

0102
v. 1
ex. 3

MFN 132038
005054

SUREG - RE	
SECRET	
ARQUIVO TÉCNICO	
Relatório N.º	0102
N. de volumes:	9 v. 1
Reg. 1903/82 23/09/82	

S U . R I O

VOLUME I

- I - Introdução geral
- II - Considerações sobre a Geologia da área da província Scheelitífera do Nordeste.

VOLUME II

- III - Aspectos geológicos e depósitos de scheelita da zona Currais Novos - Picuí - São José do Sabugi

Parte I

- Geologia e depósitos de scheelita da parte Nordeste do Maciço de Acari

Parte oeste da mina Quixabeiral

Riacho Fechado

Brejuí II

Brejuí I

Barra Verde

Bôca de Lage

- Outras Ocorrências de scheelita do Maciço de Acari

VOLUME III

- III - Aspectos geológicos e depósitos de scheelita da zona Currais Novos - Picuí - São José do Sabugi

Parte II

- Ocorrências de scheelita do maciço de São José do Sabugi

Malhada dos Angicos

Quixaba dos Verdes

Outras ocorrências deste Maciço

- Ocorrências da faixa quartzítica da Serra da Umburana

- Ocorrências do bordo Oeste do Maciço de Santa Cruz Serrote Redondo

Outras ocorrências do bordo Oeste do Maciço

- Outras ocorrências da zona Currais Novos - Picuí - São José do Sabugi.

VOLUME IV

- IV - Aspectos geológicos e depósitos de Scheelita da zona Lages - São Tomé

Parte I

- Depósitos da sub-zona oeste da sinclinal de Santa Rosa

Riachão e Umbuzeiro

Outras ocorrências desta sub-zona

VOLUME V

- IV - Aspectos geológicos e depósitos de Scheelita da zona Lages - São Tomé

Parte II

- Depósitos da sub-zona leste da sinclinal de Santa Rosa

Sulista

Queiroz

Bonfim

Catolé II

Gupiara

Pedra Preta e Mulungu

Matinha

Outras ocorrências desta sub-zona

VOLUME VI

- V - Aspectos geológicos e depósitos de scheelita da zona São Rafael - Jucurutu - Caicó

Parte I

- Jazimentos da área de São Rafael

Cavalo Bravo

Pindoba Mazagão

Outras ocorrências da área de São Rafael

VOLUME VII

- V - Aspectos geológicos e depósitos de scheelita da zona São Rafael - Jucurutu - Caicó

Parte II

- Jazimentos da área de Paraú - Jucurutu - Caicó
- Água Fria
- Outras ocorrências da área de Paraú-Jucurutu-Caicó

VOLUME VIII

- VI - Outras ocorrências nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte
- Timbaúba
- Umburana
- Outras ocorrências

VOLUME IX

- VII - Ocorrências de scheelita no estado do Ceará
- Ocorrências no Município de Milhã
- Outras ocorrências
- VIII - Referências Bibliográficas.

RELAÇÃO DAS ILUSTRAÇÕES

VOLUME I

EM ANEXO

- Mapa Geológico Preliminar da Parte da Província Scheelitífera do Nordeste

VOLUME II

NO TEXTO

- Planta de Situação das áreas requeridas das minas Bôca de Lage e Quixabeiral
- Seção Geológica dos inclinados e Mapa de Galeria da Mina Quixabeiral
- Mapa Índice, mostrando a localização da Ocorrência / de Riacho Fechado
- Seções Geológicas (Riacho Fechado)
- Mapas Geológicos subterrâneos (Riacho Fechado)
- Diagrama de fraturas, direção e mergulhos tactitos e direção dos pegmatitos
- Perfis de sondagem da área de Bôca de Lage (9^o furos)
- Perfil geológico baseado em 3 furos de sonda na área de Bôca de Lage

EM ANEXO

- Mapa geológico das concessões Brejuí I e II, Barra Verde, Quixabeiral e Bôca de Lage, escala 1:5.000
- Mapa geológico preliminar dos arredores de Zangarê - lhas, município de Acari-RN, escala 1:5.000
- Mapa geológico da parte oeste da Mina Quixabeiral, / escala 1:1.000
- Mapa geológico da ocorrência de Riacho Fechado, muni - cípio de Currais Novos-RN, escala 1:1.000
- Perfis de sondagem da Mina Barra Verde (8 furos)
- Mapa cadastral das concessões da área de Bôca de Lag
- Mapa geológico de Bôca de Lage, Currais Novos-RN, es - cala 1:2.000

VOLUME III

NO TEXTO

- Fluxograma do Engenho da Mina Malhada dos Angicos

- Mapa índice, mostrando a localização da área de Quixaba dos Verdes
- Mapa índice mostrando a localização da ocorrência de Serrote Redondo
- Diagrama Polar de Fraturas, de Tensão
- Diagrama Polar de frequência de fraturas de cisalhamento
- Esquema de decomposição do esforço 122° Az, mostrando-se as direções dos possíveis eventos tectônicos associados
- Secções Geológicas (Serrote Redondo)

EM ANEXO

- Esboço Geológico da Mina Malhada dos Angicos, escala 1:2.000
- Perfis de Sondagem da Mina Malhada dos Angicos
- Mapa geológico de Quixaba dos Verdes, município / de Santana-RN, escala 1:2.000
- Mapa geológico da ocorrência de Serrote Redondo, município de Pedra Lavrada-PB, escala 1:2.000
- Mapas geológicos parciais da ocorrência de Serrote Redondo - Localização das Secções Geológicas / das banquetas, escala 1:500

VOLUME IV

NO TEXTO

- Secções geológicas (Riachão e Umbuzeiro)

EM ANEXO

- Levantamentos subterrâneos das minas Riachão e Umbuzeiro (Setôres A, B, C, D, F, G, H, I, J)
- Mapa geológico dos garimpos de Riachão e Umbuzeiro, município de Santana dos Matos-RN, escala 1:1.000

VOLUME V

NO TEXTO

- Secções Geológicas de Sulista
- Mapa de localização da área de Queiroz
- Mapa de localização da Mina Bonfim
- Planta dos Trabalhos Subterrâneos com determinação dos blocos de Reserva
- Produção Mensal da Mina Bonfim

- Produção acumulada da Mina Bonfim
- Levantamento Expedito Subterrâneo da ocorrência de Pedra Preta, São Tomé-RN
- Mapa Índice mostrando a localização da Ocorrência de Matinha
- Seções Geológicas e esboços ilustrativos da Mina Matinha

EM ANEXO

- Mapa Geológico da ocorrência de scheelita de Sulista, município - Lages-RN, escala 1:500
- Mapa Geológico da ocorrência de Queiroz, município Lages-RN, escala 1:500
- Seções geológicas da Mina Bonfim
- Mapa geológico de Bonfim, município - Lages-RN, escala 1:2.000
- Mapeamento geológico expedito da ocorrência de scheelita de Catolé II, município - São Tomé-RN, escala 1:1.000
- Mapa geológico da ocorrência de Gupiara, município de São Tomé-RN, escala 1:1.000
- Levantamento expedito a trena e bússola, Fazendas Pedra Preta-Mulungu - São Tomé-RN, escala 1:1.000
- Mapa geológico da ocorrência de Matinha, município de São Tomé-RN, escala 1:500

VOLUME VI

NO TEXTO

- Seções geológicas das banquetas (Cavalo Bravo)
- Mapa de localização da área de Pindoba-Mazagão
- Perfis Geológicos de Trincheiras (Pindoba-Mazagão)

EM ANEXO

- Mapa geológico da ocorrência de Cavalo Bravo I, município - São Rafael-RN, escala 1:500
- Mapa Geológico da área de Pindoba-Mazagão, município de São Rafael-RN, escala 1:10.000
- Mapa Geológico da Ocorrência Pindoba-Mazagão, município de São Rafael-RN, escala 1:2.000, Prancha I
- Mapa Geológico da Ocorrência de Pindoba-Mazagão, município de São Rafael-RN, escala 1:2.000, Prancha II
- Mapa Geológico da Ocorrência de Pindoba-Mazagão, município de São Rafael-RN, escala 1:2.000, Prancha III

VOLUME VII

NO TEXTO

- Mapa índice mostrando a localização da área mapeada (Água Fria)
- Fotos (4)
- Mapa das ocorrências da Fôlha SB-24-Q-II - Caicó

EM ANEXO

- Mapa geológico da ocorrência de Água Fria, município - Jucurutu-RN, escala 1:2.000

VOLUME VIII

NO TEXTO

- Mapa geológico subterrâneo, Mina Timbaúba, nível 83
- Mapa geológico subterrâneo, Mina Timbaúba, nível 79
- Mapa de localização (Umburana)
- Perfis de banquetas (Umburana)
- Gráficos de produção (Umburana)
- Mapa de ocorrências das fôlhas SB-24-Q-III - Pombal e SB-24-Q-I - Catolé do Rocha

EM ANEXO

- Mapa geológico de Timbaúba, município de Riacho dos Cavalos-PB, escala 1:1.000
- Perfis de Sondagem da ocorrência de Timbaúba
- Mapa geológico de Umburana, município de Bananeiras PB, escala 1:2.000

VOLUME IX

NO TEXTO

- Mapa Índice mostrando a localização da área mapeada em detalhe (Milhã)
- Seções geológicas - (Milhã)
- Mapa de ocorrências das fôlhas SB-24-I-IV Senador Pompeu e SB-24-J-III Jaguaratama

EM ANEXO

- Mapa geológico das ocorrências de scheelita da área de Milhã, município - Solonópole-CE, escala 1:2.000

I - INTRODUÇÃO GERAL

A Província Scheelitífera do Nordeste, desde a descoberta da primeira ocorrência em 1942, foi alvo de numerosas investigações científicas, as quais iniciaram-se com os trabalhos pioneiros do D.N.P.M., ainda na década de 40. Já à essa época, tais investigações revelaram o caráter promissor de tais jazimentos e chamaram a atenção do País para a importância dessas descobertas. Desde então inúmeras outras ocorrências foram descobertas, ampliando consideravelmente a área da Província e confirmando a importância da mesma no contexto das reservas mundiais de tungstênio.

À despeito disso, à par de uma infra-estrutura mineira deficiente, o aproveitamento deste recurso nunca alcançou níveis satisfatórios dentro da conjuntura internacional, o que se refletiu numa produção oscilante e extremamente sensível às variações de preço e demanda do minério no mercado de exportação. Ao se completar quase seis lustros, desde a descoberta da scheelita no Nordeste, a Província se afigura como a segunda reserva de Tungstênio do mundo, segundo estimativas da Sudene (Farina, 1970), necessitando, desta forma, de uma modificação nos seus conceitos de pesquisa e extração, afim de se enquadrar dentro do esforço governamental de promover o completo aproveitamento dos recursos minerais do País, no que já se convencionou designar do "boom" mineral brasileiro.

O Projeto Tungstênio-Molibdênio nasceu com o Plano Mestre Decenal e suas atividades iniciais remontam a maio de 1967, após a criação do 4º Distrito - Nordeste do D.N.P.M., sediado em Recife. Iniciado, à essa época, em uma área bastante limitada e com objetivos bem específicos, o Projeto foi ampliando-se continuamente em suas atividades e hoje abrange uma área de atuação de aproximadamente 70.000km², incluindo parte dos Estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará.

Os objetivos desse Projeto são o da qualificação e quantificação dos depósitos de scheelita do Nordeste e o estudo acerca da viabilidade de aproveitamento subsidiário do minério de molibdênio associado, considerando a crescente demanda do mercado desses metais, tanto no País, como no exterior e a existência de numerosos depósitos carentes de estudos geológicos nesta Província.

O primeiro trabalho executado pelo Projeto foi na Mina Brejuí, situada no município de Currais Novos, Rio Grande do Norte, onde foi encetado um minucioso programa de pesquisa, cujos resultados foram divulgados em relatórios publicados em 1969 os quais serão indicados resumidamente mais adiante.

Após a conclusão dos trabalhos na Mina Brejuí, o Proje

to Tungstênio-Molibdênio enfocou suas atividades no estudo dos jazimentos da faixa Brejuí-Barra Verde, no sentido de ampliar as reservas da mais importante área produtora da Província. Através de mapeamentos geológicos parciais de várias ocorrências desta faixa e, subsequentemente, com um levantamento integrado de toda a área, constatou-se a existência de uma faixa mineralizada a nordeste do Maciço de Acari, com uma extensão de aproximadamente 7 km.

A partir desse estudo, o Projeto conduziu suas pesquisas no sentido do cadastramento de todas as ocorrências de scheelita no Nordeste, com o objetivo de localizar outros jazimentos importantes. Foram cadastradas mais de duas centenas de ocorrências e algumas delas selecionadas para trabalhos de detalhe.

Este relatório expressa as investigações realizadas nesta Província desde o início das atividades do Projeto. Durante este período foram realizados estudos preliminares em cerca de 230 ocorrências de scheelita, estudo geológico de detalhe em 24 desses depósitos e execução de 93 furos de sonda, perfazendo um total de 12.515,26m perfurados (v. quadro anexo).

A execução de tal relatório nasceu da necessidade de se efetuar um balanço global de todas as atividades desenvolvidas pelo Projeto até o presente. No intuito de tomar este levantamento o mais completo quanto possível, este relatório vai enriquecido de uma farta documentação bibliográfica, inclusive, com citações de numerosos trabalhos inéditos, afim de que uma repetição de tarefas seja evitada em trabalhos futuros.

No que tange à organização do mesmo, uma série de ressalvas merece ser feita. Inicialmente deve-se salientar que o levantamento das ocorrências não contou com o apóio de um mapeamento geológico básico da Província, o que foi efetuado, principalmente, pela Sudene e Escola de Geologia de Pernambuco, mas cujos resultados quase nunca estiveram à disposição do Projeto, acarretando uma certa lacuna na investigação. Assim a distribuição dos depósitos estudados não pôde obedecer rigidamente a eventuais contrôles geológicos regionais, devido a essa falta de interação entre as duas investigações. Neste relatório procurou-se sanar em parte esta deficiência compilando-se os dados disponíveis acerca destes levantamentos (alguns desses relatórios foram divulgados a partir de 1969), o que resultou no mapa geológico preliminar da Província, que acompanha o mesmo. Nêle foi locado um grande número das ocorrências estudadas pelo Projeto, sendo possível, porém, que algumas delas estejam com posição aproximada, em face da precariedade de informações acerca das mesmas, em alguns mapas geológicos utilizados na compilação. Apesar disto, esta integração é importante,

pois permitiu o estabelecimento de certas divisões dentro da Província, as quais foram utilizadas como base para a distribuição da matéria do relatório.

Por outro lado, este relatório é produto da reunião de vários relatórios individuais, efetuados isoladamente e em épocas distintas, sem ter o objetivo de formar um corpo de relatório único, como aqui se apresenta. Igualmente o estudo preliminar das diversas ocorrências foi efetuado através de fichas-padrão estabelecidas pelo Projeto, as quais são reproduzidas na íntegra. Desta forma, não é possível se esperar numa linguagem fluente para uma tal reunião, de certa forma, heterogênea de dados.

Para as ocorrências de Scheelita situadas em áreas não mapeadas, ou cujos levantamentos não puderam ser postos à nossa disposição, a sua locação provisória foi feita em mapas topográficos da Sudene, na escala de 1:100.000, os quais, por comodidade de apresentação, aparecem em forma reduzida. Outras ocorrências, situadas em áreas carentes, inclusive, de base cartográfica mais precisa, têm sua localização fixada apenas nas fichas-padrão do Projeto.

Uma última observação deve ser feita com relação a numeração das ocorrências cadastradas. Ela obedece à nomenclatura das folhas cartográficas em que estão situadas, por exemplo: KIV-1, refere-se a ocorrência nº 1, situada na folha SB-24-KIV, etc; nas folhas topográficas e nos mapas geológicos elas estão indicadas apenas pelo número de ordem, sendo distinguidas as de mesmo número, pela Folha em que estão situadas, cuja referência se encontra na parte superior de cada folha, no primeiro caso, e no centro da folha, no segundo.

Cumpra aqui mencionar a estruturação do Projeto Tungstênio-Molibdênio, desde os primórdios de suas atividades. Suas diretrizes de organização e execução originaram-se no D.N.P.M., sendo Diretor Geral Dr. Francisco Moacyr de Vasconcellos e Chefe do 4º Distrito - Nordeste, Dr. Francisco das Chagas Pinto Coêlho. As primeiras atividades do Projeto foram desenvolvidas através de uma equipe de 3 geólogos, a qual foi modificando-se e ampliando-se em sua estrutura até atingir o estágio atual, onde consta com uma equipe de 8 geólogos e 1 técnico de mineração. O Projeto esteve sob a atuação direta do D.N.P.M. até junho de 1970, a partir de quando passou para a execução da C.P.R.M.

Durante todo o transcorrer do Projeto, os trabalhos foram desenvolvidos pelos seguintes técnicos: geólogos João Francisco Silveira de Moraes, Frederico Lopes Meira Barbosa, José Os

car Ale Laurino, Raymond H. Nagell, Guilherme Cavalcanti de Aragão, Luiz Fernando Pardi Zanini, Antônio José Barbosa, Antônio de Pádua Galenske Braga, Helton Héleri Falcão Torres, Nilson de Oliveira Póvoas, Antônio Artur Cortez, Geraldo Garrido Pinto, Cícero Alves Ferreira e Evenildo Bezerra de Melo, engenheiro de minas Humberto José Tavares Rabêlo de Albuquerque e técnico de mineração José Julimá Bezerra.

A elaboração e estruturação deste relatório, esteve a cargo dos seguintes geólogos : Edilton J. dos Santos, Coordenador do Projeto, João Francisco Silveira de Moraes, Chefe do Projeto, Luiz Fernando Pardi Zanini, Sub-chefe do Projeto, Antônio de Pádua Galenske Braga, Evenildo Bezerra de Melo e Antônio José Barbosa.

QUADRO GERAL DA SONDAÇÃO EXECUTADA PELO PROJETO
TUNGSTÊNIO/MOLIBDÊNIO NO PERÍODO DE
15 DE JUNHO DE 1967 A 30 DE SETEMBRO DE 1970

ÁREA	MUNICÍPIO	Nº DE FUROS	METROS PERFURADOS
Mina Brejuí	Currais Novos-RN	51	6.352,00
Brejuí II	Currais Novos-RN	9	1.580,76
Quixabeiral	Currais Novos-RN	1	122,55
Bôca de Lage	Currais Novos-RN	9	1.700,46
Mina Barra Verde	Currais Novos-RN	8	1.148,28
Mina Malhada dos Angicos	Santana-RN	12	1.467,67
Mina Timbaúba	Riacho dos Cavalos-PB	3	143,54
T O T A L.....		93	12.515,26

II - CONSIDERAÇÕES SOBRE A GEOLOGIA DA ÁREA
DA PROVÍNCIA SCHEELITÍFERA DO NORDESTE

A Província de Scheelita do Nordeste, nos últimos 20 anos, tem sido objeto de numerosas investigações, as quais conduziram a um conhecimento relativamente expressivo desta parte da Plataforma Brasileira. Segundo a recente Carta Tectônica do Brasil (Ferreira, 1970), essa região é constituída, principalmente, por rochas do chamado Ciclo Brasileiro (900 a 550 M.A.) ou por rochas ainda mais antigas, porém, rejuvenescidas neste mesmo ciclo. Apresentamos, em anexo, o mapa geológico preliminar de parte dessa Província, compilado por J. C. Silva e E. J. Santos e gentilmente cedido para êsse trabalho.

A denominação Série Ceará, de Crandall (1910)⁺, é ainda hoje admitida para englobar todo o complexo de rochas/metamórficas que se estende do Ceará a Pernambuco, embora muitos autores tenham proposto limitações acêrca da utilização/do nome (veja-se, por exemplo, Suczszynski, 1966). No entanto, a ausência de provas bastante contundentes, tem impossibilitado uma subdivisão geotectônica mais completa da área dos dobramentos brasileiros do Nordeste (chamados de Caririanos por Almeida et al. 1966).

A subdivisão da série Ceará, na área melhor investigada até hoje (estados do Rio Grande do Norte e Paraíba), é ainda alvo de controvérsias. Duas sequências estratigráficas são conhecidas para essa região.

As primeiras subdivisões propostas foram as de Ebert (1954, 1955, 1964), as quais culminaram com uma subdivisão / mais completa (1966, 1967, 1969). A subdivisão final dêste autor considera a existência de várias formações, as quais, em uma seção ideal completa, se sucederiam de acôrdo com o seguinte esquema:

+ in Guimarães, 1966.

Série Ceará	<p><u>Seridó</u> - Micaxistos com raras intercalações de rochas calcossilicáticas; localmente metassiltitos.</p> <p>~~~~~</p> <p><u>Florânia</u> - Metagrauvacas, metarcósios, alguns micaxistos e rochas calcossilicáticas; localmente subdividida em dois andares. Próximo à base, membro S. José do Seridó (quartzito).</p> <p><u>Quixaba</u> - Calcários, rochas calcossilicáticas, com intercalações de paragnaisses e micaxistos.</p> <p><u>Parellhas/Ecuador</u> - Metassedimentos idênticos / aos da Formação Florânia, porém com maior frequência de anfibolitos (geralmente de origem sedimentar). Localmente conglomerados e itabiritos/Quartzitos micáceos, localmente, conglomeráticos.</p>
Pré-Ceará	<p><u>São Vicente</u> - Migmatitos ricos em metabasitos.</p>

~~~~~ Base transgressiva do Seridó

- - - - - Discordância na base da Série Ceará

Para este autor, o horizonte calcário da Formação Quixaba constitui o guia para a subdivisão.

Em 1967, Medeiros Ferreira lançou dúvidas quanto a aplicabilidade regional da sequência estabelecida por Ebert e, tomando por base o horizonte quartzítico Ecuador, propôs uma nova subdivisão estratigráfica para a região. É esta a subdivisão proposta por este autor:

|                                   |                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Série Ceará                       | Complexo Seridó                                                    | <p>Seridó - Biotite-xistos dominantes - calcários nos níveis inferiores - tactitos esparsos e ricos - / gnaisse Jucurutu em lentes - gnaisses de transição na base, em pontos restritos.</p> <p>Jucurutu - Gnaisse Jucurutu dominante - calcários em todos os níveis - tactitos abundantes, finos na maioria - lentes de xisto Seridó, em contacto brusco com o gnaisse Jucurutu.</p>              |
|                                   | Horizonte Equador - Quartzito dominante, meta-conglomerado         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                   | Complexo Caicó                                                     | <p>Caicó</p> <p>No topo - xistos com intercalações de calcário, na maioria estéril.</p> <p>Na base - espessa sequência, com intercalações de xisto, metarcósios e paranfibolitos.</p> <p>São Vicente - Pacotes espessos de metarcósios lentes de paranfibolito</p> <p>Lages - Intercalações de metarcósios - xistos e paranfibolitos, às vezes, lentes de quartzito - sequência muito espessa.</p> |
| Discordância mascarada no contato |                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Pré-Série Ceará                   | Rochas totalmente migmatizadas, em núcleos de grandes anticlinais. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

Uma correlação entre as duas sequências foi feita pelo próprio Ebert (1967, 68). A Formação Jucurutu de Medeiros Ferreira (1967) é a mesma Formação Florânia de Ebert (1966). A maior divergência reside na sequência abaixo dessas duas formações, /



pois, para Ebert existem dois níveis de quartzito, enquanto que Medeiros Ferreira afirma haver apenas um horizonte. No mapa geológico anexo apresentamos algumas modificações com relação aos mapas originais. Por exemplo, observa-se que o comportamento da Formação Jucurutu (Florânia), na área entre São Rafael e Jucurutu, é idêntico ao da Formação Parelhas (Florânia) na área de Currais Novos - São Vicente, daí porque apresentamos uma interpretação diferente daquela dada por Ebert (1969). Distinguimos uma sequência gnáissica na base da Formação Seridó, caracterizada pela intercalação de um ou mais horizontes carbonáticos-calossilicáticos e quartzíticos, com as duas facies características: Parelhas e Jucurutu. Para essa sequência demos o nome Parelhas-Jucurutu. Aparentemente, aquele conjunto gnáissico-migmatítico a oeste de São Vicente-São José do Seridó, identifica-se mais com o chamado Complexo Caicó de Medeiros Ferreira (op. cit), do que com a Formação Parelhas, descrita por Ebert na sua área típica. Daí porque restringimos a denominação Parelhas à sequência basal do Complexo Seridó, com suas típicas intercalações / quartzíticas e carbonáticas.

Do ponto de vista estrutural, essa área foi melhor investigada na fôlha Currais Novos. Ebert fez uma análise estrutural desta fôlha, estabelecendo certos padrões que são considerados válidos para toda a área da Província.

Segundo este autor, desenvolveu-se nessa área um estilo tectônico surpreendente, para uma área de tão intenso metamorfismo. O primeiro aspecto ressaltado foi da continuidade das dobras por dezenas de quilômetros, sem qualquer perturbação. A distância entre as estruturas, por sua vez, varia desde poucos / quilômetros na parte leste, até 10 ou mais quilômetros na parte oeste, "devido aos diferentes ângulos de inclinação das camadas: médio até forte no leste, fraco no oeste" (Ebert, 1969, p. 15).

Este autor ressaltou ainda:

- a) Subdivisão e reunião das anticlinais ou sinclinais, com formação de novas estruturas dentro da bifurcação
- b) Ocorrência de cumulações e depressões, de modo que, os eixos das anticlinais sobem e descem repetidamente, constituindo terminações periclinais
- c) Surpreendente raridade das falhas transversais
- d) Posição vertical dos planos axiais
- e) Característica estrutural das zonas ocupadas pelo micaxisto Seridó - estrutura em arcos nas anticlinais e em leque nas sinclinais, fato não observado

nas sequências pré-Seridó.

O metamorfismo dessa região foi estudado, apenas, em algumas áreas, daí porque o quadro é ainda muito incompleto. De acordo com essas investigações, o metamorfismo varia desde a facies xisto verde (identificada originalmente por Santos, 1968, como epidoto-anfibolito) até a facies almandina - anfibolito, / passando por zonas localizadas com facies de metamorfismo de contato.

As rochas da facies xisto verde possuem distribuição/ restrita, estando presentes apenas nas porções mais elevadas da sequência, isto é, nos eixos de sinclinais da Formação Seridó ( p. ex. na sinclinal de Santa Teresa, Santana do Matos). A associação dominante, biotita-sericita - (clorita) - quartzo, caracteriza, provavelmente, uma transição da sub-facies quartzo-albita-muscovita-clorita para a sub-facies quartzo-albita-epidoto - biotita, devido a formação incipiente de biotita nessas rochas.

A facies almandina-anfibolito é a dominante. As associações pelíticas biotita-estauroлита-almandina-quartzo-plagioclásio, biotita- (muscovita) - almandina-plagioclásio-quartzo, mais frequentes, caracterizam a subfacies estauroлита-almandina. As associações básicas, hornblenda-oligoclásio, diopsídio-(hornblenda) - oligoclásio são também características desta subfacies. As rochas carbonáticas, foram, muitas vezes, transformadas/ por processos metassomáticos, relacionados com a formação de maciços graníticos, mas a sua paragênese normal inclui associações que concordam com esta subfacies: calcita-flogopita, calcita-diopsídio-actinolita (tremolita), calcita-diopsídio-epidoto-actinolita - (plagioclásio) - (quartzo), calcita-diopsídio-epidoto-grossularita-(quartzo), calcita-epidoto-hornblenda, etc. / Associações restritas, tais como, muscovita-cianita-(quartzo), citadas por Santos (op. cit.), na localidade de Bugi, São Rafael, provavelmente caracterizam a subfacies distênio-almandina - muscovita, de grau mais elevado da facies anfibolito.

Facies de metamorfismo de contato estão presentes restritamente, estando relacionados com a penetração de massas graníticas. Elas foram descritas por Santos (op. cit.), cujas associações dominantes, à base de biotita-muscovita-sillimanita - (cordierita), indicam uma típica paragênese da facies hornblenda-hornfels. Esta constitui a paragênese normal em contatos graníticos (veja-se, por exemplo Munis, 1964; Maranhão, 1970), mas Ebert descreveu uma associação da facies piroxênio-hornfels, ligada ao Maciço Totoró, a NW de Currais Novos.

Uma atividade granítica importante desenvolveu-se durante o metamorfismo da Série Ceará. Para Medeiros Ferreira (op.



cit.), pelo menos duas fases são perfeitamente identificáveis./ A primeira fase atingiu o pré-Ceará e o Caicó, desenvolvendo-se sob duas formas distintas: uma nebulítica com intenso dobramento ptigmático, mais frequente no Pré-Ceará, e outra facoidal, / que é o tipo dominante no Complexo Caicó. A segunda fase, mais recente, teria atingido consideravelmente a facies Jucurutu, desenvolvendo-se, também, sob duas formas: uma pela formação de / migmatitos homogêneos de tipo embrechito, a partir do gnaiss Jucurutu e outra por uma granitização de tipo porfiróide, que atingiu tanto o gnaiss Jucurutu, como o biotita-xisto Seridó. Este último tipo, oriundo de um processo metassomático, é muito difundido no Nordeste e o seu termo final, diapírico, um granito cinza, médio, homogêneo, é observado em maciços como os de Acari, Jacu, Brejo do Cruz, Cerro Corá e da Serra de João do Vale.

Ainda em 1967, Almeida, Leonardos Jr. & Valença esboçaram uma sistematização das rochas graníticas do Nordeste, distinguindo 3 tipos principais: os granodioritos de tipo Conceição, os granitos de tipo Itaporanga e os de tipo Itapetim.

Santos (op. cit.), independentemente da classificação de Almeida et al. (op. cit.), distinguiu 3 tipos principais de rochas graníticas na quadrícula de Açu:

- 1) Maciços graníticos subconcordantes (tardicinemáticos) tipo São Rafael.
- 2) Maciços graníticos concordantes, tipo Serra das Pinturas (sincinemático) e tipo Serra da Cajarana (precinemático?).
- 3) Maciços granitos com migmatitos associados, espécie de granitização difusa (sincinemáticos com manifestações tardias?).

Ebert (1969) encontrou vários exemplos dos tipos descritos por Almeida et. al. e acrescentou outras variedades na fôlha Currais Novos. Esse autor distinguiu:

- 1) Migmatitos e gnaisses facoidais de idade Pré-Ceará, deformados na orogênese pós-Ceará.
- 2) Granodioritos gnaissificados, pertencentes, provavelmente a uma fase intra-Ceará.
- 3) Granodioritos de tipo Conceição, representados pelo Maciço Totoró.
- 4) Granitos de tipo Itaporanga.
- 5) Granitos de tipo Itapetim.
- 6) Granito do Morro Acauã.

Vários autores descreveram isoladamente diversos granitos, como por exemplo, Feitosa (1964), Maranhão (op. cit.), /

etc. Este quadro, ainda muito confuso da evolução granítica, permite, contudo, indicar uma diversidade de muito grande dessas / rochas, sugerindo várias fases de atividade granítica, durante os diversos eventos diastróficos desenvolvidos nessa área.

A mineralização scheelitífera do Nordeste foi descrita desde os primórdios de sua investigação (Leonardos, 1941<sup>+</sup>; Johnston & Vasconcellos, 1945), como produto de metassomatismo de contato de maciços graníticos em calcários impuros. Esta idéia foi corroborada por muitos autores, subsequentemente. Estudos acêrca da paragênese e da sucessão mineral dos tactitos começaram a ser efetuados pela Escola de Geologia de Pernambuco, a partir de 1961. Alguns desses trabalhos consideraram os depósitos de scheelita como produzidos por metassomatismo de contato (p. ex. Assis, 1961). Trabalhos mais detalhados descreveram várias fases para a formação dos tactitos. Saldanha (1963), por exemplo, distinguiu na formação da Mina Cacimbas, Santa Luzia, PB, 4 etapas principais: (1) metamorfismo regional, que teria / produzido escarnitos (considerado pelo autor como rocha calcossilicática não mineralizada), compostos por titanita, plagioclásio, calcita, diopsídio, dialágio, epidoto e quartzo; (2) metamorfismo térmico, associado aos granitos intrusivos na área, responsáveis pela cristalização de diopsídio, dialágio, epidoto, granada, quartzo (?), pirita, calcopirita e molibdenita (?); / (3) metassomatismo de contato (pneumatolítico ?), responsáveis pela formação da escapolita e talvez ainda diopsídio e dialágio; (4) uma fase hidrotermal, com uma fase metassomática por adição ou mobilização, que deu origem a titanita, plagioclásio, calcita, epidoto, quartzo, granada, apatita, scheelita e actinolita; uma outra fase correspondeu a uma alteração hidrotermal, formando-se calcita, prenhita, muscovita, sericita, caulim e clorita.

Em 1964, Barros efetuou estudos detalhados acêrca dos jazimentos de scheelita da parte oeste de São Tomé, Rio Grande do Norte, distinguindo também diversas fases na evolução dos tactitos mineralizados (v. capítulo referente à descrição das jazidas da quadrícula de Lages). Este autor evidenciou a presença de uma fase de metamorfismo regional, uma fase de metassomatismo de contato e uma fase hidrotermal.

Esta forma de origem começou a ser posta em dúvida, inicialmente, pelos geólogos da Missão Francesa junto à Sudene (P.L. Roy, H. Madon & O. Dottin, relatórios inéditos), os quais

---

(+) in Silva Filho, 1966



constatarem a distribuição, quase que sistemática, dos jazimentos scheelitíferos na frente de migmatização e não em contato com maciços graníticos intrusivos. Em 1967, Silva Filho expôs argumentos contrários àquela idéia inicial, sendo as seguintes as suas conclusões (p. 16):

- "1) Não é necessária a presença de um corpo intrusivo para formar os skarns. A explicação da formação / destes pode ser feita considerando-se a evolução de um calcário impuro, durante o processo de metamorfismo regional, ou ainda pela fixação dos ferromagnesianos em fuga, quando do avanço da / frente alcalina.
- 2) Na mineralização o fator mais importante, combinado com o padrão estrutural, é a posição das camadas hospedeiras em relação à frente de migmatização.
- 3) O tungstênio aportou, juntamente com a sílica, em um ambiente alcalino, numa fase hidrotermal, relacionada com a frente de migmatização."

Os fatos 1 e 2 acima foram corroborados por Santos / (1967), quando do estudo dos jazimentos dos arredores de São Rafael, porém, a mineralização scheelitífera mostrou-se, tipicamente, relacionada a uma vasta massa granítica (granito de São Rafael). Este autor distinguiu nesta área 2 tipos de mineralização: 1) em skarns e anfibolitos e 2) em veios de quartzo. Em realidade, as deduções de Silva Filho, acerca do não relacionamento dos tactitos e de sua mineralização com maciços graníticos não encontraram grande ressonância.

Em 1969, Ebert descreveu outros fatos, distinguindo / na formação dessas jazidas quatro fases:

- a) Durante a fase de sedimentação apenas um tipo de rocha serviu para a mineralização scheelitífera - margas dolomíticas, com teor variável em quartzo e ferro.
- b) Durante o dobramento e metamorfismo esta rocha / transformou-se em um paranfibolito e, raramente, / em um calcomicaxisto.
- c) Uma fase de cristalização estática superpôs-se a fase dinâmica anterior, resultando em rochas de cristalização grosseira (granada calcífera, salita, vesuvianita, etc).
- d) Muito frequente foi uma segunda fase de recristalização estática, durante a qual cristalizaram-se minerais de temperatura mais baixa que os da fase anterior. Estes minerais não eram mais secos, como

os da fase c, mas continuam íons voláteis, especialmente (OH), sendo o seu protótipo o epidoto. Além disso formaram-se nesta fase sulfetos, calcita, opala e zeólitos.

Segundo este autor o grau de mineralização foi fraco, nas fases b e c, tendo ocorrido na fase d, quando a temperatura já estava em declínio, a formação principal da scheelita. Este autor citou também ocorrências em veios de quartzo e uma ocorrência em pegmatito (descrita por Mello, 1961).

A mais importante jazida de scheelita do Nordeste, a Mina Brejuí, foi intensamente investigada e, através desses estudos, tem-se reunido dados importantes acerca da mineralização scheelitífera no Nordeste. O estudo mais completo sobre essa jazida são aqueles de Maranhão (1968, 70) e do Projeto Tungstênio/Molibdênio do D.N.P.M. (1969).

O primeiro autor distinguiu 5 fases principais na formação dos tactitos:

- 1 - A primeira fase, caracterizada pela cristalização dos minerais essenciais, em dois períodos: 1) no primeiro período cristalizaram-se granada, vesuvianita, diopsídio e parte do epidoto, apatita e titanita; 2) no período subsequente cristalizaram / hornblenda, calcita, actinolita, plagioclásio, / quartzo e parte do epidoto. Vários termômetros geológicos indicam que os minerais desta fase começaram a cristalizar entre  $600^{\circ}\text{C}$  e  $550^{\circ}\text{C}$ , sendo o limite inferior desta fase duvidoso, (provavelmente até abaixo de  $400^{\circ}\text{C}$ ).
- 2 - A segunda fase caracterizou-se por uma forte dissolução hidrotermal, tendo-se originado nesta fase os tactitos porosos ou cavernosos.
- 3 - Na terceira fase, responsável pela mineralização / dos tactitos, cristalizaram-se scheelita, molibdenita, fluorita, bismuto nativo, bismutinita, calcopirita, cubanita, ferberita, pirita, magnetita, apatita, titanita, quartzo, humita, microclina, / plagioclásio, escapolita e parte da calcita e epidoto. Esta fase desenvolveu-se seguramente abaixo de  $300^{\circ}\text{C}$ , possivelmente entre 200 e  $250^{\circ}\text{C}$ .
- 4 - Na quarta fase, desenvolvida entre  $200^{\circ}\text{C}$  e  $100^{\circ}\text{C}$ , cristalizaram-se os zeólitos, opala, prenhita e minerais de alteração hidrotermal (caolim, sericita, clorita, etc).
- 5 - Na quinta fase ocorreu a alteração superficial, /



responsável pela cristalização de gipsita, bornita, calcita, quartzo, brocanita, etc.

Este autor chegou a conclusão que a rocha original/dos tactitos era uma marga. Os minerais da primeira fase resultaram de um processo metamórfico-metassomático, sendo a parcela metassomática representada pelo aporte de Fe, Ti e Mg, os quais devem ter sido acompanhados de Si e Al.

Os minerais da terceira fase resultaram de ações metassomáticas de soluções hidrotermais ricas em mineralizadores, relacionadas com a segunda etapa de granitização do Maciço Aca-ri.

A mineralização scheelitífera possui um contrôle estrutural marcante na mina Brejuí, de acôrdo com os estudos do D.N.P.M. (Projeto Tungstênio/Molibdênio). Segundo o relatório dêste Projeto, as camadas metassedimentares na Mina Brejuí apresentam uma estrutura homoclinal, com direção N20°E e mergulho de 10° para WNW. Houve, porém dobramentos secundários, originando anticlinais e sinclinais assimétricos, cujos eixos apresentam uma direção N20°E, com "plunge" para SSW. Essas dobras secundárias são muito importantes para a mineração na mina Brejuí, sendo os tactitos mais espessos e a mineralização mais intensa, principalmente nos eixos das anticlinais. Isso é explicado pelo fato de que as zonas de tensão são concentradas nos eixos dos dobramentos, ocorrendo, conseqüentemente um aumento de porosidade do tactito, por fraturas pré-existentes, favorecendo a migração das soluções mineralizantes.

Este relatório concluiu que a mineralização de scheelita não resulta de um processo de metassomatismo de contato, indicando para a mesma uma origem hidrotermal.

Pelo que conhece acêrca da mineralização scheelitífera do Nordeste, podemos reunir os seguintes fatos importantes:

- 1 - A idade da mineralização scheelitífera do Nordeste e as condições tipológicas dos seus jazimentos parecem diferir, em parte, dos jazimentos de outras regiões do mundo. Os depósitos de tungstênio do Nordeste são precambrianos e, como tal, de ocorrência única no globo, onde a mineralização normalmente pertence ao Paleozóico Superior (zonas/hercínianas), Mesozóico (zonas nevadianas e laramianas) e ao Terciário. Este fato parece, de certo modo, estranhável para a tipologia das mineralizações pirometassomáticas, como observa Routhier (1963, p. 517): "En principe on ne devrait/guère trouver de dépôts de scheelite dans l'Anté cambrien qu'en association avec de petits pointe-

ments de granites "jeunes".

- 2 - Uma série de características deve ser levada em consideração para o estabelecimento de certas condições tipológicas para os jazimentos de scheelita do Nordeste:
- a) Um contróle estratigráfico típico, se consideradas as ocorrências em tactitos, pois elas são restritas ao horizonte Quixaba / (Ebert, 1964; Santos, 1967; Maranhão, / 1970). Este contróle é importante, a despeito das ressalvas feitas acima, uma vez que os maiores depósitos de scheelita do Nordeste são aqueles relacionados com os tactitos.
  - b) No que se refere a distribuição desses jazimentos nas proximidades de massas plutônicas, um relacionamento foi verificado em alguns locais (p. ex. em São Rafael, / de acôrdo com Santos, 1967, e em Currais Novos, conforme Maranhão, 1970), embora em outras áreas ele não seja bastante claro (entre outras regiões aquela de Lages, descrita por Maranhão, 1971, parece típica). Sem dúvida esse aspecto deve ser melhor investigado, porquanto a distância / de influência das massas graníticas é muito variável. Como observa Routhier, op. / cit., no depósito de Mill City, Nevada, / USA, - essa distância não ultrapassa 600m, porém no depósito de Sangdong, na Coreia, uma bossa granítica não aparece senão a uma distância de 7km da jazida, devendo, neste caso, haver outros corpos mais próximos, porém não aflorantes.
  - c) Apesar de nem sempre claro, um contróle estrutural pode ser deduzido em alguns depósitos. Ele foi bem estabelecido no eixo Brejuí - Barra Verde e é sugestivo em outras ocorrências (p. ex. em Bonfim, Riachão, nas jazidas filonianas em torno de São Rafael, etc.). Isto parece realmente claro, pois a circulação das emanações requer a abertura de espaços. A despeito dos espaços intermoleculares, a fixação



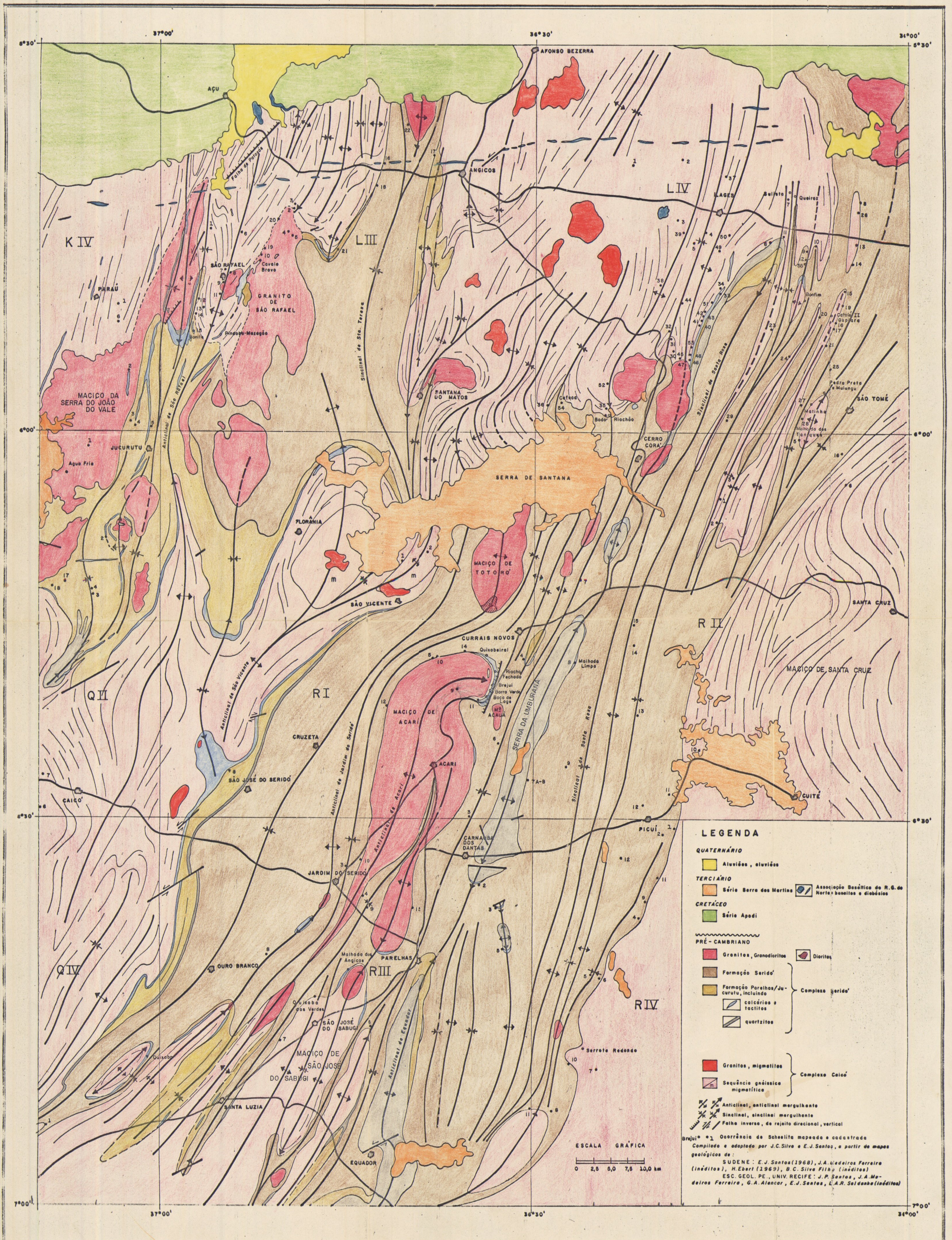
dos "ore shoots" parece tipicamente relacionada com essas zonas de maior atividade tectônica-zonas de terminações periclinais, zonas axiais de dobramentos secundários, zonas de brechação ou de mais intenso fraturamento.

Na sua área típica de ocorrência, a Província Scheelífera do Nordeste possui duas áreas importantes de mineralização: 1) a do leste, que se inicia ao norte entre Lages e São Tomé, passando por Currais Novos-Acarí e culminando ao sul com a mineralização da área circunvizinha a Santa Luzia; este é o eixo mais importante, por estarem situadas as mais importantes jazidas do Nordeste; 2) a do oeste, que se inicia nas vizinhanças de São Rafael, passando por Jucurutu e dirigindo-se para a região entre Caicó e Jardim de Piranhas. Poucos jazimentos encontram-se fora dessas áreas.

No mapa geológico anexo estão representadas quase todas as ocorrências estudadas pelo Projeto, desde o seu início. Elas serão descritas nos capítulos subsequentes, obedecendo-se a uma divisão de áreas que corresponde, aproximadamente, ao comportamento da mineralização. A área de mineralização do leste / foi dividida em duas amplas zonas: a do norte, denominada Lages-São Tomé e a do sul, denominada Currais Novos-Picuí-São José / do Sabugi. O limite entre essas duas zonas situa-se um pouco ao sul do paralelo 6°, não correspondendo, propriamente, a um hiato, mas a uma faixa de pobre mineralização. A área do oeste está descrita como a zona São Rafael - Jucurutu - Caicó, embora ela se estenda mais para o sudoeste, em área ainda não investigada pelo Projeto. Outras ocorrências, não incluídas nesta área / clássica da Província, serão descritas num capítulo à parte.



MAPA GEOLÓGICO PRELIMINAR DE PARTE DA PROVÍNCIA SCHEELITÍFERA DO NORDESTE



**LEGENDA**

**QUATERNÁRIO**  
 Aluviões, aluviões

**TERCIÁRIO**  
 Série Serra dos Morins

**CRETÁCEO**  
 Série Apodi

**PRÉ-CAMBRIANO**

Granitos, Granodioritos  
 Formação Seridó  
 Formação Parelhas/Jucurutu, incluído  
 calcáreos e talcitos  
 quartzitos

Dioritos  
 Complexo Seridó

Granitos, migmatitas  
 Sequência gnáissica migmatítica

Complexo Calcó

Anticlinal, anticlinal mergulhante  
 Sinclinal, sinclinal mergulhante  
 Falha inversa, de rejeito direcional, vertical

Brújulo \*1 Ocorrência de Scheelita mapeada e cadastrada

Compilado e adaptado por J.C. Silva e E.J. Santos, a partir de mapas geológicos de:  
 SUDENE: E.J. Santos (1968), J.A. Medeiros Ferreira (inédito), H. Ebert (1969), B.C. Silva Filho (inédito)  
 ESC. GEOL. PE., UNIV. RECIFE: J.P. Santos, J.A. Medeiros Ferreira, G.A. Afencor, E.J. Santos, L.A.R. Saldanha (inédito)

ESCALA GRÁFICA  
 0 2,5 5,0 7,5 10,0 km