | --- |
| 37 | " | 744,1 | --- | 0,0247 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 38 | " | 748,5 | --- | --- | --- | 0,5990 | --- | --- | --- |
| 39 | " | 748,5 | --- | --- | --- | --- | 0,3990 | --- | --- |
| 40 | " | 749,5 | --- | --- | --- | 0,4808 | --- | --- | --- |
| 41 | " | 750,4 | --- | --- | --- | 0,4546 | --- | --- | --- |
| 1 | PKC-18 | 709,7 | --- | 0,0140 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2 | " | 713,4 | --- | --- | 0,0478 | --- | --- | --- | --- |
| 3 | " | 713,4 | --- | 0,0086 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5 | " | 715,9 | | 0,0103 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6 | " | 717,5 | | --- | 0,0838 | --- | --- | --- | --- |
| 7 | " | 717,5 | | 0,0298 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8 | " | 719,2 | 1ª Camada | --- | 0,0907 | --- | --- | 2,7 | --- |
| 9 | " | 719,2 | | 0,0344 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 10 | " | 720,3 | | --- | 0,0890 | --- | --- | --- | --- |
| 11 | " | 720,3 | | 0,0385 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 12 | " | 723,8 | --- | 0,0148 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 13 | " | 729,6 | --- | --- | 0,0375 | --- | --- | --- | --- |
| 14 | " | 729,6 | --- | 0,0195 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 16 | " | 733,8 | --- | 0,0206 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 18 | " | 736,3 | --- | 0,0227 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 19 | " | 740,0 | --- | 0,0249 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 20 | " | 741,2 | --- | 0,0219 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 40 | " | 771,4 | --- | 0,0239 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 41 | " | 773,3 | --- | 0,0409 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 42 | " | 774,1 | | --- | 0,2587 | --- | --- | --- | --- |
| 44 | " | 774,6 | | --- | 0,3547 | --- | --- | 9,9 | --- |
| 45 | " | 774,6 | 2ª Camada | 0,0355 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 46 | " | 775,5 | | --- | 0,2642 | --- | --- | --- | --- |
| 47 | " | 775,5 | | 0,0227 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 48 | " | 776,4 | --- | --- | --- | 0,6429 | --- | --- | --- |
| 51 | " | 778,4 | --- | --- | --- | 0,6087 | --- | --- | --- |
| 53 | " | 780,8 | --- | --- | --- | 0,6573 | --- | --- | --- |
| 7 | PKC-21 | 1144,4 | --- | 0,0176 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8 | " | 1145,8 | --- | 0,0158 | --- | --- | --- | 5,5 | --- |
| 9 | " | 1146,3 | --- | --- | 0,0941 | --- | --- | --- | --- |
| 10 | " | 1146,3 | --- | 0,0183 | --- | --- | --- | --- | --- |

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

XIII - ELEMENTOS TRAÇOS

ELEMENTOS TRACOS

Análise espectrográfica semi-quantitativa de trinta e três amostras, selecionadas e peneiradas (20 malhas), de níveis estratigráficos do Membro Ibura do poço PKC-1, ricas em insolúveis, realizada pelo Laboratório do DNPM, revelou o seguinte:

a) Ouro, germânio e tungstênio, em tôdas as amostras, apresentam concentrações inferiores à capacidade de detecção do método espectroográfico empregado, isto é, 0,001%, 0,001% e 0,01%, respectivamente;

b) O ferro apresenta, em tôdas as amostras, concentração superior a 1%;

c) Os resultados dos demais elementos investigados são da dos abaixo em percentagem:

| Amostra | Ag | B | Co | Cr | Cu | Mn | Mo | Ni | Sr | V |
|---------|--------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|------|------|
| 71 | 0,0001 | 0,001 | 0,001 | 0,01 | 0,05 | 0,5 | 0,01 | 0,01 | +5,0 | 0,1 |
| 72 | 0,0001 | 0,005 | 0,001 | 0,05 | 0,05 | 0,5 | 0,05 | 0,01 | +5,0 | 0,1 |
| 73 | 0,0001 | 0,001 | 0,001 | 0,05 | 0,05 | 1,0 | 0,01 | 0,01 | +5,0 | 0,05 |
| 74 | 0,0001 | 1,00 | 0,001 | 0,5 | 0,1 | 1,0 | 0,1 | 0,1 | 0,5 | 0,1 |
| 75 | 0,0001 | 0,001 | 0,001 | 0,01 | 0,05 | 1,0 | 0,005 | 0,005 | +5,0 | 0,1 |
| 76 | 0,0001 | 0,01 | 0,001 | 0,01 | 0,1 | 0,5 | 0,01 | 0,01 | 1,0 | 0,1 |
| 77 | 0,0001 | 0,005 | 0,001 | 0,05 | 0,1 | 1,0 | 0,01 | 0,05 | +5,0 | 0,1 |
| 78 | 0,0001 | 0,005 | 0,001 | 0,05 | 0,1 | 1,0 | 0,05 | 0,01 | +5,0 | 0,1 |
| 79 | 0,0001 | 0,001 | 0,001 | 0,05 | 0,1 | 1,0 | 0,05 | 0,01 | +5,0 | 0,1 |
| 80 | 0,0001 | 0,001 | 0,001 | 0,01 | 0,05 | 0,5 | 0,01 | 0,01 | 5,0 | 0,05 |
| 83 | 0,0001 | 0,001 | 0,001 | 0,01 | 0,01 | 0,1 | 0,05 | 0,01 | 1,0 | 0,01 |
| 111 | 0,0001 | 1,0 | 0,001 | 0,5 | 0,1 | +1,0 | 0,01 | 0,05 | 1,0 | 0,1 |
| 112 | 0,0001 | 0,1 | 0,001 | 0,5 | 0,1 | +1,0 | 0,01 | 0,05 | 5,0 | 0,1 |
| 113 | 0,0001 | 0,01 | 0,001 | 0,01 | 0,01 | 0,5 | 0,05 | 0,01 | 0,01 | 0,05 |
| 114 | 0,0001 | 0,5 | 0,001 | 0,01 | 0,01 | 0,5 | 0,05 | 0,01 | 0,01 | 0,1 |
| 115 | 0,0001 | 0,5 | 0,001 | 0,01 | 0,05 | 0,5 | 0,05 | 0,01 | 0,5 | 0,05 |
| 116 | 0,0001 | 0,005 | 0,001 | 0,01 | 0,05 | 0,5 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,1 |
| 124 | 0,0001 | 0,005 | 0,001 | 0,01 | 0,05 | 0,5 | 0,05 | 0,01 | 0,5 | 0,1 |
| 125 | 0,0001 | 1,0 | 0,001 | 0,05 | 0,05 | 0,5 | 0,05 | 0,01 | 0,5 | 0,05 |
| 144 | 0,0001 | 1,0 | 0,001 | 0,05 | 0,05 | 0,5 | 0,01 | 0,01 | 1,0 | 0,05 |
| 156 | 0,0001 | 0,005 | 0,001 | 0,01 | 0,05 | 0,5 | 0,01 | 0,01 | 1,0 | 0,05 |
| 157 | 0,0001 | 1,0 | 0,001 | 0,5 | 0,1 | 1,0 | 0,1 | 0,05 | 0,5 | 0,1 |
| 158 | 0,0001 | 0,005 | 0,001 | 0,05 | 0,05 | 0,5 | 0,01 | 0,01 | 1,0 | 0,05 |
| 159 | 0,0001 | 1,0 | 0,001 | 0,1 | 0,1 | 1,0 | 0,1 | 0,01 | 1,0 | 0,05 |

| Amostra | Ag | B | Co | Cr | Cu | Mn | Mo | Ni | Sr | V |
|---------|---------|-------|--------|-------|------|------|------|-------|------|------|
| 160 | -0,0001 | 0,005 | -0,001 | -0,01 | 0,05 | 0,5 | 0,01 | -0,01 | 1,0 | 0,05 |
| 161 | -0,0001 | 1,0 | 0,001 | 1,0 | 0,1 | 1,0 | 0,1 | 0,1 | 0,01 | 0,1 |
| 162 | -0,0001 | 1,0 | 0,01 | 1,0 | 0,1 | 1,0 | 0,1 | 0,1 | 0,01 | 0,1 |
| 163 | -0,0001 | 1,0 | -0,001 | 0,5 | 0,1 | 1,0 | 0,1 | 0,05 | 1,0 | 0,1 |
| 164 | -0,0001 | 1,0 | 0,001 | 1,0 | 0,1 | 0,5 | 0,1 | 0,1 | 0,01 | 0,1 |
| 165 | -0,0001 | 1,0 | -0,001 | 0,5 | 0,05 | 0,5 | 0,05 | 0,05 | 0,01 | 0,1 |
| 166 | -0,0001 | 0,001 | -0,001 | -0,01 | 0,05 | 0,5 | 0,01 | -0,01 | 1,0 | 0,05 |
| 167 | -0,0001 | 0,1 | -0,001 | 0,1 | 0,1 | 1,0 | 0,1 | 0,01 | 1,0 | 0,1 |
| 174 | 0,0005 | 0,01 | -0,001 | 0,1 | 0,1 | +1,0 | 0,1 | 0,01 | 2,0 | 0,1 |

Observações: 1) O sinal negativo (-), à frente do resultado, indica que o elemento não foi detectado e que o valor tabulado é o limite de detecção.

O sinal positivo (+) indica teor "superior a".

2) Os dados acima representam os valores em torno dos quais se situa a concentração do elemento na amostra.

De outra parte, análises espectrográficas qualitativas preliminares, realizadas pelo mesmo Laboratório com algumas amostras de carnalita e de taquidrita dos poços PKC-1 e PKC-3 revelaram a presença de traços dos seguintes elementos:

| Poço | Prof.da amostra (m) | Sal mine-ral | Elementos Secundários | | | | | |
|-------|---------------------|--------------|-----------------------|----|----|---|----|---|
| | | | Cu | Fe | Mn | V | Si | B |
| PKC-3 | 1084 | Taquidrita | + | + | + | + | + | - |
| PKC-3 | 1180 | Carnalita | + | + | - | + | + | + |
| PKC-1 | 795 | Taquidrita | + | + | + | + | - | - |
| PKC-1 | 830 | Taquidrita | + | + | + | + | + | - |
| PKC-1 | 910 | Taquidrita | + | + | + | + | + | + |
| PKC-1 | 975 | Carnalita | + | + | + | + | + | - |

(+)= Presente

(-)= Ausente

Quanto a êsses elementos secundários, presentes na taquidrita e na carnalita, além do bromo, o Laboratório fez, para cada elemento, as apreciações que se seguem:

1) Vanádio - O teor de vanádio tanto na taquidrita quanto na carnalita apresenta-se semelhante. É lícito supor-se então que esse elemento se encontre distribuído uniformemente pela massa desses sais magnesianos. Ele foi, entretanto, também pesquisado nesses sais de outros poços, por W. Lanthorn / (Relatório Hite), mas não encontrado.

2) Cobre - Há ligeira variação de intensidade de teor, não havendo, porém, distinção nessa variação relacionada com a natureza do sal examinado.

Note-se, porém, que Hite mostrou (tabela 2 do seu relatório) que o cobre, embora pesquisado pela análise espectrográfica, não foi encontrado na taquidrita do PKC-10 (amostra de 682,8m). Supõe-se, assim, que o cobre seja mais constante na carnalita (0,005).

3) Ferro - O teor é semelhante em algumas amostras apenas, mas é encontrado em teor variável, tanto na taquidrita quanto na carnalita.

4) Silício - As mesmas observações acima feitas para o ferro.

5) Manganês - Aparece com teor semelhante na taquidrita. Observe-se que Hite mostrou também (tabela 2 do seu relatório) que o manganês pesquisado na carnalita não foi encontrado.

6) Boro - Ora aparece na carnalita, ora na taquidrita, sempre com teor semelhante. É ausente, porém, na maioria das amostras.

Hite mostrou que o analista W. Lanthorn não encontrou boro nem na carnalita nem na taquidrita. Além desses elementos, o analista W. Lanthorn determinou a presença de estrôncio (Sr), muito mais abundante na taquidrita, segundo se vê no quadro seguinte.

| Poço | Sal | Profundidade | Sr | Fe |
|---------|------------|--------------|--------|-------|
| PKC - 7 | Carnalita | 479,4 | 0,0015 | 0,1 |
| PKC - 9 | Carnalita | 672,5 | 0,0015 | 0,07 |
| PKC- 10 | Taquidrita | 682,8 | 0,3000 | 0,002 |

Não se observou a presença do rubídio nem do céσιο em qualquer das amostras examinadas.

XIV - RESULTADOS DA EXECUÇÃO DA PESQUISA

RESULTADOS DA EXECUÇÃO DA PESQUISA

Pelo plano de pesquisa foram selecionadas duas sub-áreas mais favoráveis da bacia salífera compreendidas na Reserva Nacional.

Na primeira, situada entre os campos de Siririzinho e de Carmópolis, chamada Taquari-Jurema-Vassouras / foram perfurados 13 poços dos 17 programados e na segunda, a de Siriri-Santa Rosa de Lima, maior do que a primeira, foram perfurados 12 poços dos 18 programados (Quadro I).

A sondagem foi iniciada após o levantamento de sondagem elétrica da área de Taquari-Vassouras, entre 27/2/68 a 1/5/68, com o objetivo de se construir um mapa isobático do tópo do sal, o que foi obtido satisfatoriamente. Esse serviço foi executado por contrato com a Companhia Brasileira de Geofísica.

Com referência à Sismica, o Projeto Potássio / contratou com a Petrobrás a reinterpretação dos perfis sismográficos decorrentes dos trabalhos de exploração de petróleo por ela executados nas áreas de prospecção do Projeto.

Obteve-se assim um mapa sismográfico cujo contorno representava tentativamente o tópo da camada de sal. Foi um mapa de grande valor na escolha e aprovação dos pontos de sondagem (Ver mapa anexo de J.R.Nunes).

Com as perfurações executadas, tomadas de perfis elétricos e radioativos, testemunhagem das sequências de sais solúveis obtiveram-se dados suficientes que analisados adequadamente conduziram, pela ordem de importância, ao estabelecimento dos seguintes recursos minerais: silvinita, taquidrita, carnalita e, num plano secundário, halita, sendo que os três primeiros estão pormenorizadamente estudados a seguir.

A - SILVINITA

Serão examinados, em primeiro lugar, as camadas de silvinita da área Taquari-Vassouras.

A ocorrência de silvinita mais próxima da base dos evaporitos fica entre os folhelhos nº 4 e 5 ou é indicada pelo perfil gama, em pequena espessura e baixo teor, nos poços CPX-5-SE, PKC-7, CPX-1-SE. Esta camada foi testemunhada no poço SZ-13-SE, conforme mostra a folha de cálculo anexo, acusando teores médios de 18,4% K20 e 41,42% RI, para uma espessura de 1,58 metros. Como indica o RI, esta camada é constituída por silvinita com intercalações de folhelho, delgadas lentes de argila e, possivelmente, anidrita. Esta camada consta das seções geológicas SZ-13 até CP-20 ; PKC-11 até PKC-3 e VA-2-SE até PKC-3, ilustrações nºs 12-10-9.

Bem mais importante é a camada de silvinita, aqui denominada silvinita inferior, (Ciclo VI de R.Hite) , testemunhada nos poços PKC-9-12-2 assim como cortada pelos poços SZ-58-62-70 da Petrobrás. Esta camada repousa sobre a carnalita espessa e extensa, compreendida entre os folhelhos nºs 5 e 6, que é o horizonte mais importante de carnalita da base dos evaporitos, como mostra a seção geológica PKC-11 até PKC-3. Esta camada de silvinita é aparentemente, continua em mais de 4.500 metros. As folhas de cálculo de teores médios, anexas, dão os seguintes resultados para a amostragem nesta camada:

| Poço | Espessura (m) | Teor médio (K20) | Teor médio (RI) |
|--------|------------------|---------------------|--------------------|
| PKC- 9 | 3,67 | 27,45% | 2,37% |
| PKC-12 | 7,63 | 17,77% | 2,42% |
| PKC- 2 | 2,85 | 17,29% | 2,52% |

Para uma espessura média de 4,71 metros, os teores médios desta silvinita são de 20,14% K20 e 2,34% RI.

Calculando a reserva, pelo Mapa de Isópacas das silvinitas da área de Taquari-Vassouras, ilustração nº 19, camada inferior, dentro da linha limitada pelo isópaca de 3 metros, chegou-se a uma cubagem de 75 milhões de toneladas de silvinita, com espessura e teor médio anteriormente citados.

A camada principal de silvinita, muito bem indicada na seção geológica VA-2-SE até PKC-3, fica acima da taquidrita que sobrejaza o folhelho marco nº 8 (Ciclo I de R.Hite), e cobre grande parte da área de Taquari-Vassouras, sendo limitada do lado W pela zona de subrosão, onde ela foi dissolvida.

O capítulo de Petrografia foi dedicado só a esta camada.

Apesar de sua continuidade, esta camada apresenta, em alguns poços como no CPX-5 e no CPX-2, teores muito baixos de K₂O, permitindo a hipótese de existirem cavalos de sal (zonas de dissolução de silvinita dentro da camada). Na zona do PKC-7 e do CPX-1-SE, esta camada apresenta espessamento considerável, com uma intercalação contínua de halita, de 2 a 4 metros de espessura, aparentando duas camadas de silvinita separadas por halita. No poço PKC-6 o leito superior perde expressão e desaparece a partir do PKC-10. Este conjunto de leitões, batizado como H-I-K pelo prof. Richter Bernburg, parece ser persistente na área do campo de petróleo de Carmópolis.

Os poços do Projeto, na área Taquari-Vassouras, tiveram todas suas faixas de silvinita amostradas e analisadas. Os teores médios de silvinita nos poços da área foram pois calculados, conforme folhas de cálculo anexas, baseados em análises químicas nos poços do Projeto, e em computação do perfil / gama no caso de poços da Petrobrás, com os seguintes resultados:

| <u>Poços do Projeto Potássio</u> | <u>Espessura</u> | <u>Teor % K₂O</u> | <u>RI %</u> |
|----------------------------------|------------------|------------------------------|-------------|
| PKC-1 - Camada Superior | 0,93 | 27,22 | 1,56 |
| " Camada Inferior | 8,11 | 28,29 | 1,16 |
| <u>Total</u> | 9,04 | 28,18 | 1,20 |
| PKC-10- Camada Única | 4,59 | 18,67 | 1,05 |
| PKC- 6- Camada Superior | 0,51 | 24,02 | 1,88 |
| " Camada Inferior | 3,19 | 24,56 | 1,30 |
| <u>Total</u> | 3,70 | 24,48 | 1,38 |
| PKC-7 - Camada Superior | 8,81 | 22,51 | 0,97 |
| " - Camada Inferior | 8,77 | 22,76 | 1,14 |
| <u>Total</u> | 17,58 | 22,63 | 1,05 |
| PKC-11 -Camada Única | 0,75 | 23,40 | 1,49 |
| PKC-14 -Camada Única | 0,80 | 17,48 | 1,56 |
| <u>Poços da PETROBRÁS</u> | | | |
| TQ-1-SE - Camada Única | 11,00 | 21,40 | |
| JU-1-SE - " " | 1,80 | 25,36 | |
| VA-2-SE - " " | 10,50 | 28,36 | |
| CPX-1-SE- Camada Superior | 7,75 | 25,70 | |
| " " Inferior | 9,50 | 22,00 | |
| <u>Total</u> | 17,25 | 23,60 | |

A média ponderada do teor de silvinita, calculada com os dados anteriores, dá um teor médio de 23,95% K_2O e 1,07% RI.

Calculando a reserva, pelo Mapa de Isópacas das Silvinitas, ilustração nº 18, camada superior (Ciclo I), chegou-se a uma cubagem de 350 milhões de toneladas de silvinita, dentro dos limites da isópaca de 3 metros, nas áreas compreendidas entre a zona de subrosão e a linha que limita a faixa de segurança do campo de petróleo de Carmópolis. A área desta reserva é de 30,06Km², resultando uma média geral de 6 metros de espessura de silvinita, dentro dos limites citados.

Na área de Santa Rosa de Lima ocorrem vários horizontes de silvinita.

Tomando por referência o poço PKC-16, verifica-se que a silvinita superior é a mais extensa, pois foi testemunhada nos poços PKC-20, PKC-23, PKC-16, PKC-19, SRL-2-SE, SRL-1-SE, ROX-2-SE, PKC-18, PKC-26 e PKC-21. A reserva de silvinita da área será calculada com base nesta camada, ficando as demais / como reserva potencial. Acima desta silvinita, próximo ao topo da halita, ocorrem, nos poços PKC-18 e PKC-24, pequenas lentes da silvinita. No PKC-16, foi cortada uma camada que deu teor médio de 26,41% K_2O , para uma espessura de 2,46 metros. Picos de silvinita no perfil gama indicam a passagem deste horizonte, com teores baixos de K_2O , nos poços PKC-19, SRL-2-SE, SRL-1-SE e ROX-2-SE. Abaixo desta camada ocorre outra, no contato da halita com o banco de taquidrita. Esta camada no / PKC-16 apresenta uma espessura de 4,37 metros com teor médio de 21,42% K_2O , não havendo, porém, continuidade identificável da camada entre os dois poços. Abaixo desta camada ocorrem, ainda, dois leitos de silvinita no PKC-16, ausentes nos demais poços, um com 0,89m de espessura e 20,67% K_2O , e o outro com / 1,94m de espessura de 14,46% K_2O .

O mapa de Isópacas da silvinita de Santa Rosa de Lima, ilustração nº 26, apresenta isópacas das espessuras somativas das diversas camadas de silvinita correspondentes a teores expressivos, assim como as isópacas das espessuras da camada principal referentes a teores acima de 17% K_2O . Estas últimas foram usadas para o cálculo da reserva desta camada, até o limite de profundidade correspondente à cota - 900 metros, tomando a isópaca de 3 metros como limite da área. Para

o cálculo de espessura e teor médios foram usados os valores médios seguintes, calculados para cada poço nas folhas anexas:

| Poços c/análises químicas | Espessura (m) | K20 | RI% |
|---------------------------|---------------|--------|------|
| PKC-18 | 5,14 | 21,65% | 2,51 |
| PKC-16 | 7,72 | 28,39% | 0,87 |
| SRL-2-SE | 5,20 | 29,17% | 1,23 |
| PKC-21 | 6,25 | 28,88 | 0,91 |
| PKC-26 | | | |

i n c o m p l e t o

| Poços s/análises químicas | Espessura (m) | K20 | RI% |
|---------------------------|---------------|-------|-----|
| PKC-19 | 5,00 | 24,10 | - |
| ROX-2-SE | 1,00 | 17,40 | - |
| SRL-1-SE | 1,80 | 18,30 | - |
| PKC-26 | 1,50 | 20,20 | - |

Obteve-se para uma espessura média de 4,2 metros da camada principal, com um teor médio de 25,47% K20 e 1,3% RI, uma reserva de 100 milhões de toneladas de silvinita.

Foi feita uma tentativa para identificar pelo menos um leito guia na camada de silvinita principal de Taquari-Vassouras, isto é, uma unidade característica e contínua facilmente reconhecível, que pudesse servir para posicionar os futuros trabalhos subterrâneos na camada de silvinita. Foram usados perfis 1:1 e, principalmente, 1:10 fotográfico, / com litologia feita com auxílio da metade amostrada dos testemunhos, reservada para pesquisas de concentração. Este estudo compreende os poços PKC-7, PKC-6, PKC-10 e PKC-1. Apesar de todo o esforço desenvolvido, não se conseguiu identificar um leito satisfatório.

B - TAQUIDRITA

A taquidrita, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{MgCl}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, é um mineral que contém 9,4% Mg e 7,7% Ca. Aportuguesando o termo, adotou-se inicialmente a grafia tachidrita, que foi a mais usada no documentário anexo. Posteriormente, verificou-se que a tradução, mais diferente do termo original, porém, correta é taquidrita, e esta foi adotada no texto do relatório.

Na bacia interna Japaratuba-Taquari-Santa Rosa de Lima ocorre a taquidrita em espessos pacotes com lentes muito raras de bischofita ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ contendo 11,4% Mg), e com leitões ou camadas subordinadas de halita e carnalita. Mudanças laterais de facies são frequentes.

Na bacia Taquari-Vassouras ocorrem dois bancos espessos de taquidrita, um acima e outro debaixo do folhelho marco nº 8, cuja espessura individual, por vezes, atinge 100 metros.

Em Santa Rosa de Lima está presente apenas um horizonte, a taquidrita superior, também com algumas intercalações de carnalita e halita.

Aparentemente a subrosão, como exposto anteriormente, formou um fundo canal passando pelo PKC-13, PKC-8, PKC-9, PKC-12, PKC-2 e PKC-3. Localmente, como no PKC-12 e no PKC-2, a subrosão destruiu quase todos os horizontes de taquidrita.

A taquidrita principal desta área, que é a do ciclo I, subjacente ao marco nº 8, apresenta os seguintes teores em peso, de taquidrita, contida nos poços PKC-1 e PKC-6:

PKC-1
Intervalo 743 - 837m

| |
|---------------------|
| 85 - PKC-1 - 94,04% |
| 86 - " --75,75% |
| 87 - " - 87,35% |
| 88 - " - 92,71% |
| 89 - " - 83,26% |
| 90 - " - 90,32% |
| 91 - " - 87,29% |
| 92 - " - 86,82% |
| 93 - " - 94,08% |
| 94 - " - 89,38% |
| 95 - " - 78,77% |
| 96 - " - 75,91% |
| 97 - " - 83,67% |
| 98 - " - 81,26% |
| 99 - " - 78,53% |

PKC-6
Intervalo 564 - 607m

| |
|--------------------|
| 43 - PKC-6 - 89,83 |
| 44 - " - 10,90 |
| 45 - " - 90,30 |
| 46 - " - 86,58 |
| 47 - " - 84,33 |
| 48 - " - 86,93 |
| 49 - " - 70,24 |
| 50 - " - 89,27 |
| 51 - " - 83,56 |
| 52 - " - 87,28 |
| 70 - " - 82,42 |
| 71 - " - 84,36 |
| 72 - " - 82,35 |
| 73 - " - 82,30 |
| 74 - " - 68,02 |

| | |
|----------------------|--------------------|
| 100 - PKC-1 - 86,68% | 75 - PKC-6 - 83,51 |
| 101 - " - 86,01% | 76 - " - 64,21 |
| 102 - " - 48,69% | 76-A " - 66,86 |
| 103 - " - 68,81% | 77 - " - 74,73 |
| 104 - " - 89,75% | |
| 105 - " - 91,60% | |

O intervalo de 94 metros no PKC-1, contém uma média de 83,36% de taquidrita. No PKC-6, o intervalo de 43 metros apresenta 77,26% de taquidrita.

A taquidrita do tópo do ciclo II, subjacente ao marco nº 8, no PKC-1, bastante intercalada de halita e material argiloso, no intervalo 900-931 metros, apresenta os seguintes teores em pêsos:

| |
|----------------------|
| 117 - PKC-1 - 51,55% |
| 118 - " - 55,74% |
| 119 - " - 3,92% |
| 120 - " - 48,66% |
| 121 - " - 51,71% |
| 122 - " - 21,67% |

Resulta um teor médio de 38,9% de taquidrita, contida neste intervalo de 32 metros de espessura.

Os teores de Br, em pêsos, obtidos em amostragem / contínua da taquidrita do ciclo I, sobrejacente ao marco nº 8, foram os seguintes (ver perfis compostos):

| | |
|-----------------------|-----------------------------|
| 85 - PKC-1 - 0,37% Br | 101 - PKC-1 - 0,28% Br |
| 86 - " - 0,38% | 102 - " - 0,43% |
| 87 - " - 0,40% | 103 - " - 0,32% |
| 88 - " - 0,45% | 104 - " - 0,27% |
| 89 - " - 0,32% | 105 - " - 0,26% |
| 90 - " - 0,36% | <u>Teor médio: 0,32% Br</u> |
| 91 - " - 0,29% | 70 - PKC-6 - 0,33% Br |
| 92 - " - 0,29% | 71 - " - 0,34% |
| 93 - " - 0,30% | 72 - " - 0,33% |
| 94 - " - 0,28% | 73 - " - 0,30% |
| 95 - " - 0,31% | 74 - " - 0,33% |
| 96 - " - 0,28% | 75 - " - 0,22% |
| 97 - " - 0,28% | 76 - " - 0,34% |
| 98 - " - 0,29% | <u>Teor médio: 0,31% Br</u> |
| 99 - " - 0,29% | |
| 100 - " - 0,28% | |

Êstes teores correspondem, respectivamente, aos intervalos 741-837m no PKC-1 e 564-602m no PKC-6.

A taquidrita do ciclo II, subjacentes ao marco nº 8, apresenta, os seguintes teores em Br, no intervalo / 900-931m do PKC-1:

| | | | | |
|-------|-------|---|-------|----|
| 117 - | PKC-1 | - | 0,21% | Br |
| 118 - | " | - | 0,24% | |
| 120 - | " | - | 0,28% | |
| 121 - | " | - | 0,37% | |
| 122 - | " | - | 0,16% | |

Média 0,25% Br, em peso.

Calculando o volume delimitado pelo Mapa de Isolamentos das Taquidritas, na área de Taquari-Vassouras, ilustração nº 21, obteve-se um total de 4.000 milhões de toneladas de rocha taquidríptica com os teores anteriormente caracterizados.

Constituindo as enormes reservas de taquidrita da área Taquari-Vassouras, formidável reserva de $MgCl_2$ e não havendo emprêgo atual dêste mineral na indústria, por falta de jazidas conhecidas, foi o Battelle Memorial Institute encarregado, pelo Projeto Potássio, de uma investigação tecnológica e econômica de sua utilização.

C - CARNALITA

A carnalita, $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$, ocorre na área Taquari-Vassouras em espessos bancos, podendo apresentar intercalações de halita, folhelho e taquidrita. Contem 8,7% de Mg e 14,0% de K.

Os horizontes mais importantes são os compreendidos entre os marcos nºs 5 e 6 e os nºs 6 e 7. Entre os marcos nºs 7 e 6 foram obtidos os seguintes resultados analíticos:

| <u>PKC-10</u> | |
|--|------------------|
| (820-837m) | |
| 86 - PKC-10 - | 32,06% carnalita |
| 87 - PKC-10 - | 26,23% |
| 88 - PKC-10 - | 58,29% |
| 89 - PKC-10 - | 20,40% |
| <u>Espessura total:</u> 17 metros | |
| <u>Teor médio:</u> 34,24% de carnalita | |

| <u>PKC-1</u> | |
|---------------|-------------|
| (947-994m) | |
| 126 - PKC-1 - | 8,74% carn. |
| 127 - PKC-1 - | 37,89% |
| 128 - PKC-1 - | 34,98% |
| 129 - PKC-1 - | 50,46% |
| 130 - PKC-1 - | 29,15% |
| 131 - PKC-1 - | 11,66% |
| 132 - PKC-1 - | 43,72% |
| 133 - PKC-1 - | 0,00% |
| 134 - PKC-1 - | 37,89% |
| 135 - PKC-1 - | 54,15% |

Espessura total: 47 metros
Teor médio: 30,86% de carnalita.

Entre os marcos nºs 6 e 5 foram obtidos os seguintes teores:

| <u>PKC-10</u> | |
|---------------------------------------|--------------|
| (883-909m) | |
| 102 - PKC-10 - | 52,46% carn. |
| 103 - PKC-10 - | 64,12% |
| 104 - PKC-10 - | 37,89% |
| 105 - PKC-10 - | 55,38% |
| 106 - PKC-10 - | 37,89% |
| <u>Espessura total:</u> 26 metros | |
| <u>Teor médio:</u> 49,5% de carnalita | |

| <u>PKC-1</u> | |
|----------------|--------------|
| (1.037-1.089m) | |
| 145 - PKC-1 - | 11,66% carn. |
| 146 - PKC-1 - | 23,32% |
| 147 - PKC-1 - | 40,80% |
| 148 - PKC-1 - | 32,06% |
| 149 - PKC-1 - | 14,57% |
| 150 - PKC-1 - | 52,63% |
| 151 - PKC-1 - | 26,23% |
| 152 - PKC-1 - | 29,15% |
| 153 - PKC-1 - | 17,49% |
| 154 - PKC-1 - | 72,87% |
| 155 - PKC-1 - | 72,87% |

Espessura total: 51 metros
Teor médio: 35,8% de carnalita

As carnalitas do PKC-1 apresentaram os seguintes teores em Br:

Intervalo 947 - 994m

126 - PKC-1 - 0,26

127 - PKC-1 - 0,37

128 - PKC-1 - 0,30

129 - PKC-1 - 0,38

130 - PKC-1 - 0,27

131 - PKC-1 - 0,15

132 - PKC-1 - 0,33

134 - PKC-1 - 0,25

135 - PKC-1 - 0,30

Teor médio: 0,29% Br.

Intervalo 1.037 - 1.089m

145 - PKC-1 - 0,16

146 - PKC-1 - 0,20

147 - PKC-1 - 0,25

148 - PKC-1 - 0,19

149 - PKC-1 - 0,10

150 - PKC-1 - 0,29

151 - PKC-1 - 0,13

152 - PKC-1 - 0,15

153 - PKC-1 - 0,16

154 - PKC-1 - 0,34

155 - PKC-1 - 0,30

Teor médio: 0,21% Br.

Calculada a reserva pelo Mapa de Isolitos das Carnalitas, ilustração nº 20, obteve-se um total 6.060 milhões / de toneladas de rocha carnalítica, do tipo anteriormente caracterizado.

Como as áreas de ocorrência de carnalita e taquidrita (ilustrações 20 e 21) se aproximam, verifica-se que há uma reserva in situ só na área de Taquari-Vassouras de 0,9 bilhões de toneladas de magnésio metálico.

D - HALITA

Nas subáreas de Santa Rosa de Lima e de Taquari-Vasouras, no tópo da coluna de sais solúveis, desenvolve-se espessa camada de halita, que nessa última área reúne possivelmente algumas condições para seu aproveitamento econômico.

O mapa de isópaca dessa halita reproduzido parcialmente em anexo e a secção geológica VA-2, PKC-3, do Capítulo V deste Relatório, mostram claramente que há uma área de pelo menos 7,50 Km de extensão por 1,00 Km de largura, balizada ao norte pelos poços PKC-10 e PKC-6 e ao sul pelo PKC-14, onde êsse sal-gema apresenta condições bastante interessantes. Essa camada de halita foi denominada L na subdivisão / estratigráfica adotada pelo Prof. R. Bernburg e foi estudada pelo Projeto detalhadamente, que a dividiu em três leitostintos, o intermediário constituindo o marco estratigráfico nº 12. O quadro abaixo resume as principais características dêsse sal-gema:

| Poços | Espessura do leito | | | Total |
|----------|--------------------|---------------|----------|--------|
| | Superior | Intermediário | Inferior | |
| PKC - 14 | 8,00m | 6,00m | 24,00m | 38,00m |
| PKC - 10 | 24,50m | 6,50m | 16,00m | 47,00m |
| PKC - 6 | 15,00m | 6,00m | 10,00m | 31,00m |
| CPX - 5 | 5,00m | 6,00m | 21,00m | 32,00 |

M É D I A: 35 metros.

Resumo das características litológicas dos leitostintos da Halita (PKC-6 e PKC-10).

| | |
|---------------|--|
| Superior | HALITA branca, finamente estratificada, finas e raras lâminas de anidrita e de calcário. Cristais médios a grosseiros. |
| Intermediário | HALITA cinza a creme, argilosa, cristais finos a médios, finamente estratificada com folhelhos pretos, fétidos. Correlaciona-se bem com o PKC-1, PKC-6, PKC-7 e PKC-14 (marco 12 do Projeto) |
| Inferior | HALITA castanha a creme, finamente estratificada, cristalização fina. |

As análises químicas dessas halitas (PKC-7 e PKC-10) deram os seguintes resultados: Magnésio: 0,0%; Potássio: 0,0%; Resíduos Insolúveis: 1% no leito superior, 7% no intermediário e 2% no inferior; Sulfato de Cálcio: 1 a 4%.

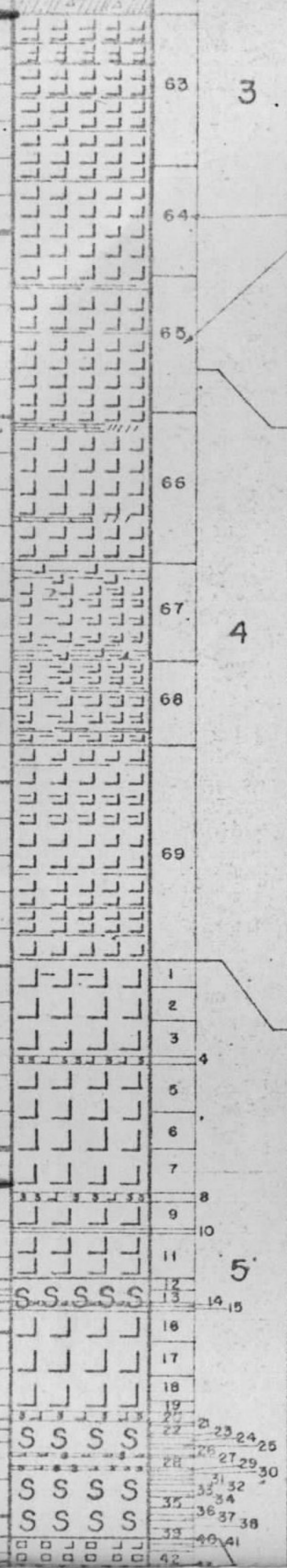
Como se sabe, na subárea de Taquari-Vassouras, o litofácies da Formação Riachuelo é constituído de folhelhos marinhos com poucos calcários subordinados, sem aquíferos. A faixa de ocorrência de halita de 7,50 Km x 1,00Km está aparentemente livre das ações subrosivas, indicadas na Secção Geológica acima referida. Com a espessura média de 35 metros, há naquela faixa cerca de 525 milhões de toneladas de sal-gema / in loco. Com um poço de mineração, aberto até a profundidade de 420 metros, possivelmente, dar-se-ia utilidade econômica a esse cloreto de sódio de qualidade satisfatória. Tal poço poderia eventualmente ser utilizado para se investigar experimentalmente a mineração subterrânea da silvinita de Taquari-Vassouras imediatamente abaixo do sal-gema e sobre-posta à taquidrita, cujo comportamento mecânico, sob os efeitos de esforços de tensão ou compressão, tem sido motivo de discussões e controvérsias.

519

PKC-6

10

551



3

63 HALITA BRCA LEIT A ACINZ, FINAM ESTRAT, CRIST MED, LOC GROSS, LOC IMPURA E C/ FINAS LAMINS FOLH CIN ESC. O TÔPO APRES UMA INTERC DE DE ANID CREME ACAST, ARGOSA, CALCF, LAMIN C/CALC CREME LOC MICRO-FALH, E FOLH CIN ESC. LOC NOTAM-SE PINTAS BRCA LEITS PROVAVEL M. HAL.

64 HALITA BRCA LEIT A ACINZ, FINAM ESTRAT, C/A, LOC C/FINAS LAMINS FOLH C/A, E MUI LOC UMA INTERC DE ANID CREME ACAST, ARGOSA, C/A, FINAM LAMIN C/CALC CREME E FOLH CIN ESC C/A.

66 HALITA CIN CL A LOC BRCA LEIT, FINAM ESTRAT C/A, CRIST GROSS A MED, LOC ARGOSA, C/ TONALID MARR ACAST, E C/ ESPARSAS INTERCS DE CALC CREME ACAST, DOLICO ARGOSO, CRIPTOCRIST, LAMIN C/ ANID MARR ACAST, ARGOSA E FINAS LAMINS FOLH CIN ESC A PRETO FÉT. AS LAMINS APRES LOC IRREGS E MICRO-FALHADAS. A BASE APRES BEM MAIS IMPUR E, C/ VARIAS LAMINS CREME ACAST DE MAT ARGOSO ASSOC ANID

4

67 HALITA CIN ESC, LOC CREME CL, LOC MUI FINA A FINAM ESTRAT, CRIST GROSS, FINA A MÉD NO TÔPO, ARGOSA A LOC MUI ARGOSA, C/MAT ARGOSO, CIN MED A ESC, INTERST, CALCF A LOC DOLICO. NESSA PARTE A AMOSTRA TEM ASPECTO BRECH. LOC NOTAM-SE LAMINS E FINAS INTERCS FOLH PRETO FÉT C/A BETUMINOSO, C/ PEQ FRATURAS.

68 HALITA COMO NA AMOSTRA ANTERIOR, LOC C/INTERCS CONST DE HAL AMAREL, ALARANJ, CRIST FINA A MUI FINA TEXT SACAR LAMIN C/ FOLH CIN ESC A PRETO FÉT.

69 HALITA AMAR ALARANJ A MARR ACAST, MUI FINA A FINAM ESTRAT; LOC ARGOSA, MICROCRIST A MUI FINA, TEXT SACAR, LAMIN C/ FOLH CIN ESC A PRETO. OBSERVAM-SE PEQ DOBRAS E FALHAS.

1 HALITA CIN ESC CREME MUI FINAM ESTRAT TEXT FIN A MED, ARGOSA, LAMS ARGILA PRETA.

2 HALITA CREME A CIN ARGOSA E NA BASE CAST ESC, FIN A MUI FINAM ESTRAT TEXT PREDOM MÉD.

3 SILVINITA VERM ESC, MUI FINAM ESTRAT, TEXT MED / GROSS, LAMS HAL CREME TEXT FIN ARGOSA, E FINA LAMS ARGILA.

6 HALITA CREME E CIN CL, MUI FIN A FINAM ESTRAT TEXT MÉD A SUB-GROSS, DIVERSAS MUI FINAS LAMS ANID BRCA.

8 SILVINITA (AMS 8 E 10) VERM ESC, MUI FIN ESTRAT A LAM, TEXT MED, LAMS HAL CAST TEXT FIN ARGOSA LOC (NA 8) LEITO TEXT GROSS.

10 HALITA CREME A ACIN E ALARANJ, FIN A MUI FINAM ESTRAT, TEXT MÉD/GROSS, NO TÔPO MEIO E BASE LAM TEXT FIN A MÉD.

5

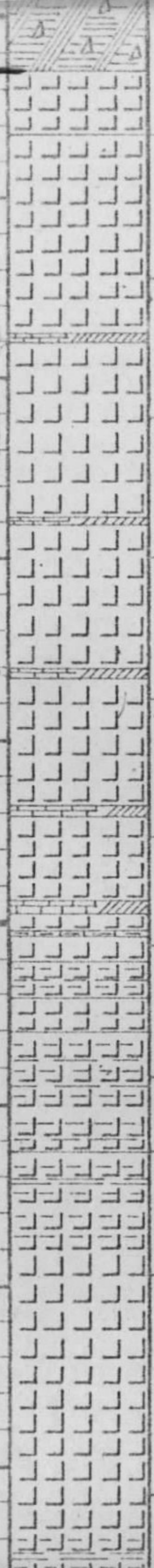
11 SILVINITA VERM ESC E CL NA BASE, MUI FINAM ESTRAT A LAMIN, TEXT MÉD, LOC LAMS HAL CAST, LEITO (AM 14) HAL CIN LAM TEXT FIN.

17 HALITA CIN CL A ESC, FIN A MUI FINAM ESTRAT, TEXT MED A GROSS, FIN LAMS ARGILA PRETA LOC ANID BRCA

22 SILVINITA, AMS 20 A 22, VERM COM LEITO AMARELO, MUI FINAM ESTRAT A LAM, TEXT MED/GROSS-LOC LAMS HAL; AMS 23 A 26, AMARELA LOC VERM, FIN A MUI FINAM ESTRAT LOC LAM, TEXT MÉD/GROSS, LOC FINS LAMS ARGILA; AMS 27 A 29, C/A COM LEITOS NO TÔPO E BASE (AMS 27, 29) HAL CIN ACAST ARGOSA TEXT FIN LAM C/SILVN; AMS 30 A 34 AMARELA E ACIN, MUI FINAM ESTRAT, TEXT MED/SUB-GROSS; AMS 35 A 37, AMARELA FIN ESTRAT TEXT MED/GROSS; AMS 38 A 39 VERM CL, FIN ESTRAT A LAM, TEXT

626,5

PKC-10



SEÇÃO AUSENTE NOS POÇOS
PKC-1 E PKC-6

SEÇÃO AUSENTE NO PKC-1

2
100%

SEÇÃO AUSENTE NO PKC-1

3
100%

41 HALITA BRCA ACINZ A BRCA LEIT, FINAM ESTRAT, CRIST GROSS, LOC MED, LOC IMPURA E C/TON MARR ACAST, OCAS C/FINAS LAMINS FOLH PRETO FÉT A CIN ESC, E CALC CREME CL A CREME ACAST, DOLOMITICO, CRIPTOCRIST, ARGOS E ASSOC LOC ANID. POR TODA A AMOSTRA NOTAM-SE FINISS LAMINS IRREGS DE ANID CREME CL.

42 HALITA BRCA ACINZ A LEIT, LOC C/TON MARR ACAST, C/A, FINAM ESTRAT, CRIST PREDOM MED A GROSS. LOC NO TÔPO C/UMA INTERC DE 18cm DE CALC CREME CL E ACAST, C/A, LAMIN C/ANID CREME ACAST, CALCF E FOLH CIN ACAST A CIN ESC, CALCF. NOTAM-SE DIVERSAS LAMINS IRREGS ANID CREME CL C/A. MUI LOC MICRO-FALHAS. BOA CORREL C/O PKC-6.

43 HALITA BRCA ACINZ A LEIT, LOC C/TON MARR ACAST, C/A, PORÉM MAIS PURA. ANID CREME CL C/A. BOA CORREL C/O PKC-6.

44 HALITA COMO NAS AMOSTRAS ANTERIORES, LOC C/LAMINS IRREGS ANID CREME CL C/A. BOA CORREL C/O PKC-1, PKC6 e PKC-7.

45 HALITA BRCA ACAST E ACINZ A BRCA LEIT, FINAM ESTRAT, CRIST GROSS, LOC MED, LOC ARGOS E APRES FINISS LAMINS MAT ARGOS, MARR ACAST, ANID E CALCF, LOC COMO MAT INTERST. OCAS FINISS LAMINS FOLH CIN MED A ESC. A AMOSTRA APRES UMA INTERC DE 15cm DE CALC CREME ACAST, CRIPTOCRIST, MUI DOLOMIT, LAMIN C/ANID CREME ACINZ, CRIPTOCRIST, ARGOSA. BOA CORREL C/PKC-1, 6 E 7. NOTAMOS AINDA RAROS CRISTAIS HAL BICOS HAL HIAL CORTANDO AS LAMINS DE CALC CREME ACAST.

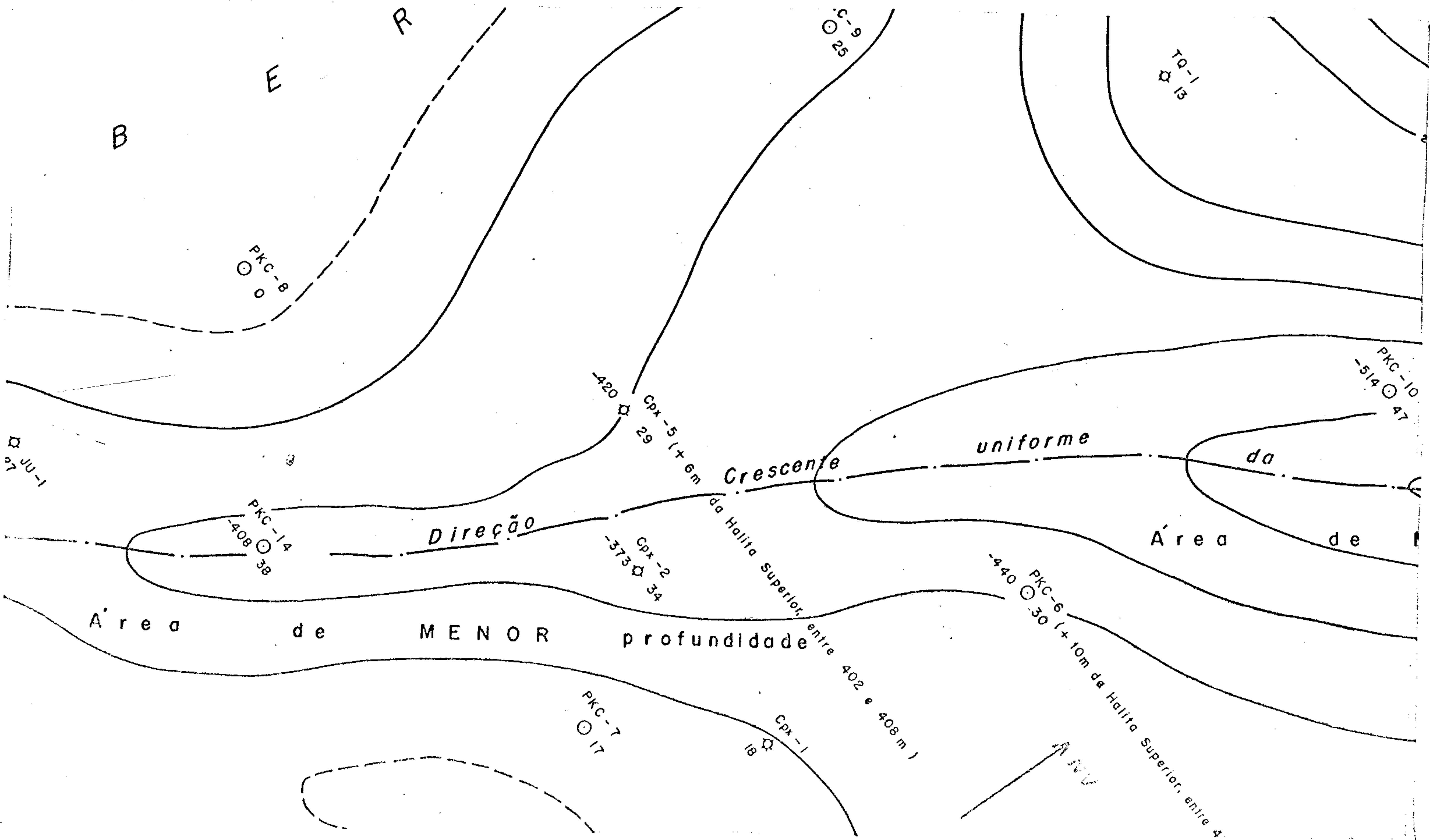
46 HALITA BRCA ACIN A BRCA ACAST A LEIT, COMO NA AMOSTRA ANTERIOR, LOC C/FINISS LAMINS MAT ARGOS CREME CL A ACAST, ANID E CALCF, C/A. E APRES UMA INTERC CALC CREME ACAST LAMIN ANID CREME ACINZ C/A.

47 HALITA CREME ACAST MUI FINAM ESTRAT, CRIST MUI FINA A MICROCRIST, MUI LOC MED A GROSS NO 1º METRO, E APRES DIVERSAS LAMINS MAT ARGOS CREME ACAST, ANID E CALCF C/A. OS METROS RESTANTES SÃO CONST HAL CIN ESC A MARR ESC, CRIST GROSS, LOC MUI GROSS, APRES MAT ARGOS CREME ACAST E MARR ESC, ANID, CALCF E INTERST. LOC A HAL APRES LAMINS FOLH PRETO FÉT, CALCF, CARBONOSO A BETUMINOSO, LAMIN C/CALCF CREME ACAST C/A. BOA CORREL C/PKC-1, 6 E 7.

48 HALITA CREME ACAST, FINAM ESTRAT, CRIST MUI FINA A MICROCRIST, TB HAL CIN ESC A MARR ESC, FINAM ESTRAT CRIST MED A GROSS, LOC C/MAT ARGOS MARR ESC ANID E INTERST C/A, LOC C/LAMINS FOLH PRETO FÉT, CARBONOSO A BETUMINOSO. MUI LOC OS CRISTAIS HAL APRES PELÍCULAS PROVAVELM, DE ÓXIDO DE FERRO VERM TERRA. BOA CORREL C/PKC-1, 6 E 7.

49 HALITA CIN ACAST A CREME ACAST A ALARANJ, FINAM ESTRAT, LOC LAMIN, CRIST MUI FINA A MICROCRIST, ARGOS, MUI LOC LAMIN HAL HIAL CRIST GROSS, E DE UM MODO GERAL LAMIN C/MAT ARGOS CIN MED, LOC CREME ACINZ CALCF E LOC ANID. NOTAM-SE MICRO-FALHAS E FRAT VERT PREENCHDS HAL HIAL. BOA CORREL C/PKC-1, 6 E 7.

50 HALITA CIN ACAST A CREME ACAST FINAM ESTRAT, MICROCRIST A MUI FINA, ARGOS, LOC LAMIN MAT ARGOS CIN ESC, MUI LOC CREME ACINZ, CALCF E ANID MUI LOC LAMINS HAL HIAL CRIST GROSS. BOA CORREL C/PKC-1, 6, E 7.



B

E

R

PKC-8
○

C-9
○
25

70-1
○
13

PKC-10
○
-514
47

-420
Cpx-5 (+6m)
29

uniforme

da

PKC-11
○
-407

Direção

Crescente

Área

de

PKC-14
○
-408
38

-373
Cpx-2
34

Área

de

MENOR

profundidade

entre 402 e 408 m)

-440
PKC-6
○
-30 (+10m da Halita Superior, entre 4

PKC-7
○
17

Cpx-1
18

N

CPX-5

CÁLCULO DO TEOR PELO PERFIL GAMA

491.0 - 2.0% K₂O
491.5 - 4
492.0 - 5
492.5 - 4.5
493.0 - 5.5
493.5 - 3.5
HALITA

DADOS DO PROF. SYLVIO FROES DE ABREU

ZONAS DE SILVINITA:
491.2 - 393.3 - ANALISES DE RESTOS DE DISSOLUÇÃO:
30.8% K₂O
497.5 - 498.2 - Idem - TEOR 24.7% K₂O
713.5 - 714.2 - Idem - " 45.0% "
717.4 - 719.0 - Idem - - -

PKC-1-SE

| Nº AMOSTRA | INTERV. | ESPES. | RI | K | RI x ESP. | K x ESP. |
|------------|---------|--------|-------|-------|-----------|----------|
| 8 | 724,17 | 0,46 | 0,19 | 24,62 | 0,08 | 11,33 |
| 9 | 725,10 | 0,47 | 2,90 | 20,59 | 1,36 | 59,68 |
| 17 | 728,31 | 0,41 | 2,00 | 24,11 | 0,82 | 9,89 |
| 18 | | 0,12 | 0,07 | 29,02 | 0,01 | 3,48 |
| 19 | | 0,31 | 2,93 | 19,70 | 0,90 | 6,11 |
| 20 | | 0,34 | 0,82 | 29,12 | 0,27 | 9,90 |
| 21 | | 0,46 | 0,19 | 24,35 | 0,08 | 11,20 |
| 22 | | 0,42 | 0,07 | 27,49 | 0,03 | 11,55 |
| 23 | | 0,10 | 0,22 | 28,57 | 0,22 | 2,86 |
| 24 | | 0,47 | 3,08 | 19,28 | 1,44 | 9,06 |
| 25 | | 0,22 | 1,83 | 19,47 | 0,40 | 4,28 |
| 26 | | 0,37 | 0,52 | 21,95 | 0,19 | 8,13 |
| 27 | | 0,14 | 1,37 | 24,61 | 0,19 | 3,45 |
| 28 | | 0,15 | 6,86 | 2,10 | 1,03 | 0,31 |
| 29 | | 0,12 | 3,88 | 17,78 | 0,46 | 2,13 |
| 30 | | 0,37 | 0,33 | 24,31 | 0,12 | 8,99 |
| 31 | | 0,30 | 1,00 | 27,31 | 0,30 | 8,19 |
| 32 | | 0,11 | 0,13 | 25,98 | 0,01 | 2,86 |
| 33 | | 0,19 | 0,84 | 23,52 | 0,15 | 4,47 |
| 34 | | 0,40 | 0,22 | 27,68 | 0,09 | 11,07 |
| 35 | | 0,28 | 0,33 | 23,29 | 0,09 | 6,52 |
| 36 | | 0,46 | 0,19 | 20,20 | 0,08 | 9,29 |
| 37 | | 0,19 | 1,36 | 24,08 | 0,25 | 4,57 |
| 38 | | 0,30 | 1,08 | 24,88 | 0,32 | 7,46 |
| 39 | | 0,09 | 4,81 | 7,46 | 0,43 | 0,67 |
| 40 | | 0,11 | 0,74 | 28,10 | 0,08 | 3,09 |
| 41 | | 0,20 | 2,90 | 19,15 | 0,58 | 3,83 |
| 42 | | 0,12 | 0,13 | 20,59 | 0,01 | 2,47 |
| 43 | | 0,14 | 0,57 | 26,40 | 0,08 | 3,70 |
| 44 | 0,20 | 1,16 | 20,16 | 0,23 | 4,03 | |
| 45 | 0,29 | 0,28 | 25,78 | 0,08 | 7,48 | |
| 46 | 0,26 | 0,33 | 27,31 | 0,08 | 7,10 | |
| 47 | 736,51 | 0,47 | 1,01 | 26,08 | 0,47 | 12,26 |

RESUMO:

| Nº AMOSTRA | INTERVALO | ESPESSURA | T _m RI | T _m K | T _m K ₂ O |
|---------------|---------------|-----------|-------------------|------------------|---------------------------------|
| 8-9 | 724,17-725,10 | 0,93 | 1,55 | 22,59 | 27,22 |
| 17-47 | 728,31-736,51 | 8,11 | 1,16 | 23,48 | 28,29 |
| TOTAL | | 9,04 | 1,20 | 23,39 | 28,18 |

PKC-2-SE

| Nº AMOSTRA | INTERV. | ESPESES. | RI | K | RI x ESP | K x ESP. |
|------------|---------|----------|------|-------|----------|----------|
| 12 | 1005,91 | 0,13 | 2,10 | 21,71 | 0,27 | 2,82 |
| 13 | | 0,26 | 3,81 | 9,88 | 0,99 | 2,57 |
| 14 | | 0,25 | 2,30 | 11,46 | 0,57 | 2,87 |
| 15 | | 0,27 | 4,13 | 14,53 | 1,11 | 3,92 |
| 16 | | 0,39 | 2,30 | 19,58 | 0,89 | 7,63 |
| 17 | | 0,31 | 2,41 | 12,24 | 0,74 | 3,79 |
| 18 | | 0,28 | 2,04 | 15,76 | 0,57 | 4,41 |
| 19 | | 0,23 | 3,88 | 6,83 | 0,89 | 1,57 |
| 20 | | 0,49 | 1,47 | 13,96 | 0,72 | 6,84 |
| 21 | | 1008,75 | 0,23 | 1,80 | 18,89 | 0,41 |

RESUMO:

| Nº AMOSTRA | INTERVALO | ESPESSURA | T _m RI | T _m K | T _m K ₂ O |
|------------|------------------|-----------|-------------------|------------------|---------------------------------|
| 12-21 | 1.005,9-1.008,75 | 2,85 | 2,52 | 14,35 | 17,29 |

PKC-5-SE

| Nº AMOSTRA | INTERV. | ESPES. | RI | K | RI x ESP. | K x ESP. |
|------------|---------------|--------|------|-------|-----------|----------|
| 2 | 713,95-714,14 | 0,19 | 1,63 | 18,74 | 0,31 | 3,56 |

RESUMO:

| Nº AMOSTRA | INTERVALO | ESPESSURA | T_{m}^{RI} | T_{m}^{K} | $T_{m}^{K_0}$ |
|------------|---------------|-----------|--------------|-------------|---------------|
| 2 | 713,95-714,14 | 0,19 | 1,63 | 18,74 | 22,58 |

Tq-1-SE

CALCULADO PELO PERFIL GAMA

| <u>PROFUNDIDADE</u> | <u>K₂O%</u> |
|---------------------|------------------------|
| 501.0 | - |
| 501.5 | 6.1 |
| 502.0 | 15.1 |
| 502.5 | 17.0 |
| 503.0 | 20.5 |
| 503.5 | 18.3 |
| 504.0 | 22.2 |
| 504.5 | 21.6 |
| 505.0 | 20.7 |
| 505.5 | 24.1 |
| 506.0 | 26.7 |
| 506.5 | 25.6 |
| 507.0 | 25.6 |
| 507.5 | 26.2 |
| 508.0 | 19.6 |
| 508.5 | 19.2 |
| 509.0 | 27.2 |
| 509.5 | 23.9 |
| 510.0 | 19.2 |
| 510.5 | 19.2 |
| 511.0 | 17.1 |
| 511.5 | 20.7 |
| 512.0 | 22.0 |
| 512.5 | <u>19.6</u> |

CARNALITA

RESUMO:

| <u>INTERVALO</u> | <u>ESPESSURA (METRO)</u> | <u>T_m K₂O%</u> |
|------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| 501.75-512.75 | 11 | 21.4% |

PKC-6-SE

| Nº AMOSTRA | INTERV. | ESP. | RI | K | RI x ESP. | K x ESP. |
|------------|---------|------|------|-------|-----------|----------|
| 12 | 555,39 | 0,26 | 3,01 | 16,52 | -0,78 | 4,30 |
| 13 | 555,90 | 0,25 | 0,74 | 23,48 | 0,18 | 5,87 |
| 21 | 559,21 | 0,06 | 1,42 | 18,63 | 0,08 | 1,12 |
| 22 | | 0,26 | 3,44 | 18,13 | 0,89 | 4,71 |
| 23 | | 0,16 | 1,57 | 21,73 | 0,25 | 3,47 |
| 24 | | 0,15 | 0,60 | 25,20 | 0,09 | 3,78 |
| 25 | | 0,13 | 1,67 | 21,48 | 0,21 | 2,79 |
| 26 | | 0,17 | 0,43 | 22,92 | 0,07 | 3,90 |
| 27 | | 0,08 | 5,79 | 2,60 | 0,46 | 0,21 |
| 28 | | 0,26 | 1,94 | 19,75 | 0,50 | 4,98 |
| 29 | | 0,12 | 4,61 | 9,17 | 0,55 | 1,10 |
| 30 | | 0,13 | 0,32 | 24,65 | 0,04 | 3,20 |
| 31 | | 0,13 | 0,14 | 13,95 | 0,02 | 1,81 |
| 32 | | 0,14 | 0,17 | 21,89 | 0,02 | 3,06 |
| 33 | | 0,17 | 0,15 | 13,40 | 0,02 | 2,28 |
| 34 | | 0,12 | 0,48 | 22,20 | 0,06 | 2,66 |
| 35 | | 0,27 | 0,26 | 26,28 | 0,07 | 7,10 |
| 36 | | 0,18 | 0,18 | 24,12 | 0,03 | 4,34 |
| 37 | | 0,18 | 0,24 | 24,28 | 0,04 | 4,37 |
| 38 | | 0,22 | 1,64 | 18,86 | 0,36 | 4,15 |
| 39 | 562,40 | 0,26 | 0,91 | 22,34 | 0,23 | 5,80 |

RESUMO:

| Nº AMOSTRA | INTERVALO | ESPESSURA | T _m RI | T _m K | T _m K ₀ |
|------------|---------------|-----------|-------------------|------------------|-------------------------------|
| 12-13 | 555,39-555,90 | 0,51 | 1,88 | 19,94 | 24,02 |
| 21-39 | 559,21-562,40 | 3,19 | 1,05 | 20,42 | 24,60 |
| TOTAL | | 3,66 | 1,09 | 20,30 | 24,53 |

CPX - 1

CALCULADO PELO PERFIL GAMA

| <u>PROFUNDIDADE</u> | <u>K₂O%</u> |
|---------------------|---|
| 516 | 3.0 |
| 516.5 | 10.2 |
| 516.75 | |
| 517.0 | 22.5 |
| 517.5 | 22.5 |
| 518.0 | 28.0 |
| 518.5 | 27.4 |
| 519.0 | 27.4 |
| 519.5 | 22.5 |
| 520.0 | 22.5 |
| 520.5 | 23.5 (CAMADA SUPERIOR) |
| 521.0 | 29.4 |
| 521.5 | 29.4 |
| 522.0 | 29.4 |
| 522.5 | 28.0 |
| 523.0 | 29.4 |
| 523.5 | 23.5 |
| 524.0 | 20.0 |
| 524.25 | |
| 524.5 | 5.6 |
| 525.00 | 8.2 |
| 525.5 | 19.6 BASE DA CAMADA SUPERIOR |
| 526.0 | 19.6 ESPESSURA 2.25 - TEMPERATURA MÉDIA: 12.4% K ₂ O |
| 526.5 | 9.1 |
| 527.0 | - |
| 527.5 | - |
| 528.0 | - |
| 528.5 | - HALITA 6 METROS |
| 529.0 | - |
| 529.5 | - |
| 530.0 | 5.6 |
| 530.25 | |
| 530.5 | 19.0 |
| 531.0 | 27.0 |
| 531.5 | 29.4 |
| 532.0 | 27.0 |
| 532.5 | 19.0 |

CPX - 1

| <u>PROFUNDIDADE</u> | <u>K₂O%</u> |
|---------------------|------------------------|
| 533.0 | 20.0 |
| 533.5 | 21.3 |
| 534.0 | 19.0 |
| 534.5 | 14.0 |
| 535.0 | 15.5 |
| 535.5 | 14.8 (CAMADA INFERIOR) |
| 536.0 | 11.2 |
| 536.5 | 17.0 |
| 537.0 | 27.0 |
| 537.5 | 29.4 |
| 538.0 | 29.4 |
| 538.5 | 27.0 |
| 539.0 | 29.5 |
| 539.5 | 21.3 |

539.75
CARNALITA-TACHIDRITA

RESUMO:

| <u>INTERVALO</u> | <u>ESPESSURA (METRO)</u> | <u>T_mK₂O%</u> |
|------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| 516.75-524,25 | 7,50 | 25.70 |
| 530.25-539.75 | 9.50 | 22.00 |
| TOTAL | 17.00 | 23.60 |

PKCA7-SE

| Nº AMOSTRA | INTERV. | ESPES. | RI | K | RI x ESP. | K x ESP. |
|---------------|---------|--------|------|-------|-----------|----------|
| 4 | 450,32 | 0,20 | 0,52 | 30,05 | 0,10 | 6,01 |
| 5 | | 0,16 | 0,56 | 21,21 | 0,09 | 3,39 |
| 6 | | 0,07 | 2,75 | 2,26 | 0,19 | 0,16 |
| 7 | | 0,14 | 0,29 | 25,54 | 0,04 | 3,58 |
| 8 | | 0,27 | 1,83 | 15,04 | 0,49 | 4,06 |
| 9 | | 0,13 | 0,10 | 33,29 | 0,01 | 4,33 |
| 10 | | 0,45 | 0,30 | 30,51 | 0,13 | 13,73 |
| 11 | | 0,16 | 3,79 | 15,13 | 0,60 | 2,42 |
| 12 | | 0,17 | 0,72 | 27,93 | 0,12 | 4,75 |
| 13 | | 0,38 | 4,10 | 7,28 | 1,56 | 2,77 |
| 14 | | 0,17 | 0,54 | 28,29 | 0,09 | 4,81 |
| 15 | | 0,35 | 0,12 | 29,22 | 0,04 | 10,23 |
| 16 | | 0,11 | 1,84 | 15,27 | 0,20 | 1,68 |
| 17 | | 0,41 | 0,26 | 27,96 | 0,11 | 11,47 |
| 18 | | 0,13 | 2,40 | 14,00 | 0,31 | 1,82 |
| 19 | | 0,25 | 0,16 | 29,82 | 0,04 | 7,46 |
| 20 | | 0,14 | 0,40 | 19,86 | 0,05 | 2,78 |
| 21 | | 0,12 | 3,23 | 14,72 | 0,38 | 1,77 |
| 22 | | 0,19 | 0,71 | 23,70 | 0,13 | 4,50 |
| 23 | | 0,14 | 3,03 | 11,37 | 0,42 | 1,59 |
| 24 | | 0,43 | 0,88 | 0,12 | 0,38 | 0,05 |
| 25 | | 0,31 | 0,15 | 0,09 | 0,03 | 0,02 |
| 26 | | 0,24 | 0,59 | 19,42 | 0,14 | 4,66 |
| 27 | | 0,21 | 0,10 | 19,54 | 0,02 | 4,10 |
| 28 | | 0,29 | 0,08 | 18,98 | 0,02 | 5,50 |
| 29 | | 0,07 | 2,54 | 1,83 | 0,17 | 0,12 |
| 30 | | 0,35 | 0,36 | 17,74 | 0,12 | 6,20 |
| 31 | | 0,11 | 2,22 | 20,73 | 0,24 | 2,28 |
| 32 | | 0,15 | 2,85 | 4,97 | 0,42 | 0,74 |
| 33 | | 0,22 | 0,34 | 24,13 | 0,07 | 5,31 |
| 34 | | 0,12 | 2,29 | 12,24 | 0,27 | 1,47 |
| 35 | | 0,30 | 0,28 | 13,20 | 0,08 | 3,96 |
| 36 | | 0,15 | 0,00 | 21,98 | 0,00 | 3,30 |
| 37 | | 0,13 | 1,27 | 21,28 | 0,16 | 2,77 |
| 38 | | 0,18 | 2,40 | 11,34 | 0,43 | 2,04 |
| 39 | | 0,17 | 0,69 | 0,20 | 0,11 | 0,03 |
| 40 | | 0,31 | 0,05 | 29,48 | 0,02 | 9,14 |

PKC-7-SE

| Nº AMOSTRA | INTERV. | ESPES. | RI | K | RI x ESP. | K x ESP. |
|---------------|---------|--------|------|-------|-----------|----------|
| 41 | | 0,38 | 0,09 | 29,40 | 0,03 | 11,17 |
| 42 | | 0,11 | 0,08 | 12,13 | 0,01 | 1,33 |
| 43 | 459,13 | 0,44 | 1,43 | 15,88 | 0,62 | 6,99 |
| 51 | 463,66 | 0,18 | 1,48 | 22,94 | 0,26 | 4,13 |
| 52 | | 0,21 | 0,26 | 28,32 | 0,05 | 5,95 |
| 53 | | 0,15 | 0,59 | 22,73 | 0,08 | 3,41 |
| 54 | | 0,26 | 0,88 | 27,07 | 0,22 | 7,04 |
| 55 | | 0,26 | 1,39 | 25,15 | 0,35 | 6,54 |
| 56 | | 0,09 | 4,42 | 3,18 | 0,40 | 0,28 |
| 57 | | 0,16 | 1,30 | 24,06 | 0,20 | 3,85 |
| 58 | | 0,10 | 5,26 | 3,09 | 0,52 | 0,30 |
| 59 | | 0,10 | 0,97 | 21,78 | 0,09 | 2,18 |
| 60 | | 0,14 | 5,19 | 1,70 | 0,72 | 0,24 |
| 61 | | 0,21 | 0,73 | 23,32 | 0,15 | 4,90 |
| 62 | | 0,19 | 0,92 | 23,36 | 0,17 | 4,44 |
| 63 | | 0,49 | 0,96 | 22,73 | 0,47 | 11,14 |
| 64 | | 0,23 | 3,96 | 10,96 | 0,91 | 2,52 |
| 65 | | 0,20 | 0,58 | 25,37 | 0,11 | 5,07 |
| 66 | | 0,18 | 0,28 | 1,16 | 0,05 | 0,21 |
| 67 | | 0,17 | 1,07 | 24,13 | 0,18 | 4,10 |
| 68 | | 0,37 | 2,18 | 3,00 | 0,80 | 1,11 |
| 69 | | 0,30 | 0,81 | 24,76 | 0,24 | 7,43 |
| 70 | | 0,33 | 0,29 | 15,92 | 0,09 | 5,25 |
| 71 | | 0,30 | 0,61 | 14,98 | 0,18 | 4,49 |
| 72 | | 0,11 | 0,30 | 23,71 | 0,03 | 2,61 |
| 73 | | 0,16 | 1,93 | 16,75 | 0,30 | 2,68 |
| 74 | | 0,17 | 0,17 | 24,84 | 0,02 | 4,22 |
| 75 | | 0,55 | 0,35 | 14,58 | 0,19 | 8,02 |
| 76 | | 0,15 | 0,26 | 25,00 | 0,04 | 3,75 |
| 77 | | 0,20 | 1,92 | 17,14 | 0,38 | 3,43 |
| 78 | | 0,23 | 0,49 | 24,27 | 0,11 | 5,58 |
| 79 | | 0,23 | 0,79 | 19,21 | 0,18 | 4,42 |
| 80 | | 0,28 | 0,68 | 24,68 | 0,19 | 6,91 |
| 81 | | 0,23 | 0,76 | 24,68 | 0,17 | 5,68 |
| 82 | | 0,23 | 1,60 | 20,18 | 0,37 | 4,64 |

PKC-7-SE

| Nº AMOSTRA | INTERV. | ESPES. | RI | K | RI x ESP. | K x ESP. |
|---------------|---------|--------|------|-------|-----------|----------|
| 83 | | 0,09 | 0,08 | 21,94 | 0,01 | 1,97 |
| 84 | | 0,20 | 0,91 | 18,77 | 0,18 | 3,75 |
| 85 | | 0,17 | 2,63 | 4,40 | 0,44 | 0,75 |
| 86 | | 0,35 | 1,72 | 15,67 | 0,60 | 5,48 |
| 87 | | 0,38 | 0,30 | 24,87 | 0,11 | 9,45 |
| 88 | | 0,26 | 0,26 | 18,33 | 0,06 | 4,76 |
| 89 | 472,57 | 0,16 | 0,84 | 18,60 | 0,13 | 2,98 |

RESUMO:

| Nº AMOSTRA | INTERVALO | ESPESSURA | T _m RI | T _m K | T _m K ₂ O |
|---------------|---------------|-----------|-------------------|------------------|---------------------------------|
| 4-43 | 450,32-459,13 | 8,81 | 0,97 | 18,68 | 22,51 |
| 51-89 | 463,66-472,57 | 8,77 | 1,14 | 18,89 | 22,76 |
| TOTAL | | 17,58 | 1,04 | 18,78 | 22,63 |

PKC-9-SE

| Nº AMOSTRA | INTERV. | ESPES. | RI | K | RI x ESP. | K x ESP. | |
|------------|---------|--------|------|-------|-----------|----------|------|
| 4 | 668,05 | 0,31 | 6,08 | 10,39 | 1,88 | 3,22 | |
| 5 | | 0,21 | 3,08 | 25,45 | 0,65 | 5,34 | |
| 6 | | 0,20 | 4,27 | 11,09 | 0,85 | 2,22 | |
| 7 | | 0,23 | 3,46 | 31,15 | 0,80 | 7,16 | |
| 8 | | 0,16 | 4,28 | 13,14 | 0,68 | 2,10 | |
| 9 | | 0,36 | 2,23 | 28,34 | 0,80 | 10,20 | |
| 10 | | 0,49 | 2,11 | 21,63 | 1,03 | 10,60 | |
| 11 | | 0,25 | 1,96 | 18,18 | 0,49 | 4,55 | |
| 12 | | 0,40 | 0,91 | 32,95 | 0,36 | 13,18 | |
| 13 | | 0,36 | 0,98 | 29,80 | 0,35 | 10,73 | |
| 14 | | 0,35 | 0,82 | 23,41 | 0,29 | 8,19 | |
| 15 | | 671,72 | 0,35 | 1,46 | 17,55 | 0,51 | 6,14 |

RESUMO:

| Nº AMOSTRA | INTERVALO | ESPESSURA | T _m RI | T _m K | T _m K ₂ O |
|------------|---------------|-----------|-------------------|------------------|---------------------------------|
| 4-15 | 668,05-671,72 | 3,67 | 2,37 | 22,78 | 27,45 |

PKC-10-SE

| Nº AMOSTRA | INTERV. | ESP; | RI | K | RI x ESP. | K x ESP. |
|------------|---------|--------|------|-------|-----------|----------|
| 6 | 672,74 | 0,57 | 0,33 | 16,63 | 0,19 | 9,48 |
| 7 | | 0,46 | 0,53 | 8,08 | 0,24 | 3,72 |
| 8 | | 0,50 | 0,25 | 13,15 | 0,13 | 6,58 |
| 9 | | 0,26 | 3,20 | 11,37 | 0,83 | 2,96 |
| 10 | | 0,30 | 2,37 | 17,54 | 0,71 | 5,26 |
| 11 | 675,90 | 0,60 | 0,88 | 21,91 | 0,52 | 13,15 |
| 12 | | 0,47 | 0,63 | 22,18 | 0,30 | 10,42 |
| 16 | 677,18 | 0,16 | 1,01 | 20,14 | 0,16 | 3,22 |
| 17 | | 0,36 | 1,57 | 10,28 | 0,57 | 3,70 |
| 18 | | 0,29 | 0,83 | 11,76 | 0,24 | 3,41 |
| 19 | | 0,28 | 2,54 | 8,92 | 0,71 | 2,50 |
| 20 | | 678,61 | 0,34 | 0,66 | 19,68 | 0,22 |

RESUMO:

| Nº AMOSTRA | INTERVALO | ESPESSURA | T _m RI | T _m K | T _m K ₀ |
|------------|---------------|-----------|-------------------|------------------|-------------------------------|
| 6-12 | 672,74-675,90 | 3,16 | 0,92 | 16,32 | 19,67 |
| 16-20 | 677,18-678,61 | 1,43 | 1,33 | 13,65 | 16,44 |
| TOTAL | | 4,59 | 1,05 | 15,49 | 18,67 |

PKC-11-SE

| Nº AMOSTRA | INTERV. | ESPESS. | RI | K | RI x ESP. | K x ESP. |
|------------|---------|---------|------|-------|-----------|----------|
| 7 | 368,95 | 0,35 | 0,27 | 23,77 | 0,09 | 8,32 |
| 8 | | 0,20 | 4,22 | 9,65 | 0,84 | 1,93 |
| 9 | 369,70 | 0,20 | 0,94 | 21,58 | 0,19 | 4,32 |

RESUMO:

| Nº AMOSTRA | INTERVALO | ESPESSURA | T _m RI | T _m K | T _m K ² O |
|------------|---------------|-----------|-------------------|------------------|---------------------------------|
| 7-9 | 368,95-369,70 | 0,75 | 1,49 | 19,42 | 23,40 |

PKC-12-SE

| Nº AMOSTRA | INTERV. | ESP. | RI | K | RI x ESP. | K x ESP. | | |
|------------|---------|--------|--------|-------|-----------|----------|------|------|
| 8 | 580,16 | 0,16 | 3,03 | 26,02 | 0,48 | 4,16 | | |
| 9 | | 0,11 | 3,99 | 3,46 | 0,44 | 0,38 | | |
| 10 | | 0,35 | 3,78 | 13,76 | 1,32 | 4,82 | | |
| 11 | | 0,63 | 2,72 | 10,03 | 1,71 | 6,32 | | |
| 12 | | 0,23 | 2,19 | 15,15 | 0,50 | 3,48 | | |
| 13 | | 0,50 | 1,49 | 18,23 | 0,74 | 9,11 | | |
| 14 | | 0,20 | 4,16 | 8,71 | 0,83 | 1,74 | | |
| 15 | | 0,24 | 2,01 | 17,22 | 0,48 | 4,13 | | |
| 16 | | 0,27 | 0,71 | 9,30 | 0,19 | 2,51 | | |
| 17 | | 583,04 | 0,19 | 1,43 | 22,40 | 0,27 | 4,26 | |
| 23 | | 584,25 | 0,27 | 1,90 | 12,20 | 0,51 | 3,29 | |
| 24 | | | 0,43 | 1,20 | 18,80 | 0,52 | 8,08 | |
| 25 | | | 0,16 | 1,95 | 5,98 | 0,31 | 0,95 | |
| 26 | | | 0,35 | 1,05 | 20,53 | 0,37 | 7,19 | |
| 27 | | | 0,31 | 1,86 | 1,96 | 0,58 | 1,61 | |
| 28 | | | 585,95 | 0,18 | 1,44 | 23,30 | 0,26 | 4,19 |
| 34 | | | 587,59 | 0,12 | 1,61 | 24,74 | 0,19 | 2,97 |
| 35 | 0,37 | 2,80 | | 1,29 | 1,03 | 0,47 | | |
| 36 | 0,34 | 1,21 | | 25,11 | 0,41 | 8,53 | | |
| 37 | 0,37 | 1,08 | | 24,33 | 0,40 | 8,52 | | |
| 38 | 0,15 | 4,86 | | 0,61 | 0,73 | 0,09 | | |
| 39 | 0,25 | 2,08 | | 14,51 | 0,52 | 3,63 | | |
| 40 | 0,24 | 3,86 | | 1,34 | 0,93 | 0,32 | | |
| 41 | 0,42 | 1,50 | | 27,85 | 0,63 | 11,70 | | |
| 42 | 0,31 | 8,65 | | 0,71 | 2,68 | 0,22 | | |
| 43 | 0,20 | 5,28 | | 5,01 | 1,06 | 1,00 | | |
| 44 | 590,62 | 0,28 | | 1,02 | 34,05 | 0,28 | 9,53 | |

RESUMO:

| Nº AMOSTRA | INTERVALO | ESPESSURA | T _m RI | T _m K | T _m K ₂ O |
|------------|---------------|-----------|-------------------|------------------|---------------------------------|
| 8-17 | 580,16-583,04 | 2,88 | 2,41 | 14,21 | 17,12 |
| 23-28 | 584,25-585,95 | 1,70 | 1,50 | 14,31 | 17,24 |
| 34-44 | 587,59-590,62 | 3,05 | 2,90 | 15,51 | 18,69 |
| TOTAL | | 7,63 | 2,42 | 14,75 | 17,77 |

PKC-14-SE

| Nº AMOSTRA | INTERV. | ESP. | RI | K | RI x ESP. | K x ESP. |
|------------|---------|------|------|-------|-----------|----------|
| 4 | 446,98 | 0,23 | 0,49 | 15,25 | 0,11 | 3,51 |
| 5 | | 0,32 | 2,77 | 7,34 | 0,88 | 2,35 |
| 6 | 447,78 | 0,25 | 0,95 | 22,99 | 0,24 | 5,75 |

RESUMO:

| Nº AMOSTRA | INTERVALO | ESPESSURA | T _m RI | T _m K | T _m K ₂ O |
|------------|---------------|-----------|-------------------|------------------|---------------------------------|
| 4-6 | 446,98-447,78 | 0,80 | 1,56 ^e | 14,51 | 17,48 |

JU-1-SE

| Nº AMOSTRA | INTERV. | ESP. | RI | K | RI x ESP. | K x ESP. |
|------------|---------|--------|------|-------|-----------|----------|
| 7 | 408,76 | 0,17 | 0,88 | 27,88 | 0,15 | 4,74 |
| 8 | | 0,22 | 2,05 | 11,64 | 0,45 | 2,56 |
| 9 | | 0,29 | 0,22 | 27,87 | 0,06 | 8,08 |
| 10 | | 0,32 | 0,42 | 29,11 | 0,13 | 9,32 |
| 11 | | 409,97 | 0,21 | 1,91 | 23,86 | 0,40 |

RESUMO:

| Nº AMOSTRA | INTERVALO | ESPESSURA | T _m RI | T _m K | T _m K ₂ O |
|------------|---------------|-----------|-------------------|------------------|---------------------------------|
| 7-11 | 408,76-409,97 | 1,21 | 0,99 | 24,55 | 29,58 |

Dados do Prof. Sylvio Froes de Abreu

| | | | |
|-------|------|---------------------------|---------------------------------|
| 408,5 | 1,0 | K ₂ O 19,45 | K ₂ O x ESP 19,45 |
| 409,5 | 1,00 | 31,27 | 31,27 |

RESUMO:

| | | | |
|-------------|------|--|-------|
| 408,5-410,5 | 2,00 | | 25,36 |
|-------------|------|--|-------|

Há uma diferença de 1 metro a mais na profundidade da perfuração, com relação a profundidade da Schlumberger

NOTA:

No perfil gama a espessura de teor elevado é de 1,8 metros que será aqui considerado:

1,8

25,36

Va-2-SE

CALCULADO PELO PERFIL GAMA

| PROFUNDIDADE | - | K ₂ O% |
|--------------|-------|-------------------|
| 323,0 | - | 5,1 |
| 323.5 | - | 11.7 |
| 323,75 | | |
| 324.0 | | 23.8 |
| 324,5 | | 36.6 |
| 325.0 | | 35.5 |
| 325.5 | | 30.7 |
| 326.0 | | 25.6 |
| 326.5 | | 27.6 |
| 327.0 | | 34.2 |
| 327.5 | | 30.7 |
| 328.0 | | 27.6 |
| 328.5 | | 24.8 |
| 329.0 | | 20.9 |
| 329.5 | | 25.6 |
| 330.0 | | 29.9 |
| 330.5 | | 37.8 |
| 331.0 | | 31.8 |
| 331.5 | | 27.6 |
| 332.0 | | 23.8 |
| 332.5 | | 25.6 |
| 333.0 | | 29.9 |
| 333.5 | | 27.6 |
| 334.0 | | 18.0 |
| 334.25 | | |
| CARNALITA | 334.5 | 9.4 |
| TACHIDRITA | 336.0 | |

RESUMO:

| INTERVALO | ESPESSURA (METRO) | T _m K ₂ O% |
|---------------|----------------------|----------------------------------|
| 323.75-334.25 | 10.5 | 28.36 |

Sz-13-SE

| Nº AMOSTRA | INTERV. | ESP. | RI% | K% | RI x ESP. | K x ESP. |
|------------|---------|------|--------|-------|-----------|----------|
| 4 | 512,46 | 0,09 | 1,96 | 10,71 | 0,17 | 0,96 |
| 5 | | 0,46 | 0,95 | 19,65 | 0,43 | 9,04 |
| 6 | | 0,06 | 6,59 | 0,46 | 0,39 | 0,03 |
| 7 | 513,38 | 0,31 | 0,73 | 22,47 | 0,22 | 6,97 |
| 11 | 591,34 | 0,61 | 50,40 | 7,83 | 30,74 | 4,78 |
| | | 0,08 | 80,00? | 0,00 | 6,40 | 0,00 |
| 12 | | 0,09 | 18,19 | 26,42 | 1,63 | 2,38 |
| | | 0,08 | 90,00? | 0,00 | 7,20 | 0,00 |
| 13 | | 0,49 | 14,17 | 29,88 | 6,94 | 14,64 |
| | | 0,05 | 90,00? | 0,00 | 4,50 | 0,00 |
| 14 | | 0,04 | 9,50 | 31,03 | 0,36 | 1,24 |
| | | 0,07 | 90,00? | 0,00 | 6,30 | 0,00 |
| 15 | 592,92 | 0,07 | 14,42 | 13,82 | 1,08 | 0,97 |

RESUMO:

| Nº AMOSTRA | INTERVALO | ESPESSURA | T _m RI | T _m K | T _m K ₂ O |
|------------|---------------|-----------|-------------------|------------------|---------------------------------|
| 4-7 | 512,46-513,38 | 0,92 | 1,36 | 18,47 | 22,26 |
| 11-15 | 591,34-592,92 | 1,58 | 41,21 | 15,27 | 18,40 |

PKC-20-SE

CÁLCULO DOS TEORES PELO PERFIL GAMA

INTERVALO: 1.364,25 - 1.365,25 - 1 METRO - TEOR MÉDIO 9.4% K_2O

PKC-16-SE

| Nº AMOSTRA | INTERV. | ESPES- SURA | RI | K | RI x ESP. | K x ESP. | |
|---------------|---------|----------------|-------------|-------|-----------|-------------|-------------|
| 6 | 688,17 | 0,46 | 0,25 | 25,27 | 0,12 | 11,62 | |
| 7 | | 0,20 | 0,39 | 14,37 | 0,08 | 2,87 | |
| 8 | | 0,27 | 0,18 | 26,32 | 0,05 | 7,11 | |
| 9 | | 0,36 | 0,09 | 21,41 | 0,03 | 7,71 | |
| 10 | | 0,37 | 0,18 | 25,16 | 0,07 | 9,31 | |
| 11 | | 0,40 | 0,99 | 22,42 | 0,40 | 8,97 | |
| 12 | | 0,29 | 0,07 | 22,34 | 0,02 | 6,48 | |
| 13 | | 0,23 | 1,64 | 18,06 | 0,38 | 4,15 | |
| 14 | | 0,37 | 1,26 | 23,43 | 0,47 | 8,67 | |
| 15 | | 0,27 | 2,17 | 22,90 | 0,58 | 6,18 | |
| 16 | | 0,26 | 0,24 | 27,46 | 0,09 | 7,14 | |
| 17 | | 0,26 | 0,60 | 26,67 | 0,15 | 6,93 | |
| 18 | | 0,39 | 4,05 | 12,35 | 1,58 | 4,82 | |
| 19 | | 0,21 | 1,54 | 19,60 | 0,32 | 4,12 | |
| 20 | | 0,29 | 0,16 | 24,55 | 0,05 | 7,12 | |
| 21 | | 0,33 | 0,88 | 27,27 | 0,29 | 9,00 | |
| 22 | | 0,36 | 2,12 | 18,68 | 0,76 | 6,72 | |
| 23 | | 0,34 | 0,34 | 24,86 | 0,08 | 8,45 | |
| 24 | | 0,24 | 0,28 | 27,18 | 0,07 | 6,52 | |
| 25 | | 0,35 | 0,07 | 31,08 | 0,02 | 10,88 | |
| 26 | | 0,45 | 1,38 | 24,38 | 0,62 | 10,97 | |
| 27 | | 0,36 | 0,69 | 26,61 | 0,25 | 9,58 | |
| 28 | | 0,30 | 0,42 | 24,72 | 0,13 | 7,42 | |
| 29 | | 695,89 | <u>0,36</u> | 0,14 | 25,43 | <u>0,05</u> | <u>9,15</u> |
| | | | 7,72 | | | 6,70 | 182,94 |
| 45 | | 704,77 | 0,22 | 0,29 | 26,00 | 0,06 | 5,72 |
| 46 | | | 0,35 | 1,64 | 24,03 | 0,57 | 8,41 |
| 47 | | | 0,21 | 0,66 | 22,45 | 0,14 | 4,71 |
| 48 | 0,22 | | 5,16 | 15,54 | 1,13 | 3,42 | |
| 49 | 0,16 | | 0,31 | 26,24 | 0,05 | 4,20 | |
| 50 | 0,17 | | 2,25 | 21,41 | 0,38 | 3,64 | |
| 51 | 0,15 | | 0,18 | 28,28 | 0,03 | 4,24 | |
| 52 | 0,15 | | 7,63 | 15,79 | 1,14 | 2,37 | |

PKC-16-SE

| Nº AMOSTRA | INTERV. | ESPES. | RI | K | RI x ESP. | K x ESP. |
|---------------|---------|--------|------|-------|-----------|----------|
| 53 | | 0,21 | 0,22 | 22,92 | 0,05 | 4,81 |
| 54 | | 0,24 | 4,90 | 18,62 | 1,18 | 4,47 |
| 55 | 707,23 | 0,38 | 1,18 | 20,86 | 0,44 | 7,93 |
| 69 | 723,11 | 0,29 | 3,48 | 18,27 | 1,00 | 5,30 |
| 70 | | 0,19 | 7,92 | 13,50 | 1,50 | 2,57 |
| 71 | | 0,18 | 0,66 | 24,15 | 0,12 | 4,35 |
| 72 | | 0,22 | 0,11 | 25,60 | 0,02 | 5,63 |
| 73 | | 0,22 | 0,30 | 26,33 | 0,07 | 5,79 |
| 74 | | 0,24 | 2,88 | 19,63 | 0,69 | 4,71 |
| 75 | | 0,15 | 7,30 | 3,41 | 1,09 | 0,51 |
| 76 | | 0,29 | 0,54 | 22,90 | 0,16 | 6,64 |
| 77 | | 0,26 | 0,71 | 28,11 | 0,18 | 7,31 |
| 78 | | 0,30 | 0,04 | 28,48 | 0,01 | 8,54 |
| 79 | | 0,31 | 2,68 | 21,34 | 0,83 | 6,62 |
| 80 | | 0,36 | 0,21 | 27,46 | 0,08 | 9,89 |
| 81 | | 0,09 | 1,04 | 11,71 | 0,09 | 1,05 |
| 82 | | 0,26 | 0,10 | 27,57 | 0,02 | 7,17 |
| 83 | | 0,20 | 0,66 | 23,95 | 0,13 | 4,79 |
| 84 | | 0,32 | 2,25 | 20,66 | 0,72 | 6,61 |
| 85 | | 0,22 | 0,26 | 22,38 | 0,05 | 4,92 |
| 86 | 727,48 | 0,27 | 0,68 | 25,22 | 0,18 | 6,81 |
| 102 | 739,21 | 0,21 | 1,19 | 20,28 | 0,25 | 4,26 |
| 103 | | 0,29 | 1,11 | 25,67 | 0,32 | 7,44 |
| 104 | | 0,12 | 6,42 | 1,70 | 0,77 | 0,21 |
| 105 | 740,10 | 0,27 | 1,17 | 12,41 | 0,32 | 3,35 |
| 120 | 749,31 | 0,93 | 0,59 | 11,42 | 0,55 | 10,62 |
| 121 | | 0,97 | 0,31 | 11,60 | 0,30 | 11,25 |
| 122 | 751,51 | 0,04 | 1,96 | 35,50 | 0,08 | 1,42 |

PKC-16-SE

RESUMO

| Nº AMOSTRA | INTERVALO | ESPESSURA | T _m RI | T _m K | T _m K ₂ O |
|---------------|---------------|-----------|-------------------|------------------|---------------------------------|
| 6-29 | 688,17-695,89 | 7,72 | 0,86 | 23,56 | 28,39 |
| 45-55 | 704,77-707,23 | 2,46 | 2,01 | 21,92 | 26,41 |
| 69-86 | 723,11-727,48 | 4,37 | 1,60 | 22,70 | 27,35 |
| 102-105 | 739,21-740,10 | 0,89 | 1,86 | 17,15 | 20,67 |
| 120-122 | 749,31-751,51 | 1,94 | 0,47 | 12,00 | 14,46 |
| TOTAL | | 17,38 | 1,24 | 21,49 | 25,90* |

*Teor médio ponderado

CÁLCULO DOS TEORES PELO PERFIL GAMA

| | | |
|-------|---|----------------------|
| 828.5 | - | 8.4%K ₂ O |
| 829.0 | - | 21.2 " |
| 829.5 | - | 24.4 " |
| 830.0 | - | 25.6 " |
| 830.5 | - | 25.6 " |
| 831.0 | - | 23.2 " |
| 831.5 | - | 26.6 " |
| 832.0 | - | 27.5 " |
| 832.5 | - | 19.0 " |

RESUMO:

Intervalo: 828.75 - 832.75 - 5 metros - Teor médio 24.1%K₂O

SRL-2-SE

| Nº AMOSTRA | INTERV. | ESP. | RI | K | RI x ESP. | K x ESP. |
|------------|---------|------|-------|-------|-----------|----------|
| 1 | 671,33 | 0,23 | 0,11 | 28,80 | 0,25 | 6,62 |
| 2 | | 0,13 | 0,08 | 6,21 | 0,01 | 0,81 |
| 3 | | 0,31 | 11,99 | 19,45 | 3,72 | 6,03 |
| 4 | | 0,45 | 0,44 | 21,08 | 0,20 | 9,49 |
| 5 | | 0,17 | 0,07 | 26,33 | 0,02 | 4,48 |
| 6 | | 0,18 | 0,31 | 21,76 | 0,06 | 3,92 |
| 7 | | 0,64 | 0,52 | 27,25 | 0,33 | 17,44 |
| 8 | | 0,21 | 0,42 | 25,36 | 0,08 | 5,33 |
| 9 | | 0,12 | 1,04 | 17,47 | 0,12 | 2,10 |
| 10 | | 0,23 | 0,73 | 27,20 | 0,17 | 6,26 |
| 11 | | 0,18 | 0,27 | 24,61 | 0,05 | 4,43 |
| 12 | | 0,06 | 0,32 | 27,09 | 0,02 | 1,63 |
| 13 | | 0,09 | 0,40 | 28,55 | 0,04 | 2,57 |
| 14 | | 0,10 | 2,99 | 22,43 | 0,29 | 2,24 |
| 15 | | 0,09 | 1,23 | 19,07 | 0,11 | 1,72 |
| 16 | | 0,10 | 1,38 | 27,47 | 0,14 | 2,75 |
| 17 | | 0,07 | 5,50 | 3,79 | 0,40 | 0,27 |
| 18 | | 0,22 | 0,56 | 23,48 | 0,12 | 5,17 |
| 19 | | 0,31 | 0,39 | 25,90 | 0,12 | 8,03 |
| 20 | | 0,19 | 0,48 | 25,29 | 0,09 | 4,80 |
| 21 | | 0,17 | 0,18 | 29,33 | 0,03 | 4,99 |
| 22 | | 0,12 | 0,18 | 26,62 | 0,02 | 3,19 |
| 23 | | 0,17 | 0,04 | 26,11 | 0,01 | 4,44 |
| 24 | | 0,33 | 0,24 | 25,87 | 0,08 | 8,54 |
| 25 | | 0,22 | 0,07 | 29,96 | 0,01 | 6,59 |
| 26 | 676,53 | 0,11 | 0,96 | 18,65 | 0,11 | 2,05 |

RESUMO:

| Nº AMOSTRA | INTERVALO | ESPESSURA | T _m RI | T _m K | T _m K ₂ O |
|------------|---------------|-----------|-------------------|------------------|---------------------------------|
| 1-26 | 671,33-676,53 | 5,20 | 1,23 | 24,21 | 29,17 |

ROX-2-SE

CÁLCULO DOS TEORES PELO PERFIL GAMA

| | | |
|-------|---|------------------------|
| 613.3 | - | 10.1% K ₂ O |
| 613.5 | - | 13.8 " |
| 614.0 | - | 21.0 " |
| 614.5 | - | 10.1 " |
| 615.0 | - | 10.1 " |
| 615.5 | - | 13.8 " |
| 615.9 | - | 10.1 " |

RESUMO:

INTERVALO: 613.25-614.25 - 1 METRO - TEOR MÉDIO 17.4% K₂O

SRL-1-SE

CÁLCULO DOS TEORES PELO PERFIL GAMA

INTERVALO: 520.0-521.8 - 1.8 METROS - TEOR ACÍMA DE 18.3% K_2O

PKC-18-SE

| Nº AMOSTRA | INTERV. | ESP. | RI | K | RI x ESP. | K x ESP. | |
|------------|---------|--------|-------|-------|-----------|----------|------|
| 9 | 715,47 | 0,27 | 12,01 | 17,45 | 3,24 | 4,71 | |
| 10 | | 0,26 | 5,36 | 17,60 | 1,39 | 4,58 | |
| 11 | | 0,25 | 9,16 | 18,36 | 2,29 | 4,59 | |
| 12 | | 0,26 | 1,44 | 0,43 | 0,37 | 0,11 | |
| 13 | | 0,24 | 12,50 | 18,60 | 3,00 | 4,46 | |
| 14 | | 0,27 | 1,28 | 1,67 | 0,34 | 0,45 | |
| 15 | | 0,29 | 0,10 | 22,23 | 0,03 | 6,45 | |
| 16 | | 0,34 | 0,23 | 24,72 | 0,08 | 8,40 | |
| 17 | | 0,37 | 0,20 | 21,36 | 0,07 | 7,90 | |
| 18 | | 0,35 | 0,12 | 17,06 | 0,04 | 5,97 | |
| 19 | | 0,32 | 0,11 | 25,92 | 0,03 | 8,29 | |
| 20 | | 0,34 | 0,16 | 23,75 | 0,05 | 8,06 | |
| 21 | | 0,31 | 0,14 | 23,85 | 0,04 | 7,39 | |
| 22 | | 0,22 | 0,84 | 13,52 | 0,18 | 2,97 | |
| 23 | | 0,26 | 0,41 | 18,46 | 0,10 | 4,80 | |
| 24 | | 0,22 | 0,20 | 17,30 | 0,04 | 3,81 | |
| 25 | | 0,20 | 4,55 | 13,09 | 0,91 | 2,62 | |
| 26 | | 0,20 | 0,41 | 20,61 | 0,08 | 4,12 | |
| 27 | | 720,61 | 0,17 | 3,09 | 15,84 | 0,52 | 2,69 |
| 64 | | 774,00 | 0,20 | 2,06 | 22,33 | 0,41 | 4,47 |
| 65 | | | 0,24 | 1,14 | 24,45 | 0,27 | 5,87 |
| 66 | | | 0,31 | 1,98 | 14,35 | 0,61 | 4,45 |
| 67 | | | 0,33 | 12,00 | 7,06 | 3,96 | 2,33 |
| 68 | | | 0,17 | 4,24 | 22,63 | 0,72 | 3,85 |
| 69 | 0,31 | | 0,44 | 25,14 | 0,14 | 7,79 | |
| 70 | 775,75 | 0,19 | 4,34 | 22,90 | 0,82 | 4,35 | |

RESUMO:

| Nº AMOSTRA | INTERVALO | ESPESSURA | T _m RI | T _m K | T _m K ₂ O |
|------------|---------------|-----------|-------------------|------------------|---------------------------------|
| 9-27 | 715,47-720,61 | 5,14 | 2,49 | 17,97 | 21,65 |
| 64-70 | 774,00-775,75 | 1,75 | 3,96 | 17,78 | 21,42 |
| TOTAL | | 6,89 | 2,88 | 17,92 | 21,59 |

PKC-26-SE

| Nº AMOSTRA | INTERV. | ESPES. | RI | K | RI x ESPES. | KxESPES. |
|------------|---------|--------|------|-------|-------------|----------|
| 1 | 726,00 | 0,75 | 3,74 | 5,51 | | |
| 2 | 726,75 | 0,20 | 0,56 | 25,68 | 0,11 | 5,14 |
| 3 | 726,95 | 0,35 | 2,14 | 3,95 | 0,75 | 1,38 |
| 4 | 727,30 | 0,13 | 0,49 | 21,15 | 0,06 | 2,75 |
| 5 | 727,43 | 0,95 | 0,21 | 0,90 | 0,20 | 0,95 |
| 6 | 728,38 | 0,17 | 0,94 | 26,16 | 0,16 | 4,45 |
| 7 | 728,55 | 0,19 | 0,66 | 9,55 | 0,12 | 1,81 |
| 8 | 728,74 | 0,96 | 0,29 | 1,22 | | |
| 9 | 729,70 | 0,64 | 1,74 | 6,41 | | |
| 10 | 730,34 | 1,01 | 0,26 | 0,58 | | |
| 11 | 731,35 | 0,77 | 1,47 | 3,90 | | |
| 12 | 732,12 | 0,43 | 0,28 | 17,90 | | |
| 13 | 732,55 | 1,49 | 2,40 | 1,00 | | |

RESUMO:

| Nº AMOSTRA | INTERVALO | ESPESSURA | T _m RI | T _m K | T _m K ₂ O |
|------------|---------------|-----------|---|------------------|---------------------------------|
| - | 724,5 - 726 | 1,5 | Testemunho de silvinita não recuperado. | | |
| 2 - 4 | 726,75-727,43 | 0,68 | 1,35 | 13,63 | 16,42 |

PKC-26-SE

CÁLCULO DOS TEORES PELO PERFIL GAMA

| | | | |
|-------|---|------|------------------|
| 727.5 | - | 5.0% | K ₂ O |
| 728.0 | - | 26.0 | " |
| 728.5 | - | 17.8 | " |
| 729.0 | - | 15.4 | " |
| 729.5 | - | 8.3 | " |
| 730.0 | " | 16.8 | " |
| 730.5 | - | 8.3 | " |
| 731.0 | " | - | " |
| 731.5 | - | 11.8 | " |
| 735.0 | - | - | " |
| 735.5 | - | 16.8 | " |
| 736.0 | - | - | " |

RESUMO:

| | | | | |
|------------|---------------|-----------|--------------------|------------------------|
| INTERVALO: | 727.75-728.75 | - 1 METRO | - TEOR MÉDIO 21.9% | K ₂ O |
| " | 735.25-735.75 | - 0,5 " | - TEOR MÉDIO 16.8% | " |
| TOTAL | | 1,5 METRO | - " " | 20.2% K ₂ O |

PKC-21-SE

| Nº AMOSTRA | INTERV. | ESP. | RI | K | RI x ESP. | K x ESP. | |
|---------------|---------|---------|------|-------|-----------|----------|------|
| 11 | 1146,03 | 0,19 | 0,78 | 21,79 | 0,15 | 4,14 | |
| 12 | | 0,27 | 0,17 | 27,17 | 0,05 | 7,34 | |
| 13 | | 0,27 | 0,32 | 25,52 | 0,09 | 6,89 | |
| 14 | | 0,24 | 0,35 | 18,66 | 0,08 | 4,48 | |
| 15 | | 0,24 | 4,17 | 10,40 | 1,00 | 2,50 | |
| 16 | | 0,27 | 0,74 | 19,72 | 0,20 | 5,32 | |
| 17 | | 0,29 | 0,22 | 24,33 | 0,06 | 7,06 | |
| 18 | | 0,20 | 0,86 | 22,43 | 0,17 | 4,49 | |
| 19 | | 0,27 | 0,08 | 24,43 | 0,02 | 6,60 | |
| 20 | | 0,25 | 4,31 | 12,08 | 1,08 | 3,02 | |
| 21 | | 0,28 | 0,30 | 27,82 | 0,08 | 7,79 | |
| 22 | | 0,24 | 0,48 | 21,44 | 0,12 | 5,15 | |
| 23 | | 0,22 | 0,15 | 30,45 | 0,03 | 6,70 | |
| 24 | | 0,21 | 2,40 | 24,01 | 0,50 | 5,04 | |
| 25 | | 0,26 | 0,30 | 26,91 | 0,08 | 7,00 | |
| 26 | | 0,24 | 0,16 | 28,00 | 0,04 | 6,72 | |
| 27 | | 0,27 | 0,43 | 27,06 | 0,12 | 7,29 | |
| 28 | | 0,30 | 4,03 | 22,87 | 1,21 | 6,86 | |
| 29 | | 0,20 | 0,14 | 28,01 | 0,03 | 5,60 | |
| 30 | | 0,22 | 0,18 | 23,31 | 0,04 | 5,13 | |
| 31 | | 0,24 | 0,07 | 27,41 | 0,02 | 6,58 | |
| 32 | | 0,17 | 1,99 | 18,43 | 0,34 | 3,13 | |
| 33 | | 0,23 | 0,16 | 26,09 | 0,04 | 6,00 | |
| 34 | | 0,21 | 0,09 | 29,50 | 0,02 | 6,20 | |
| 35 | | 0,24 | 0,20 | 27,42 | 0,06 | 6,58 | |
| 36 | | 1152,32 | 0,24 | 0,40 | 26,85 | 0,10 | 6,44 |
| 41 | | 1156,84 | 0,20 | 0,30 | 28,86 | 0,06 | 5,77 |
| 42 | | | 0,27 | 0,19 | 34,03 | 0,05 | 9,19 |
| 43 | | | 0,29 | 1,16 | 23,59 | 0,34 | 6,84 |
| 44 | | | 0,36 | 0,30 | 12,31 | 0,11 | 4,43 |
| 45 | | 1158,29 | 0,33 | 0,44 | 25,98 | 0,20 | 8,57 |

| Nº AMOSTRA | INTERV. | ESP. | RI | K | RI x ESP. | K x ESP. |
|---------------|---------|------|------|-------|-----------|----------|
| 46 | 1158,29 | 0,33 | 0,96 | 5,96 | 0,32 | 1,97 |
| 47 | | 0,34 | 0,34 | 21,60 | 0,12 | 7,34 |
| 48 | | 0,44 | 1,95 | 3,12 | 0,86 | 1,37 |
| 49 | 1159,70 | 0,30 | 0,42 | 26,58 | 0,13 | 7,97 |

RESUMO:

| Nº AMOSTRA | INTERVALO | ESTEPURA | T _m RI | T _m K | T _m K ₂ O |
|---------------|-----------------|----------|-------------------|------------------|---------------------------------|
| 11-36 | 1146,03-1152,32 | 6,26 | 0,91 | 23,97 | 28,88 |
| 41-45 | 1156,84-1158,29 | 1,45 | 0,49 | 24,00 | 28,92 |
| 46-49 | 1158,29-1159,70 | 1,41 | 1,01 | 13,23 | 15,94 |
| TOTAL | | 9,12 | 0,86 | 22,32 | 26,89 |

PKC-22-SE

CÁLCULO DOS TEORES PELO PERFIL GAMA

INTERVALO: 692,7-693,3 - 0,5 METROS - TEOR 15.3% K_2O

4-CSI-1-SE

CALCULO DOS TEORES PELO PERFIL GAMA

| | | |
|-------|---|--------------|
| 432.5 | - | 14.8% K_2O |
| 433.0 | - | 26.8 " |
| 433.5 | - | 14.8 " |

RESUMO:

INTERVALO: 432.25-433.75 - 1.5 METROS - TEOR MÉDIO 19.0% K_2O

XV - COMPATIBILIDADE CONCERNENTE À EXPLORAÇÃO
E EXPLOTAÇÃO DOS SAIS SOLÚVEIS NA ÁREA
DA RESERVA NACIONAL

COMPATIBILIDADE CONCERNENTE À
EXPLORAÇÃO E EXPLOTAÇÃO DOS
SAIS SOLÚVEIS NA ÁREA DA RE--
SERVA NACIONAL

As áreas das jazidas de silvinita, principal minério de potássio da Reserva Nacional, situam-se em Santa Rosa de Lima e na área de Vassouras-Taquari.

A primeira está num alto estrutural, projeção, na Bacia Salífera, do alinhamento estrutural representado, imediatamente ao sul, pelo campo petrolífero de Riachuelo. Esse alto estrutural já foi testado pela PETROBRÁS para óleo, tendo como objetivo principal os clásticos grosseiros do membro Carmópolis, que é o reservatório petrolífero por excelência / dos campos de Siririzinho, Riachuelo e Carmópolis, três campos presentes na área da Reserva Nacional. Esse teste foi efetivamente executado através da perfuração de três poços / SRL-1, SRL-2 e ROX-2, todos tendo resultado em poços secos e abandonados. Por outro lado, todos esses três poços encontraram uma zona de silvinita. Num deles, aliás, o SRL-2, essa zona foi testemunhada pela PETROBRÁS, e os testemunhos de sondagens analisados pelo Laboratório do Projeto em Aracaju.

Na área de Vassouras-Taquari, estruturalmente baixa e situada entre os campos de petróleo de Siririzinho e Carmópolis, ocorre a segunda jazida principal de silvinita.

Em ambas as áreas, essa silvinita parece estar num mesmo nível estratigráfico, do Membro Ibura. Na de Vassouras-Jurema-Taquari encontra-se, de 250 a 400 metros acima do topo do Membro Carmópolis (reservatório de petróleo) ao passo que na de Santa Rosa de Lima apenas a 50m.

Convém salientar que na área de Vassouras-Jurema, o membro Carmópolis perde muito o caráter grosseiro (pequeno / desenvolvimento de conglomerados), mas encontra-se petróleo nas fraturas do embasamento cristalino. O poço PKC-11, perfurado pelo Projeto Potássio, tornou-se pequeno produtor de óleo e como tal entregue à PETROBRÁS, que aliás encarregou-se, durante a fase da perfuração, de seu aprofundamento até as rochas cristalinas, demonstrando inclusive perfeito entrosamento de operação entre a PETROBRÁS e o DNPM. Nessa área, cumpre observar ainda que nos arenitos do membro Oiteirinhos, presentes / logo acima do topo da coluna de sal solúvel, também se observa

a presença de fracos indícios de óleo no poço de Vassouras, VA-2-SE e no PKC-8. Nesse mesmo nível estratigráfico, em calcários e siltitos fraturados, no próprio campo de Carmópolis, há um poço produtor de óleo. A figura anexa mostra as áreas balizadas pela PETROBRÁS (DIR 11162/69) com o fim de preservar o desenvolvimento e a produção das áreas petrolíferas com relação à futura atividade mineira dos recursos minerais básicos que o Projeto Potássio indicou, pela prospecção realizada na área da Reserva Nacional, quer essa atividade se exerça através da mineração subterrânea, quer pela mineração por solução.

As condições de jazimento na área impõe medidas acauteladoras relativas à possível presença de hidrocarbonetos nas minas.

Como medida de segurança preliminar, cumpre reabrir e retamponar, quiçá, pelos métodos adotados pelo Projeto Potássio, os seguintes poços da PETROBRÁS compreendidos nas regiões das jazidas dos sais de potássio, sal-gema, carnalita e taquidrita:

Na área de Santa Rosa de Lima:

- 1) SRL-1-SE (Santa Rosa de Lima)
- 2) SRL-2-SE (Idem)
- 3) ROX-2-SE (Riachuelo Extensão)

Na Área de Vassouras-Jurema-Taquari

- 1) TQ-1-SE (Taquari)
- 2) PM-1-SE (Palmas)
- 3) JU-1-SE (Jurema)
- 4) CP-15-SE (Carmópolis)
- 5) CPX-1-SE (Carmópolis-Extensão)
- 6) CPX-2-SE (Idem)
- 7) CPX-5-SE (Idem)
- 8) CP-17-SE (Carmópolis)

Na área de Santa Rosa de Lima, essa operação de segurança mineira deve ser mais cuidadosa, visto tratar-se de área mais favorável para a mineração da silvinita, porém com a presença de numerosos aquíferos, na sequência sedimentar acima do sal.

É realmente previsível a presença de gas nas gale--

rias de mineração na área da Reserva Nacional. Essa suposição é reforçada com a observação assinalada à página 28 do relatório W. Leite (março de 1969), qual seja: "Os indícios de óleo e gás em fraturas dentro da massa salina são frequentes", no campo de Carmópolis.

3.1

COORDENADAS DOS VÉRTICES DA ÁREA DE PROTEÇÃO

E DESENVOLVIMENTO DOS CAMPOS TREME-RIACHUELO-SIRIRIZINHO

| | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 1-NTR-1-SE | N = 8.817.450,00m E = 690.920,00m |
| 3-RO-12-SE | N = 8.816.400,00m E = 695.390,00m |
| 3-RO-7-SE | N = 8.818.471,01m E = 695.651,16m |
| 3-ME-2-SE | N = 8.819.713,73m E = 697.239,96m |
| 9-PKC-15 | N = 8.821.000,00m E = 700.340,00m |
| 3-SZ-14-SE | N = 8.821.240,00m E = 706.807,00m |
| 1-SI-1-SE | N = 8.824.241,20m E = 704.595,99m |
| 4-CSI-1-SE | N = 8.826.834,60m E = 705.934,70m |
| 9-PEC-25 | N = 8.830.208,07m E = 706.379,56m |
| 3-SZ-8-SE | N = 8.827.780,00m E = 711.230,00m |
| A - 1500m a oeste do CPX-5-SE | N = 8.822.555,00m E = 714.609,00m |
| B - 1000m a oeste do 1-JU-1-SE | N = 8.819.915,97m E = 712.546,27m |
| 1-VA-1-SE | N = 8.815.870,00m E = 711.691,00m |
| 3-RO-3-SE | N = 8.813.620,94m E = 701.378,88m |
| 1-FR-1-SE | N = 8.809.790,71m E = 693.916,58m |
| 1-Q3-1-SE | N = 8.810.093,96m E = 693.277,16m |
| 1-BR-1-SE | N = 8.807.810,00m E = 691.050,00m |
| C | N = 8.807.810,00m E = 685.000,00m |

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

XVI - INVESTIGAÇÕES TECNOLÓGICAS

INVESTIGAÇÕES TECNOLÓGICAS

Durante a visita que fizeram ao Instituto Battelle e ao Hazen Research Center, duas renomadas instituições norte-americanas de investigações tecnológicas, os engenheiros assessores do Projeto João T. Neiva de Figueiredo e Sandoval Carneiro de Almeida, por ocasião do Simposium do Sal, realizado em Cleveland, EE.UU., foram discutidos e debatidos, com os especialistas, alguns dos problemas com que o Projeto Potássio se defrontava, entre os quais se destaca o relativo ao aproveitamento econômico das enormes reservas de taquidrita da área de Taquari-Vassouras. O principal objetivo seria a viabilidade técnico-econômica da produção de magnésio metálico, magnésia e bromo da taquidrita.

Os entendimentos com o Instituto Battelle foram rapidamente concretizados graças ao apoio recebido de sua representação aqui no Rio de Janeiro.

Foram enviadas por via aérea a quantidade de taquidrita necessária às investigações de laboratório e em três meses aquele Instituto apresentava ao Projeto Potássio, em relatório, os resultados de seus trabalhos.

Seguindo a linha de investigação de evaporação-cristalização das soluções de taquidrita, o Battelle Memorial Institute chegou á conclusão de que é tècnicamente possível separar o cloreto de magnésio com 1,25 moléculas d'agua da taquidrita, com o qual poder-se-ia alimentar a célula eletrolítica clássica para produção de magnésio metálico. Chamou a atenção para a conveniência de se obter uma fonte de energia barata para a fase da evaporação, e também da construção de uma usina pilôto, a qual custaria cêrca de US\$ 250.000,00.

Apresentou também uma estimativa de custo de uma usina para produção de 80.000 toneladas anuais de cloreto de magnésio, cujo investimento seria da ordem de US\$... 7.500.000,00, visando à alimentação de outra para produção de magnésio metálico.

A taquidrita seria produzida, prováavelmente na área de Taquari, por mina de solução, a um investimento adicional da ordem de US\$ 1.000.000,00.

Ao Instituto de Tecnologia de São Paulo foi também entregue a questão da viabilidade técnico-econômica de aproveitamento da taquidrita de Carmópolis.

Da mesma forma, o Projeto Potássio já ultimou os últimos entendimentos com o Hazen Research Lab, de Golden, Colorado, no sentido de ser feito igual estudo para a taquidrita, porém, segundo nova linha de investigação tecnológica, quiçá, aproveitando-a, conjuntamente com a carnalita, em vista das elevadas reservas desse mineral na mesma área.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

XVII - CONSULTORIA TÉCNICA

CONSULTORIA TÉCNICA

No decorrer do Projeto, três consultores de renome internacional estiveram em contacto com diversos aspectos técnicos da pesquisa então desenvolvida. O Professor Richter Bernburg esteve durante uma semana em Sergipe, onde teve oportunidade de examinar os testemunhos característicos da sequência típica dos sais solúveis. O Professor já havia efetuado uma análise demorada dos sais de potássio de Carmópolis, anteriormente, por solicitação direta da PETROBRÁS, estabelecendo, então, uma primeira subdivisão estratigráfica dos evaporitos e apontando as primeiras tentativas de reserva de silvinita e possibilidades de mineração. Como grande especialista no assunto, procurou chamar atenção dos assessores do Projeto para os importantes aspectos da tectônica no equacionamento dos problemas de mineração. O Geólogo R.Hite, do Geological Survey, deu importante contribuição para os estudos do Projeto, especialmente sobre a geologia dos evaporitos, estabelecendo interessante divisão dos ciclos e chamando atenção para a presença de rineita (cloreto de potássio e de ferro), como também assinalou a eventual possibilidade de aproveitamento do magnésio das enormes reservas de taquidrita primária de Carmópolis. Além disso, Roberto Hite defendeu a necessidade de desenvolvimento das jazidas por perfurações adicionais.

O Projeto Potássio contou, também, com a assistência do Sr. J. Purser Smith, um pioneiro da indústria de Potássio nos Estados Unidos, o qual esteve uma temporada com nossos técnicos, deixando recomendações muito interessantes, principalmente quanto a métodos de avaliação de reservas e, sobretudo, sobre a possibilidade de mineração da silvinita que jaz sobre a taquidrita de Carmópolis. Segundo ele, um colchão de silvinita de cerca de 2 metros de espessura poderia ser preservado entre a camada minerável de silvinita e a taquidrita, prevenindo-se, assim, contra possíveis problemas de "flowage" da taquidrita, quando da mineração por galerias da silvinita de Carmópolis.

Também, no início dos trabalhos, o Superintendente de Mineração da Kalium esteve visitando as áreas de operação do Projeto, tendo nos mostrado a grande conveniência de preparar a documentação fotográfica colorida dos testemunhos de sal, o que foi feito pelo Projeto.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

XVIII - SEQUÊNCIA DE ILUSTRAÇÕES

SEQUÊNCIA DE ILUSTRAÇÕES

- 1) MAPA DE SITUAÇÃO
- 2) PERFIL COMPOSTO DO PKC-1
- 3) PERFIL COMPOSTO DO PKC-3
- 4) PERFIL COMPOSTO DO PKC-6
- 5) PERFIL COMPOSTO DO PKC-10
- 6) PERFIL COMPOSTO DO PKC-16
- 7) PERFIL COMPOSTO DO PKC-18
- 8) PERFIL COMPOSTO DO PKC-26
- 9) SEÇÃO GEOLÓGICA ESTRATIGRÁFICA.
VA-2, JU-1, PKC-7, CPX-1, PKC-6, PKC-10, PKC-1, PKC-3.
- 10) SEÇÃO GEOLÓGICA ESTRATIGRÁFICA.
PKC-11, PKC-8, PKC-5, PKC-9, PKC-12, PKC-2, PKC-3.
- 11) SEÇÃO GEOLÓGICA ESTRATIGRÁFICA.
SZ-13, PKC-9, TQ-1, PKC-1.
- 12) SEÇÃO GEOLÓGICA ESTRATIGRÁFICA.
SZ-13, CPX-5, CPX-2, CPX-1, CP-33, CP-20
- 13) SEÇÃO GEOLÓGICA ESTRATIGRÁFICA.
PKC-20, PKC-23, PKC-16, PKC-19, SRL-2, SRL-1, ROX-2, PKC-18,
PKC-26, PKC-21, PKC-22, PKC-24, CSI-1. Área Sta. Rosa de Lima.
- 14) SEÇÃO GEOLÓGICA ESTRUTURAL.
PKC-20, PKC-16, SRL-2, PKC-18, PKC-21, PKC-22, SZ-57, SZ-2,
SZ-1, SZ-77, SZ-13, CPX-5, CPX-1, CP-33, CP-20.
- 15) MAPA DE CONTÓRNOS ESTRUTURAIS DO "TÔPO" DOS SAIS SOLÚVEIS.
Área Taquari-Vassouras.
- 16) MAPA DE CONTÓRNOS ESTRUTURAIS DA BASE DOS SAIS SOLÚVEIS.
Área Taquari-Vassouras.
- 17) MAPA ESTRUTURAL DA BASE DA ZONA DE SILVINITA.
Área Taquari-Vassouras.
- 18) MAPAS DAS ISÓPACAS DAS SILVINITAS.
Área Taquari-Vassouras.
- 19) MAPA DE ISÓPACAS DA SEÇÃO COM SAIS SOLÚVEIS.
Área Taquari-Vassouras.
- 20) MAPA DE ISOLITOS (aproximados) DAS CARNALITAS (impuras)
Área Taquari - Vassouras (valores obtidos dos perfis GAMA-
NEUTRÃO).
- 21) MAPA DE ISOLITOS DAS TAQUIDRITAS.
Área Taquari-Vassouras. (Valores obtidos dos perfis GAMA-
NEUTRÃO).
- 22) MAPA DE ISÓPACAS DA SEÇÃO ENTRE PICO SUPERIOR DO MARCO N°
12 e O "TOPO" DA TAQUIDRITA SUPERIOR.
Área Taquari - Vassouras.
- 23) MAPA DE CONTÓRNOS ESTRUTURAIS DO TÔPO DOS SAIS SOLÚVEIS.
Área de Santa Rosa de Lima.
- 24) MAPA DE CONTÓRNOS ESTRUTURAIS DA BASE DOS SAIS SOLÚVEIS.
Área de Santa Rosa de Lima.

- 25) MAPA DE CONTÓRNOS ESTRUTURAIS DO "TOPO" DA SILVINITA PRINCIPAL
Área de Santa Rosa de Lima.
- 26) MAPA DE ISÓPACAS DA SILVINITA.
Área de Santa Rosa de Lima.
- 27) MAPA DE ISÓPACAS DA SEÇÃO COM SAIS SOLÚVEIS.
Área de Santa Rosa de Lima.
- 28) MAPA DAS ISÓPACAS DA SEÇÃO ENTRE PICO SUPERIOR DO MARCO Nº 12 E BASE DA SILVINITA PRINCIPAL.
Área de Santa Rosa de Lima.

XIX - BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA - SERGIPE

- ALGER, R.P. and CRAIN, E.R. - Defining Evaporite Deposits with Electrical Well Logs - Schlumberger
- ALGER, R.P., RAYMER JR, L.L., HOYLE, W.R. and TIXIER, M.P. - Formation Density Log Applications in Liquid-Filled Holes - Journal of Petroleum Technology, March 1963 - pp. 321-332
- BOYLE, E.W. - Geochemical Prospecting - Retrospect and Prospect The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, January 1967, Montreal - pp.44-49.
- CARON, J.C., LAROND, D. and FERLAND, L. - Stopping From Pit Walls while Developing the Underground Mine at St. Lawrence Columbian - The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, March 1967, Montreal - pp.333-338.
- COOLBAUGH, M.J. - Special Problems of Mining in Deep Potash - Mining Engineering, May 1967 - pp.68-73.
- CRAIN, E.R. and ANDERSON, W.B. - Quantitative Log Evaluation of The Prairie Evaporite Formation in Saskatchewan - The Journal of Canadian Petroleum Technology, July-September 1966, Montreal - pp. 145-152.
- CREIGHTON, David S. Rowley and MANUEL, A. Burkton - Oriented Cores - Christensen Diamond Products Co.
- CUMMINGS, J.B. and HAWORTH, R. - Shaft Sinking and Development at The Potash of America Ltd's Saskatchewan Potash Operation - The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin June 1960, Montreal - pp, 406-408.
- DEPEGE, V. - La Mise en Exploitation du Bassin Potassique Congolais - Annales des Mines 723-734/XI - pp. 27-38.
- DITMAR, V.I. and TIKHOMIROV, V.P. - Middle Paleozoic Red Bed-Evaporite Sediments in Southwestern Central Kazakhstan - Doklady Akademil Nauk SSSR, Vol. 164-nr.2, 1965 - pp 418 421.
- DUNHAM, K.C. - English Potash Beds Offer Challenge for Deep Mining - World Mining, February 1967 - pp. 48-50.
- FOGARTY, C.F. and TIPPIE, F.E. - Texas Gulf Sulphur Company's New Potash Project
- GOLDSMITH, Louis H. - Some Fundamentals of Potash as a Guide to Exploration
- HARDING, S.R.L. and GORRELL, H.A. - Distribution of Saskatchewan Potash Beds - The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, June 1967, Montreal - pp. 682-687.
- HORNE, J.C. and PIERSON, F.L. - Longwall Mining of Potash with Borer Type Continuous Miners - Mining Congress Journal, July 1963 - pp.21-25
- HOLSER, William T. - Diagenetic Polyhalite in Recent Salt from Baja California - The American Mineralogist, Vol 51, January - February, 1966 - pp.99-109.
- HUGHART, R.P. - Debrining Potash and Salt - Chemical Engineering Progress - Vol. 61 nr 5, May 1965 - pp.78-82.

- HUSBAND, W.H.W. and OZSAHIN, Selin - A comparison of the Solution Mining and Refining of Potash with Conventional Methods in Saskatchewan - The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, May 1967, Montreal-pp.560-567
- INSTITUTO DE QUÍMICA INORGÂNICA - Processamento da Carnalita Brasileira - Centrala Hanklu - Zagranj
- JOHNSTON, Charles E. - Rail-Belt Haulage System at IMC's Carlsbad Operation - Mining Engineering, March 1963 - pp.39-41.
- JUST, E. - Kalium Chemicals to Use Solution Mining Technique to Recover Saskatchewan Potash - Mining Engineering, June 1964 - pp.72-74
- KYLE, A.J. - Mining Methods and Equipment used at IMC's Esterhazy Operations - The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, May 1964, Montreal - pp. 497-505.
- LAMBERT, R. - Esquisse Geologique du Bassin Potassique Congolais - Annales des Mines 709-722/XI-pp.13-26.
- MUIR, W. Gordon - Salt Mining at Goderich
- McINTOSH, R.A. and WARDLAW, Norman C. - Barren Halite Bodies in the Sylvinite Mining Zone at Esterhazy, Saskatchewan Canadian Journal of Earth Sciences, Vol. 5, October 1968 - pp. 1221-1239.
- NADEL, Shlomo - Harvesting More Israel Potash - Engineering and Mining Journal, Vol. 166 nr 10 - pp.84-90.
- OSTROWSKI, Witold J.S. - Design Aspects of Ground Consolidation by the Freezing Method for Shaft Sinking in Saskatchewan - The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, October 1967, Montreal - pp. 1145-1153.
- PARKER, D.F. - Use of A-C Shuttle Cars at Carlsbad - Mining Congress Journal, May 1962 - pp. 41-42.
- PARKER, John M. - Salt Solution and Subsidence Structures, Wyoming, North Dakota, and Montana - The American Association of Petroleum Geologist Bulletin, Vol. 51 nr.10, October 1967 - pp. 1929-1947
- PEARSON, W.J. - Developments in Potash in Saskatchewan - The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, October 1960, Montreal - pp. 759-764.
- REHDERS, William T. - In V.S. Borax Potash Operation - Pit and Quarry, September 1963 - pp. 105-106.
- SCHWANDT, A.J.W. - Operating Experience with 4160 volts at the Face - Mining Congress Journal, October 1963-pp.76-78.
- SCHWERDTNER, W.M. - Genesis of Potash Rocks in Middle Devonian Prairie Evaporite Formation of Saskatchewan - The American Association of Petroleum Geologists, Vol. 48 - nr 7, July 1964 - pp.1108-1115.
- SCHWERDTNER, W.M. and WARDLAW, Norman C. - Geochemistry of Bromine in some Salt Rocks of The Prairie Evaporite Formation of Saskatchewan.
- SCOTT, S.A. - Shaft Sinking Trough Blairmore Sands and Paleozoic Waterbearing Limestones - The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, February 1963, Montreal - pp. 94-103.

- SCOTT, W.G. - World Markets - The Key to the Future of Canada's Potash Industry - The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, August 1964, Montreal - pp.849-855.
- STRAIN, Harly D. - The Saskatchewan Potash Industry - The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, May 1967, Montreal - pp. 557-559.
- SULLIVAN, F.M.G. - The Future of Canada's Potash - Canadian Mining Journal, November 1968 - pp. 59-64.
- UNITED STATES BORAX & CHEMICAL CORP. - Potash Piles Protected with Plasticized Covers - Pit and Quarry, August 1962 - pp. 127, 130-133.
- VERZILIN, N.I. - Problems on the Mode of Origin of Cretaceous Sediments in Fergana as Related to a Study of Mesozoic Residua - Doklady Akademii Nauk SSSR, Vol. 164 nr. 2, 1965 - pp. 414-417.
- WARDLAW, Norman C. - Carnallite-Sylvite Relationships in the Middle Devonian Prairie Evaporite Formation, Saskatchewan - Geological Society of America Bulletin, Vol. 79, October 1968 - pp. 1273-1294.
- WILSON, Thomas A. - Potash - Engineering and Mining Journal, Vol.166 nr 2, February 1965 - pp. 160G,160H and 165.
- WILSON, W. Page - A to Z in Potash Ore Processing - Engineering and Mining Journal, Vol. 167 nr. 8, August 1966 - pp.86-91
- WRIGHT, J.S. and HORNE, J.C. - Special Pillar Recovery Technique - Mining Congress Journal, September 1964 - pp.74-77
- YORK, Lionel A. - Grouting the "Prairie Sediments" - The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, January 1964, Montreal pp. 63-67.
- ZHARKOVA, T.M. - Carnallite in Rock Salt from Cambrian Sediments of the Siberian Platform - Doklady Akademii Nauk SSSR, Vol. 164 nr. 1, 1965 - pp. 177-178.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA - RIO

- BATEMAN, Alan M. - The Formation of Mineral Deposits (9 th. Edition 1967).
- BORCHERT, Hermann and MUIR, Richard O. - Salt Deposits: The Origin, Metamorphism and Deformation of Evaporites (1964).
- COMPTON, Robert R. - Manual of Field Geology (4th. Edition 1967).
- DANA, E.S. - A Textbook of Mineralogy (4th. Edition 1966).
- DEER, W.A., HOWIE, R.A. and ZUSSMAN, J. - An Introduction to the Rock Forming Minerals (1966).
- DEER, W.A., HOWIE, R.A. and ZUSSMAN, J. - Rock Forming Minerals Vols I - V (1963).
- DOBRIN, Milton B. - Geophysical Prospecting (2nd. Edition 1960).
- DUNBAR, Carl. O. - Historical Geology (2nd. Edition).
- GAUDIN, A.M. - Flotation (2nd Edition - 1957).
- GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA - Saline Deposits (Special Paper 88 - 1968).
- HILLS, E. Sherbon - Elements of Structural Geology (1963)
- INSTITUTE OF PETROLEUM AND GEOLOGICAL SOCIETY - Salt Basins Around Africa (1965).
- KRUMBEIN, W.C. and PETTIJOHN, F.J. - Manual of Sedimentary Petrography (1966).
- LEWIS, Robert S. and CLARK, George B. - Elements of Mining (rd. Edition).
- NORTHERN OHIO GEOL. SOC. - Symposium on Salt (1963).
- NORTHERN OHIO GEOL. SOC. - Second Symposium on Salt - Vols I-II (1966).
- PEELE, Robert - Mining Engineers' Handbook - Vols I - II (3rd. Edition).
- PETTIJOHN, F.J. - Sedimentary Rocks (2nd. Edition - 1956).
- ROCK MOUNTAIN FUND SERIE - Froth Flotation (50th Anniversary Volume (1962).
- SASKATCHEWAN INDUSTRIAL EXPOSITION AND MINERAL SYMPOSIUM - Proceedings of the Conference Index 67 (1967).
- SASKATCHEWAN POTASH SHOW - Proceedings of the Conference (1965).
- SUTHERLAND, K.L. and WARK, I.W. - Principles of Flotation (1955).
- TAGGART, Arthur F. - Elements of Ore Dressing (3rd. Edition 1964).
- TAGGART, Arthur F. - Handbook of Mineral Dressing (10th. Printing - 1967).
- TODD, David K. - Ground Water Hydrology (1959).
- WINCHELL, Alexander N. - Principles and Methods - Part I (5th. Edition).
- WINCHELL, Alexander N. and WINCHELL, Horace - Description of Minerals - Part II (4th. Edition - 1967).
- WINCHELL, Alexander N. - Elements of Optical Mineralogy - Determinative Tables - Part III (2nd. Edition).