

# IRAUÇUBA

---

FOLHA SA.24-Y-D-V

*Escala 1:1.00.000*

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

COORDENAÇÃO NACIONAL DO PROGRAMA

Inácio de Medeiros Delgado

COORDENAÇÃO TEMÁTICA

Nacional

**Base de Dados** Pedro Aurélio C. Cordeiro

**Geofísica** Mário J. Metelo

**Geologia Estrutural** Reginaldo Alves dos Santos

**Geoquímica** Carlos Alberto C. Lins e Gilberto J. Machado

**Litogeoquímica** Emiliano Cornélio de Souza

**Metalogenia/Geologia Econômica** Inácio de Medeiros Delgado

**Petrologia** Luiz Carlos da Silva

**Sedimentologia** Augusto José Pedreira

**Sensoriamento Remoto** Sidney Rodrigues Valente

Regional

Superintendência Regional de Goiânia

**Coordenador Regional** Antonio Maurilio Vasconcelos

**Geofísica** José Farias de Oliveira

**Geologia Estrutural** Francisco Wladimir Castro de Oliveira

**Geoquímica** Sérgio João Frizzo

**Hidrogeologia** Fernando Antônio Carneiro Feitosa

**Petrografia** Iaponira de Oliveira Paiva

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA

*CPRM – Serviço Geológico do Brasil*

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

# IRAUCUBA

## FOLHA SA.24-Y-D-V

*Estado do Ceará*

*Organizado por  
Oderson Antônio de Souza Filho*

BRÁSÍLIA 1999

## CRÉDITOS DE AUTORIA

- Capítulo 1** Oderson Antônio de Souza Filho  
Francisco Wladimir Castro de Oliveira
- Capítulo 2** Oderson Antônio de Souza Filho  
Antonio Maurilio Vasconcelos
- Capítulo 3** Fernando Antônio Carneiro Feitosa  
Liano Silva Verissimo  
Ângelo Augusto Vieira Trévia
- Capítulo 4** Antonio Maurilio Vasconcelos

**Cartas:**

- Geológica:** Oderson Antônio de Souza Filho
- Hidrogeológica:** Fernando Antônio Carneiro Feitosa

Supervisão: Antonio Maurilio Vasconcelos

Consultoria: Itabiraci Nazareno Cavalcante e Michel Henri Arthaud

Colaboração Especial: Sonia Maria Silva Vasconcelos

Revisão Final:

Antonio Maurilio Vasconcelos

### PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL PROJETO DE MAPAS GEOLÓGICOS E HIDROGEOLÓGICOS

Executado pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil

Superintendência Regional de Recife

Residência de Fortaleza

Coordenação Editorial a cargo da  
Divisão de Editoração Geral – DIEDIG  
Departamento de Apoio Técnico – DEPAT

Filho, Oderson Antônio de Souza de

Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Irauçuba, Folha SA.24-Y-D-V, Escala 1:1.00.000. Estado do Ceará / organizado por Oderson Antônio de Souza Filho. – Brasília: CPRM, 1999.

1 CD-ROM

Projeto de Mapas Geológicos e Hidrogeológicos.

Executado pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Superintendência Regional de Recife e Residência de Fortaleza.

1. Geologia – Ceará – Mapas. 2. Mapeamento Geológico – Ceará. I. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. II. Título.

CDD. 558.131

# SUMÁRIO

---

RESUMO . . . . .	vii
ABSTRACT . . . . .	ix
1 INTRODUÇÃO. . . . .	1
1.1 Localização e Acesso. . . . .	1
1.2 Aspectos Socioeconômicos. . . . .	1
1.3 Clima . . . . .	2
1.4 Hidrografia . . . . .	4
1.5 Vegetação. . . . .	4
1.6 Geomorfologia. . . . .	5
2 GEOLOGIA . . . . .	7
2.1 Considerações Iniciais . . . . .	7
2.2 Contexto Geológico Regional . . . . .	7
2.3 Estratigrafia . . . . .	10
2.3.1 Histórico dos Conhecimentos Anteriores . . . . .	10
2.3.2 Contexto Geológico/Atual . . . . .	10
2.3.3 Coluna Estratigráfica11	
2.3.3.1 Terrenos Pré-Brasilianos. . . . .	11
2.3.3.1.1 Metaplutônicas Pré-Brasilianas . . . . .	11
2.3.3.1.2 Rochas Supracrustais . . . . .	13
2.3.3.2 Rochas Plutônicas Brasilianas. . . . .	15
2.3.3.2.1 Considerações Iniciais . . . . .	15
2.3.3.2.2 Granitóides Cedo a Sin-Tectônicos . . . . .	15
2.3.3.2.3 Granitóides Tardi a Pós-Tectônicos . . . . .	15
2.3.3.3 Rochas Filoneanas. . . . .	15

2.3.3.3.1 Diques Ácidos . . . . .	15
2.3.3.3.2 Diques Básicos . . . . .	16
2.3.3.4 Coberturas Cenozóicas . . . . .	16
2.4 Geologia Estrutural e Tectônica . . . . .	16
3 HIDROGEOLOGIA . . . . .	17
3.1 Considerações Iniciais. . . . .	17
3.2 Trabalhos Realizados . . . . .	20
3.3 Inventário de Pontos d'Água. . . . .	20
3.4 Análise de Consistência dos Dados. . . . .	20
3.5 Tratamento dos Dados. . . . .	23
3.6 Condicionantes Tectônicos e Estruturais . . . . .	29
3.7 Balanço Hídrico . . . . .	33
3.8 Domínios Hidrogeológicos. . . . .	33
3.9 Qualidade da Água . . . . .	35
4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES . . . . .	41
5 INFORMAÇÕES GERADAS . . . . .	43
5.1 Súmula dos Dados de Produção . . . . .	43
5.2 Documentos Produzidos e Inseridos no Texto . . . . .	43
5.3 Documentos Anexos ao Relatório . . . . .	43
5.4 Documentos Disponíveis para Consulta. . . . .	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS. . . . .	45
REFERÊNCIAS SUPLEMENTARES . . . . .	47
APÊNDICE	
ILUSTRAÇÕES FOTOGRÁFICAS	
ANEXOS:	
• Carta Geológica	
• Carta Hidrogeológica	

# RESUMO

---

O presente texto explicativo sintetiza os resultados decorrentes do levantamento hidrogeológico e atualização geológica, realizados na Folha Irauçuba (SA.24-Y-D-V), porção norte do estado do Ceará. Abrange uma área de aproximadamente 3.000km<sup>2</sup>, englobando terrenos dos municípios de Sobral, Itapipoca, Itapagé, Uruburetama, Tejuçuoca, Miraíma e, especialmente, Irauçuba, sendo delimitada pelos meridianos 39°30' e 40°00'W e pelos paralelos 3°30' e 4°00'S. Desse mapeamento, integrante do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (PLGB), executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, Residência de Fortaleza, resultaram na produção das cartas Geológica e Hidrogeológica, com densidade de informação compatível com a escala 1:100.000.

Os estudos hidrogeológicos se basearam na análise dos dados fornecidos por 144 pontos d'água, sendo 133 poços tubulares, 11 fontes naturais e alguns poços amazonas; 22 análises químicas de água e informações sobre o sistema de fraturas fotointerpretadas e estudadas *in situ*.

A despeito da baixa consistência dos dados levantados, algumas conclusões sobre o comportamento hidrogeológico da região puderam ser destacadas. Assim, o sistema aquífero definido pelas litologias do domínio correlacionável ao Complexo Ceará se mostrou o mais produtivo, apesar das vazões mais freqüentes oscilarem entre 1,0 e 2,0m<sup>3</sup>/h;

no âmbito das áreas cobertas por rochas cristalinas, verificou-se que as maiores vazões estão associadas a níveis de água nos poços menos profundos; os níveis estáticos mais freqüentes na folha se situam no intervalo de 5 a 10m, enquanto que os níveis dinâmicos oscilam entre 40 e 50m.

As águas, de um modo geral, apresentam salinidade bastante elevada e, de todas as amostras analisadas, apenas oito exibiram boa potabilidade. Também no que se relaciona ao seu uso para irrigação, algumas precauções devem ser tomadas, já que os resultados das análises mostraram uma certa dispersão pelas diversas classes existentes, caracterizando a anisotropia em rochas cristalinas.

No que se relaciona aos aspectos geológicos, os estudos levados a efeito na folha possibilitaram o estabelecimento de um novo panorama acerca da distribuição e agrupamento dos distintos tipos litológicos presentes na região.

Foram identificados três agrupamentos litológicos principais, sendo, o mais antigo, representado por rochas metaplutônicas pré-brasílicas, de provável idade do Proterozóico Inferior, constituído por ortognaisses grosseiros de composição granodiorítica, raramente tonalítica, intensa e complexamente deformados.

O segundo agrupamento compreende terrenos supracrustais pré-brasílicos, correlacionáveis aos litótipos do Complexo Ceará, também de idade pa-

leoproterozóica. Trata-se de uma seqüência essencialmente paraderivada, com grau metamórfico variando de anfibolito médio a alto, onde se encontram quartzitos, micaxistos, metacarbonatos e paragnaisses em diferentes graus de migmatização.

Por fim, complementando o quadro estratigráfico pré-cambriano, ocorrem rochas plutônicas, compreendendo granitóides, gnaissificados ou não, de colocações relacionadas às deformações do Ciclo Brasileiro. Dessa forma, acham-se cartografados granodioritos a granitos porfíricos, ocasionalmente foliados, notadamente nas bordas dos corpos maiores, tidos como de caráter cedo a sintectônicos; e granitos circulares, isotrópicos, constituindo os granitóides tardi a pós-tectônicos.

Como representantes das rochas filonianas, a área dispõe de diques ácidos, relacionados às fa-

ses tardias das intrusões graníticas, e básicos, não metamorfisados, de idade mesozóica.

A cobertura sedimentar fanerozóica está representada pelos sedimentos detríticos quaternários, componentes das aluviões que acompanham os principais rios que drenam a região.

A história geodinâmica da área exhibe, como característica principal, a presença de intensas e sucessivas zonas de cisalhamento dúctil de baixo ângulo, caracterizando a predominância de um regime tectônico compressional, com movimento de massa dirigido, preferencialmente, de norte para sul. Destaca-se, ainda, uma fase extensional rúptil representada pela presença de falhas, juntas e fraturas, com evidências de reativações no Mesozóico, conforme comprovado pela existência de diques básicos de idade juro-cretácica.



# ABSTRACT

---

This report is the result of hydrogeological mapping and geological updating of the Irauçuba sheet (SA.24-Y-D-V) in the 1:100.000 scale, located at the north of Ceara State, NE of Brazil. It occupies an area of 3.000 sq. km, limited by coordinates 3°30'- 4°00'S and 39°30' - 40°00'W.

This report is part of the Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB developed by CPRM, the Geological Survey of Brasil.

The hydrogeological studies carried out in the area have been based in the information provided by analyses of 144 water-points (wells and springs) and their correlations with geological and structural aspects.

The main aquifer systems are related with the Quaternary covers and fractured rocks of the Ceará complex, despite the existence, in the second, of several wells with discharge between 1,00 - 2,00m<sup>3</sup>/h.

The waters generally have a high salinity and those from Precambrian associations are subject to potability restrictions relative to human uses. For irrigation uses, restrictions may be required, since the results of analytical data showed a considerable scattering, due to the high anisotropy degree presented in precambrian rocks.

The geological aspects, after the realization of the present studies, in the region show a new view about the distribution and grouping of the lithological assemblage.

The rocks present in Irauçuba sheet were grouped into three regional geological domains. The older one is represented by Pré-Brasilian or metaplutonic rocks, of paleoproterozoic age, com-

posed by deformed coarse orthogneisses of granodioritic to tonalitic composition.

The second one, comprises Pre-Brasiliano supracrustal sequences, correlated to the rocks of Ceara complex, of paleoproterozoic age. It contains metasedimentary rocks, formed by quartzites, micaschists, gneisses, calcisilicates and metalimestone lenses, with metamorphism range from medium to high amphibolite facies.

At last, to complete the Precambrian stratigraphic frame, also occur plutonic rocks related to Brasilian cycle, with the presence of deformed and/or undeformed granitoids, classified according to their emplacement age relatively to the transcurrent deformational phase.

The rock veins are represented by acid types of dubious chronologic age, probably related to the late events of intrusion of brasiliano granitic rocks; and basic dykes of mesozoic age.

The phanerozoic sedimentary cover is represented by quaternary detrital sediments that form the alluvia that follow the main rivers of the region.

The studied area has a geodynamic history characterized by the presence of intense and successive ductile shear zones that characterize the predominance of a compressional tectonic regime with masses moving from north to southward. It occurs, also, evidences of a rifting extensional phase, of mesozoic age, characterized by the presence of faults, fractures and joints of relative importance to the hydrogeological studies.

# 1

---

## INTRODUÇÃO

### 1.1 Localização e Acesso

Os terrenos abrangidos pela Folha Irauçuba (SA.24-Y-D-V), com área de aproximadamente 3.000km<sup>2</sup>, delimitada pelos meridianos 39°30' e 40°00'W e pelos paralelos 3°30' e 4°00'S (figura 1.1), materializam um pequeno segmento da porção sententrional do Nordeste Brasileiro, situado na porção norte do estado do Ceará, compreendendo os municípios de Irauçuba, Sobral, Itapipoca, Itapagé, Uruburetama, Tejuçuoca e Miraima.

O acesso rodoviário, a partir de Fortaleza, pode ser efetuado facilmente pela BR-222, que liga essa capital a Sobral e ao estado do Piauí, até a altura da localidade de Iratinga, no município de Itapagé, que, juntamente com os municípios de Itapipoca, Uruburetama e Tejuçuoca, limita a porção leste da folha. Trata-se de rodovia pavimentada, com condições de tráfego durante todo o ano, que percorre toda a área no sentido E-W, até as proximidades da localidade de Caracará, na divisa entre os municípios de Sobral e Miraima.

A área é cortada por estradas estaduais e, principalmente, municipais sem pavimentação. Em seu extremo-noroeste é servida pela Rede Ferroviária

Federal (RFFSA) no trecho que liga as cidades de Itapipoca e Miraima.

### 1.2 Aspectos Socioeconômicos

A área trabalhada expõe um quadro socioeconômico empobrecido e castigado pelos fatores climáticos adversos, consubstanciados pela escassez e má distribuição de chuvas. Grande parte da população da área distribui-se pela zona rural, destacando-se, como maiores centros, as cidades de Itapagé, Itapipoca, Irauçuba e Uruburetama, que funcionam como principais entrepostos comerciais da região, além de Miraima, Tejuçuoca e Juá.

As sedes municipais citadas dispõem de abastecimento de água, fornecimento regular de energia elétrica (COELCE), serviço telefônico interurbano (TELECEARÁ) e agências de correios e telégrafos (ECT). Notadamente nas cidades de Itapagé e Itapipoca, observa-se uma regular assistência no tocante ao setor bancário, de saúde e hoteleiro.

À semelhança do que ocorre em quase toda a região do sertão nordestino do Brasil, a principal atividade econômica da área reside na agricultura e, subsidiariamente, na pecuária e agricultura exten-

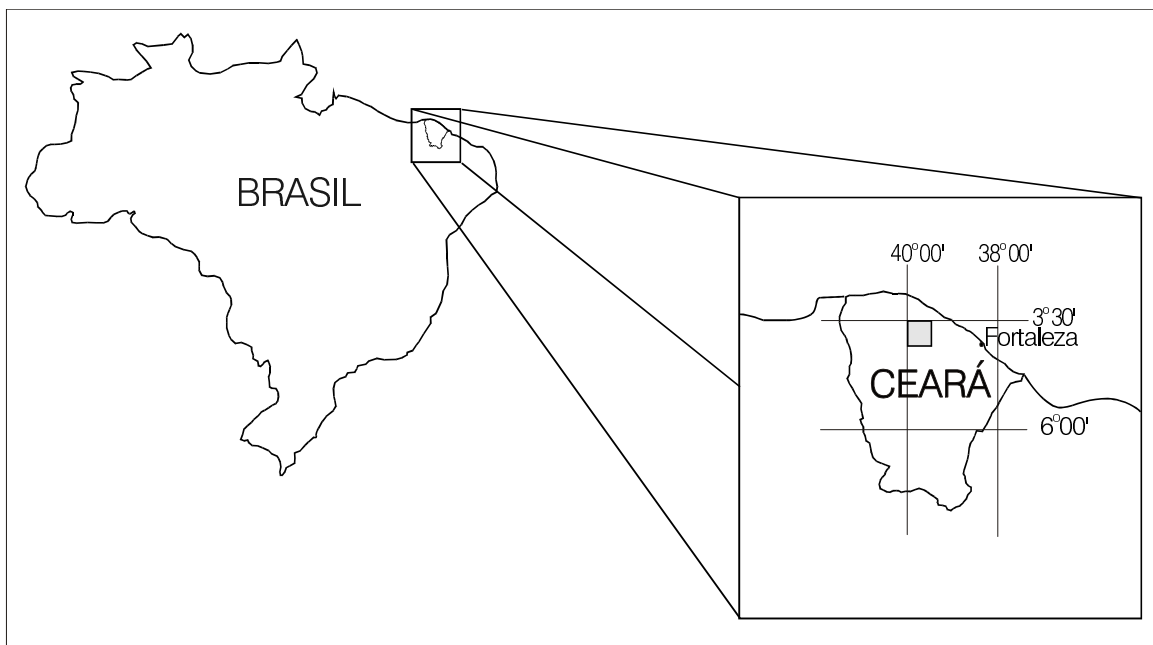


Figura 1.1 – Mapa de localização.

sivas. As culturas sazonais de milho, feijão, algodão e mandioca são as mais praticadas, geralmente em nível de subsistência.

Secundariamente, são cultivadas a cana-de-açúcar e a castanha de caju. Na serra de Uruburetama destaca-se ainda a cultura da banana, bastante praticada na região. A agricultura também é representada pela monocultura do algodão em algumas áreas.

No tocante à pecuária, criam-se caprinos e bovinos sem, no entanto, dispor-se de condições para estabelecimento de instalações modernas ou seleção de plantel.

O extrativismo vegetal também se destaca, com produtos como a oiticica, carvão vegetal, lenha e madeira em tora.

Vale ainda ressaltar, como atividade econômica de grande interesse, especialmente nos municípios de Itapagé e Irauçuba, a “indústria do artesanato”, principalmente de redes e de bordados, bem como alguma atividade relacionada ao setor de mineração, onde se destacam algumas pedreiras em rochas graníticas do maciço de Irauçuba, sendo que algumas delas estão abandonadas ou operam intermitentemente. Existe ainda, exploração de mármore, utilizado em pequena escala para a fabricação da cal, e várias olarias rudimentares que fabricam tijolos para os próprios moradores das redondezas.

### 1.3 Clima

A porção nordeste do Brasil apresenta uma caracterização climático-meteorológica definida basicamente por três sistemas sinóticos geradores de precipitações, que são os Vórtices Clônicos, as Frentes Frias e, principalmente, as Zonas de Convergência Intertropical.

A gênese dos Vórtices Clônicos ocorre no oceano Atlântico-Sul, geralmente nos meses de setembro e abril, sendo mais intensamente atuante no período de verão, no mês de janeiro. Normalmente, o centro dos Vórtices é acompanhado por céu claro, com ausência de nebulosidade, no entanto, na sua periferia há uma intensa nebulosidade, com nuvens dos tipos cirros e cúmulo-nimbos.

A formação e o deslocamento das Zonas de Convergência Intertropical, são diretamente influenciados pela temperatura das águas do oceano Atlântico. Constitui o sistema de tempo mais importante na época do máximo de chuvas na região, quando atinge sua posição máxima, ao sul do hemisfério sul, em março e abril.

O ciclo das Frentes Frias, tem origem no continente Antártico, e interfere diretamente no regime de chuvas no setor sul da porção norte do Nordeste Brasileiro.

A área em estudo fica totalmente inserida no denominado “Polígono das Secas”, onde o índice de pro-

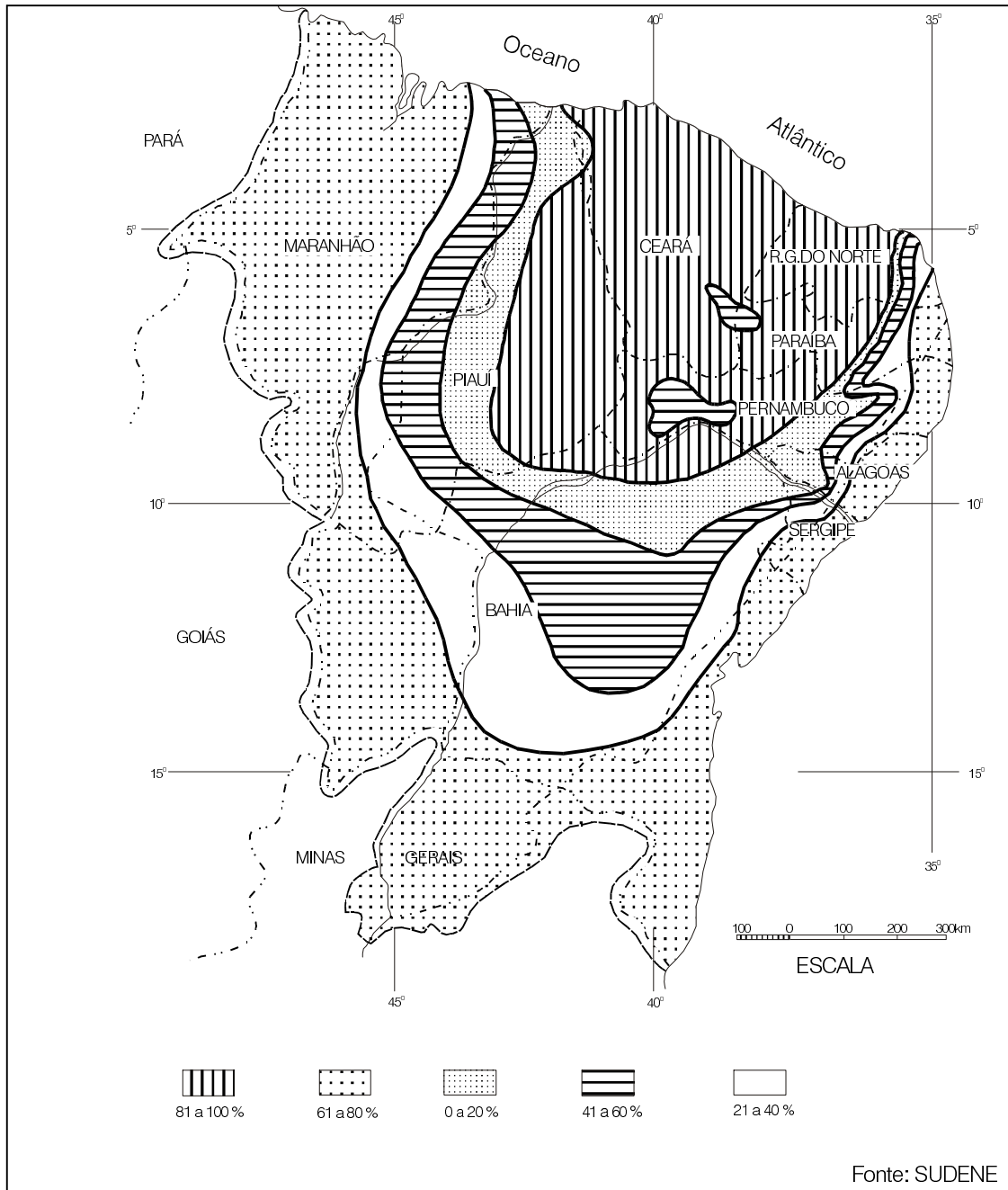


Figura 1.2 – Distribuição dos índices de incidência de secas na área do Polígono das Secas.

babilidade de secas fica na faixa de 80 a 100%, conforme pode ser visualizado na figura 1.2. Possui, predominantemente, clima do tipo Bsh segundo a classificação de Köppen (quente com período seco).

A terminologia empregada na denominação dos climas regionais refere-se às suas características hídricas. Posto isso, temos que a área pesquisada apresenta uma variabilidade climática bastante

acentuada, sendo verificado um total de três tipos de climas regionais, do mais seco ao mais úmido, devidos à elevada compartimentação dos fatores geográficos que ocorrem para criar espaços climáticos altamente diferenciados.

O clima úmido a subúmido ocorre na serra de Uruburetama, apresentando, em geral, temperaturas mais frescas e deficiências hídricas de modera-

da a baixa durante cinco meses do ano. A temperatura média anual fica em torno de 24° e a precipitação anual encontra-se na faixa de 1.200-1.500mm.

Nas encostas de toda a serra de Uruburetama, o clima subúmido predomina com precipitações anuais entre 800-1.200mm e com deficiência hídrica durante cinco a seis meses do ano. A temperatura média anual fica em torno de 28°.

Toda a porção sul da Folha Irauçuba, na chamada zona de sombra da serra de Uruburetama, é caracterizada por um clima semi-árido, com precipitações anuais geralmente inferiores a 800mm e deficiência hídrica elevada durante, pelo menos, oito meses do ano. Vale ainda ressaltar a ocorrência de áreas de transição entre os climas semi-árido e subúmido, como por exemplo nas porções central e noroeste da folha em questão. De um modo geral, condições de semi-aridez mais expressivas são denotadas através da presença da caatinga arbustiva e da agricultura praticada temporariamente, apenas nas vazantes dos rios.

#### 1.4 Hidrografia

A rede hidrográfica reflete diretamente as condições climáticas da região. Os rios e riachos são intermitentes, fluindo somente durante a época das chuvas. O padrão de drenagem dominante varia de dendrítico a subdendrítico, em alguns locais mostrando-se fortemente controlado por fatores estruturais, notadamente nas porções central e nordeste da área (serra de Uruburetama) onde é evidente o efeito do fraturamento de direção NW-SE controlando a drenagem. Dentre os principais rios que cortam a área mapeada destacam-se os rios Caxitoré, Aracatiaçu, Itapagé, Missi, Livramento e Riachão.

Toda a rede hidrográfica apresenta um caráter intermitente, sujeita ao sazonalismo climático, ou seja, durante o verão os cursos são praticamente interrompidos e os leitos dos rios e riachos secam por completo, rebaixando, sensivelmente, o nível freático. No período das chuvas, as lagoas de pequeno porte, como a da Boa Vista e a dos Patos, e os pequenos açudes, como o do Bicudo e o Olho d'Água, formam reservatórios de significativa importância para o abastecimento da população local.

O rio Caxitoré, com suas nascentes na região de Alegre na fazenda São Bento, na porção sul da folha, exibe um traçado com trechos meandantes na direção N-S e, na altura da região da fazenda Olho d'Água, inflete drasticamente para leste, em função da megaestrutura local (falha de empurrão E-W). Em termos da folha, seus principais afluentes se distribuem tanto pela margem esquerda (rios Livramento, Mandacaru e Itapagé, e os riachos do Oratório, do Papagaio, Arara, S. Joaquim, Cachoeira e da Consulta) como pela margem direita (riachos Paraná, Pau Branco, Flores, Trapiá, Arapuá, da Lavra, do Muquém, Passos e Salgado). Esses pequenos cursos d'água exibem longos trechos condicionados à principal estruturação regional, sendo destaque o riacho Itapagé.

Na serra de Uruburetama, a rede de drenagem é controlada pelo padrão NW-SE de fraturamento. Na porção NW da serra destacam-se os riachos do Simão, Olho d'Água e do Caritó; já na parte SE, os riachos Capim-açu, da Forquilha, da Balança, Maritata e do Padre são os mais importantes.

O rio Aracatiaçu, com suas nascentes na porção sudoeste da folha (localidade de Boqueirão), entalha as serras do Urubu e da Caraúba, percorrendo toda a porção do limite oeste da Folha Irauçuba, passando por Arataiaçu (açude Arataiaçu) e Carará na divisa do Município de Sobral, e vai até Miraima (açude São Pedro da Timbaúba) na porção noroeste da folha.

#### 1.5 Vegetação

À semelhança do que ocorre em toda a zona semi-árida do Nordeste Brasileiro, a vegetação predominante na maior parte da área investigada é representada pela caatinga xerofítica de médio porte e tipo arbustiva-arbórea, notando-se, porém, que sua composição florística encontra-se intrinsecamente subordinada a variações do relevo, solo e teor de umidade. Os representantes mais comuns são: pau-branco, pereiro, catingueira, marmeleiro, angico, imburana e aroeira. Nas porções mais áridas são abundantes as juremas, enquanto que nas regiões mais úmidas e margens dos rios, a associação é menos xerofítica, dominando os tipos: oiticica, carnaubeira e mufumbo.

## 1.6 Geomorfologia

O estado do Ceará é composto, em grande parte, por um complexo ígneo-metamórfico datado do Pré-Cambriano, formado e retrabalhado nos ciclos Brasileiro e/ou Transamazônico. Ao final do Ciclo Brasileiro houve uma reorganização estrutural com a instalação de zonas de cisalhamento, com direções preferenciais NE-SW e E-W.

A partir dessa síntese de evolução tectono-estrutural, Prates *et al.* (1981, *apud* GEOMAC, 1996), definiram cinco unidades morfoestruturais: a Planície Litorânea, os Tabuleiros Litorâneos, os Planaltos Residuais, o Planalto da Ibiapaba e a Superfície Sertaneja.

Na classificação de Torquato & Saadi (1992), o Núcleo Central Cristalino é subdividido em duas unidades morfoestruturais. A primeira unidade é caracterizada por três blocos (Itapagé, Santa Quitéria e Acaraú) não deformados pelas zonas de cisalhamento de direção NE-SW. Uma peculiaridade dessa unidade reside no fato de nela ocorrerem a grande maioria dos denominados Planaltos Residuais de maior extensão e altitude. Associada aos Planaltos Residuais, ocorre ainda a denominada Superfície Sertaneja.

A segunda unidade apresenta um perfil côncavo, em setores tectono-estruturais NW-SW. Nessa unidade ocorrem as menores altitudes da Superfície Sertaneja, além de *grabens* intimamente relacionados aos lineamentos tectônicos de direção NE-SW e E-W.

Localizada no Núcleo Central Cristalino, mais precisamente no Bloco de Itapagé, a área da folha caracteriza-se como uma extensa planície arrasada, circundando maciços residuais com um posicionamento geográfico de caráter interplanáltico, com rele-

vos típicos de escudos ou núcleos cratônicos. Devido a uma grande homogeneidade geológica das litologias, a erosão seletiva é bastante limitada, sendo que a morfogênese dá-se através de pediplanação.

Por vezes, os maciços ocorrem dissecados, em resposta a uma atividade erosiva constante e diferenciada, implicando na formação de pequenos serrotes, denominados de testemunhos ou *inselbergs*, geralmente de composição quartzítica e granítica.

Na planície, as altitudes variam em torno de 70 a 200m, enquanto que nas zonas serranas, suas altitudes oscilam entre 340 e 1.080m. Regionalmente, os pontos topográficos máximos são representados pelas serras de Uruburetama, Santa Lúcia, Santa Luzia, Frigel e Manoel Dias.

Assim, as feições geomorfológicas e seu modelado são representadas na folha por depressões periféricas e interplanálticas submetidas a processos de pediplanização (depressões sertanejas) e pelos maciços residuais dissecados em forma de colinas e cristas.

No primeiro caso, de maior abrangência territorial, extensivamente aparecem as caatingas condicionadas pela semi-aridez que impera na região. A morfologia é evidenciada pelas depressões emergentes da pediplanização originária da base dos maciços residuais no sentido do fundo dos vales, onde hoje é comum a presença de vários barramentos. A altimetria gira em torno de 100 a 200m.

No segundo caso ocorrem os maciços residuais, como formas freqüentes na área, constituídos por serras de altitudes elevadas, atingindo cerca de 950m, quebrando, assim, a monotonia das caatingas sertanejas com a presença de uma paisagem de *inselbergs* (foto 1).

# 2

---

## GEOLOGIA

### 2.1 Considerações Iniciais

Visando apoiar o mapeamento hidrogeológico da Folha Irauçuba, procedeu-se a atualização dos conhecimentos geológicos da região, compreendendo uma seqüência de atividades, indo desde a coleta e análise dos dados fornecidos por trabalhos anteriores até a elaboração da presente nota explicativa, conforme discriminado a seguir:

- Coleta e análise da documentação bibliográfica.
- Interpretação geológica de aerofotos e imagens de satélite.
- Reconhecimento geológico (trabalhos de campo).
- Análises de lâminas petrográficas.
- Processamento digital dos dados.
- Integração e consolidação dos dados.
- Redação da nota explicativa.

### 2.2 Contexto Geológico Regional

A área estudada representa um pequeno trato do amplo domínio da Região de Dobramentos Nordeste (Brito Neves, 1975; Almeida *et al.*, 1976) ou Província Borborema, conforme definida por Almeida *et al.* (1977) (figura 2.1), que ocupa uma superfície aproximada de 380.000km<sup>2</sup> do Nordeste Brasileiro, onde afloram conjuntos rochosos de in-

trincada evolução geológica em tempos arqueanos e proterozóicos. Essa entidade geotectônica está limitada a norte e a leste pela Província Costeira; a sul, pelo Cráton do São Francisco, limite esse admitido como de configuração brasiliana; e a oeste, pela Província Parnaíba (figura 2.1).

Os aspectos mais importantes da Província Borborema, em termos de estruturas e de plutonismo granitóide, estão normalmente relacionados ao desenvolvimento do Ciclo Brasileiro (Neoproterozóico - Eo-Paleozóico), com espaço geodinâmico entre os crátons do São Luís e do São Francisco, a noroeste e a sul, respectivamente. Dentro dessa província, são destaques os sistemas ou faixas de dobramentos (marginais e interiores) e extensos maciços gnáissico-migmatítico-graníticos, de idades distribuídas entre o Arqueano e o Paleoproterozóico, com retrabalhamento no Neoproterozóico, separando essas faixas (figura 2.2).

Dentre as entidades geotectônicas dessa província, as que interessam à Folha Irauçuba dizem respeito à Faixa de Dobramentos Rio Curú-Independência/Jaguaribeana e ao Maciço de Santa Quitéria (figura 2.2), cujos aspectos mais importantes serão apresentados a seguir.

O Maciço de Santa Quitéria corresponde à área de exposição de litótipos descritos por Campos *et al.* (1976) como constituintes do Complexo Tambo-

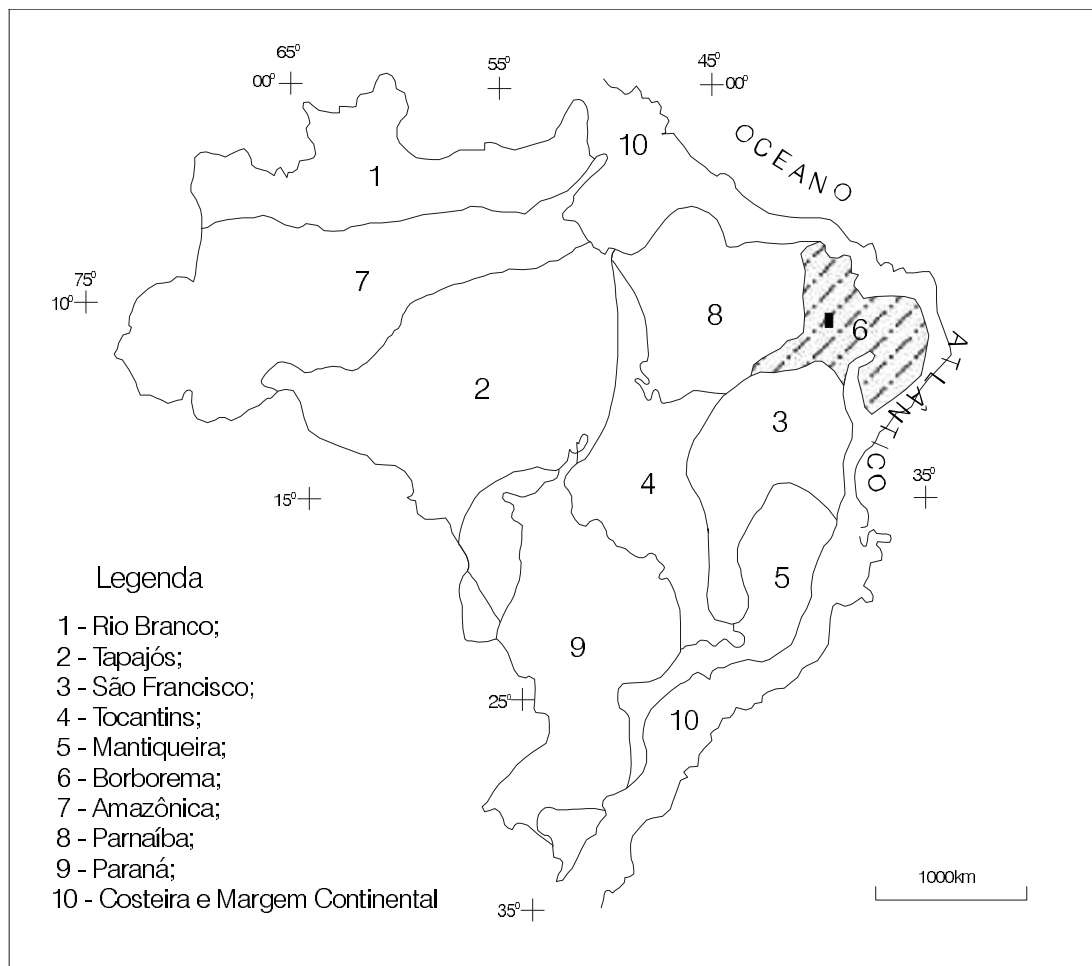


Figura 2.1 – Províncias estruturais do Brasil (Almeida et al., 1977).

ril-Santa Quitéria, onde predominam rochas gnáissicas e migmatíticas com estruturas metatexiticas e facoidais, nas margens, e migmatitos de estruturas não-planares, até homófonas, no seu interior. São comuns resíduos de anfibolitos, anfibólio gnaisses e rochas calcissilicáticas.

Maciços migmatíticos-graníticos foram descritos originalmente por Sucszczyinski (1966) e Brito Neves (1975, 1978), além de referências locais feitas por Ebert (1962) e Santos (1977). Destacam-se pela pobreza de linearidade, abundância de migmatitos e granitóides e, praticamente, ausência de supracrustais. Santos (1977) distinguiu dois grupos de categoria desses terrenos: aqueles com herança máfico-ultramáfica, caracterizados por limitada mobilização anatética, não sediando extensos batólitos graníticos; e os terrenos com herança metasedimentar pelítica, ao contrário, sendo foco de intensa atividade anatética, abrigando imensos batólitos graníticos. Nesse último se encaixaria o Maciço de Santa Quitéria.

A Faixa de Dobramentos Rio Curú-Independência/Jaguaribeana é designada como um sistema vestigial, termo esse aplicado àqueles sistemas nos quais os terrenos gnáissicos e migmatíticos se expõem extensivamente, reservando às litologias supracrustais, faixas e áreas restritas e isoladas. Em muitos locais, os terrenos gnáissicos e migmatíticos, de mesmo *trend* estrutural, parecem constituir o embasamento dessas bandas xistosas. No entanto, em outras áreas, a diferença entre os dois tipos de terrenos em análise resulta apenas do grau e tipo de metamorfismo. Os sistemas vestigiais, por característica, acham-se situados entre os grandes maciços migmatítico-graníticos e são marcados por denso *trend* estrutural. A maior parte das faixas xistosas desses sistemas tem sido denominada de Complexo Ceará e, a despeito da grande diversidade litológica e estrutural dos terrenos gnáissicos desses sistemas, essa unidade foi referida, por alguns autores, como Complexo Caicó, numa correlação discutível com a unidade originalmente descrita na região do Seridó, estado do Rio Grande do Norte.



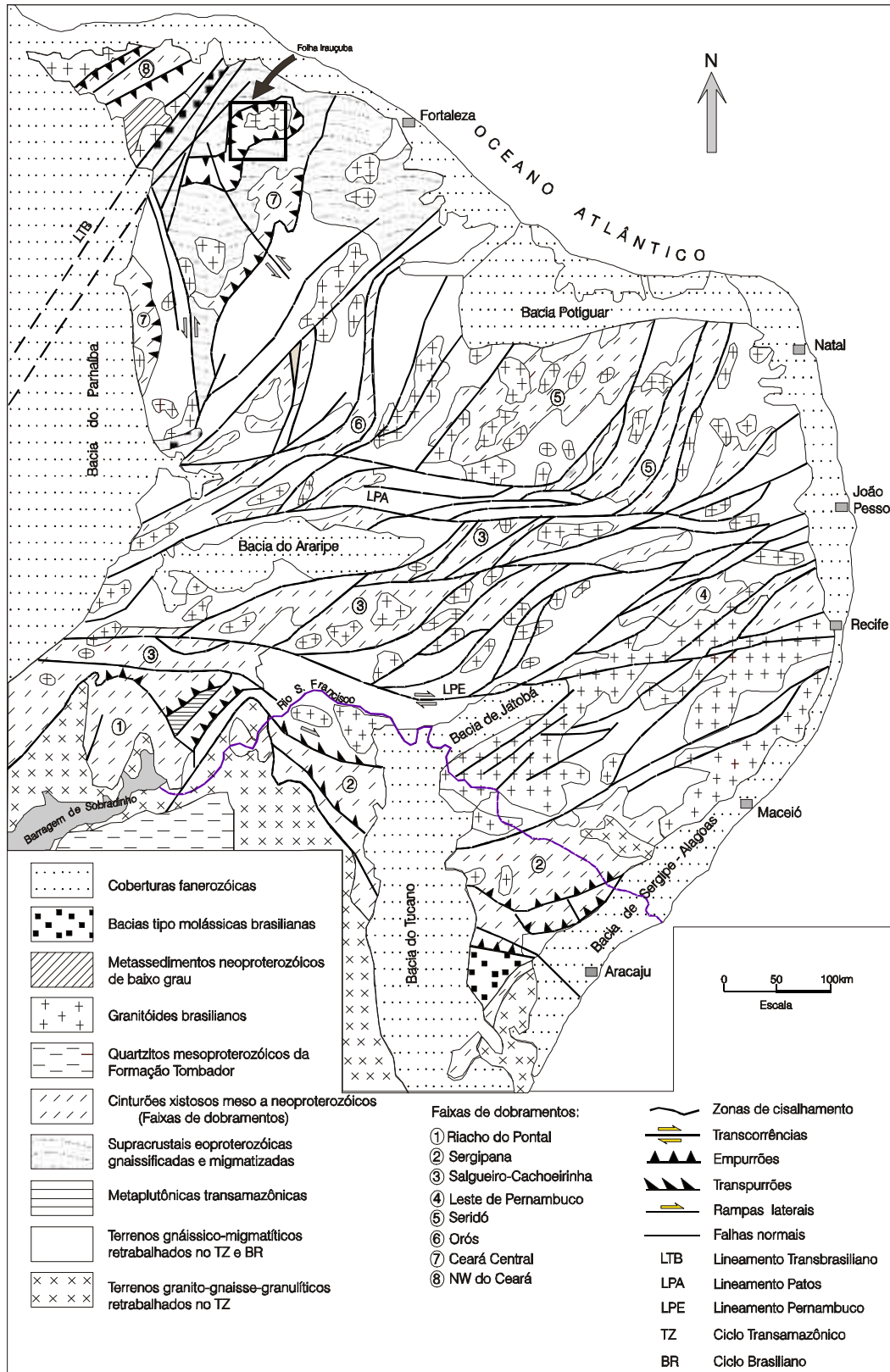


Figura 2.2 – Localização geográfico-geológica da área investigada no contexto da Província Borborema. Arcabouço geológico compilado de Gomes (1990), com modificações.

De um modo geral, os estudos de atualização geológica na folha exibiram um quadro estratigráfico marcado pelas seguintes características:

– Terrenos gnáissico-migmatíticos constituindo-se, basicamente, de biotita gnaisses para e ortoderivados, com ou sem anfibólio, granada e sillimanita, migmatitos de estruturas diversas (por vezes apresenta uma predominância de paleossoma-mesosoma anfibolítico e/ou anfibólio gnáissico) e ocorrências, de dimensões variadas, de quartzitos, metacarbonatos, ortoanfibolitos, metaultramafitos e rochas calcissilicáticas e grafitosas.

– Terrenos supracrustais de médio e alto grau, ordinariamente representados por uma seqüência de parametamorfitos que chegam a atingir a fácies anfibolito alto, correlacionáveis, parcial ou totalmente, ao Complexo Ceará (Crandall *et al.*, 1910, *in* F. Braga, 1977).

– Extensos corpos de rochas plutônicas granulares, às vezes atingindo dimensões batolíticas, variando desde mediana a intensamente deformados até tipos mais isotrópicos, de composição granodiorítica a granítica, nitidamente intrusivos nas seqüências anteriormente descritas.

## 2.3 Estratigrafia

### 2.3.1 Histórico dos Conhecimentos Anteriores

O nível dos conhecimentos geológicos da área abrangida pela Folha Irauçuba, se restringe, preferencialmente, ao estabelecido por trabalhos foto-geológicos e de mapeamentos geológicos efetuados em escalas de reconhecimento e de síntese (1:250.000, 1:500.000 e 1:1.000.000).

Dentre os trabalhos geológicos executados anteriormente na Folha Irauçuba destacam-se o de Braga *et al.* (1977), pela CPRM/DNPM, e os da Empresas Nucleares Brasileiras-ENB (Castro, 1982; Silva e Rocha, 1984 e Souza, 1986). Tais trabalhos e idéias contemplavam o Complexo Ceará, seguindo a definição proposta por Crandall (1910, *in* Braga, 1977) e Campos *et al.* (1974, *in* Castro, 1982), como uma seqüência ectinítica constituída, da base para o topo, de quartzitos com moscovita, filitos quartzosos, biotita xistos/gnaisses com granada e moscovita e intercalações de mármore e rochas calcissilicáticas, que, provavelmente, estaria associada ao Evento Brasileiro, quando sofreu metamorfismo da fácies xisto-verde a anfibolito baixo, segundo a classificação de Winkler (1977).

Sotoposta ao Complexo Ceará, por contatos normais ou tectônicos (tipo falha de empurrão), é citada

outra seqüência, essencialmente ectinítica, com termos gnáissicos e migmatíticos da fácies anfibolito médio a alto, composta, da base para o topo, por migmatitos, biotita gnaisses diversos com granada e moscovita ( $\pm$ sillimanita), hornblenda gnaisses com níveis anfibolíticos e, intercalados a esses, lentes quartzíticas micáceas, com granada ( $\pm$ sillimanita), mármore com flogopita, grafita e pirita, e rochas calcissilicáticas (com diopsídio, anfibólio e calcita). Intrudidos nessa seqüência e deformados em conjunto com a mesma, estariam granitóides e aplitos/pegmatitos atualmente paralelizados à estruturação regional. Esse conjunto foi considerado como Complexo Fundamental de Crandall (1910, *in* Castro, *op. cit.*; Souza, *op. cit.*) e como Complexo Caicó de Albuquerque (1970, *in* Braga *et al.*, *op. cit.*).

O embasamento regional, de acordo com Braga *et al.* (*op. cit.*) ficou representado pelo Complexo Tamboril - Santa Quitéria, denominação atribuída por Campos *et al.* (1976) aos domínios com predominância de migmatitos, em maioria ortoderivados (?), de alto grau metamórfico, aos quais se associam granitóides ácidos/intermediários, com raros remanescentes de paraderivados, tendo, como principais áreas de exposição, as porções centro e norte da folha. Tais rochas estariam dentro da concepção de "Maciços Medianos" de Brito Neves (1975), para as áreas remobilizadas e/ou retomadas em diferentes graus de deformação e consolidadas durante o próprio ciclo tectônico, e que serviram como substrato para as faixas de dobramento.

### 2.3.2 Contexto Geológico Atual

Os dados coligidos durante os estudos de atualização geológica efetuados na folha possibilitaram uma visão mais realista do arcabouço geológico da área. Assim, no âmbito dos terrenos dominados por litotipos de alto grau metamórfico, anteriormente mapeados como domínios do Complexo Tamboril - Santa Quitéria, verificou-se que grande parte dos migmatitos exibem paleossomas e melanossomas com presença de biotita, feldspato, granada, moscovita, sillimanita e cordierita, sugerindo, como protólitos, seqüências paraderivadas. Em consonância com o exposto acima, é notória a presença de rochas granitóides de caráter anatético, com estruturas nebulíticas formadas por uma trama de minerais aluminossilicados, feldspato e quartzo, tratando-se, portanto, de verdadeiros granitos crustais do tipo S.

Com relação à seqüência supracrustal, de caráter essencialmente paraderivada, mapeada como

Complexo Ceará, notou-se que seu grau metamórfico é bem mais elevado que o descrito nos trabalhos anteriores, verificando-se uma predominância dos terrenos gnáissicos em relação aos micaxistos, quartzos xistos e quartzitos. A paragênese mineral encontrada nessas litologias é compatível com a fácies anfíbolito de médio a alto grau.

A figura 2.3 abrange toda a região investigada e exibe, de forma simplificada, a distribuição de seus compartimentos geológicos maiores, além de apresentar os principais elementos estruturais responsáveis por sua atual configuração.

Percebe-se, no âmbito das rochas pré-cambrianas, como unidade mais antiga, um complexo formado por rochas metamórficas de alto grau, de caráter orto e paraderivado, predominando gnaisses migmatizados associados a corpos granodioríticos e tonalíticos, e restos subordinados de metabasitos, quartzitos, xistos e calcissilicáticas. Apresentam-se intensa e complexamente deformadas, exibindo diversas fases deformacionais.

A unidade seguinte, constitui uma seqüência supracrustal essencialmente paraderivada, correlacionável ao Complexo Ceará, composta por gnaisses, xistos, quartzitos e metacarbonatos.

Intrusivas nas seqüências descritas anteriormente, é notória a presença de corpos, de dimensões variadas, de rochas plutônicas granulares, deformadas ou não, de composição granodiorítica a granítica.

Como representantes cenozóicos, existem, somente, as coberturas areno-conglomeráticas, não individualizadas, e aluvionares recentes.

Do ponto de vista deformacional, o caráter mais marcante na região é a constante presença de evidências da atuação de uma forte tectônica tangencial, com movimento de massa dirigido, preferencialmente, de norte para sul, responsável pelo arcabouço estrutural das seqüências supracrustais.

### 2.3.3 Coluna Estratigráfica

A figura 2.4 exibe o quadro litoestratigráfico proposto para a área objeto do presente estudo. Ela apresenta algumas modificações com relação ao proposto por trabalhos anteriores, mas não deve, ainda, ser considerada como definitiva, uma vez que foi elaborada com dados fornecidos unicamente pelas relações de campo, carecendo, ainda, de estudos complementares, tais como: caracterização litoquímica e geocronologia, para confirmação mais segura das modificações propostas. A realização desses estudos complementares se faz necessária devido ao

fato da Folha Irauçuba estar encravada em domínios amplamente cobertos por rochas cristalinas de idade pré-cambriana, que se caracterizam por apresentarem grandes dificuldades no que se relaciona ao estabelecimento de uma ordenação cronoestratigráfica coerente. Isso se verifica devido à obliteração de diversas características originais inerentes às distintas associações litológicas, causadas por eventos deformacionais ligados à tectônica tangencial, responsáveis por transposição de foliações, padrões de interferências complexos, além da presença de migmatização, causando homogeneização composicional e presença de intrusões graníticas.

Isso posto, verifica-se que os distintos tipos litológicos existentes na área foram enquadrados em três grandes agrupamentos fundamentais:

- Metaplutônicas Pré-Brasilianas;
- Rochas Supracrustais;
- Plutônicas Brasileiras.

#### 2.3.3.1 Terrenos Pré-Brasilianos

##### 2.3.3.1.1 Metaplutônicas

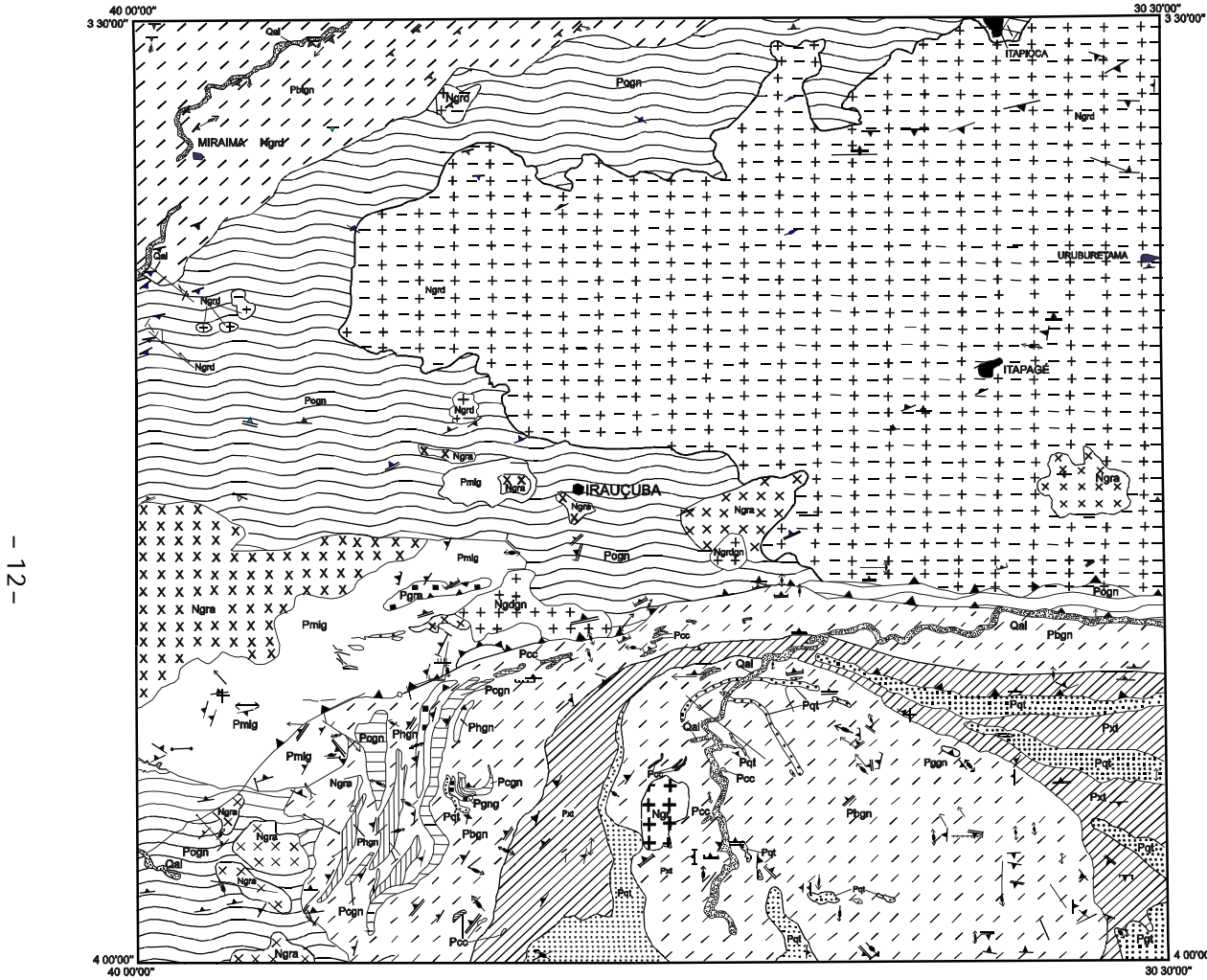
Esta unidade aflora ao longo de uma faixa contínua na porção central da folha, de espessura variável, envolvendo a principal área de exposição das rochas plutônicas brasileiras. Também acha-se exposta, de forma mais reduzida, no extremo sudoeste da região estudada (figura 2.3).

Ocupa zonas pouco a medianamente ondulado, nas fotografias aéreas com padrão aerofotográfico caracterizado por uma tonalidade cinza-esbranquiçada, textura bastante homogênea e drenagem do tipo dendrítico pouco adensado.

No que tange às relações de contato com a seqüência de rochas paraderivadas que lhe é imediatamente superior, são marcadas por caracteres tectônicos representados por extensas e contínuas zonas de cisalhamento dúctil de baixo ângulo. Já com as rochas plutônicas brasileiras, os contatos são, nitidamente, discordantes e de caráter intrusivo.

Do ponto de vista litológico, seus litótipos constituintes foram englobados em duas associações principais:

A mais abrangente, ocupando mais de 90% de sua área de exposição, é formada por ortognaisses granodioríticos a graníticos, raramente tonalíticos (Pogn). Constituem um conjunto, praticamente indissociável, que congrega uma complexa associação de rochas gnáissicas migmatizadas, de alto grau metamórfico e caráter, essencialmente, ortoderivado.



LEGENDA



ELEMENTOS ESTRUTURAIS

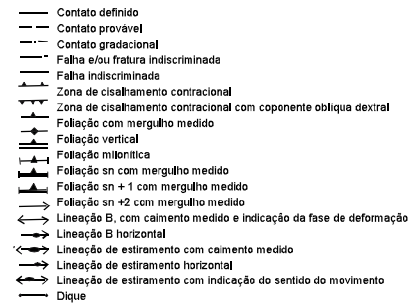


Figura 2.3 – Mapa geológico simplificado.

	UNIDADE CRONOESTRATIGRÁFICA	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	TIPO DE TERRENO
FANEROZÓICO	CENOZÓICO	Depósitos Aluviais (Qa)	COBERTURA SEDIMENTAR
	MESOZÓICO	Diques básicos (db)	ROCHAS FILONIANAS
PROTEROZÓICO	NEOPROTEROZÓICO	Plutônicas Brasilianas diques ácidos (da)	ROCHAS PLUTÔNICAS
		Granitóides Tardi a Pós-Tectônicos (Ngr)	
		Granitóides Cedo a Sin-Tectônicos (Ngrd)	
	PALEOPROTEROZÓICO	Rochas Supracrustais (Pbgn; Pcc; Pxt; Pqt)	SUPRACRUSTAIS
Metaplutônicas Pré-Brasilianas (Pogn; Pgggn)		INFRA-ESTRUTURA	

Figura 2.4 – Coluna estratigráfica.

Predominam ortognaisses migmatizados com estruturas variando desde estromáticas dobradas a pitgmáticas e nebulíticas. Composicionalmente, o domínio é de tipos granodioríticos a graníticos, localmente englobando restos de metamáficas/metaultramáficas. A porção leucossomática desses migmatitos se apresenta bastante variável tanto em composição quanto em frequência. Ora se mostra como níveis quartzo-feldspáticos, ora como venulações graníticas. Quanto à porção melassomática, exibe coloração escura e se apresenta composta, principalmente, por hornblenda, biotita, piroxênio, plagioclásio e quartzo, mostrando formas irregulares e difusas, acomodando-se, porém, à estruturação regional.

Dessa forma, macroscopicamente, se observam rochas de coloração cinza com tons esbranquiçados, textura grossa a porfiróide, exibindo, como estruturas predominantes, *augens*, nebulíticas e, localmente, bastante bandadas. Em zonas de maior *strain* exibem uma intensa foliação milonítica, com desenvolvimento de corpos sigmoidais, indicadores do sentido de movimento de massas ao longo dos principais cisalhamentos.

Os termos granodioríticos, ao microscópio, apresentam, geralmente, uma textura granular e constituição formada por plagioclásio, predominando sobre o feldspato potássico; quartzo, biotita, hornblenda, como minerais essenciais, e, epidoto, magnetita e zircão, como acessórios.

O plagioclásio ocorre como cristais subeuédricos, geminados, com inclusões de quartzo e biotita. O quartzo forma cristais subeuédricos a anédricos, com evidências de recristalização e extinção ondu-

lante. A biotita se apresenta como lamelas com pleocroísmo marrom a esverdeado, cloritizada.

Já as rochas de composição mais granítica, quando examinadas ao microscópio, mostram textura granolepidoblástica e uma composição essencialmente formada por plagioclásio, K-feldspato, biotita e quartzo, como minerais essenciais, e, apatita, zircão, rutilo e magnetita, como acessórios. A abundante presença de apatita e magnetita sugere um caráter ortoderivado para essas rochas.

Além dos tipos litológicos descritos anteriormente, merece citação a presença de corpos lenticulares de metamáficas/ultrabásicas, apesar de suas dimensões não possibilitarem representação em mapa.

Trata-se de rochas de coloração verde-escura, foliadas que formam corpos lenticulares concordantes a subconcordantes com a estruturação regional. São constituídas por piroxênio, tremolita-actinolita, hornblenda, feldspato e pouco quartzo, podendo ser classificadas como metanfíbolitos.

Ainda no âmbito dessa unidade, embora de ocorrência mais restrita, observa-se a presença de corpos tabulares de composição granítica (Pgggn), tectonicamente associados com os litótipos constituintes das supracrustais.

### 2.3.3.1.2 Rochas Supracrustais

Ocorrem principalmente nas porções centro-sul e noroeste da folha. Constituem uma seqüência essencialmente paraderivada do tipo QPC aluminosa, correlacionável, com base nos seus constituintes litológicos, ao Complexo Ceará (Crandall, *op. cit.*), de provável idade paleoproterozóica.

Do ponto de vista litológico, destacam-se duas associações principais. Uma, essencialmente pelito-carbonática, formada por biotita gnaisses diversos com granada e sillimanita (Pbgn), horizontes descontínuos de hornblenda-biotita gnaisses (Phgn), intercalações de metacalcários (Pcc) e rochas calcissilicáticas (Pcgn), localmente, podendo ocorrer migmatitos com paleossoma gnáissico paraderivado (Pmig).

Os biotita gnaisses diversos (Pbgn) constituem os tipos litológicos predominantes, ocorrendo tanto no centro-sul quanto no quadrante sudoeste da área mapeada. Se apresentam, geralmente, com uma coloração cinza, granulação fina a média, bandamento gnáissico acentuado pela alternância de finos leitos quartzo-feldspáticos, de coloração clara, e, micáceos, de coloração escura (fotos 2, 3 e 4). Como constituintes mineralógicos principais exibem: quartzo, feldspato, biotita, moscovita, granada e sillimanita. Localmente, podem se apresentar mais enriquecidos em hornblenda, exibindo uma coloração cinza-esverdeada (Phgn), constituindo corpos lenticulares descontínuos.

Ao microscópio, comumente, exibem textura lepidoblástica e constituição mineralógica formada por biotita, quartzo e feldspato, como minerais essenciais, além de granada, sob a forma de porfiroblastos, às vezes formando sombras de pressão, sillimanita, zircão, apatita e rutilo, como minerais acessórios, e clorita, sericita e epidoto, como produtos de alteração. Formam, portanto, uma paragênese mineral característica de tipos submetidos a metamorfismo da fácies anfibolito de médio a alto grau, dado pela presença de: plagioclásio, microclina, quartzo, biotita, granada, sillimanita.

Suas relações de contato com os outros constituintes da seqüência são do tipo gradacional, enquanto que com os ortognaisses, que lhe são sotopostos, são de caráter tectônico, marcado por zonas de cisalhamento de baixo ângulo.

Os calcários cristalinos (Pcc) ocorrem, geralmente, sob a forma de lentes intercaladas nos biotita gnaisses descritos anteriormente. Apresentam coloração esbranquiçada, foliação acentuada, boa cristalização, granulação média e textura sacaroidal (fotos 5 e 6).

As rochas calcissilicáticas (Pcgn), normalmente, encontram-se associadas aos horizontes carbonáticos, constituindo níveis mais impuros. Exibem coloração esverdeada, granulação fina a média, estrutura ligeiramente gnáissica, com bandamento acentuado pela alternância de leitos esbranquiçados formados por quartzo e feldspato, e leitos cin-

za-esverdeados, constituídos por tremolita, hornblenda, diopsídio e epidoto.

Segue-se uma outra associação, de caráter mais psamítico, caracterizada por variações gradacionais entre moscovita-biotita xistos, com sillimanita e granada (Pxt), e moscovita quartzitos, com sillimanita (Pqt).

Ocorrem ao longo de uma faixa relativamente contínua intercalada nos litótipos da associação descrita anteriormente, nas porções sudeste e centro-sul da Folha Irauçuba. Exibem, na maioria das vezes, relações de contato do tipo gradacional.

Os micaxistos (Pxt), principais constituintes dessa seqüência, ocupam regiões de relevo medianamente ondulado, cobertas por solos areno-argilosos, pouco espessos, com padrão aerofotográfico de tonalidade cinza, drenagem dendrítica, relativamente adensada.

Macroscopicamente, se apresentam como rochas de coloração cinza, com xistosidade bem desenvolvida, granulação média a grossa e composição mineralógica formada por quartzo, biotita e moscovita, além de granada, sillimanita e pouco feldspato (foto 7).

No que se relaciona à estruturação mesoscópica, é comum a presença de dobras isoclinais e assimétricas, variando desde fechadas a abertas, com eixos mergulhando para N, NNW e NW, além de *boudins*, de dimensões variadas, de quartzo e pegmatóides.

Ao microscópio, exibem uma textura variando de granolepidoblástica a lepidoblástica e uma constituição básica formada por quartzo, biotita e moscovita. O quartzo, apresentando taxas de até 50%, ocorre como grãos xenomórficos, fraturados, com extinção ondulante e recristalização. A biotita forma lamelas esgarçadas e retorcidas, com pleocroísmo marrom, às vezes, esverdeado, onde há a presença de cloritização. Altera para clorita e moscovita. Como minerais acessórios se destacam: granada, sillimanita, feldspato, apatita, rutilo e titanita.

Do ponto de vista metamórfico, sua paragênese mineral, quartzo - biotita - granada - sillimanita, sugere condições da fácies anfibolito de médio a alto grau.

Os quartzitos (Pqt) constituem tipos característicos dessa associação, sendo responsáveis pela preservação de importantes alinhamentos de cristas, notadamente nas porções sudeste e centro-sul da folha, onde formam corpos relativamente espessos (foto 7).

São rochas de coloração esbranquiçada a ligeiramente rósea, bem foliadas, de granulação fina a média, exibindo uma forte lineação de estiramento. São formadas, essencialmente, por quartzo e moscovita, podendo conter, ainda, sillimanita e turmalina.

Em lâminas delgadas, mostram uma textura granoblástica, com quartzo e moscovita como minerais essenciais. O quartzo, com taxa superior a 60%, se apresenta sob a forma de grãos xenomórficos, com intensa recristalização e estiramento. A moscovita ocorre como lamelas alongadas, podendo desestabilizar-se para sillimanita e alterar-se para sericita. A sillimanita, quando observada, aparece como diminutos grãos associados à moscovita e ao quartzo, mostrando-se, na maioria das vezes, retrometamorfizada para mica branca.

### **2.3.3.2 Rochas Plutônicas Brasileanas**

#### **2.3.3.2.1 Considerações Iniciais**

Como principal representante do Neoproterozóico, o magmatismo brasileiro desempenha papel de destaque na evolução geológica da região abrangida pela Folha Irauçuba, gerando corpos plutônicos e produtos de manifestações fissurais, que ocupam uma superfície superior a 30% de sua área total.

Sua organização, conforme apresentada na figura 2.4, foi estabelecida, embora, ainda de forma preliminar, com base nas suas relações com a principal fase deformacional registrada na região, considerada de idade neoproterozóica. Assim, foram identificados dois agrupamentos (figura 2.4): granitóides cedo a sin-tectônicos e granitóides tardi a pós-tectônicos.

#### **2.3.3.2.2 Granitóides Cedo a Sin-Tectônicos**

De importante representação areal na folha estudada, foram subdivididos em três tipos principais, de acordo com a petrografia e estágio deformacional de cada um deles. Dessa forma, foram cartografados granodioritos e granitos porfiríticos (Ngrd), ocasionalmente gnaissificados (Ngdgn) e granito róseo a duas micas (Ngra).

Os granodioritos e granitos porfiríticos (Ngrd) constituem os principais representantes desse magmatismo brasileiro, e ocupam boa parte das porções nordeste e centro-leste da Folha Irauçuba, cobrindo toda a região da serra de Uruburetama (figura 2.3).

São representados por rochas de coloração cinza com tons esverdeados, textura porfiróide, onde se destacam pórfiros de K-feldspato e plagioclásio, de dimensões variadas, podendo exibir, principalmente nas porções mais externas dos corpos maiores, deformação milonítica, onde os facóides de feldspato se mostram bastante estirados, às vezes,

com formas sigmoidais, chegando, mesmo, a desenvolver uma certa foliação na rocha (foto 8), sendo, então, diferenciadas pela sigla Ngdgn.

Ao microscópio, exibem uma textura que varia de porfirítica a granoblástica, com tritramento e alongamento dos minerais, segundo uma direção preferencial. São formados, essencialmente, por plagioclásio, feldspato potássico, quartzo, biotita e hornblenda.

Os quartzo dioritos e granitos róseos (Ngra) ocorrem sob a forma de corpos menores isolados, principalmente no quadrante SW da folha (figura 2.3)

Exibem coloração variando de cinza a rósea, granulação grossa a porfiróide, orientação incipiente, formados, basicamente, por feldspatos (plagioclásio e K-feldspato), biotita, quartzo e anfibólio.

#### **2.3.3.2.3 Granitóides Tardi a Pós-Tectônicos**

Têm pouca representatividade na área e ocorrem sob a forma de corpos ligeiramente circulares, intrusivos nos terrenos cobertos por rochas supracrustais (figura 2.3).

Macroscopicamente, exibem textura mais ou menos equigranular, coloração cinza-clara a rósea, granulação média a grossa e constituição mineralógica formada por quartzo, K-feldspato, pouco plagioclásio, biotita e moscovita (foto 9). Localmente, podem apresentar uma certa orientação preferencial dos seus minerais constituintes.

Ao microscópio, mostram uma textura equigranular e uma constituição formada por feldspatos (k-feldspato > plagioclásio), quartzo e biotita, como minerais essenciais, e moscovita, zircão e opacos, como acessórios.

O feldspato potássico forma cristais anédricos, pertitzados, geminados segundo albita/periclina, podendo, algumas vezes, ser gerados pela desestabilização do plagioclásio.

O quartzo ocorre como cristais anédricos, exibindo evidências de recristalização e extinção ondulante.

A biotita aparece como lamelas alongadas, com pleocroísmo marrom e inclusões de zircão e opacos, alterando-se para moscovita, clorita e epidoto.

### **2.3.3.3 Rochas Filoneanas**

#### **2.3.3.3.1 Diques Ácidos**

Ocorrem distribuídos, dispersamente, ao longo de toda a área mapeada, com concentração mais acentuada no seu quadrante sudoeste (figura 2.3).

Cortam, discordantemente, as distintas unidades pré-cambrianas, sob a forma de diques ou veios, tendo sido considerados como de idade do final do Neoproterozóico.

Trata-se de pegmatitos, granitos aplíticos e riólitos, não diferenciados no mapa geológico. Têm dimensões reduzidas e são, aparentemente, desprovidos de mineralização de interesse econômico.

#### 2.3.3.3.2 Diques Básicos

Têm pouca representatividade na Folha Irauçuba e cortam litótipos pré-cambrianos. São representados por diques de diabásio, de provável idade de juro-cretácea.

Trata-se de rochas de coloração escura, granulação fina, maciças, às vezes, com vesículas preenchidas por material esbranquiçado.

#### 2.3.3.4 Coberturas Cenozóicas

As aluviões (Qal) constituem as únicas coberturas cenozóicas mapeadas na folha. Não têm importância significativa, dada as suas reduzidas dimensões, consequência das condições geomorfológicas da área, com relevo muito acidentado, não propiciando condições de desenvolvimento de grandes aluviões.

Mesmo assim, desempenham papel fundamental no que tange à acumulação de água subterrânea, funcionando como aquíferos livres.

No mapa geológico (figura 2.3) foram individualizadas somente duas áreas de coberturas aluviais, ao longo dos rios Caxitoré e Caririaçu.

As aluviões são constituídas por cascalhos e areias de granulometria variando de fina a grossa. Nas regiões de várzeas pode se acumular material silte-argiloso (foto 10).

### 2.4 Geologia Estrutural e Tectônica

No presente item procura-se discutir, de forma sucinta, o conjunto de informações tectono-estruturais coletadas durante as distintas etapas do estudo levado a efeito na folha, adicionando-se a elas, dados colhidos de trabalhos anteriormente executados na região.

Dessa forma, do ponto de vista geotectônico, conforme já foi citado em itens anteriores, a área estudada constitui uma pequena porção da Província Estrutural

de Borborema (Almeida *et al.*, 1977), mais precisamente, encerrando rochas da fácies anfibolito de médio a alto grau, em distintos estágios de migmatização, que compõem o Maciço Gnáissico-Migmatítico-Granítico de Santa Quitéria e supracrustais da Faixa de Dobramentos Rio Curú-Independência, de acordo com a compartimentação proposta por Santos & Brito Neves (1984) (figura 2.2).

Partindo-se de uma visão mais regional fornecida pela observação do mapa geológico apresentado em anexo, os elementos estruturais maiores, desenhados a partir da interpretação das fotografias e imagens do satélite LANDSAT, são ressaltados pela presença de extensos e sucessivos traços variando de retilíneos a, ligeiramente, curvilíneos, representativos de zonas de cisalhamento dúctil de baixo ângulo, caracterizando a predominância de um regime tectônico compressional, com movimento de massa dirigido, preferencialmente, de norte para sul. Essa macroestruturação é, atualmente, na falta de estudos geocronológicos mais detalhados, atribuída ao Evento tectono-metamórfico Brasileiro (Neoproterozóico-Eo-Paleozóico).

De uma maneira geral, pode-se destacar na área mapeada três domínios estruturais bastante distintos. Assim, nas regiões cobertas por rochas metaplutônicas e migmatíticas de mais alto grau metamórfico do Paleoproterozóico predomina um domínio com padrão estrutural muito complexo, com intensa irregularidade e rarefação dos traços e foliação, presença de, no mínimo, três fases deformacionais, dobras isoclinais apertadas e transpostas, além de proeminente gnaissificação de rochas plutônicas.

O segundo domínio está restrito às áreas de exposição da seqüência de rochas supracrustais, também considerada como de idade do Paleoproterozóico, onde se observa um padrão mais linear, com amplos dobramentos isoclinais, com eixos nas direções preferenciais variando de NNW a, aproximadamente, N-S.

Por fim, o terceiro domínio corresponde às porções da folha onde estão expostas as rochas plutônicas brasileiras. Aí fica realçada a presença de um padrão de caráter mais rúptil, sobressaindo-se três conjuntos principais de fraturas: um E-W, outro N-S e, um terceiro, NE-SW/NW-SE, formando pares conjugados.

Considerando os objetivos básicos do presente trabalho, o mapeamento hidrogeológico da área da Folha Irauçuba, não se procedeu a uma análise estrutural mais acurada da região, concentrando-se os esforços mais no sentido do estudo das falhas e juntas, conforme detalhado no capítulo relacionado à hidrogeologia.



# 3

---

## HIDROGEOLOGIA

### 3.1 Considerações Iniciais

Conforme já visto anteriormente, na parte referente à geologia, a Folha Irauçuba está composta, essencialmente, por rochas cristalinas do Pré-Cambriano. Essa monotonia é quebrada, apenas, ao longo dos rios e riachos maiores da área, onde ocorrem depósitos aluviais, regra geral, pouco expressivos.

Nesse panorama tornam-se pertinentes algumas considerações sobre a hidrogeologia das rochas cristalinas, à luz do nível atual de conhecimentos sobre o problema. Costa (1986) adotou o termo "Aqüífero Fissural", para definir o conjunto de rochas cristalinas fraturadas armazenadoras de água subterrânea.

O termo aqüífero, neste caso, é questionado atualmente por alguns especialistas do setor, em função de sua definição inicial, dada por Meinzer (1923). Esse autor adotou originalmente como aqüífero uma formação geológica sedimentar, ou seja uma rocha, com capacidade de armazenar e transmitir água, a qual teria geometria bem definida e parâmetros hidráulicos representativos. As rochas cristalinas podem ser consideradas como impermeáveis, com a porosidade primária próxima de zero (excetuando-se algumas rochas vulcânicas), estando a água acumulada a partir de uma

porosidade secundária, representada pelas fraturas, fissuras etc. Logo, a capacidade de armazenamento do Cristalino não está ligada diretamente à rocha e sim aos efeitos secundários a partir de fenômenos tectônicos e estruturais. Além disso, não existem parâmetros representativos e a geometria da trama de fraturas e fendas interconectadas, que representaria o aqüífero, é totalmente caótica e indeterminada.

Na verdade, considerando-se um determinado volume de rocha, representativo das características do Cristalino existem  $n$  sistemas hidráulicos, independentes entre si, com capacidade de acumular e transmitir água. Recentemente, Manoel Filho (1996) introduziu o termo "Condutor Hidráulico", para definir o conjunto de fendas e fraturas, interconectadas entre si, e associadas a um determinado poço, que representa, mais realisticamente as condições de armazenamento e produção nas rochas cristalinas. Feitosa (1996) definiu o termo "Domínio Hidráulico de Poço" (D) para designar um sistema hidráulico de fendas e fraturas e conceituou o "Aqüífero Fissural", como entendido por Costa (1986), de uma forma bastante genérica, como sendo:

$\sum_{i=1}^n D_i(X, Y, Z)$ , para cada área de estudo considerada, onde X e Y, representam as coordenadas do poço, e Z, sua profundidade.

As diferenças de produtividade e qualidade de água de poços no cristalino muito próximos entre si, porém captando domínios hidráulicos diferentes, são, muitas vezes, surpreendentes. Estas diferenças ainda não são bem entendidas e não podem ser explicadas, porque o nível de conhecimento sobre os condicionantes de produtividade e qualidade de água nas rochas cristalinas ainda pode ser considerado como insignificante, muito embora já tenham sido perfurados, desde o início da década de 60 até agora, milhares de poços no Cristalino semi-árido do Nordeste Brasileiro. Manoel Filho (1994) analisando os principais estudos e projetos já executados e relacionados à gestão de água subterrânea do Cristalino semi-árido faz as seguintes observações:

“...não se estabeleceu ainda nenhuma relação consistente entre produção do poço e qualquer outro fator, seja tipo de rocha, tipo de fenda, padrão de fraturamento, etc.”

“...os erros e acertos de muitos dos projetos de captação e uso da água no domínio do cristalino e as suas respectivas causas, permanecem pouco conhecidas...”

Desde a década de 60, quando do início da atuação da SUDENE, alguns geólogos voltaram seu interesse para a água subterrânea, especializando-se, gradativamente, através do trabalho em parceria com missões estrangeiras e cursos fora do país. A implacável necessidade de água do semi-árido nordestino, acelerava a perfuração de poços e, conseqüentemente, o interesse pela hidrogeologia das rochas cristalinas. Assim, foram desenvolvidas metodologias e abordagens de trabalho, tanto para caracterização dos mananciais quanto para a locação de poços, que se tornaram clássicas e foram seguidas ao longo dos últimos trinta anos. Os resultados dos trabalhos desenvolvidos, entretanto, não acrescentaram muito ao nível do conhecimento da hidrogeologia dessas rochas, levando-se, hoje, ao questionamento das técnicas, principalmente quando são realizados trabalhos em nível regional.

Regra geral, a caracterização hidrogeológica das rochas cristalinas, regionalmente vem sendo feita com base no tratamento estatístico dos dados dos poços existentes, sempre priorizando a parte de hidroquímica. Embora esse caminho ainda possa levar a resultados interessantes, até agora, entretanto, as conclusões não passaram de caracterizações simplistas, dada a complexidade do problema. A questão é que o verdadeiro aquífero, nas rochas cristalinas, é o sistema hidráulico (Condutor Hidráulico ou Domínio Hidráulico) conectado ao

poço, praticamente pontual, em termos regionais, e que existem  $n$  aquíferos dessa natureza numa determinada área do cristalino. O que acontece, na realidade, é que praticamente cada poço representa um aquífero diferente, com características de produtividade e qualidade de água próprias. Assim, quando se regionaliza, os dados não representam um único conjunto, mas sim  $n$  conjuntos, inabilitando a utilização dos métodos estatísticos que levam a zoneamentos.

Outro grande problema é a inconsistência generalizada dos dados dos poços perfurados, esses, quase sempre, construídos pela iniciativa privada e empresas estaduais de perfuração, sem um acompanhamento técnico especializado. Em função disso, ora não existem dados, ora esses dados, quando muito, caracterizam apenas a parte construtiva dos poços, negligenciando informações fundamentais tanto da geologia local quanto de peculiaridades da rocha perfurada.

Um outro aspecto que merece algumas observações é a parte tectônica/estrutural, condicionante básico para a existência de água nas rochas cristalinas. Classicamente, em qualquer estudo hidrogeológico do Cristalino é realizada uma análise estrutural detalhada, onde se tenta determinar as principais direções de fraturamento, utilizando-se, normalmente, a rede de drenagem como base. Entretanto, só a identificação das feições estruturais não é um critério suficiente para a locação de pontos para a perfuração de poços, pois deve-se entender e compreender bem a evolução tectono-estrutural da área para se caracterizar as regiões de fraturamentos distensivos, favoráveis ao acúmulo de água subterrânea. Nesse contexto, a utilização e interpretação de dados de sensores remotos e o tratamento desses por intermédio de um sistema de informações geográficas (SIG), acompanhados de levantamentos de campo, permitem a criação de um modelo conceitual da evolução tectono-estrutural e o conhecimento das principais feições dúcteis, dúcteis-rúpteis e rúpteis resultantes dos processos de deformação cisalhantes, compressivos e tracionais que afetaram a área. Embora essa metodologia já venha sendo empregada em algumas áreas e alguns modelos estruturais já tenham sido propostos, ainda não existe nada definitivo nem comprovadamente eficiente no que diz respeito à delimitação de áreas produtoras de água subterrânea no Cristalino semi-árido.

Embora não se tenha uma estatística precisa do número de perfurações realizadas até hoje, o consenso geral é que esse número se aproxima de

100.000 poços. Os resultados, excluindo algumas exceções, mostram que a maior frequência de vazões desses poços oscila entre 1,0 e 2,0m<sup>3</sup>/h e a água, em geral, apresenta alto índice de salinização, sendo que 25% a 30% dos poços são completamente secos. A metodologia clássica adotada na locação desses poços sempre foi e ainda é, quando esta é efetuada tecnicamente, baseada em estudos geológicos de campo com o apoio de fotografias aéreas, onde são detectados os lineamentos com base na drenagem da região em função da teoria clássica do "riacho fenda" (Siqueira, 1963). Nos últimos anos os especialistas do setor, na tentativa de melhorar o índice de acertos nas locações, começaram a utilizar métodos geofísicos (eletrorresistividade e VLF) como apoio aos trabalhos de campo, sem no entanto, até agora, terem conseguido resultados que se afastem muito da média geral de acertos, que se mantém praticamente constante desde a década de 60. Caberia então uma pergunta: "Por que o nível de insucesso se mantém constante, se são utilizadas novas metodologias e tecnologias?." Ora, se por um lado a aplicação ao Cristalino dessas novas técnicas geofísicas ainda está num estado incipiente, por outro lado, além da perspectiva de que, muitas vezes, os condicionantes estruturais da ocorrência da água subterrânea podem não ter representatividade superficial, a abordagem estrutural que sempre foi dada ao problema talvez não seja a mais indicada.

Nesse sentido, vale ressaltar uma pesquisa realizada pela EMATER-PE/UFPE, numa área considerada hoje como "área-piloto", que mostrou resultados extremamente interessantes no que diz respeito à metodologia de locação de poços no Cristalino. Em abril/94 a EMATER-PE perfurou um poço, denominado de Salambaia, no município de Alagoinha/PE. O poço Salambaia, locado em condições um pouco adversas em relação à metodologia clássica de locações de poços da região (drenagem incipiente, cota muito elevada, solo pouco desenvolvido etc.) apresentou uma produtividade surpreendente (50,0m<sup>3</sup>/h de vazão instantânea) em relação a um outro poço localizado a 300m (2,0m<sup>3</sup>/h). Este fato despertou o interesse dos hidrogeólogos da EMATER que resolveram estudar mais a fundo o problema. Uma fotointerpretação mais detalhada mostrou a existência de um grande lineamento tonal nas fotografias aéreas, muito sutil, discordante da estruturação da área evidenciada pela drenagem, e passando muito próximo ao poço Salambaia. Na tentativa de comprovar a existência desse lineamento como uma estrutura geológica a EMATER contratou a

UFPE para a realização de um estudo geofísico por eletrorresistividade na área. Os resultados mostraram a existência de um zoneamento elétrico com faixas condutivas e resistivas, cujos contatos coincidem com as feições lineares verificadas nas fotografias, estando o poço Salambaia localizado numa faixa condutiva próxima ao contato e o poço de baixa produtividade no centro de uma faixa de alta resistividade. Esse zoneamento elétrico parece individualizar faixas com rochas extensamente fraturadas de faixas com rochas menos fraturadas. As feições lineares, em não abrindo cursos d'água ao longo das suas intersecções com a superfície do terreno, não exibem normalmente feições morfológicas discerníveis na aerofoto. Manifestam-se antes por alinhamentos de vegetação arbustiva, eventuais árvores de grande porte e, muitas vezes, por concentrações de manchas escuras que podem ser atribuídas a um maior teor de umidade do solo, decorrente de uma ascensão capilar mais generosa ao longo do regolito que recobre a fratura. As feições lineares daí resultantes são portanto muito sutis (muitas vezes não percebidas), justificando a utilização da expressão "traço de fratura", onde o termo traço tem o sentido de vestígio. A detecção de "traços de fraturas" em produtos de sensores remotos requer do analista uma boa capacidade de observação, uma boa dose de paciência e, sobretudo, muito bom senso, para não assinalar como "traço de fratura" elementos lineares de origem antrópica. Devemos esclarecer, entretanto, que os conhecimentos adquiridos com o estudo acima descrito devem ser considerados apenas como um passo a mais no sentido de se alcançar uma compreensão satisfatória dos mecanismos que governam a ocorrência e o fluxo de água subterrânea no Cristalino semi-árido, ressaltando a necessidade da continuação de pesquisas sobre o assunto.

A partir de tudo que foi exposto até agora, pode-se fazer um grande questionamento: "como deve ser feita uma caracterização hidrogeológica regional no Cristalino semi-árido". Esta pergunta não é fácil de ser respondida, e talvez a resposta, com base no nível atual de conhecimento sobre o problema seja: não deve, ou pelo menos quando feita, se basear apenas nos condicionantes e controles já comprovados para a ocorrência de água subterrânea.

A CPRM, na condição de Serviço Geológico do Brasil, vem, nas últimas décadas, através de seu Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB, procurando, com muito mérito, dar sua contribuição para a melhoria do conhecimento da hidrogeologia nordestina. Nesse sentido, os levantamentos geológicos básicos passaram a ter

uma complementação, a partir de caracterizações hidrogeológicas das áreas mapeadas. Esses estudos vêm sendo realizados através de regionalizações dos dados existentes (poços), com apresentação de mapas hidrogeológicos que, além de apresentarem informações básicas, muitas vezes incluem zoneamentos de alguns parâmetros e de potencialidades. Esse procedimento vem sendo feito indiscriminadamente tanto para as rochas sedimentares, onde se aplica muito bem, quanto para as rochas cristalinas, onde conduz a resultados totalmente inconsistentes em função de suas peculiaridades. No intuito de evitar desperdícios, talvez a abordagem dos trabalhos de hidrogeologia realizados no Cristalino semi-árido deva ser repensada. Uma proposta seria, considerando que o "Aqüífero Fissural" (condutor hidráulico ou domínio hidráulico) é praticamente pontual, em termos regionais, se tentar uma inversão, ou seja, ao invés de partir do regional para o detalhe, se partir do detalhe (estudo de casos), tentando descobrir critérios de regionalização.

Apesar de toda esta argumentação, os trabalhos de hidrogeologia desenvolvidos na Folha Irauçuba não ultrapassaram os limites da metodologia clássica adotada em mapeamentos hidrogeológicos. No entanto, para evitar equívocos ou resultados inconsistentes, a abordagem dada, tanto ao tratamento dos dados, quanto na confecção do mapa hidrogeológico, foi simplista e baseada nos conceitos e considerações aqui apresentados.

### 3.2 Trabalhos Realizados

Os trabalhos de mapeamento hidrogeológico da Folha Irauçuba compreenderam uma seqüência de atividades, desde o levantamento de dados até a etapa final de elaboração deste relatório, conforme discriminado a seguir:

Etapa 1 - Levantamento da bibliografia e da cartografia.

Etapa 2 - Fotointerpretação.

Etapa 3 - Inventário de pontos d'água.

Etapa 4 - Análises físico-químicas de água.

Etapa 5 - Processamento digital dos dados.

Etapa 6 - Análise de consistência, consolidação e interpretação dos dados.

Etapa 7 - Elaboração do relatório final.

Os trabalhos foram desenvolvidos paralelamente aos de mapeamento geológico, de forma que algumas das etapas acima citadas foram executadas conjuntamente.

### 3.3 Inventário de Pontos d'Água

Na verdade, o inventário de pontos d'água, em função dos objetivos do projeto, ficou resumido apenas ao cadastramento dos poços tubulares existentes na região, incluindo alguns poços amazonas e fontes naturais. Esse trabalho foi feito através de levantamentos realizados nas entidades públicas e privadas que lidam com recursos hídricos, notadamente aquelas ligadas diretamente à perfuração de poços. Os dados coletados estavam dispersos por fontes variadas e os registros, muitas vezes, nem mesmo dentro da própria fonte, apresentavam uma padronização e hierarquia quanto à organização e tipo de dados disponíveis. Assim, basicamente, o cadastro, em si, constituiu-se em levantá-los, organizá-los e sistematizá-los, de forma a criar um banco de dados consistente, elemento básico para o trabalho de mapeamento hidrogeológico. Além disso, também foram feitas etapas de campo no intuito de consolidar, complementar e otimizar o banco de dados criado, incluindo em alguns pontos informações de parâmetros químicos em campo (condutividade e pH) e coleta de amostras de água para a realização de análises físico-químicas.

Foram catalogados cerca de 133 poços tubulares, perfurados desde a década de 30 até 1995, além de 11 fontes naturais e alguns poços amazonas que, por insuficiência quase total de informações, não serão aqui considerados. Esses dados foram organizados pelas grandes unidades geológicas mapeadas (Pce, Pgnmig e Ngr) e são apresentados nas tabelas 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4.

### 3.4 Análise de Consistência dos Dados

Uma rápida análise nas tabelas que constituem os quadros acima mencionados mostra a baixa consistência nos dados levantados. Os parâmetros expressos nessas tabelas foram selecionados para representarem as informações mínimas necessárias para a tentativa de qualquer tipo de análise hidrogeológica no cristalino, tanto no que diz respeito à parte hidráulica (profundidade, vazão, nível estático, nível dinâmico e entradas d'água), quanto em relação à parte química (sólidos totais dissolvidos, calculados a partir de medidas de condutividade elétrica e pH), com base em parâmetros que podem ser dimensionados em campo. Considerando os parâmetros da tabela como referencial, temos que: 17,6% dos poços cadastrados não apresentam nenhum dado, 19,2% apresentam apenas da-

Tabela 3.1 – Poços tubulares da Unidade Pce.

NUM.	REFER. CAD.	LOCAL	PROF. (m)	Q - DATA (m <sup>3</sup> /h)	NE (m) DATA	ND (m) DATA	EA - PROF. (m)	STD - DATA (mg / l)	pH DATA
1	07	Caioca - Miraima	53,0	1,00 - ?	10,8 - ?	40,0 - ?	12,0	-	-
2	29	Cumbuco - Miraima	37,50	5,00 - ?	3,1 - ?	7,5 - ?	6,0 - 11,0	-	7,3-?
3	30	Miraima - Miraima	-	-	-	-	-	-	-
4	87	Sede - Tejuçuoca	-	-	-	-	-	-	-
5	90	Pedra Branca - Tejuçuoca	60,0	0,60 - ?	12,6 - ?	46,5 - ?	-	-	-
6	91	Santa Rosa - Tejuçuoca	63,0	0,30 - ?	-	-	-	-	7,7-?
7	92	São Luiz - Tejuçuoca	60,0	0,70 - ?	-	-	-	-	7,6-?
8	93	Malaquias - Tejuçuoca	-	-	-	-	-	-	-
9	94	Carcará - Tejuçuoca	60,0	0,30 - ?	7,0 - ?	49,0 - ?	9,0 - 44,0	-	-
10	95	Logradouro - Tejuçuoca	64,50	1,30 - ?	-	-	-	-	-
11	96	Alegria - Tejuçuoca	-	-	-	-	-	-	-
12	97	Laginha - Tejuçuoca	65,0	0,20 - ?	-	-	-	-	-
13	98	São Gonçalo - Tejuçuoca	60,0	2,50 - ?	-	-	-	-	-
14	99	São Bento - Tejuçuoca	60,0	-	13,4 - ?	52,3 - ?	31,0	-	-
15	100	Pasca - Tejuçuoca	60,0	2,30 - ?	5,5 - ?	-	-	-	-
16	101	Feijão - Tejuçuoca	63,0	-	-	-	-	-	-
17	102	Açude - Tejuçuoca	51,0	3,50 - ?	3,20 - ?	36,0 - ?	8,0 - 39,0	-	-
18	103	Açude - Tejuçuoca	-	1,50 - ?	-	-	-	-	-
19	104	Monte Carmelo - Tejuçuoca	-	0,20 - ?	-	-	-	-	-
20	105	Monte Carmelo - Tejuçuoca	82,50	5,00 - ?	-	-	-	-	-
21	106	Laura - Tejuçuoca	74,0	0,20 - ?	-	-	-	-	-
22	107	Barra - Tejuçuoca	60,0	0,20 - ?	-	-	-	-	-
23	110	Mandacaru - Irauçuba	55,0	1,00 - ?	8,0 - ?	44,5 - ?	-	-	-
24	126	Cachoeira - Irauçuba	67,50	0,30 - ?	16,0 - ?	41,0 - ?	-	-	-
25	128	Cachoeira - Irauçuba	40,0	6,00 - ?	3,5 - ?	10,0 - ?	5,0/13,6/27,0	1.435,0	7,3-?
26	129	Cachoeira - Irauçuba	-	-	-	-	-	-	-
27	135	Brito II - Irauçuba	40,0	7,00 - ?	7,5 - ?	44,5 - ?	16,0/22,0/33,0	-	-
28	136	Juá - Irauçuba	46,0	6,00 - ?	-	12,0 - ?	-	-	7,8-?
29	137	Juá - Irauçuba	-	-	2,4 - ?	-	-	1.873,9	-
30	138	Olho D'Água - Tejuçuoca	45,0	2,80 - ?	4,0 - ?	-	-	-	-
31	139	Juá - Irauçuba	40,0	6,00 - ?	2,0 - ?	19,0 - ?	-	1.547,0	7,5-?
32	141	Olho D'Água - Irauçuba	72,0	1,46 - ?	17,0 - ?	54,0 - ?	28,0/34,0/52,0	-	-
33	142	Olho D'Água - Irauçuba	-	-	-	-	-	-	-
34	143	Pau Branco - Tejuçuoca	61,0	-	4,0 - ?	-	-	-	-
35	144	Pedra Furada - Tejuçuoca	60,0	0,62 - ?	12,6 - ?	46,5 - ?	11,0 - 24,0	-	-
36	145	Santa Luzia - Irauçuba	-	-	-	-	-	-	7,9-?
37	146	Santa Luzia - Irauçuba	60,0	-	-	-	-	-	-
38	147	Santa Luzia - Irauçuba	60,0	-	-	-	-	-	-
39	148	Santa Luzia - Irauçuba	32,0	3,00 - ?	9,0 - ?	23,0 - ?	-	-	-
40	149	Lag.do Mulungu - Irauçuba	60,0	-	14,0 - ?	-	-	-	-
41	150	Caiçarina - Irauçuba	40,0	-	-	-	-	1.227,4	7,6-?
42	151	Carnaúba - Irauçuba	-	-	5,3 - ?	-	-	-	-
43	152	Carnaúba - Irauçuba	41,0	3,00 - ?	4,0 - ?	24,0 - ?	6,8 - 24,0	-	-
44	154	Caibro - Irauçuba	60,0	-	-	-	-	-	7,2-?
45	155	Urubu	52,0	0,60 - ?	12,0 - ?	-	-	-	8,1-?
46	156	Juá - Irauçuba	81,0	0,40 - ?	8,5 - ?	66,0 - ?	-	-	-
47	158	Carnaubinha - Irauçuba	31,0	4,00 - ?	5,0 - ?	18,0 - ?	-	-	-
48	160	Livramento - Irauçuba	-	-	-	-	-	-	-
49	161	Retiro - Tejuçuoca	-	-	-	-	-	-	-
51	168	Fz. São Pedro - Irauçuba	-	-	-	-	-	-	-
51	170	Lagoa da Cruz - Tejuçuoca	44,0	-	-	-	-	-	-

NE - Nível Estático, ND - Nível Dinâmico, EA - Entrada D'água.

Tabela 3.2 – Poços tubulares da Unidade Pgnmig.

NUM.	REFER. CAD.	LOCAL	PROF. (m)	Q - DATA (m <sup>3</sup> /h)	NE (m) DATA	ND (m) DATA	EA - PROF. (m)	STD - DATA (mg/l)	pH Data
52	18	Brotas - Miraima	35,0	3,00 - ?	6,0 - ?	25,0 - ?	7-16-24-29,5	-	7,7-?
53	34	St. Chapeuzinho-Miraima	60,0	-	1,0 - ?	-	-	-	-
54	39	Mucambo - Itapipoca	69,0	0,80 - ?	14,0 - ?	51,0 - ?	-	-	-
55	42	Sede - Irauçuba	-	-	-	-	-	-	-
56	43	Sede - Irauçuba	28,6	-	3,45 - ?	-	-	-	-
57	45	Sede - Irauçuba	63,0	-	-	-	-	-	-
58	46	Sede - Irauçuba	60,0	0,18 - ?	14,0 - ?	-	-	-	-
59	47	Algodão - Irauçuba	60,0	-	-	-	-	-	-
60	48	Riachão - Irauçuba	90,0	-	2,80 - ?	-	-	-	-
61	49	Riachão - Irauçuba	-	-	2,50 - ?	-	-	-	-
62	54	São José - Irauçuba	-	-	-	-	-	-	-
63	55	São José - Irauçuba	52,0	0,60 - ?	6,0 - ?	42,0 - ?	-	-	-
64	57	Coité - Irauçuba	60,0	1,25 - ?	-	-	-	-	7,2-?
65	66	Salgado - Irauçuba	-	-	-	-	-	-	-
66	68	São Joaquim - Irauçuba	-	-	-	-	-	-	-
67	69	Saco Verde - Irauçuba	-	-	-	-	-	-	-
68	71	Pedra Ferrada - Irauçuba	-	-	-	-	-	-	7,9-?
69	124	Cach. do Magela - Irauçuba	40,0	4,00 - ?	9,0 - ?	20,0 - ?	11-17-23 (1)	2.059,5 - ?	7,4-?
70	125	B. Jesus Camorim-Irauçuba	60,0	0,10 - ?	21,0 - ?	30,0 - ?	-	-	-
71	127	Cachoeira - Irauçuba	46,0	-	-	-	-	-	7,0-?
72	130	Passarinho - Irauçuba	-	-	-	-	-	-	7,1-?
73	131	Passarinho - Irauçuba	61,1	2,00 - ?	28,0 - ?	42,50 - ?	34,0 - 42,0	-	6,9-?
74	132	Passarinho - Irauçuba	40,0	-	-	-	-	-	7,0-?
75	133	Passarinho - Irauçuba	63,0	0,80 - ?	-	-	-	-	7,6-?
76	134	Gabriel - Irauçuba	45,0	4,00 - ?	7,0 - ?	22,0 - ?	6,5 - 21,0	-	-
77	140	Brito I - Irauçuba	110,0	2,00 - ?	13,0 - ?	69,0 - ?	38 - 69 - 77	-	-
78	157	Faz. Ludu - Miraima	60,0	-	5,0 - ?	-	-	6.804,3 - ?	-
79	164	Costa - Irauçuba	66,0	-	-	-	-	-	7,4-?
80	169	Cacimba Salgada-Irauçuba	25,40	2,40 - ?	3,0 - ?	19,0 - ?	-	-	-
81	171	Boa Vista - Irauçuba	67,0	3,00 - ?	4,5 - ?	49,50 - ?	39,0 - 63,0	-	7,1-?

Tabela 3.3 – Poços tubulares da Unidade Ngr.

NUM.	REFER. CAD.	LOCAL	PROF. (m)	Q - DATA (m <sup>3</sup> /h)	NE (m) DATA	ND (m) DATA	EA - PROF. (m)	STD - DATA (mg/l)	pH DATA
82	08	Poço da Onça - Miraima	63,0	-	-	-	-	-	-
83	09	Poço da Onça - Miraima	-	1,00 - ?	2,45 - ?	-	-	-	7,7-?
84	11	Poço da Onça - Miraima	60,0	-	-	-	-	-	7,5-?
85	15	Riachão - Miraima	48,0	1,10 - ?	1,50 - ?	39,00 - ?	26,0 - 42,0	-	-
86	23	Missi - Irauçuba	35,9	4,00 - ?	8,00 - ?	23,00 - ?	-	1.577,2 - ?	7,5-?
87	24	Missi - Irauçuba	80,0	-	-	-	-	-	-
88	31	Bueno - Irauçuba	78,2	0,32 - ?	-	-	-	-	-
89	32	Poço da Onça - Irauçuba	61,0	3,20 - ?	11,0 - ?	52,00 - ?	-	-	-
90	36	Vila Amador - Itapagé	78,0	0,20 - ?	-	-	-	-	-
91	38	São Joaquim - Itapagé	50,0	4,50 - ?	6,00 - ?	-	-	-	-
92	41	Lagoinha - Irauçuba	52,0	-	3,00 - ?	-	-	-	-
93	44	Moco - Irauçuba	60,0	-	-	-	-	-	-
94	60	Maritacaca - Itapagé	-	-	-	-	-	-	-
95	61	Chapada - Itapagé	60,2	1,10 - ?	4,50 - ?	48,00 - ?	-	-	-
96	62	Maritacaca - Itapagé	45,0	1,20 - ?	1,50 - ?	29,00 - ?	-	-	-
97	65	Barreiras - Irauçuba	60,0	-	-	-	-	-	-
98	67	Campinas - Irauçuba	-	-	-	-	-	-	-
99	73	Sede - Uruburetama	-	-	-	-	-	-	-
100	74	Sede - Uruburetama	-	-	-	-	-	2.285,8 - ?	-
101	76	Sede - Uruburetama	-	-	-	-	-	-	-
102	77	Jenipapo - Itapipoca	66,0	0,35 - ?	-	-	-	-	-
103	79	Jenipapo - Itapipoca	53,7	1,70 - ?	8,00 - ?	42,00 - ?	-	-	-
104	80	Jenipapo - Itapipoca	78,0	0,10 - ?	5,50 - ?	69,00 - ?	-	-	-
105	81	Olho D'Água - Itapipoca	80,0	-	-	-	-	-	-

Tabela 3.3 – Poços tubulares da Unidade Ngr (continuação).

NUM	REFER. CAD.	LOCAL	PROF. (m)	Q - DATA (m <sup>3</sup> /h)	NE (m) DATA	ND (m) DATA	EA - PROF. (m)	STD - DATA (mg / l)	pH DATA
106	82	São Miguel - Itapagé	75,0	-	-	-	-	-	-
107	83	Areia - Itapagé	60,0	-	-	-	-	-	-
108	84	Sede - Itapagé	70,0	-	9,40	-	-	-	6,9-?
109	85	Sede - Itapagé	60,0	-	-	-	-	-	-
110	86	Bombas - Itapagé	60,0	-	-	-	-	-	-
111	108	Oratório - Tejuçuoca	52,0	-	-	-	-	-	-
112	109	Campinas - Irauçuba	61,0	0,80 - ?	4,70 - ?	47,30 - ?	-	-	-
113	111	Sede - Itapagé	-	-	-	-	-	-	-
114	112	Sede - Itapagé	28,0	1,00 - ?	8,00 - ?	20,00 - ?	13,2 - 25,0	-	-
115	113	Sede - Itapagé	64,0	0,40 - ?	4,00 - ?	48,00 - ?	-	-	-
116	114	Sede - Itapagé	-	-	-	-	-	-	-
117	115	São Joaquim - Irauçuba	40,0	1,50 - ?	7,00 - ?	-	-	-	-
118	116	Carnaúba - Irauçuba	-	-	6,00 - ?	18,00 - ?	-	979,9 - ?	-
119	117	Carnaúba - Irauçuba	-	-	6,90 - ?	-	-	2.896,7 - ?	-
120	118	Mulungu - Itapagé	54,0	0,90 - ?	17,00 - ?	42,00 - ?	-	-	-
121	119	Mulungu - Itapagé	65,0	-	-	-	-	-	7,4 - ?
122	121	Aconchego - Irauçuba	61,0	2,0 - ?	7,10 - ?	41,20 - ?	26,0 - 54,0	-	7,9-?
123	122	Morro da Graça - Irauçuba	80,0	-	-	-	-	1.895,3 - ?	7,5-?
124	123	Monte Formoso - Irauçuba	79,0	3,90 - ?	10,70 - ?	-	18 - 40 - 75	-	-
125	159	Faz. Carnaúba - Miráima	60,0	-	-	-	-	558,4 - ?	7,85-?

Tabela 3.4 Fontes da Unidade Ngr.

NUM	REFER. CAD	LOCAL	Q - DATA (m <sup>3</sup> /h)	COTA (m)	STD - DATA (mg / l)	CE	pH
126	01	Assunção - Itapipoca	-	-	-	344	8,1
127	03	Patos - Itapipoca	-	-	-	210	7,1
128	05	Lamarão - Itapipoca	-	-	-	106	6,3
129	21	São Felipe - Itapipoca	-	-	-	297	7,8
130	26	Glória - Uruburetama	-	-	-	240	8,5
131	51	Timbaúba - Irauçuba	-	-	-	70	7,8
132	52	Jardim - Itapagé	-	-	-	312	-
133	63	Paraíso - Uruburetamo	-	-	-	146	8,3
134	64	Retiro - Uruburetama	-	-	-	104	6,0
135	72	Olhos D'Água - Itapagé	-	-	-	214	7,8
136	75	Cacimbinha - Irauçuba	-	-	-	224	7,3

dos referentes à profundidade, 61,6% apresentam dados incompletos variados e apenas 1,6% dos poços apresentam dados completos. Além disto, excluindo os parâmetros físicos (profundidade e entrada d'água) todos os outros são parâmetros temporais, ou seja, variam no tempo e precisariam estar vinculados a uma data, coisa que não ocorre. Por outro lado, ainda deve ser considerada a imprecisão dos dados registrados, geralmente feita por sondadores ou encarregados de perfuração, muitas vezes sem o suporte técnico necessário.

### 3.5 Tratamento dos Dados

Apesar da baixíssima consistência dos dados disponíveis, foram realizadas, de forma simplista, algumas análises com o propósito, apenas, de veri-

ficar a forma de distribuição de alguns parâmetros e a existência de correlações entre eles.

### Vazões

Com base na análise dos histogramas da figura 3.1, podem ser tecidos as seguintes considerações:

A distribuição de vazões, claramente visível na figura 3.1d, é do tipo lognormal, como já citado por Manoel Filho (1994) para o Cristalino semi-árido. Logo, não faz o menor sentido se falar em vazões médias.

As vazões mais frequentes, a exemplo do que ocorre generalizadamente no Cristalino do Nordeste, oscila entre 1,0 e 2,0m<sup>3</sup>/h.

Aparentemente o domínio geológico Pce apresenta uma vazão mediana um pouco maior, provavelmente em função de uma concentração de poços

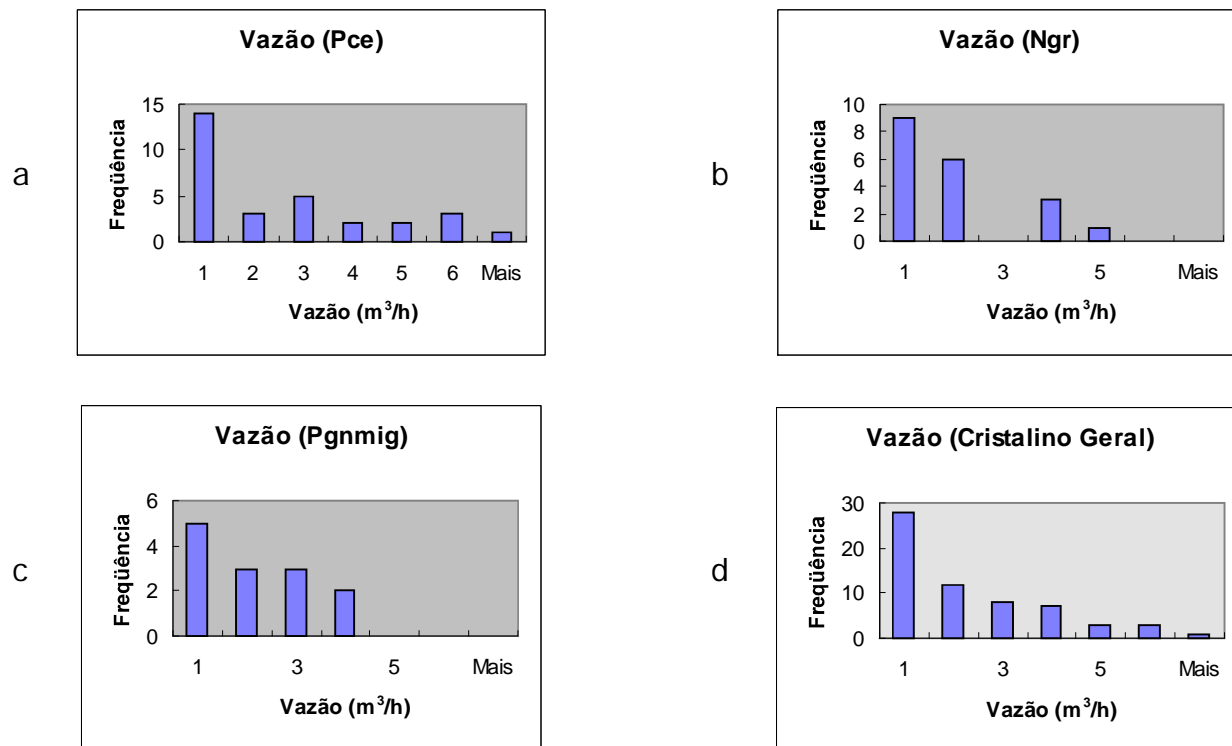


Figura 3.1 – Distribuição de vazões.

com vazões mais elevadas localizada na porção sudoeste da folha. Esse fato não dá subsídios suficientes para se afirmar que o domínio Pce é mais produtivo, mas indica a necessidade de estudar esta área específica com um detalhe muito maior.

Com base nos dados disponíveis foram feitas tentativas de correlações da vazão com os principais parâmetros hidráulicos disponíveis, nível estático (NE), nível dinâmico (ND), rebaixamento (S) e entradas d'água (EA). A seguir, serão apresentados e discutidos os resultados alcançados, que mostram a inexistência de correlações estatisticamente expressivas. A relação da vazão com os níveis hidráulicos para toda a área do Cristalino da Folha Irauçuba, apresentada na figura 3.2, mostra coeficientes de correlação muito baixos e negativos (Vazão X NE = - 0,32 e Vazão X ND = - 0,57). Mesmo assim, é sugestivo que as maiores vazões estão associadas a níveis de água nos poços menos profundos, fato já observado empiricamente.

As figuras 3.3 e 3.4, respectivamente, mostram as relações vazão X nível estático (NE) e vazão X nível dinâmico (ND) considerando-se cada domínio geológico existente. A exemplo da relação anterior, os coeficientes de correlação entre a vazão e o nível estático (NE) são muito baixos (Pce = - 0,67; Ngr = 0,30 e Pgnmig = - 0,44), com correlações negati-

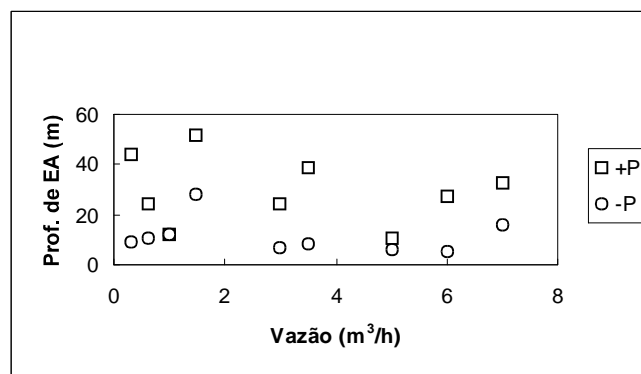


Figura 3.2 – Vazão X Níveis Hidráulicos (NH).

vas para o Pce e Pgnmig e correlação positiva para o Ngr. Com base no trabalho de Honyk (1979), a produção do poço estaria correlacionada, de forma direta, à espessura estática saturada (EES), logo, uma correlação positiva entre a vazão e o nível estático (NE) não faria sentido. As relações entre a vazão e o nível dinâmico (ND) também apresentam coeficientes baixos e negativos (Pce = - 0,72; Ngr = - 0,40 e Pgnmig = - 0,40).

Considerando-se que, no nível de conhecimento atual sobre a hidráulica dos meios fissurados, a produção do poço está ligada diretamente com a



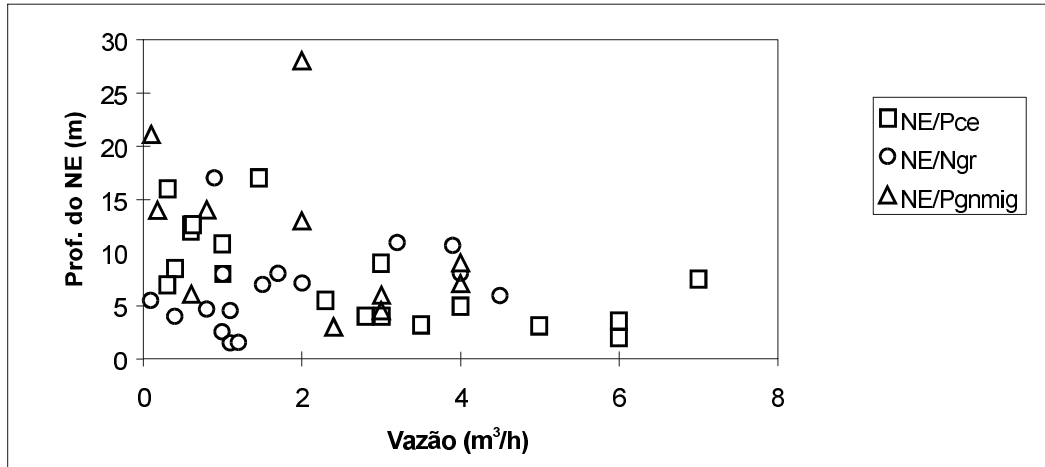


Figura 3.3 – Vazão X Nível Estático (NE).

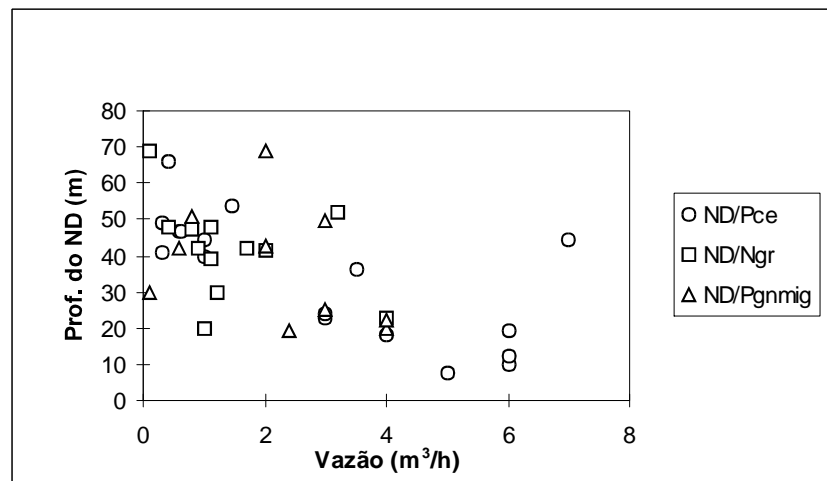


Figura 3.4 – Vazão X Nível Dinâmico (ND).

coluna d'água existente dentro dele é de se esperar correlações negativas entre a vazão e os níveis hidráulicos, logo, os melhores índices de correlação obtidos no domínio Pce indicam apenas uma maior consistência dos dados dos poços existentes neste contexto geológico.

Confirmando o que foi exposto no item anterior, na figura 3.5 é apresentada a relação entre vazão e rebaixamento, mostrando uma baixa correlação negativa (- 0,48) entre estes dois parâmetros.

As relações entre vazão e entrada d'água (EA), considerando a entrada d'água (EA) mais profunda (+P) e a entrada d'água (EA) menos profunda (-P) mostram coeficientes de correlação extremamente baixos e negativos (+P = - 0,19 e -P = - 0,23) conforme pode ser visualizado no gráfico da figura 3.6. Uma correlação negativa entre estes parâmetros indicaria que vazões maiores estariam associadas a fendas e fraturas mais rasas que, se por um lado

iria ao encontro da teoria clássica do fechamento da fratura com a profundidade, por outro lado nunca foi verificado na prática.

Também foi verificada a relação entre a vazão e o número de entradas d'água (EA's), apresentada na figura 3.7. Embora com um baixo índice de correlação (0,55), esta relação, como não poderia deixar de ser, mostra claramente que a vazão aumenta com o número de EA's existentes, já que cada fenda tem sua contribuição para a vazão total do poço.

### Nível Estático

A distribuição dos níveis estáticos do Cristalino da Folha Irauçuba pode ser analisada com base nos histogramas apresentados na figura 3.8. Assim, é possível se fazer as seguintes considerações:

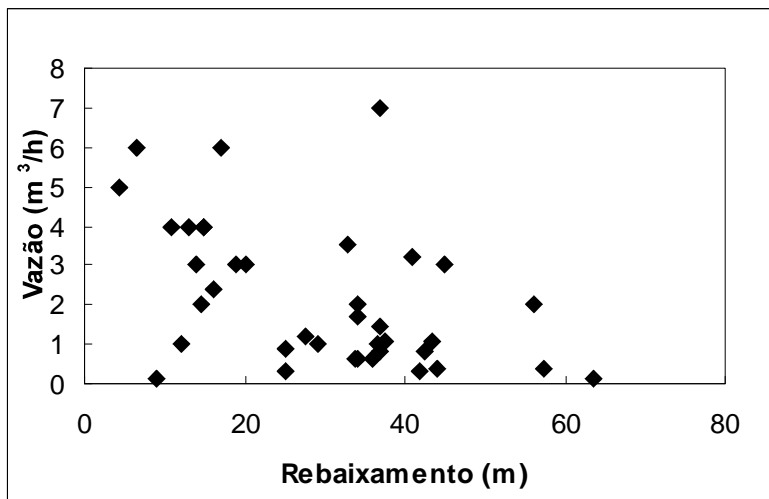


Figura 3.5 – Vazão X Rebaixamento.

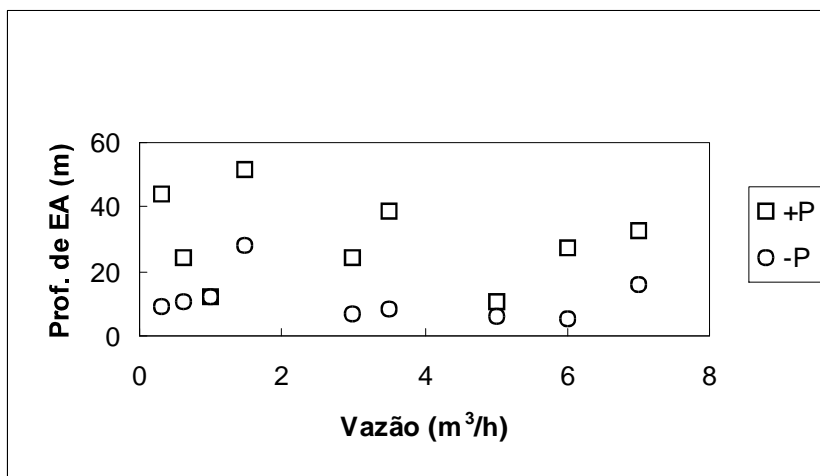


Figura 3.6 – Vazão X Entrada d'Água.

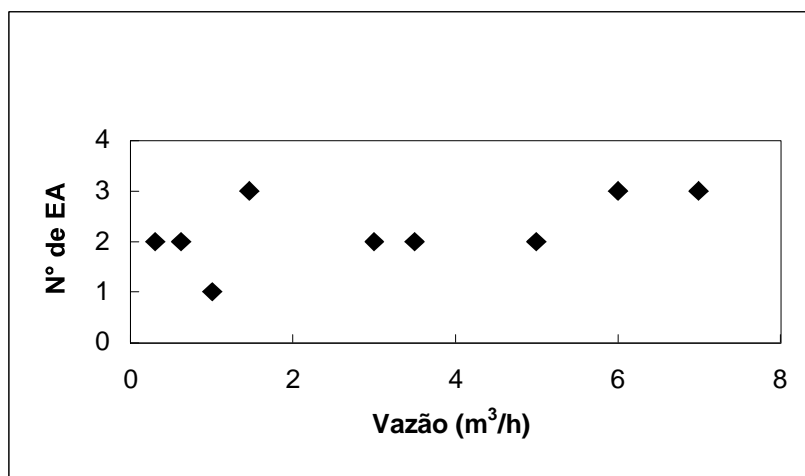


Figura 3.7 – Vazão X Número de Entrada d'Água (EA).

Os níveis estáticos mais frequentes na região de Irauçuba oscilam entre 5 e 10m.

A exemplo das vazões, a distribuição do nível estático (NE) tem tendência para lognormal, logo não faz sentido se referir às médias. Os níveis estáticos mais profundos encontram-se entre 25 e 30m.

Praticamente não existem diferenças, quanto à profundidade do NE, entre os diversos domínios geológicos, excetuando-se uma leve tendência do Pgnmig para níveis mais profundos (25 a 30m).

As relações entre nível estático (NE) e entradas d'água (EA's) (+P e -P), apresentadas na figura 3.9, mostram que não existe praticamente nenhuma vinculação entre o nível estático e a entrada d'água mais profunda (coeficiente de correlação = 0,21) enquanto que, mesmo com um coeficiente de correlação ainda muito baixo (0,49), parece existir uma tendência sutil para uma relação direta entre a entrada d'água menos profunda e o NE. Muito embora este resultado, nenhuma observação empírica sobre esta relação foi observada pelos técnicos que trabalham diretamente com a perfuração de poços no cristalino, nem citada até agora na bibliografia. O mais sensato, já que ainda não existe nenhuma

explicação plausível para esta relação e em função do nível elevado de inconsistência dos dados utilizados, é não considerá-la.

### Nível Dinâmico

Da mesma forma que para os níveis estáticos, a distribuição de níveis dinâmicos do cristalino da região de Irauçuba pode ser analisada através dos histogramas de frequência apresentados na figura 3.10. Com base nestes histogramas é possível tecer as seguintes considerações:

Os níveis dinâmicos mais frequentes oscilam entre 40 e 50m.

O domínio geológico Pce, aparentemente, apresenta uma maior frequência de níveis dinâmicos mais rasos, com alguns inferiores a 10m.

No geral, a distribuição dos níveis dinâmicos não se aproxima de nenhum modelo usual, normalmente encontrado na estatística, parecendo ser aleatória.

### Entradas d'Água

Da mesma forma como feito para os outros parâmetros, foram construídos histogramas de distribui-

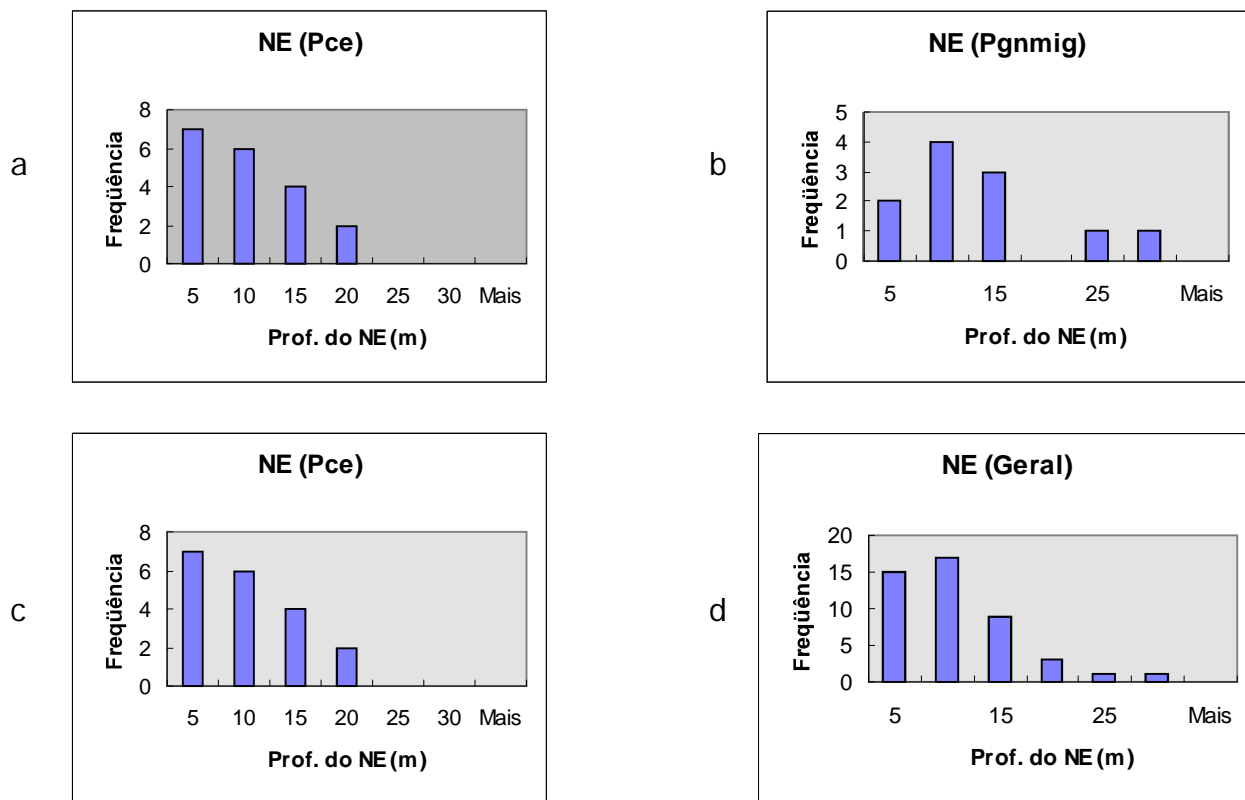


Figura 3.8 – Distribuição dos níveis estáticos.

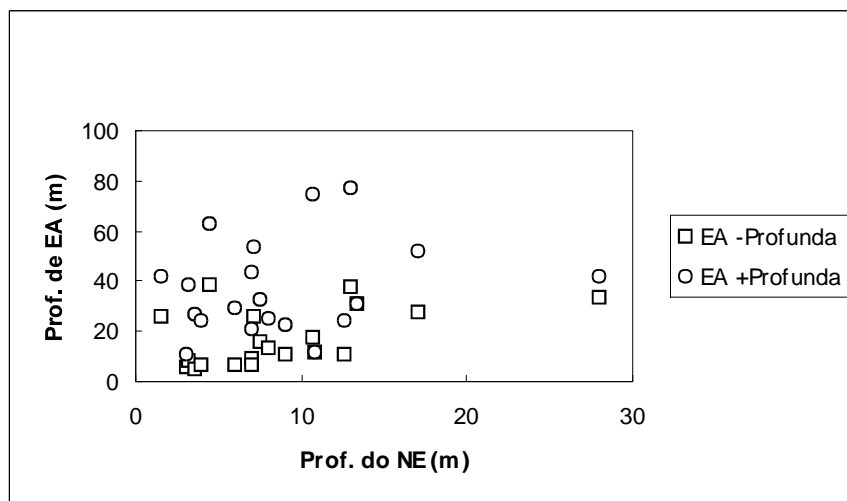


Figura 3.9 – Nível Estático (NE) X Entrada d'Água (EA).

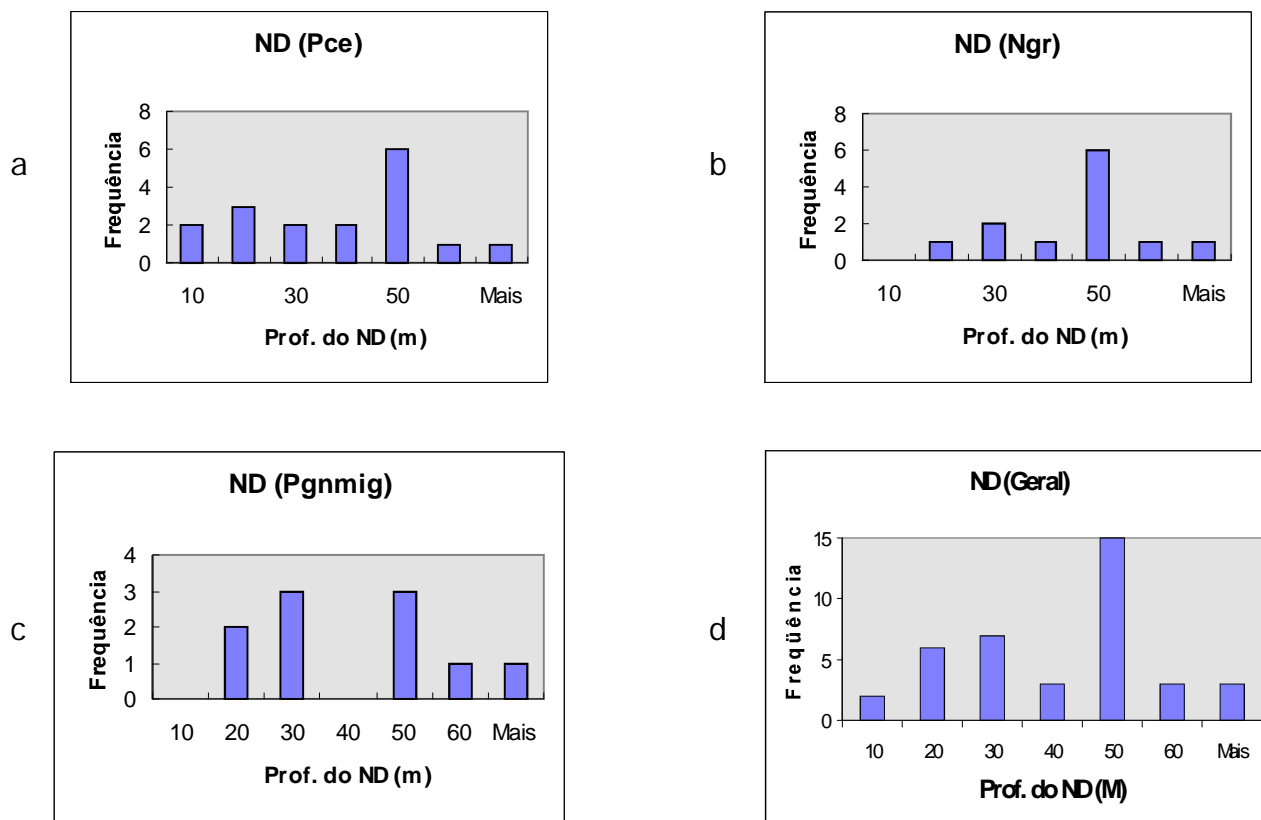


Figura 3.10 – Distribuição dos níveis dinâmicos (ND).

ção de freqüência para a profundidade, considerando-se a mais profunda e a menos profunda e o número de entradas d'água, os quais são apresentados na figura 3.11 e cuja análise permite que se façam as seguintes considerações:

Conforme já evidenciado anteriormente e confirmando uma regra geral para o Cristalino semi-árido, poços com 60m de profundidade, a profundidade máxima mais freqüente das entradas d'água oscila entre 20 e 30m.

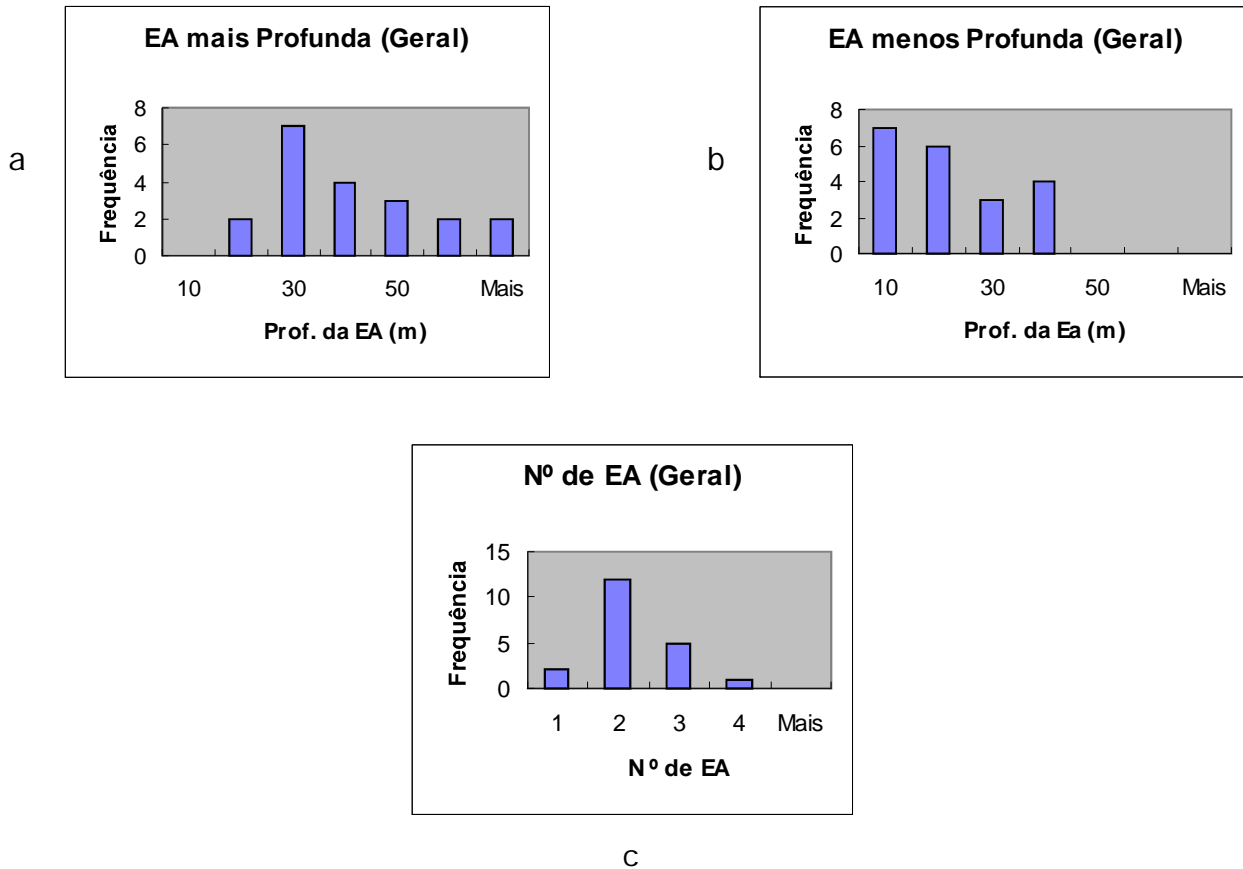


Figura 3.11 – Distribuição da profundidade e número das entradas d'água (EA).

A profundidade mínima mais freqüente das entradas d'água oscila entre 0 e 10m.

O número mais freqüente de entradas d'água encontradas num poço é 2. Tanto as profundidades, mínima e máxima, como o número de entradas d'água tendem, de forma sutil, para uma distribuição lognormal.

De acordo com os dados disponíveis, não foram detectadas, na Folha Irauçuba, profundidades máximas inferiores a 10m e mínimas superiores a 40m para fraturas produtoras.

De todas as tentativas de correlação realizadas a mais expressiva foi a partir da relação do nível dinâmico com a profundidade das entradas d'água (+P e -P), a qual é mostrada no gráfico que representa a figura 3.12. Esta relação, além de apresentar coeficientes de correlação já aceitáveis, em contraposição aos aqui encontrados ( $EA -P = 0,74$  e  $EA +P = 0,73$ ), vem ao encontro das considerações de Feitosa (1996), que observou, empiricamente, que os níveis dinâmicos dos poços no Cristalino tendem a se estabilizar, temporariamente, na fenda de maior produtividade.

### 3.6 Condicionantes Tectônicos e Estruturais

Conforme anteriormente citado, o estado do Ceará, está inserido numa região de terrenos cristalinos gnáissicos, cuja evolução se encaminha desde, provavelmente, o Paleoproterozóico. Assim, no âmbito da deformação rúptil, que é a responsável pela geração dos fraturamentos, ocorreram vários eventos deformacionais, sendo mais importantes aqueles após o Evento tectono-termal Brasiliano (500 Ma), que tiveram caráter, primeiramente atectônico e, posteriormente, de tectônica extensiva.

Os eventos atectônicos considerados compreendem compensação isostática, *uplift* e o colapso gravitacional do orógeno formado no Ciclo Brasiliano são, portanto, eventos tardi e pós-tectônicos, associados às intrusões graníticas e o diques ácidos. Na área da Folha Irauçuba foram reconhecidas estruturas (foliação  $Sn+2$ , *tension gashes* cortando  $Sn+1$ ) e litologias, (granitos Ngr, diques ácidos e veios tardios, não-mapeáveis na escala de trabalho) que são aqui associados a estes eventos atectônicos.

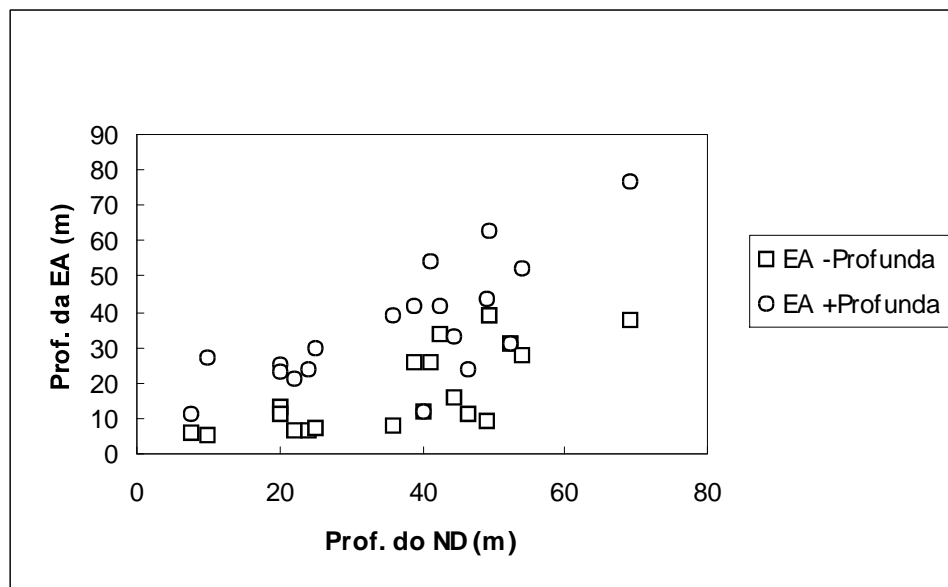


Figura 3.12 – Nível Dinâmico (ND) X Entrada d'Água (EA).

Assim, no âmbito da deformação rúptil, responsável pela geração de falhas, juntas e fraturas, de significativo interesse para captação de água subterrânea, aconteceram vários Eventos deformacionais, destacando-se, no entanto, aqueles relacionados aos pulsos mais tardios do evento tectono-termal Brasileiro (500Ma) e um domínio tectônico predominantemente extensivo, que remonta ao evento de abertura do oceano Atlântico, iniciado no Juro-Cretáceo e com reflexos até os dias de hoje. Suas principais características, em termos de estruturas, são os grandes lineamentos oceânicos E-W que ingressam no continente ou reativam falhas continentais de mesma direção, e, em termos litológicos, os diques e derrames de rochas básicas, a formação de bacias sedimentares trans-tensionais (Iguatu, Apodi, Araripe e as bacias da plataforma continental) e os corpos subplutônicos terciários, de caráter alcalino, encontrados, principalmente, próximo à faixa costeira e na região de Fortaleza - CE.

O estudo dos fraturamentos aplicados à hidrogeologia da Folha Irauçuba limitou-se aos aspectos descritivos e quantitativos, mais do que aos qualitativos. A metodologia consistiu na interpretação de diagramas de contorno e de rosetas de frequência dos pólos de fraturas e veios, com o auxílio do programa STERONET. As fraturas foram agrupadas por grandes unidades litológicas ou por afinidades estruturais, ficando assim distribuídas: as paraderivadas do sudeste; do noroeste e do oeste da folha; a unidade granodiorítica/granítica da serra de Uru-

buretama (Ngrd), a unidade de migmatitos ortoderivados (Pogn) e a unidade sob a influência da falha de Itapagé. Para o processamento das fraturas fotointerpretadas (3.343 fraturas) foi utilizado o *Software* GEOFRAT que permitiu a discretização das células de frequência de fraturas, que foram, posteriormente, visualizadas num mapa de contorno de frequência apresentado na figura 3.13. A partir deste mapa, a região norte-nordeste da Folha Irauçuba pode ser visualizada como a de maior grau de fraturamento.

Na análise total dos fraturamentos (445 medidas), nota-se uma concentração dos pólos de fraturas, com planos verticalizados segundo as direções E-W e N-S e, secundariamente, N75°W (figura 3.14a). A concentração dos pólos de veios (149 medidas - figura 3.14b) mostram planos verticalizados segundo as direções N35-40°W e N-S, com várias outras pequenas concentrações com direções diversas. A coincidência dos planos de direção N-S e N35°W de fraturas com os planos de veios sugere que tais fraturas sejam do tipo "fraturas de tensão".

A observação individual de cada unidade mostra algumas características importantes tais como: na Unidade Pgnmig as maiores concentrações de fraturas medidas foram nas direções N10°E e N10°W, com pouca concentração na direção E-W (figura 3.14c), enquanto que os veios (25 medidas), tiveram padrão semelhante ao diagrama total de veios; a Unidade Ngr tem padrões de distribuição de fraturas semelhante ao da contagem total, porém, há

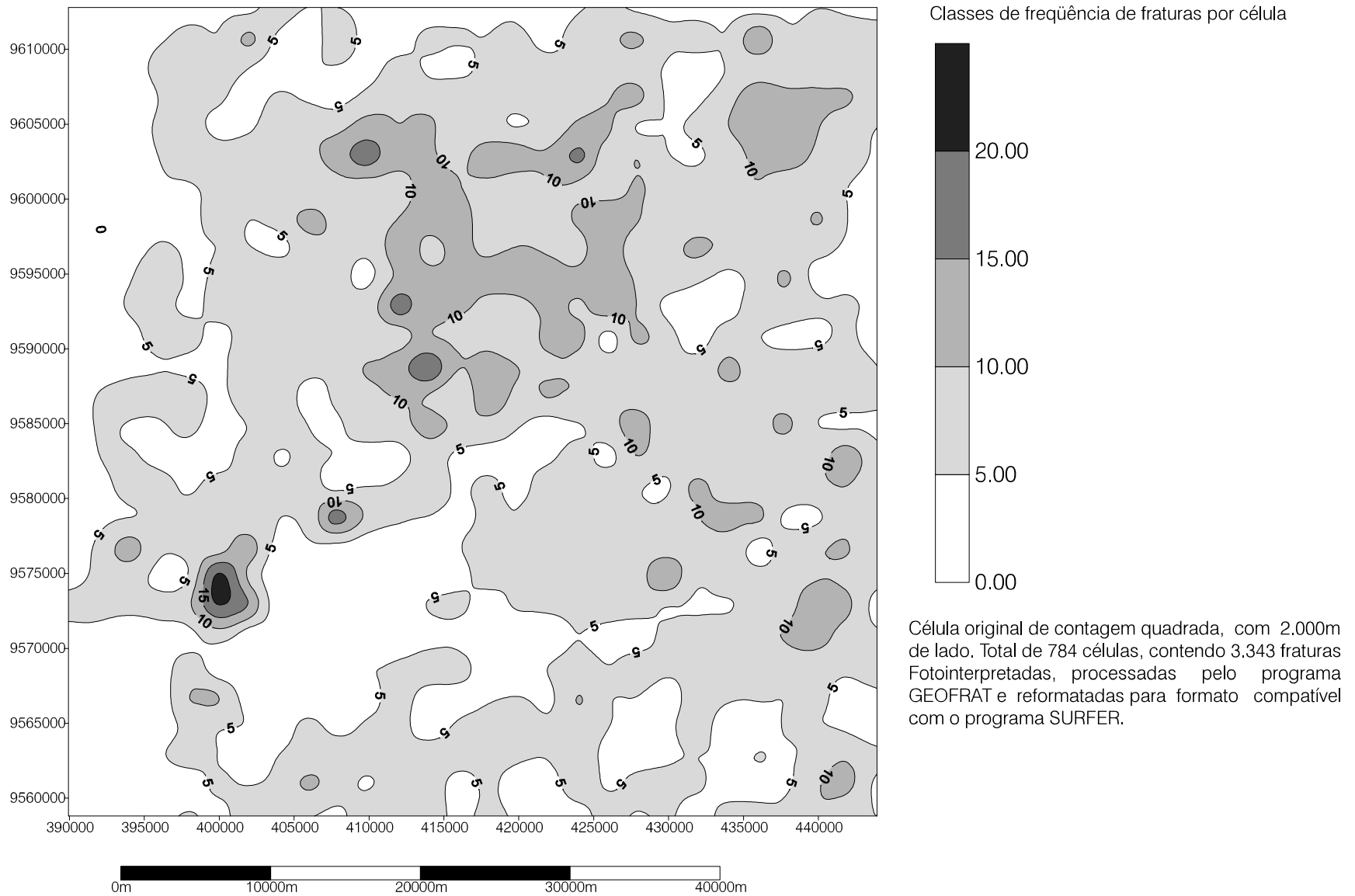
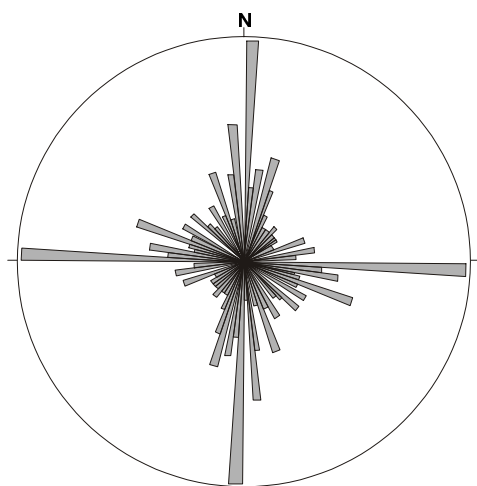
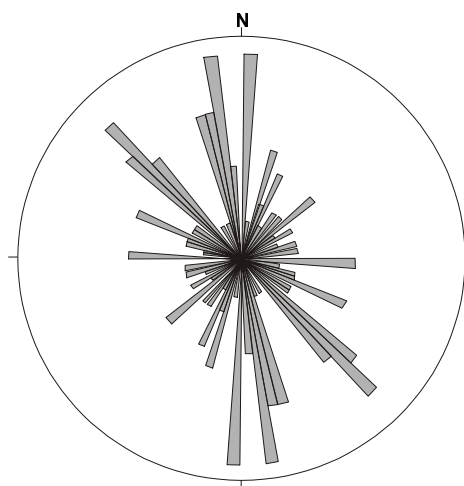


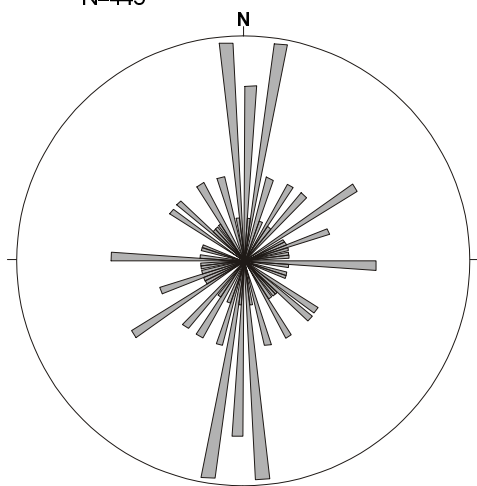
Figura 3.13 – Mapa de contorno de freqüência de fraturas fotointerpretadas.



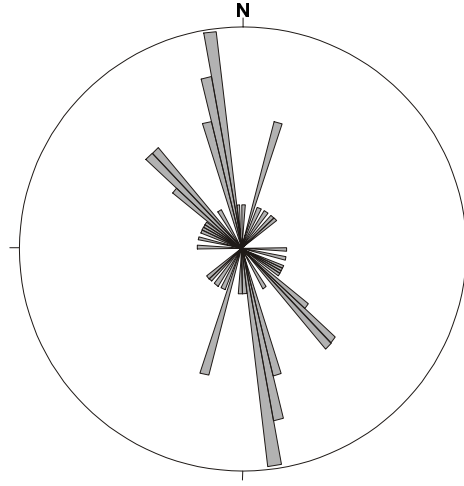
a - Fraturas das unidades Pce, Pmig, Ngr  
N=445



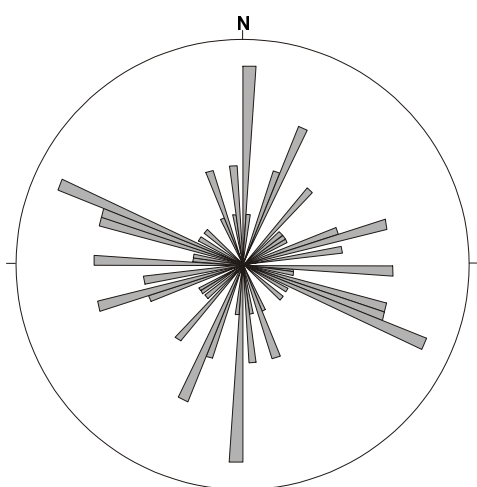
b - Veios das unidades Pce, Pgmig, Ngr  
N=149



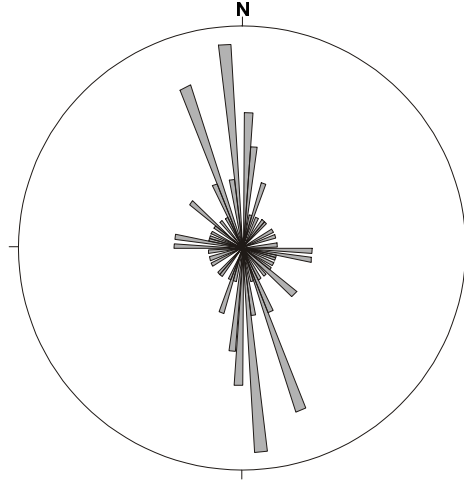
c - Fraturas das unidades Pgmig, Ngr  
N=51



d - Veios das unidades Ngr  
N=36



e - Veios das unidades Pce e parte sul de Pgmig  
N=45



f - Fraturas da zona de influência da falha de empurrão a sul de Itapagé  
N=46

Figura 3.14 - Diagramas de Roseta (N = número de medidas).



duas concentrações de veios (36 medidas), uma na direção N45°W e outra N15°W (figura 3.14d); o diagrama envolvendo as medidas de veios de todas as paraderivadas mais a parte sul da unidade Pgnmig (total de 45 medidas) mostra concentrações maiores nas direções N65°W e N25°E do que N-S (figura 3.14e); na região de influência da Falha de Itapagé não há concentração de fraturas na direção E-W (figura 3.14f), provavelmente por ser esta a região de maior grau de deformação durante o Evento Brasileiro e cuja direção de transporte foi N-S, inibindo assim o surgimento de fraturas.

Num segundo tipo de análise dos fraturamentos, considerou-se os lineamentos fotointerpretados, as drenagens, a morfologia geral e os poços profundos com vazões superiores a 0,80 m<sup>3</sup>/s.

Observou-se que os poços da região centro e norte da área, com vazões superiores a 2m<sup>3</sup>/s, encontram-se, preferencialmente, próximos a drenagens importantes ou a açudes médios, e, também, no cruzamento de lineamentos N40°W e N-S ou N15°W ou entre fraturas N20-40°E, N40°W e E-W. Na região oeste, os poços com vazões entre 4,0 e 7,0 m<sup>3</sup>/s encontram-se nos cruzamentos dos lineamentos de direção N45°E e N50°W ou N50°W com fraturas N35-40°E, raramente com fraturas E-W. Os lineamentos N40°W e N-S correspondem às concentrações de veios medidos nos diagramas de contorno e as direções N25-30°E constituem um dos principais conjuntos de fraturas medidas.

### 3.7 Balanço Hídrico

O balanço hídrico da região, segundo o método de Thornthwaite, está representado por município nos gráficos que compõe a figura 3.15 e os resultados obtidos estão resumidos na tabela 3.5.

Tabela 3.5 – Balanço hídrico.

Município	P (mm)	ETR (mm)	I + R (mm)
Itapipoca	1.073,8	687,8	286,1
Uruburetama	1.141,9	730,7	275,7
Itapagé	924,5	672,8	151,7
Irauçuba	503,6	473,5	0,0
Miraíma	630,7	558,4	0,0
Tejuçuoca	661,7	595,8	0,0

Nesta tabela, P é a precipitação anual média e ETR a evapotranspiração real anual, obtida a partir

da evapotranspiração potencial ETP. O excesso de água está representado por I + R, ou seja, este excesso divide-se em duas parcelas, uma que infiltra e que poderá constituir a recarga do suprimento de água subterrânea (I), e outra que representa o escoamento superficial (R), cujas magnitudes dependerão das feições topográficas e da constituição litológica/pedológica da região.

Para a obtenção destes valores foram utilizados os dados de precipitação e de temperaturas médias mensais, estimadas por regressão múltipla, fornecidos pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME.

Considerando as restrições impostas a cálculos desta natureza, pode-se estabelecer uma primeira aproximação para avaliação da ordem de grandeza da recarga dos sistemas aquíferos da região. Os resultados apresentados mostram que, em geral, a recarga é incipiente e concentrada em dois ou três meses do ano. Distingue-se uma diferença de comportamento nos municípios de Tejuçuoca, Miraíma e Irauçuba, onde a precipitação não é suficiente nem mesmo para preenchimento da capacidade de armazenamento do solo (CA), aqui considerada como sendo de 100mm, que é um valor médio entre os limites considerados para solos arenosos (50mm) e solos argilosos (200mm) (Castany, 1975). Vale ressaltar, entretanto, que este é um comportamento médio dentro da série de dados utilizada, não significando que nunca exista recarga, a qual pode ocorrer em anos de alta precipitação onde pode existir um saldo positivo de água.

### 3.8 Domínios Hidrogeológicos

O mapa hidrogeológico, apresentado anexo, foi concebido através da plotação de todos os dados pertinentes ao inventário de pontos sobre uma base geológica simplificada, onde os diversos tipos litológicos cartografados na região abrangida pela folha foram agrupados nas seguintes unidades: Complexo Gnáissico-Migmatítico (Pgnmig), abrangendo as rochas metaplutônicas pré-brasilianas; Complexo Ceará (Pce), compreendendo as supracrustais pré-brasilianas; Rochas Plutônicas Brasileiras (Ngr); e Coberturas Aluviais (Qal). O zoneamento de potencialidades teve por base apenas dois critérios principais para a ocorrência de água subterrânea:

- Condições de armazenamento.
- Condições de recarga.

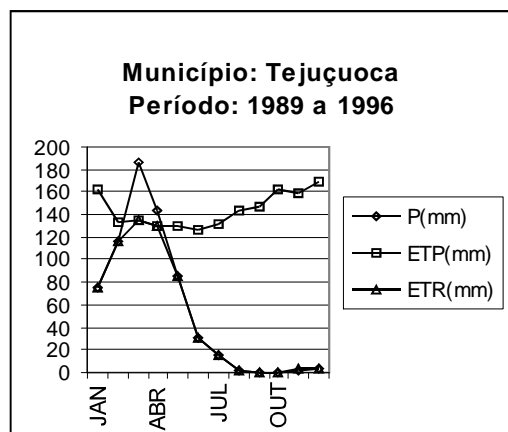
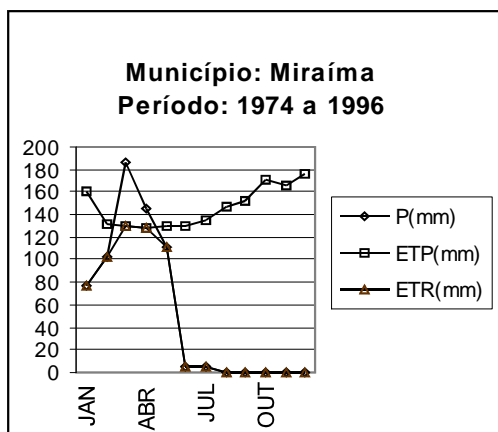
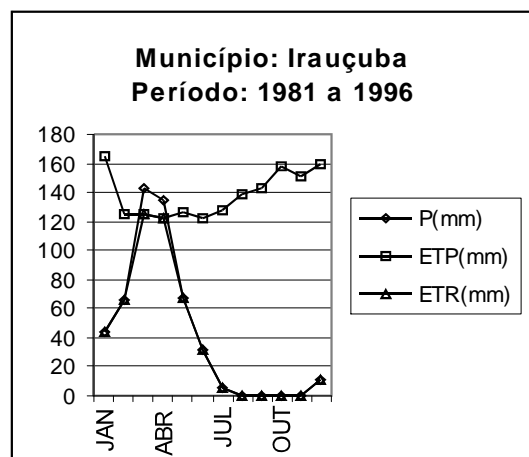
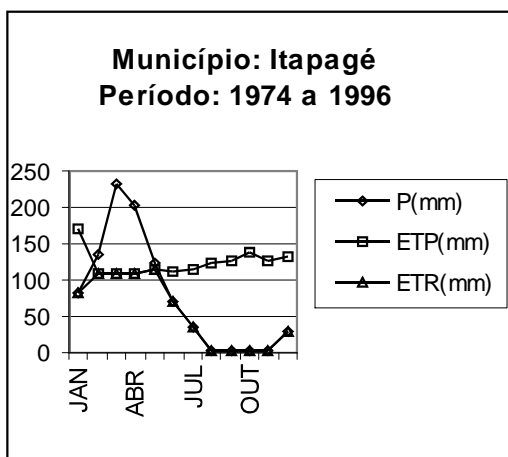
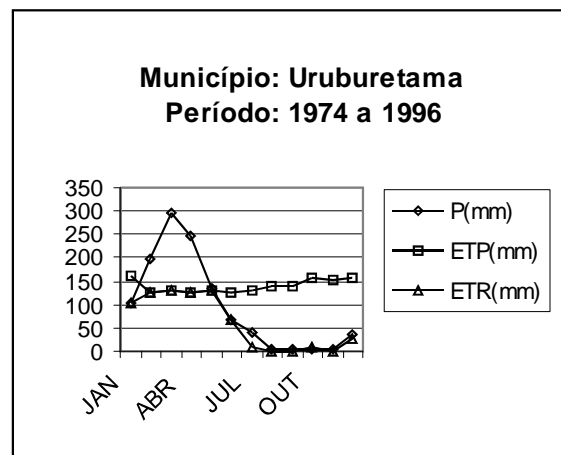
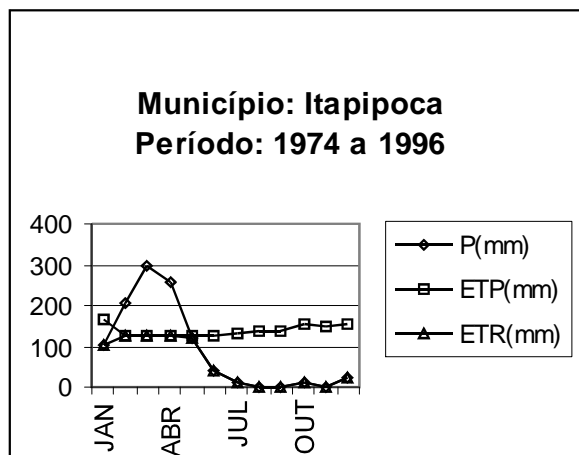


Figura 3.15 – Balanço hídrico dos municípios presentes na Folha Irauçuba.

As condições de armazenamento são vinculadas ao tipo litológico, considerando duas grandes classes: rochas sedimentares e rochas cristalinas. Na primeira os sedimentos clásticos assumem um papel de extrema importância, pois são os grandes armazenadores e fornecedores de água subterrânea, caracterizando os aquíferos, na sua concepção básica. Nas rochas cristalinas, o fator fundamental que caracteriza as condições de armazenamento é o grau de fraturamento.

As condições de recarga estão ligadas diretamente ao índice de infiltração a partir, principalmente, da precipitação pluviométrica e, subordinadamente, dos rios e espelhos d'água existentes. Assim, fatores como tipo e espessura de solos e coberturas, tipo e densidade de vegetação, nível de insolação etc., tornam-se pertinentes no dimensionamento das condições de recarga de uma determinada área.

Com base nas condições de armazenamento, inicialmente foram separados na Folha Irauçuba dois grandes grupos, caracterizados pelas rochas sedimentares, representadas apenas pelas aluviões quaternárias que ocorrem margeando os rios Aracatiaçu e Caxitoré, no extremo-noroeste e sudeste da folha, respectivamente, e pelas rochas cristalinas, representadas pelos contextos geológicos Pce, Ngr e Pgnmig, como descrito na parte referente à geologia. Embora com um mínimo de informações sobre estes depósitos aluvionares, em função de suas próprias características de armazenamento de água subterrânea em comparação com as rochas cristalinas, foi possível caracterizá-los como a ocorrência de maior potencial hídrico subterrâneo existente na folha.

Em seguida, com base nas condições de recarga, considerando, apenas e exclusivamente o grau de fraturamento (perceptível em aerofotos), evidenciado na figura 3.13, e as variações do índice de precipitação da região, conjugadas aos cálculos do balanço hídrico, as rochas cristalinas foram divididas em dois grupos, classificados, qualitativamente, como de muito baixo potencial, representado pelos domínios geológicos Pce e Pgnmig, associados a morfologias rebaixadas, e de baixo potencial, representado pelo domínio geológico Ngr, associado a morfologias elevadas (maciços residuais).

### 3.9 Qualidade da Água

Durante a etapa de campo correspondente ao inventário de pontos d'água foram coletadas 22 amostras de água, sendo 14 em poços tubulares, 7 em poços escavados e 1 em fonte natural. Estas amostras foram encaminhadas ao laboratório central da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, para a realização de análises físico-químicas completas, cujos resultados estão resumidos na tabela 3.6. Estes resultados mostram-se, de certa forma, inconsistentes, já que os cálculos de balanço iônico realizados revelaram que 63,6% das análises apresentam um nível de erro acima de 10%, limite máximo admissível. Por outro lado a distribuição dos pontos amostrados não caracteriza uma boa população em termos de distribuição espacial.

A interpretação das análises físico-químicas foi baseada na classificação da água quanto a suas características iônicas, potabilidade e para irrigação. A classificação iônica foi feita com o auxílio do diagrama de Piper, que definiu as classes e tipos predominantes, diferenciando poços tubulares, poços escavados e fonte, como apresentado na figura 3.16. Os resultados mostram uma significativa predominância das águas cloretadas, principalmente as sódicas, conforme pode ser visualizado no histograma de frequência da figura 3.17.

A classificação quanto à potabilidade foi feita utilizando como base o diagrama de Shoeller & Berkloff, também diferenciando poços tubulares e poços escavados e fonte, conforme é apresentado respectivamente nas figuras 3.18 e 3.19. Os resultados mostram que apenas três amostras, referentes a poços tubulares, e cinco, referentes a poços escavados e fonte, apresentam boa potabilidade.

A classificação da água para a irrigação foi feita tomando-se como base o diagrama do *U. S. Sanility Laboratory*, que relaciona a condutividade elétrica da água a 25°C com a razão de adsorção de sódio (RAS), conforme pode ser apreciado na figura 3.20. Os resultados podem ser visualizados com mais clareza no histograma de frequência da figura 3.21, que mostra uma dispersão das amostras pelas diversas classes existentes, fato que caracteriza bem a anisotropia das rochas cristalinas.

Tabela 3.6 – Resultados das análises químicas.

Nº do Poço	12	23	24	25	26	51	74	123	124	129	131
Tipo de Poço	E	T	T	E	T	F	T	T	T	T	T
Ca	22,4	532	6,4	20,0	13,9	2,4	296,0	312,0	46,4	54,4	96
Mg	9,6	12,0	6,2	15,8	6,2	5,3	74,4	117,6	47,5	236,1	115,2
Na	82,0	240	23,0	69,0	42,0	21,0	500,0	534,0	300	420,0	510,0
K	10,0	9,0	1,0	5,0	2,0	2,0	14,0	20,0	17,0	38,8	23,0
Cl	126,0	97,0	20,0	89,0	24,0	16,0	955,0	1.660	322	960,0	1.060
HCO <sub>3</sub>	142,0	17,0	8,0	50,0	2,0	14,0	66,0	124,0	206	120,0	188,0
SO <sub>4</sub>	23,0	668,8	5,4	10,3	13,6	7,7	375,3	125,7	36,1	47,7	49,1
NO <sub>3</sub>	2,2	1,0	3,3	1,6	1,3	1,9	3,6	2,8	4,0	15,2	17,6
Fe	0,57	0,19	0,36	0,16	0,45	0,33	0,1	0,19	0,24	0,1	0,16
Mn	0,02	0,09	0,06	0,03	0,02	0,03	0,86	0,02	0,03	0,04	0,03
Ox, Cons,	9,7	1,3	1,1	2,0	5,3	1,3	3,5	7,7	2,28	5,3	5,8
NO <sub>2</sub>	-	-	0,0	-	-	1,3	0,5	0,31	0,48	3,6	0,36
NH <sub>3</sub>	0,05	0,1	0,1	0,1	0,05	0,07	0,1	0,07	0,05	0,05	0,1
STD	344	1.789	59	279	100	43,2	2.016	3.192	989	2.070	2.364
Dureza	96	1.380	42	116	66	28	1.050	1.270	314	1.120	720
C. Elétrica*	574	2.982	98	465	167	72	3.360	5.320	1.648	3.450	3.940
pH	9,04	7,81	7,28	7,83	9,78	8,48	8,06	8,08	8,36	8,31	8,27

\*µS/cm E - Escavado, T - Tubular, F - Fonte.

Tabela 3.6 – Resultados das análises químicas (continuação).

Nº do Poço	133	146	147	158	164	165	166	166a	168	169	170
Tipo de Poço	T	T	T	T	T	T	E	E	E	E	E
Ca	27,2	112,0	148,0	76,8	672,0	41,6	64,0	82,4	24,8	56,0	34,8
Mg	59,5	72,0	98,4	44,6	235,0	29,8	40,8	89,7	17,7	28,8	20,2
Na	444	456,0	384,0	340,0	912,0	23,0	224,0	330,0	62,0	140,0	116,0
K	30,0	7,0	6,0	13,0	27,0	9,0	10,0	14,0	14,0	10,0	11,0
Cl	668	894,0	704,0	410,0	4,7	216,0	322,0	452,0	69,0	208,0	177,0
HCO <sub>3</sub>	102	130,0	142,0	210,0	146,0	64,0	94,0	230,0	77,0	8,0	65,0
SO <sub>4</sub>	58,3	66,9	61,7	92,1	53,6	168,2	31,4	65,0	25,0	61,7	56,6
NO <sub>3</sub>	45,6	130,0	2,6	39,6	3,2	5,4	3,3	4,9	1,3	2,6	1,3
Fe	0,05	0,13	0,21	0,33	0,05	0,13	0,13	0,13	0,19	0,21	0,36
Mn	0,02	0,03	0,01	0,06	0,38	0,02	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03
Ox, Cons,	4,6	3,7	4,8	5,2	8,4	400,0	9,0	3,0	4,7	4,2	5,9
NO <sub>2</sub>	0,2	5,8	-	0,8	5,0	1,2	0,04	0,48	-	0,0	-
NH <sub>3</sub>	0,1	0,1	0,07	0,1	0,1	0,05	0,05	0,07	0,07	0,1	0,05
STD	1.620	1.896	1.554	1.404	6.774	842	811	1.248	280	707	558
Dureza	316	580	780	378	2.660	228	330	580	136	260	170
C. Elétrica*	2.700	3.160	2.590	2.340	11.290	1.401	1.351	2.080	467	1.179	930
pH	8,71	7,98	8,08	8,38	7,93	8,23	8,53	8,22	8,69	8,07	8,66

\*µS/cm

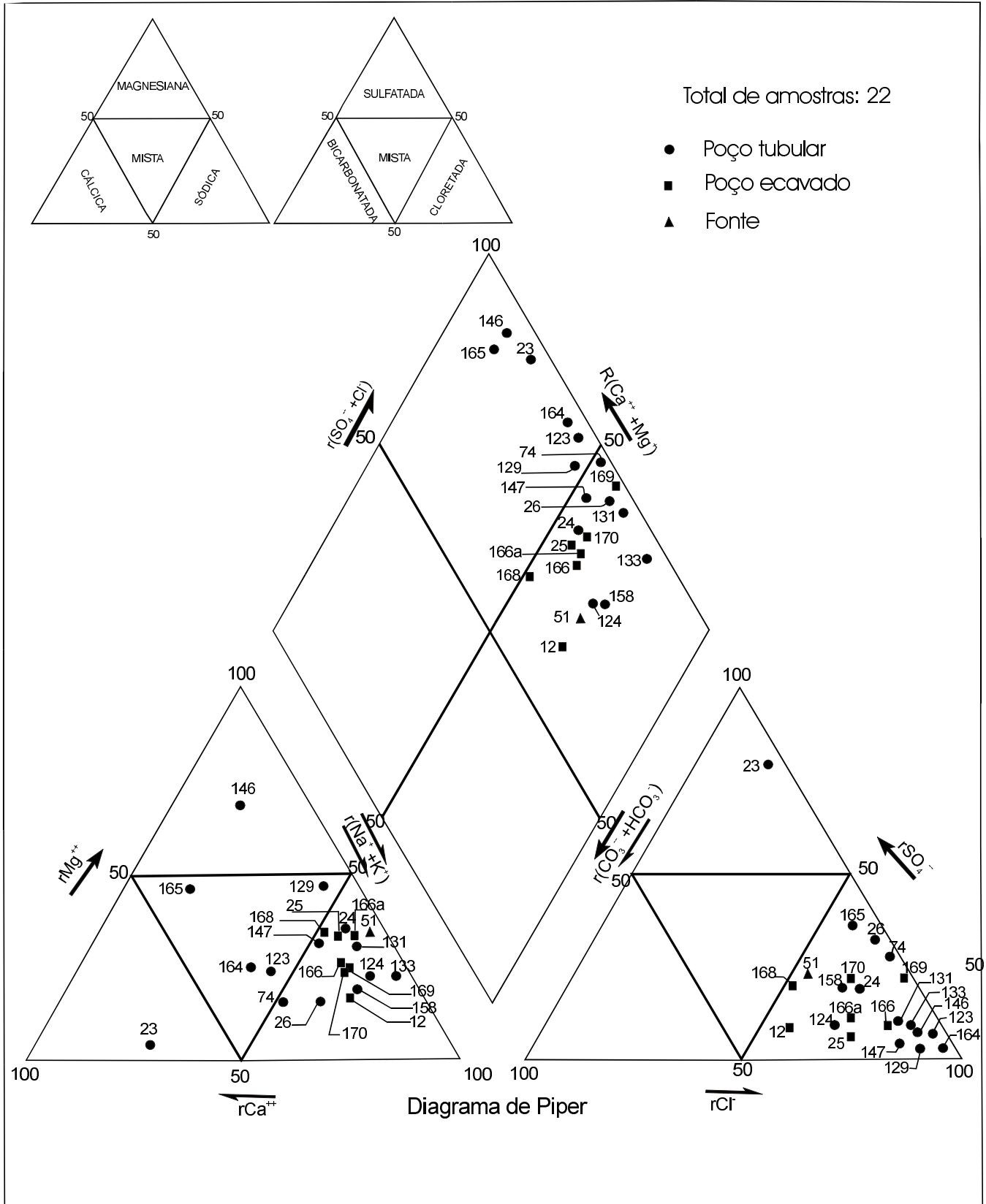


Figura 3.16 – Fácies químicas das águas subterrâneas.

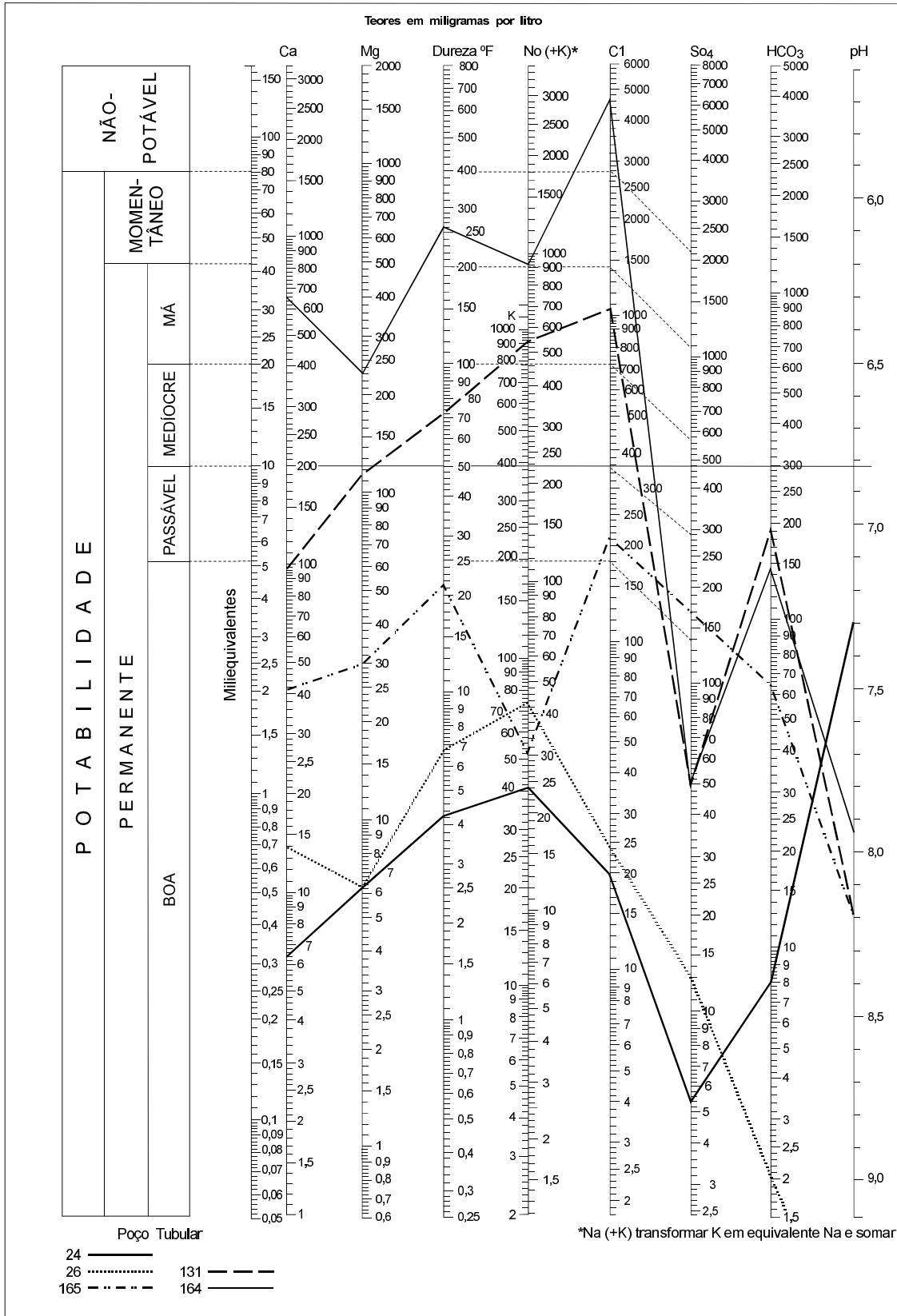


Figura 3.17 – Potabilidade das águas subterrâneas.

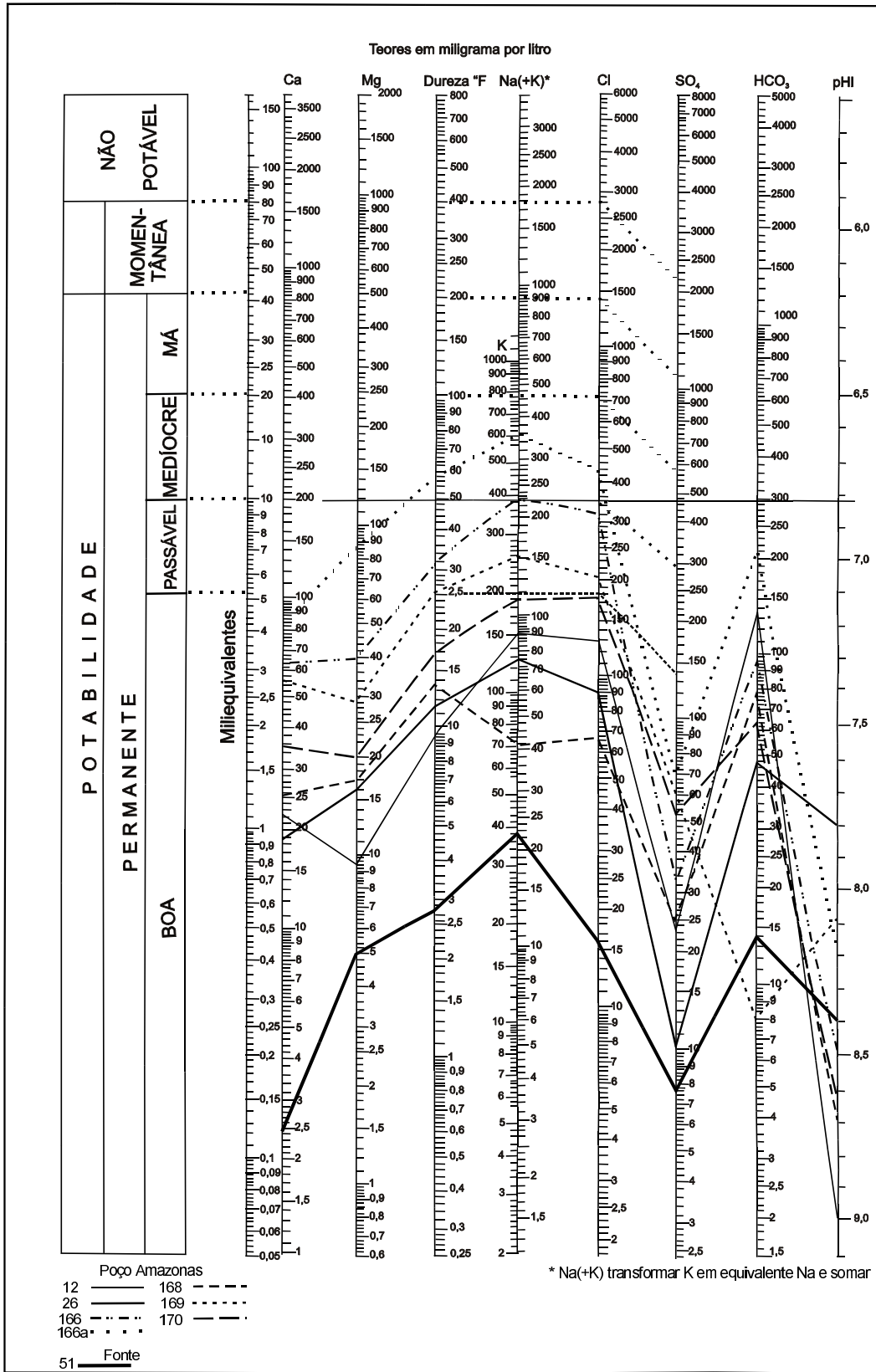


Figura 3.18 – Potabilidade das águas subterrâneas.

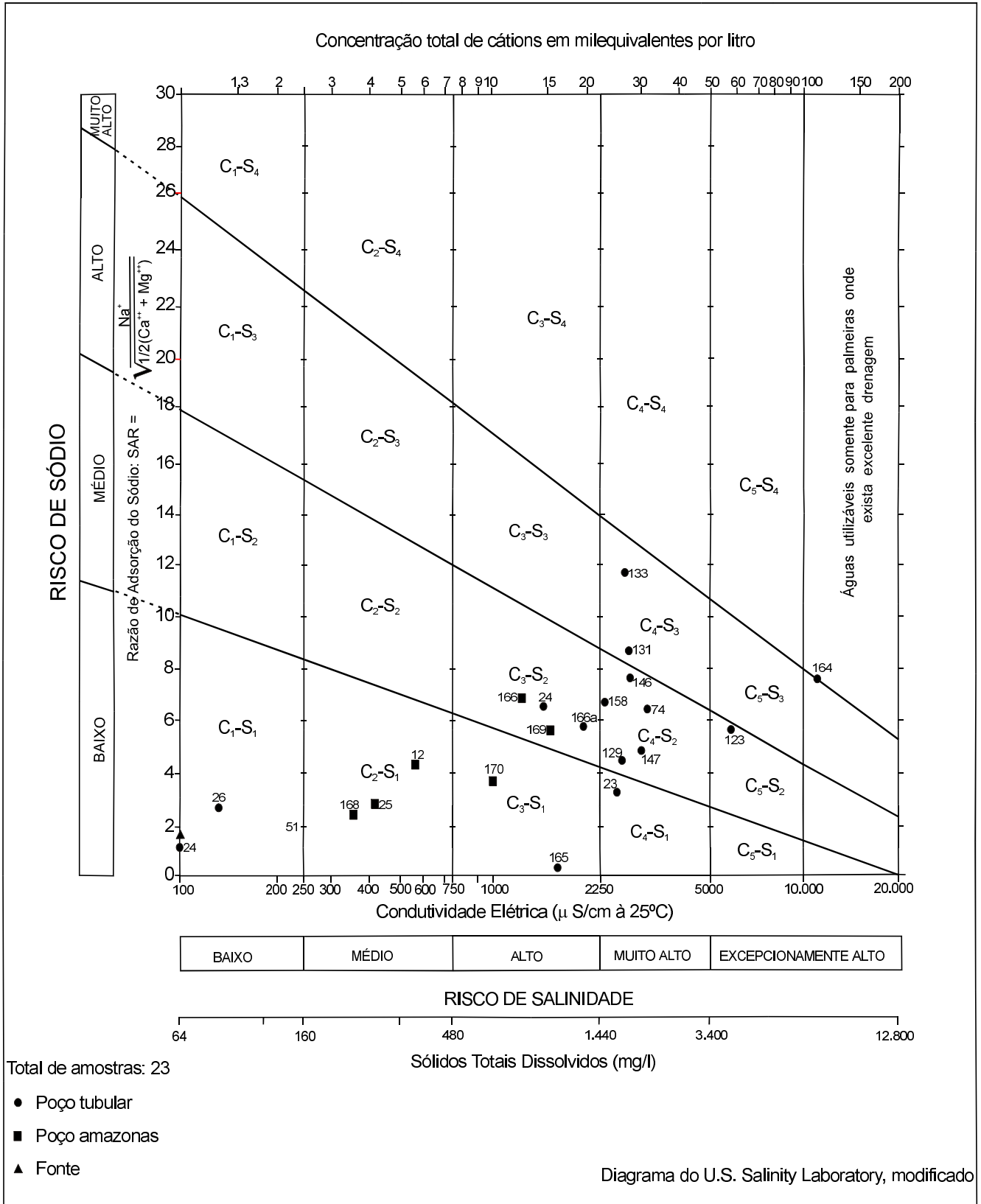


Figura 3.19 – Classificação das águas subterrâneas para irrigação.



# 4

---

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Diante dos temas abordados, os trabalhos de campo e as interpretações dos dados realizadas no âmbito dos estudos de atualização geológica e mapeamento hidrogeológico, escala 1:100.00, efetuados na Folha Irauçuba, permitiram o estabelecimento das seguintes conclusões:

Em virtude da não existência de uma metodologia consagrada e definitiva para trabalhos de caracterização hidrogeológica regional em rochas cristalinas, a abordagem adotada neste trabalho, tanto nas etapas de campo quanto nas análises estruturais e estatísticas, não conduziu a resultados extraordinários no que se relaciona à melhoria do conhecimento da hidrogeologia no âmbito dos terrenos dominados por essas rochas, que ocupam mais de 90% da região estudada.

Mesmo assim, algumas características e peculiaridades, já conhecidas da hidrogeologia de rochas cristalinas, foram evidenciadas na Folha Irauçuba e, portanto, torna-se pertinente ressaltá-las.

A distribuição de vazões é do tipo lognormal com a maior frequência oscilando entre 1,0 e 2,0m<sup>3</sup>/h.

É sugestiva uma correlação positiva entre a vazão e a coluna d'água dentro do poço.

A profundidade máxima mais frequente das entradas d'água oscila entre 20 e 30m.

Existe, também, uma correlação positiva entre o nível dinâmico e a profundidade da entrada d'água, que vem ao encontro das considerações de Feitosa (1996), que observou, empiricamente, que os níveis dinâmicos dos poços no Cristalino tendem a se estabilizar temporariamente na fenda de maior produtividade.

O estudo do balanço hídrico da região evidenciou que, em geral, a recarga é incipiente e concentrada em dois a três meses do ano. As condições de recarga estão ligadas diretamente ao índice de infiltração, a partir, principalmente, da precipitação pluviométrica e, subordinadamente, dos rios e espelhos d'água existentes.

De uma maneira geral, o estudo hidrogeológico da Folha Irauçuba, com base nos elementos até então conhecidos, revelou um baixo potencial hidrogeológico, tanto em termos quantitativos como qualitativos, caracterizando-se por um elevado índice de poços secos, abandonados e, ainda, com baixas vazões e fortes restrições ao uso da água existente, em função da potabilidade, haja vista tratar-se de uma região de baixos índices pluviométricos (500-600mm/ano) e relevo fortemente acidentado, fatores fisiográficos esses que influem, decisivamente, na qualidade e quantidade da água subterrânea, restringindo a indicação de sua utilização

apenas para o abastecimento pontual (fazendas) ou de pequenas comunidades, a partir de estudos locais, mais detalhados, de caracterização de mananciais. Ainda que em número pouco significativo, foram encontrados poços tubulares, no Cristalino, com vazão da ordem de até  $7\text{m}^3/\text{h}$ , bem como poços aluviais de vazões dessa mesma ordem.

Na porção central do quadrante sudoeste da folha observa-se uma concentração de poços com vazões altas, cujas causas, no nível do conhecimento atual, ainda não ficaram bem definidas, podendo, essas vazões elevadas, estar relacionadas a conjunções de fatores litológicos e estruturais característicos da área. Entretanto, não existem subsídios suficientes para zonestar essa região como de um potencial mais elevado, devendo esta área ser objeto de estudos posteriores mais detalhados.

Quanto aos aspectos geológicos, dois fatos merecem destaque. O primeiro se relaciona aos terrenos mapeados anteriormente como domínios do Complexo Tamboril-Santa Quitéria, de idade arqueana e dominados por rochas ortoderivadas. Na realidade, verificou-se tratar-se, em grande parte, de migmatitos originados de rochas paraderivadas, associados a granitos crustais do tipo S, de provável idade brasileira. O segundo, diz respeito às litologias da seqüência supracrustal (Complexo Ceará), que exibem, ao contrário do descrito em trabalhos anteriores, um grau metamórfico bem mais elevado, com paragênese mineral compatível com a da fácies anfíbolito de médio a alto grau.

Do ponto de vista deformacional, a área se caracteriza pela constante presença de evidências da atuação de uma forte tectônica tangencial, com movimento de massa dirigido, preferencialmente, de norte para sul.

A título de recomendação, inicialmente, considerando o pequeno avanço obtido, no campo da hidrogeologia de terrenos cristalinos, nos mapeamentos hidrogeológicos realizados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), notadamente na Região Nordeste do Brasil, sugere-se que seja repensada a metodologia adotada. Uma proposta seria, já que o aquífero fissural é praticamente pontual em termos regionais, se tentar uma inversão, isto é, tentar descobrir critérios de regionalização partindo do detalhe (estudo de casos), ao invés de partir do regional para o detalhe.

Recomenda-se, para as áreas de maior potencialidade hidrogeológica, como a situada na porção sudoeste da Folha Irauçuba, a realização de estudos mais acurados de locação de poços no Cristalino, pois se torna evidente o condicionamento estrutural como importante fator de influência na prospecção hídrica, bem como a importância do adequado dimensionamento das aluviões como fonte de grande importância no fornecimento de água de boa qualidade.

No tocante à perfuração de novos poços tubulares no Cristalino da região, atividade sempre presente por ocasião das "secas", sugere-se a adoção de critérios técnicos de locação, com o emprego de técnicas de prospecção geofísica (eletroresistividade e VLF, por exemplo) como atividade obrigatória a preceder os trabalhos de perfuração, constituindo-se na forma mais racional de reduzir custos, minimizar insucessos e, principalmente, não impingir à água subterrânea, de maneira generalizada, características exclusivamente negativas.

Da mesma forma sugere-se um conhecimento mais detalhado das faixas aluviais e suas potencialidades hídricas, por si só capazes de promover o abastecimento de pequenas comunidades rurais a custos extremamente reduzidos.

# 5

---

## INFORMAÇÕES GERADAS

O desenvolvimento do projeto possibilitou a obtenção dos dados e documentos listados a seguir, que se encontram disponíveis no relatório e/ou na CPRM.

### 5.1 Súmula dos Dados de Produção

Área Mapeada (km <sup>2</sup> ) . . . . .	2.464
Perfis geológicos (m) . . . . .	1.415
Afloramentos estudados (un.) . . . . .	418
Amostras de rochas coletadas(un.) . . . . .	222
Análises petrográficas (un.) . . . . .	39
Pontos d'água cadastrados (un.) . . . . .	136
Análises físico-químicas de água (un.). . . . .	22

### 5.2 Documentos Produzidos e Inseridos no Texto

- Figuras e gráficos.
- Quadros e tabelas com listagem de pontos d'água cadastrados e resultados de análises físico-químicas.
- Fotografias de afloramentos.
- Carta geológica reduzida.

### 5.3 Documentos Anexos ao Relatório

- Carta Geológica - escala 1:100.000
- Carta Hidrogeológica - escala 1:100.000

### 5.4 Documentos Disponíveis Para Consulta

- Carta geológica.
- Carta hidrogeológica.
- Fichas de descrição de afloramentos.
- Fichas de descrição de lâminas petrográficas.
- Cadastro de pontos d'água.
- Fichas de resultados de análises físico-químicas de água.
- Mapas de pontos de afloramentos - escala 1:100.000.
- Mapa de pontos d'Água, escala 1:100.000.
- Banco de dados de informações geológicas - MICROSIR.
- Sistema de informações de águas subterrâneas - SIAGAS.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- ALBUQUERQUE, J. do P. T. de. "Inventário Hidrológico Básico do Nordeste: folha no 15, Jaguaribe-SE". Recife, SUDENE, 1970. 187p. (BRASIL. SUDENE. Hidrogeologia, 32).
- ALMEIDA, F. F. M. de; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B. de. The upper precambrian of South America. "Boletim do Instituto de Geociências", 7:45-80, 1976.
- ALMEIDA, F. F. de; HASUI, Y; BRITO NEVES, B. B. de; FUCK, R. A. Províncias estruturais brasileiras. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 7, Campina Grande, 1977. ATAS... Campina Grande, SBG, 1977. 449 p. il. P. 363-391.
- BRAGA, A. de P. G. *et al.* Projeto Fortaleza. Relatório final. Fortaleza: DNPM/CPRM, 1977. v. 1 339 p. il.
- BRITO NEVES, B. B. de. *Regionalização geotectônica do Pré-Cambriano Nordestino*. São Paulo, Inst. Geoc., USP, 1975. 198 p. (Tese doutorado).
- CAMPOS, M. de *et al.* Projeto rio Jaguaribe. Relatório final. Recife, DNPM/CPRM, 1976. v. 1, 306 p. il.
- CASTANY, G. *Prospeccion y Explotacion de las Aguas Subterráneas*. Barcelona, Ediciones Omega S.A. p.590:658, 1975.
- CASTRO, G. L. *Contribuição à Geologia da Folha Irauçuba (AS.24-Y-D-V). Área a Sul de Irauçuba - CE*. Relatório de graduação, Fortaleza: UNIFOR, 1982.
- COSTA, W. D. *Análise dos Fatores que Influenciam no Aquífero Fissural: Área Piloto dos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte*. Tese de Doutorado, USP-Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.
- CRANDALL, R. Geografia, geologia, suprimento d'água, transporte e açudagem nos estados orientais do Nordeste do Brasil, Parahyba, Rio Grande do Norte e Ceará. Rio de Janeiro, IFOCS, 1910 (Publicação 4, Série I-DE).
- FEITOSA, E. C. *Caracterização de Zonas Fendilhadas no Cristalino através do Método Geofísico de Eletroresistividade - Alagoinha/PE*. Relatório Técnico Inédito, Recife, 1994.
- FEITOSA, F. A. C. *Relatórios de Definição de Manancial das localidades de Jordão-Sobral, Palestina do Norte-Meruoca, Aroeiras-Coreaú e Salão-Senador Sá, do Estado do Ceará*. Projeto de Saneamento Básico Rural da CAGECE (KFW). Relatórios Técnicos Inéditos, Fortaleza, 1992.
- FEITOSA, F. A. C. *Testes de Bombeamento em Poços Tubulares*". Apostila de Curso, Inédito, Fortaleza, 8-10 maio/1996, 156 p.
- GOMES, F.E.M. Relações Litoestratigráficas - Estruturais e Evolução Tectônica na Faixa Riacho do Pontal - Região de Paulistana (PI). *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36 - Natal-RN, 1990. Boletim de Pesquisas ... Natal: SBG, 1990. p.321.
- MANOEL FILHO, J. *A Gestão da Água Subterrânea na Região Cristalina Semi-Árida do Nordeste Brasileiro*. Seminário do Curso de Pós-Graduação, Doutorado, USP, São Paulo, 1994.

- MANOEL FILHO, J. Cálculo de Propriedades Hidráulicas em Meio Fissural e Cárstico pelo Método da Capacidade Específica Fractal. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS*, 9, Salvador 26 - 28 de agosto de 1996. Anais ...Salvador: ABAS, 1966. p. 240 -245.
- SANTOS, E. J. dos. O modelo e a evolução pré-cambriana da região de Arco Verde, Pernambuco. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE*, 8, Campina Grande, 1977. Atas ...Campina Grande: SBG, 1977. v. 6, p.225 - 245.
- SANTOS, E. J. dos & BRITO NEVES, B. B. de. Província Borborema. *In: ALMEIDA, F. F. M. de & HASUI, Y., (coord.). O Pré-Cambriano do Brasil.* São Paulo, Edgard Blucher, 1984. 378 p. il. p. 123- 186.
- SILVA, J. R. & ROCHA, E. A. *Projeto Rio Groaíras. Mapeamento geológico - Escala 1: 25.000. Área de Santa Lúcia - Irauçuba - CE.* Relatório preliminar de fase. Fortaleza, NUCLEBRÁS - EFOR, 1984. 29p. il. e mapa.
- SUCSZCZYNSKI, E. F. Considerações sobre a evolução tectônica-orogênica da parte oriental do escudo brasileiro. *SUDENE. Bol. Rec. Nat. Recife*, 1966. 4(3/4): 371 - 416.
- WINKLER, H. G. E. *Petrogênese das rochas metamórficas.* Porto Alegre, Edgard Blucher, 1977.

## REFERÊNCIAS SUPLEMENTARES

---

- CASTRO, G. L. *Relatório final e Único de Pesquisa de Granito - Fazenda Santa Rosa/Boa Vista do Caxitoré/Irauçuba-CE*. DNPM N° 800.287/92, Fortaleza, 1992.
- CRUZ, P. T. *Contribuição ao Estudo do Fluxo de Água em Meios Contínuos e Descontínuos*. IPT, Relatório Técnico, São Paulo, 1979.
- CUSTÓDIO, E & LLAMAS, M.R. *Hidrologia Subterrânea*. 2ª ed., Ediciones Omega S.A., Barcelona, 1983.
- HAUSMAN, A. Avaliação Qualitativa de Aquíferos Fraturados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 1, Recife, ABAS, 1980. *Atas do...* Recife, 1980.
- HAUSMAN, A. Circulação em Rochas Fissuradas, Uma Observação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 2, Salvador, 1982. *Atas do...*, Salvador: ABAS, 1982.
- HONYK, W. J. Proposta para uma Nova Unidade de Produção de Poço nas Rochas Cristalinas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 1, Recife, 1980. *Atas do...*, Recife, ABAS, 1980.
- IPLANCE. Atlas do Ceará. Fortaleza, 1995. 64 p. il.
- LEITE, A . C. M. Diagnóstico Ambiental do Meio Antrópico. In: EIA/RIMA para exploração do granito ornamental na fazenda Santa Rosa, Irauçuba. Cap. 4.3. GEOMAC, 1976. Fortaleza, v. 1; 165 p. il.
- MORAIS, F. de. *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Crateús - Folha SB.24-V-C-III. Estado do Ceará*. Escala 1:100.000. Brasília. CPRM. 1994. 40 p. il. e mapa.
- MPODOZIS, C. & ALLMENDINGER, R. W. Extensional Tectonics. Cretaceous Andes, Northern Chile (27°S). Geol. Soc. Am. Bull. v.105, p. 1.461 - 1.477, 1993.
- PARIZEK, R.R., "Application of fracture traces and lineaments to groundwater prospecting" Field Guide to Lineaments and Fractures in central Pennsylvania, Second International Conference on Basement Tectonics, Newark - Delaware, p. 38-59, 1976.
- PRATES, M.; GATTO, L. C. S. & COSTA, M. I. P. Geomorfologia. In: PROJETO RADAMBRASIL - Folhas SB.24/25, Jaguaribe/Natal; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso da terra. Rio de Janeiro, 1981: 741p. v.23, p.301-348.
- OLIVEIRA, J. F. de. *Interpretação magnetométrica das folhas Jaguaribe NE (SB.24-X)/NO (SB.24 - Z)/ e Fortaleza NE (AS.24-Z)/SO (AS.24-Y)*. Relatório interno, Fortaleza, 1996.
- QUEIROZ, M. de A. & ZANIBONI, E. B. Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental da Exploração do Granito Santa Rosa, Boa Vista do Caxitoré, Irauçuba - CE. Fortaleza, 1996.
- ROFALL, N. Hydrology of Fractured Rocks. In: IASH-UNESCO. Proc. DUBROVNIK Symposium on Fractured Rocks, 1965.

- SAAD, A. & TORQUATO, J. R. Contribuição à Neotectônica do Estado do Ceará, *Revista de Geologia*. Edições Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 1992. v.5, p.3 - 38.
- SALOP, L. I. Two Types of precambrian structures: gneiss folded ovals and gneiss dome. *International Geology Review*, nov. 1972. 14(11): 1209 - 1228.
- SOUZA, E. M. de. Projeto Rio Groaíras. Mapeamento geológico - Escala 1:25.000. Área de Juá. Fortaleza, NUCLEBRÁS - EFOR, 1986.
- SOUZA, M. J.N. de. Geomorfologia. *In: IPLANCE: Atlas do Ceará*. Fortaleza, 1995. p. 16-17.
- SOUZA FILHO, O. A. de & ARTHAUD, M. H. Proposta de Redefinição da Geologia da Folha Irauçuba, 1:100.000 - Ceará. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 39, Salvador, 1966 *Anais...*, Salvador: SBG, 1966. v. 1; p. 90 - 93.
- WEIJERMARS, R. Estimation of paleostress orientation within deformation zones between two mobile plates. *Geol. Soc. Bull.*v.105. p.1.491 - 1.510, 1993.

# APÊNDICES

---



# ILUSTRAÇÕES FOTOGRÁFICAS



**Foto 1**

*Contraste entre as formas de relevo da planície sertaneja, maciços residuais e inselbergs. Extremo-oeste da serra de Uruburetama, na fazenda Cachoeirinha.*



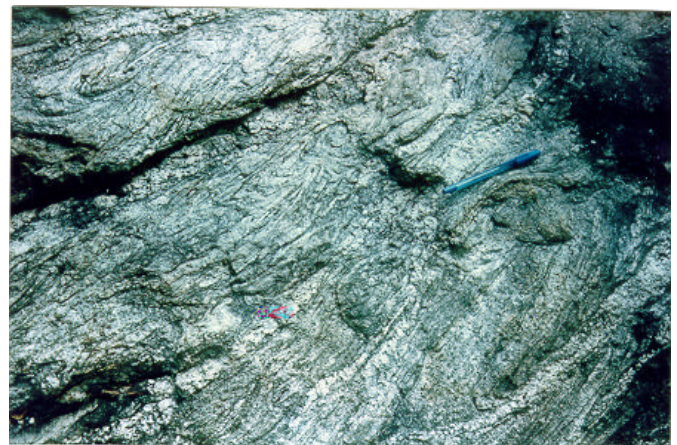
**Foto 2**

*Biotita gnaisse bandado com horizontes de calcissilicática (sob a bússola) e limitado por ortognaisses porfiríticos. Foliação mergulhando para norte, presença de falhas transtensionais. Afloramento AO - 237, no sítio Cajazeira.*



**Foto 3**

*Rochas paraderivadas intensamente migmatizadas da Unidade Pbgn. Notar o grau de plasticidade adquirida. Presença de dobras pitigmáticas. Afloramento AO - 255, na fazenda Pau Branco.*



**Foto 4**

*Migmatito com paleossoma de rocha paraderivada com granada e sillimanita. Notar padrões de dobramentos isoclinais. Afloramento OA - 105, na fazenda Retiro.*



**Foto 5**

*Mármore, cinza-claro, laminado, Com flogopita, pirita e grafita. Afloramento AO - 284, na fazenda Boa Ação.*



**Foto 6**

*Boudin de rocha calcissilicática em paragneisses da Unidade Pbgn. Afloramento OA - 163, na fazenda São Raimundo.*



**Foto 7**

*Moscovita-quartzo xisto com granada e turmalina, alterado e medianamente fraturado, associado a quartzitos a moscovita (serra ao fundo). Foliação subhorizontal. Afloramento OA - 246, na fazenda Pedra Branca.*



**Foto 8**

*Granito-gnaisse leucocrático com foliação metamórfica pouco desenvolvida. Notar a presença de juntas verticalizadas de direções NNE-SSW e NW-SE. Afloramento OA - 213.*



**Foto 9**

*Granito equigranular grosseiro da Unidade Ngr. Afloramento OA - 222, na fazenda Santa Rosa.*



**Foto 10**

*Planície de inundação de afluente do rio Caxitoré. Ao fundo, os quartzitos da serra de Santa Luzia, na fazenda Santa Luzia.*

# ANEXOS

---

# Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil

## Folhas em Execução

NA.19-Z	Alto Rio Negro <sup>9</sup>	SC.20	Porto Velho <sup>8</sup>	SE.22-V-A	Guiratinga <sup>1</sup>
NA.20	Boa Vista <sup>8</sup>	SC.21-Z-A	Ilha 24 de Maio <sup>1</sup>	SE.23-Z-B-IV	Serro <sup>1</sup>
SA.20-V	Rio Cujuni <sup>1</sup>	SC.24.V	Aracaju NW <sup>8</sup>	SE.23-Z-D-I	Conceição do Mato Dentro <sup>1</sup>
SA.22-X-D	Belém <sup>4</sup>	SC.24-Z	Aracaju SE <sup>8</sup>	SF.23-Y	Rio de Janeiro SW <sup>8</sup>
SA.23-V/Y	São Luís SW/NW <sup>8</sup>	SC.24.Y	Aracaju SW <sup>8</sup>	SG.22-X-B	Itararé <sup>1</sup>
SA.23-Z	São Luís SE <sup>8</sup>	SC.24-V-A-I	Riachão Queimadas <sup>1</sup>	SH.22	Porto Alegre <sup>8</sup>
SB.22-X-B	Rondon do Pará <sup>4</sup>	SD.22-Z-A	Itapaci <sup>1</sup>	SH.22-X-B-IV	Criciúma <sup>1</sup>
SB.24-Y	Jaguaribe SW <sup>8</sup>	SD.22-Z-B	Uruaçu <sup>1</sup>		
SB.24.Z	Jaguaribe SE <sup>8</sup>	SD.24-Y-B	Ilhéus <sup>1</sup>		

## Folhas Impressas

	Borda Oeste	SC.20-V-C-V	Abunã <sup>1</sup>	SD.24-V-A-I	Seabra <sup>1</sup>
NA.20-X-C-III	Paredão <sup>1</sup>	SC.20-V-C-VI	Mutumparaná <sup>1</sup>	SD.24-V-A-II	Utinga <sup>1</sup>
NA.20-X-C-VI	Serra do Ajarani <sup>1</sup>	SC.20-V-D-I	Jaciparana <sup>1</sup>	SD.24-V-A-V	Lençóis <sup>1</sup>
NB.20-Z-B-V	Monte Roraima <sup>1</sup>	SC.20-Z-C-V	Paulo Saldanha <sup>1</sup>	SD.24-V-C	Livramento do Brumado
NB.20-Z-B-VI	Monte Cabural <sup>1</sup>	SC.20-Z-C-VI	Rio Pardo <sup>1</sup>	SD.24-V-C-II	Mucugê <sup>1</sup>
NB.20-Z-D-II	Rio Quinó <sup>1</sup>	SC.22-X-B	Conceição do Araguaia <sup>4</sup>	SD.24-Y-A	Vitória da Conquista <sup>2</sup>
NB.20-Z-D-III	Rio Cotíngio <sup>1</sup>	SC.23-Y-D	Formosa do Rio Preto <sup>1</sup>	SD.24-Y-B-V	Ibicarai <sup>1</sup>
NB.20-Z-D-V	Vila Pereira <sup>1</sup>	SC.23-X-D-IV	Campo Alegre de Lourdes <sup>1</sup>	SD.24-Y-B-VI	Itabuna <sup>1</sup>
NB.20-Z-D-VI	Rio Viruquim <sup>1</sup>	SC.23-Z-A/Y-B	Curimatá/Corrente <sup>1</sup>	SE.21-Y-D	Corumbá <sup>1</sup>
NB.21-Y-A-IV	Sem denominação	SC.23-Z-C	Santa Rita de Cássica <sup>1</sup>	SE.22-V-B	Iporá <sup>2</sup>
NB.21-Y-C-I	Sem denominação	SC.24-V-A	Paulistana <sup>1</sup>	SE.22-V-B	Iporá <sup>1</sup> (1999)
SA.20-V	Rio Cuiuni <sup>1</sup>	SC.24-V-A-II	Paulistana <sup>1</sup>	SE.22-X-A	São Luís de Montes Belos <sup>2</sup>
SA.23-Z-C	Itapecuru-Mirim <sup>4</sup>	SC.24-V-A-III	Santa Filomena <sup>1</sup>	SE.22-X-A-III	Itaberai <sup>1</sup>
SA.22-Y-D	Altamira <sup>4</sup>	SC.24-V-A-IV	Barra do Bonito <sup>1</sup>	SE.22-X-A-VI	Nazário <sup>1</sup>
SA.23-V-D	Turiacu <sup>4</sup>	SC.24-V-A-V	Afrânio <sup>1</sup>	SE.22-X-B	Goiânia <sup>2</sup>
SA.23-X-C	Cururupu <sup>4</sup>	SC.24-V-A-VI	Riacho do Caboclo <sup>1</sup>	SE.22-X-B	Goiânia <sup>8</sup> (1999)
SA.23-Y-B	Pinheiro <sup>4</sup>	SC.24-V-B-IV	Cristália <sup>1</sup>	SE.22-X-B-I	Nerópolis <sup>1</sup>
SA.23-Z-A	São Luís <sup>4</sup>	SC.24-V-C	Petrolina <sup>1</sup>	SE.22-X-B-II	Anápolis <sup>1</sup>
SA.23-Y-D	Santa Inês <sup>4</sup>	SC.24-V-C-III	Petrolina <sup>1</sup>	SE.22-X-B-IV	Goiânia <sup>1</sup>
SB.22-X-C	Serra Pelada <sup>4</sup>	SC.24-V-D	Uauá <sup>2</sup>	SE.22-X-B-V	Leopoldo de Bulhões <sup>1</sup>
SB.22-Y-B	São Félix do Xingu <sup>4</sup>	SC.24-V-D-I	Itamotinga <sup>1</sup>	SE.22-X-B-VI	Caraiíba <sup>1</sup>
SB.20-Z-B-VI	Mutum <sup>1</sup>	SC.24-X-C-V	Santa Brigida <sup>1</sup>	SE.22-X-D	Morrinhos <sup>2</sup>
SB.22-X-D	Marabá <sup>4</sup>	SC.24-X-C-VI	Piranhas <sup>1</sup>	SE.23-V-B	São Romão <sup>2</sup>
SB.22-Z-A	Serra dos Carajás <sup>4</sup>	SC.24-X-D-V	Arapiraca <sup>1</sup>	SE.23-Z-B	Guanhães <sup>2</sup>
SB.22-Z-B	Xambioá <sup>4</sup>	SC.24-Y-B	Senhor do Bonfim <sup>2</sup>	SE.23-Z-C	Belo Horizonte <sup>2</sup>
SB.22-Z-C	Xinguara <sup>4</sup>	SC.24-Y-B-VI	Euclides da Cunha <sup>3</sup>	SE.23-Z-D	Ipatinga <sup>2</sup>
SB.22-Z-D	Araguaina <sup>4</sup>	SC.24-Y-C	Jacobina <sup>2</sup>	SE.24-V-A	Almenara <sup>2</sup>
SB.23-V-A	Açailândia <sup>4</sup> (CD-ROM)	SC.24-Y-C-V	Morro do Chapéu <sup>1</sup>	SE.24-Y-C-V	Baixo Guandu <sup>1</sup>
SB.23-V-B	Vitorino Freire <sup>4</sup>	SC.24-Y-D	Serrinha <sup>1</sup> (rev.)	SE.24-Y-C-VI	Colatina <sup>1</sup>
SB.23-V-C	Imperatriz <sup>4</sup>	SC.24-Y-D	Serrinha <sup>2</sup>	SF.21	Campo Grande <sup>8</sup> (CD-ROM)
SB.23-V-D	Barra do Corda <sup>4</sup>	SC.24-Y-D-II	Gavião <sup>1</sup>	SF.21-V-B	Aldeia Tomásia <sup>1</sup>
SB.23-X-A	Bacabal <sup>4</sup>	SC.24-Y-D-IV	Mundo Novo <sup>1</sup>	SF.21-V-D	Porto Murinho <sup>1</sup>
SB.23-X-B	Caxias <sup>1</sup>	SC.24-Y-D-V	Pintadas <sup>1</sup>	SF.21.X.A	Aquidauana <sup>1</sup>
SB.23-X-C	Presidente Dutra <sup>4</sup>	SC.24-Y-D-VI	Serrinha <sup>1</sup>	SF.23-V-D-V-4	São Gonçalo do Sapucaí <sup>1</sup>
SB.24-V-C-III	Crateús <sup>1</sup>	SC.24-Z-A-II	Jeremoabo <sup>1</sup>	SF.23-X-B-I	Mariana <sup>1</sup>
SB.24-V-D-V	Mombaca <sup>1</sup>	SC.24-Z-A-III	Carira <sup>1</sup>	SF.23-X-B-II	Ponte Nova <sup>1</sup>
SB.24-X-B/D	Areia Branca/Mossoró <sup>2</sup>	SC.25-V-A-II	Vitória de Santo Antão <sup>1</sup>	SF.23-X-B-IV	Rio Espera <sup>1</sup>
SB.24-Y-B	Iguatu <sup>1</sup>	SD.21-Y-C-II	Pontes e Lacerda <sup>1</sup>	SF.23-X-C-III	Barbacena <sup>1</sup>
SB.24-Y-B-II	Catarija <sup>1</sup>	SD.21-Z-A	Rosário do Oeste <sup>2</sup>	SF.23-X-C-VI	Lima Duarte <sup>1</sup>
SB.24-Y-C-V	Patos <sup>1</sup> (PI)	SD.21-Z-C	Cuiabá <sup>2</sup>	SF.23-X-D-I	Rio Pomba <sup>1</sup>
SB.24-Y-C-VI	Simões <sup>1</sup>	SD.22-X-D	Porangatu <sup>2</sup>	SF.23-Y-B-II-2	Heliodora <sup>1</sup>
SB.24-Z-B	Caicó <sup>1</sup>	SD.22-Z-B	Uruaçu <sup>2</sup>	SF.24-V-A-II	Afonso Cláudio <sup>1</sup>
SB.24-Z-B-II	Currais Novos <sup>3</sup>	SD.22-Z-C	Ceres <sup>2</sup>	SF.24-V-A-III	Domingos Martins <sup>1</sup>
SB.24-Z-B-V	Jardim do Serido <sup>3</sup>	SD.22-Z-C-VI	Itaguara <sup>1</sup>	SF.24-V-A-V	Cachoeiro de Itapemirim <sup>1</sup>
SB.24-Z-C	Serra Talhada <sup>1</sup>	SD.22-Z-D	Goianésia <sup>2</sup>	SF.24-V-A-VI	Piuma <sup>1</sup>
SB.24-Z-C	Serra Talhada <sup>1</sup>	SD.22-Z-D-IV	Jaraguá <sup>1</sup>	SG.22-X-D-I	Curitiba <sup>8</sup> (CD-ROM)
SB.24-Z-C-VI	Afogados da Ingazeira <sup>1</sup>	SD.22-Z-D-V	Pirenópolis <sup>1</sup>	SG.22-Z-B	Joinville <sup>2</sup>
SB.24-Z-D-I	Patos <sup>1</sup> (PB)	SD.23-X-B	Ibotirama <sup>2</sup>	SG.22-Z-D-I-2	Botuverá
SB.24-Z-D-II	Juazeirinho <sup>1</sup>	SD.23-X-C-V	Coribe <sup>1</sup>	SG.22-Z-D-II-1	Brusque <sup>1</sup>
SB.24-Z-D-IV	Monteiro <sup>1</sup>	SD.23-X-D	Bom Jesus da Lapa <sup>2</sup>	SG.22-Z-D-V	Florianópolis <sup>1</sup>
SB.24-Z-D-V	Sumé <sup>1</sup>	SD.23-Y-C	Brasília <sup>2</sup>	SG.22-Z-D-VI	Lagoa <sup>1</sup>
SB.25-V-C	Natal <sup>2</sup>	SD.23-Y-D	Buritis <sup>2</sup>	SH.22-V-C-IV	Santa Maria
SB.25-V-C-IV	João Câmara <sup>1</sup>	SD.23-Z-D-II	Monte Azul <sup>3</sup>	SH.22-Y-A	Cachoeira do Sul <sup>2</sup>
SB.25-Y-C-V	Limoeiro <sup>1</sup>	SD.23-Z-D-IV	Janaúba <sup>3</sup>	SH.22-Y-A-I-4	Passo do Salsinho <sup>1</sup>
SC.20-V-B-V	Porto Velho <sup>1</sup>	SD.23-Z-D-V	Rio Pardo de Minas <sup>3</sup>	SH.22-Y-B	Porto Alegre <sup>1</sup>
		SD.24-V-A	Seabra <sup>2</sup> (CD-ROM)		

## Folhas em Edição

NA.20-X	Roraima Central <sup>9</sup>	SB.22-Z-C	Xinguara <sup>4</sup>	SC.24-X-A	Belém de São Francisco <sup>1</sup>
NA.20-Y	Serra Imeri <sup>1</sup>	SC.22-X-A	Redenção <sup>4</sup>	SD.22-Z-C-V	Sanclerlândia <sup>1</sup>
NA.20-Z	Caracará <sup>7</sup>	SC.24-X	Aracaju NE <sup>8</sup>	SH.22-Y-A	Cachoeira do Sul <sup>1</sup>
SA.23-V-C	Castanha <sup>4</sup>	SE.23-Z-C-VI	Belo Horizonte <sup>1</sup>	SH.22.Y.C	Pedro Osório <sup>1</sup>
SA.24-Y-D-V	Iraucuba <sup>2</sup>	SE.23-Z-D-IV	Itabira <sup>1</sup>	SH.22-Y-C-II	Piratini <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Levantamento Geológico/Geoquímico/Metalogenético nas escalas 1:500.000, 1:250.000, 1:100.000, 1:50.000; <sup>2</sup> Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais escala 1:250.000; <sup>3</sup> Mapas de Previsão de Recursos Hídricos Subterrâneos escala 1:100.000; <sup>4</sup> Projeto Especial Mapas de Recursos Minerais, de Solos e de Vegetação para a Área do Programa Grande Carajás - Subprojeto Recursos Minerais; <sup>5</sup> Levantamento geológico visando ao meio ambiente; <sup>6</sup> Levantamentos aerogeofísicos; <sup>7</sup> Integração geológica/geoquímica de regiões metropolitanas; <sup>8</sup> Integração geológica/metalogenética nas escalas 1:500.000 e 1:250.000; <sup>9</sup> Mapeamento Geológico/Metalogenético da Região Amazônica na escala 1:500.000.

## Folhas Concluídas

### Disponíveis para consulta

NA.20-X-B	Uraricoera <sup>2</sup>	SC.24-V-B	Salgueiro <sup>2</sup>	SE.24-Y-C	Colatina <sup>2</sup>
NA.21-V-A	Conceição do Mau <sup>2</sup>	SC.24-X-A	Floresta <sup>2</sup>	SF.21-V-B	Baía Negra <sup>2</sup>
NA.20-X-D	Boa Vista <sup>2</sup>	SC.24-X-B	Garanhuns <sup>2</sup>	SF.21-X-A	Miranda <sup>2</sup>
NA.20-Z-B	Caracará <sup>2</sup>	SC.24-X-C	Paulo Afonso <sup>2</sup>	SF.23-V-A-II.2	Rio São Lourensinho <sup>7</sup>
NB.20-Z-B e		SC.24-X-D	Santana do Ipanema <sup>2</sup>	SF.23-V-A-III.1	Itanhaém <sup>7</sup>
NB.21-Z-A	Monte Roraima <sup>2</sup>	SC.24-Y-A	Mirangaba <sup>2</sup>	SF.23-V-A-III.2	Mangagua <sup>7</sup>
NB.20-Z-D	Vila Surumu <sup>2</sup>	SC.24-Z-A	Jeremoabo <sup>2</sup>	SF.23-Y-A-V.4	Campinas <sup>7</sup>
NB.21-Y-C	Rio Mau <sup>2</sup>	SC.24-Z-B/D	Aracaju/Estância <sup>2</sup>	SF.23-Y-A-VI.3	Valinhos <sup>7</sup>
NA.21-Z-B	Rio Citaré <sup>2</sup>	SC.24-Z-C	Tobias Barreto <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-II.2	Indaiatuba <sup>7</sup>
NA.22-V-B	Rio Oiapoque <sup>2</sup>	SC.25-V-A	Recife <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-II.4	Cabreúva <sup>7</sup>
NB.22-Y-D	Cabo Orange <sup>2</sup>	SC.25-V-C	Maceió <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-III.1	Jundiá <sup>7</sup>
NA.22-V-D	Lourenço <sup>2</sup>	SD.20-V-B	Príncipe da Beira <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-III.2	Atibaia <sup>7</sup>
NA.22-Y-A	Serra do Tumucumaque <sup>2</sup>	SD.20-X-A	Pedras Negras <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-III.3	Santana do Parnaíba <sup>7</sup>
NA.22-Y-B	Rio Araguaari <sup>2</sup>	SD.20-X-B	Vilhena <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-III.4	Guarulhos <sup>7</sup>
NA.22-Y-D	Macapá <sup>2</sup>	SD.20-X-C	Ilha do Sossego <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-V.2	São Roque <sup>7</sup>
SA.21-X-B	Rio Maicuru <sup>2</sup>	SD.20-X-D	Pimenteiras <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-V.4	Juquitiba <sup>7</sup>
SA.24-Y-A	Parnaíba <sup>2</sup>	SD.21-Y-C	Mato Grosso <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-VI.1	Itapeçerica da Serra <sup>7</sup>
SA.24-Y-B	Acarau <sup>2</sup>	SD.21-Y-D	Barra do Bugres <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-VI.2	São Paulo <sup>7</sup>
SA.24-Y-C	Granja <sup>2</sup>	SD.22-X-A	Araguaçu <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-VI.3	Imbu-Guaçu <sup>7</sup>
SA.24-Y-D	Sobral <sup>2</sup>	SD.22-X-B	Alvorada <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-VI.4	Riacho Grande <sup>7</sup>
SA.24-Z-C	Fortaleza <sup>2</sup>	SD.22-X-C	São Miguel do Araguaia <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-I.1	Piracaia <sup>7</sup>
SB.22-X-C	Rio Itacaiúnas <sup>2</sup>	SD.22-Y-D	Barra do Garças <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-I.2	Igaratá <sup>7</sup>
SB.22-X-D	Marabá <sup>2</sup>	SD.22-Z-A	Mozarlândia <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-I.3	Itaquacetuba <sup>7</sup>
SB.22-Z-A	Rio Paraopebas <sup>2</sup>	SD.23-V-A	Arraias <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-I.4	Santa Isabel <sup>7</sup>
SB.24-V-A	Piripiri <sup>2</sup>	SD.23-V-C	Campos Belos <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-II.3	Jacarei <sup>7</sup>
SB.24-V-B	Quixadá <sup>2</sup>	SD.23-X-A	Barreiras <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-IV.1	Suzano (Mauá) <sup>7</sup>
SB.24-V-C	Crateús <sup>2</sup>	SD.23-X-C	Santa Maria da Vitória <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-IV.2	Mogi das Cruzes <sup>7</sup>
SB.24-V-D	Quixeramobim <sup>2</sup>	SD.23-Y-A	São João d'Aliança <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-IV.3	Santos <sup>7</sup>
SB.24-X-A	Aracati <sup>2</sup>	SD.23-Z-A	Manga <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-IV.4	Bertioga <sup>7</sup>
SB.24-X-C	Morada Nova <sup>2</sup>	SD.23-Z-B	Guanambi <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-V.1	Salesópolis <sup>7</sup>
SB.24-Y-A	Valença do Piauí <sup>2</sup>	SD.24-V-A	Seabra <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-V.2	Pico do Papagaio <sup>7</sup>
SB.24-Y-B	Iguatu <sup>2</sup>	SD.24-V-B	Itaberaba <sup>2</sup>	SF.23-V-A	Franca <sup>2</sup>
SB.24-Y-C	Picos <sup>2</sup>	SD.24-V-D	Jequié <sup>2</sup>	SF.23-V-B	Furnas <sup>2</sup>
SB.24-Y-D	Juazeiro do Norte <sup>2</sup>	SD.24-X-C	Jaguaribe <sup>2</sup>	SF.23-V-C	Ribeirão Preto <sup>2</sup>
SB.24-Z-A	Souza <sup>2</sup>	SD.24-X-A	Salvador <sup>2</sup>	SF.23-V-D	Varginha <sup>2</sup>
SB.24-Z-B	Caicó <sup>2</sup>	SD.24-Y-B	Ilhéus <sup>2</sup>	SF.23-X-A	Divinópolis <sup>2</sup>
SB.24-Z-D	Patos <sup>2</sup>	SD.24-Z-A	Itacaré <sup>2</sup>	SF.23-X-B	Ponte Nova <sup>2</sup>
SB.25-Y-A	Cabedelo <sup>2</sup>	SD.24-Y-C	Rio Pardo <sup>2</sup>	SF.23-X-C	Barbacena <sup>2</sup>
SB.25-Y-C	João Pessoa <sup>2</sup>	SD.24-Y-D	Itapetinga <sup>2</sup>	SF.23-X-D	Juiz de Fora <sup>2</sup>
SC.20-V-C	Abunã <sup>2</sup>	SD.24-Z-C	Canavieiras <sup>2</sup>	SF.23-Y-A	Campinas <sup>2</sup>
SC.20-V-D	Ariquemes <sup>2</sup>	SE.21-V—D-V	Morraria do Insua <sup>1</sup>	SF.23-Y-B	Guaratinguetá <sup>2</sup>
SC.20-Y-B	Alto Jamari <sup>2</sup>	SE.21-Y-B-II	Lagoa de Mandioré <sup>1</sup>	SF.23-Y-C	São Paulo <sup>2</sup>
SC.20-Y-D	Serra dos Uopianes <sup>2</sup>	SE.21-Y-B-III	Amolar <sup>1</sup>	SF.23-Y-D	Santos <sup>2</sup>
SC.20-Z-A	Rondonia <sup>2</sup>	SE.23-V-A	Unai <sup>2</sup>	SG.22-X-A	Telêmaco Borba <sup>2</sup>
SC.20-Z-B	Rio Branco <sup>2</sup>	SE.23-V-C	Paracatu <sup>2</sup>	SG.22-X-B	Itararé <sup>2</sup>
SC.20-Z-C	Presidente Médici <sup>2</sup>	SE.23-V-D	João Pinheiro <sup>2</sup>	SG.22-X-C	Ponta Grossa <sup>2</sup>
SC.20-Z-D	Pimenta Bueno <sup>2</sup>	SE.23-X-A	Montes Claros <sup>2</sup>	SG.22-X-D	Curitiba <sup>2</sup>
SC.21-Z-B	Vila Guarita <sup>2</sup>	SE.23-X-B	Araçuaí <sup>2</sup>	SG.23-V-C	Cananéia <sup>2</sup>
SC.22-X-D	Miracema do Norte <sup>2</sup>	SE.23-X-C	Pirapora <sup>2</sup>	SG.23-V-A	Iguaape <sup>2</sup>
SC.22-Z-B	Porto Nacional <sup>2</sup>	SE.23-X-D	Capelinha <sup>2</sup>	SG.22-Z-D	Florianópolis <sup>2</sup>
SC.22-Z-D	Gurupi <sup>2</sup>	SE.23-Y-A	Patos de Minas <sup>2</sup>	SH.21-Z-D	Bagé <sup>2</sup>
SC.23-X-D	São Raimundo Nonato <sup>2</sup>	SE.23-Y-B	Três Marias <sup>2</sup>	SH.21-Z-B	São Gabriel <sup>2</sup>
SC.23-Y-C	Natividade <sup>2</sup>	SE.23-Y-C	Uberaba <sup>2</sup>	SH.22-X-B	Criciúma <sup>2</sup>
SC.23-Z-B	Xique-Xique <sup>2</sup>	SE.23-Y-D	Bom Despacho <sup>2</sup>	SH.22-Y-D	Pelotas <sup>2</sup>
SC.23-Z-D	Barra <sup>2</sup>	SE.22-Z-A	Curvelo <sup>2</sup>	SH.22-Z-C	Mostarda <sup>2</sup>
SC.24-V-A	Paulistana <sup>2</sup>	SE.24-V-C	Teófilo Otoni <sup>2</sup>	SI.22-V-A	Jaguarão <sup>2</sup>
		SE.24-Y-A	Governador Valadares <sup>2</sup>		

### Memória Técnica

- Mapas de serviço disponíveis para cópias heliográficas (\*)
- Disquetes de computador com análises químicas, petrográficas, mineralógicas etc (\*)
- Sistema de Informações em Recursos Naturais – SIR (\*\*)
- Bases de Dados:

GEOB e GTM	– Bibliografia	SIGEO	– Projetos de Geologia, Geoquímica e Geofísica
META	– Ocorrências Minerais	SISON	– Dados de Sondagem
AFLO	– Descrição de Afloramento	DOTÉ	– Acervo Bibliográfico da CPRM
PETR	– Análises Petrográficas	PROJ	– Carteira de Projetos da CPRM

**Departamento de Apoio Técnico**  
*Giuseppina Giaquinto de Araujo*

**Divisão de Cartografia**  
*Paulo Roberto Macedo Bastos*

**Divisão de Editoração Geral**  
*Maria da Conceição C. Jinno*

## **EQUIPES DE PRODUÇÃO**

### **Cartografia Digital**

Carla Cristina M. da Conceição	José Pacheco Rabelo
Carlos Alberto da Silva Copolillo	Julimar de Araujo
Carlos Alberto Ramos	Leila Maria Rosa de Alcantara
Elaine de Souza Cerdeira	Luiz Guilherme de Araújo Frazão
Elcio Rosa de Lima	Marco Antonio de Souza
Ivan Soares dos Santos	Maria Luiza Poucinho
Ivanilde Muniz Caetano	Marília Santos Salinas do Rosário
João Bosco de Azevedo	Paulo José da Costa Zilves
João Carlos de Souza Albuquerque	Risonaldo Pereira da Silva
Jorge de Vasconcelos Oliveira	Samuel dos Santos Carvalho
José Barbosa de Souza	Sueli Mendes Sathler
José Carlos Ferreira da Silva	Valter Alvarenga Barradas
José de Arimathéia dos Santos	Wilhelm Petter de Freire Bernard

### **Editoração**

Antonio Lagarde	Laura Maria Rigoni Dias
Edalair Rizzo	Marília Asfura Turano
Hélio Tomassini de Oliveira Filho	Pedro da Silva
Jean Pierre Souza Cruz	Sandro José Castro
José Luiz Coelho	Sergio Artur Giaquinto



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA

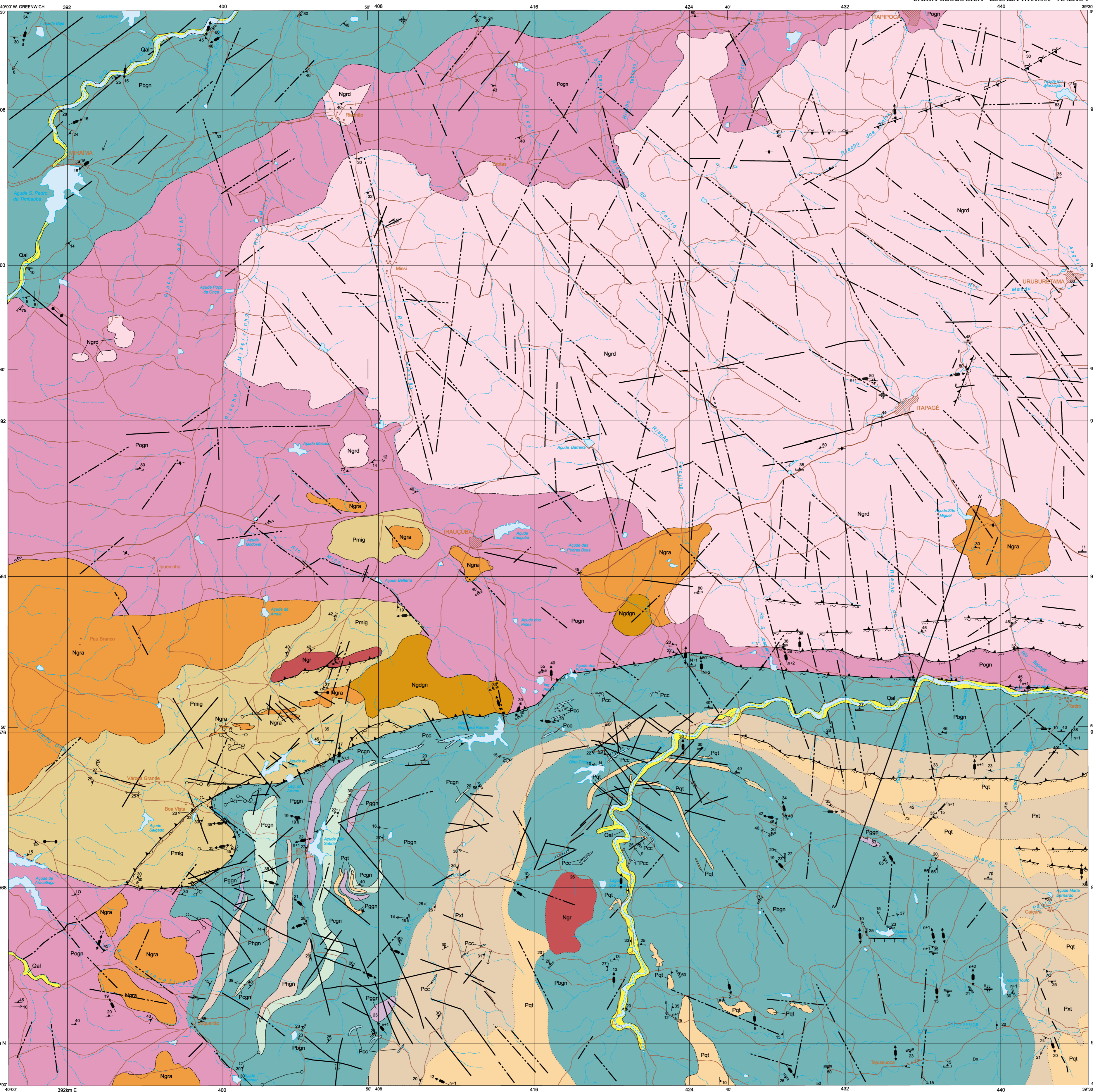
<i>Ministro de Estado</i>	Rodolpho Tourinho Neto
<i>Secretário Executivo</i>	Helio Vitor Ramos Filho
<i>Secretário de Minas e Metalurgia</i>	Luciano de Freitas Borges

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM  
Serviço Geológico do Brasil

<i>Diretor-Presidente</i>	Umberto Raimundo Costa
<i>Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial</i>	Thales de Queiroz Sampaio
<i>Diretor de Geologia e Recursos Minerais</i>	Luiz Augusto Bizzi
<i>Diretor de Administração e Finanças</i>	José de Sampaio Portela Nunes
<i>Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento</i>	Paulo Antônio Carneiro Dias
<i>Chefe do Departamento de Geologia</i>	Sabino Orlando C. Loguércio

SUPERINTENDÊNCIAS REGIONAIS

<i>Superintendente de Belém</i>	Xafi da Silva Jorge João
<i>Superintendente de Belo Horizonte</i>	Osvaldo Castanheira
<i>Superintendente de Goiânia</i>	Mário de Carvalho
<i>Superintendente de Manaus</i>	Fernando Pereira de Carvalho
<i>Superintendente de Porto Alegre</i>	Cladis Antonio Presotto
<i>Superintendente de Recife</i>	Marcelo Soares Bezerra
<i>Superintendente de Salvador</i>	José Carlos Vieira Gonçalves da Silva
<i>Superintendente de São Paulo</i>	José Carlos Garcia Ferreira
<i>Chefe da Residência de Fortaleza</i>	Clodionor Carvalho de Araújo
<i>Chefe da Residência de Porto Velho</i>	Rommel da Silva Sousa



**FORMAÇÕES SUPERFICIAIS**

**QUATERNÁRIO**

**Qal** Depósitos aluvionares rasos, areias e cascalhos e materiais silício-argilosos.

**MESOZOICO**

Discordância

**JURASSICO**

Discordância

**DIQUES BÁSICOS**

**DIQUES ÁCIDOS**

**ROCHAS PLUTÔNICAS BRASILIANAS GRANITÓIDES TARDI A PÓS-TECTÔNICOS**

**NEOPROTEROZOICO**

**GRANITÓIDES CEDO A SIN-TECTÔNICOS**

**Ngrd** Granodioritos e granitos porfíricos (Ngrd), ocasionalmente gnáissificados (Npgn). Presença de xenólitos de ortogneisses de composição granodiorítica tonalítica e de gnáisses aluminosos, não individualizados e corpos de quartzo diórtico e granito róseo a duas micas (Ngra).

**Ngra** Granodioritos e granitos porfíricos (Ngrd), ocasionalmente gnáissificados (Npgn). Presença de xenólitos de ortogneisses de composição granodiorítica tonalítica e de gnáisses aluminosos, não individualizados e corpos de quartzo diórtico e granito róseo a duas micas (Ngra).

**TERRENOS PRÉ-BRASILIANOS ROCHAS SUPRACRUSTAIS**

**Pbgn** **Phgn** **Poc** **Pogn** **Pmig** **Pxt** **Pqt**

Seqüência essencialmente paraderivada do tipo "OPC", aluminosa. Destaca-se uma associação pelto-carbonática, com biotita gnáissica diversos e gnáisses quartzo-feldspáticos, com granada e sillimanita (Pgn), camadas descontínuas de hornblenda-biotita gnáissica e parabiótita (Phgn), intercalações de metacalcários (Poc) e rochas calcissilicáticas (Pogn). Localmente podem ocorrer migmatitos, com paleosomas gnáissicos paraderivados, anastoxos graníticos, hornblenda-biotita gnáissica migmatítica (Pmg). Tem-se, também, associação mais psamítica representada por termos gradacionais entre sillimanita-granada-muscovita-biotita xisto sillimanita-quartzo-muscovita (Pxt), quartzitos puros ou com muscovita, sillimanita ecianita (Pqt).

**ROCHAS METAPLUTÔNICAS**

Ortogneisses porfíroblásticos de composição granodiorítica/granítica, raramente tonalítica, fortemente bandados (Pogn); corpos tabulares de composição granítica tectonicamente associados com a seqüência paraderivada (Pagn).

**Contato**

**Contato provável**

**Contato gradacional**

**Falha ou fratura indiscriminada**

**Falha**

**Falha transcorrente dextral**

**Falha transcorrente sinistral**

**Falha extensional**

**Falha extensional com componente oblíqua sinistral**

**Zona de cisalhamento contracional**

**Zona de cisalhamento contracional aproximada**

**Zona de cisalhamento contracional com componente oblíqua dextral**

**Foliação Sn com mergulho medido**

**Foliação com mergulho medido**

**Foliação com mergulho indicado**

**Foliação Sn+1 com mergulho medido**

**Foliação Sn+2 com mergulho medido**

**Foliação vertical**

**Foliação miltônica horizontal**

**Foliação B, com caimento medido e indicação da fase de deformação**

**Foliação B, com caimento medido**

**Foliação B horizontal**

**Linhas de estiramento Lx com caimento medido**

**Linhas de estiramento Lx com caimento medido e indicação da fase de deformação**

**Linhas de estiramento Lx horizontal**

**Linhas de estiramento Lx horizontal com indicação de fase de deformação**

**Linhas de estiramento Lx com indicação de sentido de movimento e valor do caimento**

**Linhas de estiramento Lx com indicação do sentido de movimento, fase de deformação e valor do caimento**

**Seção geológica**

**CIDADE**

**Vila**

**Outras Localidades**

**Estrada pavimentada**

**Estrada sem pavimentação, tráfego periódico**

**Estrada de ferro**

**Curso de água periódico**

**Açude**

**Curso de água permanente**

**Lagoa**



**ARTICULAÇÃO DA FOLHA**

BELA CRUZ SA.24-Y-D-I	ITAPIPOCA SA.24-Y-D-II	PARACURU SA.24-Y-D-III
SOBRAL SA.24-Y-D-IV	IRAUCUBA SA.24-Y-D-V	S. LUIZ DO CURU SA.24-Y-D-VI
SANTA QUITERIA SB.24-V-B-I	TAPERUBA SB.24-V-B-II	CANINDÉ SB.24-V-B-III

Base planimétrica e tema digitalizados pelo Núcleo de Informática Aplicada - NIA/REFO, a partir da folha SA.24-Y-D-V Iraucuba, 1ª edição, 1ª impressão, DSG, 1972.

Coordenação NIA/REFO: Francisco Edson Mendonça Gomes

Supervisão: Selma Nogueira Cavalcante

Digitalização: Antônio Carlos R. Melo e José Emerson Cavalcante

Dados temáticos e atualização da base planimétrica foram transferidos, visualmente, pelos técnicos responsáveis pelos trabalhos de campo a partir de dados de campo, imagens de satélites.

Elaboração cartográfica e impressão sob a responsabilidade da Divisão de Cartografia - DICART / Departamento de Apoio Técnico - DEPAT / Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento-DRI.

Diretor da DRI: Paulo Antônio Carneiro Dias

Chefe do DEPAT: Glauco Pinheiro de Araújo

Chefe da DICART: Paulo Roberto Macaco Bastos

Elaboração Cartográfica: Wilhem Pitter de F. Bernard, Sueli Mendes Salhar, Valter Alvarenga Barradas e Samuel Carvalho.

Revisão da DICART: Carlos Alberto da Silva Coppillo e Paulo José da Costa Zilves

Revisão na DIEDIG: Antônio Lagarde

**Autor: Oderson Antônio de Souza Filho**

Colaboradores: Francisco Vladimir Castro de Oliveira, Iapornira de Oliveira Paiva, José Carvalho Cavalcante, Michel Henry Arthaud - UFC

O Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil-PLGB é executado pela CPM - Serviço Geológico do Brasil, através das unidades regionais, sob a coordenação do Departamento de Geologia - DEGEO / Diretoria de Geologia e Recursos Minerais - DGM. Este projeto foi executado pela Residência de Fortaleza, tendo sido concluído em junho de 1997.

Diretor do DGM: Umberto Raimundo Costa

Chefe do DEGEO: Sabino Orlando C. Logararo

Coordenador Nacional do PLGB: Indício Medeiros Delgado

Coordenador Regional do PLGB: Antônio Maurílio Vasconcelos

CARTA GEOLÓGICA

ESCALA 1:100.000

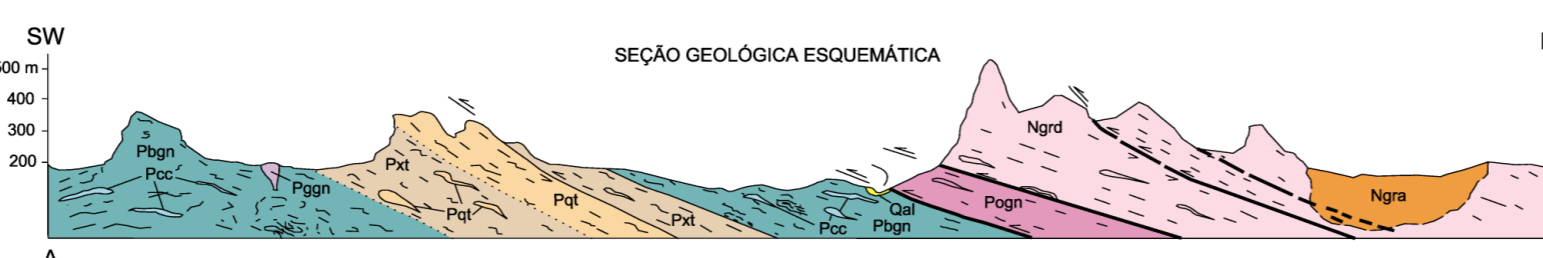
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central 39° W Gr.,

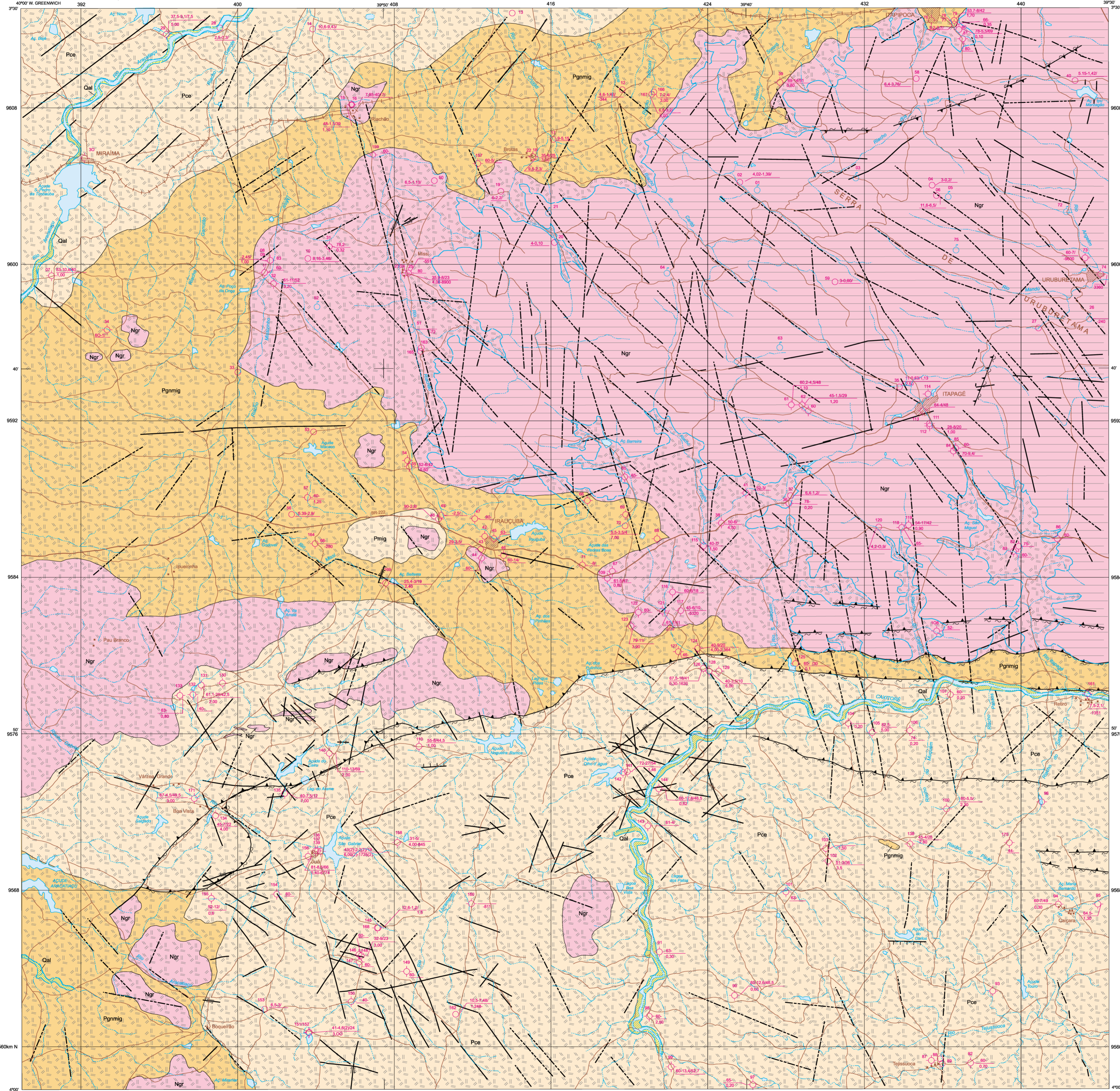
acrescidas as constantes: 10.000km e 500km, respectivamente.

Datum horizontal: Córrego Alegre - MG

Declinação magnética do centro da folha em 1959:20'38" W, cresce 5" anualmente.



FOLHA SA 24-Y-D-V IRAUCUBA



HIDROGEOLOGIA	
<p>IMPORTÂNCIA HIDROGEOLÓGICA RELATIVA LOCAL</p> <p>ALTA</p> <p>MÉDIA</p> <p>BAIXA</p>	<p>SISTEMAS AQUIFEROS</p> <p>Aquífero poroso, aluviais contínuos e livres. Sedimentos clásticos arenó-silício-argilosos, inconsolidados, com espessuras variadas atingindo o máximo de 12 metros. Produtividade máxima verificada, de 8,0 m<sup>3</sup>/h e aproveitamento através de poços amazons e tubulares rasos. Alimentação direta a partir dos cursos d'água e por precipitação pluviométrica.</p> <p>*Aquíferos* de fraturas, descontínuos e aleatórios, formados nas rochas granitoides do domínio hidrogeológico Ngr, na zona de maior densidade de fraturamento, detectável em fotografias aéreas na folha, associados a médias pluviométricas anuais entre 800 e 1500mm e temperaturas médias anuais inferiores a 28°C (clima subúmido e úmido). Alimentação direta a partir da precipitação pluviométrica e da drenagem local. Aproveitamento através de poços tubulares e fontes naturais.</p> <p>*Aquíferos* de fraturas, descontínuos e aleatórios, formados nas rochas gnáissicas, migmatíticas e graníticas dos domínios hidrogeológicos Pce, Pgmig e Ngr, na zona de menor densidade de fraturamentos detectáveis em fotografia aérea na folha, associados a médias pluviométricas anuais inferiores a 800mm e temperaturas médias anuais superiores a 28°C (clima semi-árido). Alimentação direta a partir da precipitação pluviométrica e da drenagem local. Aproveitamento através de poços tubulares.</p>

TIPOS	DADOS DE POÇOS	DISPOSIÇÃO DOS ELEMENTOS
<p>Fonte natural</p> <p>Poço escavado</p> <p>Poço tubular</p>	<p>1 - Número de ordem</p> <p>2 - Profundidade (m)</p> <p>3 - Nível estático (m)</p> <p>4 - Nível dinâmico (m)</p> <p>5 - Vazão (m<sup>3</sup>/h)</p> <p>6 - Resíduo seco (mg/l)</p>	<p>1 - Número de ordem</p> <p>2 - Profundidade (m)</p> <p>3 - Nível estático (m)</p> <p>4 - Nível dinâmico (m)</p> <p>5 - Vazão (m<sup>3</sup>/h)</p> <p>6 - Resíduo seco (mg/l)</p>

DOMÍNIOS HIDROGEOLÓGICOS	LITOLOGIA
<p>Depósitos Aluviais (Quaternário)</p> <p>Qal</p>	<p>Depósitos aluvionares rasos, formados por sedimentos inconsolidados arenosos a conglomeráticos, localmente silício-argilosos.</p>
<p>Rochas Plutônicas Brasilianas (Neoproterozóico)</p> <p>Ngr</p>	<p>Granodioritos e granitos porfíricos e isotrópicos, ocasionalmente gnáissificados, decoloração variando de rósea a cinza, bastante fraturados.</p>
<p>Rochas Supracrustais (Paleoproterozóico)</p> <p>Pce</p>	<p>Seqüência essencialmente paradiátrica do tipo QPC (Quartzito-Pelito-Carbonato) aluminosa, formada por bôlitas grossas diversos, localmente migmatizadas (Pmig), micaxistos, lentes de quartzitos, metacalcários e rochas calcossilicáticas.</p>
<p>Complexo Gnáissico-Migmatítico (Paleoproterozóico)</p> <p>Pgmig</p>	<p>Orto gnáisses fortemente bandados, de composição granodiorítica a granítica, raramente tonalítica, englobando áreas com predominância de paradiátricas de alto grau.</p>

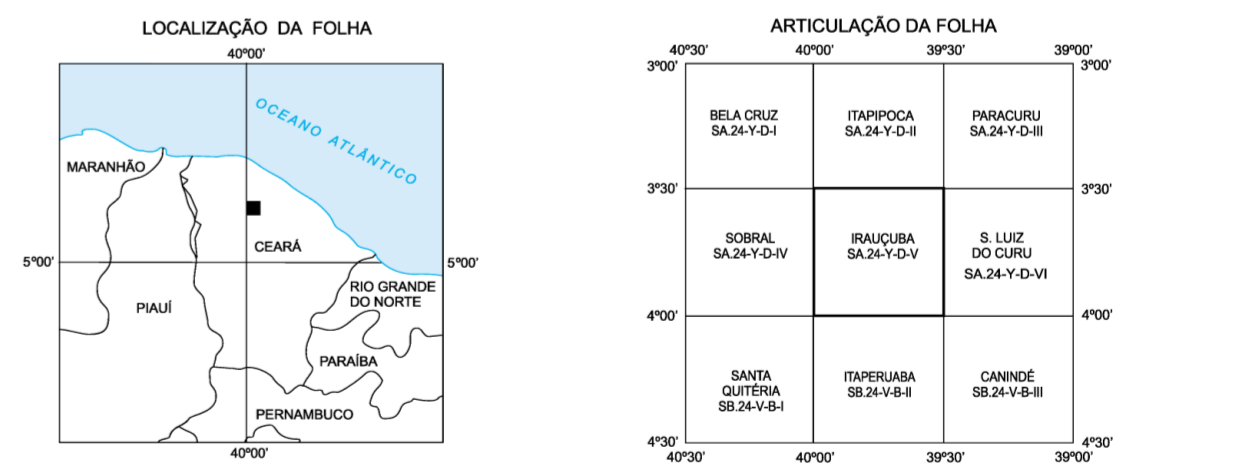
<p>Limite de áreas aquíferas segundo suas favorabilidades</p> <p>Limite entre domínios litológicos</p> <p>Falha ou fratura indiscriminada</p> <p>Falha</p>	<p>Falha transcorrente dextral</p> <p>Falha transcorrente sinistral</p> <p>Falha extensional</p> <p>Falha extensional com componente oblíqua sinistral</p> <p>Falha extensional com componente oblíqua dextral</p>	<p>Zona de cisalhamento contracional</p> <p>Zona de cisalhamento contracional aproximada</p> <p>Zona de cisalhamento contracional com componente oblíqua dextral</p>
<p>CIDADE</p> <p>Vila</p> <p>Outras Localidades</p> <p>Estrada pavimentada</p>	<p>Estrada sem pavimentação, tráfego periódico</p> <p>Estrada de ferro</p> <p>Curso de água permanente</p>	<p>Curso de água periódico</p> <p>Açude</p> <p>Lagoa</p>

Base planimétrica e tema digitalizados pelo Núcleo de Informática Aplicada - NIAREFO, a partir da folha SA 24-Y-D-V Iraucuba, 1ª edição, 1ª impressão, DSG, 1972.  
Coordenação NIAREFO: Francisco Edson Mendonça Gomes  
Supervisão: Selma Nogueira Cavalcante  
Digitalização: Antônio Celso R. Melo e José Emerson Cavalcante  
Dados temáticos e atualização da base planimétrica foram transferidos, visualmente, pelos técnicos responsáveis pelos trabalhos de campo a partir de dados de campo, imagens de satélites.  
Editoração cartográfica e impressão sob a responsabilidade da Divisão de Cartografia - DICART / Departamento de Apoio Técnico - DEPAT7 Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento DRI.  
Diretor da DRI: Paulo Antônio Carneiro Dias  
Chefe do DEPAT: Giuseppe Gilelotti de Araújo  
Chefe da DICART: Paulo Roberto Macedo Bastos  
Editoração Cartográfica: Wilhem Petter de F. Bernard, Maria Luiza Pouchinho, Valter Alvarenga Barradas e Samuel dos Santos Carvalho.  
Revisão da DICART: Carlos Alberto da Silva Copolillo e Paulo José da Costa Zilves  
Revisão na DIEDIG: Antonio Lagarde

Autor: Fernando Antônio C. Faltosa  
Colaboradores:  
Geologia: Oderson Antônio de Sousa Filho  
Coleta de dados hidrogeológicos: Ângelo Trêvia Vieira  
Francisco Juarez Alves

O Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil-PLGB é executado pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil, através das unidades regionais, sob a coordenação do Departamento de Geologia - DEGEO/ Diretoria de Geologia e Recursos Minerais - DGM. Esta folha foi executada pela Resolução de Faturação, tendo sido concluída em junho de 1997.  
Diretor da DGM: Umberto Raimundo Costa  
Chefe do DEGEO: Sábino Orlando C. Logarico  
Coordenador Nacional do PLGB: Inácio de Medeiros Delgado  
Coordenador Regional do PLGB: Antônio Maurício Vasconcelos

OUTRAS FONTES:  
Mapas Geológicos do Projeto Rio Graúna - NUCLEBRÁS. 1983/85.  
Mapa Geológico da Região Sul de Iraucuba. Givaldo L. Castro, 1982.  
Relatório de Graduação UNIFOR/NUCLEBRÁS, 1981.



CARTA HIDROGEOLÓGICA

ESCALA 1:100.000

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central 39° W.G., acrescidas as constantes: 10.000km e 500km, respectivamente.  
Datum horizontal: Córrego Alegre - MG  
Declinação magnética do centro da folha em 1989: 20°38' W, cresce 5' anualmente.