

3

RECURSOS MINERAIS

A produção mineral do Estado de Sergipe provém dos recursos energéticos, sais solúveis, materiais para construção civil, calcários e água mineral.

O espectro dos bens minerais conhecidos é, contudo, muito mais amplo, denotando um potencial considerável ainda por ser investigado. Essas substâncias foram agrupadas em quatro classes, num total de 217 jazimentos, segundo mostra a figura 3.1, enquanto na figura 3.2 constam suas localizações.

Metálicas – Chumbo (Pb), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), níquel (Ni), ouro (Au), pirita (pi), titânio (Ti), tório/terras-raras (Th), zinco (Zn) e zircônio (Zr).

Não-Metálicas – Água mineral (agm), amianto (am), areia (ar), argila (ag), enxofre (S), filito (fi), flúor (F), fósforo (P), gabro (gb), gnaiss (gn), granito (gr), metarenito (ma), metassiltito (ms), quartzito (qt), quartzo (qz) e saibro (sa).

Calcários – Calcário (ca), calcário calcítico (cc), calcário dolomítico (cd), dolomito (dl) e mármore (mm).

Energéticas e Sais Solúveis – Gás (gs), petróleo (pe) e turfa (tf); sais de magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na).

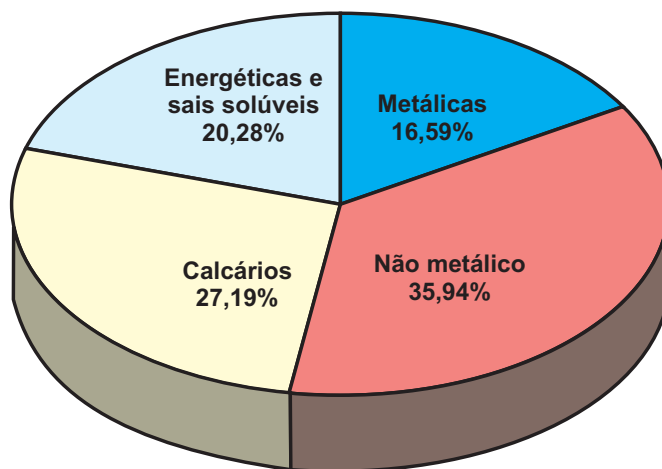


Figura 3.1 – Distribuição do número de jazimentos X classe das substâncias.

Quanto ao *status*, os jazimentos foram classificados em cinco categorias, a saber: indicio, ocorrência, depósito/jazida, garimpo e mina.

Excetuando-se as ocorrências e indicios, representados sem a simbologia de tamanho (círculo), os demais foram enquadrados em duas categorias:

pequeno a médio e grande. Para os garimpos foi convencionalizado o tamanho pequeno, considerando-se que eles normalmente não têm reservas avaliadas.

Finalmente, as pedreiras de materiais de construção e jazimentos de calcário, em lavra ou paralisados, foram referidos como garimpos, quando a lavra é rudimentar, ou minas. Os campos de petróleo e gás foram simbolizados como minas.

Já estão cadastrados 217 jazimentos no Estado, visualizados na figura 3.3 e discriminados da seguinte forma:

Os dados específicos de cada jazimento são apresentados no Apêndice 1 (Recursos Minerais do Estado de Sergipe) que resume os principais dados da Base META e estabelece a relação entre o número do jazimento que o identifica no mapa, com o número correspondente na base de dados (DOCMETA). Este relacionamento permite ao interessado pesquisar a Base META através do MICROSIR. Uma listagem simplificada dos jazimentos consta na legenda do próprio mapa.

3.1 Substâncias Metálicas

Não há referência de que qualquer substância dessa classe tenha contribuído para a produção mineral de Sergipe. No entanto, um prospecto em desenvolvimento pela CPRM tem perspectivas de que depósitos de cobre associado a níquel, possam ser economicamente viáveis. Outro depósito de cobre, não associado a níquel e já pesquisado, mostrou-se subeconômico, tendo em vista que, além de pequeno, os teores são baixos.

As mineralizações de cobre e níquel estão relacionadas aos domínios Canindé (cobre associado ou não a níquel), Macururé (cobre) e terrenos do embasamento gnáissico do Cráton do São Francisco (cobre).

3.1.1 Cobre e Níquel

Dos treze jazimentos de cobre cadastrados, cinco destacam-se por constituírem pequenos depósitos, quatro deles investigados em nível preliminar. Desses cinco depósitos, quatro apresentam associação com o níquel e relacionam-se com a Suíte Intrusiva Canindé, mas, no caso, ambos os metais têm teores subeconômicos. Outros quatro jazimentos de cobre, reportados como meras ocorrências, também estão geneticamente ligados à referida suíte. O quinto depósito cuprífero vincula-se ao Grupo

Macururé. O Complexo Canindé apresenta três ocorrências, duas delas em associação com pirita. Apenas uma ocorrência de cobre é assinalada no domínio do embasamento cratônico.

A Suíte Intrusiva Canindé, com extensão em superfície de duzentos quilômetros quadrados (40km x 5km), corresponde a um corpo diferenciado de natureza essencialmente gabróica. Litologicamente é composto por gabro, leucogabro, troctolito, olivina gabro e gabro-norito, com hornblendito e anfibolito subordinados. Do ponto de vista tectônico, a hipótese aventada é que a colocação dessas rochas teria ocorrido em ambiente de arco vulcânico de margem continental ativa. A figura 3.4 mostra esquematicamente uma seção geológica da Suíte Intrusiva Canindé, correlacionada às seções geoquímicas e geofísicas.

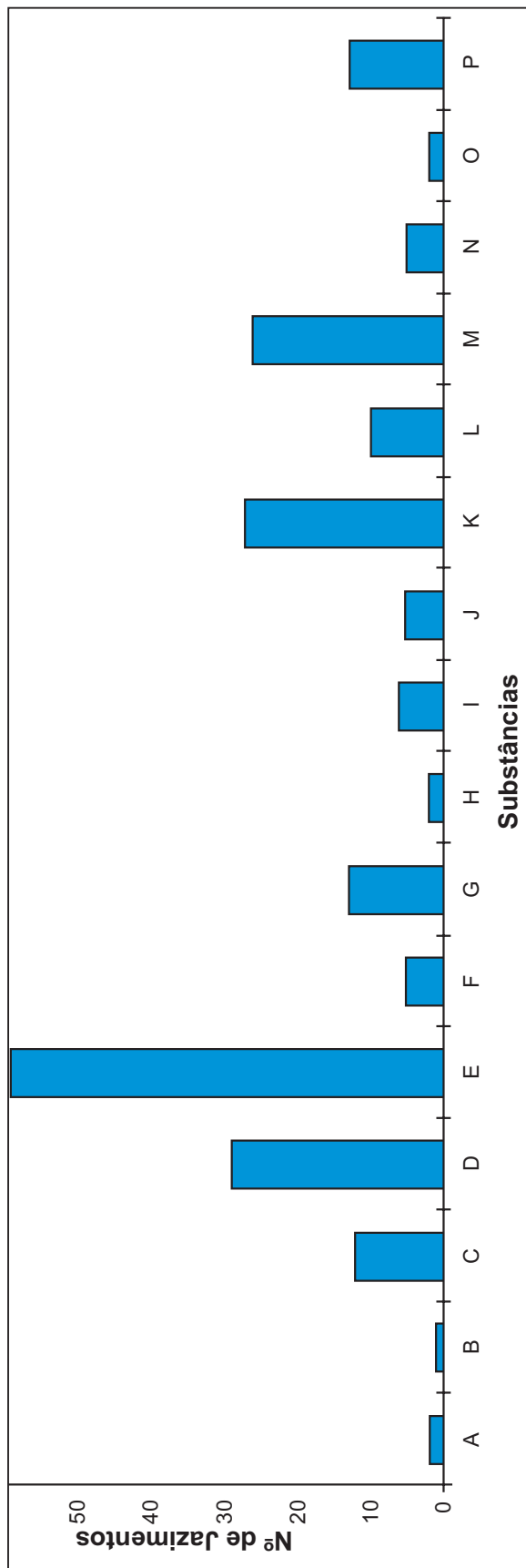
O potencial metalogenético dessa suíte vem sendo investigado pela CPRM, cujos trabalhos de pesquisa abrangem mapeamento geológico de semidetalhe e detalhe, prospecção geoquímica, prospecção geofísica, escavações e sondagens, além das análises laboratoriais (Tesch *et al.*, 1980 e 1982; e Santos *et al.*, 1990).

As mineralizações sulfetadas de cobre e níquel ocorrem nas formas disseminada e remobilizada, e têm como rochas hospedeiras gabros e gabro-noritos, nos quais formam corpos de minério irregulares (bolsões e “amas”). A mineralogia é representada por pentlandita, calcopirita, pirita, pirrotita, calcocita, covellita, ilmenita e magnetita.

Ao nível atual das pesquisas, apenas o alvo da fazenda Quiribas (154Ni,Cu), abrangendo 13% da faixa potencialmente prospectável da suíte, foi avaliado e redundou numa reserva (indicada + inferida) de 3.984.770t de minério a 0,34% de Cu e 0,35% de Ni, para o “teor-de-corte” de 0,25%.

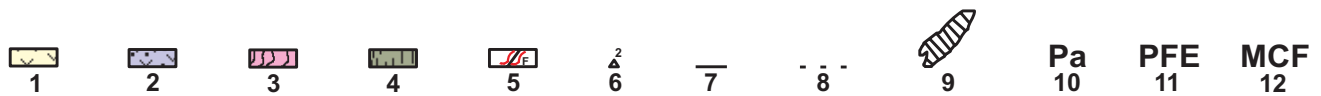
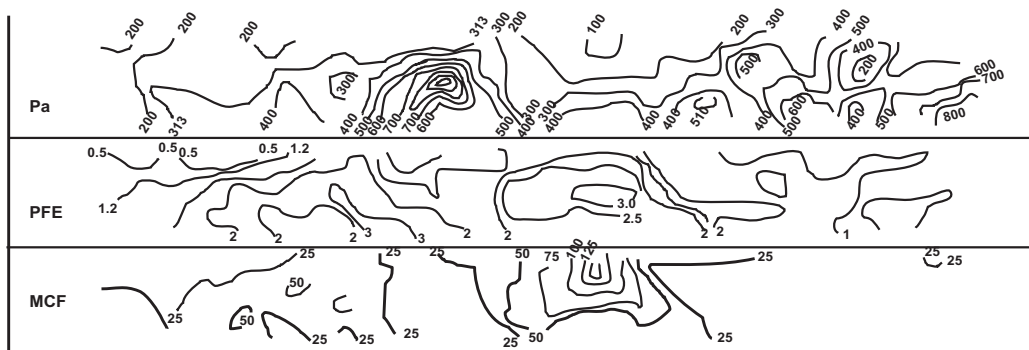
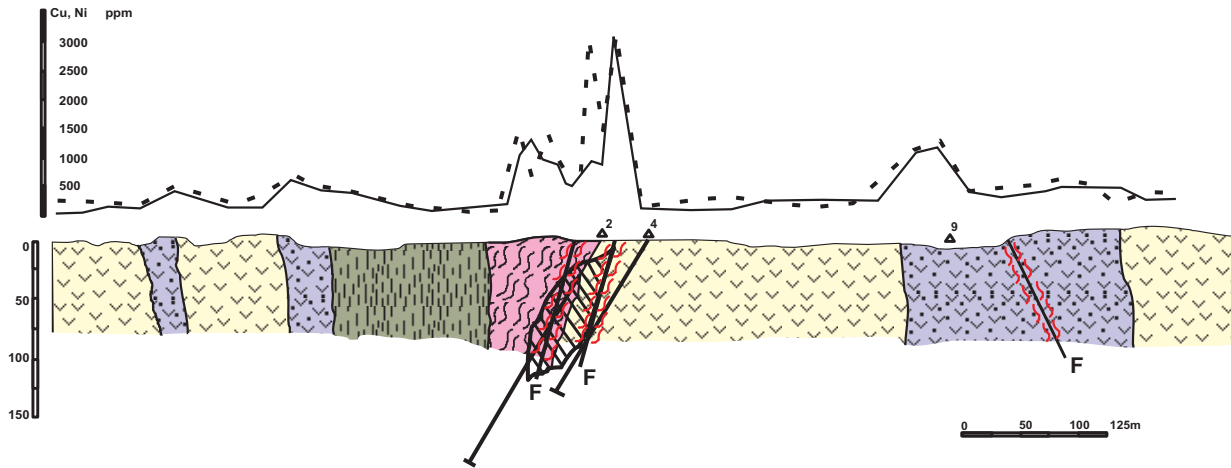
Efetuando-se projeções para outros três alvos e baixando-se o “teor-de-corte” para 0,1%, obtiveram-se as seguintes estimativas de reservas para os quatro depósitos da área (quadro 3.1).

Esses depósitos, embora ainda enquadrados na categoria de marginais, apresentam viabilização econômica admissível, no futuro, pela potencialidade de ampliação das reservas aliada à recuperação de subprodutos como cobalto, ouro, prata e platinóides. Já foram detectados teores de até 0,025% de Co; 0,10g/t Au; 2,5g/t Ag; 0,015g/t de Pt e 0,030g/t de Pd, nos intervalos mais ricos em sulfetos. As maiores concentrações de sulfeto distribuem-se no intervalo entre a superfície e 50m de profundidade. Outros trechos, com menores concentrações, estendem-se a maiores profundidades.



SUBSTÂNCIAS	QUANTIDADES	
A	Água Mineral	2
B	Amianto	1
C	Areia/ Saibro (areia 10, areia e saibro 1, saibro 1)	12
D	Argila (argila 27, argila e calcário 1, argila e saibro 1)	29
E	Calcário/ Dolomito (calcário 35, calcário calcífero 17, calcário dolomítico 4, dolomito 1, calcário e argila 2)	59
F	Chumbo e zinco (chumbo 2, chumbo e zinco 3)	5
G	Cobre e níquel (cobre 6, cobre e pirita 2, cobre e níquel 5)	13
H	Enxofre	2
I	Ouro/ Pirita (ouro 3, pirita 3)	6
J	Fósforo/ Flúor/ Quartzo (fósforo 2, flúor 2, quartzo 1)	5
K	Granito/ Gnaisse/ Gabro/ Quartzó/ Metarenito/ Metassilito/ Filito (granito 20, gnaisse 1, gabro 1, quartzito 2, metarenito 1, metassilito 1, filito 1)	27
L	Manganes/ Ferro e titânio (manganes 6, ferro 1, ferro-titânio 3)	10
M	Petróleo e gás	26
N	Potássio, magnésio e sódio/ Sódio (potássio, magnésio e sódio 4, sódio 1)	5
O	Titânio, zircônio e tório/terras-raras	2
P	Turfa	13

Figura 3.3 – Distribuição do número de jazimentos por substância/grupo de substância



LEGENDA: 1- METAGABROS; 2- TROCTOLITOS; 3- MILONITOS; 4- ANFIBOLITOS; 5- FALHA COM FAIXA DE CISALHAMENTO; 6- FURO DE SONDAGEM; 7- PERFIL DO COBRE; 8- PERFIL DO NÍQUEL; 9- ZONA MINERALIZADA; 10- RESISTIVIDADE APARENTE; 11- EFEITO PERCENTUAL DE FREQUÊNCIA; 12- FATOR METAL.

Figura 3.4 – Seções esquemáticas na picada 209 – área de cobre – Geoquímica, geologia e geofísica (IP). Fonte: Tesch et al. (1980).

Quadro 3.1 – Reservas de cobre e níquel da Suíte Intrusiva Canindé.

Nº de Referência (Mapa)	Local (Depósito)	Reserva Inferida (t de minério)	Teores (%)
151	SSW fazenda Lagoa dos Patos	2.700.000	0,23Cu e 0,25Ni
153	Fazenda Morro Preto	1.260.000	0,23Cu e),30Ni
154	Fazenda Quiribas/Riacho Santa Maria	10.923.000	0,21Cu e 0,24Ni
155	Riacho Santa Maria	2.190.000	0,23Cu e 0,25Ni

(Santos & Souza, 1988 e Santos *et al.*, 1990). As estimativas de reservas estenderam-se até 150m de profundidade. Indicações geofísicas, contudo, projetam corpos de minério para além de trezentos metros de profundidade, no alvo da fazenda Quiribas, o que, se confirmado, duplicaria as reservas.

Outro pequeno depósito de cobre definido no Estado de Sergipe é o da fazenda Júlia (92Cu), o qual foi pesquisado pela CPRM, através de contrato com a Codise (Silva Filho *et al.*, 1981 e Braz Filho *et al.*, 1984).

Trata-se de um jazimento tipicamente epigenético-hidrotermal, onde a mineralização cuprífera ocorre em veios e vênulas de quartzo, apresentando estrutura multivenulada, irregularmente distribuída (*stockwork*), mas formando corpos de minério ou zonas mineralizadas sempre tabulares, concordantes com a foliação do metadolomito hospedeiro, e com terminações lenticulares (figura 3.5). As rochas hospedeiras são metadolomitos associados a leptitos, xistos, quartzitos e rochas calcissilicáticas do Grupo Macururé. As mineralizações subordinam-se a horizontes estratigraficamente distintos e as mais expressivas sempre estão associadas a zonas silicosas (figura 3.6). Os minerais primários identificados nos veios e vênulas de quartzo, comumente milimétricos e raramente centimétricos, são calcopirita, pirrotita, pirita e bornita, enquanto os minerais secundários são neodigenita, covellita, calcocita, malaquita e cobre nativo. Os veios e vênulas encaixados na parte basal do metadolomito formam o principal corpo de minério, sendo que outros dois corpos foram definidos em níveis estratigraficamente superiores.

Esses três corpos de minério foram alvo de avaliação das reservas, as quais totalizaram 6.203.914t de minério, como soma das reservas medida e indicada, com teor médio de 0,59% de Cu e para um teor-de-corte de 0,2% de Cu. Para teores-de-corte de 0,4% e 0,6% de Cu, respectivamente, têm-se reservas de 4.519.077t e 2.578.181t de minério, com teores médios de 0,76% de Cu e 0,92% de Cu.

Ouro e prata são encontrados no minério, mas em teores médios ainda não definidos. O maior valor detectado para o ouro foi de 7ppm, obtido em amostra da zona de oxidação do veio. Por vezes verificou-se elevação do teor de ouro correlato com o aumento dos teores de cobre. A prata atingiu até 10ppm, também relacionados à elevação dos teores de cobre, mas a mesma não foi identificada mineralogicamente, seja na forma elementar ou combinada.

3.1.2 Ouro

Estão cadastradas três pequenas ocorrências de ouro, todas do tipo plácer fluvial, relacionadas às aluviões do rio das Pedras e dos córregos da Ribeira e Boqueirão (figura 3.7). Hipoteticamente admite-se que o ouro desses pláceres atuais possam provir de paleoconcentrações relacionadas à Formação Itabaiana, a qual apresenta, na base, lentes de conglomerado que afloram a montante das ocorrências relatadas.

O potencial aurífero da região está ainda por ser avaliado, incluindo-se o estudo das suas concentrações “primárias”. O aludido potencial será sobrelevado, se comprovada a relação dessas mineralizações com zonas de cisalhamento que afetam litótipos da citada formação.

3.1.3 Chumbo e Zinco

Das cinco ocorrências de chumbo, duas são tipicamente filoniano-hidrotermais, enquanto as demais são sedimentares, apresentam-se em associação com zinco e ocorrem exclusivamente em subsuperfície.

A ocorrência da fazenda Santo Antônio (86Pb), também referida como fazenda Barra, constitui-se de vênulas com espessuras milimétricas e orientadas principalmente segundo as direções N-S e N20°W. São comuns vênulas de quartzo com as mesmas orientações. A rocha encaixante é um mármore branco com bandas cinza-azulado, es-

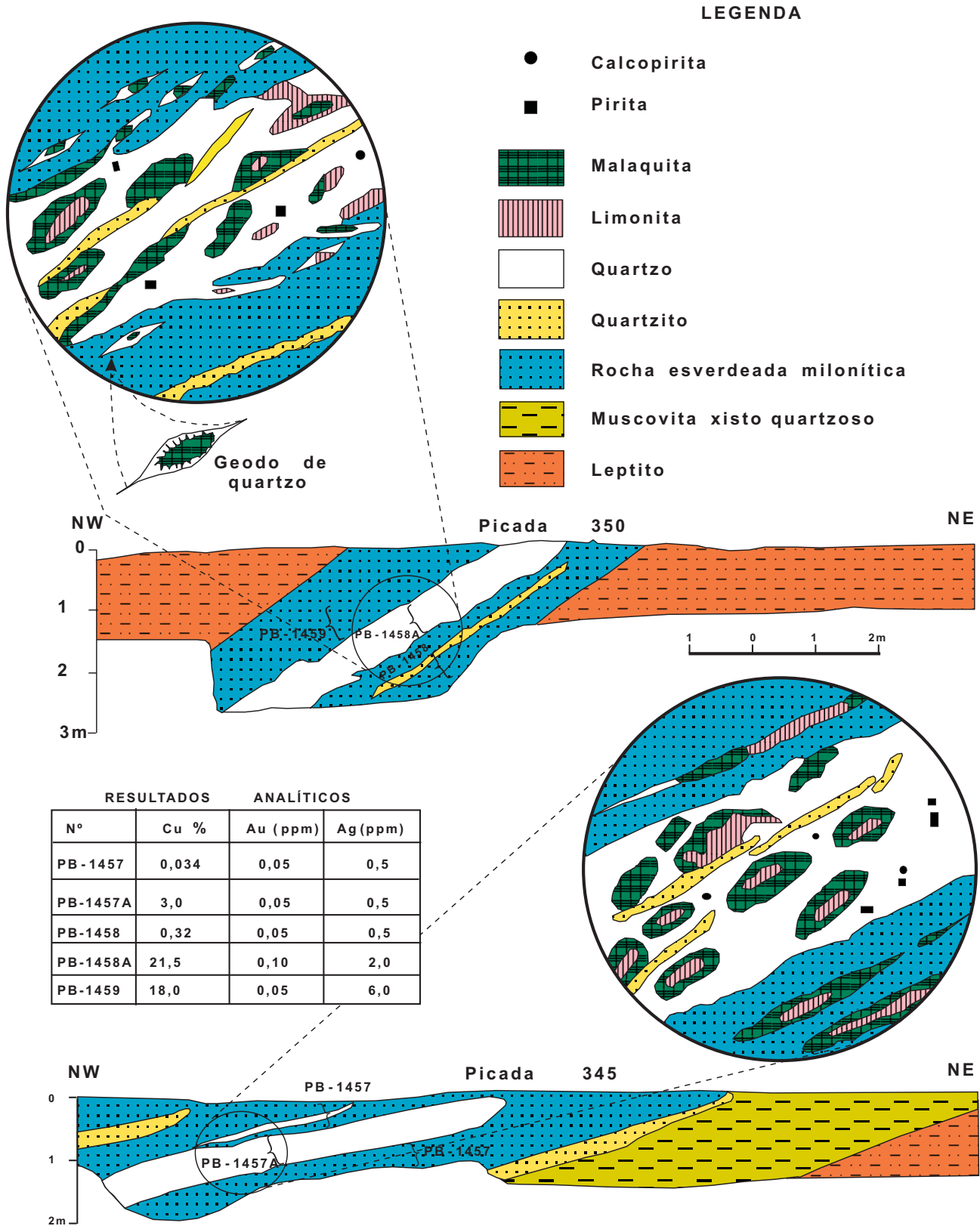


Figura 3.5 – Veio de quartzo e disposição da mineralização da fazenda Júlia.
Fonte: Silva Filho et al. (1981).

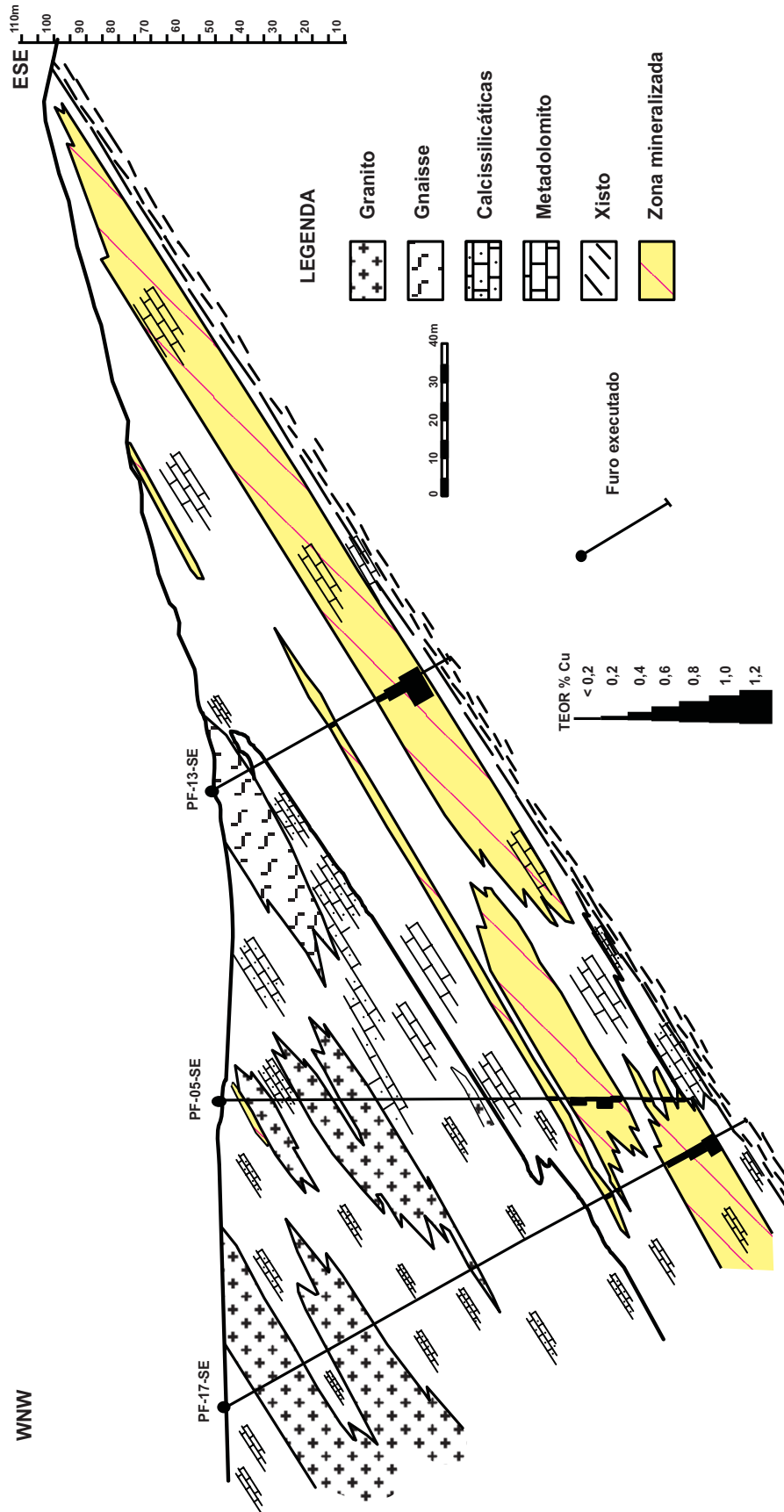
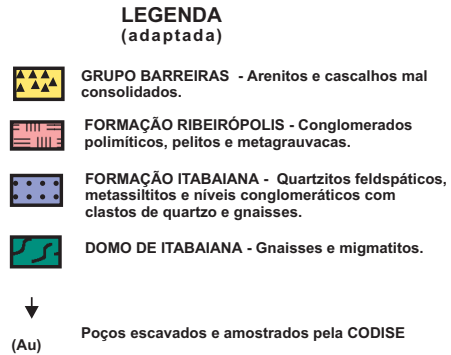
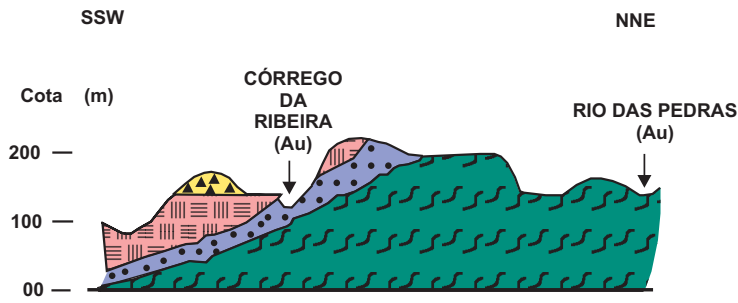
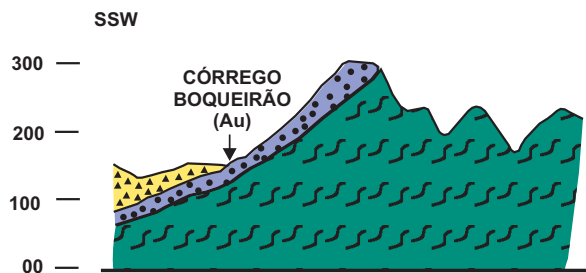


Figura 3.6 – Perfil da mineralização de cobre da fazenda Júlia (picada 290).
 Fonte: Silva Filho et al. (1981).

OCORRÊNCIAS DE RIBEIRA E RIO DAS PEDRAS



OCORRÊNCIA DE BOQUEIRÃO



ESCALA GRÁFICA



Figura 3.7 – Ocorrências de ouro no Estado de Sergipe.

Fonte: Docegeo – Distrito Leste/1992.

tratificado em leitos de cinco centímetros e com atitude N65°E/30°NW. Em alguns locais a mineralização está concordante com a estratificação da encaixante que pertence à Formação Olhos d'Água (Silva Filho *et al.*, 1977).

A segunda ocorrência aflorante de chumbo está localizada no riacho ou rio Mingu (85Pb), associada a níveis de mármore pertencentes à seqüência de micaxistos granadíferos do Grupo Macururé. A galena é observada em vênulas de calcita com um centímetro de espessura, orientadas na direção N20°W e mergulho de 55°SW. Além de galena e esfalerita, finamente disseminadas, são constatadas pirita e calcopirita. A malaquita presente resulta de alteração da calcopirita (Silva Filho *et al.*, 1981 e Braz Filho *et al.*, 1984).

As ocorrências em subsuperfície são do tipo estratiforme-sedimentar e apresentam-se também como disseminações de galena e esfalerita. A mais importante delas é a ocorrência a nordeste de Itaporanga (87 Pb, Zn), na qual, além de galena e esfalerita, ocorrem pirita e marcassita associadas ao cimento carbonático de ortoconglomerados e disseminadas na matriz arenosa e em arenitos.

Estes conglomerados de leques aluviais estão associados a arenitos de canais fluviais anastomo-

sados, formando uma seqüência do tipo *red beds*. Por sua vez, a mencionada seqüência está soto-posta a folhelhos negros euxínicos, de laguna rasa, capeados por evaporitos ou relacionados a ambiente *sabkha*, quando associados a sedimentos terígenos e carbonáticos da fácies marginal da seqüência evaporítica (Leal & Souza, 1983). Ao estudar essas mineralizações a Petromisa determinou os teores mais significativos de Pb na faixa 1,3 a 5,6% e de Zn até 2,34%. A profundidade máxima investigada dessas mineralizações, distribuídas por litótipos das formações Muribeca (Membro Carmópolis) e Riachuelo (Membro Angico), é de cerca de 630m.

Outra ocorrência não aflorante é a de Tenórios (216 Pb, Zn) relacionada à Formação Barra de Itiúba, composta por folhelhos, arenitos finos e calcários maciços. Os melhores teores foram obtidos entre as profundidades de 126m e 129m, com valores máximos de 1,68% de Zn e 0,38% de Pb.

3.1.4 Ferro e Titânio

Mineralizações ferrotitanadas ocorrem também geneticamente relacionadas a rochas gabróicas

da Suíte Intrusiva Canindé, a exemplo daquelas de níquel e cobre anteriormente referidas.

Os jazimentos são do tipo estratiforme e apresentam-se nas formas maciça e principalmente bandada. Os corpos de minério estão representados por níveis com espessuras de até um metro, e por rolados oriundos da desagregação desses níveis (figura 3.8).

Os minerais de minério são magnetita, ilmenita e hematita, enquanto a ganga é composta principalmente de serpentina, clorita, espinélio e coríndon. Os teores variam entre 6,5 e 7% de TiO_2 e em torno de 30% de Fe. Teores de ouro da faixa de 0,11 a 0,23ppm foram detectados em amostras de furo de sonda ao atravessar a zona do minério.

No minério bandado observou-se uma associação de sulfetos com a fase óxido, cuja análise microscópica mostrou pirita e calcopirita inclusas em ilmenita e magnetita.

O depósito de ferro, situado nas fazendas Batinga e Coité, foi definido a partir da pesquisa de laterito ferruginoso, desenvolvido sobre sedimentos argilo-arenosos resultantes do intemperismo de litótipos da Formação Frei Paulo (Grupo Simão Dias) e/ou Grupo Barreiras. Foi dimensionada uma reserva medida desse laterito ferruginoso de seis milhões de toneladas a 13,52% de Fe_2O_3 ; 67,06% de SiO_2 e 11,42% de Al_2O_3 (Rocha, 1990).

3.1.5 Titânio, Zircônio e Tório/Terras-Raras

Dois pequenos depósitos de minerais pesados, do tipo plácer marinho, foram avaliados na foz do rio São Francisco, associados a sedimentos arenosos de praia. Trata-se de concentrações de ilmenita, rutilo, zircão e monazita, que em face das pequenas reservas, não foram viabilizadas economicamente. Os trabalhos de pesquisa restringiram-se à praia atual, não tendo-se estendido aos cordões litorâneos fósseis (Leal & Souza, 1983).

3.1.6 Manganês

Dos seis jazimentos de manganês, todos do tipo supergênico, quatro ocorrências estão relacionadas a micaxistos granadíferos do Grupo Macururé e as outras duas a filitos da Formação Frei Paulo, do Grupo Simão Dias, ambos de idade mesoproterozóico-neoproterozóica. Trata-se de pequenas ocorrências, cuja investigação preliminar não justificou a realização de pesquisa complementar para sua avaliação.

3.1.7 Pirita

A pirita de Arauá (187pi) ocorre, na forma disseminada, em rochas vulcânicas intermediárias (da-

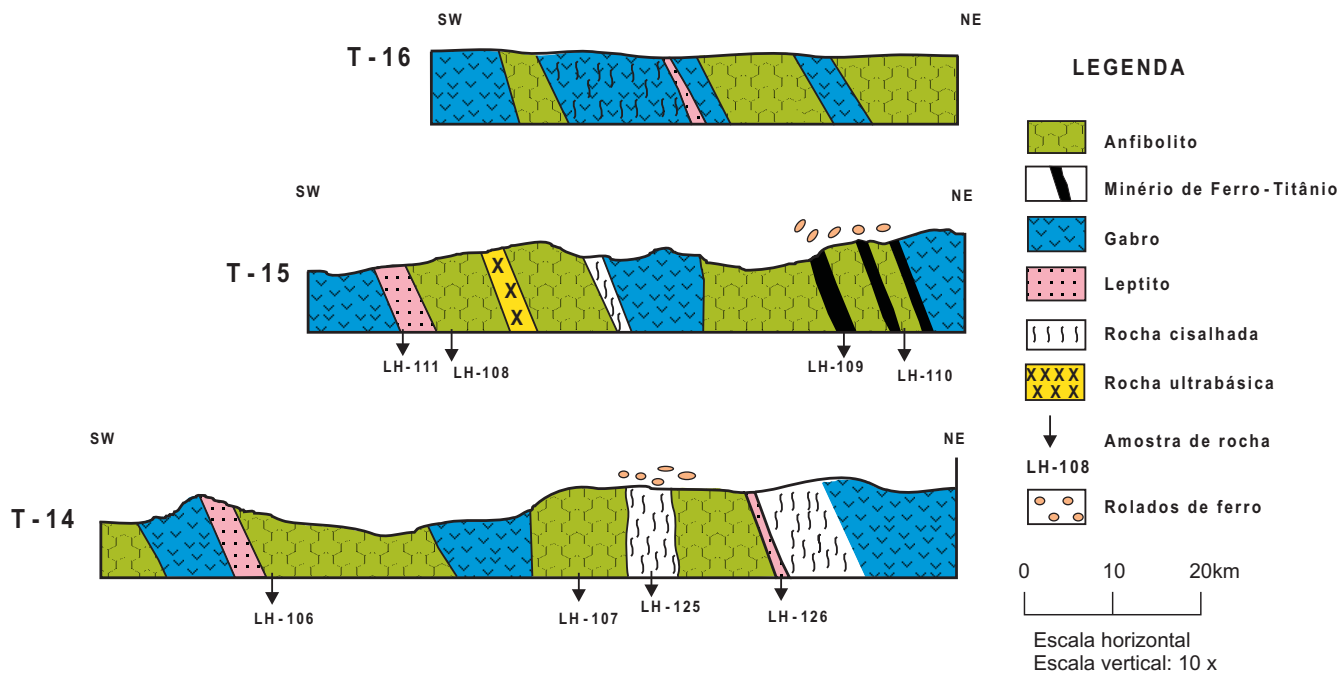


Figura 3.8 – Ocorrências de ferro-titânio de Riacho Novo. Seções esquemáticas das trincheiras T-14, T-15 e T-16. Fonte: Tesch et al. (1980).

ritos), relacionadas ao vulcanismo fissural de Arauá, representado por diques encaixados em rochas do Complexo Granulítico.

Dois outras ocorrências de pirita estão associadas, respectivamente: a granitóide tipo Glória (185pi), no caso identificado petrograficamente como um quartzo diorito pórfiro; e a metagabro cisalhado (186pi) pertencente à Suíte Intrusiva Canindé. Ambos jazimentos são do tipo filoniano-hidrotermal hospedados em veios de quartzo.

As ocorrências em si são destituídas de perspectivas econômicas, mas apontam processos de sulfetação aos quais, eventualmente, podem vincular-se concentrações de minerais-minério de interesse prospectivo.

3.2 Substâncias Não-Metálicas

Nesta categoria destacam-se os materiais para construção que incluem os agregados: areia, saibro e brita; argila, filito e materiais para revestimento que abrangem jazimentos de gabro, gnaisse, granito, metarenito, metassiltito e quartzito. O mármore, que poderia figurar também como material de revestimento, será focado no item específico de calcários (3.3), dado que jazimentos dessa substância ainda não têm sido lavrados para aplicação como rocha ornamental. Além dos materiais para construção, já relacionados, também a água mineral tem sido objeto de aproveitamento industrial. O enxofre representa a substância tipicamente não-metálica, com melhores perspectivas de vir a ser minerada, no futuro, graças à existência de um depósito já pesquisado e com chances de viabilização econômica.

3.2.1 Argila e Filito

Quase toda a produção de argila de Sergipe destina-se à cerâmica vermelha e à produção de cimento.

Levantamentos de campo e ensaios tecnológicos preliminares desenvolvidos pelo então Condese, em convênio com a Sudene, através do Projeto Ocorrências de Argila (1976), mostraram que a maioria dos jazimentos estudados presta-se para uso como cerâmica vermelha. O referido estudo indicou, ainda, que algumas ocorrências poderiam provavelmente ser aproveitadas para cerâmica branca, refratários e agregados leves. A possibilidade de caracterização de argilas montmoriloníticas ficou patente também a partir do referido trabalho.

Dos 29 jazimentos cadastrados nove foram registrados como garimpos ativos (cinco) e intermitentes (quatro) e cinco como depósitos/jazidas. Duas minas, uma ativa e outra inativa, e treze ocorrências/indícios completam o total. A argila para cerâmica vermelha é utilizada principalmente no fabrico de telhas e tijolos e, secundariamente, manilhas, lajotas etc.

As reservas definidas somavam, até março de 1996, cerca de 34 milhões de toneladas como reservas medidas, 18 milhões de reservas indicadas e 1,3 milhão de reservas inferidas. A jazida com maior tonelagem de reservas é a Rio do Sal (25ag) com mais de 20 milhões de toneladas (reserva medida) e que se destinam à indústria cimenteira (quadro 3.2).

Quadro 3.2 – Reservas de argila.

Reservas		
Medida	Indicada	Inferida
32.962.080t	16.792.115t	1.329.323t
1.000.000m ³	1.000.000m ³	

Além das reservas de argila, inclusas no quadro 3.2, foram definidas reservas de folhelho perfazendo 1.506.600t como reserva medida e 693.750t como reserva indicada.

Foram produzidas 70.019t em 1995, na mina da fazenda Santa Cecília (27ag), cuja concessionária é a Cimesa, para uso na produção de cimento.

A mina Tebaída (37ag,sa/Jabotiana Ltda.) produziu em 1992 um total de 2.104t de argila, operando com lavra semimecanizada e minerando argilas do Grupo Barreiras.

Foram pesquisados no Sítio Laranjeiras (102fi), filitos da Formação Frei Paulo, objetivando sua aplicação para cerâmica vermelha. As reservas totais bloqueadas nesse depósito somam cerca de 155 milhões de toneladas, das quais 25 milhões correspondem às reservas medidas.

3.2.2 Areia e Saibro

São lavrados em alguns areais (“garimpos” e mina) para uso como agregados naturais na construção civil.

A maioria dos jazimentos relaciona-se a aluviões e, subordinadamente, a zonas decompostas de arenitos do Grupo Barreiras e Formação Riachuelo, e a acumulações de cordões litorâneos.

Dos doze jazimentos cadastrados, ocorre apenas uma mina ativa (13ar,sa); seis figuram como ocorrências e cinco como “garimpos”, dos quais um em inatividade. A produção desses “garimpos” normalmente é desconhecida, mas no caso da fazenda Santa Terezinha (13ar,sa) foram minerados 1.400m³ de areia e 4.570m³ de saibro durante o ano de 1993. No povoado Roque Mendes/Rio Sergipe (5ar) também há referência à produção de areia, equivalente a 100m³/dia (1990).

Saibro é explotado na fazenda Tebaída (37ag,sa), associado à lavra de argila, e cuja produção em 1992 foi de 2.104; e também na fazenda Terra Dura (194sa). Em ambos locais o material é produto da desagregação intempérica de rochas do Grupo Barreiras.

O jazimento no qual se aproveita areia de cordão litorâneo é o do povoado Flexeiras (6ar), cuja atividade extrativa dá-se de forma intermitente.

3.2.3 Granito

O termo na acepção comercial abrange diversos tipos petrográficos e nesse sentido foi empregado neste capítulo.

A diversidade de rochas do Estado de Sergipe com especificação para emprego ornamental, especialmente de granitóides, tem despertado crescente interesse pela avaliação desse potencial, visando o seu aproveitamento econômico.

A Codise através do Projeto Mármore e Granitos (1985) cadastrou dezoito ocorrências de granito e duas de mármore, tendo na ocasião procedido estudos preliminares abrangendo levantamentos de campo e ensaios laboratoriais, tais como análises petrográficas e testes de polimento. Por ocasião desses levantamentos de campo, nenhum dos jazimentos apresentava atividade extrativa para utilização como rocha ornamental. No referido trabalho estão assinalados jazimentos nos quais as boas condições de infra-estrutura, o excelente aspecto estético e o expressivo volume de matacões concorrem para viabilização do seu aproveitamento, a exemplo daquele situado na fazenda Lagoa do Pedro (130gr), dentre outros.

As ocorrências cadastradas situam-se sobretudo nas regiões norte e nordeste do estado e compreendem, rochas pertencentes aos granitóides tipos Glória, Serra do Catu, Xingó e Serra Negra, e gnaisses do Complexo Gnáissico-Migmatítico.

De acordo com levantamentos mais recentes de Nascimento & Miranda (1996), mais de uma cente-

na de áreas já estão requeridas junto ao DNPM visando a pesquisa de rocha ornamental. Embora o maior número de áreas pedidas seja para granito, também foram alvo de solicitação grauvacas, sienitos, gabros, mármore e granodioritos.

Embora não haja pedreiras produtoras de rochas ornamentais, conforme já mencionado, algumas delas são explotadas para produção de pedra-de-talhe (paralelepípedos e meios-fios), como verificado em dois locais em Pedra Furada (119gr e 120gr), na fazenda Lagoa do Pedro(130gr) e em Barroca(131gr).

3.2.4 Metassiltito, Metarenito e Quartzito

Estas substâncias estão representadas apenas por um jazimento de cada uma delas. Na pedreira do Daniel (150ms) o metassiltito proveniente da Formação Palmares (Grupo Estância) é extraído para emprego como material de revestimento, após modelagem de placas com tamanhos diversos.

As pedreiras São João e Dinâmica, concessionárias das minas da fazenda São João da Boa Vista (108ma) e povoado de São José (192qt), respectivamente, produzem brita a partir de metarenito da Formação Lagarto (Grupo Estância) e de quartzito da Formação Itabaiana (Grupo Miaba). A mina São José produziu 120.000m³ em 1992, enquanto a pedreira São João, que está paralisada, registrou a produção de 4.000m³ em 1989.

3.2.5 Gnaisse e Gabro

Essas rochas foram explotadas para produção de brita e de pedra-de-alicerce. A Construtora Norberto Odebrecht S.A. minerava rocha gabróica na pedreira da fazenda Muquém (107gb), para utilização nas obras do Porto de Aracaju. Informa-se que em 1989 produziu-se 346.526,62m³ de pedras-de-alicerce e, em 1991, apenas cerca de 960m³/mês de brita, na aludida pedreira.

No povoado de Cajaíba (109gn) lavra-se rocha gnáissica do Domo de Itabaiana, para produção de brita, cuja previsão era de 140.000m³/ano(1991).

3.2.6 Água Mineral

Duas fontes de água mineral estão cadastradas, respectivamente, nos municípios de Salgado e São Cristóvão. Essa última fonte registrou uma produção de 5.319.735l em 1995 e tem como aquífero, arenitos do Grupo Barreiras, a exemplo do verificado na fonte do Balneário de Salgado.

3.2.7 Enxofre

Registra-se um expressivo depósito na Bacia de Sergipe e uma ocorrência no Domínio Vaza-Barris.

O jazimento Castanhal, na Bacia de Sergipe (96S), foi reconhecido como o primeiro depósito de enxofre nativo do Brasil (Morelli *et al.*, 1982). O depósito, do tipo estratiforme-sedimentar, situa-se em subsuperfície, a uma profundidade média de duzentos metros e com extensão aproximada de 3,7km², porém há descontinuações, em face da existência de uma faixa semi-estéril que limita duas áreas de maior concentração.

As reservas totais foram avaliadas em 3.624.797t de minério, com teor médio de 7,1% de S. Essa reserva foi classificada como indicada, tendo em vista a variabilidade dos corpos de enxofre com descontinuidades bruscas e aleatórias. A espessura média de enxofre sólido é de 0,48m, com máximo de 2,74m, para uma espessura média da zona mineralizada de 6,7m.

O depósito Castanhal localiza-se em um alto estrutural, de feição semidômica, no campo petrolífero de Siririzinho. A rocha hospedeira é um calcário secundário da Formação Muribeca, resultante da substituição de camadas de gipsita-anidrita. Cinco tipos de mineralizações foram reconhecidos: 1) preenchimento de vesículas; 2) por substituição total; 3) em fraturas; 4) em forma de veios e vênulas e 5) disseminação. Essas mineralizações estão distribuídas em três zonas, as quais dispõem-se em níveis estratigráficos distintos. As zonas I e II, as mais superiores, representam 70% das reservas do depósito e apresentam melhores condições de mineração pelo Método Frasch.

Admite-se a hipótese clássica, da ação biogênica de bactérias redutoras de sulfato, para sua origem. O processo pressupõe que uma camada de anidrita/gipsita seria atacada por bactérias anaeróbicas na presença de petróleo, em que o gás sulfídrico resultante, por oxidação, produziria o enxofre elementar (Morelli *et al.*, *op. cit.*).

A ocorrência no Domínio Vaza-Barris está localizada na serra Preta (97S) e associa-se a metacalcários da Formação Olhos D'Água (Grupo Vaza-Barris). Segundo Silva Filho *et al.* (1977) as concentrações maiores de enxofre estão em locais que sofreram recristalização ou preenchendo pequenas cavidades e fraturas, na forma de cristais amarelo-ouro de 0,5cm, incrustados em calcita ou em quartzo leitoso.

Para Caldasso (1967) a gênese do enxofre da serra Preta resultou, provavelmente, de sua deposição em ambiente redutor na forma combinada e singeneticamente aos calcários, sendo posterior-

mente reduzido ao estado elementar, em face da presença de matéria orgânica, ainda constatada, nos metacalcários hospedeiros da mineralização. Processos hidrotermais teriam provocado a remobilização e redeposição de enxofre epigenético verificado nas fraturas e cavidades mencionadas.

3.2.8 Flúor

Dentre as concentrações de flúor, as únicas investigadas de forma sistemática foram as mineralizações do rio (riacho) Mingu (106F). Essas concentrações foram objeto de pesquisa mineral através de mapeamento geológico (escalas 1:500 e 1:2.500), abertura de escavações, geofísica (magnetometria e VLF), geoquímica e sondagem. Os trabalhos foram conduzidos pela CPRM para a CODISE (Silva Filho *et al.*, 1981 e Braz Filho *et al.*, 1984), detentora legal das áreas pesquisadas.

As mineralizações subordinam-se a uma seqüência calcipelítica do Grupo Macururé, penetrada por quartzo monzonitos (granitóides tipo Serra do Catu), os quais são intrudidos por biotita granitos.

A seqüência calcipelítica, que se sobrepõe a uma outra de natureza pelito-psamítica, é composta de calcixistos, metadolomitos e calcioanfíbolitos gerados por metamorfismo de contato. Silicificação e ferritização desenvolveram-se ao longo de zonas miloníticas geradas pelas zonas de cisalhamento que afetam a área.

As rochas hospedeiras das mineralizações de fluorita são tanto os litótipos da seqüência calcipelítica, quanto o quartzo monzonito nas proximidades do contato com os metassedimentos.

A mineralização é de caráter epigenético e manifesta-se na forma de veios e vênulas na zona de contato dos metassedimentos carbonáticos com a rocha monzonítica.

Os veios e vênulas encaixados no monzonito distribuem-se de forma errática numa área de cerca de 0,6km². As espessuras dos veios e vênulas variam de um a vinte centímetros, enquanto os comprimentos máximos observados atingem 20m, para veios com média de 4cm de espessura. A zona mineralizada abrange uma faixa com largura superior a 400m. Foram observados veios hospedados em metassedimentos, com um centímetro de espessura, orientados na direção N20°W/55°SW e dispostos segundo eixos de dobras.

Os veios de fluorita orientam-se preferencialmente na direção N-S e secundariamente N60°E com mergulhos para N e SE, respectivamente. Alguns apresentam atitudes N60°W com mergulhos para NE e,

raramente, E-W caindo para N. Os mergulhos variam de 10° a 45°.

A fluorita, de cor lilás, associa-se a calcita, enquanto calcopirita, pirita, bornita são comuns nas bordas dos veios. Galena restringe-se aos trechos onde ocorre calcita. Minerais secundários de cobre (malaquita e azurita) são derivados da oxidação de calcopirita e bornita.

3.2.9 Fósforo

Apenas dois indícios foram catalogados, detectados a partir de furos de sonda realizados na região de Estância. O objetivo da sondagem era atravessar seções das formações Riachuelo (Membro Taquari) e Cotinguiba (Membro Sapucari). As análises químicas não se revelaram promissoras, tendo em vista que os teores não ultrapassaram 1% de P₂O₅.

3.2.10 Amianto

Configura uma pequena ocorrência associada a corpo lenticular de metaultrabasilto, sem expressão cartográfica e intercalado em micaxistos granadíferos do Grupo Macururé.

3.2.11 Quartzo

Está representado por mera ocorrência, do tipo filoniano-hidrotermal, situada na fazenda Taboca do Duval. Não há referências sobre sua potencialidade e se houve alguma tentativa de aproveitamento do mineral. No entanto, o alto preço do silício metálico no mercado internacional justifica seu melhor conhecimento.

3.3 Calcários

Considerando-se a multiplicidade de usos, localização privilegiada, reservas demonstradas (avaliadas) e potenciais, e o amplo espectro composicional, os calcários configuram um expressivo bem mineral na economia do estado.

O termo calcário foi adotado no sentido amplo para todos jazimentos de rochas carbonáticas abrangendo, inclusive, aquelas petrograficamente classificadas como mármore. Entretanto, quando a rocha não é tipicamente sedimentar, juntou-se o termo mármore para indicar que já há algum metamorfismo.

Quando se dispunha de análise química que permitisse enquadrar o jazimento na classificação

de Pettijohn (1957), efetuou-se essa qualificação. Dessa forma, verificou-se que as variações composicionais constatadas contemplam desde calcário calcítico a dolomito. No caso em que os dados disponíveis não possibilitaram adotar a mencionada classificação, o jazimento foi titulado genericamente de calcário.

Todos os jazimentos da Bacia de Sergipe são tipicamente sedimentares e estão referidos como calcário, calcário calcítico, calcário dolomítico e dolomito, totalizando 34 jazimentos. Os demais jazimentos, todos na Faixa de Dobramentos Sergipana e perfazendo 24 registros, distribuem-se nos domínios Canindé, Marancó, Macururé e Vaza-Barris. Incluem desde mármore típicos a calcários incipientemente metamorfizados, esses últimos no Domínio Vaza-Barris e que, conforme anteriormente citado, foram também genericamente subtítulados de mármore.

No Domínio Estância, ainda que estejam mapeados níveis de calcário e dolomito, não há registro de aproveitamento econômico dessas rochas e mesmo áreas de pesquisa, possivelmente em face da localização de jazidas mais próximas dos centros consumidores e/ou com melhores condições de infra-estrutura.

Os jazimentos mais importantes, considerando-se as reservas bloqueadas, estão na Bacia de Sergipe, a qual acumula as maiores reservas já avaliadas em comparação com a faixa dobrada. Reservas já dimensionadas de dolomito são relativamente pequenas e estão definidas apenas no contexto da referida bacia sedimentar (quadro 3.3).

Os membros Sapucari, da Formação Cotinguiba, e Maruim, da Formação Riachuelo, ambas do Grupo Sergipe, são as unidades litoestratigráficas que encerram os níveis de rochas carbonáticas responsáveis pelas aludidas reservas na Bacia de Sergipe.

No âmbito da Faixa de Dobramentos Sergipana, os jazimentos registrados relacionam-se às camadas de metacarbonato da Formação Olhos d'Água (Grupo Vaza-Barris) e aos níveis de mármore das unidades Novo Gosto e Mulungu pertencentes ao Complexo Canindé.

Em que pese a existência de jazimentos de mármore típico, nenhum deles ainda foi viabilizado economicamente como rocha ornamental. A tentativa de lavra no serrote da Lage, a oeste do Porto da Folha, possivelmente foi abandonada em face da fraturamento das lentes de mármore (Silva Filho *et al.*, 1979).

No que tange às reservas, fica patente que a tonelagem de calcário calcítico está sobrelevada pelos tipos indicada e inferida (quadro 3.4).

Quadro 3.3 – Reservas calcárias da Bacia de Sergipe.

Reservas Substâncias	Reservas em Toneladas			
	Medida	Indicada	Inferida	Total
Calcário	294.807.238	51.136.056	52.883.911	398.827.205
Calcário calcítico	303.603.079	205.570.015	79.794.502	588.967.596
Calcário dolomítico	195.149.965	41.763.290	90.958.757	327.872.012
Dolomito	3.267.540			3.267.540
Total	796.827.822	298.469.361	223.637.170	1.318.934.353

Quadro 3.4 – Reservas calcárias na Faixa de Dobramentos Sergipana.

Reservas Substâncias	Reservas em Toneladas			
	Medida	Indicada	Inferida	Total
Calcário	2.714.462	845.055	845.055	4.404.572
Calcário calcítico	20.541.432	262.461.826	288.167.281	571.170.539
Calcário dolomítico	22.547.395	412.479	2.324.639	25.284.513
Total	45.803.289	263.719.360	291.336	600.859.624

Com relação à produção, são poucas as minas regularmente em atividade, considerando o número de jazimentos cadastrados. A maioria dos jazimentos consta legalmente como jazidas, ou ainda depósitos e, portanto, ainda não entraram em exploração. A maior produção de calcário (tipo calcítico) provém da mina Apertado de Pedra (82cc) com 218.355t em 1993. Outra mina com produção considerável está situada nas fazendas Sítio e Mata (84cd) que, em 1990, produziu cerca de 50.000t de calcário dolomítico moído para corretivo de solo e, aproximadamente, 90.000t de brita. Desde 1991 as atividades de lavra encontram-se paralisadas na pedreira Laranjeiras (fazendas Pedra Branca e Salinas) que, além de dolomito, para corretivo de solo, produzia *filler* asfáltico.

Os quadros 3.3 e 3.4 mostram que as reservas totais conhecidas elevam-se a mais de 1,9 bilhão de toneladas, conforme relatórios de pesquisa para o DNPM.

3.4 Substâncias Energéticas e Sais Solúveis

No grupo das substâncias energéticas, onde se destacam petróleo e gás, foi incluída a turfa, considerando a viabilidade de aproveitamento de parte

de suas reservas como fonte alternativa de energia. Sob a denominação de sais solúveis foram reunidos jazimentos de sais de potássio, magnésio e sódio.

Excetuando-se a turfa, as demais substâncias dessas classes têm origem relacionada à evolução da Bacia Sedimentar de Sergipe. A turfa está geneticamente ligada às formações superficiais, particularmente às de idade quaternária da região costeira.

3.4.1 Petróleo e Gás

A definição da província petrolífera terrestre em Sergipe data do início da década de 60, com a descoberta do campo de Riachuelo (1961), seguida de Carmópolis (1963) e Siririzinho (1967). Com as descobertas dos campos de Guaricema (1968), Caioba (1969) e Camorim (1970) delineava-se a primeira província petrolífera marítima brasileira.

As seqüências litoestratigráficas da Bacia de Sergipe que constituem os principais reservatórios de petróleo e gás são: arenitos e conglomerados do Membro Carmópolis (Formação Muribeca); arenitos da Formação Barra de Itiúba; carbonatos dos membros Ibura e Oiteirinhos (Formação Muribeca); arenitos da Formação Calumbi; arenitos da Formação Serraria. No campo de Carmópolis constata-se

que rochas xistosas pré-cambrianas também armazenam óleo, porém em volume subordinado.

As acumulações de petróleo e gás apresentam condicionamentos estratigráficos, a exemplo do campo de Brejo Grande; estrutural, no caso dos campos de Riachuelo, Carmópolis, Guaricema e Caioba; e estrutural/estratigráfico, como no campo de Siririzinho (Leal & Souza, 1983).

Em terra, o principal campo produtor e também detentor das maiores reservas é o de Carmópolis que, segundo relatório da Petrobras (dez/94), produziu $3.488,50\text{m}^3/\text{dia}$ de óleo e $131.355\text{m}^3/\text{dia}$ de gás, para reservas remanescentes de $22,409 \times 10^6\text{m}^3$ de óleo e $897,892 \times 10^6\text{m}^3$ de gás, respectivamente. Na plataforma continental, onde estão as principais reservas e é maior a produção de gás, os campos mais importantes são os de Camorim e Caioba.

Na data da referência (dez/94) um total de nove campos estavam fechados e/ou esgotados, enquanto os campos em atividade (terra e mar) produziam, em média, $5.945,30\text{m}^3/\text{dia}$ de óleo e $2.138.737\text{m}^3/\text{dia}$ de gás.

As reservas remanescentes (dez/94) somavam $27,8 \times 10^6\text{m}^3$ de óleo em terra e $7,121 \times 10^6\text{m}^3$ na plataforma. As reservas de gás totalizavam $1.163,984 \times 10^6\text{m}^3$ e $5.009,570 \times 10^6\text{m}^3$, respectivamente, em terra e na plataforma.

3.4.2 Turfa

A incidência de jazimentos de turfa na faixa costeira do estado representa um recurso natural com boas perspectivas de aproveitamento econômico.

Essas turfeiras situam-se nas planícies costeiras ou nas planícies de inundação. Aquelas localizadas nas planícies costeiras depositaram-se em paleolagunas relacionadas a cordões litorâneos: são as turfeiras parálicas. As de planícies de inundação desenvolveram-se em zonas alagadiças (paleolagoas) fora da área de influência das marés, são as turfeiras límnicas.

A turfa dispõe-se em camadas associadas ou intercaladas a sedimentos quaternários fluviolagunares e fluviais siltico-argilosos.

Dos treze jazimentos cadastrados, onze constituem pequenos depósitos, estudados preliminarmente por Lima *et al.* (1982), que na ocasião estimaram a reserva geológica, em base seca, como da ordem de $1,7 \times 10^6$ t de turfa energética (teor de cinzas inferior a 40% e poder calorífico superior maior que 3.500kcal/kg) e $2,5 \times 10^6$ t de turfa agrícola.

O emprego da turfa na agricultura acontece de duas maneiras: moída, utilizada como adubo de turfa, ou como condicionadora de solos, objetivando a retenção da umidade e/ou nutrientes. A despeito de o Brasil não fazer ainda largo uso da turfa, ressalte-se que nos Estados Unidos a turfa é empregada principalmente para fins agrícolas. Na Europa é crescente o uso não só na agricultura, mas também na jardinagem, paisagismo e horticultura.

Objetivando definir a viabilidade econômica da turfa como combustível, o DNPM, através da CPRM, empreendeu estudos e implantou lavra experimental em uma dessas turfeiras. Os resultados desses estudos são apresentados por Silva (1985) em turfeira localizada a E do rio Paramirim (205tf), identificada no trabalho do referido autor como Turfeira Santo Amaro das Brotas. Seções geológicas são mostradas na figura 3.9 enquanto a foto 11 mostra canais de drenagem dessa turfeira.

Os estudos envolveram avaliação qualitativa e quantitativa, e testes de queima em escala industrial. A turfa foi caracterizada como fibrosa, com alguns níveis lenhosos, teor de cinzas de 2,28% e poder calorífico superior médio de 5.550kcal/kg .

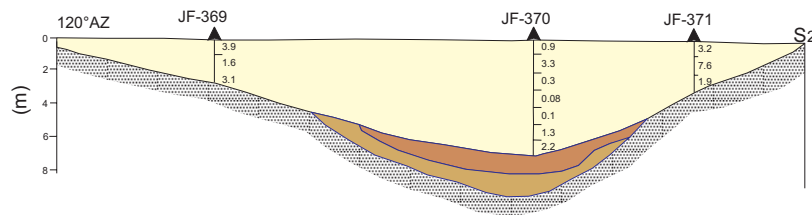
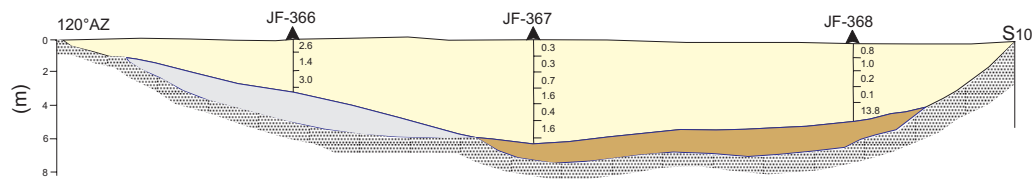
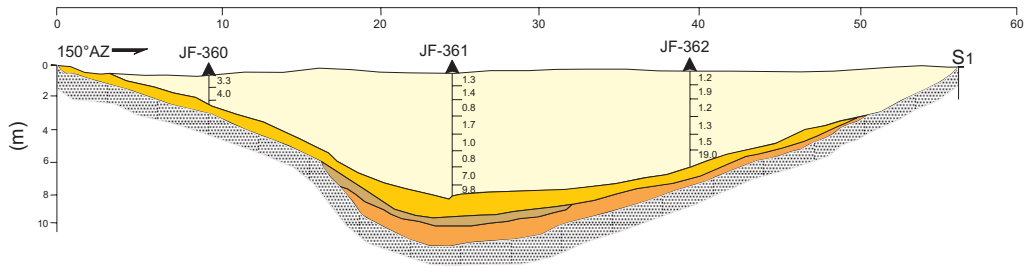
As reservas embora pequenas mostraram que a recuperação seria de 85% para lavra manual e 60% para lavra semimecanizada. Obteve-se para reserva medida 435.120m^3 , indicada 55.833m^3 e inferida 144.850m^3 de turfa.

Os resultados dos testes mostraram que a turfa, como combustível alternativo, poderá substituir tanto a lenha como o óleo combustível e a principal utilização seria na queima direta em fornos e antefornalhas convencionais e, em combustores de leito fluidizado. Finalmente, destacou-se que o empreendimento, além de viável economicamente, sobressai-se pelo aspecto social, ao criar novos empregos, sobretudo se adotada a lavra manual.

Por fim, deve-se assinalar que pesquisas em desenvolvimento visam aplicações mais nobres para a turfa, além do que já se registram vários outros usos para ela, tais como: pisos de galinheiros e estábulos, filtros antipoluentes, isolantes térmicos e acústicos etc.

3.4.3 Sais Solúveis

A descoberta desses sais está inicialmente relacionada à pesquisa de sal-gema pela IBASA (Indústrias Brasileiras Alcalinas S.A.), em 1946, e posteriormente à prospecção de petróleo na Bacia Sedimentar de Sergipe, quando nela se reconheceu a existência de seqüências evaporíticas. Os



LEGENDA: 1- TURFA; 2- TURFA ARGILOSA; 3- TURFA ARENOSA; 4- ARGILA COM CONTRIBUIÇÃO ORGÂNICA; 5- AREIA COM CONTRIBUIÇÃO ORGÂNICA; 6- ARGILA; 7- AREIA; 8- FURO A PISTÃO; 9- INTERVALO COM TEOR DE CINZAS.

FONTE: CPRM - Projeto Turfa na Faixa Costeira Bahia e Sergipe. Etapa III - Lavra Experimental.

Figura 3.9 – Seções geográficas S₁, S₉, S₁₀ e S₂ – Turfeira Santo Amaro das Brotas.

sais em questão são a halita (NaCl), silvita(KCl), silvinita (NaCl.KCl), carnallita(KCl.MgCl₂.6H₂O) e taquidrita (CaMg₂Cl₆.12H₂O).

Reconheceram-se nove ciclos na seqüência evaporítica sergipana, caracterizados pela variação no grau de concentração da salmoura original. Essa seqüência evaporítica, que pertence ao Membro Ibura da Formação Muribeca, distribuiu-se por diversas sub-bacias. Dessas sub-bacias destacam-se as de Taquari-Vassouras e Santa Rosa de Lima, pelo potencial econômico, especialmente da primeira, a qual, por apresentar condições geológicas mais favoráveis, teve viabilizado um projeto industrial para a produção de cloreto de potássio fertilizante. Trata-se do primeiro e único empreendimento do gênero no Hemisfério Sul, o qual entrou em produção em 1986 e foi desenvolvido pela extinta Petromisa.

Na sub-bacia Taquari-Vassouras, com área aproximada de 215km², as condições ambientais favoreceram a precipitação de corpos espessos de silvinita, cujo ambiente deposicional foi do tipo lagunar evaporítico, com algumas exposições que propiciaram o surgimento de *sabkhas*. Esses vários corpos de silvinita e as pequenas intercalações de carnallita foram agrupados em dois conjuntos de camadas, informalmente denominadas de Silvinita Basal Inferior e Silvinita Basal Superior, separados normalmente por um nível de halita com espessura de três a seis metros. A exequibilidade da lavra da Silvinita Basal Superior ficou patente ao se constatar que não havia maiores problemas técnicos para minerá-la, o que não se verificava no caso da Silvinita Basal Inferior. Os problemas com essa última camada decorrem principalmente do fato de que

ela assenta-se, em geral, sobre camadas de taquidrita, cujas propriedades mecânicas (baixa resistência à compressão), plasticidade e alta higroscopia acarretariam dificuldades à lavra. Outro problema é que grande extensão da Silvinita Basal Inferior ocorre sotoposta à Superior, o que poderá complicar ou inviabilizar o aproveitamento simultâneo das duas camadas.

A camada de Silvinita Basal Superior ocorre numa extensão, em área conhecida de 26km², entre 324m e 836m de profundidade, com espessura variando de 0,20 a 11,99 m (média de 4,1m) e teor de 24,05% de KCl. As reservas mineráveis, *in situ*, somavam 151x10⁶t de minério a 25,22% de KCl (38x10⁶t de KCl), equivalentes a cerca de 6,02x10⁶t KCl em termos de produto comercial.

Para a Silvinita Basal Inferior as reservas mineráveis *in situ* somaram 102 milhões de toneladas de minério com teor médio de 25,0% de KCl e correspondentes a 25,5 milhões de toneladas de KCl.

O complexo industrial, que entrou em produção em janeiro de 1986, até 1990 já tinha produzido 111.090t de KCl fertilizante e 423.402 toneladas de sal-gema, basicamente cloreto de sódio, rejeito da flotação (Petromisa, 1991). A produção anual em 1995 foi de 1.294.097t. de silvinita. No tocante à produção de sal-gema, a halita é transformada em salmoura e descartada para o mar através do salmouróduto (Petrobras/Docegeo, 1996).

Quanto à ocorrência de sal-gema de Ilhas das Flores-Arambipe (195Na), o nível salino foi detectado a partir de furo de sonda para prospecção de petróleo. A halita está intercalada com folhelhos da Formação Muribeca, no intervalo entre 2.425m - 2.515m.