UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO - NÍVEL DE DOUTORAMENTO

ANÁLISE DOS FATORES QUE ATUAM NO AQUIFERO FISSURAL
-ÁREA PILOTO DOS ESTADOS DA PARAIBA E R.G. DO NORTE-

Tese apresentada pelo geólogo
WALDIR DUARTE COSTA para obten
ção do título de Doutor em Geo
ciências, Área de Geologia Ge
ral e de Aplicação, sob a ori
tação do Prof. Dr. ALDO DA CU
NHA REBOUÇAS

DEDALUS - Acervo - IGC

30900006045

SÃO PAULO - 1986

Aos meus pais,
João e Zilda

À minha esposa,
Ciçone

Aos meus filhos,
Ana Cristina

Ciçone

Waldir

Orlando

Luciano

Í N D I C E

Pag.

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

1.1. APRESENTAÇÃO	02
1.2. OBJETIVO E FINALIDADE	03
1.3. METODOLOGIA DA PESQUISA	04
1.4. AGRADECIMENTOS	06

- PARTE 1: C O N C E I T O S F U N D A M E N T A I S

CAPÍTULO 2: FATORES QUE ATUAM NO AQUÍFERO FISSURAL

2.1. INTRODUÇÃO	10
2.2. FATORES EXÓGENOS	10
2.2.1. CLIMA	10
2.2.2. RELEVO	11
2.2.3. HIDROGRAFIA	12
2.2.4. VEGETAÇÃO	12
2.2.5. INFILTRAÇÃO E ASCENÇÃO DE SOLUÇÕES	13
2.2.6. COBERTURAS SEDIMENTARES	13
2.3. FATORES ENDÓGENOS	
2.3.1. ESTRUTURAS GEOLÓGICAS E MECÂNICA DAS ROCHAS	15
2.3.2. UTILIZAÇÃO DOS PARÂMETROS LITO-ESTRUTURAIS NA LOCAÇÃO DO POÇO	31

CAPÍTULO 3: DINÂMICA DO FLUXO EM FRATURAS

3.1. INTRODUÇÃO	42
3.2. CONCEITOS HIDRÁULICOS FUNDAMENTAIS	42
3.2.1. REGIMES DE ESCOAMENTO	43
3.2.2. LEI DE DARCY - LIMITE DE VALIDADE	48
3.3. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DO MEIO FISSURADO	50
3.3.1. COMPORTAMENTO HIDROGEOLÓGICO DO MEIO	50
3.3.2. A FISSURA ELEMENTAR	52
3.3.3. O MEIO FISSURADO	57
3.3.4. O AQUÍFERO FISSURAL	62

- PARTE 2: A Á R E A P I L O T O

CAPÍTULO 4: CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA REGIONAL

4.1. INTRODUÇÃO	72
-----------------	----

4.2. CLIMA	Pa g .
4.2.1. ELEMENTOS DO CLIMA	72
4.2.2. CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA	73
4.2.3. PLUVIOMETRIA	75
4.2.4. TEMPERATURA	77
4.2.5. EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL E REAL	80
4.2.6. UMIDADE RELATIVA	80
4.2.7. BALANÇO HÍDRICO	82
4.2.8. CLASSIFICAÇÕES CLIMÁTICAS	85
4.3. RELEVO E GEOMORFOLOGIA	86
4.4. HIDROGRAFIA	91
4.5. SOLO E VEGETAÇÃO	91

CAPÍTULO 5: GEOLOGIA E GEOTECTÔNICA DA ÁREA

5.1. INTRODUÇÃO	95
5.2. COMPARTIMENTAÇÃO GEOTECTÔNICA DA PROVÍNCIA BORBOREMA	95
5.2.1. LIMITES DA PROVÍNCIA: OS CRATONS	96
5.2.2. OS DOMÍNIOS GEOTECTÔNICOS	98
5.2.3. SISTEMAS DE DOBRAMENTO E MACIÇOS	100
5.2.4. FALHAMENTOS E LINEAMENTOS REGIONAIS	103
5.3. O DOMÍNIO EXTREMO NORDESTE OU CENTRO-ORIENTAL	106
5.3.1. MACIÇO CALDAS BRANDÃO-SÃO JOSÉ DO CAMPESTRE	106
5.3.2. MACIÇO PERNAMBUCO-ALAGOAS	107
5.3.3. SISTEMA DE DOBRAMENTOS PAJEU-PARAIBA	108
5.4. O DOMÍNIO TRANSNORDESTINO OU CENTRAL	109
5.4.1. SISTEMA DE DOBRAMENTO SERIDÓ	109
5.4.2. SISTEMA DE DOBRAMENTO PIANCÓ-ALTO BRÍGIDA	111
5.4.3. SISTEMA DE DOBRAMENTO RIACHO DO PONTAL	111
5.5. O DOMÍNIO CEARENSE OU JAGUARIBEANO	112
5.5.1. MACIÇO SANTA QUITÉRIA	113
5.5.2. MACIÇO TRÓIA-TAUÃ	113
5.5.3. MACIÇO RIO PIRANHAS	113
5.5.4. OS SISTEMAS DE DOBRAMENTOS VESTIGIAIS	114

- PARTE 3: E S T U D O S R E A L I Z A D O S

CAPÍTULO 6: CADASTRAMENTO DOS POÇOS DA REGIÃO

6.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	118
---------------------------	-----

6.2. ZONEAMENTO DOS POÇOS NA ÁREA ESTUDADA	120
6.3. ANÁLISE DOS ELEMENTOS DO CADASTRO DE POÇOS	121
6.3.1. TIPO DE ROCHA	121
6.3.2. MANTO DE COBERTURA	121
6.3.3. FRATURAS	126
6.3.4. RELEVO/HIDROGRAFIA	126
6.3.5. RESÍDUO SECO	127
6.3.6. PROFUNDIDADE DO POÇO	128
6.3.7. NÍVEL ESTÁTICO	130
6.3.8. NÍVEL DINÂMICO	131
6.3.9. VAZÃO	131
6.3.10. VAZÃO ESPECÍFICA	132

CAPÍTULO 7: RELACIONAMENTO ENTRE PARÂMETROS DE POÇOS E FATORES ATUANTES

7.1. INTRODUÇÃO	136
7.2. RELAÇÕES ENTRE OS PARÂMETROS DO POÇO E OS FATORES INTRÍNSECOS E EXTRÍNSECOS	
7.2.1. RELAÇÃO VAZÃO ESPECÍFICA X RESÍDUO SECO	136
7.2.2. RELAÇÃO VAZÃO ESPECÍFICA X TIPO DE ROCHA	141
7.2.3. RELAÇÃO VAZÃO ESPECÍFICA X TIPO DE FRATURA	147
7.2.4. RELAÇÃO VAZÃO ESPECÍFICA X PROFUNDIDADE DO POÇO	152
7.2.5. RELAÇÃO VAZÃO ESPECÍFICA X ENTRADA D'ÁGUA	154
7.2.6. RELAÇÃO VAZÃO ESPECÍFICA X MANTO DE COBERTURA	160
7.2.7. RELAÇÃO VAZÃO ESPECÍFICA X RELEVO/HIDROGRAFIA	166
7.2.8. RELAÇÃO VAZÃO ESPECÍFICA X CLIMA	169
7.2.9. RELAÇÃO RESÍDUO SECO X TIPO DE ROCHA	170
7.2.10. RELAÇÃO RESÍDUO SECO X TIPO DE FRATURA	173
7.2.11. RELAÇÃO RESÍDUO SECO X ENTRADA D'ÁGUA	175
7.2.12. RELAÇÃO RESÍDUO SECO X PROFUNDIDADE DO POÇO	179
7.2.13. RELAÇÃO RESÍDUO SECO X MANTO DE COBERTURA	182
7.2.14. RELAÇÃO RESÍDUO SECO X RELEVO/HIDROGRAFIA	185
7.2.15. RELAÇÃO RESÍDUO SECO X CLIMA	185
7.3. SÍNTESE DAS RELAÇÕES ANALISADAS	186

CAPÍTULO 8: A LOCAÇÃO DO POÇO À LUZ DOS NOVOS CONHECIMENTOS - - ZONEAMENTO HIDROQUÍMICO PARA A ÁREA PILOTO

8.1. METODOLOGIA DA LOCAÇÃO	191
-----------------------------	-----

8.2. ZONEAMENTO HIDROQUÍMICO	196
8.2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	196
8.2.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS OBTIDOS	197
8.2.3. CONCLUSÕES GERAIS SOBRE O ESTUDO HIDROQUÍMICO	199

- A N E X O S

- A-1 - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA
- A-2 - CADASTRO DOS POÇOS
- A-3 - MAPA GEOLÓGICO DA ÁREA
- A-4 - ZONEAMENTO HIDROQUÍMICO

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1. APRESENTAÇÃO

A região semi-árida do nordeste do Brasil sofre secularmente o angustiante problema da seca, mercê de seu clima, onde a evaporação ultrapassa a precipitação. O regime pluviométrico é torrencial, com distribuição extremamente irregular das precipitações em poucos meses do ano, o que redundava em regime fluvial com escoamento restrito aos períodos chuvosos.

Esse quadro de deficiência hídrica superficial, é sobretudo acentuado nos domínios de ocorrência das rochas metamórficas e magmáticas, de idade precambriana, desprovidas de importantes mantos de alteração e cobrindo cerca de 450.000 km².

As rochas sedimentares, com melhores condições aquíferas, abrangem uma área equivalente, compreendendo a bacia do Parnaíba, no Piauí (500.000 km²), a bacia do Jacaré/Salitre na Bahia (70.000 km²), bacias costeiras de Apodi, R.G. do Norte (com 20.000 km²), Pernambuco/Paraíba (13.000 km²) e Alagoas/Sergipe (12.000 km²), além das bacias intracratônicas de Recôncavo/Tucano/Jatobá (56.000 km²). Outras pequenas bacias sedimentares intracontinentais de pequenas dimensões, ocorrem na região, como a Chapada do Araripe (PE/CE), Bacia do Rio do Peixe (PB), Bacias Iguatu-Icó (CE), dentre outras, que somadas chegam a cerca de 25.000 km². (Ver Fig. 1.1)

Além do problema representado pela precária infiltração e armazenamento, ocorre paralelamente um outro, que é a elevada salinização das águas subterrâneas acumuladas nas zonas aquíferas das rochas que compõem o substrato geológico precambriano da região semi-árida do Nordeste.

O comportamento hidrogeológico das rochas duras fraturadas, denominadas pelo autor, de aquífero fissural (COSTA, 1980) é bastante complexo na região nordestina, e os poços ali perfurados, cerca de 50.000, apresentam os mais variados resultados.

Destacam-se, com efeito, o elevado número de poços secos (cerca de 40%), a pequena vazão média obtida de aproximadamente 2.500 l/h e o elevado resíduo seco cuja média é de 3.000 mg/l. Não obstante, ocorrem situações muito favoráveis, as quais

constituem estímulo à perfuração de poços nessa região.

Esta situação decorre de muitos fatores, destacando-se as locações aleatórias, quer por ausência de técnicos qualificados nas empresas de perfuração que atuam na área, quer pela ingerência dos proprietários no processo da locação do poço, ou ainda pelas improvisações impostas pelos planos de emergência ou das tristemente famosas "operação paliteiro".

O conhecimento da problemática do cristalino aumenta muito as chances de obtenção de bons resultados, a partir de locações tecnicamente bem conduzidas, conforme tem demonstrado a prática.

No presente trabalho, buscou-se estabelecer os melhores critérios de locação de um poço, a partir de uma análise dos diversos fatores que atuam na hidrogeologia do aquífero fissural. Para que pudesse ser bem entendido o problema, iniciou-se o estudo pela análise dos fatores físioclimáticos regionais, passando-se ao mecanismo de origem tectônico e lito-estrutural de geração das zonas aquíferas. A dinâmica dos fluxos da água em fraturas foi analisada, compreendendo os aspectos morfológicos e de comportamento do fluido.

1.2. OBJETIVO E FINALIDADE

Conforme ficou caracterizado na apresentação, o trabalho tem por objetivo primordial, analisar os fatores que atuam no comportamento hidrogeológico do aquífero fissural, a forma de atuação de cada fator, o grau de participação dos mesmos e portanto, a importância desempenhada por cada um, tanto na quantidade como na qualidade das águas armazenadas nesse aquífero.

A finalidade de se conhecer o mecanismo hidrogeológico desse heterogêneo e anisotrópico meio, é a de se obter melhores vazões e águas de mais baixos teores de salinidade, a partir de locações de poços tecnicamente bem executadas e, com esse procedimento, minorar o angustiante problema da dessedentação do povo e animais habitantes da inóspita região semi-árida do nordeste brasileiro.

1.3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa desenvolvida foi iniciada com uma rigorosa análise dos dados de poços de toda a região semi-árida cristalina do Nordeste, a fim de selecionar uma área piloto, em função dos graus de distribuição e de confiabilidade desses dados. Por outro lado, evitou-se estender a análise à toda a região, para não se incorrer em generalizações, incompatíveis com os níveis de complexidade das condições de ocorrência das águas subterrâneas neste tipo de aquífero e com a baixa qualidade das informações disponíveis.

Desta forma, a área de estudo ficou reduzida aos Estados do Rio Grande do Norte e Paraíba. A área total desses dois Estados, perfaz 109.387 km², todavia, descontando-se 28.020 km², relativos às áreas cobertas pelas bacias sedimentares costeiras (ao norte e leste) e coberturas sedimentares localizadas, resta a área de 81.367 km², na qual foram localizados os poços cadastrados. Conforme pode ser visto na Fig.1.1, a área é delimitada pelas coordenadas geográficas 35°00' a 38°30' Long.W.Gr. e 5°30' a 8°00' Lat.Sul.

A essa fase, seguiu-se uma análise de cada elemento do poço e dos fatores que atuam sobre o mesmo. Durante os trabalhos dessa fase, foram efetuadas viagens ao campo, para esclarecer os pontos de dúvida, observar a precisa localização do poço e as condições locais de geologia, principalmente, o tipo lítico e as estruturas. Foi também desenvolvido um estudo de fotointerpretação geológica para detectar as macroestruturas desenvolvidas, local e regionalmente, em torno dos pontos d'água analisados.

A etapa final, foi o estudo da participação de cada um dos fatores, na vazão específica e no resíduo seco apresentado por cada poço, a fim de avaliar o nível de participação ou influência desses fatores. Nesse estudo, foram elaborados gráficos de funções e análise de tabelas com parâmetros estatísticos, bem como, examinado o índice de correlação entre as variáveis analisadas, a partir de um programa de regressão. Ao final, são apresentados os graus de relacionamento dos fatores exógenos e endógenos e as conclusões acerca da problemática de poço no aquífero fissural.

Dessa maneira, o presente texto compreende 3(três) partes distintas, embora que interrelacionadas no contexto geral da pesquisa. A 1ª parte diz respeito aos conceitos fundamentais, onde são descritos os fatores que atuam no aquífero fissural e a forma de atuação, além de um capítulo acerca da dinâmica do fluxo no meio fissurado. Essa primeira parte é importante para fixar as premissas básicas do estudo realizado. Na 2ª parte, são apresentadas as características fisiográficas e geológicas da área piloto, escolhida para desenvolvimento dos estudos propriamente ditos. Essa caracterização é imprescindível para bem entender o relacionamento dos fatores exógenos e endógenos. Finalmente a 3ª parte, corresponde aos estudos realizados, com uma síntese conclusiva ao final.

Para uma pesquisa mais profunda, seria necessário, a disponibilidade de verbas para execução de poços de pesquisa, locados segundo os mais rigorosos critérios técnicos, nas mais diferentes situações litológicas, estruturais e de outros condicionantes. Isso implicaria num total de pelo menos 50 poços, o que representaria um custo muito elevado, incompatível com a realidade da política de desenvolvimento científico e tecnológico brasileira.

A pesquisa foi então realizada a partir de dados existentes e que refletem os aspectos de locação do poço, apesar da influência externa de ordem estrutural, política de programas, no processo de locação do poço, o que redundou numa margem de insucesso em torno de 40%.

Uma outra condição que deve ser cuidadosamente analisada, é o uso de dados estatísticos para estabelecer correlação entre variáveis pesquisadas. A estatística é uma importante ferramenta de trabalho, mas a fiel interpretação dos dados, ou crítica dos resultados, deve ser sempre empregada a fim de verificar a correta utilização desse método. Assim é que, duas variáveis que se procura correlacionar podem apresentar elevado índice de correlação (superior a $\pm 0,7$), sem todavia haver nenhum significado entre as mesmas; igualmente, ocorrem relacionamentos de certo modo importantes entre duas variáveis, mas o índice de correlação entre as mesmas é insignificante (inferior a $\pm 0,3$).

No estudo em questão, a segunda hipótese foi verificada

frequentemente, devido a presença de valores anômalos e excessivamente elevados, tanto de vazão específica como de resíduo seco, o que propiciava coeficientes de variação superiores a 100%. Nessa situação, os parâmetros estatísticos eram "mascarados" e os valores dos índices de correlação se mostraram sempre muito baixos (no máximo atingiram a $\pm 0,3$).

Essa condição restritiva à pesquisa, foi atenuada por uma criteriosa análise dos dados, através de estudo de frequência de ocorrência de valores por faixas da variável independente. Dessa maneira, foi possível detectar-se os relacionamentos por funções diretas, inversas ou específicas, entre as variáveis analisadas.

1.4. AGRADECIMENTOS

O autor agradece sensibilizado, às entidades jurídicas e físicas a seguir mencionadas:

- À Diretoria e aos geólogos das empresas CDM-Companhia de Desenvolvimento Mineral do Rio Grande do Norte e CDRM-Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais da Paraíba, que gentilmente facilitaram o uso dos dados dos poços de sua propriedade.

- Ao CNPq-Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela ajuda concedida em forma de auxílio de pesquisa, para elaboração do trabalho de campo

- Ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo e em especial ao DGE pela agradável permanência e facilidades proporcionadas durante a fase de obtenção de créditos

- Ao Prof.Dr. Aldo da Cunha Rebouças, pela orientação e constante incentivo ao desenvolvimento e apresentação do trabalho

- Aos colegas da UFPE, com destaque para Lucia Seve de S.Barbosa, Rilson R.da Silva, Alcides da N.Sial e Benjamin Bley de B.Neves, pelo constante incentivo

- Aos meus familiares (pais, esposa, filhos, irmão Walter e sobrinho Almir) que direta ou indiretamente contribuíram para a apresentação deste trabalho.

FONTE: SUDENE, 1975 ("PROGRAMA PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NO NORDESTE BRASILEIRO")

ESBOÇO GEOLÓGICO DO NORDESTE

LEGENDA

TQ	TERCIÁRIO-QUATERNÁRIO	J	TRIÁSSICO
K	JURÁSSICO	P	CARBONÍFERO
T	PERMIANO	S	SILURIANO
D	DEVONIANO		CRISTALINO
	BASALTO		ZONA DE FALHA (COM REJEITO)
	CRISTALINO POUCO PROFUNDO		ÁREA PILOTO
C	CRETÁCEO		

FIG. 1.1

P A R T E 1:

C O N C E I T O S F U N D A M E N T A I S

CAPÍTULO Nº 2

**FATORES QUE ATUAM NO AQUÍFERO
FISSURAL**

2.1 INTRODUÇÃO

Segundo COSTA(1965,80,85), os fatores que atuam na hidrogeologia do meio rochoso fraturado, ou aquífero fissural, podem ser agrupados em dois grupos, a saber:

- a) fatores exógenos (ou extrínsecos)
- b) fatores endógenos (ou intrínsecos)

O primeiro grupo diz respeito aos condicionantes relacionados aos agentes atuantes na superfície externa do globo terrestre, tais como clima, relevo, hidrografia, vegetação e outros.

O segundo, corresponde aos agentes que atuam no interior do globo, tais como: estruturas representadas pelas rochas em função de esforços atuantes na crosta, constituição litológica, presença de soluções mineralizantes, etc.

Segue-se uma descrição de cada fator exógeno e endógeno, com um estudo mais detalhado desses últimos, por participarem com mais intensidade do processo hidrodinâmico do aquífero fissural.

2.2. FATORES EXÓGENOS

2.2.1. CLIMA

A principal influência do clima é na qualidade da água. Em regiões de mais elevada aridez, como no Nordeste do Brasil, em que a evaporação ultrapassa a precipitação, os sais solúveis precipitam na superfície ou logo abaixo dela, sendo redissolvidos através das águas que se infiltram, aumentando gradativamente a salinização das águas armazenadas nas fraturas das rochas. Atualmente, esse fator é considerado como o mais importante no processo de salinização das águas de regiões cristalinas semi-áridas. Esse fator vai influir, de modo indireto, também na hidrografia e vegetação, como será visto adiante.

Quanto a sua influência nos volumes armazenados, sua participação é apenas moderada. Com efeito, em regiões de maior precipitação pluviométrica, com regime semi-perenizado dos cursos fluviais, a tendência é para haver uma maior recarga e portanto, aumento na quantidade de água explorável. É claro que somente esse fator não irá determinar boas vazões nos poços, pois é necessário que haja estruturas acumuladoras onde a água seja armazenada.

2.2.2. RELEVO

Esse fator é de capital importância na quantificação de volumes infiltrados e armazenados, ou seja, na quantidade de ã-gua acumulada nas fraturas do "cristalino".

Até então, não havia sido realizada, em âmbito nacional, qualquer análise da influência do relevo na quantificação dos volumes exploráveis. Trabalhos internacionais já levaram em conta esse fator, como os de LEGRAND (1950) nas áreas de Carolina do Norte, Pittsylvania e Halifax (EUA), incluindo 772 poços e de SEVER (1964) em Dawson, Georgia (EUA) com 50 poços.

Nos referidos trabalhos foram abordadas diferentes situações de relevo, como elevações, depressões, encostas de vales e planícies. Foi demonstrado que os poços perfurados nos talvegues dos vales apresentavam as melhores vazões, secundados pelos localizados nas planícies, nas vertentes e por fim nos topos de elevações.

No que se refere a influência na qualidade da água, não existem dados estatísticos completos. Entretanto, a prática tem demonstrado, que na região semi-árida, os poços localizados nos vales dos rios principais, tendem a possuir maior salinidade do que nos riachos tributários. Por outro lado, os poços perfurados nos flancos das elevações, nas porções topográficas menos elevadas, apresentam em geral, salinidade mais reduzida, enquanto no topo das elevações, aumenta a salinidade.

2.2.3. HIDROGRAFIA

No início da década de 60, quando surgiram no Brasil as primeiras pesquisas hidrogeológicas, nasceu o conceito que ainda hoje é utilizado na locação dos poços, que foi o do "riacho-fenda". Esse termo representa justamente a associação da hidrografia com a geologia, no sentido de proporcionar a melhor condição de infiltração e armazenamento de água, em rochas duras fraturadas.

O "riacho-fenda" corresponde à situação em que ocorre a coincidência da drenagem superficial com zonas fraturadas do embasamento rochoso. Nessa situação, facilmente reconhecida na fotografia aérea e mesmo no local, devido a retilineidade adquirida por trechos do rio ou riacho, segundo direções preferenciais, existe a condição de infiltração de água nas aberturas da rocha fraturada, com possibilidades favoráveis de armazenamento na subsuperfície.

Nos casos dos rios perenes, a condição de recarga das fraturas e do aquífero fissural, se acha assegurada para permitir uma exploração sistemática por poços ali perfurados.

Quanto a influência da hidrografia na qualidade, é bastante relativa, pois dependerá da qualidade da água superficial. Quando a água superficial é de boa qualidade, a sua influência é benéfica ao aquífero, pois a sua infiltração promoverá a renovação da água subterrânea. Nessas condições, a perfuração de poços nos vales fluviais será favorável, pois haverá melhor quantidade e qualidade de água. Quando todavia, a água superficial for salinizada, deve-se evitar os vales, notadamente dos rios mais extensos, mesmo que se caracterize a situação do "riacho-fenda".

2.2.4. VEGETAÇÃO

A atuação da vegetação é baixa no que se refere a qualidade da água, pois quase não participa esse fator no processo de salinização, a não ser de forma indireta. É evidente que em regi-

ões com abundante vegetação (mata, floresta, etc) a evapotranspiração favorece uma precipitação mais intensa que proporciona a lixiviação dos sais solúveis contribuindo para uma melhor qualidade da água armazenada na sub-superfície.

Pela mesma razão, porém de forma mais intensa, essa participação indireta proporcionará maior recarga dos aquíferos, ou seja, influi na quantidade dos recursos armazenados.

2.2.5. INFILTRAÇÃO OU ASCENÇÃO DE SOLUÇÕES

Os dois casos, exógeno e endógeno, podem ser tratados conjuntamente, pois acarretam o mesmo efeito, prejudicial ao armazenamento da água nas fraturas.

Com efeito, as soluções ricas em sílica, carbonatos, óxi-dos, etc, podem penetrar nas fraturas a partir da superfície ou originadas da profundidade (soluções juvenis do magma).

Ao concentrarem as soluções, e posteriormente com a eva-poração da água, ocorre a recristalização dos sais, podendo inclusive provocar a impermeabilização total da fratura, que se diz regelada.

2.2.6. COBERTURAS SEDIMENTARES

Como coberturas são incluídos os capeamentos de uma se-dimentação de material estranho à rocha subjacente ou encoberta (cobertura alóctone) como os depósitos de aluviões e coluviões, bem como os materiais procedentes de processos de intemperismo da rocha subjacente (cobertura autóctone).

As coberturas autóctones, comumente denominadas de regolito ou eluvião ou ainda manto de intemperismo, podem possuir espessuras reduzidas (alguns centímetros) quando originadas de processo físico por desintegração, ou de vários metros quando originadas por processos químicos (decomposição).

Nos clima semi-áridos, como na região nordeste do Brasil, o manto de intemperismo é muito reduzido, enquanto nas áreas mais úmidas, com abundante pluviosidade, o manto é em geral espesso.

A importância desse fator pode ser vislumbrada pelas diferentes vazões apresentadas pelos poços localizados em áreas com coberturas de regolito espesso, como no sul do Brasil, e as áreas praticamente sem coberturas do nordeste semi-árido; nas primeiras as vazões médias são em torno de 5 vezes (podendo chegar até 10 vezes) as vazões médias das segundas.

A escolha de áreas com coberturas, em detrimento de outras sem cobertura deve ser associada a outras características tais como:

a) constituição granulométrica da cobertura, devendo-se evitar as coberturas siltica-argilosas;

b) relevo, devendo-se evitar as coberturas situadas em formas topográficas colinosas ou alongadas (espigões, divisores de bacias hidrográficas, etc) ou ainda em bordas de elevações.

Quanto a influência do manto de intemperismo na qualidade da água, é apenas moderada, e de certo modo indireta, pois, se a existência do manto decorre de maior umidade, que por sua vez está associada a maior precipitação, consequentemente as águas serão melhores, conforme já abordado.

2.3. FATORES ENDÓGENOS

2.3.1. ESTRUTURAS GEOLÓGICAS E MECÂNICA DAS ROCHAS

Um meio rochoso, como qualquer meio sólido descontínuo, está sujeito a diferentes tipos de deformações, em função das suas características elásticas e mecânicas e do estado de tensões a que está submetido.

Na evolução geológica por que passa um determinado maciço rochoso, esses fatores são extremamente condicionados pela variação de profundidade. Assim é que, à grandes profundidades, predominam os elevados estados de tensões compressivas e as altas temperaturas, condicionando uma plastificação do meio, com deformações por dobramentos e recristalizações de minerais, sem contudo desenvolver a deformação ruptural. Já em pequenas profundidades, é menor o efeito da temperatura sobre as características mecânicas da rocha e o estado de tensões é dos mais variados, permitindo a deformação ruptural dos maciços rochosos em diferentes estilos e direções.

A deformação que envolve a plastificação dos maciços rochosos sem chegar à ruptura, somente piora as condições de permeabilidade desses maciços, já que a recristalização reduz a porosidade intersticial. Por esse motivo, não será desenvolvido no presente trabalho, esse tipo de deformação.

2.3.1.1-Mecanismo da Deformação Ruptural no Maciço Rochoso

A análise da deformação ruptural, que possa ser adaptada às condições geológicas, deve considerar, em princípio, que o meio a se deformar é quase homogêneo, contínuo e isotrópico.

Nessas condições, serão analisados os diferentes tipos de rupturas ocorrentes, em função dos vários estados de tensões que podem solicitar um corpo.

Em princípio, podem ocorrer tensões normais (σ) às faces do corpo, puramente compressivas (Fig.2.1A) ou puramente tracionais (Fig.2.1B). Em ambos os casos, desenvolvem-se tensões

FIG.2.1- Esquema de tensões aplicadas a um corpo. Em A as tensões normais (σ) são compressivas e em B são tracionais. Desenvolvem-se ainda, em ambos os casos as tensões tangenciais (τ) ou de cisalhamento.

FIG.2.2- Gráfico de Mohr, mostrando que a envoltória de ruptura apenas tangencia o círculo de raio $\left(\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \right)$

tangenciais ou de cisalhamento (τ), conforme indicado na Fig. .

Pode ainda estar o corpo submetido à tensões normais compressivas em determinada direção e tracionais em outra, o que não altera a distribuição demonstrada nas Fig. 2.1(A e B) para as tensões tangenciais.

Na análise de ruptura, apenas interessa conhecer a diferença entre as tensões normais máxima (σ_1) e mínima (σ_3), pois a tensão normal intermediária (σ_2) jamais interferirá na ruptura, conforme mostra o gráfico de Mohr da Fig. 2.2, segundo ZIENKIEWICZ (1968).

Nessas circunstâncias, toda a análise de ruptura será desenvolvida, ao longo do plano que contém as tensões normais σ_1 e σ_3 (esquema bidimensional) e que corresponde ao plano mostrado em tracejado nas figuras 2.1-A e 2.1-B, considerando que essas tensões estejam ocorrendo nas direções x e z naquelas figuras.

No estado de tensões uniaxial ($\sigma_2 = \sigma_3 = 0$), de compressão, desenvolvem-se no corpo comprimido, tensões de tração (σ_t) no sentido transversal à tensão de compressão, conforme mostra a Figura 2.3-A. Se essas tensões tracionais geradas ultrapassarem a resistência à tração do corpo (S_t), ocorrerá ruptura por tração, ao longo do plano perpendicular às tensões de tração geradas, de acordo com o esquema de ruptura representado pelo gráfico de Mohr da Fig. 2.3-A.

A Fig 2.3-B mostra o mesmo tipo de ruptura, para o estado de tensões mista, em que σ_1 é de compressão e σ_3 é de tração, sendo que, nesse caso, é iminente a ruptura de tração, pois a tensão σ_t , acrescida de σ_3 é sempre superior à resistência à tração do corpo, S_t (JAEGER & COOK, 1968).

Voltando ao estado uniaxial compressivo, se a tensão σ_t for inferior à resistência S_t , não ocorrerá ruptura por tração, podendo então ocorrer ruptura por cisalhamento ou simplesmente não haver qualquer tipo de ruptura.

Para que haja a ruptura por cisalhamento, é necessário que a tensão de cisalhamento (τ), gerada pela compressão, seja superior à resistência ao cisalhamento do corpo (S_s) e nesse caso, a ruptura ocorrerá segundo um dos dois (ou ambos) planos inclinados representados na Fig. 2.4, e de acordo com o esquema mostrado pelo gráfico de Mohr dessa mesma figura.

FIG. 2.3- Tensões de tração (σ_t) desenvolvidas num corpo submetido à compressão. Em A, estado de tensões uniaxial e em B, estado de tensões misto, com σ_1 de compressão e σ_3 de tração.

FIG. 2.4- Planos em que se desenvolvem as rupturas por cisalhamento quando a tensão de cisalhamento ultrapassa a resistência de cisalhamento.

FIG. 2.5- Planos de ruptura por cisalhamento, desenvolvidos no estado de tensões triaxial compressivo. Variação apenas no Gráfico de Mohr.

No estado de tensões triaxial compressivo, as tensões σ_2 e σ_3 vão reforçar a resistência à tração do corpo e por isso, é difícil ocorrer a ruptura por tração, a não ser em casos onde a tensão mínima é muito pequena e a resistência à tração muito baixa. Em geral, ocorrerá para esse estado de tensões, a ruptura por cisalhamento, conforme os esquemas da Fig.2.5.

A inclinação do plano de ruptura por cisalhamento, com relação ao maior esforço, depende do ângulo de atrito do corpo (ϕ) - Teoria de Coulomb e Navier, citada por OBERT e DUVAL(1967). Esquematizando a distribuição de tensões geradas por σ_1 em relação a um dos planos de cisalhamento mostrados na Fig.2.5, pode-se observar através do gráfico de Mohr (Fig.2.6), que o ângulo α em questão, é expresso pela seguinte equação:

$$\alpha = 45^\circ - \frac{\phi}{2} \quad (1)$$

sendo α o ângulo de inclinação do plano de ruptura por cisalhamento.

As deformações rupturais que ocorrem no campo geológico têm o mesmo mecanismo explicado anteriormente. Importa todavia analisar, a influência exercida pelos diferentes estados de tensões atuantes, onde assumem particular importância, as de origem tectônica, além das características elásticas e de resistência das rochas. Outros fatores que merecem ser analisados, são as descontinuidades intrínsecas do maciço rochoso, além dos processos dinâmicos externos e internos que ocorrem na crosta terrestre.

Essa análise é de grande importância para a compreensão dos problemas relacionados ao armazenamento da água, servindo, sobretudo em rochas orientadas, para distinção entre as fraturas tracionais e as de cisalhamento, como será abordado adiante.

As tensões tectônicas atuam no sentido tangencial à superfície da crosta terrestre, em suas camadas ou geosferas mais profundas. Assim, quando um maciço rochoso está sujeito a essa condição, o seu estado de tensões pode ser definido por um dos dois elipsóides de tensões mostrado na Fig.2.7.

Os fatores que irão condicionar um desses dois tipos de

estado de tensões são: peso do recobrimento rochoso, em função da profundidade em que ocorre o fenômeno e estado de confinamento lateral a que está sujeito o maciço ao se deformar.

Predominando o estado de tensões mostrado na Fig.2.7-A as deformações rupturais ocorrem segundo os planos indicados na Fig.2.8. Nesses casos, a ruptura ocorre por cisalhamento e seus planos correspondem ao tipo k01 de Sander(1948) descritos por LARSSON (1963,1967,1968,1977), porém limitados àqueles de fraca inclinação, pois o ângulo de mergulho desses planos rupturais (interseção com o plano horizontal), corresponde ao ângulo α definido na Fig. 2.6. Pela equação (1) esse ângulo é função do ângulo de atrito ϕ do maciço rochoso. Considerando que ϕ varia entre 30° e 60° para os diferentes tipos de rocha (RZHEWSKY e NOVIK,1971), conclui-se que o ângulo α deve variar entre 15° e 30° .

Quando o estado de tensões existente, corresponder ao mostrado na Fig.2.7-B, as deformações rupturais serão do tipo indicado na Fig.2.9. Nesse caso, os planos de ruptura são sempre verticais, podendo ocorrer dois tipos de ruptura: por cisalhamento e por tração. Se a tensão σ_3 , acrescida da resistência à tração da rocha, for superior à tensão σ_t gerada por σ_1 (caso mais frequente) predominará a ruptura por cisalhamento, com planos verticais formando um ângulo máximo de 60° entre si (2α) com σ_1 em sua bissetriz. Esses planos correspondem aos hk0 de Sander, conforme mostrado na Fig.2.9. Desde que σ_t suplante a resistência à tração acrescida de σ_3 , ocorrerá a ruptura por tração, segundo planos verticais paralelos a σ_1 , e que correspondem ao plano ac de Sander (Fig.2.9).

É importante observar que, por sua própria gênese, os planos de ruptura por tração tendem a ser abertos, enquanto os de cisalhamento são fechados.

Finalmente deve ser analisada a situação geológica em que a deformação ruptural está associada à deformação por dobramento. Considerando uma camada de competência média a alta, sendo comprimida horizontalmente, em condições que propiciem um dobramento acompanhado de rupturas, deve ser levado em conta que, o dobramento gera tensões secundárias importantes, que diferem ao longo da espessura da camada dobrada. Como é mostrado na Fig.2.10 desenvolvem-se tensões de tração (σ_t) na parte externa da dobra

FIG.2.6- Relação entre o ângulo de inclinação do plano de ruptura por cisalhamento (α) e o ângulo de atrito do corpo (ϕ). σ_θ é a tensão normal que atua sobre o plano de ruptura.

FIG.2.7- Elipsóides de tensões tectônicas. Em a, a menor tensão (σ_3) está na vertical e em b está na horizontal. A maior tensão (σ_1) é sempre na horizontal. Em ambos os casos irá ocorrer fraturamento por cisalhamento, segundo direções diferentes, conforme o caso.

FIG.2.8- Planos h0l (conf.SANDER) em que ocorrem as fraturas de cisalhamento em função de tensões atuantes conforme a Fig.2.7-a. Ao lado, representação dos planos em estereograma.

FIG.2.9- Quando o estado de tensões atuante corresponde ao da FIG.2.7-b, podem se desenvolver fraturas de cisalhamento(hk0 de SANDER) ou de tração (ac). Ao lado, representação em estereograma.

e de compressão (σ_c) na parte interna. As primeiras, criam rupturas por tração, cujos planos são paralelos ao eixo do dobramento, enquanto a compressão geralmente deforma a parte interna de dobras por enrugamento ou por esmagamento.

Esse novo tipo de ruptura por tração ocorre perpendicularmente à superfície da camada dobrada. Assim, nas dobras simétricas, como a mostrada na Fig.2.10, a ruptura mais central corresponde ao plano axial e contém a crista da dobra, sendo portanto um plano vertical, correspondente ao plano bc de Sander. Os demais planos desse tipo de ruptura, apresentam ligeira inclinação em direção ao centro de curvatura da dobra, sendo tal inclinação indicada no estereograma ao lado da Fig.2.10, onde tais planos a parecem como meridianos próximos ao centro.

Deve-se, todavia, ter em conta que nas dobras sinformes, as fraturas que ocorrerão paralelamente ao eixo da dobra, não serão de origem tracionais, nem muito menos serão abertas.

2.3.1.2- Mecânica das rochas

Embora a ruptura dos maciços rochosos, seja fundamentalmente dependente do estado de tensões atuante sobre as mesmas, há de se considerar a importância das características físicas da rocha, no comportamento ruptural desses maciços.

A primeira influência já foi citada e refere-se ao ângulo de atrito ϕ , responsável pelas relações geométricas entre os planos de cisalhamento e as tensões atuantes. Esse parâmetro é uma parcela da resistência ao cisalhamento - S_s - que depende da seguinte equação:

$$\zeta = c + \sigma \operatorname{tg} \phi \quad (2)$$

O segundo membro dessa equação, corresponde a S_s , que deverá ser igual ou maior que ζ , para que não haja ruptura.

Dessa equação do equilíbrio de cisalhamento, os elementos ζ e σ , dependem do estado de tensões atuantes, conforme foi mostrado na Fig.2.6. Todavia, os parâmetros c (coesão) e ϕ (ângulo de atrito) são intrínsecos da rocha e que definem a sua resistência à ruptura por cisalhamento.

Assim, quanto maior for o valor desses parâmetros, mais intensivo necessitará ser o estado de tensões para provocar a ruptura por cisalhamento e menor será o ângulo α , entre σ_1 e o plano da ruptura.

Outra característica física da rocha, que influi na ruptura, é o seu módulo de elasticidade (E), em função da seguinte expressão:

$$\sigma = E \cdot \epsilon \quad (3)$$

onde:

σ = tensão aplicada

E = Módulo de Elasticidade

ϵ = Deformação sofrida

Pela equação(3), constata-se (PRICE,1966) que, quanto maior for o módulo E de uma rocha, mais intensas serão as tensões geradas, em função de uma carga aplicada. Disso resulta que, as tensões de tração (σ_t) geradas pelo esforço compressivo (Figs.2.3, 9 e 10), serão bem maiores nas rochas de maior módulo de elasticidade, ou seja, nas rochas mais resistentes, propiciando uma maior abertura entre os planos de ruptura por tração.

O módulo de elasticidade E influi ainda na deformação ruptural em função da energia de deformação. Segundo PRICE(1959), a intensidade de fraturamento de um maciço rochoso, depende da energia de deformação w, acumulada nesse maciço e que é definida pela equação:

$$w = \frac{\sigma^2}{2E} \quad (4)$$

Nessas condições, é maior a frequência de planos de ruptura, nas rochas de mais baixo módulo E.

Analisando-se todas as influências das características físicas das rochas em sua deformação ruptural e, levando-se em consideração as propriedades litológicas, consequentes da composição mineralógica e tipo de textura, pode-se chegar às seguintes constatações:

a) o comportamento estrutural de uma rocha ao ser tensionada, depende das proporções existentes entre os minerais de resistências diferentes;

b) os minerais granulares e isentos de planos de clivagem, como o quartzo, são os mais resistentes ao cisalhamento e possuem maior módulo E. Os minerais placosos são os menos resistentes e de mais baixo módulo E;

c) quanto mais grossa a textura da rocha, menor será a sua resistência, pois será maior a influência dos planos de clivagem dos cristais mais desenvolvidos (como os feldspatos); as sim, as rochas tipo pegmatito, granito pórfiro e similares, são mais quebradiças que as rochas do tipo diabásio, traquito e ou tras granulares finas;

d) as rochas não orientadas, com predomínio de minerais resistentes, apresentam geralmente uma baixa frequência de rupturas, todavia são mais abertos os planos de fraturas originados por tração;

e) nas rochas metamórficas orientadas, quanto mais baixo o grau de metamorfismo, menor é a resistência ao cisalhamento e mais elevada a energia de deformação acumulada, aumentando a intensidade de ruptura por cisalhamento. Todavia, as rupturas por tração apresentam planos quase tão fechados quanto as de ci salhamento. É o caso das ardósas e filitos, que embora possuam uma grande quantidade de fraturas, essas são em geral, quase fe chadas;

f) nas rochas orientadas, de elevado grau de metamorfismo, a resistência ao cisalhamento é maior e a energia de deformação acumulada é baixa, no que resulta um menor número de fraturas, porém com maior abertura (nas fraturas tracionais). É o ca so dos gnaisses e secundariamente, dos micaxistos, onde a intensidade de fraturas é baixa e as suas aberturas são relativamente maiores do que as rochas de baixo grau metamórfico.

2.3.1.3- Processos dinâmicos na crosta terrestre

A evolução tectônica por que tem passado a crosta ter restre, envolveu uma contínua transformação de materiais, que assumiram aspectos líticos e estruturais variados, em função dos diferentes processos a que foram submetidos, na complexa dinâmi ca que ocorreu durante a sua formação.

Assim é que, muitos sedimentos foram afundados, através das grandes bacias geossinclinais, passando seus materiais, das condições reinantes na superfície, para as elevadas pressões e temperaturas reinantes nos processos orogenéticos desenvolvidos em profundidade. Por outro lado, os movimentos epirogenéticos causaram o levantamento de extensos blocos e o afundamento de outros, numa constante troca de ambientes para esses materiais.

De todas essas relações entre processos dinâmicos de origem tectônica e isostática, ressalta-se uma situação que muito tem influído na caracterização da deformação ruptural dos maciços rochosos. Refere-se ao processo de epirogênese positiva em uma região da crosta anteriormente afetada por processos orogenéticos.

Durante a orogênese, elevadas tensões tectônicas ficaram confinadas no maciço formado, no plano tangencial à crosta, porém em profundidade. Evidentemente, as maiores tensões se acumularam perpendicularmente à xistosidade imposta à rocha formada (COSTA, 1972). Quando esse maciço for soerguido até a superfície da crosta por epirogênese, passará a ocupar um maior espaço lateral, pois a circunferência da terra vai aumentando o seu raio de curvatura de dentro para fora, conforme mostra a Fig. 2.11. Quando o bloco ABCD subiu da posição 1 para a 2, houve um acréscimo lateral de espaço correspondente a ΔL e, nessas condições, as tensões de compressão que estavam confinadas nesse bloco, na posição 1, foram liberadas, quando o bloco atingiu a posição 2, passando a funcionarem na forma de tração nessa posição.

Como resultado, surgem fraturas de tração, perpendiculares a essa nova tensão e portanto, paralelas aos planos de xistosidade, porém possuem seus planos geralmente abertos, por resultarem de tensões tracionais. (ver Fig. 2.12).

Esse é um dos aspectos que se relacionam com a superposição de esforços em distintas etapas ou ciclos orogenéticos, fazendo com que extensos ou reduzidos alinhamentos de falhas de cisalhamento (transcorrentes) sejam reativados em movimentos tracionais, propiciando condições hidrogeológicas favoráveis, no contexto do aquífero fissural. Na região Nordeste do Brasil, são encontrados vários exemplos dessa situação de múltiplas fases de formação.

FIG.2.10- Fraturamento em dobras de grande raio de curvatura. A fratura mais central coincide com o plano axial e contém a crista da dobra (fratura bc de SANDER.). As demais desse tipo (paralelas a bc) apresentam ligeiro mergulho para o centro da dobra. Os demais tipos (ac e hko) já foram vistos atrás.

FIG.2.11- O bloco ABCD subiu por epirogênese da posição (1) para (2), havendo um acréscimo de espaço lateral ΔL

FIG.2.12- Como resultado, surgiram fraturas de tração paralelas à xistosidade, chamadas de longitudinais.

Por outro lado, COSTA(1972) mostrou que, frequentemente, blocos do maciço rochoso ao sofrerem ruptura por tração na parte mais superficial da crosta, são deslocados pelo efeito do seu próprio peso e, nesses casos, tudo se passa como se a maior tensão compressiva estivesse na vertical, produzindo falhas de gravidade (teoria aventada por COSTA op cit, para explicar a origem dos falhamentos da Serra do Mar). O esquema dessa deformação ruptural corresponde ao apresentado na Fig.2.13.

Nesses casos, embora a ruptura tenha sido originada por tração, os planos se encontram pouco abertos a fechados, pois o comportamento de deslocamento dos blocos fraturados é análogo ao de ruptura por cisalhamento, podendo inclusive, dar origem a formação de "slicken-sides". Dessa forma, a situação hidrogeológica resultante é desfavorável, representando uma inversão da condição normalmente propiciada pelos movimentos tracionais.

2.3.1.4- Descontinuidades intrínsecas do maciço rochoso

Quando um maciço rochoso orientado (estratificado p.e.) é tensionado, nem sempre as rupturas obedecem aos modelos descritos anteriormente, porém tal fato, em nada invalida os princípios demonstrados, para explicar o mecanismo dos diferentes tipos de ruptura.

Acontece que, os parâmetros físicos que comandam a amplitude da ruptura e o posicionamento dos planos de quebramento, dentre os quais se destaca o ângulo de atrito, não são uniformes ao longo de toda a rocha, sendo mais influentes para a ruptura, aqueles correspondentes aos minerais mais fracos ou aos planos de descontinuidade já existentes.

Assim, ao menos que tenha havido uma cimentação secundária, ao longo de um plano pré-existente de descontinuidade, como de xistosidade, estratificação, ou qualquer outra orientação de minerais (principalmente placosos), esses planos possuirão parâmetros físicos de resistência e elasticidade, bastante inferiores aos do restante da rocha. Nessas condições, será preponderante a influência desses planos de fraqueza na ruptura da rocha, e,

consequentemente, será de grande relevância a relação existente entre a orientação do plano de descontinuidade e os esforços aplicados.

A experiência tem demonstrado (RAGAN, 1968), que o ângulo máximo de 30° constatado pela equação (1), em função do ângulo ϕ das rochas, entre o plano de ruptura por cisalhamento e a tensão compressiva atuante, pode chegar a 60° , em função da influência das descontinuidades do maciço.

Idêntico efeito pode acarretar as excessivas elevações de pressão e temperatura, nos esforços originados a grandes profundidades da crosta.

2.3.1.5- Processos físicos exógenos

Um outro tipo de ruptura de meios rochosos, consequente de alívio de tensões, ocorre relacionado com os processos externos de modelagem da crosta terrestre, através da erosão (processo atectônico).

Quando o maciço rochoso se encontra na proximidade da superfície terrestre, a tensão σ é muito baixa e corresponde ao peso do recobrimento existente sobre o maciço considerado.

Se esse recobrimento for retirado, pelo efeito da erosão, a tensão σ que anteriormente era compressiva, torna-se aliviada pela falta do material retirado, transformando-se numa tensão de tração, de forma análoga à descrita com a Fig. 2.11.

Em consequência, aparecem planos de ruptura perpendiculares à tensão de tração surgida e como essa é perpendicular à superfície de erosão, aquelas rupturas ocorrem sempre paralelamente à superfície topográfica.

Essas fraturas são denominadas de "sheet joints" ou juntas de descompressão. Sua abertura depende da espessura de material rochoso que ainda se mantém acima do plano de ruptura, mas em geral, são bem abertas, pois uma vez quebradas pela tensão traçional supra descrita, não voltam mais a se unirem (os blocos afastados ou abertos) devido às irregularidades do plano de ruptura.

FIG. 2.13 - Esquema ilustrativo de um falhamento de gravidade produzido por um esforço tracional próximo à superfície. Tudo se passa como se a maior tensão compressiva estivesse na vertical (seg. COSTA-1972).

FIG. 2.14- Esquema da formação das juntas de descompressão ou "sheet joints". Pela erosão a tensão σ_1 passa de compressiva para tracional, acarretando o fendilhamento paralelo à superfície topográfica.

ra. A Fig.2.14 mostra como aparecem essas juntas e como se justificam pelo gráfico de Mohr.

Além desse tipo de junta, pode ser ainda citada a junta de resfriamento, originada na consolidação de rochas vulcânicas de gran fina como os basaltos; essas juntas são em geral quase "soldadas", desempenhando um reduzido papel como conduto e armazenamento da água.

2.3.2. UTILIZAÇÃO DOS PARÂMETROS LITO-ESTRUTURAIS NA LOCAÇÃO DE POÇOS

2.3.2.1- Constituição litológica

A influência do tipo litológico na quantidade de água infiltrada e armazenada diz respeito às suas propriedades físicas, que determinam a intensidade de fraturamento e o grau de abertura entre as superfícies de fraturas.

De acordo com a mecânica das rochas, quanto mais competentes as rochas, menor a intensidade de fraturamento, mas em compensação, mais abertas são as fraturas nelas existentes. Assim, um gnaisse por exemplo, possui menor intensidade de fraturamento do que um micaxisto, porém no primeiro as fraturas são mais abertas do que no segundo. Também a orientação da rocha influencia sua potencialidade hídrica, pois nas rochas orientadas como os paragnaisses, desenvolvem-se mais planos de fraturamento do que nas não orientadas, como o granito e nas primeiras, são melhores as condições quando a orientação é planar do que linear, como nos ortognaisses.

Por outro lado, a granulação dos cristais também exerce influência, pois quanto maiores e mais desenvolvidos (o pegmatito p.e.) mais quebradiça é a rocha, enquanto nas rochas de granulação fina (granito fino p.e.) a resistência ao quebramento é maior.

Uma outra situação litológica favorável é a do contato entre duas unidades petrográficas distintas, como seja, entre um

granito e um micaxisto, ou entre um migmatito e um quartzito , dentre outros tipos.

Quanto a qualidade da água, a influência pode ser considerável, pois além da participação da abertura no processo de infiltração, circulação e salinização da água, ocorrem ainda dissoluções que acarretam ou aumentam a salinização das águas.

2.3.2.2- Estruturas geológicas favoráveis

As estruturas geológicas constituem o principal fator que atua na quantidade de água armazenada no aquífero fissural, desempenhando paralelamente um certo papel, também na qualidade da água.

Conforme já foi visto, as estruturas mais favoráveis são aquelas representadas por rupturas do maciço sob efeito de esforços tracionais; as falhas e as fraturas tracionais (tipo ac e bc de SANDER) além daquelas de alívio de pressão são as mais favoráveis para acumulação da água.

Quanto as rupturas por cisalhamento, que tanto podem acarretar falhas do tipo transcorrente, como simples fraturas longitudinais ou angulares (tipos hk0 ou h01 de SANDER) são em geral desfavoráveis para a locação do poço, pois as suas aberturas são muito reduzidas, chegando mesmo a serem regeladas.

Os planos de descontinuidade original das rochas metamórficas, como a xistosidade dos micaxistos ou a clivagem das ardósias, também desempenham uma certa importância, principalmente quando associados às estruturas naturais, aumentando-lhes a intercomunicação e, conseqüentemente, a permeabilidade do maciço rochoso. A percolação da água ao longo desses planos de descontinuidade original se faz muito lentamente, muitas vezes por forças capilares, mas desempenham importante papel nos processos de decomposição química, sendo muito comum encontrar-se as superfícies desses planos, completamente oxidadas ao serem quebrados e destacados.

A associação do diaclasamento com o dobramento e as descontinuidades, desempenha importante papel na locação do poço. Assim, as estruturas dobradas decorrentes de esforços compressi

vos de elevada intensidade, acarretando mergulhos dos flancos das dobras, com ângulos superiores a 60° são em geral desfavoráveis, pois em tais situações, as rochas adquirem maior plasticidade e menor desenvolvimento ruptural, além de possuírem planos mais fechados de descontinuidades originais. Ao contrário, os dobramentos cujos flancos apresentem ângulos de mergulhos inferiores a 30° , propiciam maiores aberturas em fraturas longitudinais (tipo bc de SANDER) e maiores possibilidades ao longo dos planos de descontinuidade originais.

Na Fig.2.15, a situação em A apresenta uma boa possibilidade de acumulação de água nas diáclases longitudinais e planos de xistosidade ou de clivagem; em B a situação é apenas regular e em C a situação hidrogeológica é desfavorável.

Uma outra aplicação da associação dobramento-diaclasmamento, é quando dos eixos de dobras dispostos em leque (estrutura conhecida como "rabo de cavalo"): nas proximidades do vértice do leque as fraturas longitudinais são fechadas. Assim, na Fig. 2.16, a área (3) apresenta muito melhores condições de locação de poço do que a área (2), enquanto nesta, a situação é melhor do que na área (1).

Além do problema já discutido no Ítem anterior, com relação a abertura das fraturas longitudinais paralelas ao eixo das dobras e da participação dos planos de xistosidade e clivagem nas dobras de maior intensidade, outros aspectos devem ser considerados relacionados ao próprio mergulho dos planos de fratura.

Dois problemas devem ser levados em consideração, quando se analisa a importância do mergulho dos planos de fratura: o número de fraturas interceptadas pelo poço e a abertura das fraturas.

Quanto ao primeiro aspecto, de quantidade de planos de fratura que possam ser interceptados por uma perfuração de poço, é evidente que, quanto mais suave for a inclinação desses planos, maiores as possibilidades de se obter água pelo aumento do número de fraturas interceptadas.

Admitindo um mergulho constante de um conjunto de fraturas segundo uma só direção, suponha-se, para efeito de comparação, três situações distintas, com mergulhos de 20° , 45° e 70° , supon

FIG.2.15- Diferentes situações de mergulho de planos de xistosidade

FIG.2.16- Disposição em leque dos eixos de dobras

do ainda que a intensidade de fraturas seja a mesma nos três ca sos, ou seja, com afastamento de 1 m entre cada fratura. Observa-se na Fig.2.17, que em A, com fraturas mergulhando de 20° , um poço interceptaria 6(seis) fraturas até a profundidade de 70m; na si tuação B, com fraturas mergulhando de 45° , somente duas fraturas foram interceptadas (podendo chegar até 3 a depender do local do poço); na situação C, com fraturas de 70° de mergulho, apenas u ma fratura foi interceptada, podendo inclusive não interceptar nenhuma, a depender da locação do poço.

No que se refere ao segundo aspecto, de abertura das fraturas, conforme foi visto, as fraturas de tração, tipo ac de SANDER, são em geral sub-verticais. Desse modo, constata-se que muitas vezes é melhor interceptar um menor número de fraturas, porém com maior abertura do que um maior número com menores aberturas. A situação ideal todavia, é aquela em que uma fratura prin cipal de forte mergulho está associada a fraturas secundárias de menor intensidade, e que numa perfuração se possa atingir simul-taneamente os dois tipos.

A associação estrutura-hidrografia é de grande importân-cia pois estabelece a relação entre a condição da existência de um reservatório natural e a alimentação desse reservatório.

SIQUEIRA(1963) introduziu o termo "riacho-fenda" para caracterizar essa associação, significando o termo, a condição em que determinados trechos de um riacho são alinhados segundo direções coincidentes com estruturas fendilhadas. Nessa situação, a fenda (ou fratura) seria alimentada periodicamente, sempre que o riacho estivesse com escoamento superficial.

Essa relação vem sendo utilizada com frequência na locação de poços em rochas fraturadas e permite, a partir de observa-ções locais, com medições do ângulo de mergulho das fraturas, a quilatar com boa aproximação, a profundidade em que deverá ser interceptada a fratura principal, objeto da recarga fluvial.

A Fig. 18 mostra uma seção vertical com 50m de distância horizontal (na superfície) por 100m de profundidade (na sub-su-perfície); no vértice superior esquerdo, encontra-se um riacho que alimenta fraturas de diferentes intensidades de mergulho(de 10° a 80°). Verifica-se que, até a profundidade de 100m, a fratu-ra de 80° somente é interceptada a 10m de distância da zona de

A

B

C

FIG. 17- Relação entre o ângulo de mergulho e a interseção de fraturas num poço

FIG. 18 - Relação entre distância da área de recarga e a profundidade de interseção da fratura pelo poço.

alimentação e a de 70° é interceptada até aos 30m de distância.

O cálculo da profundidade de interseção de uma fratura qualquer, conhecido o ângulo de mergulho do plano de fratura e a distância onde será perfurado o poço, pode ser efetuado facilmente através da seguinte expressão matemática:

$$p = d \cdot \text{tg } \alpha \quad (5)$$

em que:

p = profundidade de interseção da fratura no poço

d = distância do poço ao riacho (zona de recarga)

α = ângulo de mergulho da fratura

2.3.2.3- Situações comumente ocorrentes nos poços

De um modo geral, seis condições devem ser consideradas para se conseguir êxito na perfuração do poço em rochas cristalinas, quais sejam:

- existência de fraturamento na rocha
- grau de abertura das fraturas
- extensão e profundidade das fraturas
- frequência do fraturamento
- interconexão das fraturas
- conexão do sistema de fraturas com zonas de recarga na superfície (rios, lagos, capeamento permeável, etc)

A combinação dessas condições, o grau de favorabilidade de cada um e a frequência de ocorrência dos diferentes casos, permite uma caracterização de 10 (dez) situações distintas, conforme análise elaborada por COSTA(1980), a partir de estudos anteriores de LEGRAND(1959) e CAMPBELL(1977) e a seguir descritos (com ilustração na Fig.2.19).

Caso A - o poço não penetra fraturas abaixo do revestimento (de apenas 15m); nesse caso o poço será seco.

Caso B - o poço penetrou numa zona fraturada em que 2 (duas) ou mais fraturas ocorrem a poucos metros abaixo do revestimento; é um tipo muito comum de poço. Ele pode produzir vazões de 2 a 4 m³/h durante vários minutos, até as fraturas serem drenadas. Sua vazão declinará subitamente para uma fração do seu valor total, dependendo a estabilização, da permeabilidade do

manto de cobertura. A parte do poço abaixo da zona de fratura, não contribui com água e atua somente como reservatório. A vazão desse poço não aumenta quando aumenta o rebaixamento. O mais eficiente nível de bombeamento, é provavelmente, poucos decímetros abaixo da zona de fraturamento.

Caso C - o poço penetra apenas uma fratura, bastante extensa e bem abaixo, a uma profundidade de 65m (aproximadamente). Como o caso B, a perenização da vazão dependerá da permeabilidade do manto de cobertura e da capacidade de transmitir da fratura. Se a água é retransmitida do manto para a fratura tão rapidamente quanto é transmitida através da fratura para o poço, a vazão aumentará com o aumento do rebaixamento, até o nível d'água alcançar a fratura contribuinte. Não haverá aumento da vazão abaixo desse nível de bombeamento (ao nível da fratura). Porém, se a água é fornecida do manto para a fratura com velocidade menor do que aquela que é transmitida através da fratura, o nível de bombeamento mais eficiente será numa posição intermediária entre a fratura e a base do manto.

Caso D - o poço penetra apenas uma fratura a grande profundidade (~ 65m), de boa abertura, porém com extensão limitada, com precária ou difusa comunicação com o manto. Assemelha-se ao caso C, porém apresenta em geral uma pseudo-estabilização do rebaixamento durante o bombeamento, devido a presença de um "elevado" volume de água na fratura; a medida que a água vai sendo esgotada e a realimentação se faz com dificuldade, recai-se no caso anterior, pela segunda alternativa, necessitando portanto situar-se o nível de bombeamento numa posição intermediária entre a fratura e a base do manto. Esse caso induz, muitas vezes, a erros no dimensionamento da bomba a utilizar, quando o teste é feito em curto período de tempo.

Caso E - o poço penetra várias fraturas, contribuindo com pequenas quantidades de água, e uma grande fratura à maior profundidade (50m p.e.). A vazão irá aumentar com o aumento do rebaixamento, até atingir a zona de maior contribuição (no caso, aos 50m). O mais eficiente nível de bombeamento será provavelmente logo acima da posição em que o poço penetrou a maior fratura.

Caso F - o poço penetrou várias fraturas de tamanho pe

queno a médio. Estas fraturas são mais amplas e mais próximas uma das outras (maior frequência), na parte superior da rocha fraturada. Para uma vazão estabilizada, a bomba pode ficar entre 10 a 20m abaixo do topo da rocha inalterada (bedrock).

Caso G - o poço penetrou duas ou três fraturas de boa abertura e pequena extensão, saturadas, alimentadas por fraturas pequenas a médias (em abertura) que se comunicam com o manto de cobertura. Nesse caso, o poço apresenta o fenômeno que ocorre no caso D, porém com consecutivas quedas de rebaixamento, a medida que cada uma das fraturas abertas vai se esgotando com o bombeamento. Os poços tendem a fornecer no início da exploração, boas vazões, caindo com o tempo, que pode ser maior ou menor em função da amplitude das fraturas, distância para a zona de realimentação e dificuldades de realimentação das fraturas secundárias. O nível ideal de bombeamento é logo acima da fratura (dentre as abertas) mais superior, pois a partir daí, uma vez estabilizada a vazão, não haverá aumento de vazão com o aumento do rebaixamento.

Caso H - o poço penetra em várias fraturas de boa abertura, ligadas ao manto, porém preenchidas por material detritico. A característica principal do poço é o contínuo desenvolvimento, a medida que se prolonga o bombeamento, devido a desobstrução gradativa das fraturas. O processo de desenvolvimento natural pode ser ativado com um "plungeamento" logo após a perfuração do poço. Em geral, são poços de boa produção. A vazão aumenta quando aumenta o rebaixamento e o nível de bombeamento pode ficar numa posição intermediária entre as primeiras e as últimas fraturas penetradas.

Caso I - o poço é influenciado por uma falha nas proximidades, atravessando várias fraturas. A falha atua como uma fronteira impermeável, pois quebra abruptamente a continuidade das fraturas que alimentam o poço, provocando o efeito de depleção durante o bombeamento. No mais, apresenta um comportamento semelhante ao caso G, quanto ao posicionamento do nível de bombeamento.

Caso J - o poço é influenciado por uma fonte perene de recarga superficial. Esse é o caso mais favorável para obtenção

de uma boa vazão em rocha fraturada. O nível dinâmico é estabilizado com rapidez e, devido a interconecção do sistema de fraturas, o nível de bombeamento pode descer até a proximidade da fratura principal, que recebe a contribuição da água superficial.

FIG.2.19- Diferentes situações encontradas na perfuração de um poço em rocha cristalina fraturada. A profundidade total é de 80m (aprox.), com 15m de revestimento (no manto de decomposição, pontilhado nas figuras). Os casos A e J representam as condições extremas de exploração; no primeiro o poço será seco e no segundo, as condições de exploração são as melhores. (Adaptação de LEGRAND,1959 e CAMPBELL,1977)

CAPÍTULO Nº 3

DINÂMICA DO FLUXO EM FRATURAS

3.1. INTRODUÇÃO

Como meio fissurado entende-se o maciço rochoso com superfícies de descontinuidade provocadas por esforços compressivos ou tracionais. Esse meio, quando possui as suas aberturas, denominadas fissuras, fraturas, juntas ou diáclases ou mesmo paráclases (falhas), preenchidas por água, constitui o aquífero fissural.

A circulação de água que se infiltra nessas fissuras é atualmente estudada sob dois aspectos: quanto a seu aproveitamento como recurso hídrico, para exploração através de poços, que a bastecerão núcleos habitacionais urbanos ou rurais; ou, em função dos problemas que a água acarreta em obras de engenharia, como túneis, fundações de barragens, etc.

O campo de estudo do primeiro aspecto, do uso benéfico da água subterrânea, é a hidrogeologia, comumente designada de "hidrogeologia de rochas cristalinas" ou "hidrogeologia de rochas duras fraturadas" dentre outras. Quanto ao segundo aspecto, dos malefícios provocados pela água subterrânea, diz respeito ao campo da hidrogeotecnia.

Os aspectos teóricos da circulação da água no meio fissurado, são comuns a ambos os campos de estudo, diversificando apenas no que tange aos métodos de exploração na hidrogeologia ou de estanqueidade na hidrogeotecnia.

Os elementos fundamentais da hidrodinâmica devem ser levados em conta, assim como as características físicas do meio, a fim de se poder entender as leis de escoamento nas fissuras.

3.2. CONCEITOS HIDRÁULICOS FUNDAMENTAIS

O fluxo da água no meio fissurado é regido por leis hidráulicas do mesmo modo que o são os escoamentos em tubulações ou em meios porosos.

Assim, será a seguir procedida uma revisão dos conceitos hidráulicos fundamentais e, sempre que necessário, estabelecidas as relações e distinções de características entre os diversos meios.

3.2.1. REGIMES DE ESCOAMENTO (OU DE FLUXO)

A observação dos fluidos em movimento leva a distinguir dois tipos de regimes: laminar e turbulento.

No regime laminar, cada partícula descreve uma trajetória bem definida, com velocidade apenas no sentido do escoamento. O fluxo laminar ocorre em camadas, sem mistura das partículas do líquido e sem variação de velocidade. Nesse caso, todas as linhas de fluxo se determinam pela forma do conduto pelo qual flui o fluido; não ocorrem deslocamentos transversais das partículas, não havendo mistura no processo de escoamento. Um piezômetro instalado num conduto com fluido em regime laminar de escoamento, indica pressão constante e ausência de oscilações.

O fluxo turbulento é caracterizado pela mistura interna do fluido e oscilações de velocidades e pressões. Além da velocidade no sentido do escoamento, as partículas estão animadas de movimento de agitação, com velocidades transversais ao sentido do escoamento.

Entre esses dois tipos de movimento, interpõe-se um terceiro, de transição, que representa a passagem de um regime de escoamento para outro.

A mudança de regimes de fluxo ocorre numa velocidade que se denomina velocidade crítica, V_{cr} . A velocidade crítica superior é aquela acima da qual o fluxo é sempre turbulento. A velocidade crítica inferior é aquela abaixo da qual o fluxo é sempre laminar.

O parâmetro que caracteriza essa mudança de velocidades é o número de Reynolds,

$$R_e = \frac{V \cdot DH}{\nu} \quad (1)$$

onde: V = velocidade média (cm/seg)

DH = diâmetro hidráulico (cm)

ν = viscosidade cinemática do fluido (relação entre a viscosidade absoluta e a densidade do fluido)

Nas experiências de Reynolds, para avaliar os limites entre os regimes de escoamento de um líquido através de um tubo, ele fez variar a velocidade, desde que as grandezas DH e ν são

constantes, e concluiu que, para $Re = 12.000$, o regime laminar passava para o regime turbulento dentro do tubo (STREETER, 1974).

Em BENEDINI et alii (1972), é apresentada uma classificação, atribuída a Chauvetau e Thirriot, para caracterizar o movimento de um fluido em meio poroso:

- 1º - zona na qual o movimento é laminar e a lei de Darcy é completamente verificada ($Re < 2$)
- 2º - zona na qual o movimento é ainda laminar, porém de formado pela força de inércia ($2 < Re < 80$)
- 3º - zona na qual o movimento é ainda laminar em certo ponto e turbulento em outro ($80 < Re < 180$)
- 4º - zona em que o movimento é somente turbulento ($Re > 180$).

A passagem do fluxo laminar ao turbulento é muito maior (o Re) num tubo liso do que num meio poroso (2.500 no primeiro, contra 180 no segundo).

3.2.1.1. Fluxo laminar - Lei de Hagen-Poiseuille

Esta lei foi estabelecida para o caso de fluxo em conduto de seção circular constante. A velocidade nas paredes é nula e alcança o seu máximo no eixo do conduto (SCHLICHTING, 1960). A aplicando-se essa lei ao caso de fluxo entre duas placas paralelas obtem-se a lei de escoamento, válida para um conduto de seção transversal retangular, em que a largura das placas é muito maior do que a sua abertura.

Considere-se o caso de fluxo laminar entre duas placas pa ralelas perfeitamente polidas, afastadas entre si de uma distân cia e (Fig. 3.1). Imagine-se dois planos verticais, separados por uma distância ℓ (A-A e B-B) e uma largura de escoamento unitária $b = 1$. Isolando um volume prismático de dimensões $P \times 2y \times 1$ cu jo eixo coincide com o eixo dos x e aplicando a condição de equi líbrio, vem:

$$(p_1 - p_2) 2y \cdot \ell = \zeta \cdot 2 \eta r \ell \cdot 1$$

sendo $p_1 - p_2$ a diferença de pressão entre as faces do prisma.

Pela lei do atrito de Newton,

$$\tau = -\mu \frac{dv}{dy}$$

$$dv = - \frac{p_1 - p_2}{\mu \cdot \ell} \quad e \quad v = - \frac{p_1 - p_2}{2\mu\ell} y^2 + C$$

para $y = e/2$, $v = 0$

$$C = \frac{p_1 - p_2}{2\mu\ell} \cdot \frac{e^2}{4} \quad e \quad v = \frac{p_1 - p_2}{2\mu\ell} \left(\frac{e^2}{4} - y^2 \right)$$

sendo $dQ = v \cdot dA$ a vazão elementar, vem

$$dQ = \frac{p_1 - p_2}{2\mu\ell} \left(\frac{e^2}{4} - y^2 \right) \cdot 2dy$$

$$e, \quad Q = \frac{p_1 - p_2}{\mu \cdot \ell} \int_0^{e/2} \left(\frac{e^2}{4} - y^2 \right) dy$$

$$Q = \frac{g \cdot e^3}{12\nu} \cdot \frac{p_1 - p_2}{\ell} \quad (2)$$

onde,

$$\nu = \frac{\mu}{g}$$

sendo g a aceleração de gravidade.

A velocidade máxima ocorre no eixo do conduto para a condição de $y = 0$.

Fazendo $V = Q/A$, obtêm-se o valor da velocidade média,

$$V = \frac{g \cdot e^2}{12\nu} \cdot \frac{p_1 - p_2}{\ell} \quad (3)$$

Como:

$$p_1 - p_2 = \Delta H, \quad \text{vem:}$$

$$V = \frac{g \cdot e^2}{12\nu} \cdot \frac{\Delta H}{\ell} \quad (4)$$

A relação entre λ e Re pode ser obtida a partir da defi

nição do diâmetro hidráulico para o fluxo entre duas placas paralelas.

O diâmetro hidráulico é definido pela relação,

$$DH = 4 RH = 4 A/P,$$

onde RH = raio hidráulico, A, é a área perpendicular ao sentido de escoamento e P o perímetro ao longo do qual se estabelece o atrito viscoso nas paredes do conduto. Portanto,

$$DH = 4 \frac{e \cdot \ell}{2 \cdot \ell} = 2e \quad (5)$$

substituindo em (8), vem:

$$v = \frac{g \cdot DH^2}{48 \nu} \left(\frac{p_1 - p_2}{\ell} \right)$$

ou:

$$\frac{p_1 - p_2}{\ell} = \frac{96}{DH^2} \cdot \nu \frac{v^2}{2g}$$

Considerando-se a equação da perda de carga, de Darcy e Weisbach, bem como o número de Reynolds, obtém-se:

$$\lambda = \frac{96}{Re} \quad (6)$$

Expressão que representa a lei de escoamento para fluxo laminar entre duas placas paralelas de abertura constante e perfeitamente polidas. Para fluxo em condutos de seção transversal circular, constante,

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (7)$$

A Fig3.2, mostra uma comparação entre essas duas leis, válidas apenas para fluxo laminar.

3.2.1.2. Fluxo turbulento

Devido à própria natureza do fluxo turbulento, o perfil de velocidades é muito mais uniforme no fluxo turbulento do que no fluxo laminar. A Fig.35, mostra essa distribuição de velocidades para uma mesma massa flúida e conduto de seção circular constante (SCHLICHTING, 1960).

O valor crítico acima do qual o fluxo é sempre turbulento é aproximadamente,

$$Re_c = 2.300 \quad (8)$$

As perdas de carga no regime turbulento são diferentes daquelas que ocorrem no regime laminar e são consideravelmente maiores para as mesmas dimensões, vazão e viscosidade. No fluxo turbulento predominam as perdas de carga por mistura e transferência de quantidades de movimento, enquanto que no fluxo laminar predominam as perdas de carga por atrito viscoso entre as camadas.

3.2.2. LEY DE DARCY - LIMITE DE VALIDADE

3.2.2.1- Lei de movimento de Darcy

Darcy estabeleceu que a descarga através de uma coluna de areia é proporcional à área total (A) e ao gradiente hidráulico ($I = \Delta H/L$). O coeficiente de proporcionalidade (K) é a condutividade hidráulica.

$$Q = K.A.I = K.A. \frac{\Delta H}{L} \quad (9)$$

A descarga por unidade de área é a descarga específica ou fluxo específico (q)

Considerando uma coluna sólida elementar na direção s conforme esquema que se segue, pode-se escrever a lei de Darcy da seguinte maneira:

$$q = K \cdot I = K \frac{\Delta \Psi}{s} \quad (10)$$

A forma diferencial da Lei de Darcy, obtida para $\Delta s \rightarrow 0$, será:

$$q = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} K \frac{\Psi_1 - \Psi_2}{\Delta s} = - \lim_{\Delta s \rightarrow 0} K \frac{\Psi_2 - \Psi_1}{\Delta s} = - K \frac{\partial \Psi}{\partial s} \quad (11)$$

Multiplicando a equação (16) por um vetor unitário $\vec{s}$ na direção s , obtem-se a forma vetorial da Lei de Darcy:

$$\vec{q} = - K \cdot \nabla \Psi \quad (12)$$

No espaço tridimensional (x, y, z) os componentes do vetor descarga específica, são:

$$q_x \vec{i} + q_y \vec{j} + q_z \vec{k} = - K \left(\frac{\partial \Psi}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial \Psi}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial \Psi}{\partial z} \vec{k} \right) \quad (13)$$

3.2.2.2. Condutividade hidráulica e Permeabilidade

A condutividade hidráulica K (dimensão LT^{-1}) é uma função do solo(rocha) e propriedades dos fluidos e pode ser expressa através de:

$$K = \frac{k\gamma}{\mu} = \frac{k\rho g}{\mu} = \frac{kg}{\nu} \quad (14)$$

A permeabilidade k é uma propriedade intrínseca da matriz sólida enquanto a viscosidade cinemática (ν) é uma função da pressão e temperatura.

Considerando que a água possui $\gamma = 1 \text{ gr/cm}^3$ e $\mu = 1 \text{ cp}$, conclui-se que para esse fluido, a condutividade hidráulica é equivalente à permeabilidade, ou: $K \approx k$.

A permeabilidade (k) pode ser relacionada ao diâmetro do grão (d) e à porosidade (m), pela fórmula de Kozeny-Carman (in COSTA, 1980):

$$k = d^2 f \cdot \frac{m^3}{(1-m)^2} \quad (15)$$

sendo f um parâmetro que depende da forma do grão e da tortuosidade.

As unidades usadas para K são usualmente m/dia, m/s ou cm/s, enquanto para k, a unidade mais usada é o darcy

$$1 \text{ darcy} = 9,896 \cdot 10^{-9} \text{ cm}^2$$

3.2.2.3. Validade da Lei de Darcy

O relacionamento linear entre $|\vec{q}|$ e $|\nabla \Psi|$ (forma vetorial da Lei de Darcy (Eq.12) é válido somente para número de Reynolds entre 1 e 10, conforme mostra a Fig 3.4 (segundo BRAESTER, 1977). No fluxo através do meio poroso, o diâmetro ^{efetivo} do grão (d) é escolhido como comprimento característico e a descarga específica (q) assume o papel da velocidade no número de Reynolds, que passa a ser expresso por:

$$Re = \frac{qd}{v} \quad (16)$$

3.3. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DO MEIO FISSURADO

3.3.1. COMPORTAMENTO HIDROGEOLÓGICO DO MEIO

Na hidrogeologia de rochas cristalinas, é de fundamental importância o conhecimento dos processos que deram origem às de formações e das características físicas das rochas que foram afe tadas por essas deformações, sobretudo do tipo ruptural.

As rochas reagem diferentemente aos esforços, produzindo diferentes tipos de fraturas, com abertura, extensão e intensida de (frequência) variáveis; por outro lado, os tipos de esforços também diversificados, podem produzir diferentes tipos de defor mações.

FIG.3.3-Distribuição de velocidades num tubo, laminar (a) e turbulento (b). (Schlichting,1960)

FIG.3.4- Limite de validade da Lei de Darcy (BRAESTER,1977)

De um modo geral, o produto resultante da deformação, que maior interesse representa para a hidrogeologia, é decorrente da ruptura, sendo denominado de fratura, também conhecida com as terminologias de fissura, fenda, junta e diáclase. Esses termos, apesar de serem distinguidos entre si por alguns autores, sobretudo no que diz respeito a amplitude (extensão e abertura), não são, a rigor, mais do que sinônimos, significando uma descontinuidade no maciço rochoso, procovada por uma ruptura, sem movimentos dos blocos quebrados.

A deformação ruptural em que ocorre movimento de um ou dois dos blocos quebrados, denomina-se falha ou parâclase.

Dentre as várias classificações estabelecidas para distinguir as fraturas, podem ser citadas as de FARRAN & THENOZ com base na abertura, de TALOBRE com base no comprimento e a de DEERE baseada na frequência de espaçamento (in QUADROS, E.F. de, 1977), conforme mostra o Quadro nº 3.1.

O estudo da fissura sob o ponto de vista hidrogeológico compreende uma série de escalas, a saber:

- a) as características hidráulicas da própria fissura, considerada individualmente, ou seja, a fissura elementar;
- b) o relacionamento dessa fissura com as demais existentes no maciço rochoso, isto é, o meio fissurado;
- c) o posicionamento e características do meio fissurado em função da exploração das águas nele contidas, inclusive as relações com as águas superficiais subrejetes; ou, em outras palavras, as condições de exploração do aquífero fissural.

3.3.2. A FISSURA ELEMENTAR

3.3.2.1. Elementos constituintes

A análise de uma fissura (ou fratura) isolada dos blocos constituintes do maciço rochoso, deve levar em consideração os seguintes elementos:

- a) abertura
- b) rugosidade das paredes

QUADRO 3.1.-Classificação das Descontinuidades, segundo FARRAN E THENOZ(1965)
TALOBRE(1967)e DEERE(1968) contido em QUADROS(1977)

ABERTURA (e) (FARRAN e THENOZ)	COMPRIMENTO (TALOBRE)	FREQUÊNCIA DE ESPA- ÇAMENTO (DEERE)
até 1μ <u>Microfissuras</u> matriciais - fissuras interi- ores e intergranulares; cli- vagem	$0,1\text{ \AA}$ Ionização Estados excitados	$< 5\text{ cm}$ Muito Próximas
	$10\text{ \AA}$ Lacunas Inclusões Átomos intersticiais	$5\text{ cm} - 30\text{ cm}$ Próximas
	$0,1\mu$ Movimentos (grupos átomos)	$30\text{ cm} - 1\text{ m}$ Moderadamente Próximas
$1\mu - 0,1\text{ mm}$ <u>Microfraturas</u> - xistosida- de, foliação	10μ Contatos entre grãos Escorregamento (de um grão sobre o outro)	$1\text{ m} - 3\text{ m}$ Separadas
	1 mm Microfraturas	$> 3\text{ m}$ Muito Separadas
	1 dm Acamamento (sedimentares) Xistosidade (metamórficas)	
$> 0,1\text{ mm}$ <u>Macrofraturas</u> (mm) Diáclases (cm) Juntas de estratificação (dm) Falhas	10μ Cataclase (quebra ou frag- mentação). Diáclases	
	1 Km Falhas Dobras	

a) abertura

Abertura de uma fissura é definida como a medida de separação entre as paredes rochosas ao longo do plano de quebramento.

Esse parâmetro é de fundamental importância para a problemática de infiltração e armazenamento de água e vai depender de dois fatores: tensões atuantes e tipo de rocha (em função das características físicas dos minerais e da sua textura).

No que se refere às tensões atuantes, as deformações sofridas podem variar em função do tipo de esforço tensional aplicado (traccional ou compressivo), da diferença entre os esforços máximo e mínimo e por fim, das direções em que atuam no espaço, as três tensões (σ_1, σ_2 e σ_3).

Quanto ao tipo de rocha, em função das características físicas e texturais dos seus minerais, devem ser levados em conta a resistência ao cisalhamento (S_s) e o módulo de elasticidade (E). Os minerais granulares e isentos de clivagem, possuem maior S_s e mais elevado E , que os minerais placosos, ficando os minerais granulares com clivagem, em plano intermediário. Nessas circunstâncias, as rochas que possuem predominância desses minerais mais resistentes, ou aqueles de maior grau de metamorfismo, resistem mais à ruptura por cisalhamento, além de possuírem menor frequência de fraturas, pois a energia de deformação acumulada na rocha, que é a responsável pela sua ruptura, é inversamente proporcional ao módulo E . Em contra-partida, as fraturas originadas por tração nessas rochas são mais abertas, pois as tensões tracionais geradas pelo esforço compressivo, são diretamente proporcionais ao módulo E . Isso explica por que as rochas como o gnaiss e o migmatito, apresentam menor frequência de fraturas, porém estas são mais abertas, ao contrário dos filitos e ardósias que possuem maior frequência de fissuramento, porém as fissuras são mais fechadas.

A textura influi de vários modos: as rochas de textura granular grosseira são menos resistentes que as de textura granular fina, em virtude da predominância nas primeiras, dos planos de fraqueza representados pelas superfícies de clivagem dos minerais (como o feldspato); por essa razão os pegmatitos e granitos porfiroblásticos (microgranitos) são mais quebradiços do que os granitos de granulação fina. Do mesmo modo, as rochas de textura granular são mais resistentes do que as de textura lepidoblástica.

b) rugosidade das paredes (k)

Rugosidade é definida como a distância entre duas linhas paralelas à linha média e que tangenciam a saliência mais pronunciada e a reentrância mais profunda. Nas fraturas onduladas rugosas, distingue-se a macrorrugosidade e a microrrugosidade. Teoricamente, sabe-se que a macrorrugosidade (K) refere-se à distância entre duas posições da parede de uma fratura, que sofreu uma variação de direção, enquanto a microrrugosidade (k) corresponde a distância entre a maior saliência e a maior reentrância de uma parede de fratura. Ambas as distâncias são medidas perpendicularmente ao plano médio da fratura.

Rugosidade relativa é a relação entre a rugosidade absoluta das paredes (k) e o diâmetro hidráulico (DH), sendo representada pelo símbolo ϵ . O grau de rugosidade depende da origem da fratura e ainda da granulometria, mineralogia e alteração das paredes rochosas nos planos de fratura. Sua influência na condutividade hidráulica é muito grande, pois pode acarretar elevadas perdas de carga, quando a água em circulação tende a acompanhar o relevo da parede rochosa.

Segundo BARTON(1975), as fraturas se classificam quanto a rugosidade em: dentada, ondulada e plana e cada uma dessas classes se subdivide nas sub-classes rugosa, lisa e polida ou espelhada (ver Fig.3.5). As fraturas mais comumente analisadas na hidrogeologia são a plana polida (rugosidade relativa k/DH menor que 0,033) e a plana rugosa (com k/DH maior do que 0,033).

3.3.2.2. Preenchimento das fissuras

As fissuras podem estar total ou parcialmente preenchidas por material autóctone ou alóctone. A origem desse material pode estar ligada a:

- a) fragmentos da própria rocha fraturada (material autóctone), em geral nas fraturas de cisalhamento ou zonas de falha provocada por compressão
- b) detritos de origem superficial, que penetram em meio aquoso, de elevada turbidez, decantando no interior das fraturas

FIG.3.5- Perfís típicos de rugosidade, seg.BARTON(1975)
inserido em QUADROS(1982)

- c) recristalização de sais que precipitaram em soluções, em função da evaporação do meio líquido que os transportou; esse processo pode produzir uma cimentação da fratura ou mesmo uma eflorescência
- d) ascensão de soluções hidrotermais mineralizantes, solidificando em forma de cristais ou amorfa, quando a temperatura cai sensivelmente próximo à superfície

Quando ocorre um processo de preenchimento, a permeabilidade da fratura irá depender quase inteiramente da permeabilidade do material penetrante; no caso a, pode ocorrer um aumento de permeabilidade da fratura, se o movimento que causou a fragmentação das paredes foi intenso a ponto de criar um sistema de várias pequenas fraturas conjugadas, interligadas com material semi-triturado a semi-pulverizado, da própria rocha; no caso b, de um movimento pouco intenso, com um único fraturamento, em geral as paredes vão ficar muito fechadas e os detritos muito pulverizados, diminuindo portanto a permeabilidade. No caso b, a permeabilidade poderá ser boa se o material detrítico precipitado for de granulometria psamítica, entretanto, se esse material for pelítico, a fratura poderá ficar praticamente impermeável. Os casos c e d, apesar da origem totalmente diversa (no primeiro o processo é exógeno e no segundo é endógeno), o resultado é praticamente o mesmo, isto é, uma completa impermeabilização da fratura, que se diz regelada.

3.3.3. O MEIO FISSURADO

3.3.3.1 Características físicas

Todo maciço rochoso constitui um meio fissurado de características anisotrópica, heterogênea, descontínua e de extensão lateral finita; quando considerado em pequena área (grande escala) o maciço rochoso pode não conter nenhuma fissura aberta, sendo designado por LOUIS(1974) de "matriz rochosa".

As descontinuidades do maciço rochoso são representadas pelas aberturas de várias origens, como sejam: juntas de estratificação, de xistosidade, de clivagem, diáclases, paráclases, etc.

Conquanto sob o ponto de vista da hidrogeotecnia, o estudo da água nos meios contínuos seja considerado na hidráulica de solos e dos meios descontínuos na hidráulica de rochas, o maciço rochoso pode, eventualmente, ser considerado como um meio contínuo, dependendo da "escala relativa" do fenômeno estudado e do módulo de fissuramento.

A questão de escala relativa, acha-se esquematizada na Figura nº 3.6, onde é representado o mesmo problema hidráulico, para quatro meios diferentes, segundo LOUIS(1974). "Será lícito considerar um meio fissurado como contínuo se a dimensão dos blocos elementares for negligível diante da dimensão do problema considerado (caso 2 da Fig.3.6, ou seja, se for possível enumerar, a título indicativo, mais de 10.000 fissuras numa seção plana qualquer. Por outro lado, se esse número for da ordem de 100 a 1.000, a hipótese de descontinuidade do meio é necessária (caso 3) e no caso limite, se numa seção plana o número de fissuras for inferior a 10, cada fissura deve ser individualizada no modelo matemático ou físico utilizado (caso 4). Os números de fissuras que acabam de ser mencionados, são muito subjetivos; de fato, a hipótese conveniente de se adotar, deverá ser analisada cuidadosamente para cada problema considerado" (LOUIS,1974).

O maciço rochoso fissurado é constituído de blocos elementares que em conjunto constituem a matriz rochosa, separados por uma série de descontinuidades ou fissuras elementares, que em conjunto recebem o nome de sistema de fissuras ou família de fissuras ou ainda, rede de fissuras (se as mesmas se entrecortam).

3.3.3.2. Fatores que influem nas características hidrodinâmicas do meio fissurado

A condutividade hidráulica (ou permeabilidade) e as condições de armazenamento d'água de um maciço rochoso fissurado, dependem dos seguintes fatores (vide Fig.3.7):

- a) amplitude das fissuras (ℓ)
- b) abertura das fissuras (e)
- c) forma e rugosidade das paredes das fissuras (k)
- d) frequência ou espaçamento das fissuras (b)

FIG. 3.6 - MEIO CONTÍNUO OU DESCONTÍNUO.
(LOUIS, 1974)

FIG. 3.7 - Elementos do meio fissurado

- e) número de famílias ou sistemas de fissuras (n)
- f) orientação e posição das fissuras (direção e mergulho)
- g) porosidade e permeabilidade da matriz rochosa
- h) propriedade do material que preenche as fissuras
- i) distribuição da amplitude da fissura no sistema, que determina a heterogeneidade e anisotropia

3.3.3.3 Características hidrodinâmicas do meio fissurado

As características hidrodinâmicas do sistema integrado do maciço rochoso, correspondem ao somatório das características das fissuras elementares, adicionados ainda às características dos blocos elementares (quando permeáveis).

Assim, a velocidade de escoamento, é dada por:

$$V = K \cdot I \quad (\text{regime laminar}) \quad (17)$$

ou $V = K' \cdot I^\alpha \quad (\text{regime turbulento}) \quad (18)$

sendo:

K (laminar ou turbulento) - a condutividade hidráulica do maciço rochoso
 I^α - gradiente hidráulico ativo (com α , grau de não linearidade, variando 0,5 em regime totalmente turbulento a 1 no regime laminar)

A condutividade hidráulica direcional de um sistema de fissuras (em regime laminar ou turbulento) num maciço rochoso é dada por:

$$K = \frac{e}{b} \cdot k_f + k_m \quad (19)$$

em que:

K - condutividade hidráulica do maciço rochoso
 e - abertura média das fissuras
 b - espaçamento médio das fissuras
 k_f - condutividade hidráulica média das fissuras
 k_m - permeabilidade da matriz rochosa

Frequentemente, na prática, k_m é desprezível diante do valor de $e \cdot k_f / b$, a não ser quando não há fissuras ou as mesmas es

tão fechadas ou regeladas.

Constata-se na prática, que os valores de condutividade hidráulica obtidos, são bem menores do que os valores teóricos obtidos a partir de expressões matemáticas (ver eq.). Considerando p.e. um maciço contendo uma fissura por metro (frequência b) e uma abertura média (e) de 1 mm, teria uma condutividade hidráulica de:

$$K = \frac{0,001 \text{ m}}{1 \text{ m}} \times 1 \text{ m/s} = 10^{-3} \text{ m/s}$$

Na natureza não ocorre uma tal condutividade hidráulica (em meios fissurados), pelo fato de as fissuras possuírem extensões limitadas e o conjunto ser um sistema de fissuras descontínuas. Em tal meio, o escoamento é evidentemente anisotópico. "As fissuras sem comunicação, provocam um curto-circuito do escoamento quando este ocorre na sua direção. As fissuras se comportam como possuindo potencial constante e a circulação da água se dá através da matriz rochosa" (LOUIS, 1974).

A condutividade hidráulica, na direção das fissuras, é dada por:

$$K \approx k_m \left[d + \frac{1}{2} \left(\frac{d}{D-d} - \frac{d}{D} \right) \right] \quad (20)$$

sendo:

D - distância entre os pontos médios das fissuras

d - extensão de uma fissura descontínua

b - espaçamento entre os sistemas de fissuras

d/D - grau de descontinuidade

b/D - frequência das fissuras (ver Fig. 3.8)

Observa-se que nesses sistemas de fissuras descontínuas, apenas o grau de descontinuidade e a frequência das fissuras, constituem "parâmetros hidráulicos importantes". A permeabilidade matricial k_m intervém como um "coeficiente de proporcionalidade" nas condutividades hidráulicas dos diferentes sistemas de fissuras e sua influência não aparece a não ser nos cálculos de vazões.

Por outro lado, verifica-se que a abertura, a geometria da parede rochosa e a rugosidade das fissuras, "não representam nenhum papel".

3.3.4. O AQUÍFERO FISSURAL

Um meio aquífero pode ser homogêneo ou heterogêneo, isótropo ou anisótropo; é homogêneo quando as suas propriedades são constantes em qualquer lugar do mesmo e heterogêneo quando essas propriedades variam de um lugar a outro. Estritamente, todo meio poroso ou fissurado é um meio heterogêneo pela própria natureza, porém esse meio pode ser considerado macroscopicamente homogêneo se as propriedades consideradas em um certo volume do material ao redor de cada ponto considerado não variam de um lugar a outro (um conglomerado p.e. em escala de centímetro é um meio heterogêneo, porém em escala de metros, pode ser considerado homogêneo).

Um meio é hidraulicamente isótropo quando as suas propriedades, principalmente a permeabilidade, não dependem de orientação, ou seja, que é igual em qualquer direção que se considere. Um meio homogêneo pode ser isótropo ou anisótropo. A isotropia também admite um fator de escala.

O aquífero fissural, considerado em larga escala (de dezenas a centenas de metros) pode ser considerado como homogêneo, mas, em geral, é anisótropo, pois apresenta direções preferenciais de fluxo, uma vez que as fissuras são na maioria dos casos, orientadas segundo determinadas direções.

BENEDINI et alli(1972), mostra um esquema de representação bidimensional (segundo a horizontal e a vertical) de um aquífero sedimentar estratificado (Fig. 3.9-A) e de um aquífero fissural (Fig. 3.9-B), ambos exemplos de aquífero homogêneo anisótropo.

A permeabilidade segundo a horizontal (eixo dos x), segundo BENEDINI op.cit. será dada por:

$$K_x = \frac{n}{\sum_1} m. \frac{K_m \cdot e_m}{e} \quad (21)$$

e, segundo a vertical (eixo dos y), por:

$$K_y = \frac{e}{\sum_1 m. \frac{e_m}{K_m}} \quad (22)$$

sendo $e = \sum_1^n m \cdot e_m$, a espessura total do aquífero, consti

FIG.3.8- Esquema mostrando a descontinuidade das fissuras elementares no meio fissurado, segundo LOUIS(1968)

FIG.3.9- Representação bidimensional de um aquífero homogêneo anisótropo estratificado (A) e fissurado(B), segundo BENEDINI et alli (1972)

tuido de n camadas ou fissuras elementares ($m = 1 \dots n$) de espessura e_m (para cada camada) ou abertura e_m (para cada fissura).

3.4. FLUXO ATRAVÉS DO MEIO FISSURADO

3.4.1. INTRODUÇÃO

As considerações teóricas sobre o escoamento dos fluidos em condutos de seção circular servem de base para o estudo dos fenômenos de escoamento nas fraturas. O conceito de diâmetro hidráulico (Eq.5), normalmente empregado como meio de procurar uma equivalência entre os resultados provenientes da análise do escoamento de fluidos em condutos de seção circular para aqueles de seção variada, é considerado adequado para o estudo do escoamento em fraturas.

O escoamento laminar de um fluido Newtoniano numa fratura lisa, pode ser explicado pela lei de Poiseuille. A geometria do problema assemelha-se ao caso de duas placas paralelas de abertura constante (Fig.3.19).

Para fluxo turbulento, os resultados experimentais obtidos por Louis e Lomize são comparados com as fórmulas empíricas estabelecidas para condutos circulares através de um diagrama que relaciona o coeficiente de resistência λ , com o número de Reynolds (Fig.3.10).

3.4.2. FLUXO LAMINAR NUMA FRATURA PLANA, LISA, SEM PREENCHIMENTO

Admite-se que o escoamento seja retilíneo e paralelo, se a rugosidade relativa, k/DH (relação entre a rugosidade absoluta e o diâmetro hidráulico) é menor ou igual a 0,033 (LOUIS, 1969).

A rugosidade relativa nas fraturas pode variar desde zero (fratura ideal, perfeitamente polida, com $k = 0$) até o valor de 0,5 (as duas paredes em contato); para este caso, $k=e$, e como

$DH = 2e$ (Eq.5), vem, $k/DH = 0,5$

Para fluxo laminar, a velocidade de fluxo é diretamente proporcional ao gradiente hidráulico. Tomando-se por base as equações de fluxo estabelecidas para o escoamento de um fluido incompressível entre duas placas paralelas de abertura e , tem-se:

$$V = k_f \cdot I_f \quad (23)$$

Segundo LOUIS (1969):

$$k_f = C \cdot e^2 \quad (24)$$

$$\text{sendo: } C = \frac{g}{12 \mu} = \frac{g \cdot \gamma}{12 \mu} \quad (25)$$

$$\text{donde: } k_f = \frac{e^2}{12} \quad (26)$$

Essa expressão que relaciona a condutividade hidráulica de uma fratura com o quadrado da sua abertura, foi encontrada por BRAESTER(1977), através da comparação entre a equação de Hele-Shaw e a equação de Darcy, levando em conta ainda a equação da conservação da massa.

Nos exemplos citados por BRAESTER (op cit), transcritos resumidamente a seguir, pode-se visualizar melhor a grande influência que exerce na condutividade hidráulica, a abertura de uma fratura:

ABERTURA (e)	PERMEABILIDADE (k)	CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA (K)
em mm	em darcy	em m/s
0,001	$\approx 10^{-1}$	$\approx 10^{-6}$
0,1	$\approx 10^3$	$\approx 10^{-2}$
1	$\approx 10^5$	≈ 1

Conforme já visto, a abertura da fratura depende do módulo de elasticidade (E) da rocha e do estado de tensões atuantes na crosta e assim, varia com o tipo de rocha e a profundidade em que se desenvolveu o processo.

3.4.3. REGIMES DE ESCOAMENTO NUMA FRATURA

LOUIS(1969), esquematizou os regimes de escoamento numa fratura através de um diagrama que permite visualizar três domínios, cujos limites determinam a validade das leis de escoamento.

Na Fig.3.11, pode-se distinguir:

a) regime hidraulicamente liso 1 e 2

$$\lambda = f(Re)$$

b) regime intermediário 3

$$\lambda = f(Re, k/DH)$$

c) regime completamente turbulento ou completamente rugoso 4

$$\lambda = f(k/DH)$$

Os limites definidos através do número de Reynolds entre os domínios 2 e 3 e domínios 3 e 4, são funções decrescentes da rugosidade relativa. Esses limites determinam os domínios de validade das leis de escoamento.

No domínio 1, para Re aproximadamente igual ou inferior a 2.300, todos os pontos experimentais obtidos por Louis, estão situados numa mesma linha reta e são independentes do valor da rugosidade relativa (Fig.3.10). Pode-se concluir que, neste domínio, a rugosidade não desempenha qualquer efeito na perda de carga para fluxo laminar e que a perda de carga é função unicamente das propriedades do fluido. Se $k/DH \leq 0,033$, é aplicável a lei de Poiseuille (linha 1, Fig. 3.10). Se $k/DH > 0,033$, a influência da rugosidade pode ser considerada por meio de um fator que depende do valor da rugosidade relativa da fratura. Para este caso, a lei de escoamento proposta está mostrada a seguir (LOUIS,1969):

$$\lambda = \frac{96}{Re} \left[1 + 8,8 (k/DH)^{1,5} \right] \quad (27)$$

Para Re acima de 2.300 (domínio 2, Fig.3.11), é aplicável a lei de Blasius (linha 3, Fig.3.10). Este regime é conhecido como hidraulicamente liso, no qual as perdas de carga são influenciadas, tal como no regime laminar, apenas pelas propriedades físi

FIG.3.10 - Leis de escoamento numa fratura e resultados experimentais de Louis (1969)

cas do fluido. As perdas de carga que se estabelecem durante o escoamento são apenas por atrito viscoso do fluido nas paredes da fratura. Portanto,

$$\lambda = 0,316 \text{ Re}^{-1/4} \quad (28)$$

Para este domínio é aplicável também a lei de Karman (linha 4, Fig.3.10):

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} \quad (29)$$

O domínio 3 constitui uma região de transição entre os regimes hidraulicamente liso e completamente rugoso, a qual depende de Re e k/DH. Considera-se aplicável neste domínio a equação de Colebrook e White (linha 5, Fig.3.10).

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \log \left(\frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} + \frac{k/DH}{3,7} \right) \quad (30)$$

Na equação 30, quando k tende para zero e o valor de k/DH é muito pequeno, o segundo termo da equação pode ser desprezado e a lei de Colebrook-White identifica-se com a lei de Karman. Da mesma forma, se Re for muito grande, o primeiro termo dentro do parênteses na equação 30 pode ser desprezado e esta se identifica com a equação proposta por Nikuradse para regime completamente rugoso (linha 6, Fig.3.10).

Para valores elevados de Re e k/DH, λ depende unicamente da rugosidade relativa e independe de Re. O regime é definido como regime completamente rugoso, uma vez que o coeficiente de atrito depende principalmente da altura das asperezas e independe das propriedades do fluido. Considera-se aplicável para este domínio a lei de Nikuradse para valores de $k/DH \leq 0,033$ (LOUIS,1969).

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \frac{k/DH}{3,7} \quad (31)$$

Para $k/DH > 0,033$ Lomize propõe que seja aplicada a seguinte equação para o fluxo em fraturas:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2,55 \log \frac{k/DH}{1,24} \quad (32)$$

FIG.3.11- Esquematização das leis de escoamento e dos diferentes regimes de escoamento(Louis,1969)

P A R T E 2:

A A R E A P I L O T O

CAPÍTULO Nº 4

CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA ÁREA

4.1. INTRODUÇÃO

O estudo das características fisiográficas de uma dada região constitui sempre um valioso elemento complementar nos trabalhos e pesquisas envolvendo recursos hídricos, pedológicos agro-pecuários, ou outras áreas de recursos naturais.

Além dessa importância genérica, os elementos da fisiografia, como o clima, relevo, hidrografia, vegetação e solos (a geologia será tratada a parte) desempenham um papel fundamental no estudo hidrogeológico do aquífero fissural, uma vez que, como foi visto no Cap.2, constituem esses elementos, os fatores exógenos que exercem influência na quantidade e qualidade das águas subterrâneas.

Assim, será tratado individualmente cada elemento da fisiografia, com uma análise das características regionais e suas influências no aquífero fissural.

4.2. CLIMA

4.2.1. ELEMENTOS DO CLIMA

Os mais importantes elementos do clima são a pluviosidade (ou precipitação) e a temperatura, sendo ainda utilizados para a caracterização climática regional os seguintes elementos:

- circulação atmosférica (ventos)
- umidade relativa
- evapotranspiração potencial
- " " real.

O balanço hídrico, elaborado pelo método de Thornthwait leva em conta, sobretudo, a precipitação e a evapotranspiração potencial; o zoneamento árido de De Martonne, tem por base a precipitação e a temperatura; as diversas classificações climáticas como a de Koppen, Gaussen e Nimer, baseiam-se principalmente na

precipitação e na temperatura. O Projeto RADAMBRASIL adota uma classificação climática mais completa, que leva em consideração o índice de umidade (segundo Thornthwait), a precipitação total anual, o excedente hídrico anual, o número de meses com excedente hídrico, a deficiência hídrica anual, o número de meses com deficiência hídrica e, secundariamente, a temperatura média anual.

4.2.2. CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA E A GÊNESE DAS CHUVAS

Os sistemas de circulação atmosférica, que influenciam as condições de tempo na área são, segundo NIMER (1977): sistema de correntes perturbadas do sul (FP); sistema de correntes perturbadas do norte (CIT); sistema de correntes perturbadas de leste (WE) e sistema de correntes perturbadas de oeste (IT), os dois últimos considerados secundários. Segundo REIS (1976) os sistemas são apenas três, a saber: massa Equatorial atlântica (mEa), a Convergência Intertropical (CIT) e a Frente Polar Atlântica (FPA). Ver Fig. 4.1.

A área em estudo permanece o ano inteiro sob a ação do anti-ciclone do Atlântico Sul, responsável pelo bom tempo no hemisfério meridional. É o ar dos Alíseos de SE que predomina em toda a área durante o ano. A massa de ar transportada pelos Alíseos (massa Equatorial Atlântica) compõe-se de duas correntes: a inferior, mais úmida, é refrescada por descargas do ar polar, enquanto que a superior se apresenta quente e seca, em razão de uma forte camada de inversão térmica que as separa, impedindo a sua mistura. Quando os ventos atingem a plataforma litorânea da parte oriental que lhes antepõe ao fluxo dominante, a inversão térmica se desfaz gradualmente, gerando uma instabilidade condicional da massa do ar, permitindo a ascensão da camada superficial dos Alíseos e, conseqüentemente, a condensação e a precipitação. Essas chuvas contudo, não atingem o interior, detendo-se na vertente leste da Chapada da Borborema, o que reforça ainda mais o fenômeno.

A zona seca da área é uma resultante da predominância do ar estável trazido pelos Alíseos. Essa condição pode perdurar,

FIG. 4.1 - SISTEMA DE CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA (SEG REIS e NIMER, MODIFICADO P/ RADAMBRASIL)

dando origem às calamitosas secas que, com relativa frequência, se abatem na área. O mais comum, porém, é que as penetrações das correntes perturbadas de oeste-noroeste, a oeste da área aliada às ondulações da Convergência Intertropical, a noroeste, determinem a estação chuvosa em grande parte da área, na sequência verão-outono. No resto, há que se salientar o litoral, de clima úmido, onde a estação chuvosa de outono-inverno está sob a influência das descargas de ar polar da Frente Polar do Atlântico, muito frequentes e enérgicas naquela parte do ano.

4.2.2. PLUVIOMETRIA

A distribuição espacial da pluviometria é mostrada no Cartograma da Fig. 4.2., revelando uma grande heterogeneidade ao longo da área, desde 1.800 mm/ano até 300 mm/ano. A pluviometria mais acentuada corresponde à região litorânea oriental, secundada pelas serras e brejos.

As serras são áreas de influência orográfica, onde a interceptação da umidade se faz de maneira marcante. Durante o período chuvoso, sistemas pluviais da Convergência Intertropical aí se intensificam. Ao longo do período seco, a ocorrência da precipitação oculta (orvalho e nevoeiro) possibilita maior conservação da umidade no solo, evitando parte da evapotranspiração potencial. Essas áreas são representadas pela Serra do Teixeira, Serra dos Cariris Novos, Serra do Camará, Serra João do Vale, Serra de Sta. Luzia, dentre outras de menor porte, onde as precipitações variam de 800 a 1.000 mm/ano.

Os brejos assemelham-se às áreas serranas, no que diz respeito à interceptação da umidade, ocorrendo maior precipitação devido à perturbação orográfica dos fluxos estáveis dos Alíseos. Entretanto, diferenciam-se das serras pelo menor porte que apresentam, interceptando, assim, menor quantidade de umidade. Podem ser citados, dentre outros, o brejo de Martins - RN (1.086mm) e Cuité - PB (913mm).

Quanto a distribuição da pluviometria no tempo, é muito variável em função da localização (coordenadas da longitude e latitude), da altitude e outras condições locais como ventos, u-

FIG.4.2 ISOIETAS DE PRECIPITAÇÃO ANUAL E ZONEAMENTO ÁRIDO DE DEMARTONE

midade, evapotranspiração, etc. Nos cartogramas da Fig.4.3 (A a D) verifica-se que enquanto na região mais oriental (a leste do meridiano $36^{\circ}00'$) as precipitações ocorrem no inverno na região ocidental da área as precipitações são mais intensas no outono. O verão marca o início das precipitações no sertão e litoral enquanto na primavera praticamente inexistente precipitação em ambas as regiões.

No Quadro 4.1 pode-se observar os valores médios de precipitação com respectivos índices de dispersão, em 13 postos pluviométricos distribuídos na área (in ALBUQUERQUE, 1971).

4.2.3. TEMPERATURA

A cartograma de isotermas (Fig.4.4), demonstra que toda a área está submetida a alta temperatura média anual, bem como a fraca oscilação térmica.

No litoral, as médias variam de 24°C a 26°C , em função da ação dos Alíseos; nos setores do litoral setentrional e das áreas norte e noroeste elas atingem os 28°C . Constituem exceção os níveis mais elevados do planalto da Borborema, com temperaturas médias que variam em torno de 22°C .

A curta "estação fria" ocorre nos meses de junho e julho. Esses meses são os mais representativos do inverno austral, época em que o sol se encontra mais afastado do zênite, e em que, por conseguinte, é menor a radiação. Os demais meses possuem temperaturas mais elevadas, sobretudo outubro-novembro, no setor ocidental da área, e janeiro-fevereiro, no setor oriental. As altas temperaturas se acentuam progressivamente à medida que diminuem as cotas de altitude e se penetra no interior. Nestas áreas deprimidas interiorizadas, muito pouco beneficiadas pela ação dos alíseos, observam-se fortes quedas de temperatura por radiação noturna, mais significativas no inverno.

QUADRO 4.1 - VARIABILIDADE DAS CHUVAS ANUAIS

NOME DO POSTO	NÚMERO DE ANOS OBSERVADOS	MÉDIA DO PERÍODO OBSERVADO - P - (mm)	DESVIO PADRÃO (mm)	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO - CV - (%)	MÁXIMO OBSERVADO (mm)	MÍNIMO OBSERVADO (mm)
Martins	49	1.045	415	40	1.910	153
Patu	51	736	308	42	1.752	164
Serra Negra do Norte	50	680	290	43	1.480	84
Jardim do Seridó	54	651	250	46	1.166	103
Currais Novos	48	430	219	51	899	73
Picui	51	352	168	48	855	102
Souza	46	747	309	41	1.348	140
Cajazeiras	49	860	300	35	1.618	284
Teixeira	47	702	390	56	1.876	174
Patos	50	751	381	51	1.912	165
Itaporanga	49	826	358	43	1.858	224
Taperoá	40	506	262	52	1.077	81
Princesa Isabel	53	785	260	33	1.608	163

Fonte: SUDENE (1971)

A - EM JANEIRO (VERÃO)

B - EM ABRIL (OUTONO)

LEGENDA:

— 50 — ISOIETAS (mm)

— LIMITE INTERESTADUAL

C - EM JULHO (INVERNO)

D - EM OUTUBRO (PRIMAVERA)

FONTE: RADAMBRASIL - LEVANTAMENTO DE RECURSOS NATURAIS - VOL. 23

ESCALA APROX. 1 : 5.000.000

FIG. 4.3 PLUVIOMETRIA MÉDIA MENSAL POR ESTAÇÕES DO ANO

4.2.4. EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL E REAL

A evapotranspiração potencial - EP - é um índice utilizado para indicar a necessidade de água por unidade de área, ou seja, a água teoricamente necessária para manter a vegetação verde durante todo o ano, sendo também uma função direta da temperatura.

Correlacionando-se o cartograma de evapotranspiração potencial anual (Fig.4.5) com o cartograma de temperatura média anual (Fig.4.4), percebe-se que os menores índices de EP aparecem onde se registram os menores índices térmicos, como as áreas serranas do Teixeira e divisor hidrográfico das bacias orientais e setentrionais. Por outro lado, toda a zona litorânea e aquelas situadas nas depressões interplanálticas e a sotavento dos maciços orográficos apresentam os maiores índices de EP, associados aos mais elevados índices térmicos.

A evapotranspiração real - ER - corresponde à quantidade de água que, nas condições reais, se evapora do solo e transpira das plantas. A cartograma da evapotranspiração real (Fig. 4.6) mostra que os mais elevados valores da ER são encontrados no litoral oriental, diminuindo para o interior, à medida que diminuem os valores da precipitação.

4.2.5. UMIDADE RELATIVA

Esse parâmetro apresenta uma grande diversificação da costa leste para o interior. Assim, na região litoral oriental e na vertente ocidental do Planalto da Borborema a umidade relativa varia entre 80 e 85%, elevando-se nos meses de inverno para até 90%. Em direção ao interior, bem como na costa setentrional, onde é escassa a disponibilidade da água, o percentual de evaporação é reduzido, alcançando valores entre 60 e 65%.

Uma forma de representação da umidade do ar é através do Índice de Umidade, de Thornthwait, definido pela expressão:

$$I_m = \frac{100 \cdot \text{Exc.} - 60 \cdot \text{Def.}}{\text{EP}}$$

FIG.4.4 TEMPERATURA MÉDIA ANUAL

FIG.4.5 EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL ANUAL

FIG.4.6 EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL ANUAL

FONTE : RADAMBRASIL - LEVANTAMENTO

DE RECURSOS NATURAIS

- VOLUME 23

ESCALA APROX. 1 : 5.000.000

LEGENDA

—23— TEMPERATURA EM °C

—1000— EVAPOTRANSPIRAÇÃO (mm)

— LIMITE INTERESTADUAL

em que Exc representa o volume do excedente e Def o volume de deficiência da água no solo; no Balanço de Thornthwaite EP representa a evapotranspiração potencial. Segundo Thornthwaite não haverá seca se a deficiência hídrica do período seco não for além de 60% do excedente hídrico anual.

Os valores positivos de Im correspondem aos climas úmidos e os negativos, aos climas secos, em todas as suas nuances. Portanto, a isolinha de valor igual a zero separa o clima subúmido do clima subseco. (Ver Fig. 4.8).

4.2.6. BALANÇO HÍDRICO

O Balanço Hídrico de Thornthwaite estabelece a integração entre a evapotranspiração potencial, precipitação e evapotranspiração real, utilizando-se das representações do excedente hídrico e deficiência hídrica. O excedente hídrico é a quantidade de água precipitada que não é absorvida pelo solo e não é evapotranspirada, incorporando-se à rede de drenagem superficial ou aos aquíferos subterrâneos. Deficiência hídrica é o saldo negativo que ocorre após o início da estação seca, perdurando até depois do início da estação chuvosa. (Ver Fig. 4.9).

Antecedendo ao período de deficiência, ocorre a retirada da água armazenada no solo durante a estação chuvosa anterior. Portanto a deficiência faz-se sentir logo que o armazenamento hídrico cai pouco abaixo da "capacidade de campo".

Sempre que a curva P aparece abaixo da curva EP no gráfico do Balanço Hídrico, há utilização da água disponível no solo (retirada) até que se esgotem os 125mm de água disponível, após o que se inicia o período de deficiência, que se prolonga até que a curva P ultrapasse a EP. Então ocorre o início da reposição da água no solo, até que se atinjam os 125mm e, a partir daí, ocorre o excedente hídrico.

A Fig. 4.7 mostra o balanço hídrico executado pela RADAM BRASIL em seis postos situados em locais da área estudada. Em Natal, o ano inicia-se com uma deficiência hídrica de 118mm que

DEFICIÊNCIA

REPOSIÇÃO

EXCEDENTE

RETIRADA

PRECIPITAÇÃO

EVAP. POTENCIAL

EVAP. REAL

FONTE: RADAMBRASIL LEVANTAMENTO DE RECURSOS NATURAIS VOLUME 23

FIG.4.7 BALANÇO HÍDRICO DE THORNTWAITE

FIG.4.8 ÍNDICE DE UMIDADE DE THORNTHWAITE

FIG.4.9 DEFICIÊNCIA HÍDRICA ANUAL

FIG.4.10 VARIAÇÕES MESOCLIMÁTICAS REGIONAIS

é reposta nos meses de março e abril; os meses de abril, maio, junho e julho representam excedente hídrico de 388mm, passando nos meses de agosto e setembro a se processar a retirada de água do solo, voltando nos meses de outubro, novembro e dezembro a ter deficiência hídrica, que somada a já existente em janeiro e fevereiro, atinge o total de 432mm. Do mesmo modo, podem ser analisadas as várias fases de recarga e retirada de água do solo nos demais postos apresentados.

4.2.7. CLASSIFICAÇÕES CLIMÁTICAS

4.2.7.1. Classificação de Köppen

A classificação de Köppen baseia-se na precipitação, temperatura e umidade do ar. Segundo essa classificação ocorrem os seguintes tipos de clima:

AS' - quente e úmido, com estação seca no verão e chuvas no outono-inverno; domina o litoral do R.G.do Norte e Paraíba, ficando praticamente restrito à área das bacias sedimentares costeiras, não participando portanto da área de estudo.

Bsh - semi-árido quente, limita-se com o AS' e estende-se para oeste até as imediações de Patos na Paraíba e Carnaubas no Rio Grande do Norte.

Aw' - quente e úmido com chuvas de verão e precipitações máximas no outono; compreende o restante da área para oeste.

4.2.7.2. Zoneamento Árido de E. DE Martonne

Esta classificação leva em conta apenas a precipitação e temperatura, estabelecendo "Índices de aridez" que variam desde a faixa de 0 - 10 até a faixa de 50-60.

Esse zoneamento acha-se apresentado juntamente com o mapa de precipitação (isoietas) na Fig. 4.2 a fim de mostrar a in-

tima relação entre os valores de precipitação e isolinhas de índices de aridez. Assim é que os mais baixos índices de aridez, das zonas 1 e 2 (< 15) correspondem a uma faixa de direção aproximadamente norte-sul, na qual ocorrem os mais baixos índices pluviométricos, chegando a 300mm/ano nas regiões de Cabaceiras e Soledade. Essa faixa compreende, além das regiões supra citadas, ainda as de Sumé, Juazeirinho e Picui no Estado da Paraíba e Cruzeta, Currais Novos, Lajes, São Tomé e Pedro Avelino, no Rio Grande do Norte.

Essa faixa de aridez desempenha, como será visto adiante um importante papel no processo de salinização das águas superficiais e, em consequência, as subterrâneas, visto que nele se situam as cabeceiras de quase todos os rios que drenam de oeste para leste.

4.2.7.3. Classificação de Nimer

Essa classificação foi aperfeiçoada pela equipe de estudos climatológicos do RADAMBRASIL que adotou subdivisões meso-climáticas a partir dos seguintes elementos: índices de umidade de Thornthwaite, precipitação total anual, excedente hídrico anual, número de meses com excedente hídrico, deficiência hídrica anual e números de meses com deficiência hídrica. Foi ainda procedido um tratamento estatístico das faixas úmidas e secas, gerando um índice que foi denominado de distância taxonômica.

No Quadro Nº 4.2 são apresentados os diversos parâmetros que caracterizam cada um dos 18 mesoclimas em que foram subdivididos os 6 climas regionais e na Fig. 4.10 são apresentados em mapa esses tipos de climas na região de estudo.

4.3. RELEVO E GEOMORFOLOGIA

O relevo da área é relativamente monótono, pouco movimentado, representado na maior parte por superfícies de aplainamento - pediplanos - onde se assentam formas residuais ("morros,

QUADRO 4.2 - PARÂMETROS DAS VARIAÇÕES MESOCLIMÁTICAS NO ESPAÇO CLIMÁTICO REGIONAL

REF. ESP.	CLIMA REGIONAL	ÍNDICE DE UMIDADE (mm)	PRECIPITAÇÃO TOTAL ANUAL (mm)	EXCEDENTE HÍDRICO ANUAL (mm)	Nº MESES C/EXCED. HÍDRICO	DEFICIÊNCIA HÍDRICA ANO (mm)	Nº MESES C/DEFIC. HÍDRICA	TEMPERATURA MÉDIA ANUAL (°C)	DISTÂNCIA TAXONÔMICA
01	Úmido	60-100	1.750-2.000	1.200 a 1.400	5	100-200	3	21 a 22	2,0
02		60-100	2.000-2.500	800 a 1.200	5 a 6	200-350	5	25	2,6
03		40- 60	2.000-2.500	400 a 800	5	200-350	4	25	2,9
04	Úmido a subúmido	20- 60	1.200-2.000	400 a 1.200	3 a 4	200-350	3 e 4	24	3 a 3,3
05		20- 40	800-1.750	100 a 800	4 a 6	200-350	5	24 a 25	3,5 a 3,8
06		20- 40	800-1.200	400 a 800	5 a 6	350-500	6	24	3,9
07	Subúmido	0- 20	1.200-1.500	100 a 400	3 a 4	350-500	5 e 6	25	4,0 a 4,2
08		0- 20	800-1.500	100 a 400	3 a 4	350-650	6	27	4,0 a 4,5
09		0- 20	800-1.200	100 a 400	2 a 3	500-750	6	23-24-25	4,7 a 4,8
10	Subúmido semi-árido	0-(-20)	800-1.200	100 a 400	2	650-900	6 e 7	26 a 27	5,0 a 5,3
11		0-(-40)	800-1.200	1 a 400	1 a 2	350-900	7 e 8	25-26-27	5,4 a 5,6
12		(-20)-(-40)	800-1.200	1 a 400	1 a 2	650-900	7 e 8	25-26-27	5,7 a 5,9
13	Semi-árido	(-20)-(-40)	500-1.200	0 a 100	1 a 2	500-1050	8 e 9	24-25-26	6,0 a 6,3
14		(-20)-(-40)	500- 800	0	1	650-1050	9 e 11	24-25-26	6,4 a 6,6
15		(-20)-(-40)	500- 800	0	0	900-1200	9 e 11	23-25-26-27	6,7 a 6,9
16	Semi-árido a árido	(-40)-(-60)	250- 500	0	0	750-900	10 e 11	23	7,2
17		(-40)-(-60)	250- 500	0	0	750-1050	10 e 11	23 a 26	7,4 a 7,5
18		(-40)-(-60)	250- 500	0	0	1050-1200	12	26	7,7

Fonte: MME-Projeto RADAMBRASIL-Levantamento de Recursos Naturais-Vol.23-1981

"serras" e "serrotes") e ainda, extensas chapadas delimitadas por escarpas relativamente abruptas.

As cotas variam desde pouco mais de 100m (na área de rochas cristalinas) até 1.000m, sendo o ponto mais elevado - o Pico do Jabre - situado na Serra do Teixeira, com 1.197m de altitude.

O limite sul da área, correspondente ao limite entre os Estados da Paraíba e Pernambuco é marcado por "serras" com altitudes variáveis entre 800 e 1.200m, como a Serra do Teixeira, a Serra dos Cariris Velhos e a Serra dos Cariris Novos (Ver Fig. 4.2).

A feição morfológica mais marcante da área é sem dúvida o Planalto da Borborema que se acha dissecado em vários patamares a diferentes cotas. Destaca-se um conjunto de elevações na porção centro-sul, cabeceiras do rio Paraíba, bem como ainda na região de Campina Grande, Soledade e Juazeirinho, prolongando-se esse conjunto de elevações, em forma de "serras" na direção norte até a altura do paralelo 6°00', onde se destaca a Serra do Santana. Em cotas mais reduzidas, de 300 a 500m, essa dorsal morfológica se estende para norte até a região de Lajes e Pedro Ave lino no Rio Grande do Norte.

Essa feição morfológica desempenha grande papel na clima tologia, na hidrografia e por extensão, na hidrogeologia das ro chas cristalinas. Na climatologia, devido a constituir barreiras para a circulação atmosférica dos ventos alíseos, acarretando com isso condições de sub-aridez na região; na hidrografia por nascerem ali os rios que drenam para a costa oriental, numa região de maior aridez, com excesso de evaporação sobre a precipitação, o que provoca a salinização das suas águas; por fim, as á guas subterrâneas que são infiltradas já salinizadas, tendem a aumentar os teores de sais.

A análise da geomorfologia regional foi bem realizada por ALBUQUERQUE (1971) ao descrever o capítulo respectivo da folha nº 15 do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, que abrange a maior parte da área do estudo atual.

Segundo Albuquerque, são distinguíveis na área, três a quatro aplainamentos, realizados por sucessivos rebaixamentos do nível de base, ou, o que é o mesmo, causados por movimentos epiro

genéticos que, por etapas, afetaram a região (após a sedimentação consumada no Cretáceo), provavelmente durante o Terciário.

A primeira superfície de aplainamento, e portanto, a superfície somital, também chamada de cimeira, resultou, pois, da exaltação sucessiva da superfície de recobrimento sedimentar cretácica exposta à erosão fluvial, que exumou as formas colinosas pré-cambrianas de base, representadas hoje, pelos resíduos morfológicos mais altos (como o pico de Jabre). Esta superfície cimeira foi denominada por KING (1956) por "Superfície Pós Gondwana"; corresponde a Superfície do Teixeira, denominação dada por DEMANGEOT (1959) e a Pd₃ de BIGARELLA & AB'SABER (1964), citados por MABESOONE e CASTRO (1975).

A segunda superfície de aplainamento, escalonada como as seguintes, abaixo da superfície somital, e elaborada a partir desta, está melhor representada na área por retalhos residuais com altitudes variando entre 750 e 850m, inclusive com depósitos correlatos: são as serras de Teixeira (PB) e Portalegre (RN), Martins (RN), João do Vale (RN), Santana dos Matos (RN), Bom Bocadinho (PB), todas com capeamento arenítico. Esta superfície também foi identificada por KING que a denominou de "Sul-Americana"; corresponde às designações de "Superfície dos Cariris" (DEMANGEOT) op.cit. e "Pd₂" (BIGARELLA & AB'SABER) op.cit.

O terceiro degrau do escalonamento geomorfológico é representado por uma superfície com altitudes oscilando em torno dos 550m, apresentando-se como um pediplano mais ou menos contínuo, consumado pela coalescência de coluviões detríticos acumulados nas vertentes de maciços residuais. Essa superfície foi denominada de "Gravatá" por RUELLAN em 1954, "CAMPINA GRANDE" por DRESCH, 1954 e "SOLEDADE" por MEUNIER, 1961, citados por ALBUQUERQUE, op.cit. Atualmente essa superfície é considerada como uma una só unidade geomórfica com o quarto patamar, em torno dos 250m de altitude, originalmente denominada por KING de "Superfície Velhas", e por AB'SABER (1969) de "Superfície Sertaneja", ou ainda "Pd₁" de BIGARELLA & AB'SABER op.cit.

Toda essa variação de formas, de superfícies de aplainamentos e seus depósitos correlatos, vêm a demonstrar a existência de paleo-climas muito variados, do úmido a sub-úmido, à semiárido e até mesmo árido.

FIG. 4.11 - BACIAS HIDROGRÁFICAS DA ÁREA

FIG. 4.12 - RELEVO DA REGIÃO

LEGENDA

4.4. HIDROGRAFIA

Conforme já referido no item anterior, uma dorsal morfológica divide a área estudada em duas grandes regiões, bem caracterizadas hidrograficamente, que são: a região oriental, onde os rios drenam de oeste para leste, a partir da dorsal morfológica e a região ocidental, na qual os cursos d'água são orientados de sul para norte (Ver Fig. 4.11).

As bacias hidrográficas que pertencem às duas regiões, com respectivas áreas são as seguintes:

Região Ocidental: Bacia do Rio Apodi	-	18.142 km ²
" " " Piranhas(Açu)	-	38.393 "
" " " Cabugi	-	<u>2.966 "</u>
Total da região	-	59.501 "

Região Oriental: Bacia do Rio Ceará-Mirim	-	4.421 km ²
" " " Potengi	-	5.002 "
" " " Jacu	-	5.942 "
" " " Curimatau	-	5.150 "
" " " Mamanguape	-	5.081 "
" " " Paraíba	-	<u>20.128 "</u>
Total da região	-	42.724 "

Área total das bacias - 102.225 "

No Quadro 4.3 acham-se apresentadas as características de todas essas bacias.

4.5. SOLO E VEGETAÇÃO

Na região da superfície dos 250m, os solos existentes são do tipo azonal, arenosos, argilosos, localizados, portanto, nos leitos e terraços aluviais dos rios que os irrigam. Nos interflúvios o solo é nulo. Por outro lado, na superfície dos 500m os solos são pouco espessos, é verdade, mas formam uma capa relativamente contínua, só interrompida pelos "monadnocks" graníti -

cos da superfície. São solos zonais, com "bed-rock" bem desenvolvido, de caráter relativamente argiloso.

Na região das chapadas, são essencialmente arenosos, provenientes da decomposição direta da rocha sedimentar subjacente: o arenito Serra do Martins.

A vegetação na superfície dos 250m é baixa, rala, caracterizada pela predominância de gramíneas, leguminosas, malváceas e secundariamente, de arbustos variados e algumas árvores entremeadas de cactáceas. São exemplos: os capins panasco (*Austida adscensionis*) e mimoso (*Antheophora hermaphrodita*), e a Jurema (*Mimosa verrucosa*), o pereiro (*Aspidosperma pirifolium*), o mata-pasto (*Cassia uniflora*), o capim de galinha (*Dityloctenium aegyptium*), o mufumbo (*Combretum leprosum*), o marmeleiro (*Croton hemiargyreus*), o Joazeiro (*Ziziphus joazeiro*), o Ipê (*Tecoma chrysotricha*), o angico (*Piptadenia colubrina*), entre outros.

Na superfície de 550m, a vegetação é mais densa, sendo esta a zona de predileção das Cactáceas e Bromeliáceas (devido à umidade do ar, principalmente noturno) entremeadas de arbustos e árvores lenhosas, de caule duro e de porte maior, onde são exemplos o cardeiro (*Cereus peruvianus*), o xique-xique (*Pilocereus laciniosa*), coroa de frade (*Melocactus bahiensis*), umbuzeiro (*Spondia tuberosa*), craibeira (*Tabebuia caraiba*), a barauna (*Melanoxylon brauna*), a palma forrageira (*Opuntia ficus indica* inermis, etc.) etc.

Quanto à região das serras, a vegetação é densa, apesar da devastação, havendo aí, de importante, o desenvolvimento das chamadas lavouras xerófilas, das quais se destacam o sisal, a mandioca, algaroba, a palma forrageira, etc.

Toda a gama de variação da vegetação, em todas as superfícies, é caracterizada pelo fenômeno do xerofilismo.

QUADRO 4.3 - CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DA REGIÃO ESTUDADA

BACIA HIDRO- GRÁFI- CA	FORMA DA BACIA	DIMENSÕES (km)		ÁREA km ²	CONTRIBUIÇÃO (m ³ /km ² /ano)	DESCARGA (m ³ /ano)	TIPOS DE DRENAGEM			PRINCIPAIS AFLUENTES		REGIME DE ESCOAMENTO	AÇÜES OU BARRAGENS	OBSERVAÇÕES
		COMPRIM.	LARGURA				ALTO CURSO	MÉDIO CURSO	BAIXO CURSO	MARGEM DIREITA	MARGEM ESQUERDA			
Apodi	Retangular	210	80	18.142	80.400	1,46.10 ⁹	Dendrítica	Dendrítica Angulada ou Anastomosada	Sub-paralela ou Anastomosada	Carmo, Pitombeiras e Umari	Riacho Grande e Bonussucesso	Intermitente	Não possui	
Piranhas	Retangular a triang.	810	120	38.393	66.452	2,55.10 ⁹	Dendrítica a Angulada	Dendrítica	Paralela	Pindoba, Seridó, Sabugi, Piancó	Peixe, Parau, Cavalos, Umbuzeiro	Intermitente parc. regular	Armando Gonçalves Coremas/Aç. D'água Engº Avidos	
Cabugi	Triangular a quadrang.	80	60	2.966	5.000	14,8.10 ⁶	Convergente	Paralela a Sub-paralela	Paralela a Sub-paralela	Serra Aguda	-	Intermitente	Não possui	
Ceará-Mirim	Retangular	120	35	4.421	61.380	271.10 ⁶	Angular a Dendrítica	Paralela	Paralela	Dois Irmãos e Tatu	Maxaranguape	Intermitente	Não possui	Perene no baixo curso A.curso c/contr.estrut.
Potengi	Retangular	130	40	5.002	71.430	357.10 ⁶	Dendrítica a retangul.	Dendrítica a retangular	Paralela	Jundiá	Pedra Preta e Amoragibe	Intermitente	Não possui	Idem
Jacu	Retangular	140	40	5.942	37.160	220.10 ⁶	Retangular a sub-dendr.	Retangular a Sub-paralela	Sub-paralela	-	Riacho Jacu	Intermitente	Lagoas costeiras	Perene no baixo curso
Curimatá	Retangular	140	30	5.150	160.260	825.10 ⁶	Dendrítica	Angular	Paralela	Pirari	Calabouço	Perene quase totalmente	Não possui	
Maranguape	Retangular	120	30	5.080	292.555	1,48.10 ⁹	Dendrítica	Angular	Paralela	-	Jacaré e Bananeiras	Parcialmente perenizado	Não possui	A.curso c/contr.estrut.
Paraíba	Irregular	260	100 a 60	20.128	77.620	1,56.10 ⁹	Dendrítica e radial	Dendrítica a e angular	Dendrítica a Paralela	Gramame	Guirinhem, Ingá, Soledade, Tapera	Perene a jus- açaude	Aç. Boqueirão	

CAPÍTULO Nº 5

GEOLOGIA E GEOTECTÓNICA DA ÁREA

5.1. INTRODUÇÃO

O nordeste brasileiro, como um compartimento fisiogeográfico, compreende os Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe; o nordeste, encarado sob o ponto de vista geológico, corresponde a Província Borborema, limitada a noroeste pelo cráton de São Luís, a oeste pela Província Paraíba e ao sul pela Província São Francisco, que corresponde ao cráton São Francisco.

Bordejando a costa, ocorre a província Costeira representada por bacias sedimentares costeiras de idade cretácica, depositadas sobre o embasamento cristalino da Província da Borborema.

Como nordeste oriental, compreende-se uma área representada pela totalidade dos estados do Rio Grande do Norte e Paraíba e parte dos estados do Ceará e Pernambuco, abrangendo um total de aproximadamente 200.000 km².

Inicialmente, serão apresentadas e caracterizadas todas as feições da Província Borborema, todos os seus domínios geotectônicos, para a seguir, ser procedida uma análise lito-estratigráfica e estrutural da área de interesse.

5.2. A COMPARTIMENTAÇÃO GEOTECTÔNICA DA PROVÍNCIA BORBOREMA

Como Província Borborema, definida por ALMEIDA et alii (1977, 1981), entende-se "uma entidade de mobilidade tectono-termal no Ciclo Brasileiro" caracterizada por possuir limites convencionais de dois núcleos cratônicos sinbrasilianos, o São Francisco (ao sul) e o São Luís (ao norte).

A Província é subdividida em domínios, que vizam individualizar conjuntos lito-estratigráficos que possuem determinadas características geológicas, geotectônicas, magmatogenéticas e metalogenéticas.

Os domínios por sua vez, compreendem duas feições bem distintas, que são:

- a) os terrenos gnáissico-migmatítico-granitos, denominados de maciços;

- b) os terrenos metassedimentares e meta-vulcano-sedimentares, ou cinturões de matamorfitos, que constituem os sistemas de dobramentos.

Os elementos estruturais desempenham importante papel no arcabouço reológico-tectônico da província, sendo destacados os grandes lineamentos resultantes de falhamentos transcorrentes e as geofraturas, as quais delimitam muitos dos compartimentos supra assinalados.

Dentre os magmatitos, os plutonitos ocorrem de maneira muito destacada, porém os vulcanitos são muito restritos o que confere ao geossinclinal regional a característica de essencialmente terrígeno (BRITO NEVES, 1975).

Finalmente, deve-se mencionar as coberturas sedimentares que se mostram distribuídas de maneira esparsa, com variações litológicas e estruturais e distribuídas durante todas as eras geológicas.

5.2.1. LIMITES DA PROVÍNCIA: OS CRATONS

Os sítios geológicos que podem ser considerados como limites da Província Borborema, ou seja, os crátons que ocorrem ao norte - São Luis - e ao sul - São Francisco, não constituem a rigor, uma plena delimitação de toda a sequência lito-estrutural da província. De fato, se forem levados em conta os limites oriental e ocidental, constata-se que o embasamento da Província Costeira, de constituição sedimentar, é o mesmo conjunto de maciços e sistemas de dobramentos de direção E-W e NE-SW. Inclusive, se tem reconhecido no continente africano - região de Gana e Gabão, estruturas que provavelmente constituem a continuidade dessa província, uma representação pré-deriva bem marcante.

Por outro lado, o sistema provinciano também se estende para oeste, sob a Sinéclese do Parnaíba (Província Parnaíba) não se conhecendo os seus termos limítrofes com precisão.

Até mesmo o contato com o Craton do São Francisco ao sul, não é bem definido em toda a sua extensão. Apenas na região do Baixo Vaza-Barris/Curaça, a delimitação é bem marcada entre a Faixa Sergipana e seu antepais, porém mais para sudoeste, no Médio São Francisco, "as deformações mais recentes parecem suavizar

gradativamente de norte para sul, configurando pois limite tipo transicional"(BRITO NEVES,1983).

5.2.1.1- O Cráton de São Francisco

Esse núcleo cratônico antigo, se bem que já viesse sendo conceituado desde trabalhos anteriores (EBERT, GUIMARÃES e outros) somente foi devidamente formalizado por ALMEIDA(1967) "definindo esta vasta área do nordeste e leste brasileiros como plataforma das faixas de dobramentos sircum-adjacentes" (BRITO NEVES,op cit) .

Como principal representação lito-estratigráfica presente nesse núcleo, destaca-se no Arqueano o Complexo Caraíba (BARBOSA,1964) constituído por migmatitos, leptinitos com rochas básicas e ultra-básicas associadas. Mais recentemente, é denominado de Complexo Metamórfico-Migmatítico(SCHOBENHAUSS,et alii,1984).

O Proterozóico inferior marca a presença de estreitos cinturões de sequências metassedimentares e vulcano-sedimentares, como sejam:

- Complexo Colômi - constituído por quartzitos, metarcóseos e metarenitos na base, passando verticalmente para dolomito e calcário dolomítico e voltando a meta-sedimentos psamíticos no topo da sequência

- Complexo Barreiro - compreende uma sequência vulcano-sedimentar de fácies xisto verde com filitos e metapelitos na base, passando a metavulcânicas ácidas a intermediárias e metassedimentos, no topo.

- Complexo Rio Salitre - abrange filitos, xistos, metarcóseos, metagrauvacas, quartzitos, metabasitos e metatufos.

- Complexo Itapicuru - constituído por filitos, xistos, cherts, itabiritos, metassiltitos e quartzitos.

Associados ocorrem ainda os granitóides de composição variada, gerados ou reativados no ciclo Transamazônico, dentre eles destacando-se o batólito de Campo Alegre de Lourdes.

5.2.1.2- O Cráton de São Luís

Esse cráton mais superior foi inicialmente detectado por ALMEIDA(1967) através das primeiras determinações radiométricas

ali realizadas. Dos estudos posteriores de CORDANI(1968) e ALMEIDA et alii(1973) à base de radiometria e análise geotectônica, ficou ratificado o conceito de núcleo cratônico para aquela região, de consolidação no ciclo transamazônico.

Lito-estratigraficamente, é representado pelo Complexo Maracucumi (ABREU et alii,1980) do Arqueano, constituído por gnaisses e migmatitos, secundados por granitos e granodioritos e, encaixado por falhamentos nesse complexo, uma faixa de filitos, quartzitos e xistos, que representam o Grupo Gurupi do Proterozóico inferior.

5.2.2. OS DOMÍNIOS GEOTECTÔNICOS

A Província Borborema acha-se dividida em 5(cinco) domínios, assim denominados, do sul para norte:

- a - Domínio Sergipano (BRITO NEVES,1975 e ALMEIDA et alii, 1977)
- b - Domínio Centro-Oriental (BRITO NEVES,1975 e ALMEIDA et alii,1977) ou Extremo Nordeste(SCHOBENHAUSS,et alii,1984)
- c - Domínio Central (BRITO NEVES,1975 e ALMEIDA et alii,77) ou Transnordestino (SCHOBENHAUSS,et alii,1984)
- d - Domínio Jaguaribeano (BRITO NEVES,1975 e ALMEIDA et alii 1977) ou Cearense(SCHOBENHAUSS et alii, 1984)
- e - Domínio Rio Coreau(BRITO NEVES,et alii,1975 e ALMEIDA et alii,1977) ou Médio Coreau (SCHOBENHAUSS,et al 1984).

Conforme pode ser visto na Fig.5.1,verifica-se uma disposição simétrica desses domínios geológicos, sob o ponto de vista geotectônico, como se segue:

- Domínios externos (Sergipano e Coreau) - limites da Província junto aos núcleos cratônicos, apresentando uma disposição a proximadamente diagonal entre si (direções NW-SE e NE-SW) respectivamente). Apresentam como característica comum, a ausência quase total de rochas granitoides (que constituem os maciços de outros domínios) e presença exclusiva da sequência metassedimentar de baixo grau, dobradas, incluindo rochas carbonáticas.

Fonte: Schobbenhauss et alii, 1977.

Fig. 5.1—Domínios estruturais da região de dobramentos Nordeste.

- Domínios intermediários (Extremo Nordeste e Cearense) - esses domínios, que se limitam respectivamente com o Sergipano e Coreau, apresentam extensas exposições de terrenos gnáissicos-migmatíticos ou migmatítico-graníticos, isto é, de rochas infracrustais. Paralelamente ou entremeados com esses maciços cristalinos, ocorrem faixas ou bandas de metamorfitos dobrados ("sistemas vestigiais") de pequenas dimensões e descontínuas.

- Domínio Central(ou Transnordestino), que atravessa toda a região nordeste, sendo limitado lateralmente pelos domínios intermediários. Caracteriza-se pelo predomínio de metamorfitos epi e mesozonais, com estruturas dobradas, cortadas por corpos granitoides descontínuos, de formas variadas e extensões limitadas. Esse domínio pode ainda ser subdividido em três subdomínios contíguos a saber (de sudoeste para nordeste):

- Riacho do Pontal - no Estado de Pernambuco
- Piancó-Alto Brígida - no Estado da Paraíba
- Seridó - no Estado do Rio Grande do Norte.

5.2.3. SISTEMAS DE DOBRAMENTOS E MACIÇOS

Essas duas feições geológicas apresentam-se de modo aproximadamente alternadas, distribuídas em zonas mais ou menos lineares e radiais, formando um leque estrutural entre os extremos noroeste e sudeste da Província Borborema. De tal modo é esse arranjo, que todos os sistemas, inclusive os extremos, alcançam a linha da costa perpendicularmente (Ver Fig.5.2).

A terminologia de "sistema de dobramentos" constitui uma tradução do termo "folded belt", representando terrenos metassedimentares e meta vulcano-sedimentares dobradas, também designado de "cinturões metamórficos".

Os sistemas de dobramentos são classificados em interiores e marginais. Nos primeiros, há predominância da litologia psamítica e pelítica: quartzitos, micaxistos, filitos, metassiltitos, etc, com rochas calcárias e cálcio-silicáticas ocorrendo subordinadamente, além de metavulcanitos associados. Nos sistemas marginais, embora ocorram também as sequências terrígenas, predominam as rochas carbonáticas.

Os sistemas de dobramentos marginais, identificados na região, foram o Sergipano e o Médio Coreau (nos domínios respectivos);

quanto aos sistemas de dobramentos interiores, foram individualizados os seguintes: Riacho do Pontal, Piancó-Alto Brígida, Seridó, Pajeú-Paraíba, Jaguaribeano e Rio Curu-Independência (Fig.7.2)

Quanto ao modo de ocorrência desses cinturões metamórficos em relação aos maciços de rochas do embasamento, podem ser os sistemas de dobramentos classificados em sistemas convencionais ("orogenic belts") e sistemas vestigiais ("Vestigial facets"). Nos primeiros ocorre a nítida predominância dos metamorfitos dobrados, com os estágios estratigráficos bem preservados e exposições do embasamento, restritas. Nos segundos, o "embasamento se expõe extensivamente, restringindo as litologias supracrustais a faixas estreitas ("schist belts") ou a localização determinada e pouco expressiva em área" (BRITO NEVES, 1983). Conforme se vê na Fig.5.2, corresponde aos sistemas de dobramentos convencionais, o Sergipano, o Médio Coreau (Marginais) e Riacho do Pontal, Piancó-Alto Brígida e Seridó (Interiores); ao sistema de dobramento vestigial correspondem o Pajeú-Paraíba, Jaguaribeano e Rio Curu-Independência.

O metamorfismo dominante é o regional do tipo plurifacial, ocorrendo ainda o metamorfismo de contato nas auréolas dos corpos intrusivos e o dinamometamorfismo associado às zonas de geofratu_{ra}s.

A classificação geotectônica que mais se adequa ao caso é a de "mobile belt" de vez que o termo "geossinclíneo" tem gerado intensas controvérsias.

Os maciços são representados pelos terrenos gnáissico-migmatítico-graníticos que se alternam com as faixas de metamorfitos dobrados, e dele se distinguem por características litológicas, estruturais, metamórficas, etc.

Embora de formas bastante variadas, desde ovalar, a poligonal, ou irregulares, os maciços podem ser classificados em marginais e interiores. Os primeiros, são aqueles que guardam íntima relação com as áreas cratônicas sinbrasilianas mais próximas, como são os casos do Maciço de Granja ao norte, vinculado ao Craton São Luis e o Maciço Frontal do Craton de São Francisco ao sul. Os segundos se acham alternados com os sistemas de dobramento, sendo comum se observar a extensão destes terrenos na infra-estrutura dos terrenos meta-sedimentares. São os casos dos maciços Per

nambuco-Alagoas nos Estados de mesmo nome, Caldas Brandão-S. José do Campestre nos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, Rio Piranhas no Estado do Rio Grande do Norte, Tróia-Tauá e Santa Quitéria no Estado do Ceará.

A natureza litológica dos maciços gnáissico-migmatíticos é bastante variada em função da derivação (ortometamorfitos, para metamorfitos, etc), sendo difícil a distinção para os maciços migmatítico-graníticos com lineações metamórficas obscurecidas.

Embora ocorram muitas vezes em áreas de grande extensão, sendo tratados como imensos batólitos, é comum também a ocorrência de formas de dimensões modestas ("stocks", bolsas, etc) além de diques e outras manifestações ígneas menores. A composição é quase sempre granítica, ocorrendo também granodioritos e sienitos e em menor escala, de rochas básicas e ultrabásicas como é o caso do maciço Tróia-Tauá.

Quanto ao enquadramento desses maciços na classificação geotectônica, BRITO NEVES(1983) mostra que há uma grande diversificação de designações, tais como: maciço, maciço mediano, zonas centrais e até mesmo micro placas e microcrátons. O mesmo autor, admite como "interessante e mencionável" a classificação adotada por WINDLEY, 1979, de "Complexo granítico-migmatítico".

5.2.4. FALHAMENTOS E LINEAMENTOS REGIONAIS

O aspecto estrutural mais marcante no complexo cristalino do nordeste, é a presença de lineamentos e geofraturas. O primeiro a chamar a atenção desses falhamentos de dimensão regional, aos quais chamou de lineamento, foi KEGEL(1961,1965). Posteriormente, EBERT((1962) enfatizou a importância dos lineamentos de Pernambuco e Paraíba na estruturação regional, definidos numa faixa de direção E-W, a que denominou de "zona transversal". Várias contribuições posteriores, como BARBOSA et alii(1970), SANTOS(1971), BRITO NEVES(1975) e MELLO(1979) destacaram o seu caráter transcorrente, reconhecendo-lhe, entretanto, o caráter policíclico, com reativações até no Mesozóico.

No mapa da Fig.5.3, observa-se os principais lineamentos estruturais e geofraturas regionais. À primeira vista, constata-se que duas direções são dominantes: a dos lineamentos Pernambuco, Patos

Fonte: Schobbenhauss, et alii, 1977

e Cabugi com direção E-W e as das falhas Sobral-Pedro II, Senador Pompeu, Serra Talhada, Afogados da Ingazeira, Congo, com direção NE-SW. Outras direções menos frequentes são a de N-S a NNW-SSE, representadas pelas falhas Tauá, Rio Graças, Orós e Jaguaribe, todas no Domínio Cearense e as direções WNW-ESE a ENE-WSW ocorrentes no Domínio Sergipano.

Tanto os lineamentos como as falhas apresentam diferentes características de extensão, ativações policíclicas, variações de tipo e intensidade de rejeito no tempo e no espaço geográfico-geológico, relações com o magmatismo, etc.

O caráter policíclico é frequente sobretudo nos lineamentos, onde se constata reativação em planos de fraqueza transcorrente, com falhamentos gravitacionais acarretando a formação de fossas com deposição de mais de 2.000m de sedimentos, como é o caso do bordo norte da bacia de Jatobá, delimitado por uma falha normal no plano do lineamento Pernambuco.

Também o lineamento Cabugi apresenta-se a partir do Cretáceo com os planos inteiramente regelados por intrusões de diques básicos, evidenciando esforço tracional, provocado por basculamento ocorrido no bordo setentrional do continente (que teria dado origem a formação da Bacia Potiguar).

SANTOS et alii, in SCHOBENHAUS et alii, 1984, admitem que o estágio inicial de esforços, tenha sido tracional, de rifteamento crustal intraplaca, que teria evoluído para falhamentos compressivos, de empurrão e transcorrência no estágio de fechamento dos mares proterozóicos, com a colisão das placas brasileiras em jogo. Já no início do Paleozóico, esses falhamentos teriam voltado a assumir um comportamento tracional, com a formação das molasses brasileiras, regime que elas herdariam definitivamente, nas subsequentes reativações fanerozóicas.

O caráter principal dos grandes lineamentos e geofraturas regionais é o seguinte:

- a) Lineamentos Pernambuco e Paraíba (Patos) - movimentação transcorrente de direção E-W, com fases precedentes e subsequentes de esforço compressivo de direção N-S e tracionais também N-S, com intrusões magmáticas de caráter ácido e afundamentos (falhas normais).
- b) Lineamento Cabugi - movimentação vertical por basculamen

- to do bloco setentrional, com aberturas tracionais e intrusões magmáticas de caráter básico.
- c) Lineamento Sobral-Pedro II - movimentação crustal com falhamento de gravidade devido a esforços tracionais, acarretando acumulações de milhares de metros de sedimentos molássicos de Jaibaras; associadas a esse linamento ocorrem inúmeras falhas paralelas, transcorrentes.
 - d) Falha de Picui - de direção NNE-SSW, delimita o Maciço Caldas Brandão-S.J.Campestre do Sistema de Dobramentos do Seridó e tem o caráter de uma falha de empurrão (inversa) com vergência de SE para NW.
 - e) Falha Jaguaribe - de mesma direção à anterior, delimita o Maciço Rio Piranhas do Sistema de Dobramentos do Jaguaribe (Domínio Cearense) e tem o caráter de uma falha de empurrão (inversa) com vergência de WNW para ESE.

5.3. O DOMÍNIO EXTREMO NORDESTE OU CENTRO-ORIENTAL

Conforme já aludido, esse domínio, igualmente ao Cearense, apresenta uma nítida predominância dos maciços sobre os sistemas de dobramentos. O seu limite com o domínio Sergipano é pouco diferenciado, pois a partir do eixo do maciço Pernambuco-Alagoas (na altura do paralelo 9°00') "começam a aparecer os reflexos maggmáticos e tectônicos do envolvimento da borda deste maciço na evolução da faixa Sul Alagoana"(BRITO NEVES,1983). Quanto a delimitação com o domínio Central ou Transnordestino, é marcado ao norte pela falha de Picui, continuando para sudoeste através da dorsal granítico-migmatítico de Teixeira, e falha Afogados da Ingazeira (Figs. 5.1, 5.2 e 5.3).

O domínio pode ser dividido em três partes mais ou menos distintas, apesar das interações existentes entre elas: o Maciço Caldas Brandão-São José do Campestre (norte), o Maciço Pernambuco-Alagoas (sul) e o Sistema de Dobramentos Pajeú-Paraíba (centro).

5.3.1. MACIÇO CALDAS-BRANDÃO-SÃO JOSÉ DO CAMPESTRE

Inicia-se na região de Caldas Brandão na Paraíba, prolonganan

do-se para norte através de São José do Campestre, Presidente Juscelino e João Câmara no Rio Grande do Norte.

É caracterizado por possuir uma "trama estrutural complexa, disposição transversal aos "trends" NNE-EW da Província e idade Proterozóica Inferior a Pré-Proterozóica" (BRITO NEVES, 1983) (op cit).

Extensas faixas gnáissicas e metatexíticas, de direção N-S a NE-SW, com intercalações de leptinitos, anfibolitos e alguns calcários, circunscrevem grandes núcleos ovóides, semicirculares e poligonais, constituídos de diatexitos associados a granitóides sincinemáticos. Estes núcleos, como os de Natal, Presidente Juscelino, Cacimba de Dentro, Campina Grande, Mari-Caldas Brandão, etc., destacam-se (também topograficamente) dos gnaisses e metatexitos que os envolvem.

5.3.2. MACIÇO PERNAMBUCO-ALAGOAS

A designação dessa unidade lito-estrutural é de autoria de BRITO NEVES (1975) em substituição às designações de "Batólito Pernambuco-Alagoas" (SCHALER, 1969) e "Maciço de Itaíba" (SANTOS, 1971) que tiveram utilização restrita, por uma série de razões.

Possui uma forma triangular, com base situada na zona costeira e eixo com direção variando entre WNW-ESE e WSW-ENE. Do ponto de vista tectônico, constitui um típico maciço mediano do primeiro tipo, que serviu de antepais dos sistemas de dobramentos adjacentes, que para ele dirigem centripetamente a vergência. Seu limite setentrional é marcado em parte pelo "lineamento Pernambuco" e na totalidade pelos contatos com metamorfitos das faixas de dobramentos brasileiras; ao sul, sua delimitação também é feita com a faixa de dobramentos sergipana.

Litologicamente, é constituído de terrenos gnáissico-migmatíticos orto e para derivados e por grandes maciços migmatítico-graníticos (granodioríticos). Intrusivas calco-alcalinas, em forma de "stocks" e pequenos batólitos, associados ao plutonismo dos sistemas confinantes ocorrem esparsamente. Restos de cobertura metassedimentar (quartzitos e micaxistos) podem ser observados na parte central (Garanhuns) e partes marginais dos maciços ali embutidos por ações tectônicas ou como remanescentes de processos de granitização.

Predominam as rochas migmatíticas com estruturas variadas, principalmente flebíticas, secundariamente estromatítica, oftalmítica e nebulítica, com composição modal granodiorítica mais comum, além de granítica, tonalítica, quartzo-diorítica e mesmo dioríticas, de difícil separação cartográfica mesmo em escala de detalhe. Além de gnaisses e migmatitos, tem-se encontrado, nessas faixas, esporádicas ocorrências de anfibolito e rochas de fácies granulito.

Os maiores complexos batólitos do nordeste, ocorrem nesse maciço, resultantes de sucessivos ciclos de geração de granitos, com culminação provável no Ciclo Brasileiro. Uma série de corpos graníticos, quartzo-sienitos e sienitos corta os terrenos de alto grau deste maciço, principalmente na sua borda sul, ligados à evolução da Faixa de Dobramentos Sul Alagoana (BRITO NEVES, 1983).

5.3.3. SISTEMA DE DOBRAMENTOS PAJEU-PARAIBA

Esse sistema é representado por faixas descontínuas e de reduzida extensão. A faixa que margeia ao norte o maciço Pernambuco-Alagoas foi denominado por BRITO NEVES (1973, 1975) de Faixa Pajeú-Paraíba, sendo composto por um complexo litoestratigráfico descrito por BARBOSA et alii (1970) e FERREIRA & ALBUQUERQUE (1969) sob as designações de Grupos Uauá e Caicó. Estudos posteriores e de maior detalhe, levaram SANTOS (1971, 1977) a redefinir na região central de Pernambuco, englobando-os no Complexo do Alto Moxotó. Esse complexo, de idade arqueana, compreende três sequências litoestratigráficas: Feliciano, São Caetano e Sertânia.

A sequência Feliciano é uma unidade migmatítica com herança máfico-ultramáfica; a fácies regional é um gnaisse de composição diorítica e tonalítica e em algumas regiões (Poço da Cruz) ocorrem dioritos e gabros com intercalações de mármore. A sequência São Caetano corresponde a um conjunto de xistos e gnaisses, leptinitos e quartzitos, abundantes na região limítrofe central de Pernambuco e Paraíba.

A sequência Sertânia é representada predominantemente por biotita-gnaisses com intercalações de anfibolito, quartzito, leptinito e mármore, ocorrendo principalmente em Santa Cruz do Capibaribe, e Taquaritinga do Norte.

No Proterozóico ocorrem resquícios de faixas metamórficas dobradas, predominantemente xistosas e quartzíticas. Os micaxistos foram descritos por SANTOS(1971,1977) que os designou de Micaxistos tipo Caróalina e os correlacionou à Formação Seridó. Compreendem micaxistos mesozonais com almandina e sillimanita, metagrauvacas xistosas e xistos a duas micas. Filitos e clorita xistos são presentes nas áreas de Santa Cruz do Capibaribe e Soledade.

5.4. O DOMÍNIO TRANSNORDESTINO OU CENTRAL

Esse domínio, como pode ser visto na Fig.5.2, apresenta três características bem peculiares:

- 1º) é constituído apenas de faixas de dobramentos, sem maciços
- 2º) ocupa a porção central da Província da Borborema
- 3º) acha-se segmentado pelos lineamentos Patos e Pernambuco em três compartimentos ou subdomínios que são os sistemas de dobramento Seridó a nordeste, Piancó-Alto Brígida no centro e Riacho do Pombal a sudoeste.

5.4.1. SISTEMA DE DOBRAMENTO SERIDÓ

Esse sistema constitui o segmento geológico mais importante e mais bem estudado do nordeste. A sua individualização como unidade geotectônica foi proposta por SUSCYNISKI(1966) embora já tenha sido objeto de vários estudos anteriores, por EBERT(1955 e 1964), MEUNIER(1964) dentre outros.

Limita-se a leste com o Maciço S.J.Campestre-Caldas Brandão, através da falha de Picuí, a oeste com o Maciço Rio Piranhas por contato transicional e impreciso; ao norte é recoberto pela Bacia Potiguar e ao sul pela geofratura de Patos (lineamento).

Esse sistema pode ser subdividido em três distintos compartimentos geotectônicos/paleogeológicos que se dispõem em faixas paralelas dispostas na direção NE-SW a NNE-SSW e separadas por altos do embasamento, às vezes designadas de "zonas geanticli

nais" (SANTOS,1973; BRITO NEVES,1975). Essas faixas são denominadas de leste para oeste como: Frei Martinho, Cruzeta e Angicos-Jucurutu, separadas pelos altos de Acari (a primeira da segunda) e São Vicente (a segunda da terceira).

O embasamento arqueano do Sistema Seridó aflora nas zonas de altos supramencionadas e em alguns altos interiores, além dos maciços limitantes do sistema. Ocorre em forma de núcleos ovalóides designados de Complexo Caicó (MEUNIER,1964) e Complexo São Vicente (EBERT,1968).

O Complexo Caicó é constituído por metassedimentos gnáissicos, xistos, quartzitos, paranfibolitos e calcários, com migmatitos e rochas graníticas associadas. Estruturalmente, é caracterizado por um dobramento semiplástico, com frequência de braquidobras, lineações sinuosas com um "trend" geral NNE a N-S e planos axiais raramente verticais (SCHOBENHAUS et alii,1984).

O Complexo São Vicente é representado predominantemente, por migmatitos e plagioclásio-gnaisses, com mergulhos fortes de foliação gnáissica, além de gabróides e dioritóides.

Quanto a litoestratigrafia do Sistema de Dobramentos Seridó, também denominado de Grupo Seridó, ocorrem muitas controvérsias entre as diversas colunas apresentadas. Três unidades são descritas pelos vários autores, a saber: Formação Seridó, Formação Equador e Formação Jucurutu, sendo a constituição de cada uma dessas formações, a seguinte:

- Formação Seridó: biotita xisto e muscovita-biotita xisto, a granada e/ou cordierita predominante, às vezes com andaluzita, silimanita e estauroлита. Localmente, ocorrem sericita e clorita.

- Formação Equador: muscovita quartzitos com fácies arco seanas, itabiritos, metaconglomerados oligo a polimicto. Biotita xistos, mármore e cálcio-silicatos e paranfibolitos aparecem no topo da formação.

- Formação Jucurutu: paragnaisses quartzo-feldspáticos, biotita e hornblenda gnaisses, gnaisses a epidoto e metarcóseos. Intercalações e gradações para quartzitos, cálcio-silicáticas mineralizadas (schellita), mármore, xistos, anfíbolitos, leptinitos, cálcio-xistos e presença de ortoanfíbolitos e tremolita-actinolita xistos.

A posição estratigráfica dessas três unidades é controver

tida, com exceção da Formação Seridó, que ocupa o topo da sequência. As formações Equador e Jucurutu são dispostas por alguns autores com a Equador na base e por outros com a Jucurutu no início da coluna estratigráfica. Uma proposta de conciliação, foi apresentada (SANTOS, 1981), pela qual a Formação Equador (sedimentação nerítica, espessa e praticamente restrita à faixa oriental) passaria lateralmente por variação de fácies à Formação Jucurutu a oeste.

5.4.2. SISTEMA DE DOBRAMENTOS PIANCÓ-ALTO BRÍGIDA

O Sistema de Dobramentos Piancó-Alto Brígida, conforme pode ser visto na Fig. 5.2, acha-se limitado ao norte e ao sul pelos lineamentos de Patos e Pernambuco respectivamente; a leste limita-se pelo eixo de rochas gnáissicas-migmatíticas e graníticas de Teixeira-Serra Talhada ("Zona Geanticlinal de Teixeira") e a oeste pelo maciço Rio Piranhas.

O embasamento do sistema só se expõe fracamente nos seus flancos. Ao norte, na borda do Maciço Rio Piranhas, predominam rochas migmatíticas e rochas granulares de paleossoma básico (diorito e quartzo dioritos) a intermediária, cataclasadas e milonitizadas, ao longo da zona arqueada situada entre as falhas de Malta e Patos. Ao sul, ao longo da "Zona geanticlinal de Teixeira", predominam gnaisses graníticos e migmatíticos, circunscrevendo autênticos batólitos sincinemáticos (BRITO NEVES, 1983).

Litoestratigraficamente, destaca-se o Grupo Cachoeirinha representado por filitos com conglomerados locais e vulcanitos associados (riolitos, dacitos, andesitos e piroclastos) intercalados com "chest" hematítico e piritoso, grauvacas e folhelhos, metamorfizados na fácies xisto verde.

5.4.3. SISTEMA DE DOBRAMENTOS RIACHO DO PONTAL

Constitui o extremo sudoeste do Domínio Central, limitando-se ao norte com o lineamento Pernambuco, conectado com o Sistema de Dobramentos Piancó-Alto Brígida; para sul o seu embasamento se identifica com o Craton São Francisco; a leste, a separação com o Sistema Sergipano se faz por uma projeção arqueada

do embasamento e para oeste e sudoeste, o tipo de vinculação com o Sistema de Dobramentos Rio Preto não é bem conhecido.

O embasamento do sistema é um complexo migmatítico-gnáissico contendo massas disformes de rochas básicas e ultrabásicas. Os migmatitos são diatexíticos e metatexíticos enquanto os gnaisses são de vários tipos, como biotita-gnaisses, gnaisses graníticos, gnaisses quartzo-feldspáticos e augen-gnaisses. Ocorrem ainda rochas granitóides (granitos, adamelitos e granodioritos) em forma de "stocks" e batólitos alongados.

A litoestratigrafia do sistema está intimamente relacionada à do Sistema Piancó-Alto Brígida. Com efeito, o Grupo Salgueiro, aqui presente, é um equivalente do Grupo Cachoeirinha descrito atrás. Nesse grupo, SANTOS & CALDASSO (1977) descreveram três unidades denominadas de "gnaisses de Rajada", "metapsamitos de Afrânio" e "xistos verdes de Monte Orebe".

Os paragnaisses de Rajada são do tipo muscovítico ou biotítico, ricos em feldspato e gradam para quartzitos, quartzo-xistos, biotita-muscovita-clorita xistos e filitos quartzosos. Em contato gradacional com estas rochas aparecem os xistos verdes de Monte Orebe, contendo xistos anfibolíticos, intercalações de quartzitos com anfibólio e diopsídio.

5.5. O DOMÍNIO CEARENSE OU JAGUARIBEANO

Embora possuindo tanto maciços como faixas de dobramentos, os primeiros são predominantes, com exposições gnáissico-migmatíticas e migmatítico-graníticas. Uma importante característica do domínio é a concentração de geofraturas no interior (Tauá, Rio Groairas, Senador Pompeu, Orós, etc), nas cercanias das zonas externas (Sobral, Jaguaribe-Pau dos Ferros, Patos/Malta, Paulistana/Pernambuco).

Conforme se vê na Fig.5.1, foram identificados nesse domínio os seguintes maciços e sistemas de dobramentos:

- Maciço Santa Quitéria
- " Tróia-Tauá
- " Rio Piranhas
- Sistemas de Dobramentos Vestigiais

5.5.1. MACIÇO SANTA QUITÉRIA

Constitui o bloco mais oriental, ou norte-oriental do domínio, sendo formado predominantemente por rochas migmatíticas, com estruturas metatexíticas e facoidais nas suas margens e dialexíticas no seu interior. Ocorrem ainda meso e catametamorfitos representados por gnaisses a anfibólio e biotita, biotita xistos granadíferos com muitas intercalações de quartzitos e rochas cálcio-silicáticas. Diversos corpos graníticos intrusivos cortam esses metamorfitos, destacando-se entre eles o "plug" granodiorítico porfirítico da Serra da Barriga. A esse complexo conjunto lítico, CAMPOS et alii(1976) denominou de Complexo Tamboril-Santa Quitéria, tendo nele sido identificadas cinco fases de deformação por MENDONÇA et alii(1982).

5.5.2. MACIÇO DE TRÓIA-TAUÁ

Igualmente ao anteriormente descrito, predominam aqui os migmatitos com forte herança máfico-ultramáfica. Ocorrem também gnaisses anfibolíticos, anfibolitos e xistos autofilíticos e tremolíticos.

Nesse maciço, destaca-se o Complexo Independência, caracterizado pelas interlaminações de gnaisses e anfibolitos, com intercalações de xistos a anfibólio, clorita e tremolita, quartzito com magnetita, cálcio-silicatos, etc. Corpos gabróides cortam esta sequência vulcano-sedimentar sendo também migmatitizados.

5.5.3. MACIÇO RIO PIRANHAS

Constitui um dos mais importantes maciços do nordeste, tanto pela sua extensão, como pelos conhecimentos dele auferidos, como ainda pela diversificação lito-estrutural que apresenta.

Na porção oriental e no embasamento do Sistema Seridó, foi identificado o "Complexo Caicó", de idade arqueana, constituído por um contexto meta-vulcânico-plutônico-sedimentar, que inclui paragneisses arcoseanos quartzíticos, gnaisses granadíferos, ortogneisses anfibolíticos, gnaisses graníticos, micaxistos, etc, com horizontes subordinados cálcio-silicáticos e carbonáticos.

Na parte sul, ao longo do lineamento Patos, o maciço Rio Piranhas mostra grande contingente de rochas básicas e intermediárias (dioritos, quartzodioritos, granodioritos) com variável grau de migmatitização.

Na porção ocidental e no embasamento do Sistema Jaguaribano, reaparecem gnaisses granodioríticos a tonalitos bandados e gnaisses graníticos a granodioríticos, cortados por corpos graníticos, porfiroblásticos a hornblenda.

5.5.4. OS SISTEMAS DE DOBRAMENTOS VESTIGIAIS

Várias associações litológicas são destacáveis nesses sistemas de dobramento: o Complexo Independência, o Grupo Ceará, o Complexo Lavras da Mangabeira e o Complexo Orós.

- Grupo Ceará: termo introduzido ainda por Crandall no final do século passado, porém de maneira muito genérica, é aqui utilizado para designar um conjunto de micaxistos e gnaisses granadíferos, com ou sem quartzito basal e com intercalações de mármore. Na região de Apuiaries o grupo está inserido em bacias intradomos; na área de Ibuáçu-Independência, os quartzitos se intercalam nos xistos, e na região de Independência os xistos contêm silimanita e/ou cianita além de rutilo, presente em venulações quartzosas. A faixa de Arneirós apresenta quartzitos e leptinitos, enquanto a de Dois Riachos apresenta espessa massa de mármore.

- Complexo Independência: é constituído por gnaisses bandados, gnaisses leucocráticos, biotita e/ou hornblenda gnaisses e em menor proporção, leptnitos e gnaisses facoidais; incluem intercalações de quartzitos, metarcóseos, metagrauvacas, anfibolitos, biotita e anfibólio xistos, tremolita-clorita-xistos, metabasitos e mármore. Esses gnaisses caracterizam-se por um bandamento gnáissico bem formado e pela ausência de processos anatéticos.

- Complexo Lavras da Mangabeira: compreende um grupo de epimetamorfitos preservado em pequenas bacias com uma certa participação de rochas máfico-ultramáficas. Na seção inferior é constituída por gnaisses com intercalações de máfico-ultramáfica, anfibolitos, talco-xistos e serpentinitos; a seção mediana é constituída de micaxistos com intercalações de quartzitos e mármores dolomíticos; a sequência superior é composta por filitos com ní

veis grafitosos.

- Complexo Orós: caracteriza-se estruturalmente por uma forte linearidade e uma grande extensão, relativamente à pequena espessura do pacote metassedimentar. É constituído por quartzitos ao norte, e filitos no centro e sul, associado a mármores magnesianos, dolomitos e magnesita.

P A R T E 3:

E S T U D O S

R E A L I Z A D O S

CAPÍTULO Nº 6

TRATAMIENTO DOS DADOS LEVANTADOS

6.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Foram levantados 1.500 poços para toda a área de estudo, distribuídos 842 no Rio Grande do Norte e 658 no Estado da Paraíba.

Desses poços, foram cadastrados apenas aqueles possuidores de água, em número de 443 (52,6%) no R.G. do Norte e 400 (60,8%) na Paraíba. Para efeito de classificação como "poço seco" foi considerado o limite de 200 l/h ao final do teste de vazão de 24h consecutivas.

Esse valor limite é muito variável de acordo com a pesquisa considerada ou ainda com a finalidade a que se destina. Com efeito, considerando o uso domiciliar, um poço de vazão inferior a 200 l/h pode ser aproveitado através de uma captação singela, com bomba pistão manual (ou elétrica), podendo-se obter volumes diários de 1.000 até 3.000 litros, o que é plenamente suficiente para atendimento residencial ou mesmo de uma pequena fazenda rural.

A elevada taxa de insucessos, superior a 40% na média geral da região não deve ser encarada como resultado de imperícia técnica na locação dos poços, a não ser em alguns poucos casos. Dentre as razões constatadas, para justificar esse elevado percentual de poços secos, podem ser citados, na ordem decrescente de ocorrências :

1º) Influência externa na locação, exercida sobretudo por políticos da região, que exigem a perfuração do poço em locais não recomendados pelo técnico responsável. A estrutura política da companhia, diretamente ligada a administração pública estadual, não permite aos técnicos uma total liberdade de ação no mister da locação do poço.

2º) A própria anisotropia do aquífero fissural que muitas vezes apresenta boas características pelas feições superficiais, porém apresenta-se impermeável internamente (em profundidade). Às vezes uma locação é realizada observando-se todos os critérios técnicos, o poço atravessa várias fraturas, porém são todas secas ou com um volume irrisório de água.

3º) Inexperiência de alguns técnicos que ainda não têm prática suficiente e cometem alguns enganos na locação do poço.

ço deixando de observar alguns indícios desfavoráveis no local escolhido.

4º) Outras causas eventuais, como por exemplo, o proprietário mudar o local onde o técnico colocou a estaca, indicando ao sondador um outro local mais próximo à sua residência.

O Cadastro dos poços com água, é apresentado em anexo e possui além das características técnicas do poço, contidas nas fichas elaboradas pelas respectivas companhias perfuradoras, alguns dados complementares relacionados à pesquisa ora desenvolvida.

Assim é que constam os dados locacionais, iniciando-se com o número de ordem segundo numeração corrida, separada por Estado (a do R.G. do Norte a partir de 1.000 e da Paraíba iniciando-se com 2.000), constando também o número de referência da companhia executante. Seguem-se o local e município, as coordenadas geográficas e a data de perfuração (mês/ano).

Os dados geológicos constam do nome da rocha, do tipo de material de cobertura e respectiva espessura, do tipo de fratura que ocorre na superfície, e das profundidades em que foram detectadas fraturas no poço, e ainda o tipo de relevo associado a drenagem superficial e por último o resíduo seco (ou sólidos totais dissolvidos) da água do poço.

Vêm a seguir os dados técnicos do poço, tais como profundidade, nível estático, nível dinâmico (do teste de vazão), vazão e vazão específica.

Quanto aos dados complementares de tipo de fratura e relevo associado a hidrografia, não constam para todos os poços cadastrados. Foi escolhida uma área de 42.350km², limitada pelas coordenadas geográficas 36°00' a 38°00' Long.W.Gr. e 5°30' a 7°15' Lat.Sul na qual havia sido executado um projeto de scheelita pelo DNPM/CPRM com mapeamento geológico básico na escala de 1:100.000 (BARBOSA e LIMA, 1980). Essa área que representa 50% da área total de estudos, abrangeu 246 poços nos dois Estados, o que representa uma amostra de cerca de 30% da população estudada

6.2. ZONEAMENTO DOS POÇOS NA ÁREA ESTUDADA

O zoneamento dos poços foi levado a efeito em função da diversificação da qualidade da água, visto que as demais características do aquífero não diferem sistematicamente de uma região para outra, como será visto adiante.

Por outro lado, há uma íntima relação entre a qualidade das águas superficiais e as subterrâneas, como não podia deixar de ser, visto serem estas alimentadas por aquelas.

Tanto no Estado do R.G. do Norte como no Estado da Paraíba, ocorre uma distinta variação na qualidade das águas dos rios que drenam para o oriente, desaguando na costa leste do nordeste para aqueles que drenam para o norte, desaguando na costa setentrional do nordeste. Assim é que as bacias hidrográficas de maior curso que correm de oeste para leste, como os rios Ceará - Mirim e Potengi no R.G. do Norte, e Paraíba, Jacu e Curimataú, na Paraíba, possuem águas com elevados teores de salinidade. Enquanto isso, os rios que drenam de sul para norte, como o Piranhas que nasce no extremo oeste da Paraíba e deságua no centro-norte do R.G. do Norte, e o Apodi que drena todo o setor ocidental desse Estado, possuem águas de baixos teores de salinidade.

Em vista disso, foi efetuado um zoneamento em duas grandes regiões, denominadas de Região Oriental e Região Ocidental. O limite entre as duas regiões, que constitui o divisor hidrográfico das bacias que drenam para leste ou para norte, passa aproximadamente no meridiano $36^{\circ}16'$ desde a altura de Lajes (RN) até o paralelo $7^{\circ}00'$ logo acima de Soledade. Daí, toma uma direção SW até a cidade de Teixeira, prolongando-se pela Serra do Teixeira em limite com o Estado de Pernambuco.

As bacias hidrográficas que pertencem às duas regiões, na área de estudo já foram descritas no cap.4.4.

Dessas bacias hidrográficas, duas desempenham maior importância pela sua extensão e área de domínio: a do Rio Piranhas ou Açu, que perfaz cerca de 18.500km^2 de superfície de rochas cristalinas e a do Rio Paraíba, que drena aproximadamente 17.500km^2 de rochas cristalinas.

A distribuição de poços cadastrados por regiões (incluindo os dois Estados) , ficou assim: na região oriental 372 poços, equivalendo a 44,1 % do total da área de estudo e na região ocidental, 471 poços, correspondendo a 55,9% do total estudado.

6.3. ANÁLISE DOS ELEMENTOS DO CADASTRO DE POÇOS

No Quadro nº 6.1 , são apresentados os valores estatísticos dos principais parâmetros registrados para os poços pelas respectivas companhias de perfuração, sendo a seguir analisados individualmente cada um desses parâmetros, inclusive aqueles que não constam do referido quadro resumo.

6.3.1. TIPO DE ROCHA

As rochas em que foram os poços perfurados, constam da ficha do poço, tendo cerca de 20% deles sido visitados em viagem de campo durante essa pesquisa, o que constituiu, por amostragem, numa verificação da confiabilidade de classificação petrográfica do cadastro existente. Deve ser salientado que, nessa verificação apenas 3% dos poços visitados sofreram modificação no tipo litológico classificado, o que representa um bom nível de confiabilidade dos dados existentes.

As rochas classificadas, com número de incidência e percentual do global para cada Estado e para a área total, são apresentadas no Quadro 6.2.

6.3.2. MANTO DE COBERTURA

Como manto de cobertura serão tratados indistintamente os materiais autóctones ou eluviões, originados de processos de intemperismo da própria rocha (sem transporte) e os materiais al-

QUADRO 6.1 - VALORES MÉDIOS REPRESENTATIVOS DOS PARÂMETROS DOS POÇOS

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	ESPESSURA CAPEAMENTO (m)			PROFUNDIDADE (m)			NÍVEL ESTÁTICO (m)			NÍVEL DINÂMICO (m)		
	R.G. NORTE	PARA IBA	TOTAL	R.G. NORTE	PARA IBA	TOTAL	R.G. NORTE	PARA IBA	TOTAL	R.G. NORTE	PARA IBA	TOTAL
Mínima	0	0	0	23,00	20,00	20,00	+3,80	+0,80	+3,80	1,80	3,91	1,80
Máxima	19,00	12,00	19,00	101,00	78,00	101,00	31,00	24,24	31,00	48,33	46,00	48,33
Média	3,85	2,42	3,17	54,57	46,06	50,53	5,17	4,56	4,87	23,13	16,59	19,97
D.Padrão	3,04	1,91	-	10,31	6,72	-	4,76	3,19	-	13,23	7,27	-
Coef.Var.(%)	78,95	79,06	-	18,90	14,59	-	92,11	70,05	-	57,19	43,84	-
Nºamostras	431	391	822	443	440	843	428	396	824	425	396	821

(Continuação)

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	VAZÃO (l/h)			VAZÃO ESPEC. (l/h)			RESÍDUO SECO (mg/l)					
	R.G. NORTE	PARA IBA	TOTAL	R.G. NORTE	PARA IBA	TOTAL	REGIÃO OCIDENTAL			REGIÃO ORIENTAL		
							RN	PB	TOTAL	RN	PB	TOTAL
Mínima	120	59	59	0,7	8	0,7	138,8	125,08	125,8	534,8	355,0	355,0
Máxima	36.000	13.090	36.000	17.308	3.801	17.308	14.945,6	11.315,00	14.945,6	31.125,0	17.985,0	31.125,0
Média	3.878	2.193	3.077	657	345	507	1.731,6	1.211,46	1.436,2	6.208,6	4.680,17	5.581,7
D.Padrão	4.324	2.353	-	1.714	642	-	2.018,5	1.550,47	-	5.340,4	3.958,3	-
Coef.Var.(%)	111,5	107,3	-	260,8	185,7	-	116,6	127,98	-	86,0	84,6	-
Nºamostras	443	400	843	425	396	821	191	251	442	197	137	334

QUADRO 6.2 - DISTRIBUIÇÃO DOS POÇOS SEGUNDO TIPOS LITOLÓGICOS

ROCHA	RIO G.DO NORTE		PARAIBA		TOTAL	
	Nº DE POÇOS	% DO ESTADO	Nº DE POÇOS	% DO ESTADO	Nº DE POÇOS	% DO TOTAL
Gnaisse	301	67,9	224	56,0	525	62,3
Micaxisto	53	12,0	51	12,8	104	12,3
Granito	64	14,4	45	11,3	109	12,9
Migmatito	14	3,2	27	6,8	41	4,9
Filito	-	-	39	9,7	39	4,6
Quartzito	9	2,0	7	1,7	16	1,9
Outras rochas	2	0,5	7	1,7	9	1,1
TOTAL	443		400		843	

lôctones, depositados por processos variados, principalmente por meio fluvial - aluviões, ou gravitativos - coluviões. A distinção desses tipos de depósitos se torna impossível de vez que nem sempre consta da ficha do poço, figurando apenas a constituição granulométrica.

A classificação granulométrica é um dado importante para se aquilatar a permeabilidade do manto e verificar se o mesmo atua favorável ou desfavoravelmente à recarga do aquífero fissural que lhe é sotoposto. Essa classificação não é muito rígida, pois foi executada na base da observação visual do técnico, sem realização de um peneiramento para a devida quantificação percentual das diversas frações granulométricas. Em função dessa metodologia empírica, as descrições ficam bastante diversificadas, podendo-se citar, por exemplo, que a equipe técnica da CDM-RN a adota apenas as frações areia e argila, classificando ainda as misturas da areia argilosa e argila arenosa em função da fração dominante; enquanto isso a equipe do CDRM-PB, adota além desses quatro tipos, os tipos areia siltosa, silte arenoso e silte argiloso.

No Quadro 6.3, aparecem os quantitativos e respectivos percentuais dessas frações granulométricas, análises por Estado e no total da área.

A fração psamítica fica em torno de 1/4, contra 3/4 de pelitos e misturas variadas de mais baixa permeabilidade, o que caracteriza um meio pouco favorável à recarga do aquífero fissural sotoposto.

A espessura desse manto é variável, um pouco superior no Estado do R.G. do Norte, onde chega a atingir 19,0m; na Paraíba o máximo atingido foi de 12,0m, sendo as médias nos dois Estados de 3,85m e 2,42m respectivamente. Na Paraíba 55 poços (13,7%) não possuíam qualquer manto de cobertura, enquanto no R.G. do Norte nenhum poço foi perfurado inteiramente na rocha.

QUADRO 6.3 - DISTRIBUIÇÃO DOS POÇOS POR TIPOS DE COBERTURA

FRAÇÃO GRANULO MÉTRICA	R.G.DO NORTE		PARAIBA		TOTAL	
	Nº DE POÇOS	% DO ESTADO	Nº DE POÇOS	% DO ESTADO	Nº DE POÇOS	% DO TOTAL
Areias	139	31,9	59	17,7	198	25,7
Areias argilosas	176	40,5	75	22,4	251	32,6
Argilas	48	11,0	43	12,9	91	11,8
Argilas arenosas	72	16,6	53	15,9	125	16,2
Siltes arenosos	-	-	75	22,4	75	9,8
Siltes argilosos	-	-	29	8,7	29	3,8
TOTAL	435		334		769	

6.3.3. FRATURAS

Dois aspectos estruturais relativos a fraturas são anotados no Cadastro: um, relativo às fraturas aflorantes na superfície, que serviram (ou não) como critério para a locação do poço; outro, relacionado às fraturas em profundidade, interceptadas durante a perfuração do poço.

Quanto às primeiras, foi efetuado um estudo para classificação do tipo de fratura em função da geometria (relação com os planos de xistosidade ou lineação da rocha) e da gênese (esforço que provocou a deformação).

Do total de poços amostrados - 246 - a distribuição do número de poços relacionados aos tipos de fraturas estudadas foi a que se segue :

- Fratura transversal tracional	- 58 poços	(23,9%)
- " angular de cisalhamento	- 60 "	(24,3%)
- " longitudinal tracional	- 10 "	(4,0%)
- " " de cisalhamento	- 12 "	(4,8%)
- " " indefinida	- 19 "	(7,7%)
- Sem fratura (na superfície)	- 50 "	(20,2%)

No que concerne às fraturas interceptadas pelos poços, cabe ressaltar a diferença na quantificação apresentada pelos poços do R.G. do Norte e da Paraíba. É que na CDM-RN eram registrados nas fichas dos poços todas as fraturas encontradas, enquanto na CDRM-PB, apenas a(s) melhor(es) e produtiva(s) era(m) registrada(s),

6.3.4. RELEVO/HIDROGRAFIA

A associação relevo/hidrografia foi estabelecida, tendo em vista a intensa ondulação da superfície topográfica, com contínuos vales e interflúvios, sendo portanto constante a correlação morfológica com a drenagem superficial.

Foram consideradas 3 (três) situações distintas do relevo, associadas à drenagem superficial, a saber :

- a) fundo do vale, ou talvegue
- b) encosta do vale, ou vertente
- c) topo de elevações, ou interflúvios.

Do total de poços amostrados - 254 - a distribuição do número de poços perfurados em cada uma dessas distintas situações morfo-hidrográficas, foi:

- Poços no talvegue - 172 (67,7%)
- " na encosta - 51 (20,1%)
- " nas elevações - 31 (12,2%)

6.3.5. RESÍDUO SECO

O estudo hidroquímico, realizado, foi baseado unicamente no resíduo seco ou sólidos totais dissolvidos, no sentido de fornecer uma visão espacial dos diferentes comportamentos de qualidade das águas.

Não objetiva o presente trabalho, uma pesquisa hidroquímica, nem tão pouco a classificação das águas para os diversos fins (consumo humano, pecuário, irrigação) , pois iria desvirtuar os propósitos a que se destina.

Os valores de resíduo seco, permitiram estabelecer duas regiões distintas, a oriental e a ocidental, já mencionadas nos tratamentos morfo-hidrográficos discutidos atrás.

Assim, no Quadro 6.1 os valores médios e os parâmetros de dispersão analisados foram apresentados separadamente para cada Estado, por região mencionada.

Apesar de nem todos os poços possuírem análise química, a amostragem pode ser considerada muito boa, de vez que abrangeu 91,6% da população de poços disponível ao estudo.

No Estado do R.G. do Norte o resíduo seco médio, na região ocidental, representou apenas 27,9% da média do resíduo seco da região oriental e na Paraíba, essa mesma relação foi muito próxima, com o valor de 25,9%. No geral, o resíduo seco da região ocidental representa apenas 27% do resíduo seco da região oriental, ou seja, na região oriental as águas possuem quase qua-

tro vezes, o total de sais apresentados na região ocidental.

Embora com mais elevadas taxas de salinização, a dispersão de valores é menor na região oriental, com cerca de 85%, do que na região ocidental, onde gira em torno de 120%.

A frequência com que ocorrem os diferentes valores de resíduo seco é mostrada no Quadro 6.4. , onde aparece uma subdivisão de valores de R.S. segundo a classificação de Schoeller & Begaloff:

R.S. $\leq$ 1.000	-	Água de potabilidade <u>boa a passável</u>
1.000 < R.S. $\leq$ 2.000	-	" " " <u>mediocre</u>
2.000 < R.S. $\leq$ 4.000	-	" " " <u>mã</u>
4.000 < R.S. $\leq$ 8.000	-	" " " <u>momentânea</u>
R.S. > 8.000	-	" <u>não potável</u>

De princípio, constata-se uma fundamental diferença entre as águas da região oriental e as da região ocidental : nas primeiras, 22,5% das águas possuem potabilidade boa a medíocre,, enquanto 77,4% são de potabilidade mã até não potáveis (estas perfazendo 20%); nas segundas ocorre o inverso, ou 81,2% dos tipos boa a passável e apenas 18,8% de mã a não potáveis (estas com somente 2,2%).

Na comparação entre os dois Estados, apesar de não ser grande a diferença, nota-se que as águas na Paraíba são ligeiramente melhores, sobretudo na região ocidental, em que 70,5% possuem menos de 1.000 mg/l (potabilidade boa a passável) contra 45% da mesma categoria para o R.G. do Norte.

6.3.6. PROFUNDIDADE DOS POÇOS

Todos os 843 poços cadastrados, possuem registro da profundidade, que apresenta em toda a área, o mais baixo índice de dispersão dentre todos os dados estatisticamente analisados.

Com efeito, o coeficiente de variação para a profundidade dos poços no R.G. do Norte foi de apenas 18,9%, sendo menor ainda na Paraíba com 14,59%.

QUADRO 6.4 - FAIXAS DE VARIAÇÃO DO RESÍDUO SECO

I) REGIÃO ORIENTAL

FAIXAS DE R.S.	R.G.NORTE		PARAIBA		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
R.S.<1000	17	8,6	12	8,8	29	8,7
1000 < R.S.< 2000	24	12,2	22	16,0	46	13,8
2000 < R.S.< 4000	45	22,8	47	34,3	92	27,5
4000 < R.S.< 8000	68	34,5	32	23,4	100	29,9
R.S.>8000	43	21,8	24	17,5	67	20,0
Nº de amostras	197		137		334	

II) REGIÃO OCIDENTAL

FAIXAS DE R.S.	R.G.NORTE		PARAIBA		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
R.S.<1000	86	45,0	177	70,5	263	59,5
1000 < R.S.< 2000	56	29,3	40	15,9	96	21,7
2000 < R.S.< 4000	32	16,8	20	8,0	52	11,8
4000 < R.S.< 8000	11	5,8	10	4,0	21	4,8
R.S.>8000	6	3,1	4	1,6	10	2,2
Nº de amostras	191		251		442	

III) TOTAL DA ÁREA

	Nº	%
R.S.<1000	292	37,6
1000 < R.S.< 2000	142	18,3
2000 < R.S.< 4000	144	18,6
4000 < R.S.< 8000	121	15,6
R.S.>8000	77	9,9
Nº de amostras	776	

Os poços, de um modo geral, são mais profundos no R.G.do Norte, onde a CDM estabelece um valor padrão de 60m. Com efeito, 52,8% dos poços perfurados por aquela empresa tiveram a exata profundidade de 60m; 7,9% ultrapassaram essa profundidade, até o limite de 101,0m e 39,3% ficaram com profundidades menores, variando desde 23,0 até os 59,0m. Daí a média de 54,57m apresentada para esse Estado.

Na Paraíba o patamar de limitação de profundidade fica nos 50m, perfazendo 46% dos poços perfurados pela CDRM. Grande parte dos poços, entretanto, fica com a profundidade de 40m, perfazendo 28,5% do total perfurado. Apenas 8,2% excedem a profundidade de 50m até o máximo de 78m, enquanto os 17,3% restantes situam-se a profundidades desde 20m até os 49m (excluindo os 40m). A média geral da profundidade dos 400 poços, perfurados pela CDRM, ficou em 46,06m.

De um modo geral, para toda a área de estudo, a média de profundidade dos poços ficou em torno dos 50,0m.

6.3.7. NÍVEL ESTATICO

As águas da região apresentam profundidades muito pequenas, não diferindo muito de um Estado para outro, apesar do elevado coeficiente de variação, superior a 90% no R.G.do Norte e a 70% na Paraíba.

A média geral na região, fica próxima aos 5,0m, com limites superiores de 31,0m no RN e 24,2m na Paraíba; os limites mínimos, representam em ambos os Estados, vazões surgentes, com alturas de superfícies piezométricas máximas de +3,8m no R.G. do Norte e +0,8m na Paraíba.

A amostragem atingiu a 97,7% da população total do estudo.

6.3.8. NÍVEL DINÂMICO

Quase o mesmo número de amostras tem registrado o nível dinâmico para a vazão testada, com valores pouco variáveis em torno da média, que atingiu a 23m no R.G.do Norte e a 16m na Paraíba. A média geral, em torno dos 20m, representou um rebaixamento médio do nível das águas ao final do ensaio do bombeamento da ordem de 15m.

Se bem que o nível dinâmico não constitua um parâmetro de correlação regional (como o nível estático), de vez que depende da capacidade do equipamento de bombeamento utilizado no teste, o seu conhecimento é imprescindível para a avaliação da vazão específica, principal parâmetro de correlação, entre os poços.

6.3.9. VAZÃO

A vazão de um poço não constitui um parâmetro muito representativo e não deve ser utilizado em correlações ou tratamentos estatísticos entre distintas regiões, tipos de rochas ou qualquer outra variável considerada.

De um certo modo, todavia, o seu valor médio guarda uma certa correlação com a vazão específica, como pode ser visto no exemplo das médias calculadas para cada um desses parâmetros. Com efeito, a relação entre a vazão média do teste dos 400 poços da Paraíba, para a vazão média de teste dos 443 poços do R.G. do Norte, foi de 56,5%, enquanto a mesma relação para a vazão específica, acusou o valor de 52,6%.

Observa-se portanto, que os poços do R.G. do Norte apresentam vazões consideravelmente superiores (quase o dobro) às dos poços da Paraíba e a média geral para os dois Estados situa-se em torno dos 3.000l/h que representa, conforme estudos anteriormente executados, a média geral para todo o nordeste.

Deve-se considerar que os cálculos estatísticos (média, desvio padrão e coeficiente de variação), apresentados no Quadro

6.1 , levaram em conta toda a população de dados de poços(843) da região. O coeficiente de variação revela uma grande dispersão de valores em torno da média, superando os 100% em ambos os Estados; a diferença entre o mínimo e o máximo valores de vazão , atingiu a 300 vezes, no R.G. do Norte e 220 vezes na Paraíba.

6.3.10. VAZÃO ESPECÍFICA

A relação entre a vazão testada e o respectivo rebaixamento constitui a vazão específica, o parâmetro menos falho na correlação da potencialidade de poços.

Alguns autores têm utilizado a relação vazão específica por espessura saturada $[(1/h)/m]/m$ para caracterizar a produtividade de um poço, como por exemplo SIDIQQUI & PARIZEK (1971) que adotaram esse parâmetro, com a designação mesmo de produtividade do poço, para aquíferos cárstico-fissurais. A nível nacional, esse parâmetro já foi utilizado na região nordeste, pela SUDENE (1978) que dividiu a vazão específica pela profundidade útil do poço, representada pela diferença entre a profundidade da última entrada d'água e do nível estático do poço. Posteriormente, MENDES (1980) utilizou um parâmetro semelhante, da mesma dimensão $L^3T^{-1}L^{-2}$, porém a vazão específica era dividida pela profundidade total do poço. Uma outra proposta foi apresentada por HONYK (1979), a que denominou de produção potencial do poço- PPP e que relacionava a vazão específica com o rebaixamento do nível estático, a espessura estática saturada, a profundidade efetiva do poço e o coeficiente exponencial característico de cada tipo de rocha.

Quanto a metodologia adotada pela SUDENE, op.cit. e MENDES op.cit. somos inteiramente contrários, visto que em aquífero fissural, a relação da vazão com a profundidade é direta até determinada profundidade, um pouco acima da entrada de água principal; a partir daí a relação passa a ser constante durante um certo intervalo (de rebaixamento) e passa depois a ser inversa. Somente em aquífero poroso, aproximadamente homogêneo e isotrópico, essa relação poderia ser empregada e assim mesmo, para

poços totalmente penetrantes. O próprio Albuquerque em sua Dissertação de Mestrado (ALBUQUERQUE, 1984) passou a utilizar a vazão específica (o mesmo técnico que elaborou o estudo da SUDENE).

A proposta de Honyk para a sua produção potencial é falha, ao nosso ver, em função, sobretudo, do coeficiente exponencial, adotado empiricamente para cada tipo de rocha. É possível que no futuro, a partir de pesquisas mais aprofundadas, esse parâmetro venha a ser melhorado nas suas falhas principais.

Na região estudada, as vazões específicas foram muito variadas, com um mínimo de 0,7 (l/h)/m no R.G. do Norte e máximo de 17.308 (l/h)/m, ou seja, 24.725 vezes o mínimo assinalado; na Paraíba essa variação foi menor, com um mínimo de 8 (l/h)/m e máximo de 3.801 (l/h)/m (475 vezes). Em função dessa variação o coeficiente de variação foi de 260,84% no R.G.do Norte, para uma vazão específica média de 657,1 (l/h)/m e 185,7 % na Paraíba, para uma média de vazão específica de 345,7 (l/h)/m. Esses valores médios estão muito exagerados, tendo sido impulsionados para cima em função das vazões anômalas acima dos 1.000 (l/h)/m.

No Quadro 6.5, é realizada uma análise da frequência de vazão específica por região em cada Estado. De um modo geral, cerca de 40% dos poços, em termos médios gerais, apresentam vazão específica abaixo de 100 (l/h)/m; 50% ficam entre 100 e 1.000 (l/h)/m e apenas 10% ultrapassam os 1.000 (l/h)/m. A análise por Estado mostra que na Paraíba cerca de 80% na região oriental e 90% na ocidental, apresentam vazões específicas inferiores a 500 (l/h)/m; no R.G.do Norte esses percentuais são respectivamente de 70% e 80% nas duas regiões. Por região, verifica-se que na região oriental 70% dos poços apresentam vazões específicas inferiores a 500 (l/h)/m contra 80% para a região ocidental. Daí concluir-se que a melhor área é a região oriental do Estado do Rio Grande do Norte.

QUADRO 6.5. FAIXAS DE VARIAÇÃO DA VAZÃO ESPECÍFICA

I) REGIÃO ORIENTAL

FAIXAS DE Q/s	R.G.NORTE		PARAIBA		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Q/s < 100	68	31,8	48	33,8	116	32,6
100 < Q/s < 500	78	36,4	62	43,7	140	39,3
500 < Q/s < 1000	36	16,8	20	14,1	56	15,7
Q/s > 1000	32	14,9	12	8,4	44	12,4
Vaz.Esp.Média (l/h)/m	775,25		401,52		626,18	

II) REGIÃO OCIDENTAL

FAIXAS DE Q/s	R.G.NORTE		PARAIBA		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Q/s < 100	90	42,4	129	50,6	219	46,9
100 < Q/s < 500	73	34,4	96	37,6	169	36,2
500 < Q/s < 1000	22	10,4	13	5,1	35	7,5
Q/s > 1000	27	12,7	17	6,7	44	9,4
Vaz.Esp.Média (l/h)/m	525,93		315,57		411,06	

III) TOTAL DA ÁREA

	Nº	%	%
Q/s < 100	335	40,7	40,7
100 < Q/s < 500	309	37,5	48,5
500 < Q/s < 1000	91	11,0	
Q/s > 1000	88	10,7	10,7
Vaz.Esp.Média (l/h)/m	504,11		

CAPÍTULO Nº 7

**RELACIONAMENTO ENTRE PARÂMETROS DE
POÇOS E FATORES ATUANTES**

7.1. INTRODUÇÃO

A principal atividade desenvolvida na pesquisa, correspondeu na busca de relacionamento entre os diversos parâmetros do poço, do aquífero, do meio externo e da própria água, quanto a sua qualidade.

De maneira esquemática, foram as seguintes as correlações tentadas:

Nos capítulos seguintes serão analisadas cada uma dessas relações.

7.2. RELAÇÕES ENTRE OS PARÂMETROS DO POÇO E FATORES INTRÍNSECOS E EXTRÍNSECOS.

7.2.1. RELAÇÃO VAZÃO ESPECÍFICA X RESÍDUO SECO

Conforme já mencionado na primeira parte (teórica) deste trabalho, em função de maiores volumes infiltrados e armazenados (que vão proporcionar melhores vazões), maior será a renovação das águas e por conseguinte menores serão os índices de salinização.

Assim, era esperado encontrar-se uma boa correlação entre esses dois parâmetros, que representam o binômio quantidade-qualidade da água subterrânea. Essa relação deveria ser inversa, pois a medida que aumenta o volume, deve diminuir a salinidade.

Foram plotados em gráficos mono-log, de resíduo seco x vazão específica (escala log) os dados dos poços da região oriental do Estado do R.G. do Norte (Fig.7.1) e da região ocidental do R. G. do Norte (Fig.7.2.).

No primeiro gráfico (Fig.7.1) os dados se dispuseram numa autêntica "nuvem de pontos", sem qualquer relação entre os dois parâmetros utilizados, nem mesmo, demonstrar alguma "tendência" de correlação. A grande quantidade de pontos, com valores extremamente variáveis, tanto de vazão específica (desde 0,7 até 17.308 l/h/m) como de resíduo seco (desde 535 até 31.125 mg/l) aliados a interferência de outros fatores, sobretudo a infiltração de águas salinizadas dos maiores cursos d'água ^{foram} responsáveis por essa ausência completa de correlação. Com efeito, nessa região, predominam os rios com águas salinizadas, como o Ceará-Mirim, Potengi e parte do Jacu, que provocam infiltração em rochas e, mesmo nas mais fraturadas e com maior vazão específica, vão deteriorar a qualidade do aquífero. Essa é a razão pela qual, dos 31 poços com vazões específicas superiores a 1.000 l/h/m, mais da metade (54,8%), possuem resíduo seco superior a 4.000mg/l, e apenas 12%, possuem R.S. < 1.000mg/l (águas potáveis). Convém lembrar, que, nessa região, o resíduo seco médio nos poços foi de 6.200mg/l.

No segundo gráfico (Fig. .2) a salinidade é muito baixa (média de 1.700mg/l devida a alguns valores anômalos) e predominam os valores abaixo de 1.500 mg/l. Foi tentada uma correlação matemática usando o método de mínimos quadrados em programa computadorizado, em que diferentes gráficos (X, Y; log X, log Y; log X, Y, X, log Y) eram analisados e distintas equações matemáticas a partir dos coeficientes a e b eram também trabalhados. Infelizmente não se conseguiu estabelecer nenhuma correlação matemática, pois os índices de correlação para cada tipo de gráfico variaram desde o valor máximo de -0,185 até o mínimo de -0,0056, o que significa, a ausência de qualquer correlação. Os valores negativos revelam entretanto uma incipiente relação inversa (Ver Quadro 7.1)

Apesar dos baixíssimos índices de correlação registrados, certamente provocados pelos dados anômalos, extremamente elevados,

FIG. 7.1 - RELAÇÃO R. S. x VAZÃO ESPECÍFICA (REGIÃO ORIENTAL DO RIO G. NORTE)

FIG.7.2 - RELAÇÃO $Q/\Delta w \times R.S.$ - REGIÃO OCIDENTAL(BACIA DO RIO PIRANHAS) RIO G. DO NORTE

QUADRO 7.1 - CORRELAÇÃO ENTRE VAZÃO ESPECÍFICA E RESÍDUO SECO NO R.G.NORTE OCIDENTAL

	X,Y	logX,logY	logX, Y	X, logY
MÉDIA DA VARIÁVEL DEPENDENTE	1.544,48	3,040	1.544,48	3,04
MÉDIA DA VARIÁVEL INDEPENDENTE	651,57	2,200	2,20	651,57
DESVIO PADRÃO DA VARIÁVEL DEPENDENTE	1.740,48	0,332	1.740,48	0,33
DESVIO PADRÃO DA VARIÁVEL INDEPENDENTE	1.968,98	0,686	0,68	1.968,98
VALOR DO COEFICIENTE b	1.547,70	3,240	2.064,37	3,049
VALOR DO COEFICIENTE a	$-4,9.10^{-3}$	-0,089	-235,89	$9,56.10^{-7}$
COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (R)	-0,0056	-0,185	-0,09	-0,056

como se observa no gráfico, pode-se ainda visualizar uma "tendência" a uma correlação através de uma relação inversa entre os elementos em estudo. Essa "tendência" é assinalada no gráfico por uma faixa de concentração dos pontos, com ligeira inclinação da esquerda para a direita do gráfico. De qualquer modo, a relação não é muito boa, devido provavelmente a participação de outros fatores que atuam simultaneamente, como o clima, a profundidade de entrada d'água, o tipo de rocha (em menor proporção), dentre outros. Se os poços fossem todos perfurados numa mesma situação com relação aos demais fatores, certamente a relação R.S. x Q/s seria bem mais ressaltada.

Em pesquisas anteriores, essa relação tem sido comprovada, como no trabalho de COSTA, (1965) na região de Monteiro-PB e LEAL (1968) em diversas áreas do nordeste. Segundo COSTA, op.cit., os 23 poços perfurados em fraturas transversais e com vazão média de 5.140 l/h apresentaram um resíduo seco médio de 2.090 mg/l, enquanto nos 24 poços perfurados em fraturas angulares, com vazão média de 2.580 l/h, tiveram um resíduo seco médio de 3.970 mg/l. Para LEAL, op.cit., que analisou os cloretos (principal anion das águas do "cristalino" do nordeste) das águas de 230 poços distribuídos em várias regiões do nordeste e chegou a seguinte conclusão:

Vazão (l/h)	Cloretos
<2.000	2.400
2.000 - 4.000	1.960
4.000 - 6.000	1.700
6.000 - 8.000	1.160
8.000 - 10.000	980
>10.000	730

7.2.2. RELAÇÃO VAZÃO ESPECÍFICA X TIPO DE ROCHA

Várias tentativas de correlação foram feitas para avaliar a melhor maneira de relacionar esses dois parâmetros. Inicialmente foram separados por Estado e por região, tomando-se toda a população amostrada.

QUADRO 7.2 - VAZÃO ESPECÍFICA POR TIPO LITOLÓGICO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE (TODOS OS POÇOS)

ROCHA	$\bar{X}$ (l/h/m)	σ (l/h/m)	C.V.(%)	Nº	% TOT.
Gnaisse	730,04	1.991,46	272,79	291	68,8
Granito	432,50	664,25	153,58	64	15,1
Micaxisto	504,80	915,05	181,27	46	10,9
Migmatito	635,44	1.205,62	189,73	14	3,3
Quartzito	764,00	653,23	85,50	8	1,9
MÉDIA:	658,04		TOTAL:	423	

QUADRO 7.3 - VAZÃO ESPECÍFICA POR TIPO LITOLÓGICO NO ESTADO DA PARAIBA (TODOS OS POÇOS)

ROCHA	$\bar{X}$ (l/h/m)	σ (l/h/m)	C.V.(%)	Nº	% TOT.
Gnaisse	334,22	557,11	166,69	220	56,6
Granito	219,64	400,30	182,25	45	11,6
Micaxisto	518,94	910,89	175,53	51	13,1
Migmatito	173,96	223,98	128,75	27	6,9
Quartzito	227,00	159,12	70,01	7	1,8
Filito	359,69	479,29	133,25	39	10,0
MÉDIA:	334,68		TOTAL:	389	

Resumo dos dados
para a população
de 812 poços nos
dois Estados:

ROCHA:	$\bar{X}$	Nº	%
Gnaisse	559,63	511	62,9
Granito	334,62	109	13,4
Micaxisto	512,23	97	11,9
Migmatito	331,54	41	5,0
Quartzito	513,40	15	1,8
Filito	359,69	39	4,8

QUADRO 7.4 - VAZÃO ESPECÍFICA POR TIPO LITOLÓGICO NO ESTADO DO R.G.NORTE (Amostragem no interv.50-1000 l/h/m)

ROCHA	$\bar{X}$ (l/h)/m	σ (l/h)/m	C.V.(%)	Nº	% TOT.
Gnaisse	319,48	255,10	79,85	198	70,7
Granito	258,11	207,94	80,56	40	14,3
Micaxisto	255,24	221,02	86,59	29	10,4
Migmatito	300,90	227,43	75,58	8	2,9
Quartzito	275,20	154,35	56,09	5	1,8
MÉDIA	302,73		TOTAL: 280 (66,6% da população)		

QUADRO 7.5 - VAZÃO ESPECÍFICA POR TIPO LITOLÓGICO NO ESTADO DA PARAIBA (Amostragem no intervalo 50-1000 l/h/m)

ROCHA	$\bar{X}$ (l/h)/m	σ (l/h)/m	C.V.(%)	Nº	% TOT.
Gnaisse	260,07	214,85	82,61	157	58,4
Micaxisto	249,94	211,00	84,42	32	11,9
Filito	211,58	204,21	96,52	31	11,5
Migmatito	248,50	241,93	97,36	18	6,7
Granito	243,31	269,23	110,65	26	9,7
Quartzito	300,60	128,40	42,71	5	1,8
MÉDIA:	251,64		TOTAL: 269 (69,3% da população)		

Resumo dos dados para a amostragem de 549 poços (68% da população de dados) nos dois Estados:

ROCHA:	$\bar{X}$	Nº	%
Gnaisse	293,21	355	64,7
Granito	252,28	66	12,0
Micaxisto	252,46	61	11,1
Migmatito	264,62	26	4,7
Quartzito	287,90	10	1,8
Filito	211,58	31	5,6

A separação por região foi constatada ser desnecessária , pois as diferenças que cada tipo lítico apresentaram de uma região para outra não eram muito significativas.

Com relação ao número de amostras, os coeficientes de variação revelaram uma dispersão absurda quando se levava em conta toda a população, como se pode ver nos Quadros 7.2 e 7.3 . Verifica-se que, sobretudo no R.G. do Norte, os coeficientes de variação chegam a ultrapassar de 200%, sendo para todas as rochas, à exceção do quartzito, superiores a 150%. Por outro lado, os valores médios se acham completamente discrepantes , como por exemplo o gnaiss, que no R.G.do Norte possui mais do dobro da média da Paraíba ; igualmente distorcidos estão os valores médios do granito, do micaxisto, do migmatito e do quartzito.

Depois de algumas tentativas, chegou-se a uma amostragem mais realista, considerando o intervalo de vazão específica superior a 50 (l/h)/m e inferior a 1.000 (l/h)/m.

A amostra considerada nesse intervalo correspondeu a 68% da população total, ou seja a aproximadamente 2/3 dos dados disponíveis. Os coeficientes de variação para cada tipo lítico variaram desde 56% até 110%, tendo apenas em um caso, ultrapassado os 100%

Nos Quadros 7.4 e 7.5, são mostrados os valores médios , desvio padrão, coeficiente de variação e número de amostras e participação percentual para cada tipo de rocha. A comparação entre a participação percentual de cada rocha da população com a da amostragem escolhida é quase a mesma, o que demonstra uma boa representatividade da amostra trabalhada.

Será inicialmente analisada a amostra tomada no intervalo citado.

O tipo de rocha dominante em ambos os Estados é o gnaiss, com 70% no R.G. do Norte e 58% na Paraíba. A vazão específica média nesses gnaisses é a mais elevada dentre todas as demais. A diferença maior entre os dois Estados, ficou por conta dos migmatitos que no R.G.do Norte ocupava a 2ª posição, com média de 300 (l/h)/m e na Paraíba caiu para a 4ª posição, com média de vazão específica de 248 (l/h)/m. De um modo geral, não ocorreram grandes diferenças entre os dois Estados, sendo a média geral, na ordem decrescente, a seguinte:

1º- Gnaisse	- 293,21 (l/h)/m	(64,7%)	com 355 poços
2º- Quartzito	- 287,90 "	(1,8%)	" 10 "
3º- Migmatito	- 264,62 "	(4,7%)	" 26 "
4º- Micaxisto	- 252,46 "	(11,1%)	" 61 "
5º- Granito	- 252,28 "	(12,0%)	" 66 "
6º- Filito	- 211,70 "	(5,6%)	" 31 "
Média Geral	277,70 "		" 549 "
(ponderada)			

Dentro do intervalo considerado na amostragem, as diferenças de vazão específica média de um tipo lítico para outro não foram muito grandes; até mesmo os valores extremos do gnaiss e filito ficaram próximos, sendo o último equivalente a 72% do primeiro.

Da análise da população integral de dados, pode-se estabelecer os seguintes valores médios de vazão específica, para os dois Estados reunidos na ordem decrescente:

1º- Gnaisse	- 559,63 (l/h)/m	(62,9%)	com 511 poços
2º- Quartzito	- 513,40 "	(1,8%)	" 15 "
3º- Micaxisto	- 512,23 "	(11,9%)	" 97 "
4º- Filito	- 359,69 "	(4,8%)	" 39 "
5º- Granito	- 334,62 "	(13,4%)	" 109 "
6º- Migmatito	- 331,54 "	(5,0%)	" 41 "

A comparação entre os dois resultados revela que:

-1º) em ambos, o gnaiss e o quartzito ocupam, respectivamente, o 1º e o 2º lugares em vazão específica.

-2º) a sequência de ocorrência é praticamente a mesma nas duas relações, com: gnaiss - granito - micaxisto - migmatito - filito - quartzito (as posições do migmatito e filito estão invertidas na amostragem).

-3º) para a população integral, ocorrem dois grupos de vazões específicas, mais ou menos comuns, que são o gnaiss - quartzito - micaxisto, com média ponderada de 551 (l/h)/m e o filito - granito - migmatito, com média ponderada de 339 (l/h)/m; enquanto isso, a amostragem não revela grupos distintos e homogêneos, tendo todos os tipos líticos uma vazão média ponderada de 278 (l/h)/m.

Os estudos precedentes apresentaram resultados parecidos a esse. LEGRAND(1959) e SEVER(1964) apresentaram a seguinte relação, em 490 poços estudados na região de Carolina do Norte:

1º- Micaxisto	-	4.980 l/h	em	168	poços
2º- Granito	-	3.300 l/h	"	234	"
3º- Diorito	-	3.120 l/h	"	69	"
4º- Ardôsia	-	<u>2.400 l/h</u>	"	19	"
Média ponderada	-	3.780 l/h	"	490	"

Os mesmos autores, encontraram em 289 poços, na região de Pittsylvânia e Halifax, a seguinte relação:

1º- Gnaisses variados	-	3.790 l/h	em	180	poços
2º- Granito gnaissico	-	3.200 "	"	26	"
3º- Micaxisto/granito	-	3.000 "	"	20	"
4º- Micaxisto	-	2.500 "	"	34	"
5º- Xistos verdes	-	1.800 "	"	14	"
6º- Ardôsia	-	<u>1.600 "</u>	"	15	"
Média Geral		3.320 "	"	289	"

Em trabalho apresentado no Simpósio Nacional de Água Subterrânea em Rochas Fraturadas, em 1979, no Recife, COSTA, apresentou uma estatística com 274 poços perfurados por várias distintas companhias, na região do Alto Paraíba. Os resultados oferecidos foram:

1º- Micaxisto	-	3.240 l/h	em	28	poços
2º- Gnaisse	-	3.060 "	"	169	"
3º- Migmatito	-	2.556 "	"	17	"
4º- Granito	-	1.825 "	"	29	"

Em vista dos resultados obtidos, pode-se adotar a seguinte relação decrescente, de tipo lítico, de acordo com a "aptidão" para armazenamento e fornecimento de água subterrânea:

- 1º) Gnaisses, quartzitos, e pegmatitos
- 2º) Micaxistos
- 3º) Granitos e rochas granulares magmáticas, além de migmatitos não orientados.
- 4º) Filito, ardôsia e xistos verdes.

Esse resultado vem corroborar as observações efetuadas no capítulo 2 , em que foram consideradas as características físicas das rochas, além da orientação da estrutura, de granulação dos cristais e outras feições que influem para produzirem maior número de fraturas e maior abertura das mesmas.

Finalmente, deve ser citada a participação dos tipos rochosos nos poços secos. Dos 396 poços secos do R.G. do Norte , os gnaisses lideram a ocorrência, com 66,9%, seguidos do granito (23,2%), do micaxisto (4,8%), do migmatito (2,5%), do quartzito (1,5%) e outros tipos (1,0%), ou seja, praticamente a mesma sequência de ocorrência dos poços com água.

7.2.3. RELAÇÃO VAZÃO ESPECÍFICA X TIPO DE FRATURA

Conforme já abordado em 6.1 , a amostragem dos poços utilizados para o estudo das fraturas correspondeu a 30% do total trabalhado, distribuídos numa vasta área, em que foram abrangidos todos os estilos tectônicos vigentes na área de estudo e todos os tipos de fratura presentes na área como um todo.

A análise estrutural foi baseada em foto-interpretação na escala de 1:70.000 e parcialmente 1:25.000 com checagem de campo em pontos duvidosos, tendo ainda como apoio cartográfico e geológico os mapas plani-altimétricos da SUDENE , na escala de 1:100.000 e os mapas geológicos também 1:100.000 elaborados pelo DNPM/CPRM, no trabalho retro-mencionado.

Não foi procedido um estudo estrutural mais profundo, com diagramas polares ou de frequência de fraturas, em virtude de não ter sido possível a visita de mais que 20% dos poços trabalhados, optando-se assim por uma homogeneização de tratamento de dados para toda a amostra usada. Mesmo nos poços visitados, nem sempre o afloramento era rico em fraturas, que permitisse uma medição quantitativa adequada.

De qualquer forma, o resultado obtido pode ser considerado satisfatório, prescindindo inteiramente de um estudo mais detalhado, para a finalidade a que se destina.

As fraturas assinaladas foram classificadas levando em conta a relação com as direções de xistosidade ou lineamentos estruturais bem como com relação a gênese. Assim, por exemplo, uma fratura longitudinal tracional é paralela aos planos de xistosidade, sendo originada por um esforço tracional (ou componente tracional $\sqrt{3}$ de um esforço compressivo $\sqrt{1}$); podem ser devidos a alívio de pressão ou associadas a dobras antiformes próximas ao plano axial (bc de SANDER). Por outro lado, uma fratura longitudinal de cisalhamento, desenvolve-se paralelamente ao plano de xistosidade sendo provocado por um esforço compressivo atuando obliquamente ao referido plano. Algumas fraturas longitudinais (geometricamente), não puderam ser definidas quanto a gênese, daí a classificação adotada de longitudinal indefinida. Em alguns casos, a fratura não ficou bem característica nem quanto a geometria (em rochas não orientadas, p.e.) nem quanto a gênese, sendo então classificada como fratura não caracterizada. Finalmente, em alguns casos, o poço foi perfurado em local onde, superficialmente, não foi detectada nenhuma fratura.

Conforme pode ser visto no Quadro 7.6, os poços que forneceram melhores vazões foram aqueles locados em fraturas transversais tracionais, com uma média de 1.141 (l/h)/m no Estado do R. G.do Norte e 907 (l/h)/m no Estado da Paraíba, ou no total da área, para 58 poços analisados, com uma vazão específica média de 1.076 (l/h)/m.

Seguiram-se na ordem decrescente as fraturas longitudinais tracionais, com a vazão específica média para a área total, de 484 (l/h)/m.

Dentre as fraturas longitudinais indefinidas e das não caracterizadas, certamente existem algumas tracionais e outras de cisalhamento, o que conferiu à média para os dois tipos, valores intermediários entre aqueles de fraturas tracionais (transversais ou longitudinais) e de cisalhamento (angulares ou longitudinais).

Assim, as fraturas longitudinais indefinidas forneceram vazões específicas médias da ordem de 231 (l/h)/m, enquanto as fraturas não caracterizadas alcançaram a vazão média de 351 (l/h)/m.

As fraturas de cisalhamento, como era esperado, forneceram as mais reduzidas vazões nos poços que lhes interceptaram: 114 l/h/m nas fraturas angulares de cisalhamento e 106 l/h/m nas fraturas longitudinais de cisalhamento.

QUADRO 7.6 - VALORES DE VAZÃO ESPECÍFICA POR TIPO DE FRATURA

TIPO DE FRATURA	VALOR	RIO GRANDE DO NORTE			PARAIBA			TOTAL		
		(l/h)/m	Nº	%	(l/h)/m	Nº	%	(l/h)/m	Nº	%
Transversal tracional	MÁXIMO	8.034			3.714			8.034		
	MÍNIMO	28	42	28,2	75	16	16,5	28	58	23,9
	MÉDIO	1.141			907			1.076		
Angular de cisalhamento	MÁXIMO	408			504			504		
	MÍNIMO	13	23	15,4	10	37	38,1	10	60	24,3
	MÉDIO	98			124			114		
Longitudinal tracional	MÁXIMO	1.758			356			1.758		
	MÍNIMO	116	8	5,4	112	2	2,1	112	10	4,0
	MÉDIO	546			234			484		
Longitudinal de cisalhamento	MÁXIMO	86			614			614		
	MÍNIMO	19	6	4,0	23	6	6,2	19	12	4,8
	MÉDIO	50			162			106		
Longitudinal indefinida	MÁXIMO	714			398			714		
	MÍNIMO	29	13	8,7	14	6	6,2	14	19	7,7
	MÉDIO	264			161			231		
Não caracterizada	MÁXIMO	1.955			900			1.955		
	MÍNIMO	32	27	18,1	16	10	10,3	16	37	15,0
	MÉDIO	401			218			351		
Sem fraturas	MÁXIMO	334			290			334		
	MÍNIMO	14	30	20,1	15	20	20,6	14	50	20,2
	MÉDIO	59			85			70		
MÉDIA GERAL		476			262			391		

Finalmente aparecem os 50 poços sem fraturas, que forneceram uma vazão específica média de apenas 69 $l/h/m$.

Para uma melhor visualização da variação da vazão específica em função do tipo de fratura, foi estabelecida a relação de frequência dos tipos de fraturas, por faixas de vazão específica (Quadro 7.7).

Do referido quadro, pode-se obter as seguintes conclusões:

- a) as melhores vazões, acima de 1.000 $l/h/m$ somente são obtidas quando o poço alcança fraturas tracionais; mesmo na faixa de 500 a 1.000 $l/h/m$ somente em casos excepcionais são obtidas em poços com fraturas não tracionais.
- b) cerca de 70% dos poços que são servidos por fraturas de cisalhamento, possuem vazões específicas inferiores a 100 $l/h/m$.
- c) mais de 80% dos poços locados sem fraturas superficiais, fornecem vazões inferiores a 100 $l/h/m$, ficando os 20% restantes na faixa de 100 a 500 $l/h/m$.
- d) o conjunto de fraturas transversais tracionais com angulares de cisalhamento, representa 60% do total das fraturas analisadas na área amostrada. Esse percentual deverá ultrapassar os 75%, considerando que a maioria das fraturas não caracterizadas deve ser de um dos dois desses tipos.

Apesar de constar no cadastro de poços em anexo, a profundidade em que foram interceptadas as fraturas, não foi efetuada qualquer análise do seu comportamento em profundidade, pois a simples presença de um maior ou menor número de fraturas não implica em maior ou menor potencialidade hídrica do meio fissurado. Assim é que, na maioria dos poços considerados secos, mesmo naqueles que não apresentaram nenhuma água, foram sempre interceptadas várias fraturas. Por outro lado, as duas companhias de perfuração adotam critérios diferentes na anotação dos dados dos poços; enquanto o CDM-RN registra todas as fraturas interceptadas pelo furo, a CDRM-PB registra apenas as principais, que apresentam contribuição d'água. Dessa maneira, uma análise comparativa conduziria a resultados falsos no contexto da área integrada.

QUADRO 7.7 - FREQUÊNCIA DOS TIPOS DE FRATURAS POR FAIXAS DE VAZÃO ESPECÍFICA

TIPOS DE FRATURAS		Q/s < 100			100 < Q/s < 500			500 < Q/s < 1000			Q/s > 1000			TOTAL
		PB	RN	TOT.	PB	RN	TOT.	PB	RN	TOT.	PB	RN	TOT.	
Transversal tracional	NºAM.	2	1	3	8	12	20	2	15	17	4	14	18	58
	%	12,5	2,4	5,2	50,0	28,6	34,5	12,5	35,7	29,3	25,0	33,3	31,0	23,6
Angular de cisalhamento	NºAM.	25	16	41	11	7	18	1	0	1	0	0	0	60
	%	67,6	69,6	68,3	29,7	30,4	30,0	2,7	0	1,7	0	0	0	24,4
Longitudinal tracional	NºAM.	0	0	0	2	6	8	0	0	0	0	2	2	10
	%	0	0	0	100,0	75,0	80,0	0	0	0	0	25,0	20,0	4,1
Longitudinal de cisalham.	NºAM.	4	6	10	1	0	1	1	0	1	0	0	0	12
	%	66,7	100,0	83,3	16,7	0	8,3	16,7	0	8,3	0	0	0	4,9
Longitudinal indefinida	NºAM.	3	3	6	3	8	11	0	2	2	0	0	0	19
	%	50,0	23,1	31,5	50,0	61,5	57,9	0	15,4	10,5	0	0	0	7,7
Não caracterizada	NºAM.	4	9	13	5	12	17	1	1	2	0	5	5	37
	%	40,0	33,3	35,1	50,0	44,4	45,9	10,0	3,7	5,4	0	18,5	13,5	15,0
Sem fraturas	NºAM.	14	27	41	6	3	9	0	0	0	0	0	0	50
	%	70,0	90,0	82,0	30,0	10,0	18,0	0	0	0	0	0	0	20,3
Para todas as fraturas	NºAM.	52	62	114	36	48	84	5	18	23	4	21	25	246
	%	53,6	41,6	46,3	37,1	32,2	34,1	5,2	12,1	9,3	4,1	14,1	10,2	100

OBSERVAÇÕES: 1º) para cada faixa de Q/s, o % no Estado refere-se ao total daquele tipo de fratura
 2º) o percentual dos totais de cada faixa de Q/s referem-se ao total daquele tipo de fratura, apresentado na última coluna; 3º) o percentual apresentado na última coluna refere-se ao total dos vários tipos de fraturas. Abreviaturas: Q/s = vazão específica; RN = R.G.do Norte; PB = Paraíba

De qualquer modo, esses dados serviram para a análise da relação entre a vazão específica e a profundidade do poço, realizada atrás.

Apesar da grande importância desempenhada pelas estruturas rupturais na potencialidade das águas subterrâneas em rochas cristalinas, não foram encontrados, a nível internacional, trabalhos a esse respeito. Um dos poucos trabalhos existentes (único do conhecimento do autor dessa pesquisa) é o de COSTA(1965), que estabeleceu relações entre diferentes tipos de fraturas (classificação apenas geométrica), a profundidade, a vazão (absoluta, no teste), a vazão específica e o resíduo seco. No Quadro 7.8 são apresentados os valores desse estudo, podendo-se comparar os resultados apresentados pelos poços perfurados em fraturas do tipo transversal (provavelmente tracional), angular (em geral, de cisalhamento), ortogonal (mais comum em rochas não orientadas) e longitudinal (tracional, segundo o autor).

Verifica-se que as fraturas tipos transversal e longitudinal apresentaram as melhores vazões, se bem que, com valores bem inferiores àqueles oferecidos pela amostragem ora analisada. Os elevados valores oferecidos pela atual pesquisa, são fruto de alguns casos isolados de muito boas vazões, que fizeram elevar a média geral. No estudo efetuado com uma amostragem de 68% da população, obteve-se um valor médio de vazão específica da ordem de 277 l/h/m.

As fraturas angulares do trabalho supra citado, apresentaram vazões de apenas 39% daquelas oferecidas pelas fraturas transversais. A amostragem dos poços que alcançaram fraturas ortogonais e longitudinais foi tão reduzida que não pôde ser tratada estatisticamente.

7.2.4. RELAÇÃO VAZÃO ESPECÍFICA X PROFUNDIDADE DO POÇO

Foram plotados, em gráfico mono-log, os valores de vazão específica (escala logarítmica) contra profundidade do poço, tanto no R.G.do Norte, como na Paraíba, ambos na região oriental, por possuir melhores vazões; se o resultado da correlação tivesse sido satisfatório, seria estabelecida a mesma relação para a região ocidental.

QUADRO 7.8 - RELAÇÃO DA VAZÃO ESPECÍFICA COM O TIPO DE FRATURA

FRATURA	NÚMERO POÇOS	PROFUN DIDADE (m)	VAZÃO (l/h)	VAZÃO ESPEC. (l/h/m)	RESÍDUO SECO (mg/l)
Trânsversal	23	44	5.140	195,43	2.090
Angular	24	52	2.580	76,56	3.970
Ortogonal	2	55	220	5,68	9.470
Longitudinal	1	30	4.400	199,09	1.210
MÉDIA GERAL		48	3.700	123,33	3.160

(De acordo com COSTA,1965)

As Figuras 7.3 e 7.4 mostram, respectivamente, essas relações no R.G. do Norte e na Paraíba. Como se observa em ambos os gráficos, não ficou caracterizada uma relação linear ou de qualquer outra natureza entre os diversos pontos, que, afora os alinhamentos, ao longo do nível de profundidade 60m, para o R.G. do Norte e níveis 50m e 40m, para a Paraíba, os demais pontos constituíram uma "nuvem de pontos" completamente aleatória.

Aplicando o programa de regressão (mínimos quadrados) retro-mencionado, obteve-se os valores estatísticos mostrados no Quadro 7.9, com índice de correlação em torno de -0,3 o que revela uma fraca correlação inversa entre as variáveis analisadas.

Buscando estabelecer alguma relação entre esses parâmetros, em vista da fraca correlação revelada matematicamente, foi elaborado um quadro de frequências, com dupla variável, entre a vazão específica e a profundidade (ver Quadros 7.10 e 7.11).

Analisando-se as duas figuras e os dois quadros pode-se concluir que :

1º) dos poços com mais de 60m de profundidade no R.G. do Norte, 46,5% possuem vazões específicas inferiores a 100 l/h/m ; na Paraíba, 44,7% dos poços com mais de 50m de profundidade também possuem vazões específicas inferiores a 100 l/h/m.

2º) os poços que possuem vazão específica menor de 100 l/h/m possuem, na maior parte (80,8% no R.G. do Norte e 74% na Paraíba) profundidades elevadas (superiores a 60m no R.G. do Norte e a 50m na Paraíba).

3º) dos poços que possuem vazão específica maior que 1.000 l/h/m, apenas 25% apresentam profundidades superiores aos 60m no R.G. do Norte e somente 18% situam-se a profundidades superiores aos 50m na Paraíba.

7.2.5. RELAÇÃO VAZÃO ESPECÍFICA X ENTRADA D'ÁGUA

Uma outra relação executada foi a da vazão específica x entrada d'água, através de uma análise das fraturas interceptadas pelos poços. Essa relação aparece associada a anterior em virtude da profundidade do poço e entrada d'água guardarem uma certa rela

FIG. 7.3 - RELAÇÃO ENTRE PROFUNDIDADE DO POÇO E VAZÃO ESPECÍFICA (REGIÃO ORIENTAL DO RIO G.D.O NORTE)

FIG. 7.4 - RELAÇÃO ENTRE PROFUNDIDADE DE POÇO E VAZÃO ESPECÍFICA (REGIÃO ORIENTAL DA PARAÍBA)

QUADRO 7.9 - CORRELAÇÃO ENTRE VAZÃO ESPECÍFICA E PROFUNDIDADE DO POÇO NA REGIÃO
ORIENTAL DO ESTADO DA PARAIBA

	X,Y	logX,logY	logX, Y	X, logY
MÉDIA DA VARIÁVEL DEPENDENTE	443,81	2,279	443,81	2,279
MÉDIA DA VARIÁVEL INDEPENDENTE	45,40	1,650	1,65	45,400
DESVIO PADRÃO DA VARIÁVEL DEPENDENTE	777,43	0,568	777,43	0,568
DESVIO PADRÃO DA VARIÁVEL INDEPENDENTE	7,40	0,080	0,08	7,400
VALOR DO COEFICIENTE b	1.836,66	5,838	5.292,98	3,380
VALOR DO COEFICIENTE a	-30,68	-2,16	-2.938,20	-0,024
COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (R)	- 0,29	-0,31	- 0,30	-0,31

QUADRO 7.10 - RELAÇÃO DE FREQUÊNCIAS ENTRE PROFUNDIDADE DO POÇO E VAZÃO ESPECÍFICA

PROFUNDIDADE P (m)	VAZÃO ESPECÍFICA - Q/s (l/h)m						TOTAL
	Q/s ≤ 100		100 < Q/s ≤ 1000		Q/s > 1000		
	nº	%	nº	%	nº	%	
P ≥ 60	59	46,5	60	47,2	8	6,2	127
40 ≤ P < 60	13	18,6	41	58,6	16	22,8	70
P < 40	1	5,0	11	55,0	8	40,0	20
	73	33,6	112	51,6	32	14,7	217

LOCAL: Região Oriental do Rio Grande do Norte

QUADRO 7.11. RELAÇÃO DE FREQUÊNCIAS ENTRE PROFUNDIDADE DO POÇO E VAZÃO ESPECÍFICA

PROFUNDIDADE	VAZÃO ESPECÍFICA - Q/s (l/h)/m						TOTAL
	Q/s < 100		100 < Q/s < 1.000		Q/s > 1.000		
	nº	%	nº	%	nº	%	
P ≥ 50	34	44,7	40	52,6	2	2,6	76
40 ≤ P < 50	9	18,7	34	70,8	5	10,4	48
P < 40	3	23,1	6	46,1	4	30,8	13
	46	33,6	80	58,4	11	8,0	137

LOCAL: Região Oriental da Paraíba

ção entre si. O estudo ficou mais completo com os dados da CDM-RN pelo maior número de fraturas registradas por poço (em média 3,5 fratura/poço), enquanto os dados da CDRM-PB apresentam em média 1,07 fratura/poço. Apesar da vazão específica na região ocidental ser, em média, apenas 65% da vazão específica média da região oriental, os dados de fratura acusam, praticamente, o mesmo resultado para essas duas regiões (ver Quadro 7.12). A maior incidência de fraturas, em ambos os Estados, é na faixa de profundidade de 10 a 20m, com cerca de 40% das quase 2.000 fraturas medidas. A partir dos 20m de profundidade, vai diminuindo o percentual para 22% na faixa de 20 a 30m, para 11% na faixa de 30 e 40 metros, para 5,5% na faixa de 40 a 50m, e finalmente para 3% nas profundidades superiores a 50m. A diminuição é em torno de 50% de uma faixa para outra.

Sumarizando em faixas de 20m, têm-se o seguinte resultado :

<u>Prof.</u>	<u>PB</u>	<u>RN</u>	<u>Total</u>
0 - 20m	52,2%	59,3%	57,8%
20 - 40m	40,8%	31,7%	33,7%
>40m	7,0%	9,0%	8,5%

Esses resultados, aliados àqueles obtidos nas relações Vazão Específica x Profundidade total do poço, permitem concluir que a profundidade limite, que deveria ser adotada para poços em aquíferos fissurais, no nordeste do Brasil, seria a de 40m, excepcionalmente podendo ir até os 50m.

7.2.6. RELAÇÃO VAZÃO ESPECÍFICA X MANTO DE COBERTURA

O manto de cobertura pode se constituir em importante fator de recarga do aquífero fissural quando possui boa espessura e é constituído, predominantemente, de material psamítico, pobre em pelitos.

Na região, foi procedida uma amostragem, escolhendo-se os poços das bacias orientais do R.G. do Norte, num total de 228, e os poços da bacia do Piranhas (região ocidental) do mesmo Estado, em número de 115. A escolha das duas regiões deveu-se ao fato de

QUADRO 7.12 - FREQUÊNCIA DE FRATURAS POR PROFUNDIDADES (POR ESTADO E POR REGIÃO)

PROFUNDI DADE (m)	P A R A I B A			R. G. D O N O R T E			TOTAL GERAL
	ORIENTAL	OCIDENTAL	TOTAL	ORIENTAL	OCIDENTAL	TOTAL	
0 - 10	12 (8,1%)	20 (7,1%)	32 (7,5%)	150 (20,0%)	192 (23,7%)	342 (21,9%)	374 (18,8%)
10 - 20	68 (45,9%)	124 (44,1%)	192 (44,8%)	280 (37,3%)	303 (37,5%)	583 (37,4%)	775 (39,0%)
20 - 30	43 (29,1%)	72 (25,6%)	115 (26,8%)	172 (22,9%)	161 (19,9%)	333 (21,4%)	448 (22,5%)
30 - 40	19 (12,8%)	41 (14,6%)	60 (14,0%)	69 (9,2%)	92 (11,4%)	161 (10,3%)	221 (11,1%)
40 - 50	3 (2,0%)	22 (7,8%)	25 (5,8%)	52 (6,9%)	33 (4,1%)	85 (5,5%)	110 (5,5%)
50	3 (2,0%)	2 (0,8%)	5 (1,2%)	27 (3,6%)	28 (3,5%)	55 (3,5%)	60 (3,0%)
Nºfrat.	148	281	429	750	809	1559	1988
Nºpoços	144	256	400	228	215	443	843
Nºf/Nºp	1	1,1	1,07	3,3	3,8	3,5	2,4

na primeira predominarem maiores espessuras de capeamento do que na segunda.

Foi tentado estabelecer uma relação geométrica (linear ou não), plotando-se em papel mono-log as espessuras de capeamento, contra as vazões específicas (ver Fig. 7.5. e 7.6). Como pode ser visto nos respectivos desenhos, a distribuição dos pontos foi completamente aleatória, não podendo ser utilizada nenhuma relação estatística entre os referidos parâmetros. A "nuvem de pontos" distribuiu-se quase uniformemente, com nítida predominância abaixo dos 5m de espessura. Executada a análise de regressão entre essas variáveis para a região de maiores espessuras de manto, o resultado revelou (Quadro 7.13) inexistência de correlação entre as variáveis. O baixo índice ora mostra uma relação direta, ora inversa.

O gráfico revela entretanto que, na região oriental, apenas 29% dos poços possuem espessura de capeamento igual ou superior a 5m, enquanto na região ocidental, essa percentagem cai para 21,4%. Dos poços com mais de 5m de capeamento, 28,5% na região oriental e 48% na ocidental, possuem vazões específicas inferiores a 100 l/h/m e para as duas regiões, 70% dos poços com capeamento superior a 5m fornecem vazões específicas inferiores a 500 l/h/m. Nos poços com a vazão específica superior a 1000 l/h/m, 70% têm capeamento inferior a 5m e apenas 30% possuem mais de 5m.

Desses dados se conclui que, na região de estudo, o manto de cobertura apresenta uma relação inversa com a vazão específica, ou seja, os poços com maior espessura de capeamento, tendem a apresentar menores vazões específicas.

Essa relação aparentemente anômala, pode ser facilmente compreendida, face às seguintes razões:

1º) as espessuras do capeamento são em geral reduzidas , com o máximo valor apresentado, de 19m no R.G.do Norte, e 12m na Paraíba; as médias nesses dois Estados são respectivamente 3,85m e 2,42m, com coeficientes de variação respectivos de 78,9% e 79,1%. Foi mostrado que, mesmo nas bacias orientais do R.G. do Norte, onde as espessuras alcançam maiores valores, apenas 29,4% dos poços tiveram espessuras de capeamento superiores a 5m.

2º) as precipitações pluviométricas não são abundantes pa ra promoverem uma realimentação contínua e eficaz desse manto; por outro lado, a evaporação é intensa e, nos mantos de espessura in-

FIG. 7.5 - RELAÇÃO ENTRE A VAZÃO ESPECÍFICA E A ESPESSURA DE CAPEAMENTO (REGIÃO ORIENTAL DO RIO G. DO NORTE)

FIG. 7.6 - RELAÇÃO ENTRE A VAZÃO ESPECÍFICA E A ESPESSURA DE CAPEAMENTO (REGIÃO CENTRO-SUL DO RIO G. DO NORTE)

QUADRO 7.13 - CORRELAÇÃO ENTRE A VAZÃO ESPECÍFICA E O MANTO DE COBERTURA NA REGIÃO ORIENTAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

	X, Y	logX, logY	logX, Y	X, logY
MÉDIA DA VARIÁVEL DEPENDENTE	761,32	2,347	761,32	2,347
MÉDIA DA VARIÁVEL INDEPENDENTE	4,29	0,521	0,52	4,295
DESVIO PADRÃO DA VARIÁVEL DEPENDENTE	1.948,30	0,696	1.948,30	0,696
DESVIO PADRÃO DA VARIÁVEL INDEPENDENTE	3,38	0,321	0,32	3,385
VALOR DO COEFICIENTE b	840,64	2,262	793,70	2,300
VALOR DO COEFICIENTE a	-18,46	0,163	-62,21	0,109
COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (R)	-0,032	0,075	-0,010	0,053

ferior a 3m (média geral da região) o efeito da evaporação se faz sentir com grande intensidade.

3º) a constituição granulométrica é mais pelítica que psamítica, conforme já abordado atrás. No Estado do R.G. do Norte o teor de areias chega, em média, a 32% e na Paraíba a apenas 18% , sendo o restante do material constituído de argilas puras (da ordem de 12% em ambos os Estados) e misturas de areias, siltes e argilas em proporções variadas.

4º) a locação do poço realizada com base em critérios técnicos, sobretudo na relação hidrografia-estrutura, comumente conhecida como riacho-fenda, fica prejudicada nas regiões com maiores espessuras de capeamento, pois as estruturas ficam "mascaradas" pelo material de cobertura, que dificulta e até impede (a depender da espessura do manto) o aparecimento do afloramento rochoso.

Se for efetuada uma comparação das vazões dos poços da região em estudo, com outras no sul do País, verifica-se que em algumas regiões sulistas as vazões são bem maiores, até 10 vezes em média, sendo a causa principal a espessa cobertura de material arenoso com 40 a 50m de possança, aliado a uma precipitação pluviométrica da ordem de 2.000 mm/ano e baixos valores de evaporação(que não teria influência para grandes espessuras de sedimentos).

7.2.7. RELAÇÃO VAZÃO ESPECÍFICA X RELEVO/HIDROGRAFIA

Igualmente ao estudo da relação Vazão Específica x Tipo de Fratura, essa relação foi executada na área do Projeto Scheelita, com os mesmos dados que serviram ao estudo anterior.

Como pode ser constatado, pela análise do Quadro 7.14 , a situação mais favorável é aquela em que o poço se situa no talvegue, com vazão específica média de 458,7 l/h/m, seguida pela locação na encosta, com vazão específica média de 348,1 l/h/m, e , por último, como mais desfavorável, no topo das elevações, com vazão específica média de 162,7 l/h/m. O valor médio da vazão dos poços localizados nas encostas corresponde a 75,9% do valor médio dos poços situados no talvegue, enquanto no topo das elevações, o valor médio da vazão corresponde a apenas 35,5% da situação do talvegue.

QUADRO 7.14 - VALORES DE VAZÃO ESPECÍFICA PARA CADA SITUAÇÃO DE RELEVO

LOCAÇÃO QUANTO AO RELEVO	VALOR	RIO GRANDE DO NORTE			PARAIBA			TOTAL		
		(l/h)/m	Nº	%	(l/h)/m	Nº	%	(l/h)/m	Nº	%
No talvegue	MÁXIMO	8.034			3.714			8.034		
	MÍNIMO	16	95	64,2	10	77	72,6	10	172	67,7
	MÉDIO	478			435			459		
Na encosta	MÁXIMO	2.045			2.653			2.045		
	MÍNIMO	13	28	18,9	12	23	21,7	12	51	20,1
	MÉDIO	386			302			348		
Na elevação	MÁXIMO	1.310			143			1.310		
	MÍNIMO	14	25	16,9	33	6	5,7	14	31	12,2
	MÉDIO	183			78			163		
MÉDIA e TOTAL		411	148		386	106		400	254	

Deve ser ressaltado, que os poços localizados nas encostas, são em geral, à pequena distância do talvegue, o que justifica a vazão específica média ficar bem próxima da dos localizados no próprio talvegue.

Por outro lado, deve ser lembrado que para cada situação de relevo analisado, intervém também os outros fatores, que influem em maior ou menor escala, na produção potencial do poço.

Evidentemente, a participação do binômio relevo/hidrografia é de fundamental importância, pois se a rocha for fraturada e não houver uma alimentação eficaz por infiltração de águas superficiais, o poço pode até mesmo ser completamente seco. Já foi mencionado atrás, a existência de vários poços secos na área, onde a perfuratriz atravessa várias fendas sem água.

O estilo tectônico ruptural dominante no nordeste, é o de fraturas sub-verticais, que ocorrem em proporção superior a 80% com relação às inclinadas. As fraturas atectônicas, decorrentes do alívio de pressão ("sheet structure") não desempenham quase nenhuma importância, devido a pouca profundidade que alcançam (em geral não ultrapassam 10m). Assim, quanto mais próximo do talvegue, mormente nos trechos retilíneos da drenagem, em que ocorre um controle estrutural do curso d'água, maiores serão as possibilidades de se obter melhor vazão.

O resultado dessa análise corresponde aproximadamente àqueles realizados em outros países, principalmente os apresentados por LEGRAND (1950) nas áreas de Carolina do Norte, Pittsylvania e Halifax e SEVER (1964) em Dawson, Georgia. Legrand trabalhou com 700 poços e caracterizou 5 (cinco) situações de relevo, na maior parte associado à hidrografia: topo de colinas, vertentes de vales, depressões de bacias principais, depressões (talvegues) de vales secundários e planícies. A melhor situação foi a de depressões de bacias principais, sendo a relação das demais situações para esta mais favorável, a seguinte: na planície e vales secundários, 83,5% e 75% respectivamente (essas situações não foram analisadas no estudo); entre o topo e a depressão a relação varia de uma região estudada para outra, desde 16,8% na Pittsylvania e Halifax até 42,7% na Carolina do Norte; finalmente entre a encosta e a depressão, a relação é da ordem de 53,4%, bem inferior portanto àquela encontrada na pesquisa ora encetada.

A pesquisa de Sever, abrangeu apenas 50 poços, localizados somente em duas situações distintas: topo e flanco da elevação. A relação entre os mesmos é que no topo as vazões variaram desde 66,6% até 83,5% das vazões dos flancos.

O resultado geral das três pesquisas confere às depressões morfológicas, onde se localizam cursos d'água, a melhor situação hidrogeológica, seguida dos flancos ou encostas dos vales e por último o topo das elevações, ou divisores hidrográficos.

7.2.8. RELAÇÃO VAZÃO ESPECÍFICA X CLIMA

O clima exerce uma moderada participação na potencialidade de um aquífero, como foi visto no Capítulo 2, pois na medida que a precipitação é mais intensa, maior será a infiltração e, conseqüentemente, maiores as vazões.

Foi visto no Quadro 6.5 que as vazões específicas médias, por região e Estado, eram as seguintes, em (l/h)/m:

	R.G.do Norte	Paraíba	RN + PB
Região Oriental	775,25	401,52	626,18
Região Ocidental	525,92	315,57	411,06

Observa-se que, de um modo geral, a região oriental é possuidora de vazões específicas maiores (cerca de 50% a mais) do que a região ocidental. Na realidade, a região oriental, à exceção das cabeceiras dos cursos, que se situa na dorsal semi-árida da Borborema, possui mais elevados índices de pluviosidade, inclusive propiciando a perenização do baixo curso de quase todos os rios da região; enquanto isso, ocorre o contrário na região ocidental, que é mais "chovida" nas cabeceiras das bacias, tornando-se as precipitações mais rarefeitas no baixo curso.

Evidentemente, outros fatores influem na produção potencial de um poço, inclusive a metodologia de perfuração e desenvolvimento empregados. Assim é que, a precipitação por si somente, não justifica as melhores vazões obtidas no Estado do R.G. do Norte, que possui vazões de 67% a 93% superiores às da Paraíba, nas regiões ocidental e oriental, respectivamente.

7.2.9. RELAÇÃO RESÍDUO SECO X TIPO DE ROCHA

A análise da correlação entre o resíduo seco e o tipo de rocha, foi desenvolvida separadamente, por região de cada Estado, de vez que, foram constatadas sensíveis diferenças de uma região para outra e de um Estado para outro.

Para cada tipo de rocha e de cada região e Estado, , foi calculada a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação , sendo os resultados encontrados nos Quadros 7.15 e 7.16.

Em todos os tipos de rochas, nos dois Estados, pode-se constatar a grande diferença entre o resíduo seco da região oriental para a ocidental. Em termos médios, o resíduo seco das águas de poços localizados na região ocidental, corresponde a apenas 26% do resíduo seco da região oriental. Também de um Estado para outro, há sensíveis diferenças, sendo em termos médios gerais, o resíduo seco das águas de poços do Estado da Paraíba correspondente a 72% do resíduo seco no Rio Grande do Norte.

Devido a essas diferenças regionais, não se pode analisar a participação média global de cada tipo de rocha, e sim por região e Estado, como aparece nos Quadros 7.15 e 7.16.

Na Paraíba, o gnaíse, o micaxisto, o granito e o migmatito apresentam quase a mesma média na região oriental (em torno de 4.500 mg/l) porém varia bastante na região ocidental, onde o micaxisto aparece como portador das águas mais salinizadas, seguindo-se do gnaíse, do migmatito e do granito. Em menor grau de salinização, aparecem as águas do quartzito e do filito.

No Rio Grande do Norte o micaxisto apresenta as águas mais salinizadas na região oriental (média de 8.450 mg/l), sendo porém pouco representativa a média devido ao pequeno número de amostras (apenas 6); o mesmo ocorre com os migmatitos com sete amostras (média de 7.830 mg/l) e que vêm logo a seguir aos micaxistos. Os valores mais representativos são os dos gnaíses, na região oriental com 167 amostras (média de 6.030 mg/l) e na região ocidental com 102 amostras (média de 1.930 mg/l). De um modo geral, não ocorrem sensíveis diferenças entre os vários tipos de rochas, a não ser nos quartzitos, com média inferior a 1.000 mg/l.

QUADRO 7.15 - RELAÇÃO RESÍDUO SECO X TIPO DE ROCHA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

ROCHA	REGIÃO	$\bar{X}$ (mg/l)	σ (mg/l)	C.V. (%)	NºAMOST.
GNAISSE	ORIENTAL	6.036,95	5.309,80	87,95	167
	OCIDENTAL	1.927,49	2.472,51	128,28	102
GRANITO	ORIENTAL	6.462,59	5.500,38	85,11	15
	OCIDENTAL	1.471,19	1.402,78	95,35	38
MICAXISTO	ORIENTAL	8.453,90	5.249,11	62,09	6
	OCIDENTAL	1.976,26	1.520,66	76,95	34
MIGMATITO	ORIENTAL	7.835,83	5.807,22	74,11	7
	OCIDENTAL	2.489,91	2.935,07	117,88	7
QUARTZITO	ORIENTAL	-	-	-	-
	OCIDENTAL	833,31	247,91	29,75	7
TODAS AS RO CHAS JUNTAS	ORIENTAL	6.208,63	5.340,44	86,00	195
	OCIDENTAL	1.731,57	2.018,54	116,57	188

QUADRO 7.16 - RELAÇÃO RESÍDUO SECO X TIPO DE ROCHA NO ESTADO DA PARAIBA

ROCHA	REGIÃO	$\bar{X}$ (mg/l)	σ (mg/l)	C.V. (%)	Nº AMOSTRA
GNAISSE	ORIENTAL	4.781,83	4.262,89	89,15	103
	OCIDENTAL	1.328,78	1.742,52	131,20	120
MICAXISTO	ORIENTAL	4.737,48	3.586,71	75,71	10
	OCIDENTAL	1.752,47	2.123,21	121,16	39
GRANITO	ORIENTAL	4.493,91	2.484,08	55,28	13
	OCIDENTAL	885,50	577,68	65,24	29
MIGMATITO	ORIENTAL	3.936,50	2.211,69	56,18	10
	OCIDENTAL	992,45	792,63	79,87	16
FILITO	ORIENTAL	-	-	-	-
	OCIDENTAL	609,46	246,08	40,38	39
QUARTZITO	ORIENTAL	-	-	-	-
	OCIDENTAL	1.160,70	778,19	67,04	7
TODAS AS RO CHAS JUNTAS	ORIENTAL	4.688,88	3.892,60	83,00	136
	OCIDENTAL	1.205,00	1.345,54	111,66	250

Pelo exposto, a influência do tipo de rocha é muito baixo, nos processos de salinização, desde que, não ocorre um tipo lítico que se sobressaia em todas as regiões. Apesar disso, pode-se verificar que algumas rochas como o micaxisto, aparecem sempre com índice dos mais elevados, enquanto outras, como o quartzito, oferecem sempre os valores mais baixos.

A razão desses fatos pode ser explicada à luz das características físicas e composição mineral da rocha, conforme já analisado atrás. Assim, o micaxisto que tem maior energia de deformação e mais baixo módulo de elasticidade, possui as fraturas mais fechadas (embora que em menor número) do que os gnaisses, granitos e migmatitos. Essa característica acarreta uma menor circulação e renovação d'água, provocando, em consequência, um aumento de salinização. Já o quartzito, além de ter características físicas favoráveis à circulação, a sua composição exclusiva de quartzo não acarreta qualquer salinização em decorrência de dissolução mineral da rocha, como pode acontecer com outras rochas pluri-minerálicas, com minerais mais instáveis.

Além disso, deve ser considerado, que, superpondo-se a influência da rocha, existem outros fatores endógenos e exógenos. Assim, por exemplo, os filitos, por serem as rochas de menor abertura de fraturamento, deveriam ter as águas mais salinizadas, entretanto, essas rochas situam-se na bacia hidrográfica do Rio Piancó, cujas águas são de excelente qualidade; logo ao se infiltrarem, as águas já são desprovidas de sais, o que beneficia a qualidade da água armazenada nas fraturas.

7.2.10. RELAÇÃO RESÍDUO SECO X TIPO DE FRATURA

Para o relacionamento desses dois elementos, foi mais uma vez utilizada a amostragem da água do Projeto Scheelita, e adotada a mesma classificação de fraturas já vista atrás.

Conforme pode ser visto no Quadro 7.17, dos 232 poços com análise química, as fraturas longitudinais de cisalhamento, com apenas 6,5% de participação, acarretam as mais elevadas taxas de salinização, com a média de 5.072 mg/l.

QUADRO 7.17 - VALORES DE RESÍDUO SECO POR TIPO DE FRATURA

TIPO DE FRATURA	VALOR	RIO GRANDE DO NORTE			PARAIBA			TOTAL		
		mg/l	Nº	%	mg/l	Nº	%	mg/l	Nº	%
Transversal tracional	MÁXIMO	14.945			8.910			14.945		
	MÍNIMO	277	37	27,4	370	16	16,5	277	53	22,8
	MÉDIO	2.560			2.090			2.418		
Angular de cisalhamento	MÁXIMO	6.748			9.654			9.654		
	MÍNIMO	532	21	15,6	312	34	35,1	312	55	23,7
	MÉDIO	2.629			2.707			2.677		
Longitudinal tracional	MÁXIMO	5.260			6.240			6.240		
	MÍNIMO	352	7	5,2	1.150	3	3,1	352	10	4,3
	MÉDIO	1.558			3.147			2.034		
Longitudinal de cisalhamento	MÁXIMO	14.000			16.375			16.375		
	MÍNIMO	888	7	5,2	362	8	8,2	362	15	6,5
	MÉDIO	4.532			5.545			5.072		
Longitudinal indefinida	MÁXIMO	5.632			6.414			6.414		
	MÍNIMO	492	11	8,1	420	5	5,2	420	16	6,9
	MÉDIO	1.910			2.019			1.943		
Não caracterizada	MÁXIMO	8.319			3.570			8.319		
	MÍNIMO	335	23	17,0	220	10	10,3	220	33	14,2
	MÉDIO	1.428			963			1.287		
Sem fraturas	MÁXIMO	12.024			14.667			14.667		
	MÍNIMO	496	29	21,5	388	21	21,6	388	50	21,6
	MÉDIO	2.523			2.376			2.461		
MÉDIA GERAL		2.367			2.565			2.450		

Observa-se , por outro lado, que não há grande diferença entre os vários tipos de fratura, variando a média de R.S. desde 1.287 mg/l nos poços com fraturas não caracterizadas, até 2.676mg/l nos poços com fraturas angulares de cisalhamento.

Essa pequena variação de um tipo de fratura para outro , vem a revelar a quase total ausência de relação do resíduo seco com o tipo de fraturas. Essa assertiva não é verdadeira, apesar de aparentemente correta, pelas evidências dos fatos. Com efeito, se a fratura é mais aberta (originada por tração) deverá ocorrer maior infiltração, melhor circulação e renovação mais eficaz , acarretando menor salinização por evaporação e concentração. A menor abertura (originada por cisalhamento) acarreta, ao contrário, maior dificuldade na infiltração e circulação, promovendo uma maior salinidade por evaporação e concentração progressiva.

Era de se esperar portanto, baixos teores de sais nos poços com fraturas tracionais (transversal ou longitudinal) e elevados teores nos poços com fraturas de cisalhamento (angular ou longitudinal). A razão de não ocorrer esse relacionamento, deve-se ao fato de que outros fatores mais importantes se sobressaem no contexto do tratamento estatístico global.

7.2.11. RELAÇÃO RESÍDUO SECO X PROFUNDIDADE DE ENTRADA D'ÁGUA

A representação em gráfico mono-log (Fig. 7.7) da profundidade de entrada d'água contra o resíduo seco (na escala logarítmica) foi realizada com os poços da região oriental do Estado da Paraíba. A escolha dessa região, como amostragem, deveu-se ao fato de serem ali os valores do R.S. mais variáveis, e de constar no cadastro apenas a entrada d'água principal, o que melhor caracteriza a contribuição desse elemento no binômio que se procura relacionar.

O gráfico da Fig. 7.7 mostra uma "nuvem de pontos" distribuídos aleatoriamente, não revelando qualquer relação direta ou indireta entre os dois parâmetros considerados. A análise de regressão revelou todavia uma fraca relação direta, com índice de correlação de 0,3 entre as variáveis. Apesar da fraca relação apresentada (ver Quadro 7.18), pode-se deduzir do gráfico, que:

FIG. 7.7 - RESÍDUO SECO x PROFUNDIDADE DE ENTRADA D'ÁGUA (REGIÃO ORIENTAL DA PARAÍBA)

QUADRO 7.18 - CORRELAÇÃO ENTRE O RESIDUO SECO E A PROFUNDIDADE DE ENTRADA D'ÁGUA
NA REGIÃO ORIENTAL DO ESTADO DA PARAIBA

	X, Y	logX, logY	logX, Y	X, logY
MÉDIA DA VARIÁVEL DEPENDENTE	4.685,17	3,523	4.685,17	3,523
MÉDIA DA VARIÁVEL INDEPENDENTE	20,65	1,271	1,27	20,650
DESVIO PADRÃO DA VARIÁVEL DEPENDENTE	3.987,04	0,374	3.987,04	0,374
DESVIO PADRÃO DA VARIÁVEL INDEPENDENTE	9,62	0,195	0,19	9,622
VALOR DO COEFICIENTE b	2.154,60	2,850	-2.733,26	3,287
VALOR DO COEFICIENTE a	122,57	0,529	5.857,08	0,011
COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (R)	0,295	0,276	0,286	0,294

- 1º) todos os poços com resíduo seco inferior a 1.000mg/l apresentaram a entrada d'água principal, a menos de 25m de profundidade.
- 2º) dos poços com resíduo seco até 2.000mg/l, 93% ocorrem a profundidades da entrada d'água inferiores a 25m.
- 3º) dos poços com profundidades de entrada d'água superiores a 25m, 8,1% possuem R.S. inferior a 2.000mg/l, 54,0% apresentam R.S. entre 2.000 e 8.000mg/l e 37,8% têm R.S. maior que 8.000mg/l.
- 4º) dos poços que possuem R.S. maior que 8.000mg/l, 1/3 possuem entradas d'água inferiores a 25m de profundidade e 2/3 com profundidades superiores a 25m.

Em suma, a profundidade da entrada d'água, na maioria dos casos, interfere na qualidade da água de maneira direta, isto é, à medida que aumenta a profundidade, aumenta o teor de sais dissolvidos na água.

No gráfico em questão, pode-se visualizar a zona de maior concentração, em forma de uma salsicha encurvada, com ramo ascendente para a região superior-direita da figura, revelando uma tendência ao crescimento do R.S. com o aumento da profundidade de entrada d'água.

Essa relação não constitui nenhuma anomalia, ao contrário, era já esperada sua ocorrência, visto que à medida que aumenta a profundidade, vão diminuindo as fraturas em intensidade e também em abertura. Com isso, a circulação da água é mais lenta, a renovação mais precária e o gradativo aumento de salinidade tende naturalmente a ocorrer com o tempo.

Em trabalho realizado em Petrolina (PE), CRUZ (1974) correlacionou o resíduo seco com a profundidade de entrada d'água em 35 (trinta e cinco) poços, localizados numa mesma região (o que afasta a influência do clima). Nessa pesquisa, o autor constatou que abaixo da profundidade de 45m (os poços variavam até mais de 90m de profundidade), 70% das águas apresentaram R.S. acima de 3.000 mg/l, com média de 5.000 mg/l, enquanto que, acima dessa profundidade (entradas d'água mais rasas), 72% tiveram R.S. menor que 3.000 mg/l com média de 2.500 mg/l, o que significa dizer que para a profundidade superior a 45m, a salinidade praticamente dobrou. A pesquisa revelou ainda, que nas águas mais superiores (de

menor profundidade) o tipo dominante era o bicarbonatado, enquanto os cloretos aumentaram com a profundidade.

7.2.12. RELAÇÃO ENTRE RESÍDUO SECO X PROFUNDIDADE DO POÇO

A amostragem procedida, correspondeu aos poços localizados na região oriental do Rio Grande do Norte, em número de 127 por possuírem uma larga variação de valores de salinidade.

O elevado número de profundidades iguais - 57 poços com profundidade de 60m, acarretou uma concentração linear de valores variáveis em salinidade, o que impediu uma correlação matemática entre esses dois parâmetros. Os coeficientes de correlação tentados em escala X,Y; logX, logY; logX,Y ; X,logY , foram todos muito baixos como mostra o Quadro 7.19.

Entretanto, analisando-se o gráfico mono-log (Fig.7.8) constata-se uma certa "tendência" para concentração da "nuvem de pontos", segundo uma elipse, com eixo maior inclinado para a área superior-direita do gráfico, o que implicaria numa relação direta entre os dois parâmetros analisados.

Além dessa disposição elíptica dos pontos, deve ser chamada a atenção para os seguintes fatos:

- 1º) todos os 30 poços com R.S. > 8.000mg/l possuem profundidades superiores a 40m, sendo 23,3% com profundidades entre 40 e 50m e 76,7% com profundidades superiores a 50m.
- 2º) dos poços com profundidades superiores a 60m, 50% possuem R.S. entre 3.500 e 6.000mg/l e os outros 50% possuem R.S. > 10.000mg/l.
- 3º) dos poços com R.S. < 2.000mg/l, 55% possuem profundidades inferiores a 50m e 45% apresentam profundidades entre 50 e 60m.

Essas observações permitem detectar uma fraca relação direta entre o resíduo seco e a profundidade do poço, no sentido de que, as águas dos poços mais profundos tendem a ser mais salinizadas. Essa relação, aliás, não poderia deixar de existir, uma

FIG. 7.8 - RELAÇÃO ENTRE RESÍDUO SECO E PROFUNDIDADE DO POÇO (REGIÃO ORIENTAL DO RIO G. DO NORTE)

QUADRO 7.12 - CORRELAÇÃO ENTRE O RESÍDUO SECO E A PROFUNDIDADE DO POÇO, NA REGIÃO ORIENTAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

	X, Y	logX, logY	logX, Y	X, logY
MÉDIA DA VARIÁVEL DEPENDENTE	6.204,21	3,640	6.204,21	3,640
MÉDIA DA VARIÁVEL INDEPENDENTE	54,36	1,720	1,72	54,360
DESVIO PADRÃO DA VARIÁVEL DEPENDENTE	5.354,03	0,385	5.354,03	0,385
DESVIO PADRÃO DA VARIÁVEL INDEPENDENTE	10,87	0,093	0,093	10,870
VALOR DO COEFICIENTE b	6.008,55	3,530	3.340,30	3,660
VALOR DO COEFICIENTE a	3,60	0,063	1.659,50	-0,0003
COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (R)	0,0073	0,015	0,029	-0,010

vez que já foi detectada a relação do resíduo seco com as entradas d'água, e estes, por sua vez, estão intimamente relacionados com a profundidade do poço.

Em geral, quando o poço é mais profundo, é porque não forneceu água suficiente, a menores profundidades, tendo que ser aprofundado e alcançadas entradas d'água (fraturas) mais profundas.

7.2.13. RELAÇÃO RESÍDUO SECO X MANTO DE COBERTURA

Como amostragem para investigação dessa relação, foram utilizados os dados da região oriental do Estado da Paraíba, pela maior diversificação de valores de salinidade.

Foram plotados em papel mono-log os valores de resíduo seco (na escala log) contra a espessura do manto de cobertura (escala decimal). O gráfico da Fig. 7.9. revela que não existe qualquer relação entre os parâmetros em referência.

A amostragem, se bem que bem diversificada, quanto ao resíduo seco, foi muito pouco variável quanto a espessura do manto, apresentando 36,8% dos valores com espessura de 3m, 27,1% com espessura de 1,0m, 13,5% sem qualquer manto (espessura zero), 10,5% acima de 3m e o restante em pontos esparsos.

Uma observação que se poderia fazer no gráfico em questão, é que 70% dos poços com R.S. > 10.000mg/l, possuem manto de cobertura igual ou inferior a 1,0m de espessura.

Entretanto, não se pode generalizar, pois, além de existirem vários poços com baixa salinidade e delgado capeamento, ocorrem, ao contrário, espessos capeamentos com elevada salinidade.

O resultado da análise de regressão mostrado no Quadro 7.20 mostra igualmente a inexistência de correlação entre essas variáveis.

MANTO
(m)

FIG. 7.9 - RELAÇÃO RESÍDUO SECO x MANTO DE COBERTURA (REGIÃO OCIDENTAL DA PARAÍBA)

QUADRO 7.20 - CORRELAÇÃO ENTRE O RESÍDUO SECO E O MANTO DE COBERTURA NA REGIÃO ORIENTAL DO ESTADO DA PARAIBA

	X, Y	logX, logY	logX, Y	X, logY
MÉDIA DA VARIÁVEL DEPENDENTE	4.281,28	3,497	4.281,28	3,497
MÉDIA DA VARIÁVEL INDEPENDENTE	2,70	0,328	0,328	2,700
DESVIO PADRÃO DA VARIÁVEL DEPENDENTE	3.449,34	0,359	3.449,34	0,359
DESVIO PADRÃO DA VARIÁVEL INDEPENDENTE	2,10	0,301	0,30	2,100
VALOR DO COEFICIENTE b	4.433,92	3,503	4.390,00	3,523
VALOR DO COEFICIENTE a	- 56,48	-0,02	- 332,59	- 0,0098
COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (R)	- 0,034	-0,018	- 0,029	- 0,057

7.2.14. RELAÇÃO RESÍDUO SECO X RELEVO/HIDROGRAFIA

Quanto a relação entre a qualidade da água e o relevo/hidrografia, foi feita uma tentativa, sem contudo apresentar um resultado coerente. Em princípio, a situação de depressão fluvial (talvegue) deveria propiciar melhores condições de recarga e, em consequência, mais baixos teores de salinização. Pela mesma razão, na medida que diminuísse a recarga, nas encostas e interflúvios, a salinização deveria aumentar progressivamente. Na prática, não se verifica esse relacionamento, em virtude da participação de outros fatores que atuam no processo de salinização, sobretudo, como já foi dito antes, o clima regional. Assim, é que nas bacias hidrográficas, de elevada salinidade, como aqueles que drenam de oeste para leste, acontece muitas vezes o contrário da situação esperada, isto é, no vale principal do rio, onde o trajeto percorrido é maior, as águas infiltradas são mais salinizadas, enquanto que alguns vales tributários, de menor percurso, apresentam água de melhor qualidade. Essa inversão da situação é frequentemente constatada nas bacias dos rios Ceará-Mirim, Potengi, Curimataú e Paraíba.

7.2.15. RELAÇÃO RESÍDUO SECO X CLIMA

Conforme apresentado no Cap. 6, o resíduo seco das águas dos poços da região ocidental é bem inferior ao das águas dos poços da região oriental, em ambos os Estados. Em termos médios, o resíduo seco da região ocidental, representa apenas 27% daquele da região oriental (ver Quadro 6.1, Cap. 6)

Foi analisado, também, nos capítulos de climatologia, relevo e hidrografia, a diferenciação existente entre as regiões oriental e ocidental, separadas por uma dorsal morfológica de direção, aproximadamente, norte-sul.

Essa dorsal, como pode ser visto comparando-se as figuras 4.2 com 4.12, coincide com a faixa de maior aridez do nordeste, com índices variáveis entre 10 e 15 e isoietas em torno de 400mm/ano. Nessa zona, a evaporação é sempre superior a precipitação,

estando os solos, na maior parte do ano, com deficiência de água. Os sais são trazidos de zonas mais profundas e precipitados no solo pela evaporação da água, sendo em parte, transportadas pelos cursos d'água e, em parte, re-infiltradas. Esse processo contínuo, acarreta gradativos aumentos de salinização da região e, os rios que têm ali as suas nascentes, tendem igualmente a ser salinizados. É justamente isso o que acontece com a drenagem da região oriental, cujas nascentes são na maior parte (excetuando-se o ramo sul-ocidental da bacia do Paraíba) originadas nessa dorsal de extrema aridez.

Enquanto isso, os cursos d'água das bacias ocidentais são originados ou na Serra do Teixeira, onde a pluviometria chega a 1.000mm/ano, onde nascem os vários cursos que formam a bacia do rio Piranhas, principalmente os rios Piancó e Espinhares; ou nas grandes elevações orientais, limítrofes dos Estados do R.G.do Norte, Paraíba e Ceará, como as serras de S.José, Cantinho, Camará, João do Vale, Martins, etc., cabeceiras da bacia hidrográfica do rio Apodi, com pluviometria de 800 a 1.000 mm/ano.

Do exposto, pode-se concluir que a principal causa de salinização das águas de poços da região oriental é o clima, ou, mais precisamente, a deficiência em precipitação que acarreta salinização dos cursos hídricos superficiais, que vão recarregar os aquíferos fissurais. É então uma relação inversa, pois, na medida que diminui a precipitação, aumenta a salinidade.

7.3. SÍNTESE DAS RELAÇÕES ANALISADAS

A vazão específica e o resíduo seco são os dois parâmetros do poço que caracterizam respectivamente a quantidade e a qualidade da água armazenada no aquífero em estudo.

Esses dois parâmetros foram correlacionados com alguns fatores endógenos (tipo de rocha, tipo de fratura, entrada d'água e profundidade do poço) e outros fatores exógenos (manto de cobertura, relevo/hidrografia e clima), na tentativa de estabelecer funções diretas ou inversas de relação daqueles parâmetros com esses fatores.

Uma série de condições limitantes interferiram no sentido de impedir um resultado mais preciso nessa correlação, dentre eles os seguintes:

- 1º) a existência de valores anômalos, tanto de vazão específica, como de resíduo seco, que perturbaram a média dos dados, induzindo a valores pouco representativos.
- 2º) a grande dispersão de valores em torno da média, acarretando desvios padrões, comumente acima do valor da média, ou seja, coeficientes de variação superiores a 100%.
- 3º) a simultânea atuação dos diversos fatores nos parâmetros considerados.

Em nenhuma correlação gráfica tentada, logrou-se conseguir uma equação matemática que definisse uma reta, uma curva ou qualquer representação estatística, mesmo processando-se os dados através de programa computadorizado dos mínimos quadrados.

Apesar disso, se conseguiu, através de uma análise interpretativa dos gráficos e tabelas (quadros), estabelecer correlações entre os dois parâmetros e os fatores considerados.

O Quadro 7.21 resume os resultados dessas correlações, não sendo nele incluída a relação entre os dois parâmetros do poço - vazão específica x resíduo seco.

Essa relação entre os parâmetros é inversa, apesar de incipiente, conforme análise efetuada em 7.2.1. Essa inversão na relação entre os dois parâmetros traz, como consequência, uma total inversão na relação entre cada fator analisado para com os parâmetros, ou seja, se um determinado fator guarda uma relação direta com a vazão específica, fatalmente terá relação inversa com o resíduo seco.

Esse fato pode ser constatado em todos os casos, em que a relação não é específica com determinados tipos do elemento analisado. Desse modo, a entrada d'água, a profundidade do poço e o manto de cobertura, apresentam relações inversas com a vazão específica e direta com o resíduo seco, excetuando-se apenas o manto de cobertura, que não guarda nenhuma relação com o R.S. Quanto ao clima, ocorre o contrário, a relação é direta com a vazão específi-

ca inversa com o R.S.

No que se refere às relações entre os parâmetros vazão específica e resíduo seco com o tipo de rocha, tipo de fratura e relevo/hidrografia, não podem ser expressas simplesmente como direta ou inversa, pois apresentam uma variação em função das classificações adotadas para as rochas, fraturas e situações de relevo associado à hidrografia. Assim, a relação é de que tipo de rocha, de fratura e de relevo é mais favorável ou mais desfavorável à obtenção de uma melhor vazão específica e de uma salinidade mais baixa.

QUADRO 7.21 - RESUMO DAS CORRELAÇÕES ENTRE FATORES E PARÂMETROS DOS POÇOS

PARÂMETROS FATORES	VAZÃO ESPECÍFICA (l/h)/m	RESÍDUO SECO (mg/l)
TIPO DE ROCHA	ESPECÍFICA	ESPECÍFICA (Fraca)
TIPO DE FRATURA	ESPECÍFICA	ESPECÍFICA (Fraca)
PROFUNDIDADE DO POÇO	INVERSA	DIRETA (Incipiente)
PROFUNDIDADE DE ENTRADA D'ÁGUA	INVERSA (Incipiente)	DIRETA
MANTO DE COBERTURA	INVERSA (Incipiente)	INEXISTENTE
RELEVO/HIDROGRAFIA	ESPECÍFICA	ESPECÍFICA
CLIMA (PRECIPITAÇÃO)	DIRETA	INVERSA

CAPÍTULO Nº 8

**A LOCAÇÃO DO POÇO À LUZ DOS NOVOS CONHE-
CIMENTOS - ZONEAMENTO HIDROQUÍMICO PARA
A ÁREA PILOTO**

8.1 METODOLOGIA DA LOCAÇÃO

O estudo levado a efeito não teve o enfoque exclusivo da locação do poço, porém a análise dos fatores que conduzem ao melhor ou pior resultado do poço, induz fatalmente a pesquisa à essa aplicação, ou seja, em outras palavras, o objetivo da pesquisa foi analisar a relação dos fatores com a produção e qualidade da água no poço enquanto a finalidade desse conhecimento foi obter locações de poços mais precisas.

Se a finalidade precípua da pesquisa é a obtenção de melhores locações, a metodologia de trabalho para a locação do poço, deve ser enfocada, aparecendo o resultado do atual estudo como uma ferramenta a ser utilizada no processo sistemático da locação.

A locação de um poço no aquífero fissural deve ser processada em duas etapas: a primeira no escritório, a partir do material cartográfico e bibliográfico e a segunda, no campo.

Na etapa inicial, deve o hidrogeólogo munir-se do seguinte material de consulta, acêrca da área onde vai trabalhar:

- mapas plani-altimétricos na maior escala possível
- mapas geológicos na escala de detalhe, se possível
- fotografias aéreas e, se disponível, imagens de satélite
- fichas de poços existentes na região
- relatórios técnicos sobre estudos realizados na área

O mapa plani-altimétrico não se destina à locação empírica por métodos radiestésicos, usando-se varinhas, bastões ou pêndulos, e sim para uma análise das características do relevo e da hidrografia da área. Muitas informações podem ser auferidas de uma carta plani-altimétrica bem feita, até mesmo relações geomorfológicas como associações de lineamentos estruturais, estruturas rupturais, estruturas dobradas, etc. Mas as principais observações a serem feitas nessa carta são a do posicionamento das formas elevadas do relevo, as depressões e os vales hidrográficos, no sentido de se efetuar uma prévia escolha das áreas rebaixadas, evitando-se, sobretudo, os divisores d'água e altiplanos; além dis

so, a disposição da rede hidrográfica é de fundamental importância. O tipo de drenagem, pode oferecer informações muito importantes quanto a litologia (rochas xistosas p.e. oferecem sempre uma drenagem dendrítica) e quanto a estrutura (drenagem paralela ou rômica podem revelar sistemas de fraturamento diversificados). Deve ser lembrado que a associação drenagem-estrutura, que motivou a criação do termo "riacho-fenda" constitui um dos critérios mais importantes para a locação do poço e já a partir da carta plani-altimétrica essa associação começa a ser detectada.

Da análise criteriosa do mapa plani-altimétrico deve resultar a escolha de áreas alternativas para serem melhor caracterizadas a partir dos outros materiais disponíveis.

O mapa geológico, de preferência lito-estrutural (alguns mapas distinguem apenas as grandes unidades estratigráficas, que compreendem vários tipos líticos) deve revelar os tipos de rocha existentes na área e as suas estruturas dobradas e quebradas.

Embora o papel desempenhado pelo tipo de rocha não seja tão importante como a sua estrutura, foi visto que algumas rochas, por suas propriedades físicas (e dos seus minerais) apresentam maior "vocação aquífera" que outras. Assim, os paragneisses, quartzitos e pegmatitos, são bem mais quebradiços que os granitos de gran fina e os ortogneisses; por outro lado, os micaxistos apresentam uma intensidade de fraturamento bem maior que os gnaisses e as ardósias apresentam fraturas mais fechadas. Dessa maneira, se houver possibilidade de opções de escolha entre tipos líticos que apresentem diferentes características físicas, e consequentemente, hidrogeológicas, essas observações devem ser consideradas na escolha das "áreas alternativas".

Se o mapa geológico é em nível de detalhe (escala igual ou superior a 1:50.000) deverá conter, também, importantes informações acerca da estrutura. As estruturas rupturais, bem como as associações de dobramentos com rupturas (falhas, fraturas, etc), devem ser meticolosamente analisadas, pois a partir daí, as "áreas alternativas" vão se tornando mais restritas e tendendo a linearidade. Mesmo a nível de mapa regional, já se pode caracterizar, após uma análise estrutural, os tipos diferentes de fratura, distinguindo-se as tracionais daquelas de cisalhamento (os casos de dúvida serão elucidados na etapa de campo).

Nas aero-fotos com recobrimento, que permitem uma visão tridimensional, pode-se analisar com mais detalhes as feições lítico-estruturais, bem como ainda, a existência ou não de manto de cobertura. O detalhamento nas informações será função da escala da fotografia. As escalas mais comuns, sobretudo na região do Nordeste do Brasil, são de 1:70.000 e 1:30.000 ou 1:25.000; estas últimas são as ideais para interpretações lito-estruturais, permitindo identificar o tipo de fratura (genética e geometricamente) e muitas vezes, o sentido de mergulho. Na maioria das vezes todavia, o sentido de mergulho com respectivo ângulo, somente podem ser medidos no campo.

A partir do estudo das aero-fotos, já é possível efetuar-se nas "áreas alternativas" uma série de locações opcionais para escolha definitiva no campo. As situações mais favoráveis são aquelas de intersecção de fraturas alimentadas por drenagem superficial e proximidades de contato geológico em condições de atingir a rocha mais quebradiça na parte superior do plano de fratura.

As imagens de satélite não são muito indicativas da presença de água subterrânea em rochas fraturadas, servindo mais como apoio para se detectar as zonas de recarga representadas por aluviões ou coberturas rasas, saturadas de água.

As fichas de poços, existentes nas proximidades da área pesquisada, servem para fornecer indícios, sobretudo da qualidade química da água, que não varia tanto de um pouco para outro, como a sua produtividade.

Os relatórios hidrogeológicos, a nível regional, podem também fornecer indícios importantes, na medida em que possuam dados confiáveis de quantidade e qualidade de água da área de interesse.

Uma vez efetuadas as "locações opcionais", o hidrogeólogo vai ao campo para esclarecer as dúvidas e obter informações mais seguras para a escolha do melhor local para o poço, ou poços no caso de programações mais amplas.

A etapa de campo é definitiva para a precisa locação do poço. A partir das "locações opcionais" efetuadas no escritório, o hidrogeólogo deverá efetuar a escolha da melhor opção, com base nas observações detalhadas de campo.

Os principais elementos a distinguir no campo, são o sentido e o ângulo de mergulho dos planos de fratura e a partir desses dados, a definição da distância do poço para a fonte de recarga (rio, riacho, açude, lago, etc). As situações de interseção de duas fraturas ou mesmo de uma fratura aberta com superfícies de descontinuidade (xistosidade, clivagem, estratificação, contato geológico, etc) são as mais favoráveis para uma boa locação.

De um modo geral, poder-se-ia, a título de exemplo, citar as três situações (melhor, pior e regular) encontradas no campo, levando-se em consideração os fatores atuantes na problemática de quantidade e qualidade da água armazenada:

a) a melhor situação:

- rocha: gnaiss, quartzito ou pegmatito
- fratura: transversal tracional ou longitudinal transversal
- entrada d'água: em maior número possível e a reduzidas profundidades (no máximo até 40,0 m)
- profundidade do poço: em torno dos 40,0m
- manto de cobertura: aluvial arenoso, ou eluvial arenoso (espessura de 20 a 30m)
- relevo/hidrografia: talvegue ou proximidades (afastamento máximo de 5m da calha fluvial)
- clima: chuvoso (com precipitações pluviométricas superiores a 1.000 mm/ano).

b) uma situação intermediária:

- rocha: micaxisto ou granito fraturado
- fratura: longitudinal tracional
- entrada d'água: 2 a 3 entradas razoáveis a profundidades de até 40,0m
- profundidade do poço: em torno de 50,0m
- manto de cobertura: ausente ou eluvial arenoso
- relevo/hidrografia: encostas de vale, próximo ao fundo
- clima: regularmente chuvoso (precipitações entre 500 e 1.000 mm/ano)

c) a pior situação

rocha: filito, ardósia ou granito pouco fraturado

- fratura: de cisalhamento ou sem fraturas
- entrada d'água: poucas e de pequena vazão
- profundidade do poço: igual ou superior a 60,0m
- manto de cobertura: espesso e argiloso
- relevo/hidrografia: no topo das elevações ou interflúvios
- clima: árido a semi-árido (precipitações inferiores a 500 mm/ano).

Além dessa metodologia convencional de locação de poço, outras já têm sido usadas, algumas de maneira usual, outras em caráter experimental.

O método eletro-magnético denominado VLF (very low frequency) já bastante difundido na prospecção mineral, sobretudo de minerais metálicos, foi sugerido pelo Dr. Ingemar Larson, durante a realização do Simposio de Hidrogeologia de Rochas Fraturadas, realizado em Recife, em 1979.

O autor do presente trabalho efetuou uma pesquisa experimental com o VLF, pela primeira vez no Brasil, tendo apresentado o resultado no 1º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas (Recife, 1980). Dessa pesquisa, foram ressaltadas as grandes desvantagens da aplicação desse método, dentre as quais se destacam:

- 1ª) a grande morosidade para locação de um poço
- 2ª) a ausência de detecção de fraturas segundo determinada direção (da emissão da onda eletro-magnética, desde a fonte até o receptor)
- 3ª) a impossibilidade de identificação do sentido e ângulo de mergulho das fraturas
- 4ª) a própria imprecisão do método.

Um outro método (?) adotado, sobretudo no sul do País, é o da radiestesia ou rabiomancia, baseado em captação extra sensorial de "ondas elétricas" por determinadas pessoas, ditas "sensitivas". Essas pessoas utilizam como "ferramenta" de trabalho, varinhas em forma de forquilha, pêndulos e outros apetrechos que, segundo preconiza o método, auxilia a captação da "onda". Trata-se portanto de um método empírico, absolutamente desprovido de princípios técnicos, não merecendo qualquer comentário.

8.2. ZONEAMENTO HIDROQUÍMICO

8.2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Uma das finalidades práticas da presente pesquisa era a de estabelecer um zoneamento potencial-hidroquímico das águas subterrâneas do aquífero fissural, na área piloto escolhida.

As diversas tentativas de elaborar um mapa de potencialidades resultaram infrutíferas, em decorrência da extrema heterogeneidade e anisotropia desse tipo de aquífero. Em decorrência dessas características, a distribuição dos valores de vazão específica (parâmetro mais representativo da potencialidade do poço) apresentou-se de maneira muito aleatória, com extremas variações entre pontos próximos uns dos outros. Dessa maneira, foi abandonada a idéia de zonear o aquífero fissural em função da potencialidade apresentada pelos poços nele perfurados.

No que concerne a qualidade, foram tentadas duas metodologias distintas: 1ª) a aplicação do programa "trend surface" ou análise de tendência, a partir de valores do resíduo seco da água de cada poço; 2ª) o mapeamento de iso-resíduo secos com base na interpretação subjetiva dos valores pontuais plotados no mapa.

Em decorrência do elevado grau de heterogeneidade do meio, o mapa deduzido da programação da superfície de tendência não refletiu, de modo coerente, as zonas de distintos comportamentos de salinidade. Com efeito, cada valor no mapa de tendência interage com os circunvizinhos redundando numa análise meramente estatística do comportamento daquele meio, que absolutamente não reflete a verdadeira tendência de micro-regiões, aproximadamente distintas. Quando se procurou estabelecer correlações entre as causas originárias do zoneamento hidroquímico, resultante do método da superfície de tendência, não se conseguiu qualquer conclusão lógica. Por essa razão, esse método foi abandonado, não fazendo sequer parte integrante do trabalho apresentado.

O mapa de zoneamento hidroquímico apresentado em anexo, foi então elaborado através de uma análise dos dados plotados, com interpolação de valores para o traçado das isolinhas de R.S.

Esse mapeamento objetiva fornecer uma idéia da distribuição espacial da salinidade, relacionando-a às possíveis causas de salinização e deverá servir de subsídio na locação de futuros poços, sobretudo na distribuição de programas regionais.

Deve-se todavia levar em consideração as limitações desse mapa, tendo em vista os seguintes aspectos:

1º) a heterogeneidade na distribuição dos pontos d'água, a parecendo áreas de maior concentração, como a quadrícula de São José do Campestre, com 1 poço por cada 30 km² e outras de baixa concentração, como a quadrícula de Açu, com 1 poço por 300 km².

2º) a extrema variação de salinidade apresentada muitas vezes em pontos muito próximos; por exemplo, os poços nº 1199 e 1207 no município de Serrinha (RN), distando pouco mais de 1 km um do outro, apresentaram valores de resíduo seco de 22.970 mg/l e 813 mg/l respectivamente.

3º) as diferentes épocas de amostragem, uma vez que a coleta foi realizada em meses e até anos distintos, ao longo do período 1980-85. É bem provável então, que alguns poços tenham fornecido água, logo após o período de recarga (período chuvoso) enquanto noutros, a coleta tenha coincidido com o final do período de estiagem. Essas variações, podem acarretar algumas diferenças decorrentes de flutuações sazonais da salinidade.

4º) a influência de fatores que atuam localmente, em função da locação do poço. Assim é que um poço locado nas margens de um rio que possua água salinizada, pode apresentar elevado teor de resíduo seco, enquanto um outro, na mesma região, porém mais afastado da influência do rio (recarga) poderá produzir água de baixo valor de R.S.

8.2.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS OBTIDOS

Da análise do mapa de resíduo seco, ou zoneamento hidroquímico, pode-se destacar as seguintes conclusões:

a) apesar das interferências dos diversos fatores que atuam local e regionalmente, distingue-se nitidamente duas regiões bem definidas, uma a oeste, com resíduos secos na maior parte, inferiores a 1.000 mg/l e outra a leste, com resíduos secos superiores a 1.000 mg/l, com predominância dos valores superiores aos 3.000 mg/l.

b) o limite entre essas duas regiões, corresponde a uma faixa de direção aproximadamente NNE, passando por Teixeira, São Mamede, Ouro Branco, S. José do Seridó, Angicos e Pedro Avelino; essa faixa corresponde à dorsal morfológica descrita atrás, que separa as bacias hidrográficas que drenam para leste, daquelas que drenam para norte (rever as figuras 6.11 e 6.12).

c) na região oriental, de maiores salinidades, ocorrem alguns "trends" da salinização, que correspondem a determinados acidentes morfológicos ou hidrográficos (compare-se com as figuras nº 6.11 e 6.12). Assim, nota-se uma faixa N-S de Sumé a Taperoá, que se localiza no sopé das elevações a oeste, denominadas de Serra dos Cariris Velhos; o altiplano de Campina Grande-Soledade que corresponde ao Planalto da Borborema em sua forma mais preservada, também concorre para as mais elevadas taxas de salinização; as faixas de direção NE-SW passando em Barra de Santa Rosa, Cuité e norte de Remígio, correspondem às bacias hidrográficas de águas salinizadas, dos rios Jacu e Curimatau; no Rio Grande do Norte, toda a região Agreste possui elevada salinidade, coincidindo com as bacias hidrográficas, de águas bastante salinizadas, dos rios Ceará-Mirim e Potengi.

d) na região ocidental, toda a bacia hidrográfica do Rio Piranhas que se localiza no Estado da Paraíba (alto curso formado pelos rios Piancó e Rio do Peixe) possui baixíssimos teores de salinidade; para norte, ao receber o rio Piranhas as contribuições da drenagem que se origina na dorsal morfológica de maior aridez, representada principalmente pelas bacias dos rios Seridó e Espinharas, os valores de R.S. já ultrapassam os 1.000 mg/l chegando até quase 8.000 mg/l na faixa NE-SW que passa por Catolé do Rocha, Belém do São Francisco, Jucurutu e São Rafael. Na bacia do Rio Apodi mais a oeste, os valores são ligeiramente elevados, flutuando entre 1.000 e 3.000 mg/l.

e) em nenhuma das duas regiões, ocorre relacionamento entre zonas de maior ou menor salinidade, com determinados tipos liíticos.

8.2.3. CONCLUSÕES GERAIS SOBRE O ESTUDO HIDROQUÍMICO

Do exposto, pode-se apresentar as seguintes conclusões:

1ª) a distribuição regional dos índices de salinidade das águas subterrâneas em rochas fraturadas, na região semi-árida do Nordeste do Brasil, é comandada primeiramente pelas condições climáticas;

2ª) secundariamente, e a nível localizado, desempenham pel de realce na salinização dessas águas, a qualidade das águas superficiais e o relevo;

3ª) a diversificação litológica não exerce quase nenhuma influência, salvo em casos muito localizados, no processo de salinização;

4ª) somente a nível local, desempenham incipiente relação com a salinidade, o tipo de fratura e a profundidade em que essas fraturas são interceptadas pela perfuração do poço. A profundidade em que são consideradas pequenas as influências na salinização, é no limite do estudo realizado, ou seja, até 60,0m; evidentemente, ã grandes profundidades, onde as águas não são renovadas, o proceso de salinização tende a acentuar-se.

A N E X O S

A.1 - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ALBUQUERQUE, J. do P. T. - 1971 - "Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste" - Folha nº 15 - Jaguaribe-SE - SUDENE - Série Hidrogeologia nº 32, 187 pp. - Recife-PE
- ALMEIDA, F. F. M. de ; BRITO, B. B. de e FUCK, R. A. - 1977 - "Províncias Estruturais Brasileiras" - VII Simp. Geol. do Nordeste da SBG. Campina Grande, PB. Atas pp. 363-391.
- ALMEIDA, F. F. M. de; AMARAL, G. ; CORDANI, U. G. e KAHASHITA, K. - 1973 - "The Precambrian evolution of the South American Cratonic margin south of the Amazon River. In: "The Ocean Basin And Margins". Ed. A. E. M. Nairn and F. G. Stehli, Vol. 1 - The South Atlantic : 411-446 - Pergamon Press, New York.
- ABREU, F. M. de ; VILLAS, R. N. N. e HASUI, Y. - 1980 - "Esboço estratigráfico do Pre-cambriano da região de Gurupi, Estados do Pará e Maranhão - XXXI Cong. Bras. Geol. Camboriu - Anais, Vol. 2 , pp. 647-658.
- BARBOSA, O. - 1965 - "Geologia das folhas de Remanso e Sento Sé , Estado da Bahia" - Rio de Janeiro, PROSPEC/DNPM.
- BARTON, N. - 1975 - "Description of Rock Masses, Joints and Discontinuities" - ISRM - Norwegian Geotechnical Institute - Oslo.
- BENEDINI, M. ; GIULIANO, G. ; e TROISI, S. - 1972 - "Alcune considerazioni sulla trattazione matematica del problema del moto in acquiferi fessurati" - Geologia Applicata e Idrogeologia - Vol. VII - Università di Bari - Italia.
- BRAESTE, C. - 1977 - "Theory of Flow Through Fractures Rocks" - International Seminar - Stockholm - Sweden.
- BRITO NEVES, B. B. de - 1975 - "Regionalização geotectônica do Pré-cambriano nordestino" - Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. 198pp.
- BRITO NEVES, B. B. de - 1983 - "O Mapa Geológico do Nordeste Oriental do Brasil, Escala 1/1.000.000"- Tese apresentada ao Concurso de Livre Docência no Instituto de Geologia da USP
- CAMPBELL, M. D. - 1977 - "Water Well Technology for Ground-Water Development and Production in Igneous and Metamorphic Rocks"- International Seminar - Stockholm - Sweden.

- CAMPOS, M. et al. - 1976 - "Projeto Rio Jaguaribe ; relatório final". Recife, DNPM/CPRM, 14 volumes (circulação restrita).
- CORDANI, U.G. - 1968 - "Esboço da Geocronologia Pre-Cambriana da América do Sul". In An.Acad.Bras.Cienc. , Rio de Janeiro , 40 (Suplemento): 47-51.
- COSTA, WALDIR D. - 1980 - "Aspectos macro-estruturais que influem na hidrogeologia de rochas cristalinas fraturadas". Seminário apresentado no Curso de Pós-Graduação da USP-SP.
- COSTA, WALDIR, D. - 1980 - "Fluxo através de fraturas". Seminário a apresentado no Curso de Pós-Graduação da USP-SP.
- COSTA, WALDIR, D. - 1985 - "Avaliação dos critérios de locação de poços em rochas cristalinas". In: I Simpósio Nacional de Água Subterrânea em Rochas Fraturadas. Belo Horizonte. Anais da ABAS-MG, pp.133-143.
- COSTA, WALTER, D. - 1965 - "Análise dos fatores que influenciam na hidrogeologia do cristalino". Rev. Água Subterrânea, 1 (4): 14-47 - Recife.
- COSTA, WALTER, D. - 1972 - "Contribuição da mecânica das rochas à evolução estrutural da Serra do Mar" - Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Geologia - Belém - PA.
- CRUZ, W.B.de - 1974 - "Estudo geoquímico preliminar das águas subterrâneas do nordeste do Brasil". Recife -SUDENE:Série Hidrogeologia nº8.
- CUSTÓDIO, E. e LLAMAS, M.R. - 1976 - "Hidrologia Subterrânea". Ediciones Omega S.A. - Barcelona - Tomo I.
- DNPM/CPRM - 1980 - "Projeto Scheelita do Seridó " 35 vol. - Recife (Publicação restrita).
- EBERT, H. - 1955 - "Pesquisas no polígono das secas". In: Departamento Nacional da Produção Mineral, relatório da diretoria 1954, Rio de Janeiro , pp.79-85.
- EBERT, H. - 1964 - "Tectônica e metamorfismo regional do escudo brasileiro" - Recife - SUDENE/DG, 49 pp. (circulação interna).
- EBERT, H. - 1968 - "Geologia do Alto Seridó. Nota explicativa e folha geológica de Currais Novos". Recife, SUDENE, Série Geologia Regional, 11, 120 pp.

- HONYK, W.J. - 1979 - "Proposta de uma nova unidade de produção de poço nas rochas cristalinas" - UFPE - Recife (circulação interna e restrita).
- JAEGER, J.C. e COOK, N.G.W. - 1968 - "Fundamentals of Rock Mechanics" - Methen, London.
- KEGEL, W. - 1961 - "Os lineamentos na estrutura geológica do nordeste". An.Acad.Bras.Cienc.33: 25-26, Rio de Janeiro.
- KEGEL, W. - 1965 - "A estrutura geológica do nordeste do Brasil". Bol. DNPM, Div.Geol.Min. (227): pp. 1-52 - Rio de Janeiro.
- LARSSON, I. - 1963 - "Tectonic and Morphologic Studies in Pre-Cambrian Rocks at Ground Water Prospecting in South Sweden"-Geologiska Fö reningens i Stockholm Fö rhandlingar - Vol.85 - Stockholm.
- LARSSON, I. - 1967 - "Anisotropy in Pre-Cambrian Rocks and Post - Crystalline Deformations Models" - Lund Studies in Geography Ser.A.Physical Geography, n° 38 - Sweden.
- LARSSON, I. - 1968 - "Ground Water in Pre-Cambrian Rocks in Southern Sweden" - Pergamon Press - Oxford e New York.
- LARSSON, I. - 1977 - "Ground Water in Hard Rocks" - International Seminar - Stocholm - Sweden.
- LEAL, A.de S. - 1968 - "Considerações sobre a circulação de água em rochas cristalinas e salinização em região árida: Área piloto de Juazeiro - Curaça - BA " - Recife - SUDENE: Série Hidrogeologia, n°24.
- LEGRAND, H. - 1959 - "Yeld of Wells" - Div.Mineral Resources, Bull n°75 - USA.
- LOUIS, C. - 1968 - "Étude des Ecoulements d'Eau des les Roches Fissurés et de leurs influences sur la Stabilité des Massifs Rocheux" - These presentée a l'Université de Karlerache - E.D.F. Bulletin de la Direction des Études et Recherches . Serie A , n°3.
- LOUIS, C. - 1974 - "Fluxo de água a três dimensões em rochas fissuradas" Tradução n°5 da ABGE - São Paulo.
- MELLO, A.A.de - 1979 - "Características Geológicas e Metalotectônicas dos Cinturões Móveis do Nordeste Oriental" - Recife, CPRM,

- MABESOOONE, J.M. e CASTRO, C.de - 1975 - "Desenvolvimento geomorfológico do Nordeste Brasileiro". Bol. da Sociedade Brasileira de Geologia-Núcleo de Pernambuco. Nº3 - Recife
- MENDES, G.M.de A. e SILVA JUNIOR, H.de O. - 1980 - "Identificação de áreas passíveis à exploração de águas subterrâneas no sertão pernambucano"- CONDEPE - Recife (publicação interna)
- MENDONÇA, J.C.G.; CAMPOS, M; BRAGA, A.P.G.; e SOUZA, E.M. - 1982 - "Caracterização estratigráfica dos metassedimentos da região de Itataia, CE (Grupo Itataia)" - XXXII Cong. Bras. Geol.-Salvador 1982 Anais, vol. I pp.325-338
- MEUNIER, A.R. - 1964 - "Succession stratigraphique et passages latéraux dus au métamorphisme dans la serie Ceará, antecambrien du nord-est bresilien". Compt-Rendus de l'Academie des Sciences, Paris, (259): 3796-3799.
- OBERT, L. e DUVAL, W.I. - 1967 - "Rock Mechanics and the Designs of Structure in Rock" - Wiley, N.York
- PRICE, N.J. - 1959 - "Mechanics of jointing in rocks". Geol.Mag. 96, 149 - London
- PRICE, N.J. - 1966 - "Fault and Joint Development in Brittle and Semi-Brittle Rock" - Pergamon Press, London
- QUADROS, E.F.de - 1977 - "Fundamentos da Hidráulica dos Meios Fissurados"- Esc.Politécnica da Universidade de São Paulo - São Paulo (circulação restrita)
- QUADROS, E.F.de - 1982 - "Determinação das características do fluxo de água em fraturas de rochas" - Tese de Mestrado apresentada na Escola Politécnica da USP - SP (circulação restrita)
- RAGAN, D.M. - 1968 - "Structural Geology an introduction to geometrical techniques". John Wiley & Sons, Inc.- New York- USA
- REBOUÇAS, A.da C. - 1973 - "Le problème de l'eau dans la zone semi-árida du Brésil". Tese de Doutorado apresentada na Universidade de Strasbourg-França (circulação restrita).
- RZHEWSKY, Y e NOVIK, G. - 1971 - "The Physics of Rocks" Mir Publishers Moscou - URSS
- SANTOS, E.J,dos - 1977 - "O modelo de evolução precambriana da região de Arcoverde, Pernambuco" - VIII Simp.Geol.do Nordeste da SBG, Campina Grande, 1977, Atas pp 225-245

- SANTOS, E.J. dos - 1971 - "As feições estruturais da folha Arcoverde, Pernambuco e o mecanismo dos falhamentos da zona transversal". Rev. Eng. Miner. Metal., 53(313): 35-40 Rio de Janeiro
- SANTOS, E.J. dos e CALDASSO, A.L.S. - 1977 - "Síntese dos conhecimentos e ensaio interpretativo da área de Riacho do Pontal, Nordeste do Brasil". In: Reunião preparatória para o Simpósio do Craton do São Francisco e suas faixas marginais. Anais, Salvador, SME/CPM-BA, Publ. Esp. 3, pp 399-426
- SCHALLER, H. - 1969 - "Revisão Estratigráfica da Bacia Sergipe/Alagoas" - Bol. Técnico PETROBRÁS, 12(1):21-86, Rio de Janeiro
- SCHLICHTING, H. - 1960 - "Boundary layer theory". 4^a ed. New York Mc Graw-Hill - USA
- SEVER, C.W. - 1964 - "Geology and Ground-Water Resources of Crystalline Rocks - Dawson County, Georgia". Geological Survey, Information Circular, 30. Atlanta, Georgia, USA
- SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. de A.; DERZE, G.G.; e ASMUS, H.E. - 1984 - "Geologia do Brasil", 501 pp - DNPM-MME
- SIDDIQI, S.H. e PARIZEK, R.R. - 1971 - "Hydrogeologic Factors influencing Well Yields in Folded and Faulted Carbonate Rocks in Central Pennsylvania". Water Resources Research. Vol. 7, nº5
- SIQUEIRA, L. - 1963 - "Contribuição da Geologia a Pesquisa de Água Subterrânea" - SUDENE - Recife
- STREETER, V.L. - 1974 - "Mecânica dos Fluidos" (Tradução). Editora McGraw-Hill do Brasil Ltda.
- SUDENE - 1978 - "Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste - PLIRHINE, Fase I". Vol III - Águas Subterrâneas. Elaborado pela GEOTÉCNICA S/A - Recife
- SUSZCZYNSKI, E.F. - 1966 - "Considerações sobre a evolução tectono-orogênica da parte oriental do escudo brasileiro". Bol. Rec. Nat. SUDENE 4(3/4): 371-416 - Recife
- WINDLEY, B.F. - 1978 - "The Evolving Continents" - Chichester, John Wiley & Sons, 385 pp
- ZIENKIEWICZ, O.C. e STAGG, K.G. - 1968 - "Rock Mechanics in Engineering Practice". Division of Civil Engineering School of Engineering, University of Wales, Swansea.

A.2 - CADASTRO DOS POÇOS

CADASTRO GERAL DOS POÇOS PERFURADOS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO NORTE E PARAIBA

DADOS LOCALIZACIONAIS						DATA	DADOS TÉCNICOS DO POÇO					DADOS GEOLÓGICOS, FISIOGRÁFICOS E HIDROQUÍMICOS							
Nº	Nº CAD. EMPRESA PERFOR	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	COORD. GEOGRÁF.		REGIÃO	PERFU. RAÇÃO POÇO	PRO-FUNDO (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	VAZÃO (l/h)	VAZÃO ESPEC (l/h/m)	ROCHA	MANTO COBERT.		FRATURAS		REL./HID.	RESÍDUO SECO (mg/l)
				LONG	LATIT									MATERIAL	ESP	TIPO	PROF INTERSEC		
1001	1035	Santa Isabel	Barcelona	838,8	9.339,1	Or	07/84	60,00	1,90	41,97	514	13	Granito	Areia	1,0	-	3,5	-	19.803,6
1002	343	Riacho Fechado	Bento Fernandes	854,0	9.374,0	Or	01/81	60,00	2,00	14,05	4.000	332	Gnaíse	Eluv.ar.	3,0	-	10,2-14,4-25,2	-	7.094,8
1003	346	Riacho Juã II	"	849,0	9.373,5	Or	02/81	40,00	7,68	24,63	1.180	69	"	Areia arg	2,6	-	6,3-8,2-13,4-18	-	-
1004	471	Gangorra II	"	858,7	9.374,4	Or	10/81	30,00	10,20	13,73	5.538	1.569	"	"	3,8	-	12,3-27,3	-	3.818,8
1005	527	São Vicente	"	867,6	9.365,4	Or	12/81	42,00	6,15	26,42	2.000	99	Granito	Argila	2,0	-	6,9-11,8-16,2-21	-	15.738,8
1006	1246	Arisco	"	854,5	9.376,0	Or	05/85	42,50	0,50	8,00	24.000	3.200	Gnaíse	Arg.aren	3,4	-	4-13-21-33,2	-	9.506,4
1007	1047	Jurumêia	"	870,5	9.365,8	Or	07/84	60,00	9,70	26,80	1.500	88	Granito	Areia	1,0	-	11,4-19,7-43,3	-	12.280,0
1008	403	Lagoa do Peixe	Bom Jesus	875,7	9.333,0	Or	06/81	70,00	6,78	38,32	1.309	41	Gnaíse	Areia arg	1,2	-	9,5-11,4-52,3	-	13.904,0
1009	584	Santa Catarina	"	875,6	9.338,7	Or	03/82	56,60	4,68	26,74	6.000	272	"	"	3,0	-	7,4-8,1-38,4-52	-	6.045,6
1010	681	Lagoa do Capim	"	881,2	9.331,1	Or	01/83	60,70	8,80	29,80	1.440	68	"	Arg.aren	8,7	-	13,9-19,2-35,5	-	6.930,0
1011	785	São Francisco II	"	877,8	9.337,3	Or	09/83	63,00	22,70	43,35	782	38	"	Areia arg	7,6	-	16,0-39,5-58	-	5.661,2
1012	831	São Francisco	"	876,4	9.335,1	Or	10/83	40,00	4,30	20,80	1.142	62	Migmatito	Areia	3,0	-	9,2-13,5-29,8	-	9.592,6
1013	918	Pedra Redonda II	"	881,4	9.337,4	Or	01/84	60,00	6,07	16,69	2.057	194	Gnaíse	Aluv.aren	11,3	-	17,0-24,0	-	14.692,4
1014	949	Faz.Tanques	"	872,4	9.334,9	Or	02/84	50,00	9,96	11,59	8.000	4.908	"	Arg.aren	5,0	-	12,3-16,9-21,0	-	5.925,0
1015	1259	Grossos	"	882,2	9.334,1	Or	07/85	63,00	17,40	20,12	1.945	715	"	Areia arg	17,0	-	26,6-35,3-53,4	-	5.455,1
1016	1262	Lag.dos Bezerras	"	882,5	9.331,8	Or	07/85	60,00	18,30	23,40	1.714	336	"	"	5,0	-	18,7-29,8-35,5	-	3.461,6
1017	552	Barbaço	Brejinho	896,9	9.310,8	Or	02/82	60,00	3,50	13,61	7.200	708	"	Areia	2,0	-	7,0-10,0-11,2-13	-	-
1018	556	Lagoa Redonda	"	897,2	9.307,4	Or	02/82	60,00	6,00	27,88	2.000	91	"	"	4,0	-	6,7-11-12-26-47	-	3.918,5
1019	561	Xique-Xique	"	902,6	9.317,4	Or	02/82	60,00	2,00	55,10	857	26	"	"	7,2	-	28,7	-	3.306,8
1020	647	Lagoa de Exu	"	898,7	9.309,3	Or	10/82	45,00	8,00	18,20	4.800	470	"	Areia arg	0,8	-	5,2-20,8	-	3.033,6
1021	709	Santa Maria	"	899,0	9.309,0	Or	05/83	40,50	2,40	12,60	8.000	784	"	"	1,6	-	5-8-14,6-17-18-28	-	1.640,4
1021	404	Panorama II	Campo Redondo	807,0	9.316,0	Or	06/81	45,00	0,50	40,16	202	50	"	Arg.aren	1,2	-	4-11,3-30-32,3	-	1.740,0
1022	900	São Francisco	Caiçara R.Vtos	832,7	9.361,3	Or	01/84	45,00	3,35	10,73	3.600	486	Micaxisto	Areia	3,9	-	6,7-9-11,3-16,2	-	15.986,4
1023	1041	Rio do Vento	"	835,2	9.363,9	Or	07/84	60,00	2,20	17,60	1.000	65	"	Areia	4,0	-	8,3-2,7	-	9.752,0
1024	385	Recanto	Cerro Corá	801,3	9.351,6	Or	05/81	45,00	2,90	21,22	5.142	281	Gnaíse	Aluv.ar.	2,5	Tr.Tr.	5,6-7,5-14,6-26	Talv.	14.061,6
1025	1147	Monte Alegre I	"	798,6	9.347,8	Or	10/84	58,00	-	-	220	-	"	Col.aren	1,5	An.Ci.	11-17,3	"	6.747,6
1026	1149	" II	"	798,3	9.347,9	Or	10/84	60,00	8,00	22,09	3.000	213	"	"	0,3	Tr.Tr.	6-8-10-19,3-23,3	"	-
1027	988	Poção II	Espirito Santo	912,0	9.301,3	Or	03/84	60,00	0,90	31,25	800	25	"	Areia arg	5,6	-	7,2	-	941,6
1028	682	Bom Jardim	Goianinha	916,8	9.304,4	Or	01/83	60,00	11,60	32,93	1.600	75	"	"	10,6	-	15-23-25-32-57,7	-	-
1029	336	Gado Bravo	Ielmo Marinho	884,7	9.352,2	Or	01/81	60,00	10,00	35,80	3.000	116	"	Arg.aren	1,7	-	15,2-27,7-34,1	-	10.872,8
1030	379	Carnauba	"	887,8	9.358,3	Or	04/81	51,00	7,70	16,13	4.000	453	"	Aluv.ar.	4,0	-	8-11-29,6-42,4	-	3.900,8
1031	665	Boa Vista	"	889,3	9.354,5	Or	11/82	65,00	2,00	38,60	947	26	"	Areia	4,1	-	12,3-33,2-37,2	-	16.620,4
1032	690	Malhada da Cruz	Japi	844,8	9.277,8	Or	02/83	33,70	6,40	10,00	7.200	2.000	"	-	-	-	5,8-9,0-11,4	-	4.647,6
1033	795	Barra do Japi	"	835,3	9.291,5	Or	09/83	60,00	2,56	4,60	3.000	1.428	Granito	Areia	-	-	12,2-22,0	-	6.940,8
1034	808	Picada da Barra	"	837,0	9.288,2	Or	09/83	60,00	6,00	14,66	3.600	416	"	"	2,5	-	7-16-27-28-29	-	2.082,8
1035	876	Borges	"	833,2	9.288,3	Or	11/83	60,00	6,80	10,87	3.272	804	"	"	4,4	-	15,0	-	1.102,8
1036	884	Tubiba	"	841,3	9.283,8	Or	12/83	60,00	6,22	9,70	8.000	2.367	"	Areia arg	7,7	-	9,8-14,5-19,8	-	1.966,8
1037	890	Japi de Baixo	"	840,3	9.284,2	Or	12/83	42,00	2,80	5,60	3.600	1.286	"	Aluv.aren	9,0	-	10,8	-	-
1038	895	Canoas	"	843,2	9.298,0	Or	12/83	60,00	3,00	19,55	1.955	117	Gnaíse	Areia	8,0	-	10,8-13,0	-	11.401,4
1039	522	Ubaia	"	836,3	9.283,5	Or	12/81	60,00	2,20	37,94	541	15	"	Eluv.aren	0,3	-	2,3-5,2-9,2	-	3.140,8
1040	382	Sede	Januario Cicco	877,4	9.318,4	Or	05/81	60,00	0,64	55,12	1.180	34	"	Al.arg.aren	4,0	-	4,8-5,2-12,5	-	4.520,4
1041	384	Lagoa da Cajarana	"	874,6	9.320,3	Or	05/81	60,00	12,00	53,53	1.531	71	"	Argila arg	10,0	-	36,0	-	2.436,8
1042	406	Cajarana	"	882,8	9.320,8	Or	06/81	73,00	40,40	36,32	3.780	100	"	Al.ar.arg	1,7	-	6-8-5-18,2-68,6	-	4.657,6
1043	546	Lagoa Bonita	"	879,9	9.313,0	Or	02/82	60,00	13,00	25,57	4.000	318	"	Arg.aren	1,7	-	8,4-23-27-45,5	-	8.161,2
1044	553	Peroroca	"	884,1	9.327,1	Or	02/82	45,00	1,29	15,00	1.446	105	"	"	1,7	-	7,3-17,7-44,5	-	3.578,8
1045	557	Ipueiras	"	879,3	9.320,4	Or	02/82	63,00	2,30	51,64	757	26	"	Areia	3,0	-	14,3-21,8-51,1	-	3.880,6
1046	562	Peco Comprido	"	871,0	9.315,8	Or	02/82	40,00	7,73	10,22	16.000	6.426	"	Arg.aren	2,5	-	14,8-17,3-36,8	-	4.840,0
1047	564	Pavorita	"	867,9	9.317,7	Or	02/82	52,00	2,60	17,07	3.000	671	"	"	5,5	-	13,3-17,1	-	7.955,2
1048	776	Solidão	"	885,0	9.321,7	Or	08/83	60,00	3,50	18,68	4.800	316	"	"	8,0	-	11,6-14,2-27,0	-	4.922,4

CADASTRO GERAL DOS POÇOS PERFURADOS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO NORTE E PARAIBA

DADOS LOCACIONAIS						DADOS TÉCNICOS DO POÇO					DADOS GEOLÓGICOS, FISIOGRÁFICOS E HIDROQUÍMICOS								
Nº	Nº CAD. EMPRESA	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	COORD. GEOGRAF.		REGIÃO	PERFU. RAÇÃO POÇO	PRO-FUND (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	VAZÃO (l/h)	VAZÃO ESPEC (l/h/m)	ROCHA	MANTO COBERT.		FRATURAS		REL/HID.	RESÍDUO SECO (mg/l)
				LONG	LATIT.									MATERIAL	ESP	TIPO	PROF INTERSEC		
1049	907	Corrego de S.Mateus	Januario Sicco	883,0	9.325,7	Or	01/8451,80	5,00	23,94	18.000	950	Gnaisse	Aren.arg.	2,7	-	6-8-15-24-37-48	-	2.906,8	
1050	1.103	Palmatória	"	863,9	9.316,8	Or	08/8450,00	12,00	58,71	8.000	299	"	Seixos qz	1,9	-	5-11-13-17-27-34	-	7.466,4	
1051	1.242	Corrego de S.Mateus	"	883,9	9.325,5	Or	04/8557,30	1,26	12,72	8.000	698	"	Aren.arg.	3,0	-	10,8-16,2-23-28	-	1.688,6	
1052	1.230	Arraial do Balbino	Jardim Angicos	835,0	9.374,0	Or	02/8550,00	-	-	1.000	-	Micaxisto	Aren.arg.	3,0	-	12,4-18,1-41,6	-	-	
1053	1.231	Faz.Nova	"	825,3	9.365,0	Or	02/8560,00	-	-	1.800	-	"	Arg.aren.	0,4	An.Ci.	5,1-10,4	-	-	
1054	381	Santa Rosa	João Câmara	852,6	9.386,0	Or	05/8560,00	4,68	34,40	1.241	42	Gnaisse	"	1,9	-	6,9-7,6	-	2.781,2	
1055	609	Canaçu	"	842,1	9.840,0	Or	04/8260,00	4,95	53,84	1.200	42	Micaxisto	Areia	9,0	-	33,0	-	3.233,2	
1056	342	Bonfim II	Lajes	819,0	9.356,0	Or	01/8160,00	6,00	29,13	4.235	183	"	Arg.aren.	3,7	Lg.Ind	12,7-18,8-22,0	Talv.	-	
1057	710	Perpétua	"	805,6	9.365,3	Or	05/8359,30	2,82	8,47	2.769	49	Gnaisse	Areia	4,0	Lg.Tr.	10,4-32,3	"	1.557,2	
1058	409	João Gomes	Lagoa D'Antas	881,5	9.289,5	Or	06/8142,00	3,00	24,60	4.800	222	"	Areia arg	2,6	-	7,7-9,1-29,0	-	15.812,0	
1059	351	Lagoa Seca	Lagoa de Pedras	899,5	9.318,8	Or	02/8148,00	2,00	20,75	5.538	295	"	"	4,5	-	8-10,5-21,1-29,8	-	3.787,6	
1060	357	Marciana	"	891,8	9.321,0	Or	02/8160,00	4,00	36,68	1.200	53	"	Areia	3,4	-	9-10,4-22,0	-	5.928,8	
1061	366	Trairi	"	891,8	9.321,0	Or	03/8142,00	11,70	16,20	7.200	1.600	"	"	11,6	-	20,2-26,2	-	1.762,0	
1062	575	Lagoa do Cipó	"	886,9	9.314,4	Or	02/8260,00	4,80	23,84	5.143	268	"	"	6,0	-	17,5-25,4-34-51,2	-	821,6	
1063	577	Boqueirão	"	895,2	9.313,0	Or	02/8240,00	6,90	17,92	6.545	594	Granito	-	-	-	24,4	-	7.216,0	
1064	578	Bigu	"	-	-	Or	02/8260,00	0,32	45,35	720	16	Migmatito	Areia	2,0	-	21,5-37,1-43,5	-	20.469,0	
1065	615	Pimenta	"	891,9	9.310,8	Or	05/8270,00	1,35	26,43	7.200	287	Gnaisse	Argila	2,0	-	11-15-16,5-28-65	-	534,8	
1066	657	Sede	"	896,4	9.320,1	Or	11/8242,00	14,50	19,09	1.800	392	"	Areia arg	5,2	-	13-18-22-25-40,3	-	4.207,2	
1067	832	Lagoa do Padre	"	892,8	9.316,6	Or	10/8370,00	4,90	46,90	600	14	"	"	5,0	-	13-25,5	-	1.189,6	
1068	839	Lagoa Seca	"	899,1	9.313,5	Or	10/8340,00	7,36	8,84	7.200	4.675	Migmatito	Argila	4,0	-	14-19,7	-	1.588,8	
1069	1.201	Lagoa de Palha	"	892,1	9.317,4	Or	01/8560,00	1,70	27,66	1.500	58	Gnaisse	Arg.aren.	6,7	-	10,3-25-34,5	-	662,2	
1070	1.203	Mandri II	"	891,0	9.312,0	Or	01/8560,00	0,50	-	1.636	-	"	Areia arg	1,2	-	10,1-10,5-18-27,9	-	802,4	
1071	1.207	Bigle II	"	896,0	9.308,3	Or	01/8540,00	10,00	22,96	3.789	292	"	Arg.aren.	2,0	-	24-29,2	-	2.835,6	
1072	397	Recanto	Lagoa Salgada	884,3	9.318,9	Or	10/8060,00	6,18	20,25	3.600	255	"	Areia	3,2	-	6,1-9,7-19,4-19,9	-	2.047,6	
1073	356	Trairi	"	887,3	9.320,0	Or	02/8150,00	6,00	14,15	7.200	883	"	Areia	19,0	-	29	-	4.494,0	
1074	398	Lagoa de Parelhas	"	894,2	9.322,8	Or	06/8153,00	6,40	9,46	10.285	3.360	"	Aluv.aren.	1,0	-	5-11-14,8-24-31	-	754,8	
1075	402	Corrego de S.Mateus	"	883,0	9.325,0	Or	07/8160,00	0,35	12,61	52.727	2.610	"	Al. arg. ar	4,0	-	18-54,5-55,2	-	806,4	
1076	607	Logradouro	"	880,0	9.313,4	Or	04/8260,00	5,20	8,65	9.000	2.609	"	Arg.aren.	10,0	-	15-16-17-27-33,1	-	794,0	
1077	612	Cajueiro	"	887,6	9.315,4	Or	05/8245,50	2,10	9,70	10.285	1.353	"	"	9,0	-	14-28-35-41-43,5	-	1.246,8	
1078	1.034	Cedro	"	890,6	9.322,2	Or	10/8460,70	0,60	18,09	3.272	187	Granito	Aren.arg.	2,0	-	6-8,3-13,2	-	1.037,0	
1079	693	Lagoa de Pedra	Lagoa de Velhos	883,5	9.339,5	Or	03/8344,70	6,16	23,48	4.500	260	Gnaisse	Areia	3,0	-	5-10,5-18,6-26,6	-	17.626,4	
1080	1.071	Bom Descanso	"	846,2	9.333,7	Or	01/8460,00	5,50	10,50	3.000	600	"	Arg.aren.	7,0	-	15,2-18,5-25,0	-	3.867,4	
1081	296	Alvorada I	Macaiba	894,2	9.348,7	Or	09/8060,00	-	-	400	-	"	Areia arg	1,7	-	3,9-6-14,9	-	-	
1082	297	Alvorada II	"	894,2	9.348,7	Or	09/8060,00	-	-	500	-	"	Arg.aren.	2,1	-	6,2-11,2	-	-	
1083	420	Lindaia	"	895,0	9.355,0	Or	07/81801,00	1,80	58,44	1.500	26	Granito	Argila	11,5	-	40-63-65,0-98	-	924,0	
1084	633	Cajazeiras	"	896,2	9.347,7	Or	08/8266,60	1,60	28,60	2.000	74	Gnaisse	Argila	0,7	-	13,5-24	-	19.810,4	
1085	816	Mita Verde	"	886,0	9.341,8	Or	10/8360,00	0,90	19,61	2.400	128	Migmatito	Aren. arg	2,0	-	5,7-8,5-36-42,8	-	7.539,0	
1086	877	Canaú	"	895,9	9.342,1	Or	12/8366,00	3,00	21,49	3.000	162	Gnaisse	Areia arg	5,5	-	7,8-8,9-14-31,0	-	13.770,3	
1087	883	Lagoa de Sitio II	"	888,6	9.335,6	Or	12/8340,00	3,00	12,72	3.600	370	"	Arg.aren.	11,1	-	8,4-14,1-21-27,0	-	5.511,3	
1088	645	Lagoa dos Cavalos	Monte Alegre	897,9	9.324,5	Or	10/8258,20	2,55	19,70	16.363	733	"	Areia arg	2,4	-	5-11,7-18-22-33	-	3.268,8	
1089	961	Lagoa de Mato II	"	903,1	9.320,4	Or	02/8445,70	3,68	17,80	24.000	1.670	"	Areia arg	5,6	-	26,9-33,3-36-41	-	979,4	
1090	1.123	Benedito	"	907,1	9.325,9	Or	09/8463,00	1,00	26,09	2.000	74	"	"	5,1	-	11-19-38-57-60	-	-	
1091	1.197	Pitombeira	"	892,7	9.325,5	Or	01/8560,70	7,30	23,59	4.500	276	"	Arg.aren.	5,7	-	9-16-17-21-39-42	-	2.295,6	
1092	1.198	Carnauba	"	903,2	9.322,5	Or	01/8560,00	0,20	29,15	1.285	44	"	Areia arg	5,8	-	9-12-15-20-23-38	-	-	
1093	1.051	Salgado	Monte Gameleira	851,0	9.291,1	Or	07/8460,00	3,00	36,59	629	19	Migmatito	Areia	2,0	-	11,4-32,5	-	3.563,2	
1094	518	Santa Rita	"	852,5	9.288,7	Or	12/8160,00	4,30	15,10	7.200	67	Gnaisse	Al.aren.	5,6	-	11,9-17,4-19,1	-	2.417,6	
1095	330	Lagoa Limpa	Nova Cruz	892,3	9.289,9	Or	12/8370,00	4,50	55,23	1.220	39	"	Argila	2,5	-	8-9-10-13-27-50	-	5.978,0	
1096	416	Lapa	"	897,0	9.285,5	Or	07/8154,00	1,50	15,80	7.200	505	"	Arg. ar.	2,0	-	12,1-45,4-46,9	-	12.765,0	
1097	418	Lagoa do Couro	"	899,0	9.290,2	Or	07/8160,00	1,59	52,10	5.142	168	"	Al. ar. arg	7,5	-	11,4	-	-	

CADASTRO GERAL DOS POÇOS PERFORADOS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO NORTE E PARAIBA

DADOS LOCACIONAIS							DATA	DADOS TÉCNICOS DO POÇO					DADOS GEOLÓGICOS, FISIOGRÁFICOS E HIDROQUÍMICOS						
Nº	Nº CAD. EMPRESA PERFOR	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	COORD. GEOGRAF		REGIÃO	PERFURAÇÃO POÇO	PROFUND. (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	VAZÃO (l/h)	VAZÃO ESPEC (l/h/m)	ROCHA	MANTO COBERT		FRATURAS		REL./HID	RESÍDUO SECO (mg/l)
				LONG	LATIT									MATERIAL	ESP	TIPO	PROF INTERSEC		
1098	419	Jatobá	Nova Cruz	889,0	9.289,2	Or	07/81	45,00	3,10	7,10	14.400	3.600	Gnaissse	Al.ar.ag	4,8	-	8,6-15,2	-	3.700,8
1099	456	Pedra Tapada	" "	890,6	9.284,2	Or	09/81	39,70	5,07	10,22	8.000	1.553	"	Arg.aren.	7,0	-	17,9-20,7-26,5	-	3.396,4
1100	493	Lagoa dos Currais	" "	892,6	9.284,8	Or	11/81	60,00	12,27	33,76	791	36	"	Aren.arg	4,5	-	8-11-23-27,2	-	5.229,2
1101	496	Lagoa do Lima	" "	883,6	9.285,7	Or	11/81	60,00	2,50	17,95	2.769	169	"	Arg.aren.	8,7	-	14-19-26-27-54,1	-	19.023,0
1102	499	Esperança	" "	894,7	9.285,2	Or	11/81	30,00	2,50	15,67	4.000	313	"	Aren.arg	3,2	-	9-16-17-21-22,3	-	1.733,6
1103	501	Gravatã	" "	896,7	9.289,3	Or	11/81	60,00	3,00	10,86	3.600	458	"	" "	3,3	-	9-10-17-21,3-47	-	3.896,0
1104	505	Boqueirão	" "	894,7	9.282,3	Or	11/81	60,00	9,00	34,60	1.384	54	"	Argila	3,5	-	9,6-3,2-27,3	-	4.358,0
1105	531	Campus Universitário	" "	894,2	9.284,0	Or	01/82	60,00	1,70	36,00	3.000	87	"	Aren.arg	2,0	-	5,7-11,5-39,2	-	3.301,2
1106	674	N.Sra.da Conceição	" "	905,3	9.285,6	Or	12/82	60,00	1,98	48,33	360	7	"	Areia	1,4	-	7,0-12,0	-	-
1107	1.049	Faz.Catolé	" "	898,0	9.282,7	Or	07/84	46,00	6,70	24,20	1.384	79	"	Aren.arg	2,2	-	8,5-30	-	1.710,0
1108	1.236	Cajazeiras	" "	887,6	9.285,7	Or	03/85	64,00	0,70	41,62	620	15	"	Argila	1,5	-	5,4-23,2	-	14.318,2
1109	1.244	Lagoa Limpa	" "	894,1	9.288,6	Or	02/85	60,00	0,40	36,70	791	22	"	Arg.aren.	3,2	-	7-27-37-40-41	-	3.126,6
1110	291	Lagoa dos Seixas	Passagem	901,3	9.301,1	Or	09/80	30,70	6,70	15,88	6.000	654	"	argila	2,2	-	5,2-10-11,2-11,9	-	7.200,0
1112	833	São Pedro	Pedra Preta	823,1	9.382,7	Or	10/83	60,00	4,50	27,38	2.000	87	Micaxisto	Aren.arg	4,1	Ag.Ci	11,7-17-44	Talv.	2.025,0
1113	834	Canto Comprido	" "	824,4	9.386,7	Or	10/83	58,00	14,00	18,08	3.000	735	"	Argila	2,8	Tr.Tr.	11,7-15-36,8	"	5.720,0
1114	412	Porteira	Pedro Velho	915,5	9.286,3	Or	07/81	30,00	3,80	-	10.000	-	Gnaissse	Aren.arg	1,5	-	21,7-24,7	-	1.306,4
1115	414	Coité	" "	912,5	9.290,2	Or	08/81	45,00	9,00	30,67	800	30	"	Aren.arg	3,7	-	13,4-18,6-21,2	-	699,6
1116	661	Ponza	Poço Branco	862,4	9.378,4	Or	11/82	59,00	11,50	13,85	2.000	851	"	Argila	3,5	-	14,2-17,8-27-36	-	7.908,2
1117	399	Lagoa Limpa	Pres.Juscelino	876,0	9.324,0	Or	06/81	60,00	11,80	39,81	2.322	80	"	Areia	6,7	-	3-14-20-26,1-27	-	7.258,4
1118	624	Lagoa de Dentro	" "	875,5	9.324,7	Or	06/82	51,80	6,80	26,00	1.200	65	"	Argila	7,5	-	18-29-47,5-50,5	-	851,2
1119	625	Logradouro	" "	870,0	9.319,9	Or	06/82	56,50	21,25	25,75	1.600	355	"	Areia	10,3	-	20-23-26-30-41-49	-	2.399,2
1120	626	Lagoa das Figuras	" "	873,1	9.321,9	Or	06/82	90,50	7,71	43,82	360	1	"	Areia arg	4,5	-	12-26,7-28-54,5	-	1.504,8
1121	763	Freitas III	" "	852,1	9.322,4	Or	08/83	59,80	3,15	8,23	3.272	644	Granito	Areia	1,7	-	2,9-8-11,8-24,6	-	-
1122	1.006	Catolé	" "	863,0	9.320,8	Or	04/84	60,70	12,10	31,86	1.125	57	Gnaissse	Al.aren.	10,4	-	11,9-13,6-15-29	-	9.560,9
1123	1.009	Cacimba de Baixo	" "	867,7	9.318,4	Or	04/84	60,80	1,10	17,66	3.130	189	"	Al.aren.	3,2	-	8,4-10,3-33,5	-	4.990,6
1124	1.010	Peroba	" "	873,1	9.324,0	Or	05/84	60,00	4,40	34,84	12.000	394	"	Al.arg.	4,2	-	12,3-14,2-16-47,5	-	4.152,2
1125	1.271	Serra Caiada	" "	866,5	9.322,0	Or	08/85	45,50	11,90	12,67	2.400	3.117	Granito	Aren.arg.	0,9	-	13-20-22-25,5	-	-
1126	804	Lagoa Nova II	Riachuelo	850,3	9.359,3	Or	09/83	60,00	6,20	18,15	6.000	500	Gnaissse	Aren.arg.	4,3	-	8,6-28,7-44	-	13.920,0
1127	805	Lagoa Nova III	" "	854,8	9.366,1	Or	09/83	60,00	15,20	32,03	6.000	356	"	" "	2,0	-	11,1-13,3-16-24	-	7.924,8
1128	809	Lagoa Nova IV	" "	855,4	9.361,2	Or	09/83	60,00	8,20	12,35	3.600	867	"	" "	1,3	-	5,8-14,1	-	10.560,0
1129	284	Rcho.da Brilhosa	Santa Cruz	842,5	9.318,5	Or	09/80	45,00	19,10	27,21	2.769	341	"	" "	4,0	-	8,2-19-23,2-42,2	-	3.122,8
1130	463	Chapada II	" "	840,9	9.308,3	Or	09/81	55,00	0,60	11,76	6.000	538	"	" "	1,2	-	3,2-5,1-8,9-12,8	-	5.511,6
1131	696	Chapada	" "	845,0	9.309,9	Or	03/83	60,00	2,26	9,60	9.000	1.226	"	Areia	6,7	-	8,1-12,1	-	19.368,4
1132	697	São Joazquim	" "	831,0	9.310,6	Or	03/83	40,00	3,24	12,80	7.200	753	"	" "	5,9	Tr.Tr.	9,8-12-15,3	Talv.	4.848,0
1133	782	Angicos	" "	830,7	9.324,3	Or	09/83	56,70	1,70	17,72	1.890	112	Granito	Areia ag	8,0	N.Car.	26,0	"	4.076,0
1134	789	Bonsucesso	" "	838,3	9.297,6	Or	09/83	51,50	1,55	23,92	1.531	68	Gnaissse	" "	3,4	-	6,2	-	896,0
1135	792	Cacaroaba	" "	836,3	9.298,5	Or	09/83	60,00	3,80	25,30	900	42	"	" "	5,7	-	9,1-11,9	-	20.096,0
1136	975	Barra S.Geraldo II	" "	824,0	9.311,3	Or	03/84	45,00	3,25	10,41	1.446	202	"	" "	5,0	Lg.Tr.	12,3-18,7-23,8	Talv.	5.632,0
1137	1.155	Boa Nova	" "	821,9	9.310,3	Or	11/84	58,00	9,00	25,20	2.571	918	"	" "	2,2	Tr.Tr.	14,1-17,2	Vert.	4.116,4
1138	329	Preás	Sto.Antonio	883,5	9.296,1	Or	12/80	70,00	12,24	47,48	514	15	"	" "	2,0	-	4,3-14,9	-	10.329,6
1139	331	Cajazeiras	" "	882,0	9.298,7	Or	12/80	53,00	4,00	31,48	3.001	109	"	" "	2,7	-	6,2	-	10.002,8
1140	587	Dois Lajedos	" "	890,5	9.292,2	Or	03/82	60,00	1,20	8,20	4.000	571	"	" "	2,5	-	12,8-20,7	-	2.966,0
1141	590	Lajinhas	" "	898,6	9.298,6	Or	03/82	60,00	2,97	8,22	3.600	686	"	" "	9,0	-	12,2-17	-	3.322,0
1142	625	Serrote	" "	953,0	9.293,0	Or	05/82	60,00	1,90	5,95	3.789	959	"	Al.aren.	3,4	-	8,2	-	13.512,0
1143	622	Rcho.Cameleiras	" "	886,6	9.301,3	Or	05/82	58,00	1,70	15,82	2.250	165	"	Al.aren.	2,0	-	10,7-16,2-28-29	-	7.168,8
1144	866	Arapuã	" "	890,4	9.301,0	Or	11/83	48,00	7,10	25,63	1.142	62	Migmatito	Arg.aren	1,5	-	24,3-36,6	-	8.243,4
1145	410	Michaela	" "	887,2	9.302,0	Or	06/81	60,00	1,00	14,80	4.234	300	Gnaissse	Al.ar.ag	1,2	-	4,6-9-46	-	3.897,2
1146	1.099	Lagoa do Timbauba	" "	891,3	9.224,4	Or	08/84	60,00	3,07	16,85	8.000	1.308	"	Aren.arg	2,5	-	7-9-12-15-19-22-41	-	5.916,2
1147	1.124	Arapuã	" "	888,5	9.299,5	Or	09/84	60,00	3,60	20,48	7.200	426	"	Areia	5,0	-	10-14,2-15,7-18	-	4.475,4

CADASTRO GERAL DOS POÇOS PERFORADOS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO NORTE E PARAIBA

DADOS LOCACIONAIS						DADOS TÉCNICOS DO POÇO						DADOS GEOLÓGICOS, FISIOGRÁFICOS E HIDROQUÍMICOS							
Nº	Nº CAD. EMPRESA PERFOR.	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	COORD. GEOGRAF.		REGIÃO	PERFUR. RAÇÃO POÇO	PRO-FUND. (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	VAZÃO (l/h)	VAZÃO ESPEC. (l/h/m)	ROCHA	MANTO COBERT.		FRATURAS		REL./HID.	RESÍDUO SECO (mg/l)
				LONG.	LATIT.									MATERIAL	ESP.	T.I.P.O.	PROF. INTERSEC.		
1148	1.243	Capim Açú	Santo Antonio	886,3	9.297,4	Or	04/85	60,00	7,50	25,60	1.894	105	Gnaiss	Aren.arg	7,0	-	9,8	-	5.348,4
1149	230	São Domingos II	"	869,8	9.313,4	Or	05/80	40,00	-	-	327	-	"	Al.aren.	5,0	-	15,0	-	-
1150	236	"	"	869,8	9.313,4	Or	06/80	40,00	1,25	25,90	2.769	189	"	Al.ar.ag	2,2	-	12,8-23,0	-	51.125,2
1151	237	"	"	869,8	9.313,4	Or	06/80	40,00	6,68	20,20	4.800	355	"	Argila	6,0	-	-	-	7.050,0
1152	240	Regalia III	"	866,0	9.308,6	Or	06/80	44,00	7,05	36,00	529	18	"	Al.ar.ag	5,0	-	10-18-19-20-28,5	-	5.447,6
1153	500	Bico Doce	S. José Campestre	861,5	9.285,3	Or	11/81	60,00	3,20	8,27	3.000	591	"	Areia	0,4	-	6,9-15	-	19.712,0
1154	504	Quixaba	"	864,5	9.297,4	Or	11/81	60,00	13,74	32,77	900	47	"	Areia arg	2,0	-	7,2-33,7	-	6.706,4
1155	506	Pedra Lisa	"	858,8	9.291,7	Or	11/81	58,00	4,00	25,67	1.074	49	"	Al.aren.	1,4	-	8,5-10,8-25-49,7	-	6.790,8
1156	511	Toco Preto	"	860,5	9.299,6	Or	11/81	48,00	10,15	20,51	1.500	145	"	El.ar.ag	1,5	-	10,7-17,5-36-48	-	3.394,0
1157	716	Marcaça II	"	871,0	9.305,2	Or	06/83	35,00	3,20	19,55	782	47	"	Aren.arg	2,0	-	5,8-25,3	-	4.070,8
1158	770	Serra Vermelha	"	863,3	9.298,4	Or	08/83	50,00	2,90	10,07	6.545	912	"	Areia	5,4	-	14,5-17,2-34,35	-	18.412,4
1159	773	Marcaça	"	871,8	9.303,1	Or	08/83	60,00	3,13	13,83	6.545	611	"	Aren.arg	6,5	-	9,8-14,5	-	11.385,6
1160	780	Curralinho	"	854,3	9.294,1	Or	08/83	60,00	7,00	24,37	1.384	80	"	"	3,2	-	8,25-12,5	-	5.814,4
1161	783	Jacu do Orfão	"	853,3	9.293,5	Or	09/83	60,00	5,70	21,84	2.000	124	"	Areia	4,4	-	11,0-13,2-22,3	-	2.390,8
1162	1.187	Volta do Rio I	"	871,3	9.301,3	Or	01/85	45,60	-	-	14.400	-	"	Aren.arg	1,8	-	4-6-9-19-24-41,6	-	24.717,0
1163	1.188	Volta do Rio II	"	869,2	9.302,0	Or	01/85	27,60	5,55	6,03	8.000	16.667	"	"	5,7	-	9-12-18	-	7.308,0
1164	1.270	São Geraldo	"	866,3	9.307,2	Or	07/85	40,00	2,00	16,64	5.142	364	"	"	3,5	-	6,3-10,8	-	1.270,4
1165	442	Sede	S. Paulo Potengi	859,3	9.346,4	Or	08/81	70,00	18,00	45,10	327	12	"	Areia	5,0	-	22,3-37,3	-	-
1166	686	Boa Vista	"	861,4	9.345,9	Or	02/83	30,50	6,00	12,09	6.000	985	"	Aren.arg	3,0	-	5-8-10-15,6-25,9	-	-
1167	1.064	Santa Maria	"	866,2	9.354,0	Or	07/84	60,00	17,90	20,35	1.674	683	"	Aren.arg	3,0	-	15-18-22-36-46	-	-
1168	1.066	Mangiricão	"	866,3	9.349,7	Or	07/84	60,00	1,55	33,28	1.028	32	"	"	1,0	-	3,5-13,8-21-28	-	3.215,2
1169	691	São João	"	862,9	9.340,1	Or	02/83	39,60	1,00	15,14	5.538	392	"	Areia	6,2	-	11,8-15,0	-	3.782,4
1170	1.067	Cabaço	"	865,4	9.346,1	Or	07/84	60,00	3,00	26,04	2.000	83	"	Arg.aren	3,0	-	18,3-22,5	-	4.450,0
1171	1.241	São Francisco	"	854,2	9.342,8	Or	04/85	60,60	-	-	400	-	"	Aren.arg	11,8	-	5-29-39-42-56-59	-	-
1172	1.257	Santo Estevão	"	864,5	9.338,5	Or	07/85	34,80	1,00	5,44	12.000	2.703	"	"	3,3	-	9,6-15,4-26,5	-	1.665,2
1173	1.269	"	"	866,7	9.338,6	Or	07/85	60,00	5,50	30,12	4.500	183	Granito	Areia	2,0	-	17,3-55,2	-	5.582,2
1174	290	Marajó	São Pedro	-	-	Or	09/80	60,00	12,00	18,90	8.000	1.159	Gnaiss	"	1,3	-	3-4-5-9-11-16-28	-32	6.478,0
1175	334	Lagoa de Feijão	"	870,5	9.356,5	Or	12/80	41,00	0,00	18,30	4.800	262	"	Al.ar.ag	2,8	-	6,60	-	4.561,6
1176	507	Lagoa do Canto	"	873,8	9.351,8	Or	11/81	58,00	3,80	7,93	4.500	1.089	"	Arg.aren	5,0	-	11-22-26-39-46	-	5.378,8
1177	509	Lagoa do Machado	"	871,2	9.353,6	Or	11/81	40,60	2,20	3,32	12.000	10.714	"	Areia	3,0	-	10-14-16-17-25,6	-	8.257,8
1178	529	Nova Palmeira	"	886,2	9.345,9	Or	12/81	58,00	7,80	10,64	7.200	2.535	"	"	3,0	-	11,6-16,8-26,5	-	5.033,6
1179	708	Lameiro	"	879,1	9.354,0	Or	08/83	60,00	12,85	17,74	3.000	613	"	Aren.arg	6,9	-	6-7-12-20-26,4	-	5.700,0
1180	737	Conceição I	"	882,1	9.348,4	Or	06/83	60,00	8,37	18,79	2.181	21	"	"	1,4	-	5-10-13-26-37,5	-	-
1181	758	Serrote	"	880,9	9.346,5	Or	07/83	60,00	6,40	9,92	3.272	929	"	"	5,0	-	10,8-15-21-30,4	-	7.247,2
1182	1.070	Ingá de Sta. Luzia II	São Tomé	808,1	9.338,0	Or	08/84	45,70	-	-	1.800	-	Micaxisto	Areia	0,2	Lg.Ci	11,3-22,6	Talv.	14.006,8
1183	1.250	Riacho de Fora	"	819,2	9.330,9	Or	06/85	60,00	2,12	24,28	1.200	54	"	Aren.arg	3,0	N.Car.	7,3-10-14,2	Vert.	-
1184	547	Tanque	Sen. Eloi Souza	872,8	9.329,1	Or	02/82	60,00	3,20	8,21	3.600	710	Granito	Areia	1,5	-	9,9-11-11,8	-	6.286,8
1185	1.134	Faz. Ubacira	"	868,3	9.329,6	Or	09/84	60,00	8,00	15,18	3.600	501	Gnaiss	"	2,5	-	8,5-12,2-15,3	-	1.962,4
1186	440	Magalhães	Serra S. Bento	858,1	9.285,0	Or	08/81	81,00	1,45	64,00	600	9	Granito	Al.aren.	3,0	-	10-40,7	-	2.015,6
1187	274	Sta. Terezinha III	Serrinhas	876,3	9.305,7	Or	08/80	27,70	4,60	8,05	7.200	2.087	Gnaiss	Aren.arg	5,0	-	15,25-22,5-24	-	2.821,2
1188	394	Bom Parto	"	876,0	9.319,0	Or	05/81	60,00	9,60	22,00	3.130	250	"	Arg.aren	4,3	-	12-18,2-21,4-32	-	8.087,6
1189	395	Espinho	"	875,2	9.309,2	Or	05/81	60,00	6,50	22,98	6.545	390	"	Al.ar.ag	8,0	-	18,4-24,8-32-47	-	6.592,8
1190	423	Bonfim	"	889,1	9.307,4	Or	07/81	68,00	2,00	31,00	2.400	82	"	Aren.arg	1,7	-	9,7-25,6-29	-	3.804,0
1191	426	Serrotão	"	891,1	9.311,7	Or	07/81	60,00	2,10	14,35	3.428	279	"	"	1,7	-	6-9-13-26-36	-	1.340,0
1192	429	Lagoa dos Ovos	"	893,0	9.311,6	Or	07/81	45,70	2,00	22,23	2.057	101	"	"	4,0	-	9,6-18-42,8	-	638,4
1193	445	Aragão	"	870,4	9.305,1	Or	08/81	42,00	4,30	8,12	12.000	3.141	"	"	2,6	-	8,8-13,6-29,2	-	6.994,0
1194	446	Jacumirim	"	883,5	9.302,2	Or	08/81	60,00	2,45	26,20	6.000	209	"	Areia	0,5	-	25-26-26,5-57,2	-	741,2
1195	450	Nova Aliança	"	885,3	9.317,7	Or	09/81	48,00	9,95	33,60	1.500	63	"	Arg.aren	2,0	-	15,28-47,5	-	6.479,6
1196	452	Jacumim dos Bentos	"	877,3	9.305,7	Or	09/81	60,00	2,30	27,73	2.400	123	"	Al.aren	2,0	-	-	-	8.586,0

CADASTRO GERAL DOS POÇOS PERFORADOS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO NORTE E PARAIBA

DADOS LOCAÇÃOAIS						DATA	DADOS TÉCNICOS DO POÇO					DADOS GEOLÓGICOS, FISIOGRÁFICOS E HIDROQUÍMICOS							
Nº	Nº CAD. EMPRESA PERFOR.	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	COORD. GEOGRAF.		REGIÃO	PERFU. RAÇÃO POÇO	PRO-FUND (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	VAZÃO (l/h)	VAZÃO ESPEC (l/h/m)	ROCHA	MANTO COBERT		FRATURAS		REL/HID.	RESÍDUO SECO (mg/l)
				LONG	LATIT.									MATERIAL	ESP	TIPO	PROF INTERSEC.		
1197	453	Riacho de Catana	Serrinha	876,3	9.309,6	Or	09/81	47,00	0,55	19,75	16.000	831	Gnaissse	Areia	5,3	-	8,1-12-24,1	-	1.871,6
1198	599	Bonfim	"	888,7	9.308,2	Or	02/82	60,00	3,50	10,37	4.500	635	"	"	1,4	-	6-11-15-18,3-52	-	1.370,6
1199	566	Jacumirim	"	884,2	9.307,2	Or	02/82	47,00	2,80	3,32	9.000	17.308	"	"	1,5	-	9,5-12,1-45,8	-	22.969,6
1200	630	Cedro	"	870,6	9.306,0	Or	07/82	60,00	9,15	21,89	2.000	157	"	"	4,0	-	10-1,5-27-51,7	-	6.422,0
1201	692	Monte Alegre	"	891,2	9.307,9	Or	02/83	60,00	12,00	38,00	750	29	Migmatito	"	2,0	-	19,2-20,3-30,2	-	3.854,8
1202	813	Cedro	"	874,0	9.306,5	Or	09/83	58,00	2,50	7,09	10.285	2.260	Granito	Areia ag	2,5	-	10-25-29-30-42-47	-	8.628,8
1203	859	Jacumirim II	"	878,6	9.306,6	Or	11/83	60,00	11,10	40,90	533	18	"	Argila	3,0	-	9,2-11	-	7.576,6
1204	1.050	Bom Pasto	"	877,2	9.311,7	Or	07/84	36,60	11,05	12,73	1.800	1.071	Gnaissse	El.ar.ag	8,0	-	24-27-29-30-33	-	7.264,8
1205	1.118	Cedro II	"	874,4	9.305,4	Or	08/84	60,00	4,20	25,56	2.571	120	"	Aren.arg	4,0	-	11,5-27-57	-	-
1206	1.239	Pimenta Suatão	"	892,6	9.310,8	Or	04/85	56,00	1,50	19,16	6.545	371	"	"	1,0	-	8-15,2-22,2-23,3	-	501,0
1207	1.240	Bom Pasto dos Cinésio	"	881,2	9.311,4	Or	04/85	59,00	11,50	27,19	2.571	164	"	"	2,5	-	17,8-40-42,2-56	-	813,0
1208	760	São Pedro II	Sítio Novo	840,3	9.321,0	Or	08/85	60,00	3,22	17,11	2.571	185	"	Areia	5,7	-	12	-	6.109,2
1209	428	Mtão	Taipú	882,6	9.374,4	Or	08/81	60,00	14,00	41,20	1.000	36	Granito	Argila	13,8	-	17,2-19,8	-	-
1210	528	Lagoa Nova	"	871,4	9.382,0	Or	12/81	60,00	6,20	28,65	1.800	90	Gnaissse	Areia	1,8	-	4,7-9,5-11-15,1	-	17.800,0
1211	634	Chichi	"	879,2	9.370,3	Or	08/82	60,00	15,00	23,08	2.250	256	Granito	Areia col	9,0	-	12-15-17,6-22-40	-	3.420,4
1212	372	Picapau II	Tangará	852,0	9.297,0	Or	03/81	42,00	2,00	12,92	3.600	329	Gnaissse	Areia arg	1,5	-	5-8,3-12,5	-	-
1213	689	Mata Fome	"	847,6	9.317,1	Or	02/83	60,00	1,70	25,34	1.894	80	"	"	6,5	-	9,5-19,8-24-37	-	5.736,4
1214	1.037	Baixa do Roçado	"	842,4	9.316,0	Or	07/84	60,00	1,50	7,27	12.000	2.080	"	Areia	3,1	-	4,1	-	3.758,4
1215	1.252	Passagem do Meio	"	856,5	9.311,0	Or	06/85	60,00	5,00	41,93	500	13	Granito	Aren.arg	1,4	-	5,2-8,6-15,2	-	-
1216	1.272	Serrote Preto	"	852,4	9.319,3	Or	08/85	60,00	15,90	32,93	1.000	59	Gnaissse	"	1,0	-	17-45,5	-	7.218,0
1217	294	Cajazeiras	Várzea	906,6	9.296,5	Or	09/80	60,00	4,00	32,00	1.600	57	"	Arg.aren	6,0	-	13,4	-	-
1218	353	Mariza II	"	900,5	9.300,5	Or	02/81	40,00	5,20	17,80	3.130	248	"	Aren.arg	3,2	-	5,4-17,5-24,1-25	-	4.783,2
1219	363	Mirante	Vera Cruz	886,0	9.326,2	Or	03/81	60,00	15,00	30,50	3.600	232	"	Arg.aren	1,8	-	10-14-29-37,9-45	-	4.220,0
1220	384	Jacaré	"	887,0	9.330,2	Or	03/81	50,00	12,00	21,40	7.200	766	"	Argila	1,2	-	18,5-40,5	-	-
1221	387	Lagoa do Jacaré	"	885,7	9.330,3	Or	05/81	48,00	14,60	21,66	6.545	980	"	Arg.aren	1,4	-	32,6-36,8	-	3.723,2
1222	388	São José	"	883,4	9.329,5	Or	05/81	48,00	6,10	18,10	9.000	750	"	"	11,0	-	18-22-26-36,6-44	-	1.366,0
1223	521	Genipapo I	"	889,7	9.329,7	Or	12/81	60,00	3,43	18,86	3.000	194	"	"	6,8	-	15-17-20-26,6-32	-	2.996,4
1224	525	" II	"	889,2	9.329,7	Or	12/81	60,00	3,15	23,38	4.800	236	"	Aren.arg	18,4	-	29-31,1-41	-	1.919,2
1225	798	Santa Cruz	"	883,5	9.329,6	Or	09/83	60,00	5,20	12,26	8.000	568	"	Argila	7,0	-	11,6-21,8-37-44,9	-	4.685,4
1226	1.166	Pitombeira	"	890,3	9.329,6	Or	11/84	60,00	3,00	21,25	6.000	329	"	Argila	5,0	-	16,6-25-41,6	-	-
1227	1.194	Papagaio	"	896,0	9.336,2	Or	01/85	60,00	0,50	22,16	2.250	104	"	Arg.aren	9,4	-	15-18-21-27-30	-	-
1228	1.196	Ponta do Varzea	"	890,3	9.331,4	Or	01/85	48,70	2,00	22,02	4.500	225	"	Arg.aren	23,7	-	25-29,3-33	-	4.091,6
1229	378	Pinturas	Acari	757,0	9.293,6	Oc	04/81	40,00	0,80	16,45	2.880	184	Granito	"	3,7	N.car.	4,8-13-14-16-19	Elev.	1.418,6
1230	772	Pai Mané	"	762,2	9.295,2	Oc	08/83	45,50	0,90	24,72	1.200	46	"	Ar.arg.	2,1	N.car.	3,8	Vert.	2.251,2
1231	1.274	Soledade II	"	765,9	9.297,0	Oc	08/85	58,70	-	-	450	-	Micaxisto	"	5,2	N.Car.	6,6-9,5-30-33	Talv.	-
1232	1.276	Soledade III	"	765,9	9.296,5	Oc	08/85	60,70	5,80	40,18	986	29	"	"	4,7	N.car.	12-15-17-28,7	Vert.	-
1233	1.277	Riachão da Serra	"	766,6	9.296,7	Oc	08/85	60,70	5,00	26,12	1.575	74	"	"	2,5	Ag.Ci.	12-15-17-19-21-24	Talv.	-
1234	340	Pelo Sinal	Angicos	792,0	9.363,0	Oc	01/81	60,00	5,00	24,75	2.250	114	Gnaissse	Aluv.ar.	5,5	Lg.ind.	8,6-9,6-36,6	"	1.479,2
1235	348	Cacimba de Cima III	"	795,5	9.361,5	Oc	02/81	40,50	4,35	27,41	615	27	"	"	6,3	S.fra.	9,8-16,1-39,4	Elev.	2.873,2
1236	386	São Pedro	"	768,5	9.378,5	Oc	05/81	46,00	2,70	4,66	10.285	5.240	Micaxisto	Ar.arg.	4,1	Tr.tr.	4-12-17-22-25-32	Talv.	2.723,6
1237	525	Santo Amaro	"	763,5	9.375,5	Oc	12/81	60,00	3,40	16,90	2.250	167	"	Al.aren.	4,0	Lg.Tr.	7,7-18,2	Vert.	4.328,4
1238	537	Riacho do Crato	"	757,0	9.374,3	Oc	01/82	60,00	2,60	11,97	500	13	"	"	3,0	Ag.Tr.	7-16-24-37-49,2	"	6.693,6
1239	538	Fernando Pedrosa	"	773,4	9.369,7	Oc	01/82	60,00	15,30	11,55	3.000	114	Gnaissse	Ar.arg.	2,0	Tr.Tr.	13-20-24-39-43-47	Elev.	1.657,2
1240	539	Canivete	"	765,2	9.304,5	Oc	01/82	60,00	3,00	53,50	1.300	43	Gnaissse	Aluv.ar.	0,9	N.car.	9,1-23,5-27,1	Talv.	1.216,8
1241	541	Livramento	"	779,8	9.378,1	Oc	01/82	60,00	4,00	27,14	1.800	77	"	Areia	0,8	S.fra.	7-11,3-24,5-34,8	Vert.	2.024,0
1242	542	Bela Vista	"	784,8	9.371,6	Oc	01/82	60,00	5,30	28,92	1.411	55	"	Aluv.ar.	3,0	N.car.	9,2-19,8-37,4	Talv.	10.807,2
1243	938	Ariosa II	"	778,0	9.364,8	Oc	02/84	45,40	4,70	8,30	3.000	833	"	"	0,3	Tr.Tr.	2-5-11-15-17-18	"	14.945,6
1244	275	Triplá I	Caicó	725,5	9.283,2	Oc	08/80	60,00	16,00	45,79	911	33	Granito	" arg.	1,3	S.fra.	3-10-12-39-56	Vert.	495,6
1245	774	Varzea Alegre	"	722,2	9.280,4	Oc	08/83	60,00	3,00	51,39	900	31	Gnaissse	Areia	2,5	Ag.Ci.	6-12-15-30-43,3	Talv.	4.261,6

CADASTRO GERAL DOS POÇOS PERFORADOS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO NORTE E PARAIBA

DADOS LOCACIONAIS						DATA	DADOS TÉCNICOS DO POÇO					DADOS GEOLÓGICOS, FISIOGRÁFICOS E HIDROQUÍMICOS							
Nº	Nº CAD. EMPRESA PERFOR.	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	COORD. GEOGRAF.		REGIÃO	RAÇA POÇO	PRO-FUND. (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	VAZÃO (l / h)	VAZÃO ESPEC. (l / h/m)	ROCHA	MANTO COBERT.		FRATURAS		REL. / MID.	RESÍDUO SECO (mg / l)
				LONG	LATIT.									MATERIAL	ESP.	T I P O	PROF. INTERSEC		
1246	778	Alegre	Caicó	722,7	9.293,2	Oc	08/83	51,60	8,50	25,00	1.241	75	Gnaisse	Areia	1,0	S.fra.	5,6-9-12-15-39,6	Elev.	4.239,6
1247	779	Riacho da Serra	"	-	-	Oc	08/83	54,50	3,58	29,67	9.000	345	"	Ar.arg.	5,6	-	9-12-15-32-38-51	-	940,0
1248	848	Varzea Comprida	"	-	-	Oc	11/83	60,00	12,00	17,10	3.000	588	Granito	Areia	1,8	-	7,5-14,6	-	6.660,4
1249	851	Caiçara do Carneiro	"	728,2	9.280,3	Oc	11/83	60,00	4,00	-	270	-	Micaxisto	"	1,8	-	7,9-29	-	-
1250	854	São Bernardo	"	722,2	9.284,6	Oc	11/83	60,00	31,00	37,00	1.285	214	Gnaisse	"	0,8	Lg.id.	7,4-18-52-57-60	Talv.	2.100,0
1251	857	Caraibeira	"	717,3	9.290,1	Oc	11/83	60,00	3,50	11,58	3.600	445	"	Arg.ar.	2,0	Tr.Tr.	4,5-17-20-22,3	"	4.063,8
1252	857	Mulunguzinho	"	716,6	9.292,8	Oc	11/83	58,00	9,00	19,41	3.000	288	Migmatito	Argila	0,7	N.car.	3,8-15-26,8-50,7	"	8.319,0
1253	887	Cacimba de Cima	"	716,3	9.302,9	Oc	12/83	60,00	3,00	11,71	3.600	413	"	Ar.arg.	4,1	Tr.Tr.	9,7-15-27,3-32,5	"	436,4
1254	891	Morada Nova	"	707,8	9.272,6	Oc	12/83	40,00	7,00	16,94	3.600	362	Granito	Argila	1,4	Ag.Tr.	7,4-10,6-15-27	"	920,6
1255	893	Serraria II	"	724,6	9.286,8	Oc	12/83	58,00	20,10	24,16	3.000	721	Gnaisse	Areia	1,2	Tr.Tr.	20-32,2-37	"	2.466,0
1256	894	Caboclo	"	715,2	9.297,9	Oc	12/83	60,00	6,00	11,26	10.285	1.955	"	Arg.ar.	3,7	N.car.	15-20,4-27-32	"	553,8
1257	1.011	Castelo Engady	"	709,5	9.284,5	Oc	05/84	60,00	3,00	32,46	1.500	351	"	Areia	5,9	S.fra.	7,2-37,1	Vert.	690,0
1258	1.012	Boa Vista	"	719,4	9.282,9	Oc	05/84	60,00	2,10	40,21	782	21	"	"	0,9	S.fra.	5,2-8,1-35,8-44	Elev.	1.664,6
1259	1.016	Sitio Serrote	"	711,5	9.286,3	Oc	05/84	60,00	10,50	23,81	3.000	225	"	Arg.ar.	1,1	N.car.	6,0-32	Talv.	1.208,8
1260	1.022	Sitio Oiticaica	"	708,8	9.270,4	Oc	06/84	60,00	6,50	35,77	947	32	Granito	"	5,3	N.car.	6,3	"	470,4
1261	1.060	Umari	"	726,8	9.272,8	Oc	07/84	60,70	5,90	9,85	4.000	1.018	Micaxisto	Ar.arg.	4,9	Tr.Tr.	11,2-20,3	"	968,0
1262	1.097	Barra de Espingarda II	"	720,9	9.277,4	Oc	08/84	58,00	1,50	22,85	2.250	105	Gnaisse	"	3,0	N.car.	8,4-9,9	"	1.270,4
1263	1.104	Mulunguzinho	"	702,6	9.277,5	Oc	08/84	45,00	2,00	23,35	8.000	705	Calcario	"	3,9	Tr.Tr.	6-10,4-16,4-32,1	"	1.326,8
1264	1.129	Alegre	"	722,1	9.294,7	Oc	09/84	60,00	1,50	30,60	720	25	Gnaisse	"	1,0	Ag.Ci.	9-12-15,3	"	1.487,4
1265	1.136	Espinheiro	"	732,4	9.289,5	Oc	09/84	60,00	1,50	26,23	1.384	56	Calcário	Argila	1,9	S.fra.	8,5-12,2-15,2	Vert.	2.769,0
1266	1.175	Domingo	"	723,3	9.303,6	Oc	12/84	60,00	5,00	11,30	4.500	714	Gnaisse	Ar.arg.	4,0	Lg.Id.	10,8-18-24,2	Talv.	3.939,6
1267	1.061	Xique-xique	Carnauba Dantas	771,0	9.274,4	Oc	07/84	60,60	0,40	13,46	3.789	273	Quartzito	-	-	Tr.Tr.	25,1-37,9	"	926,0
1268	1.224	Carnauba de Baixo	"	772,9	9.276,0	Oc	02/85	60,60	5,00	22,92	1.200	67	"	Areia	3,0	S.fra.	11-15-18-30-33-	Elev.	786,4
1269	1.063	Sitio Jardim	Cruzeta	739,6	9.294,4	Oc	07/84	60,60	9,80	13,41	4.000	1.108	Micaxisto	Ar.arg.	1,0	Tr.Tr.	7,6-13-16,3-20,9	Talv.	741,8
1270	1.219	Pau Lagoa	"	742,1	9.295,9	Oc	02/85	60,00	-	-	1.000	-	"	"	3,0	Tr.Tr.	8,3-10-23,2-51,3	Vert.	-
1271	993	Tamandaré	Currais Novos	772,0	9.312,7	Oc	04/84	50,00	4,50	20,82	6.000	368	Migmatito	"	0,8	N.car.	6-8-11-13-17-26	"	815,8
1272	1.003	Lagoinha	"	767,2	9.317,9	Oc	04/84	60,00	5,70	20,06	9.000	627	Micaxisto	"	2,5	Tr.Tr.	3,8-13,4-35,3	Elev.	1.106,8
1273	1.013	Faz.Furna da Onça	"	764,4	9.317,2	Oc	05/84	40,00	2,50	7,00	12.000	2.609	"	Arg.ar.	1,0	Tr.Tr.	10,2-16,8-22,8	Talv.	935,4
1274	1.181	Morada Nova	"	782,1	9.309,8	Oc	12/84	60,00	8,50	29,40	1.800	86	"	Ar.arg.	2,4	Lg.Ci	8,4-21,3-32,4	"	1.428,8
1275	1.182	Saco dos Veados	"	770,1	9.337,6	Oc	12/84	60,00	3,00	26,00	1.664	73	Gnaisse	"	1,5	S.fra.	7,4-22,6-43,8	Elev.	1.105,0
1276	1.184	Catunda	"	787,2	9.323,8	Oc	12/84	60,00	6,50	24,10	1.600	91	Micaxisto	Areia	4,0	Ag.Ci	14,3-20,2	Talv.	3.652,0
1277	1.185	Tamandaré II	"	771,7	9.313,6	Oc	12/84	60,00	2,50	13,06	2.880	263	Migmatito	"	1,5	Ag.Ci	5,7-10,4	"	636,0
1278	1.228	Trangola	"	768,2	9.320,1	Oc	02/85	52,00	9,50	11,23	3.000	1.734	"	Ar.arg.	1,8	Tr.Tr.	13,8-17,8	Vert.	875,0
1279	1.225	Jacu IV	Equador	754,8	9.236,3	Oc	02/85	60,00	-	-	300	-	Quartzito	Al.aren.	3,0	S.fra.	11,6	Elev.	-
1280	673	Sede	"	752,2	9.231,8	Oc	12/82	60,60	3,70	30,36	1.440	54	Micaxisto	Ar.arg.	5,0	S.fra.	5,8	"	2.251,2
1281	631	Condado	Florânia	742,2	9.322,2	Oc	07/82	60,00	1,20	36,95	900	25	Gnaisse	Al.aren.	10,5	Lg.Ci	17,6-23,1	Talv.	1.233,3
1282	632	Ipueira	"	740,9	9.313,6	Oc	07/82	60,00	0,65	30,43	1.664	56	"	Ar.arg.	9,6	Ag.Ci	15,45-30	"	646,0
1283	1.081	Patacorô	"	746,4	9.315,9	Oc	08/84	60,00	1,90	9,05	4.235	592	"	Areia	0,9	Tr.Tr.	8-9-19-19,8-23,5	"	1.081,0
1284	569	Lagoiro	Ipanguaçu	738,8	9.383,1	Oc	02/82	60,00	8,09	33,60	2.800	109	"	Al.arg.	1,2	N.car.	12,8-14,6-16,5	"	1.189,6
1285	576	Santa Quixaba II	"	745,4	9.366,3	Oc	02/82	60,00	2,92	44,90	680	14	"	Areia	2,0	Ag.Ci.	12,5	"	3.102,5
1286	619	Lagoiro II	"	738,8	9.383,1	Oc	05/82	81,70	7,80	10,85	3.272	1.073	"	-	6,0	N.car.	15,4-16-19-23-34	"	-
1287	977	Carnauba	Ipueiras	693,4	9.250,9	Oc	03/84	45,00	2,50	24,75	4.500	202	"	Argila	2,2	Lg.Tr.	7,2-18,8-40,3	"	639,0
1288	979	Volta da Jurema	"	693,5	9.249,8	Oc	03/84	58,00	21,00	38,10	782	46	"	-	-	S.fra.	19,9-27,1-52	Vert.	428,2
1289	1.082	Boa Esperança	"	695,6	9.248,4	Oc	08/84	63,00	0,50	36,82	782	21	"	Col.ar.	2,5	Ag.Ci	11,5-59	Talv.	1.604,0
1290	1.222	Currais Novos	Jardim Seridó	752,6	9.268,3	Oc	02/85	60,00	1,50	11,28	7.200	736	Micaxisto	Ar.arg.	2,5	Tr.Tr.	5,8-7	Vert.	5.049,0
1291	603	Cacimba	Jucurutu	727,6	9.351,1	Oc	04/82	60,00	2,40	19,58	2.666	155	"	Arg.ar.	8,6	Ag.Ci.	11	"	2.282,8
1292	1.026	Sitio Poção	Curo Branco	725,6	9.259,9	Oc	06/84	60,00	1,00	14,15	3.600	264	"	Argila	8,8	Lg.ind	9,8	Talv.	1.772,8
1293	1.059	Esquincho	"	726,3	9.254,4	Oc	07/84	60,00	1,00	21,72	7.200	346	"	Ar.arg.	-	Ag.Ci	6,8-18,9	"	581,0
1294	1.062	São Roque	"	737,4	9.260,7	Oc	07/84	60,00	2,60	35,76	900	27	"	"	2,0	Lg.Ci	15-46	"	1.807,0

CADASTRO GERAL DOS POÇOS PERFORADOS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO NORTE E PARAIBA

DADOS LOCAÇÃOAIS						DADOS TÉCNICOS DO POÇO					DADOS GEOLÓGICOS, FISIOGRÁFICOS E HIDROQUÍMICOS								
Nº	Nº CAD. EMPRESA PERFOR.	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	COORD. GEOGRAF.		PERFU. RACÃO POÇO	PRO-FUND. (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	VAZÃO (l/h)	VAZÃO ESPEC (l/h/m)	ROCHA	MANTO COBERT.		FRATURAS		REL./HID.	RESÍDUO SECO (mg/l)	
				LONG	LATIT.								MATERIAL	ESP.	T I P O	PROF. INTERSEC			
1295	1.215	Carnaubinha	Ouro Branco	735,2	9.259,2	Oc	02/85	60,00	7,00	53,36	409	16	Micaxisto	Areia	0,8	S.fra.	11,6-17,3-26-52	Elev.	684,0
1295A	981	Riacho da Madeira	Parau	705,2	9.336,1	Oc	03/84	57,00	3,70	16,85	6.545	498	Granito	Ar.arg.	1,4	S.fra.	5-16-19-22-41-56	"	3.539,2
1296	407	Varzante	Parelhas	770,5	9.259,0	Oc	06/81	52,00	4,00	32,09	2.400	80	Micaxisto	Al.aren.	1,3	S.fra.	18-24-34,7-37,1	"	2.614,0
1297	598	Riacho do Boi	"	772,9	9.261,6	Oc	03/82	48,50	5,00	10,31	9.000	1.695	Quartzito	Areia	1,0	Tr.Tr.	5,2-10-12,5-21,4	Talv.	1.170,0
1298	599	Olho d'Água do Boi	"	771,9	9.249,6	Oc	03/82	60,00	2,00	15,58	5.538	408	Micaxisto	Al.aren.	1,0	Ag.Ci.	4,8-17,3-44,2	Vert.	3.769,2
1299	600	Salgadinho	"	771,6	9.263,6	Oc	03/82	45,00	6,36	13,77	2.181	292	"	Areia	5,0	Tr.Tr.	11,2-39	Talv.	302,8
1300	680	Santo Antonio II	"	767,8	9.269,8	Oc	01/83	36,70	3,36	14,94	2.057	168	"	Al.aren.	3,6	Ag.Tr.	17,8-20,2-29,8	Vert.	1.307,2
1301	703	Retiro II	"	771,2	9.253,2	Oc	03/83	60,00	1,00	1,80	1.636	2.045	"	Ar.arg.	7,8	Ag.Ci.	14-18,8-55,6	"	994,4
1302	727	Volta do Rio	"	771,7	9.254,4	Oc	06/83	36,00	3,60	18,87	24.000	1.561	"	Areia	3,6	Tr.Tr.	8,7-11,1-15,5-33	Talv.	574,6
1303	728	Sobradinho	"	769,1	9.251,7	Oc	06/83	54,50	6,50	10,23	3.000	804	"	"	3,5	Tr.Tr.	9,5-11,2-12	"	-
1304	733	Cachoeira I	"	758,9	9.267,6	Oc	07/83	45,00	2,38	26,64	1.000	4	Granito	"	1,0	Ag.Ci.	22,1-41,3	"	-
1305	841	Sede IV	"	759,1	9.257,0	Oc	10/83	50,00	12,26	26,00	18.000	1.310	Quartzito	Col.ar.	2,3	N.car.	8-9-11-13-18-25	Elev.	335,4
1306	855	Sede II	"	759,5	9.257,7	Oc	11/83	72,00	11,72	23,86	3.000	247	"	Col.ar.	0,9	N.car.	3-9-14-21-25-31	"	777,0
1307	864	Sobradinho II	"	759,9	9.263,0	Oc	11/83	69,50	4,55	15,30	2.570	239	Micaxisto	Ar.arg.	7,3	Lg.id.	9,6-13,9-56,6	Talv.	860,0
1308	870	Cachoeira	"	756,2	9.267,3	Oc	11/83	60,00	11,50	30,00	1.400	76	Granito	"	1,1	Ag.Ci.	6-19-28-30-34-50	"	494,2
1309	879	Sede V	"	759,3	9.257,7	Oc	12/83	48,00	16,40	23,00	1.600	242	Quartzito	Al.aren.	2,9	Tr.Tr.	6-15-19-29-31-33	Vert.	777,4
1310	892	Sede VII	"	758,7	9.257,0	Oc	12/83	54,00	0,80	27,10	14.400	547	"	Col.aren.	5,8	N.car.	8-10-11-15-24-32	Elev.	1.061,0
1311	970	Olho D'Água do Boi	"	751,2	9.249,4	Oc	03/84	60,00	4,50	22,50	1.500	83	Micaxisto	Areia	1,5	Lg.Ci.	5,3-7,4	Talv.	888,4
1312	971	Malhada Vermelha	"	762,3	9.246,5	Oc	03/84	60,00	9,50	38,86	546	18	"	"	5,4	S.fra.	9,1-10,7-19,2	Elev.	4.976,6
1313	973	Preás I	"	765,5	9.250,8	Oc	03/84	60,00	4,70	54,33	3.600	121	"	"	12,7	S.fra.	19-23,5	"	2.172,0
1314	1.195	Cruz do Monte I	"	758,3	9.259,7	Oc	01/85	70,00	4,70	28,20	1.142	48	"	"	1,5	S.fra.	7,2-10,5-13,6	"	2.009,8
1315	1.200	Cruz do Monte II	"	750,2	9.260,0	Oc	01/85	60,00	4,20	19,57	5.142	334	"	"	0,4	S.fra.	6,2-9,3-37,3	Vert.	3.368,4
1316	1.211	Boa Vista dos Negros	"	750,8	9.268,2	Oc	01/85	60,00	3,00	10,58	2.578	340	"	Al.aren.	4,0	Lg.id.	14,3-16,5	Talv.	1.288,2
1317	1.214	Sussuarana IV	"	752,7	9.272,7	Oc	01/85	60,00	3,50	38,28	500	14	Gnaissse	Areia	1,7	Ag.Ci.	11-19,4-35,8-46	Vert.	1.419,8
1318	1.265	Cinzeno	"	771,9	9.251,8	Oc	07/85	60,70	1,45	30,05	1.107	39	Micaxisto	"	4,3	S.fra.	8-11	Elev.	1.189,6
1319	1.273	Notumbo	"	769,0	9.262,8	Oc	08/85	60,00	1,70	16,35	2.065	142	"	Ar.arg.	4,0	Ag.Ci.	13,8-25,4	Talv.	-
1320	1.275	Jaramataia	"	771,1	9.261,1	Oc	08/85	60,00	-	-	200	-	"	"	4,0	S.fra.	18,3-21,5	"	-
1321	1.278	Riacho do Boi II	"	772,8	9.261,2	Oc	08/85	29,00	0,50	5,70	9.000	1.731	Quartzito	-	-	Tr.Tr.	3,6-16,2	"	-
1322	1.279	Tapera	"	773,9	9.247,2	Oc	08/85	61,00	15,00	42,17	2.000	74	Micaxisto	Ar.arg.	1,9	Ag.Ci.	10,6-21,2-43-57	"	-
1323	695	S.José II	Pedro Avelino	786,1	9.382,1	Oc	03/83	60,00	2,10	5,52	3.600	1.053	Gnaissse	Areia	2,7	Lg.Tr.	6,0	"	1.187,2
1324	836	Sto.Estevão	"	786,9	9.380,3	Oc	10/83	60,00	16,00	16,64	5.142	8.034	"	"	0,7	Tr.Tr.	13-17-18-25-36,9	"	-
1325	840	Sede	"	789,6	9.388,0	Oc	10/83	60,00	2,50	9,98	8.000	1.069	"	"	1,4	Lg.Tr.	8,5-21-23	Vert.	5.260,0
1326	909	Sto.Estevão III	"	787,2	9.381,5	Oc	01/84	40,00	3,50	5,60	4.500	2.143	"	"	1,7	Tr.Tr.	5,8-11,8-17,4-35	Talv.	9.665,4
1328	677	São Bento	Santana Seridó	752,0	9.254,3	Oc	01/83	60,50	2,20	25,40	2.000	86	Micaxisto	Ar.arg.	5,0	S.fra.	8,-12,9-36,1	Vert.	609,6
1329	532	Fidelis	S.J.do Sabugi	706,1	9.265,3	Oc	01/82	60,00	5,78	54,50	1.200	42	Gnaissse	Areia	3,0	Ag.Ci.	35,1	Talv.	917,2
1330	819	Viração	S.J.do Seridó	733,0	9.285,1	Oc	10/82	60,00	6,70	53,10	514	19	Micaxisto	Argila	4,6	Tr.Tr.	6,7-10-13-15-17,2	Vert.	1.489,0
1331	1.076	Olho D'Água	"	751,4	9.283,7	Oc	08/84	60,00	1,80	29,99	1.500	53	Gnaissse	Areia	2,8	N.car.	5-9,5-37,1-52	Talv.	277,0
1332	820	Tapera	"	735,0	9.268,2	Oc	10/83	40,00	2,40	14,75	24.000	1.943	Micaxisto	Ar.arg.	2,6	Tr.Tr.	6,7-10-13-15-17	Vert.	791,2
1333	1.085	Vaca Braba	São Vicente	752,2	9.304,0	Oc	08/84	60,00	1,85	51,00	1.285	44	"	"	2,5	Ag.Ci.	11-18-20-30-33	"	1.467,4
1334	806	Sombrio	S.Negra Norte	670,6	9.273,1	Oc	09/83	60,00	2,82	10,40	3.789	500	Gnaissse	Areia	4,4	Lg.ind	8-11,2-14,1	Elev.	858,4
1335	810	Saco de Feijão	"	671,3	9.273,0	Oc	09/83	60,00	4,60	56,70	514	16	"	Ar.arg.	7,7	S.fra.	33,6	Talv.	535,6
1336	868	Sede II	"	677,2	9.263,2	Oc	11/83	60,00	7,00	27,55	3.000	284	Granito	"	1,0	N.car.	6,5-22,2-23,3-35	Vert.	1.062,2
1337	946	Solidão I	"	688,3	9.272,3	Oc	02/84	46,40	8,00	24,11	1.800	112	Gnaissse	Areia	1,3	S.fra.	11-22,2-39	Elev.	524,2
1338	948	Solidão II	"	688,9	9.270,1	Oc	02/84	60,00	4,00	9,90	4.500	763	"	"	1,8	Tr.Tr.	7,4-11,3-31,2	Talv.	626,0
1339	952	Solidão III	"	691,3	9.270,2	Oc	02/84	52,00	4,50	7,06	4.500	1.758	Granito	"	7,0	Lg.Tr.	11-15-17-21-28,1	Vert.	757,0
1340	1.107	Floresta	"	675,3	9.275,5	Oc	08/84	32,00	1,50	18,25	3.600	215	Gnaissse	Ar.arg.	4,0	Lg.Tr.	7,7-12,8-27	Talv.	352,0
1341	1.260	Saudade	"	688,0	9.282,8	Oc	07/85	60,70	0,00	57,84	500	13	"	"	4,5	-	11,5-26-45	-	982,8
1342	1.141	Arca de Raimundo	Água Nova	577,6	9.314,0	Oc	10/84	48,60	2,27	12,93	3.272	307	"	"	1,5	-	6-10-11-21-28-31	-	574,0
1343	751	Ombe	Alexandria	600,4	9.294,1	Oc	07/85	60,00	0,30	15,29	3.000	231	"	"	0,1	-	4,8-26-28-53-55	-	1.149,2

CADASTRO GERAL DOS POÇOS PERFURADOS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO NORTE E PARAIBA

DADOS LOCAÇIONAIS						DADOS TÉCNICOS DO POÇO						DADOS GEOLÓGICOS, FISIOGRÁFICOS E HIDROQUÍMICOS							
Nº	Nº CAD EMPRESA PERFUR.	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	COORD. GEOGRAF.		REGIÃO	PERFU- RAÇÃO POÇO	PRO- FUND. (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	VAZÃO (l/ h)	VAZÃO ESPEC. (l/h/m)	ROCHA	MANTO COBERT.		FRATURAS		REL./ HID.	RESÍDUO SECO (mg/l)
				LONG	LATIT									MATERIAL	ESP.	TIP C	PROF		
1344	755	Riacho do Meio	Alexandria	605,9	9.297,1	Oc	07/83	40,00	10,00	10,69	1.600	2.318	Gnaiss	Ar.arg.	0,7	-	3.8-13,1-27,8	-	2.298,0
1345	765	Malhada Branca	"	601,4	9.287,2	Oc	08/83	60,00	1,88	9,53	3.600	461	"	Areia	4,3	-	10-15-18,9-22-23	-	1.021,2
1346	771	Riachão	"	607,0	9.302,0	Oc	08/83	30,50	19,40	22,30	36.000	12.413	"	Ar.arg.	3,6	-	7-12-16-17-22-24	-	1.659,6
1347	901	Baixa Verde	"	612,0	9.299,9	Oc	01/84	60,00	5,55	24,65	3.000	156	"	"	2,7	N.car	16,8-27,9-42-45,2	Elev.	1.136,0
1348	972	Baixio I	"	608,8	9.292,1	Oc	03/84	45,10	4,59	26,41	1.200	55	"	Arg.ar.	5,6	-	8,1-11,2-39-42,6	-	441,2
1349	976	Baixio II	"	608,8	9.292,1	Oc	03/84	60,00	9,70	51,67	1.167	50	"	"	5,0	-	7,8-10-34,3-36-41	-	555,8
1350	995	Pendência	"	612,8	9.292,9	Oc	04/84	60,60	2,95	53,68	1.600	52	Granito	Ar.arg.	16,0	N.car	17,5-19,6-30,8	Talv.	499,6
1351	1.018	Cajás	"	608,1	9.294,6	Oc	06/84	75,70	11,85	50,56	1.350	72	Gnaiss	"	0,8	-	6,8-12,6-25-27	-	1.202,2
1352	1.021	Serrote Vermelho	"	609,2	9.291,6	Oc	05/84	60,60	4,25	6,04	4.235	2.365	"	"	5,0	-	8,2-17,4-19,2	-	138,8
1353	1.083	Sítio Jatobá	"	604,9	9.295,6	Oc	08/84	70,00	2,50	56,42	1.285	38	"	"	3,6	-	11-18,2	-	1.358,0
1354	1.248	Munizoba	"	607,4	9.286,2	Oc	05/85	40,40	16,10	22,80	1.028	153	"	-	-	-	4,9-8-12-27-29	-	781,8
1355	482	Caetano	Almino Afonso	632,6	9.316,9	Oc	10/81	40,00	2,70	22,12	5.538	285	"	-	-	Tr.Tr	10,2-13,3-32,4	Talv.	671,6
1356	580	Nilópolis	"	637,9	9.320,2	Oc	03/82	40,00	2,00	2,92	12.000	13.043	"	Areia	1,0	Tr.Tr	4,8-11-15-17	Vert.	413,2
1357	756	Croatá	"	642,3	9.317,5	Oc	07/83	42,50	4,00	50,00	10.285	395	Granito	Ar.arg.	11,0	N.car	14-18,6-21-25,3	Talv.	561,2
1358	814	Poço	"	638,7	9.323,7	Oc	07/83	60,00	4,20	17,33	8.000	609	Gnaiss	"	4,8	Tr.Tr	8,5-34,3-42,5	"	1.146,4
1359	821	Caraubas Torta	"	641,8	9.321,3	Oc	10/83	60,00	4,30	10,61	10.285	1.630	Granito	"	6,5	N.car	11,5-14,3-20,1	Vert.	1.232,6
1360	1.088	Riacho Logradouro	"	632,3	9.324,8	Oc	08/84	42,60	1,20	24,96	692	29	Gnaiss	"	0,5	Lg.id	3,6-29,6-30,4	Talv.	2.086,2
1361	1.092	Radiador	"	635,1	9.331,3	Oc	08/84	60,00	1,08	27,10	1.894	73	"	-	-	Lg.id	7,6-29,1-45	"	491,8
1362	1.135	Sede	Antonio Martins	621,9	9.313,5	Oc	09/83	60,00	5,70	53,28	1.000	36	"	Ar.arg.	6,0	S.fra	10-14-21-27-30-48	"	1.288,2
1363	1.138	Sede I	"	621,7	9.313,2	Oc	10/84	60,00	0,69	11,34	4.235	352	"	"	3,5	Lg.Tr	8-9-12,6-24-26	"	-
1364	1.152	Santa Rosa II	Apodi	637,1	9.367,0	Oc	11/84	60,00	2,60	56,05	620	19	"	Arg.ar.	8,6	Lg.Ci	11,6-29	"	11.308,0
1365	1.153	" " III	"	636,4	9.365,2	Oc	11/84	63,00	3,05	29,82	1.440	54	"	"	4,7	S.fra	9,5	Talv.	-
1366	1.158	Lagoa Rasa II	"	638,7	9.367,1	Oc	11/84	63,50	17,34	41,30	436	18	"	"	2,7	S.fra	5-9-43,7-49	"	1.052,4
1367	1.159	Santa Cruz	"	634,1	9.363,3	Oc	11/84	63,50	4,70	15,88	3.000	268	"	"	7,2	Ag.Ci	8,4-48,8-60,5-62	"	1.209,8
1368	280	Monte Alegre	Augusto Severo	682,4	9.332,3	Oc	08/80	30,00	0,0	19,30	9.863	511	"	Argila	2,0	Lg.Id	4,2-7,5-8,6-18	"	644,8
1369	289	" " I	"	684,4	9.332,3	Oc	09/80	40,00	-	-	450	-	"	-	-	S.fra	5,6-7-8,5-11-12,6	Elev.	-
1370	711	Uruguaiana	"	673,0	9.357,7	Oc	04/83	63,50	7,50	28,29	600	28	"	Areia	2,7	Tr.Tr	11,5-13,6	Talv.	1.274,0
1371	1.077	Pimenta	"	682,5	9.363,1	Oc	08/84	60,00	1,00	12,17	9.000	806	Migmatito	Ar.arg.	4,0	Tr.Tr	10,2-12,4-35,8-42	"	690,4
1373	1.144	Fortaleza II	Caraubas	648,0	9.364,3	Oc	10/84	60,00	2,00	8,23	4.235	680	Gnaiss	"	5,0	Tr.Tr	8-9,9-13,3-50,7	"	-
1374	1.126	Merejo de Cima	Dr. Severiano	564,3	9.320,5	Oc	09/84	60,00	1,00	21,68	8.000	385	Granito	Arg.ar.	4,6	-	18-20-21-23-29-52	-	1.303,0
1375	1.128	Merejo de Baixo	"	567,0	9.313,0	Oc	09/84	60,00	3,00	26,78	1.896	80	"	Ar.arg.	14,5	-	16,6-17,7-23,2-54	-	488,6
1376	1.130	Sede	"	569,2	9.326,5	Oc	09/84	60,00	1,60	13,27	3.272	280	"	Arg.ar.	5,8	-	12,6-16	-	597,8
1377	663	Cantinho	Encanto	568,5	9.320,8	Oc	12/82	40,00	0,10	4,15	9.000	2.118	"	Ar.arg.	3,7	-	6,4-25,9-32,2	-	556,0
1378	1.089	Pé de Serra	Frutuoso Gomes	625,6	9.322,6	Oc	08/84	64,00	3,50	43,12	562	14	Gnaiss	"	5,4	S.fra	16-25-59	Elev.	1.690,4
1379	1.137	Compasso	"	630,4	9.315,9	Oc	10/84	60,00	1,65	-	300	-	"	"	4,1	S.fra	6,1-17,2-18-20-30	Vert.	-
1380	1.178	Mamoeiro I	"	628,5	9.315,3	Oc	12/84	60,70	0,90	29,48	409	14	"	Arg.ar.	3,5	S.fra	6-9-23,7	Elev.	-
1381	1.180	Eixu	"	632,4	9.319,8	Oc	12/84	60,80	5,00	25,72	3.272	175	"	"	8,2	Ag.Ci	10,8-15,9-25,3	Vert.	532,0
1382	842	Caraubas	Fco. Dantas	597,0	9.328,5	Oc	10/83	63,00	2,50	40,43	6.300	166	"	Ar.arg.	3,5	-	9,7-10,9-12,3	-	888,0
1383	844	Cachoeirinha	"	603,6	9.331,3	Oc	11/83	60,00	3,00	40,51	750	20	Granito	Argila	5,5	-	7,1	-	1.105,2
1384	853	Uberaba	"	597,6	9.329,0	Oc	11/83	60,00	10,70	29,38	2.000	107	Gnaiss	Arg.ar.	3,0	-	8-14-15-22,5-27,1	-	1.447,6
1385	1.173	Alegre II	"	601,8	9.323,7	Oc	12/84	51,00	2,30	9,11	1.714	252	"	Ar.arg.	4,8	-	9-12-15-24-28-36	-	338,4
1386	1.139	Reforma	Itau	627,3	9.352,1	Oc	10/84	65,00	3,10	26,30	1.358	58	Granito	-	0,0	Lg.Ci	2-7-13-22-37-59	Talv.	998,0
1387	466	Perdigão de Cima	Jandui	664,5	9.345,8	Oc	09/81	60,00	2,00	40,20	600	16	Migmatito	Al.aren.	1,2	Ag.Ci	10,7-27,5	"	5.656,0
1388	477	Suquinho II	"	661,6	9.355,7	Oc	10/81	36,00	1,60	22,25	2.400	116	Granito	Areia	1,3	Lg.Tr	12,6-15,3	"	1.152,0
1389	684	Espalha	"	677,7	9.337,1	Oc	01/83	60,50	7,00	28,20	1.500	71	"	Ar.arg.	4,4	N.car	7,2-8,6	Vert.	379,2
1390	764	Espalha II	"	661,1	9.337,1	Oc	08/83	60,00	3,65	11,72	3.150	387	"	"	3,3	N.car	8,1-14-19	Talv.	1.326,4
1391	903	Major Felipe	José da Penha	577,0	9.295,0	Oc	01/84	60,00	7,50	27,72	2.571	251	Gnaiss	"	3,0	-	5,6-33,2	-	2.088,8
1392	910	Arapuã	"	568,6	9.294,9	Oc	01/84	63,80	4,40	40,51	857	24	"	"	3,8	-	6,3-8,6-22,7-62,5	-	2.101,2
1393	1.229	Barra do Catolé	"	580,9	9.305,3	Oc	02/85	60,60	6,60	28,26	1.800	83	"	"	1,4	-	25,4-30,8	-	3.593,2

CADASTRO GERAL DOS POÇOS PERFORADOS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO NORTE E PARAIBA

DADOS LOCAÇÃOAIS						DATA	DADOS TÉCNICOS DO POÇO					DADOS GEOLÓGICOS, FISIOGRÁFICOS E HIDROQUÍMICOS									
Nº	Nº CAD. EMPRESA PERFOR.	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	COORD. GEOGRAF.		REGIÃO	PERFU. RAÇÃO POÇO	PRO-FUND. (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	VAZÃO (l/h)	VAZÃO ESPEC. (l/h/m)	ROCHA	MANTO COBERT.		FRATURAS		REL/HID.	RESIDUO SECO (mg/l)		
				LONG	LATIT									MATERIAL	ESP.	TIPO	PROF. INTERSEC.				
1394	523	Serrote do Norte	Lucrecia	628,5	9.327,9	Oc	12/81	60,00	2,50	24,44	1.000	45	Gnaissse	Al.aren.	5,5	Lg.Tr.	9,0	Talv.	813,6		
1395	536	Tanquinho	"	633,7	9.325,6	Oc	12/81	60,00	0,70	20,64	9.000	424	"	Areia	1,2	Tr.Tr.	11,7-29,4-40-55	"	1.593,0		
1396	752	Galeão	Marcelino Vieira	590,8	9.303,7	Oc	07/83	41,80	1,70	26,90	18.000	629	Granito	Ar.arg.	2,6	-	4,1-12-38-39,5	-	810,0		
1397	1.234	Vaca Morta	"	587,5	9.308,6	Oc	02/85	60,70	6,15	28,14	4.500	205	Gnaissse	Areia	2,8	-	10,9-18,5-28	-	477,0		
1398	483	Recreio	Patu	651,1	9.325,3	Oc	10/81	21,00	4,90	15,71	533	49	Granito	Arg.ar.	5,5	N.car.	9,8-13,7	Elev.	-		
1399	637	Lages II	"	651,0	9.332,9	Oc	09/82	60,00	3,53	38,17	600	17	"	Ar.arg.	1,4	S.fra.	1,2-6,4	Taly.	-		
1400	430	Alto São Geraldo	Pau dos Ferros	588,1	9.326,3	Oc	08/81	60,00	1,26	34,65	620	18	"	arg.ar.	6,7	-	9-16-19-21-51-49	-	2.283,2		
1401	431	Poço Comprido	"	583,9	9.330,2	Oc	08/81	60,00	3,00	31,33	3.600	127	"	Al.arg.	1,4	-	5-21-25-29-35-39	-	989,6		
1402	433	"	"	584,0	9.330,5	Oc	08/81	45,00	3,75	20,36	3.428	201	"	Argila	1,4	-	9,7-11,4-26,1-41	-	-		
1403	490	"	"	587,2	9.323,2	Oc	11/81	36,00	0,0	19,70	1.200	60	Gnaissse	Arg.ar.	1,9	-	9-12-19-24-25,1	-	1.905,2		
1404	492	Angicos	"	587,5	9.332,8	Oc	11/81	60,00	1,00	30,82	1.241	41	"	"	6,5	-	14,3	-	849,2		
1405	502	Lagoinha	"	586,3	9.332,8	Oc	11/81	29,20	1,36	9,36	2.057	256	"	"	9,0	-	13-20,4-27,9	-	618,0		
1406	655	Areia Branca	"	574,4	9.333,4	Oc	11/82	46,00	1,80	8,15	4.500	709	"	Ar.Arg.	2,2	-	7,9-9-17-19-27,3	-	793,2		
1407	656	Areia dos Cazuzas	"	583,3	9.331,9	Oc	11/82	46,00	4,32	10,32	3.606	600	"	"	2,4	-	7,4-11,2-18,5-27	-	2.298,0		
1408	658	Areias	"	583,3	9.332,0	Oc	11/82	46,00	5,00	8,18	4.500	1.415	"	"	2,2	-	18-20,8-32,2	-	1.588,0		
1409	660	Raiz	"	586,1	9.331,9	Oc	11/82	45,00	5,00	10,84	3.600	616	"	"	3,5	-	7,4-9-16-21-30	-	1.276,4		
1410	664	Maniçoba	"	684,6	9.331,3	Oc	12/84	45,00	3,74	11,95	3.600	433	"	"	3,8	-	7,2-14,3-23-27,3	-	857,6		
1411	837	J.Rego	"	587,1	9.326,5	Oc	10/83	45,00	3,25	23,02	3.000	143	"	"	2,8	-	5,8-9,9-51,2	-	2.556,6		
1412	856	Alto de S.Geraldo	"	589,7	9.325,0	Oc	11/83	23,00	3,80	9,42	2.250	400	"	"	2,5	-	5,8-14	-	788,2		
1413	1.169	Lagoa de Pedra II	"	585,5	9.324,8	Oc	12/84	63,50	4,45	30,81	1.636	62	"	"	1,2	-	10-12-13-45-51-58	-	-		
1414	753	Lagoa Grande	Pilões	611,4	9.306,1	Oc	07/83	39,50	9,76	24,13	720	50	"	"	2,6	S.fra.	5-13-15,6-32,6	Talv.	2.253,2		
1415	992	Gloria	"	611,2	9.304,7	Oc	04/84	48,60	22,80	26,90	3.000	731	"	"	5,7	Tr.Tr.	8-19-23-30-36-42	"	4.255,4		
1416	916	Raposa	Rafael Godeiro	638,9	9.327,3	Oc	01/84	55,00	4,20	31,09	1.800	67	"	Arg.ar.	2,8	S.fra.	8,5-17-18,4-19	-	2.607,6		
1417	594	Cabaço	Riacho da Cruz	603,3	9.340,0	Oc	03/82	58,00	0,40	22,90	1.800	77	Granito	Areia	2,1	-	6,4-7,7-17,5-46	-	308,0		
1418	517	Sede	Rod.Fernandes	604,5	9.359,3	Oc	12/81	60,00	0,00	12,75	3.600	282	Gnaissse	Arg.ar.	2,0	-	8-10-17-18-34-39	-	496,0		
1419	729	Sede I	"	604,8	9.359,5	Oc	06/83	52,00	2,00	11,31	6.000	64	"	Areia	2,3	-	8-11-23-28-32-38	-	728,4		
1420	730	Sede II	"	604,9	9.359,6	Oc	06/83	58,00	2,00	16,94	3.000	200	"	"	2,4	-	9-16,2-25,1-28,1	-	711,6		
1421	734	Sede III	"	604,9	9.360,1	Oc	07/83	60,00	2,00	7,49	3.600	76	"	"	1,6	-	10-12-17-20-27	-	676,0		
1422	370	Cachoeira	São Miguel	561,0	9.316,0	Oc	03/81	47,00	3,00	25,00	4.500	205	Granito	Argila	6,0	-	16,2-25,6-27,9	-	3.530,0		
1423	427	Saco	"	558,7	9.314,7	Oc	07/81	60,00	21,00	37,00	2.482	155	"	Arg.ar.	5,3	-	9,1-23-29,7	-	991,6		
1424	444	Riacho Fundo	"	559,2	9.312,6	Oc	08/81	60,00	1,26	28,13	1.636	60	"	Al.aren.	7,0	-	10,6-12,5-13,9	-	1.495,8		
1425	451	Boa Sorte	"	558,5	9.312,2	Oc	09/81	47,00	1,06	23,35	1.800	81	"	Ar.arg.	1,7	-	3,8-13,3-16,2	-	1.592,8		
1426	461	Barreiros II	"	459,4	9.317,5	Oc	09/81	35,00	6,26	24,91	473	25	"	Argila	5,7	-	7,8-9,8	-	609,2		
1427	469	Cachoeirinha	"	561,0	9.315,5	Oc	09/81	60,00	1,15	32,00	4.235	137	"	"	3,5	-	12,3-16,4-19,8	-	-		
1428	516	São Pedro	"	560,3	9.319,0	Oc	12/81	30,00	1,50	5,02	6.000	1.219	"	Arg.ar.	9,0	-	12,8-16	-	1.738,2		
1429	569	Lagoa Nova	"	556,5	9.316,0	Oc	02/82	60,00	0,84	34,42	1.107	31	"	"	2,0	-	6,78-11,2-13,4	-	857,2		
1430	543	Saco do Quincas II	"	558,6	9.314,6	Oc	02/82	60,00	10,50	36,05	600	23	"	Ar.arg.	2,2	-	6,6-12,2-22-24,9	-	801,8		
1431	544	Frei Damião	"	557,6	9.316,9	Oc	02/82	60,00	3,10	29,35	1.309	49	"	Arg.ar.	2,2	-	9,4-11-25-36,2	-	2.885,6		
1432	863	São Gonçalo	"	555,6	9.306,0	Oc	11/83	60,00	3,50	31,61	1.800	64	"	Argila	5,7	-	16,1-34,8	-	593,8		
1433	437	Montelino	S.Fid.do Oeste	585,7	9.336,0	Oc	08/81	60,00	2,60	36,21	947	28	Gnaissse	Arg.ar.	1,0	-	6,1-6,4-9,5-18,2	-	1.020,4		
1434	439	Aroeira do Morais	"	592,2	9.339,5	Oc	08/81	45,00	1,40	19,65	4.235	232	Granito	"	3,5	-	5-23-33-35-37,2	-	363,8		
1435	497	Tigre	"	586,4	9.336,6	Oc	11/81	39,00	1,00	17,00	6.545	409	Gnaissse	Ar.arg.	2,8	-	11,9-22,4-34,1	-	632,0		
1436	558	Pau Moco	Tabuleiro Gde.	599,9	9.344,4	Oc	02/82	60,00	2,50	19,14	1.714	103	"	Arg.ar.	3,0	-	13,8-14,2	-	569,2		
1437	638	Boa Vista	Ten.Ananias	591,5	9.288,2	Oc	09/82	58,00	5,80	24,59	2.571	137	"	Ar.arg.	0,5	-	10,2-11-16-22,2	-	2.966,4		
1438	721	Morais I	"	593,0	9.288,0	Oc	06/83	60,00	2,50	25,25	702	3	"	Argila	1,0	-	7,2-12,2-14-29	-	1.881,2		
1439	723	Santa Luzia I	"	586,8	9.286,5	Oc	06/83	60,00	5,00	30,00	1.500	60	"	"	1,4	-	9,2-10,5	-	880,4		
1440	726	Pau Barriga	"	586,5	9.286,0	Oc	06/83	60,00	4,00	44,05	321	8	"	"	3,2	-	6,2-7,2-12	-	2.632,4		
1441	985	Bozerros	Marizal	622,4	9.352,3	Oc	07/83	53,60	6,50	14,80	5.142	619	"	Al.arg.ag	1,3	N.car.	12,1-17,2-31	Elev.	999,6		
1442	475	Monte	Vigosa	617,9	9.343,0	Oc	10/81	41,30	3,00	9,83	66,00	1.280	"	"	1,3	Tr.Tr.	4-37,3	Talv.	738,0		
1443	825	Santa Marta	"	616,2	9.340,3	Oc	10/83	63,00	10,50	40,09	2.000	67	"	Ar.arg.	2,0	S.fra.	9,3-11,6-36-58	Elev.	1.609,8		

CADASTRO GERAL DOS POÇOS PERFORADOS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO NORTE E PARAIBA

DADOS LOCAÇÃOAIS						DADOS TÉCNICOS DO POÇO						DADOS GEOLÓGICOS, FISIOGRÁFICOS E HIDROQUÍMICOS							
Nº	Nº CAD EMPRESA PERFUR	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	COORD GEOGRAF		REGIÃO	PERFU RAÇÃO POÇO	PRO- FUND (m)	NE (m)	ND (m)	VAZÃO (l/ h)	VAZÃO ESPEC (l/h/m)	ROCHA	MANTO COBERT		FRATURAS		REL/ HID.	RESÍDUO SECO (mg/l)
				LONG.	LATIT.									MATERIAL	ESP	T I P O	PROF INTERSEC.		
2001	PF-07	Ribeirão de Baixo II	Alagoa Grande	-	-	Or	08/81	22,00	3,15	7,75	737	160	Gnaisse	Arg.ar.	6,0	-	7,0-15	-	491,3
2002	PF-08	Pê de Serra	"	-	-	Or	08/81	30,00	5,00	15,02	8.275	845	"	Argila	9,0	-	13,7	-	827,7
2003	PF-09	Espalhada II	"	-	-	Or	09/81	22,00	2,00	12,04	630	63	"	Arg.ar.	4,0	-	13,7	-	2.023,6
2004	RPWB-04	Ribeira Nova	Alagoinha	-	-	Or	04/83	51,00	1,92	8,40	2.800	432	"	Silt.arg	9,0	-	11	-	576,0
2005	WBO-179	Sítio Genipapo	"	-	-	Or	03/84	60,00	6,03	22,95	1.321	78	Granito	-	0,0	-	31,7	-	5.760,0
2006	RPW-82	Sapucaia	Bananeiras	-	-	Or	12/82	50,00	5,50	16,92	819	72	"	Arg.ar.	4,8	-	18	-	4.177,7
2007	WBO-164	Oiticica	"	-	-	Or	02/84	40,00	4,22	8,44	2.561	609	"	Sil.arg.	6,0	-	13,4	-	9.632,0
2008	RPA-72	Cupira	Barra Sta.Rosa	818,7	9.245,9	Or	05/82	45,00	5,80	16,79	1.241	112	Gnaisse	Arg.ar.	3,0	Lg.Tr.	26,2	Talv.	6.240,0
2009	RPA-145	Sítio Inveja	Barra S.Miguel	799,8	9.145,1	Or	06/83	45,00	6,97	22,30	4.010	261	"	Ar.arg.	1,0	-	36,9	-	2.623,0
2010	RPA-146	Tanque Rosa	"	814,4	9.142,6	Or	06/83	40,00	3,22	8,51	2.647	500	"	Arg.ar.	3,0	-	8	-	6.371,0
2011	RPA-42	Mulungu	"	790,0	9.143,9	Or	11/81	51,00	2,20	21,98	334	16	"	Are.arg.	0,5	-	25	-	1.135,4
2012	RPW-71	Olho D'Água	Boqueirão	815,6	9.159,1	Or	06/82	50,00	2,30	21,00	2.571	137	"	Ar.arg.	3,0	-	30,5	-	10.444,0
2013	WBB-96	Volta do Alcantil	"	829,0	9.160,5	Or	06/85	30,00	1,56	15,77	4.417	310	"	Areia	3,0	-	21,7	-	1.775,0
2014	WBO-185	Lagoa Danta	Bananeira	-	-	Or	04/84	40,00	7,90	21,30	3.272	244	"	Silt.ar.	3,0	-	36,6	-	10.827,0
2016	RPA-53	Malhada do Meio	Cabaceiras	787,1	9.155,3	Or	01/82	50,00	3,64	8,84	2.264	435	"	Arg.ar.	3,0	-	12,7	-	4.890,0
2017	RPA-111	Ribeira	"	791,5	9.177,8	Or	11/82	50,00	2,70	16,21	5.495	406	"	Ar.arg.	3,0	-	43,5	Talv.	2.689,0
2018	AQ-184	Faz.Charneca	"	803,3	9.172,6	Or	01/84	50,00	11,46	12,35	259	291	"	Argila	1,0	-	13,3	"	1.617,0
2019	AQ-221	Tapera	"	795,8	9.181,3	Or	08/84	40,00	5,25	9,43	11.076	2.653	"	Silte	2,0	-	20,3	Vert.	4.940,0
2020	WBB-97	Passaxunga	"	807,1	9.185,1	Or	07/85	40,00	2,52	21,26	3.050	163	"	Ar.silt.	3,0	-	22,0	Talv.	3.760,0
2021	WBB-98	Caiçara II	"	806,7	9.177,4	Or	07/85	50,00	3,75	17,20	443	31	"	Areia	3,0	-	8	"	7.590,0
2022	AQ-278	Sítio Volta	"	800,3	9.178,0	Or	08/85	50,00	10,68	18,06	2.322	314	"	Ar.silt	1,0	-	18,9	"	3.740,0
2023	AQ-279	Barro Vermelho	"	787,5	9.156,8	Or	08/85	40,00	4,70	13,44	5.333	610	"	Ar.silt	3,0	-	7,5	-	910,0
2024	AQ-280	Cachoeira	"	790,2	9.152,7	Or	08/85	50,00	10,85	24,65	2.880	209	"	-	0,0	-	18,7	-	2.662,0
2025	RPA-55	Roça Nova	Camalau	751,1	9.129,2	Or	02/82	50,00	3,53	7,29	3.412	906	Migmatito	Ar.arg.	2,0	-	11,4	-	3.547,0
2026	RPA-120	Sede	"	740,5	9.128,1	Or	01/83	50,00	5,80	27,09	2.011	94	Gnaisse	Arg.ar.	3,0	-	38,8	-	1.752,9
2027	RPA-140	Pindurão	"	756,8	9.124,4	Or	05/83	40,00	6,40	22,14	585	37	"	Ar.arg.	2,0	-	23,95	-	6.122,4
2028	RPA-141	Madeira	"	745,6	9.132,8	Or	05/83	40,00	4,56	14,38	1.082	110	Micaxisto	Argila	0,5	-	14,2	-	4.462,0
2029	WBO-217	Varzea do Meio	"	730,7	9.133,3	Or	10/84	40,00	3,75	17,09	7.995	565	Gnaisse	Aren.arg	3,0	-	29,3	-	8.400,0
2030	AQ-273	Oiticica	"	741,2	9.131,2	Or	07/85	40,00	2,08	6,81	12.203	2.575	Micaxisto	Areia	1,0	-	15	-	952,0
2031	RPW-01	Fazenda Caiçara	Campina Grande	-	-	Or	10/80	50,00	2,87	11,77	444	37	Gnaisse	Arg.ar.	0,4	-	29,5	-	10.707,0
2032	RPA-01	Amigão	"	-	-	Or	05/81	60,00	6,37	57,64	1.398	44	Micaxisto	Ar.arg.	0,3	-	51	-	-
2033	AQ-02	Candesa	"	-	-	Or	05/81	50,00	3,20	12,43	1.700	184	Granito	Arg.silt	3,0	-	13	-	3.224,4
2034	RPA-22	Boa Vista	"	804,2	9.195,4	Or	08/81	50,00	20,80	23,39	750	274	Gnaisse	Argila	1,0	-	25,7	-	2.677,0
2035	RPA-45	Faz.Urubu	"	804,0	9.194,2	Or	11/81	50,00	6,50	11,46	1.798	362	"	Ar.arg.	1,0	-	12,9	-	1.220,7
2036	RPW-70	Caloete	"	815,0	9.200,8	Or	05/82	50,00	9,27	17,11	900	110	Migmatito	Areia	1,0	-	22,3	-	8.585,0
2037	RPA-91	Faz.Canaã	"	810,2	9.200,3	Or	08/82	50,00	10,00	14,36	1.263	289	Gnaisse	"	1,0	-	17	-	10.264,0
2038	RPA-94	Cachoeira dos Pombos	"	799,0	9.203,2	Or	08/82	50,00	9,57	12,46	469	162	"	Ar.arg.	1,0	-	14,5	-	1.721,0
2039	RPA-95	Jucuri	"	801,5	9.199,0	Or	08/82	40,00	9,14	10,05	305	335	"	Argila	1,0	-	11,9	-	15.990,0
2040	RPW-80	Faz.Nova	"	829,2	9.206,0	Or	12/82	50,00	4,00	21,00	1.506	89	Micaxisto	-	0,0	-	30,3	-	13.274,7
2041	RPWE-01	Quixaba	"	825,4	9.191,2	Or	04/83	50,00	6,40	7,14	660	891	Gnaisse	Ar.arg.	3,0	-	11	-	5.657,0
2042	WBO-166	Moranata	"	-	-	Or	02/84	50,00	13,89	25,23	576	49	"	-	0,0	-	27,1	-	15.499,0
2043	AQ-250	Clube Campestre	"	-	-	Or	04/85	65,00	8,52	53,04	500	20	"	Ar.arg.	5,0	-	51,9	-	4.140,0
2044	RPA-100	Riacho do Algodão	Congo	755,5	9.149,1	Or	09/82	50,00	5,80	9,61	1.000	262	"	"	1,0	-	11,3	-	4.984,5
2045	RPA-40	"	"	754,0	9.147,7	Or	11/81	50,00	4,24	12,16	847	106	"	"	2,5	-	11,5	-	1.231,5
2046	AQ-230	Sítio Batente	Cuité	-	-	Or	08/84	45,00	2,83	18,68	1.406	86	"	Al.ar.ag	3,0	-	20,6	-	8.310,0
2047	AQ-275	Santa Maria	"	813,3	9.273,4	Or	07/85	50,00	3,10	26,33	631	27	"	Ar.silt.	3,0	-	29,1	-	4.140,0
2052	RPW-45	Sítio Catolé	Desterro	-	-	Or	11/81	60,00	7,56	13,94	847	132	"	Ar.arg.	5,0	-	14	Talv.	4.755,0
2053	WBO-185	" Meia Patada	Esperança	-	-	Or	03/84	50,00	8,50	30,34	597	27	"	-	0,0	-	39,7	-	19.535,0
2054	RPW-72	Bonsucesso	Fagundes	-	-	Or	06/82	50,00	2,75	20,44	402	22	Migmatito	Ar.arg.	5,0	-	10,9	-	4.591,0

CADASTRO GERAL DOS POÇOS PERFORADOS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO NORTE E PARAIBA

DADOS LOCACIONAIS							DATA	DADOS TÉCNICOS DO POÇO					DADOS GEOLÓGICOS, FISIOGRAFICOS E HIDROQUÍMICOS						
Nº	Nº CAD. EMPRESA PERFOR	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	COORD. GEOGRAF.		REGIÃO	PERFURAÇÃO POÇO	PRO-FUND (m)	NE (m)	N.D. (m)	VAZÃO (l/h)	VAZÃO ESPEC (l/h/m)	ROCHA	MANTO COBERT		FRATURAS		REL/HID.	RESÍDUO SECO (mg/l)
				LONG	LATIT.									MATERIAL	ESP	TIPO	PROF INTERSEC		
2055	WBO-221	Jardim	Fagundes	-	-	Or	11/84	40,00	2,91	15,94	4.000	307	Migmatito	Arg.ar.	12,0	-	23,1	-	1.573,0
2056	WBO-221	Coruja	"	-	-	Or	11/84	40,00	3,35	10,55	2.666	370	"	Arg.ar.	3,0	-	8,5	-	4.955,0
2057	WBO-222	Catolé	"	-	-	Or	11/84	40,00	1,65	16,58	3.272	219	"	"	3,0	-	22,5	-	5.400,0
2058	WBO-223	Salvador	"	-	-	Or	11/84	40,00	1,97	7,16	4.337	835	Granito	-	0	-	9	-	2.736,0
2059	AQ-269	Sede-Term.Rodoviário	Guarabira	886,8	9.242,5	Or	08/85	40,00	0,50	16,54	8.659	477	Gnaissse	Arg.ar.	3,0	-	17,4	-	1.459,5
2060	RPA-52	Ginete	Gurjão	-	-	Or	01/82	50,00	-	-	206	-	"	-	-	-	29,3	Talv.	11.873,0
2061	AQ-259	Santo André	"	-	-	Or	06/85	50,00	-	-	1.200	-	"	-	-	-	14,7	"	4.210,0
2062	RPA-110	Caicara	Ingá	-	-	Or	11/82	30,00	2,56	3,91	8.000	5.947	Cataclas.	Ar.arg.	1,0	-	8,6	-	7.627,1
2063	RPA-137	Granja União	"	-	-	Or	05/83	36,00	10,80	14,19	1.288	379	Micaxisto	Areia	3,0	-	15,1	-	3.744,0
2064	WBO-224	Poço Doce	"	-	-	Or	11/84	50,00	1,92	10,87	2.000	223	Migmatito	-	0	-	10,9	-	5.415,0
2065	AQ-267	Jacarê/Faz.Sta.Rita	Itabaiana	906,8	9.193,9	Or	06/85	40,00	4,90	12,28	10.000	1.355	Gnaissse	Al.ar.ag	9,0	-	14,0	-	2.242,5
2066	AQ-268	Maracaibo/Faz.Jitô	"	905,7	9.192,0	Or	06/85	40,00	2,30	21,04	4.585	245	"	Al.arg.	3,0	-	26,9	-	2.720,0
2067	WBO-236	Caldeirão do Meio	"	-	-	Or	08/85	40,00	2,13	24,00	3.000	137	-	-	-	-	27,5	-	-
2068	WBO-238	Faz.Curtume	"	-	-	Or	08/85	40,00	3,30	10,00	3.000	448	-	-	-	-	22	-	-
2069	RPW-31	Ilha Grande	Juazeirinho	772,3	9.221,5	Or	08/81	50,00	2,10	29,24	648	23	Gnaissse	Ar.silt.	6,0	Lg.Ci	44	Talv.	9.520,6
2070	RPA-98	Simões	"	762,8	9.210,5	Or	08/82	50,00	9,26	19,91	550	52	"	Areia	2,0	Ag.Ci	23,4	"	9.654,0
2071	WBO-210	Boa Ventura	"	769,2	9.218,2	Or	10/84	40,00	7,68	23,23	1.395	89	"	-	0	Lg.Ci	32,2	"	16.375,0
2072	RPW-39	Caixeiro	Juarez Távora	-	-	Or	10/81	60,00	8,50	10,15	4.630	2.802	"	Arg.ar.	3,0	-	14	-	2.355,6
2073	RPA-46	Pitombeira	Livramento	723,9	9.192,8	Or	12/81	51,00	3,10	14,83	325	27	Gnaissse	Areia	2,5	S.fra	14,4	Talv.	1.546,0
2074	RPA-76	Sítio Verão	"	723,9	9.192,7	Or	05/82	50,00	7,50	12,54	124	24	"	Ar.arg.	1,0	S.fra	13,6	"	1.060,0
2075	RPWB-09	Areia	"	727,5	9.193,2	Or	06/83	50,00	2,70	19,91	1.060	61	"	-	0	Ag.Ci	39,8	"	4.950,0
2076	RPA-169	Barra dos Farias	"	736,6	9.187,9	Or	10/83	40,00	3,52	11,07	2.285	303	Micaxisto	Arg.ar.	3,0	-	14	-	5.630,0
2077	RPA-51	Ringideira	Monteiro	703,1	9.123,8	Or	08/81	50,00	4,03	21,60	162	10	Gnaissse	Ar.arg.	1,0	-	38,5	-	3.310,0
2078	RPA-57	Cacimba de Cima	"	710,2	9.113,8	Or	12/82	51,00	3,66	23,26	412	21	"	Arg.ar.	6,0	-	38,5	-	11.316,0
2079	RPA-58	Lag.Grande de Baixo	"	718,6	9.121,5	Or	02/82	50,00	3,20	11,26	4.800	595	"	Ar.arg.	12,0	-	20	-	6.215,0
2080	AQ-281	Angiquinho	"	712,9	9.135,8	Or	08/85	40,00	2,50	27,82	1.800	72	Migmatito	-	0	-	29,2	-	2.760,0
2081	AQ-282	Minador	"	708,3	9.118,7	Or	08/85	50,00	0,78	23,86	1.188	53	"	-	0	-	65	-	884,0
2082	RPW-29	Curralinho	Olivedos	802,2	9.239,7	Or	08/81	50,00	2,65	11,51	2.571	290	Gnaissse	-	0	S.fra	24,5	Vert.	14.677,0
2083	RPA-60	Pilões	Ouro Velho	709,4	9.154,3	Or	03/82	50,00	3,70	15,23	2.666	230	"	Ar.arg.	3,0	-	19	-	1.038,3
2084	RPA-59	Boa Vista dos Zuzas	"	703,5	9.154,5	Or	11/81	51,00	3,90	9,81	400	50	Micaxisto	Arg.ar.	2,0	-	10,5	-	1.159,9
2085	RPW-34	Sede	Piloesinho	-	-	Or	10/81	30,00	2,91	21,50	1.125	60	Gnaissse	Argila	6,0	-	11	-	-
2086	C-04	Sede	"	-	-	Or	04/82	40,70	3,70	16,68	1.100	85	"	Areia	1,4	-	14	-	527,0
2087	WBO-179	Sítio Pau Darco	Pirpirituba	-	-	Or	03/84	40,00	3,30	11,27	4.800	602	"	Ar.arg.	3,0	-	14,5	-	3.187,0
2088	RPA-51	Farinha	Pocinhos	820,4	9.209,2	Or	01/82	40,00	4,56	17,85	8.180	614	"	Argila	0,8	Lg.Ci	20,5	Talv.	15.346,6
2089	RPA-90	Faz.Boa Esperança	"	810,6	9.201,0	Or	07/82	45,00	5,03	7,31	8.470	3.714	"	Arg.ar.	1,0	Tr.Tr	12,1	"	3.505,0
2090	RPA-92	Catuçaba I	"	808,6	9.207,0	Or	08/82	50,00	5,40	7,48	441	212	"	Areia	1,0	Tr.Tr	7,3	"	8.910,0
2091	RPA-93	Catuçaba II	"	806,9	9.205,2	Or	08/82	40,00	3,84	14,32	1.358	129	"	-	0	Tr.Tr	20,4	"	3.640,0
2092	RPW-81	Tanque de Capim	"	-	-	Or	12/82	50,00	2,28	22,56	315	15	Micaxisto	-	0	-	30,5	-	8.914,0
2093	RPA-159	Faz.Lagoa do Mato	"	820,5	9.224,3	Or	08/83	42,00	6,30	14,90	2.801	325	Gnaissse	Ar.arg.	3,0	Ag.Ci	24,3	Talv.	5.743,0
2094	WBB-99	Sede-Cacimba Nova	"	824,0	9.218,1	Or	07/85	50,00	1,90	25,94	800	33	Granito	Ar.silt	3,0	-	21,1	Elev.	355,0
2095	RPA-50	São Francisco	Prata	708,3	9.149,0	Or	08/81	50,00	3,20	20,77	867	49	Gnaissse	Ar.silt	3,0	-	20,5	-	1.376,5
2096	RPA-84	Barra	"	713,4	9.154,3	Or	06/82	50,00	5,48	12,84	6.000	815	"	Ar.arg.	1,6	-	25,3	-	964,0
2097	RPA-167	Angical	"	717,0	9.145,9	Or	10/83	50,00	4,84	12,63	334	43	Micaxisto	"	1,0	-	13,5	-	3.927,0
2098	PF-30	Faz.Gravatá	Queimadas	-	-	Or	01/82	50,00	-	-	13.090	-	Gnaissse	-	-	-	26,0	-	7.288,0
2099	RPW-83	Faz.São José	"	-	-	Or	01/83	50,00	4,06	9,93	336	52	"	Ar.arg.	2,0	-	11,8	-	1.168,7
2100	WBO-175	Faz.Mumbuca I	"	-	-	Or	03/84	50,00	16,68	19,14	2.352	998	"	Arg.ar.	3,0	-	23,5	-	2.123,0
2101	WBO-176	Faz.Mumbuca II	"	-	-	Or	03/84	40,00	4,18	9,46	3.272	619	"	-	0	-	11,6	-	3.215,0
2102	WBB-93	Campinas	"	-	-	Or	06/85	54,00	20,07	33,47	1.978	147	"	-	0	-	50,4	-	3.960,0
2103	WBB-95	Pedro Paes	"	-	-	Or	06/85	40,00	3,20	17,17	6.728	482	"	-	0	-	23,2	-	3.960,0

CADASTRO GERAL DOS POÇOS PERFORADOS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO NORTE E PARAIBA

DADOS LOCAÇIONAIS						DATA	DADOS TÉCNICOS DO POÇO					DADOS GEOLÓGICOS, FISIOGRÁFICOS E HIDROQUÍMICOS							
Nº	Nº CAD. EMPRESA PERFOR.	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	COORD. GEOGRAF.		REGIÃO	PERFU. RAÇÃO POÇO	PRO-FUND (m)	N.E (m)	N.D. (m)	VAZÃO (l/h)	VAZÃO ESPEC. (l/h/m)	ROCHA	MANTO COBERT		FRATURAS		REL./ HID.	RESÍDUO SECO (mg/l)
				LONG	LATIT.									MATERIAL	ESP	T I P O	PROF INTERSEC.		
2104	RPW-33	Manus	S. João Cariri	618,0	9.188,7	Or	08/81	45,00	4,10	28,50	1.309	53	Granito	Areia	6,0	-	41,5	-	4.830,2
2105	RPA-54	Cachoeirinha	" "	774,7	9.164,8	Or	01/82	50,00	5,30	12,94	2.769	362	Gnaiss	"	2,0	-	34,8	-	2.422,0
2106	RPA-69	Malhada Grande	" "	773,2	9.146,8	Or	04/82	50,00	12,80	16,90	967	235	Granito	"	1,0	-	29,8	-	3.743,0
2107	RPW-74	Forquilha de Cima	" "	774,3	9.171,5	Or	07/82	50,00	11,78	19,97	470	57	"	"	3,0	-	28,3	-	6.596,0
2108	RPA-97	Sítio Barreiro	" "	775,3	9.168,2	Or	08/82	42,00	5,93	10,24	3.512	814	Gnaiss	Arg.ar.	1,0	-	13,9	-	2.447,0
2109	RPWB-05	Riacho dos Cachorros	" "	776,2	9.130,2	Or	05/83	50,00	6,37	7,34	225	231	"	"	1,0	-	17,7	-	3.114,8
2110	WBO-172	Urugu III	" "	774,3	9.187,3	Or	03/84	40,00	7,88	26,76	911	48	Granito	-	0	-	31,6	-	1.275,0
2111	WBB-82	Girau	" "	771,6	9.167,5	Or	07/84	40,00	1,94	7,56	8.181	1.455	Gnaiss	Argila	1,0	-	22,6	-	1.975,0
2112	RPA-143	Roncadeira	" " do Tigre	767,2	9.176,8	Or	06/83	33,00	3,60	20,96	649	39	"	Areia	1,0	-	-	-	3.937,0
2113	RPA-24	Serrota	S. José Cordeiro	733,8	9.254,5	Or	08/81	50,00	3,52	9,18	2.769	488	"	Arg.ar.	3,0	-	14,5	Talv.	2.393,3
2114	RPA-63	Simão Lopes	" "	746,2	9.191,8	Or	03/82	48,00	5,47	13,42	2.250	283	"	Areia	1,0	-	25,9	"	2.788,0
2115	RPA-83	Serrota de Cima II	" "	747,3	9.183,9	Or	06/82	38,00	3,77	9,60	7.346	1.258	"	Ar.arg.	3,0	-	12	Vert.	3.002,0
2116	RPA-135	Cardoso de Baixo	" "	747,1	9.194,3	Or	03/83	20,00	4,68	7,32	8.000	2.914	"	"	1,0	-	14,4	Talv.	2.154,0
2117	AQ-277	Sítio Serra Pelada	" "	-	-	Or	07/85	40,00	0,85	20,31	4.832	248	Granito	-	0	-	25	Vert.	-
2118	WBB-115	Riachão dos Farias	" "	-	-	Or	08/85	-	7,48	23,00	600	39	-	-	-	-	23,5	-	-
2119	PT-01	Lagoa de S. Felix	Sapé	-	-	Or	05/81	26,00	-	-	2.716	-	-	-	-	-	9,2	-	553,4
2120	RPA-56	Santana	S. Seb. Umbuzeiro	716,7	9.240,3	Or	02/82	50,00	3,26	17,25	3.278	234	Migmatito	Arg.ar.	1,0	-	19,5	-	1.675,0
2121	WBB-85	Mão Beijada	" "	-	-	Or	08/84	50,00	12,80	16,49	1.636	443	Gnaiss	Ar.arg.	1,0	-	18,4	-	815,0
2122	WBB-86	Deserto	" "	-	-	Or	08/84	50,00	10,30	19,35	960	106	"	Silt.ar.	1,0	-	22,5	-	5.782,0
2123	WBB-87	Sede I	" "	-	-	Or	08/84	40,00	3,20	11,49	5.142	620	"	Silt.ar.	3,0	-	14,4	-	2.812,0
2124	WBO-209	Sede II	" "	-	-	Or	09/84	50,00	4,55	10,58	526	90	"	Ar.arg.	3,0	-	16,6	-	3.639,0
2125	RPA-33	Santa Luzia	" "	709,5	9.102,5	Or	09/81	50,00	3,57	22,95	1.800	94	"	Ar.silt	3,0	-	14,6-16	-	3.443,4
2126	RPA-34	Mão Beijada	" "	718,3	9.111,1	Or	09/81	43,00	3,00	18,68	1.200	63	"	Arg.silt	1,0	-	18,8	-	1.075,7
2127	RPW-09	Santa Luzia Cariri	Serra Branca	773,0	9.721,0	Or	01/81	50,00	4,35	7,86	313	98	Granito	"	1,6	-	10	-	2.721,0
2128	RPA-25	Cacimba Nova	" "	740,5	9.160,2	Or	08/81	50,00	2,90	6,02	1.285	420	Gnaiss	"	6,0	-	38,7	-	1.539,8
2129	RPA-26	Salgadinho	" "	745,7	9.160,5	Or	08/81	44,00	1,87	5,25	2.769	819	"	Areia	3,0	-	13,5	-	3.003,5
2130	RPA-62	Ligeiro de Baixo	" "	748,9	9.157,4	Or	03/82	37,10	3,97	6,97	9.000	3.000	"	"	1,0	-	14,0	-	2.867,5
2131	AQ-260	Santa Catarina	" "	762,8	9.166,9	Or	06/85	40,00	3,70	13,07	5.538	590	"	Al.ar.ag	3,0	-	21	-	2.380,0
2132	AQ-271	Aguiadas	" "	760,3	9.170,7	Or	06/85	42,00	1,53	25,73	1.674	69	"	Ar.arg.	3,0	-	33,9	Talv.	8.970,0
2133	AQ-274	Sítio Balanço	" "	761,2	9.176,4	Or	07/85	40,00	0,98	13,41	6.315	508	"	"	3,0	-	16,6	-	2.070,0
2134	WBB-69	Seminário	Serra Redonda	-	-	Or	03/84	50,00	8,67	13,79	1.558	304	"	Argila	1,0	-	11,9	-	3.273,0
2135	RPWB-05	Barra do Salgado	Serraria	-	-	Or	04/83	51,00	4,81	16,56	1.565	133	"	Arg.ar.	3,0	-	21,5	-	3.671,5
2136	RPW-10	Cardoso de Baixo	Sumé	597,0	9.243,5	Or	01/81	50,00	2,60	5,07	2.727	1.103	Micaxisto	Argila	3,0	-	15	-	2.690,0
2137	RPW-11	Pau D'Arco	"	721,9	9.150,3	Or	01/81	50,00	3,95	12,53	3.348	389	"	Ar.arg.	4,5	-	17	-	2.621,2
2138	RPA-27	Jurema	"	720,8	9.166,0	Or	08/81	50,00	2,57	10,53	7.542	946	Granito	Ar.silt.	3,0	-	17,7	-	5.665,7
2139	RPA-28	Pau Leite	"	734,7	9.156,6	Or	08/81	50,00	6,60	13,75	2.570	359	Gnaiss	Areia	3,0	-	13,5	-	1.207,9
2140	RPA-61	Lagoa do Meio	"	720,1	9.157,3	Or	03/82	50,00	7,62	13,83	1.714	276	"	Ar.arg.	1,0	-	17,7	-	1.776,7
2141	RPA-86	Carnauba de Cima	"	718,2	9.165,4	Or	07/82	51,00	3,00	9,96	343	62	"	"	1,0	-	12,5	-	566,0
2142	WBB-85	Açudinho	"	718,4	9.147,4	Or	07/84	50,00	1,79	10,28	450	53	"	-	0	-	8,3	-	3.165,0
2143	AQ-285	Sítio Junco	"	738,3	9.164,0	Or	08/85	40,00	3,67	17,78	2.637	187	"	-	0	-	17	-	1.224,0
2144	RPA-74	Capoeira	Tacima	-	-	Or	05/82	50,00	3,93	12,69	92	10	"	Arg.Ar.	1,0	-	14,3	-	1.542,0
2145	RPA-23	Mineiro	Taperoá	736,6	9.149,0	Or	08/81	50,00	7,00	23,81	765	45	Granito	Ar.silt	3,0	Ag.Ci	36,6	Vert.	7.704,8
2146	RPA-65	Matinho	"	728,0	9.200,1	Or	03/82	50,00	3,40	11,06	2.181	274	Gnaiss	Areia	1,0	Tr.Tr.	10-13,4	Talv.	4.551,0
2147	WBO-200	Cosme Pinto II	"	721,6	9.194,7	Or	08/84	50,00	6,18	24,48	585	31	"	Ar.silt	3,0	Ag.Ci.	32,1	"	5.712,0
2148	RPA-70	Sede	Timbauba	-	-	Or	05/82	40,00	1,82	11,98	1.039	138	"	Areia	1,0	-	13	-	2.959,0
2149	AQ-187	Sítio Paizinho	Água Branca	646,8	9.168,2	Oc	01/84	60,00	8,36	12,82	59	13	Gnaiss	Ar.silt.	6,0	-	13,5	-	1.335,0
2150	AQ-188	Sítio Manão	"	639,4	9.167,5	Oc	01/84	40,00	2,90	14,04	1.220	109	"	Ar.silt.	3,0	-	17,7	-	662,0
2151	RPW-24	Lajes	Aguiar	588,9	9.213,5	Oc	07/81	50,00	5,80	10,21	128	29	"	Ar.arg.	4,3	-	23,5	-	406,5

CADASTRO GERAL DOS POÇOS PERFORADOS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO NORTE E PARAIBA

DADOS LOCAÇIONAIS							DADOS TÉCNICOS DO POÇO					DADOS GEOLÓGICOS, FISIOGRÁFICOS E HIDROQUÍMICOS							
Nº	Nº CAD. EMPRESA PERFOR.	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	COORD. GEOGRAF.		REGIÃO	PERFURAÇÃO POÇO	PROFUND. (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	VAZÃO (l/h)	VAZÃO ESPEC (l/h/m)	ROCHA	MANTO COBERT.		FRATURAS		REL/HID.	RESÍDUO SECO (mg/l)
				LONG	LATIT									MATERIAL	ESP.	TIPO	PROF. INTERSEC.		
2149	AQ-187	Sítio Paisinho	Água Branca	646,8	9.168,2	Oc	01/84	60,00	8,36	12,82	59	13	Gnaiss	Ar.silt.	6,0		13,50		1.335,0
2150	AQ-188	Sítio Mamão	"	639,3	9.167,5	Oc	01/84	40,00	2,90	14,04	1.220	109	"	Ar.silt.	3,0		17,65		662,0
2151	RPW-24	Lajes	Aguiar	588,9	9.213,5	Oc	07/81	50,00	5,80	10,21	128	29	"	Ar.arg.	4,3		23,50		400,4
2152	RPW-114	Malhada da Vara	"	596,2	9.218,2	Oc	06/83	50,00	5,58	18,36	1.360	106	"	Silt.arg.	3,0		32,80		424,5
2153	WBB-59	Castelo	"	590,8	9.215,5	Oc	02/84	50,00	5,56	12,09	653	99	"	-	0		23,90		447,0
2154	WBB-60	Mandu	"	582,4	9.215,4	Oc	02/84	50,00	6,00	12,33	212	33	"	Ar.arg.	3,0		11,50		450,0
2155	RPA-13	Bálsamo	Antenor Navam	560,3	9.262,9	Oc	06/81	50,00	2,73	9,79	3.428	485	"	Arg.silt.	3,0		13,80-11,50-19,50		645,5
2156	WBO-206	Timbauba	"	-	-	Oc	08/84	50,00	7,72	15,51	514	65	"	Ar.silt.	3,0		17,90		429,0
2157	WBO-231	Sítio Malhada	"	563,7	9.266,0	Oc	07/85	50,00	1,37	17,57	395	24	Granito	Arg.ar.	3,0		18,80		621,0
2158	RPA-154	Sede	"	649,7	9.169,8	Oc	07/83	45,00	2,37	14,78	2.880	232	Gnaiss	Arg.ar.	9,0		21,05-		1.467,0
2159	AQ-208	Sítio Carnauba	Aguiar	598,0	9.215,0	Oc	05/84	50,00	2,91	7,53	525	113	"	Argila	3,0		8,70		728,0
2160	WBO-230	Fazenda Esperas	Belem do B.Cruz	687,2	9.318,6	Oc	06/85	50,00	5,85	15,10	411	44	"	Areia	1,0		16,40		7.935,0
2161	CONESP	Gomes	Boa Ventura	-	-	Oc	03/80	52,00	4,00	42,70	1.148	22	Granito	Ar.arg.	6,0		-		-
2162	RPW-156	Fazenda Raimundo	"	587,9	9.180,2	Oc	11/83	40,00	7,45	10,60	4.800	1.521	Filito	Silt.arg.	3,0		17,00		483,0
2163	RPW-124	SEDE I	Bom Jesus	538,1	9.246,7	Oc	08/83	50,00	2,50	14,83	396	32	Migmatito	Silt.ar.	3,0		15,00		1.050,0
2164	RPW-130	" III	"	537,9	9.246,7	Oc	08/83	50,00	6,21	12,27	687	113	Gnaiss	-	0		10,60		1.460,0
2165	WBB-78	Sítio Escurinho	"	538,1	9.247,1	Oc	06/84	40,00	2,20	6,62	6.428	1.454	"	Ar.arg.	1,0		10,05		266,0
2166	RPA-09	Pereiro	Bonito Sta.Fé	551,1	9.196,2	Oc	06/81	48,00	5,46	11,74	2.322	369	Micaxisto	-	0		42,80		1.002,3
2167	AQ-213	Cachoeirinha	"	560,6	9.195,0	Oc	06/84	50,00	4,88	19,70	436	29	Granito	Ar.silt.	6,0		21,10		860,0
2168	AQ-214	Sossêgo	"	551,4	9.193,0	Oc	06/84	50,00	1,52	24,30	496	21	Gnaiss	Areia	3,0		26,60		560,0
2169	AQ-226	Juazeiro	"	552,1	9.190,7	Oc	08/84	69,00	1,65	28,85	728	26	"	Ar.silt.	3,0		37,50		684,0
2170	CONESP	Serrinha	Bonsucesso	614,3	9.280,7	Oc	11/80	50,00	8,01	11,10	1.398	452	Granito	-	0		11,00 - 12,00		811,5
2171	RPW-23	Malhada do Canto	Boq.dos Cochos	597,9	9.205,4	Oc	07/81	50,50	1,05	46,00	600	72	Gnaiss	-	0		27,00 - 43,00		987,7
2172	RPWB-25	Salitre	"	601,4	9.217,3	Oc	08/83	51,00	6,00	34,32	1.640	58	"	-	0		48,00		490,0
2173	WBO-196	Cachoeirinha	"	593,6	9.209,5	Oc	07/84	40,00	7,22	28,15	1.109	52	"	Silte	6,0		35,10		832,0
2174	WBO-197	Sítio Velho	"	592,5	9.207,7	Oc	07/84	40,00	8,86	23,60	1.028	69	"	Areia	3,0		31,10		440,0
2175	AQ-243	Estivas	"	582,3	9.206,4	Oc	10/84	50,00	2,16	12,69	382	36	"	"	3,00		13,80		476,0
2176	AQ-244	Caicara II	"	603,2	9.212,7	Oc	10/84	45,00	6,62	27,23	1.978	95	"	Ar.silt.	3,0		35,00		476,0
2177	RPW-65	Riacho Jardim	Brejo da Cruz	670,0	9.293,8	Oc	04/82	50,00	3,30	9,89	1.531	244	"	Areia	6,0		11,00		1.932,0
2178	RPW-101	Poço da Onça	"	674,9	9.295,4	Oc	04/83	48,00	8,18	9,84	393	237	"	Ar.arg.	3,0		10,50		795,5
2179	WBO-228	Riacho do Meio	"	661,7	9.308,7	Oc	06/85	40,00	1,86	10,74	2.779	313	Migmatito	Arg.ar.	3,0		13,50		2.880,0
2180	RPA-17	Baixa Grande	Cachoeira Indio	538,8	9.235,6	Oc	07/81	48,00	3,45	6,18	3.243	1.184	Gnaiss	Ar.silt.	3,0		14,00		721,4
2181	RPW-143	Vila S.J.Marimb	"	536,7	9.223,5	Oc	10/83	40,00	5,80	14,45	566	66	"	Silt.ar.	3,0		16,40		870,0
2182	AQ-252	Col.Vicente L.Rolim	"	535,6	9.234,4	Oc	05/85	40,00	1,30	5,52	4.000	946	Gnaiss	Argila	1,0		7,80		916,5
2183	RPW-123	Sítio Bom Jardim	"	529,7	9.233,2	Oc	08/83	40,00	2,50	9,70	1.670	254	"	"	6,0		11,90		1.120,0
2184	RPA-82	Carnauba de Baixo	Cacimba deAreia	699,0	9.208,8	Oc	06/82	50,00	3,64	14,44	1.510	143	Micaxisto	Areia	7,0	S.fra.	18,00	Elev.	853,0
2185	RPA-87	Belo Monte	"	701,4	9.217,0	Oc	07/82	40,00	5,00	9,02	2.028	504	Gnaiss	Ar.arg.	1,0	Ang.ci.	10,50	Verten	5.294,0
2186	WBO-214	Manuino	"	705,1	9.214,8	Oc	10/84	40,00	1,45	19,78	2.057	112	"	Areia	3,0	Ang.ci.	22,50	"	630,0
2187	WBO-215	Serra Preta	"	703,7	9.216,9	Oc	10/84	50,00	3,04	19,48	439	26	"	"	3,0	S.fra.	19,00	"	1.689,0
2188	WBO-216	Belo Monte II	"	699,5	9.217,3	Oc	10/84	50,00	3,03	37,11	2.571	75	"	Ar.silt.	3,0	S.fra.	33,00	Talv.	11.315,0
2189	RPA-15	Catolé dos Gonçalves	Cajazeiras	557,2	9.245,0	Oc	07/81	48,00	2,46	7,18	648	137	"	Argila	3,0		20,50		449,7
2190	RPA-129	Divinópolis	"	563,8	9.241,3	Oc	02/83	40,00	2,70	12,43	396	49	Migmatito	Arg.ar.	3,0		10,50		721,9
2191	RPW-144	Santo Onofre	"	543,3	9.230,8	Oc	10/83	41,00	6,13	19,76	661	48	Gnaiss	Areia	3,0		30,40		505,3
2192	RPW-145	Sítio Barreiros	"	551,4	9.226,1	Oc	11/83	40,00	3,81	11,86	3.273	406	"	Silt.arg.	3,0		19,65		586,8
2193	WBB-75	Sítio Poços	"	556,4	9.351,6	Oc	05/84	50,00	4,00	14,89	400	36	"	Arg.ar.	5,0		14,90		490,0
2194	AQ-222	Riacho da Roça	"	554,7	9.349,2	Oc	08/84	40,00	2,90	13,04	2.834	279	"	Areia	3,0		14,50		803,0
2195	AQ-223	Capeoras	"	547,4	9.236,7	Oc	08/84	50,00	2,00	14,67	353	28	"	Silt.arg.	3,0		13,00-14,00-15,00		576,0
2196	AQ-233	Sítio Zé Dias	"	559,7	9.241,1	Oc	09/84	50,00	2,50	14,45	1.142	95	"	Areia	3,0		19,60		555,0
2197	AQ-234	Boa Vista	"	550,3	9.244,0	Oc	09/84	40,00	1,50	19,07	1.200	69	Granito	Ar.arg.	1,0		21,00		648,5
2198	AQ-235	Sítio Prensa	"	541,7	9.242,0	Oc	09/84	50,00	3,06	21,82	652	34	Gnaiss	Ar.silt.	3,0		24,30		444,0

CADASTRO GERAL DOS POÇOS PERFURADOS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO NORTE E PARAIBA

DADOS LOCACIONAIS						DATA	DADOS TÉCNICOS DO POÇO					DADOS GEOLÓGICOS, FISIOGRÁFICOS E HIDROQUÍMICOS							
Nº	Nº CAD. EMPRESA PERFOR.	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	COORD. GEOGRÁF.		REGIÃO	PERFURAÇÃO POÇO	PRO-FUND. (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	VAZÃO (l/h)	VAZÃO ESPEC (l/h/m)	ROCHA	MANTO COBERT.		FRATURAS		REL./HID.	RESÍDUO SECO (mg/l)
				LONG	LATIT									MATERIAL	ESP	T.I.P.O	PROF INTERSEC		
2199	AQ-253	Sítio Cacodê	Cajazeiras	549,6	9.239,4	Oc	05/85	40,00	1,39	11,35	9.000	904	Granito	Argila	1,0		17,40		787,0
2200	WBO-235	Parque de Vaquejadas	"	550,9	9.238,5	Oc	07/85	40,00	1,76	7,42	12.000	2.122	Gnaiss	Ar.silt.	3,0		23,50		816,0
2201	WBB-103	Santo Antonio	"	556,8	9.238,4	Oc	07/85	40,00	1,29	24,22	391	17	"	Ar.silt.	1,0		17,10		510,0
2202	RPA-12	SEDE	Carrapateira	572,5	9.222,3	Oc	06/81	51,00	3,64	12,93	3.364	362	Micaxisto	Argila	3,5		31,80		858,3
2203	RPWB-31	Sítio Baixas	"	573,2	9.223,7	Oc	09/83	51,00	3,20	10,00	650	96	Gnaiss	Silt.ar.	3,0		14,65		905,0
2204	WBB-80	Riacho da Cahoeira	"	574,6	9.221,6	Oc	07/84	50,00	0,80	28,71	1.210	41	"	Areia	1,0		39,50		465,9
2205	RPW-19	Poção	Catingueira	660,1	9.205,7	Oc	07/81	50,00	5,31	14,88	2.666	278	Filito	-	0	Ang.ci	26,00	Talv.	652,9
2206	RPA-112	Pedro Velho	"	655,6	9.212,0	Oc	12/82	50,00	6,68	29,76	1.358	58	"	Areia	9,0	S.frat	45,10	Elev.	388,2
2207	RPA-131	Fazenda Mulungu	"	655,6	9.216,3	Oc	02/83	50,00	2,00	12,63	161	15	Gnaiss	Ar.silt.	1,0	S.frat	11,30	Vert.	613,3
2208	RPW-111	Fazenda Pocinhos	"	650,3	9.221,6	Oc	05/83	40,00	5,44	14,09	800	92	Micaxisto	Arg.ar.	3,0	Ang.ci	29,60	Talv.	573,0
2209	WBB-64	Cantinho	"	650,3	9.221,6	Oc	02/84	50,00	6,08	23,49	2.090	120	"	Arg.ar.	7,0	Tr.tr.	33,30	"	954,0
2210	AQ-245	Pocinhos	"	650,5	9.223,1	Oc	10/84	50,00	1,53	12,75	847	49	Gnaiss	Ar.arg.	1,0	Ang.ci	18,00	"	390,0
2211	AQ-246	Sítio Açudes	"	656,4	9.222,1	Oc	10/84	40,00	2,41	16,49	1.500	107	"	Ar.silt.	1,0	S.frat	17,60	"	803,0
2212	AQ-247	Condado	"	652,0	9.204,8	Oc	10/84	40,00	7,48	17,58	2.500	247	Micaxisto	Areia	3,0	Tr.tr.	16,00	"	370,4
2213	RPWB-47	Lagoa Seca	"	652,9	9.225,0	Oc	12/83	50,00	3,20	14,30	1.180	106	Gnaiss	Arg.ar.	1,0	Long.id	14,70	"	1.301,0
2214	RPWB-16	"	"	651,1	9.223,7	Oc	07/83	37,00	3,80	26,44	706	31	"	Ar.arg.	1,0	Long.id	31,00	"	1.287,0
2215	RPWB-46	Serrote Agudo	"	660,6	9.226,1	Oc	12/83	40,00	2,16	6,61	9.000	2.022	Micaxisto	-	0	Tr.tr.	9,00	"	437,5
2216	WBO-227	Sítio Jenipapeiro	Catolê do Rocha	646,6	9.305,3	Oc	06/85	39,60	2,23	24,93	2.188	93	Gnaiss	-	0	Tr.tr.	29,30	"	3.050,0
2217	WBO-51	Mata Fome	Condado	650,3	9.233,2	Oc	01/84	50,00	4,50	12,36	790	8	"	Ar.arg.	3,0	Ang.ci	11,80	"	534,0
2218	WBO-195	São Miguel	"	645,0	9.228,4	Oc	07/84	47,50	24,24	34,46	369	36	Granito	-	0	S.frat	47,50	Vert.	609,0
2219	RPW-147	Sítio Gatos	Conceição	563,3	9.161,5	Oc	11/83	40,00	5,53	11,49	4.235	713	Micaxisto	Argila	3,0		19,00		724,0
2220	RPW-149	Sítio Roçado	"	555,7	9.167,5	Oc	11/83	40,00	5,85	12,87	2.320	330	Filito	Silt.arg	3,0		22,40		549,6
2221	AQ-198	Riacho da Lêgua	"	553,7	9.164,1	Oc	02/84	50,00	4,13	29,84	2.322	90	Micaxisto	Arg.ar.	6,0		42,50		530,0
2222	AQ-199	Cacimba Nova	"	541,5	9.143,9	Oc	02/84	40,00	7,75	12,47	3.130	661	Anfib.xisto	Arg.silt	1,5		17,85		2.680,0
2223	AQ-218	Ingazeira	"	539,5	9.158,5	Oc	07/84	40,00	3,63	18,53	3.000	201	Filito	Silt.arg	3,0		22,40		1.370,0
2224	AQ-227	Sítio Posse	"	557,7	9.166,2	Oc	08/84	51,00	3,33	29,92	1.855	69	Granito	Ar.silt.	3,0		38,50		1.022,0
2225	AQ-228	Sítio Saquinho	"	553,8	9.163,2	Oc	08/84	40,00	1,67	8,25	6.000	911	Gnaiss	Silt.arg	3,0		6,00		612,0
2226	AQ-237	Canafistula	"	551,8	9.168,6	Oc	10/84	50,00	2,63	28,08	1.090	42	"	Ar.arg.	3,0		27,60		540,0
2227	RPW-58	Tabuleiro do Meio	Coremas	611,3	9.117,2	Oc	02/82	40,80	4,00	16,98	480	36	"	Arg.ar.	3,0		16,00 - 19,4		449,8
2228	WBB-52	Caldas	"	608,3	9.124,4	Oc	01/84	50,00	4,48	16,06	1.440	124	"	Arg.ar.	1,0		17,80		604,0
2229	WBO-207	Catolê	"	624,1	9.221,8	Oc	08/84	50,00	1,07	10,55	385	42	"	Areia	3,0		4,30		494,0
2230	RPA-67	Abreu	Qubati	795,3	9.129,7	Oc	04/82	51,00	0,00	23,75	2.057	87	"	-	0		48,00		2.725,0
2231	RPW-56	Capoeiras	"	794,1	9.237,9	Oc	01/82	50,00	1,58	17,53	3.000	188	"	Areia	2,6	Ang.ci	49,00	Vert.	6.180,0
2232	RPA-04	SEDE	Curral Velho	588,8	9.167,2	Oc	06/81	50,00	3,90	6,58	3.428	1.276	Filito	Argila	3,0		37,00		1.066,0
2233	RPA-117	Agude Novo	"	586,1	9.163,5	Oc	12/82	50,00	4,08	24,42	410	20	"	-	0		32,50		588,6
2234	RPW-106	Varzea da Cruz	"	593,6	9.165,1	Oc	05/83	40,00	4,86	8,98	1.670	405	Micaxisto	Ar.silt.	3,0		9,00		683,5
2235	RPW-119	Caititu	"	587,4	9.163,1	Oc	08/83	50,00	5,72	14,20	986	116	"	Ar.silt.	6,0		21,40		737,0
2236	RPW-158	Sítio Catolê	"	586,7	9.168,9	Oc	12/83	48,00	5,88	23,48	900	51	Filito	Silt.arg	6,0		39,50		438,0
2237	RPW-157	SEDE II	"	588,6	9.166,7	Oc	12/83	54,00	9,05	23,25	818	59	Micaxisto	Argila	3,0		33,00		536,0
2238	RPA-05	Socorro	Diamante	573,0	9.182,6	Oc	06/81	51,00	2,15	11,87	2.250	231	Gnaiss	"	6,0		43,70 - 48,00		755,6
2239	AQ-217	Varzea Nova	"	580,3	9.180,6	Oc	07/84	50,00	2,26	20,87	1.104	59	Filito	Silt.arg	3,0		23,07		639,0
2240	RPW-155	Riacho do Meio	"	572,8	9.184,9	Oc	11/83	48,00	6,20	9,84	450	124	Migmatito	Areia	3,0		10,10		702,0
2241	RPW-60	Jardim II	Emas	644,5	9.216,8	Oc	02/82	50,00	2,50	10,03	571	75	Filito	-	0	Tr.tr.	11,20	Talv.	1.119,0
2242	RPW-138	Faz.Belo Horizonte	"	641,7	9.221,1	Oc	10/83	50,00	6,90	14,35	522	70	Gnaiss	-	0	Tr.tr.	16,50	"	412,5
2243	RPWB-18	Timbauba	"	633,9	9.220,0	Oc	08/83	50,00	7,60	15,77	300	37	Micaxisto	-	0	Ang.ci	20,00	"	1.120,0
2244	RPA-122	Intãs	Ibiara	571,9	9.176,3	Oc	01/83	40,00	5,67	20,90	3.063	201	Filito	Ar.arg.	1,0		29,30		649,6
2245	RPW-105	Pontais	"	568,7	9.179,7	Oc	05/83	50,00	6,60	14,43	550	70	Gnaiss	Ar.silt.	3,0		10,80		532,0
2246	AQ-238	Sítio Alves	"	563,8	9.169,0	Oc	10/84	50,00	1,81	22,88	1.684	79	Granito	Silt.arg	3,0		26,00		498,0
2247	RPW-150	Lajes	"	569,3	9.174,4	Oc	11/83	50,00	4,50	23,63	660	35	Filito	Argila	3,0		38,00		532,5

CADASTRO GERAL DOS POÇOS PERFORADOS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO NORTE E PARAIBA

DADOS LOCAÇÃOAIS						DADOS TÉCNICOS DO POÇO						DADOS GEOLÓGICOS, FISIOGRÁFICOS E HIDROQUÍMICOS							
Nº	Nº CAD. EMPRESA PERFOR.	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	COORD. GEOGRAF.		REGIÃO	PERFU. RACÃO POÇO	PRO-FUND. (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	VAZÃO (l/h)	VAZÃO ESPEC. (l/h/m)	ROCHA	MANTO COBERT.		FRATURAS		REL/HID.	RESIDUO SECO (mg/l)
				LONG	LATIT.									MATERIAL	ESP	TIPO	PROF INTERSEC.		
2248	RPW-152	Várzea da Ema	Ibiara	570,6	9.169,2	Oc	11/83	50,00	7,45	9,71	439	194	Filito	Argila	3,0		9,85		436,5
2249	RPW-153	Sítio Boa Sorte	"	559,3	9.175,7	Oc	11/83	50,00	3,55	9,77	847	136	Gnaissse	"	3,0		13,50		946,7
2250	RPW-140	Sítio Fartura	"	565,7	9.164,2	Oc	10/83	40,00	5,88	13,39	3.064	408	Filito	Silt.ar.	6,0		8,80		735,8
2251	AQ-185	Sítio Gloria	Imaculada	560,0	9.175,4	Oc	01/84	40,00	4,24	15,93	4.114	352	Gnaissse	Arg.ar.	3,0		19,10		1.562,0
2252	AQ-186	SEDE	"	664,7	9.183,3	Oc	01/84	50,00	4,30	34,84	533	17	Migmatito	Ar.arg.	3,0		42,85		3.140,0
2253	RPWB-22	Caicara	Itaporanga	606,0	9.190,6	Oc	08/83	39,00	6,20	11,58	12.631	2.348	Granito	Arg.ar.	1,0		23,00		560,0
2254	RPW-160	Emas	"	596,3	9.189,3	Oc	12/83	40,00	5,41	12,65	2.570	355	Filito	Silte arg	3,0		25,60		403,2
2255	RPW-08	Carneira II	Junco do Seridó	755,8	9.231,1	Oc	12/80	50,00	3,20	10,70	3.428	417	Quartzito	-	0	N.caract.	17,0 - 20,00	Talv.	1.850,8
2256	RPA-47	SEDE III	" " "	752,0	9.226,6	Oc	12/81	60,00	1,80	10,45	370	42	"	Aren.arg.	1,0	S.frat.	13,20	Elev.	2.511,0
2257	RPW-84	Aldeia	" " "	749,7	9.225,9	Oc	01/83	50,00	Jor.	14,67	652	44	"	Areia	3,0		10,00		125,1
2258	RPW-85	Melado	" " "	742,8	9.203,6	Oc	02/83	40,00	1,70	17,89	3.063	169	"	Areia	2,0		11,50		652,7
2259	RPW-86	M.do Umbuzeiro	" " "	745,6	9.227,5	Oc	02/83	45,00	8,60	19,88	4.500	398	Micaxisto	Areia	1,0	Long.id	27,00	Talv.	6.413,9
2260	WBO-199	SEDE	" " "	-	-	Oc	08/84	40,00	4,34	22,40	2.320	128	Quartzito	Areia	3,0	S.frat.	31,20	Elev.	1.150,0
2261	RPA-37	Letreiro II	" " "	752,0	9.226,6	Oc	10/81	78,00	2,44	25,33	8.000	349	"	-	0	N.caract.	64,00	Vert.	421,3
2262	AQ-190	Catingueiras	Juru	623,5	9.165,8	Oc	01/84	40,00	4,21	9,38	10.285	1.989	Filito	Areia arg	3,0		21,80		531,0
2263	RPA-88	Angico	Malta	659,1	9.236,6	Oc	07/82	43,20	3,20	10,05	618	90	Gnaissse	Ar.arg.	3,0	Long.ci	12,60		509,0
2264	RPW-99	Pitombeira	"	666,6	9.234,4	Oc	04/83	40,00	7,42	13,80	1.600	250	Gnaissse	Ar.silt.	3,0	Tr.tr.	18,65	Talv.	565,0
2265	RPA-147	Boa Vista	"	661,6	9.236,5	Oc	06/83	50,00	2,38	27,56	1.600	64	Gnaissse	Ar.silt.	3,0	Ang.ci	34,50		1.119,0
2266	RPA-148	SEDE	"	666,9	9.236,5	Oc	06/83	50,00	2,27	10,59	2.769	333	"	Ar.silt.	3,0	Tr.tr.	12,20		1.295,8
2267	WBB-67	Macapá	"	664,0	9.233,0	Oc	02/84	39,00	10,65	15,37	2.015	427	"	Ar.arg.	1,0	Tr.tr.	16,40	Vert.	406,0
2268	WBB-68	Sítio Novo	"	663,9	9.232,1	Oc	03/84	40,00	13,55	17,82	1.090	255	"	Ar.arg.	0,8	Tr.tr.	23,90	Talv.	392,0
2269	AQ-204	Saquinho	"	661,4	9.235,4	Oc	03/84	50,00	7,17	24,19	313	18	Migmatito	Silt.ar.	1,0	Ang.ci	9,10	"	465,0
2270	WBO-204	Livramento	"	665,1	9.236,5	Oc	08/84	50,00	2,80	14,43	1.411	121	Gnaissse	Ar.silt.	3,0	Lg.cis.	18,00	"	362,0
2271	WBB-91	Sítio Timbauba	"	660,1	9.233,8	Oc	10/84	40,00	3,92	12,60	416	48	"	Ar.silt.	1,0	Ang.ci	11,90	"	556,0
2272	RPWB-40	Sítio Sto.André II	"	660,7	9.236,4	Oc	11/83	50,00	4,00	11,90	820	103	Migmatito	Silt.ar.	3,0	N.carc.	14,00		665,0
2273	RPWB-41	" " " I	"	660,8	9.236,4	Oc	11/83	60,00	4,55	31,20	420	16	"	Silt arg	3,0	N.carc.	46,8		779,0
2274	AQ-192	Sítio Travessia	Manaira	587,7	9.136,9	Oc	01/84	50,00	9,45	14,81	300	56	Filito	Arg.ar.	1,0		17,00		891,0
2275	RPA-134	Sítio Cabeças	Nazarezinho	568,9	9.232,9	Oc	03/83	40,00	3,51	9,65	1.310	197	Gnaissse	Ar.silt.	1,0		7,00		712,5
2276	RPA-03	Andreza	Nova Olinda	608,3	9.175,0	Oc	05/81	45,00	5,29	6,20	3.428	3.746	Micaxisto	Argila	3,0		14,50 - 23,80		1.052,4
2277	AQ-206	Riacho Vermelho	"	606,3	9.174,0	Oc	04/84	55,00	1,33	4,48	9.230	2.925	"	Silt.ar.	2,0		14,30		1.296,0
2278	AQ-216	Sítio Gatos	"	608,0	9.177,7	Oc	07/84	40,00	8,10	10,87	10.909	3.801	"	Silt.arg	3,0		15,90		499,0
2279	AQ-241	Nova Floresta	"	607,3	9.178,1	Oc	10/84	40,00	3,49	18,26	1.809	122	Filito	Ar.silt.	2,0		21,30		481,0
2280	AQ-242	Riacho Gravata	"	605,1	9.173,2	Oc	10/84	40,00	5,51	23,51	6.428	357	"	Ar.silt.	3,0		31,10		678,9
2281	AQ-276	Sítio Cotovelo	Nova Palmeira	-	-	Oc	07/85	50,00	2,08	24,35	867	38	Micaxisto	-	0	Long.ci	22,50	Talv.	-
2282	RPW-59	B.do Cardoso	Olho D'Agua	635,6	9.191,4	Oc	02/82	50,00	4,00	16,44	1.100	88	Filito	Argila	3,0	Ang.ci	18,50	"	456,1
2283	WBB-54	Grotão	"	631,9	9.205,1	Oc	01/84	40,00	4,51	10,40	5.538	940	"	"	1,0	Tr.tr.	16,60	"	422,0
2284	WBB-55	Cajazeiras	"	642,9	9.193,3	Oc	01/84	50,00	8,22	26,45	947	52	"	-	0	S.fra.	31,50	Vert.	640,0
2285	RPW-66	Anis	Passagem	723,5	9.210,1	Oc	05/82	50,00	6,50	8,48	3.789	1.908	Micaxisto	Areia	3,0		21,0		370,0
2286	RPW-90	Caicara	"	722,4	9.213,4	Oc	02/83	28,50	3,00	14,18	1.200	107	"	Arg.ar.	1,0		16,00		3.712,5
2287	RPW-91	Covão	"	715,6	9.209,6	Oc	02/83	50,00	3,00	9,34	1.074	169	Gnaissse	Ar.arg.	4,0	Ang.ci	11,00	Talv.	3.744,2
2288	RPW-98	Trigueiro	"	720,2	9.209,7	Oc	04/83	40,00	1,87	8,56	2.480	371	"	Ar.silt.	3,0	Ang.ci	10,50	"	4.611
2289	WBO-202	Boa Vista	"	714,5	9.218,3	Oc	08/84	40,00	2,15	8,18	3.000	497	"	-	0	Ang.ci	13,90		925,0
2290	RPA-78	São Bento	Patos	673,9	9.233,9	Oc	05/82	40,00	2,10	18,09	2.057	128	"	Arg.ar.	2,0		23,90		440,0
2291	WBB-73	Tenente	"	-	-	Oc	05/84	48,00	1,95	12,02	1.028	102	"	Silt.arg	3,0		29,70		569,0
2292	WBB-88	Serra Negra	"	681,3	9.223,2	Oc	09/84	59,00	0,75	19,08	6.886	347	Gnaissse	Ar.arg.	1,0	Ang.ci	27,30	Talv.	507,3
2293	RPW-14	Cachoeira	Paulista	656,7	9.268,1	Oc	02/81	50,00	3,62	8,05	2.880	650	Granito	Ar.arg.	2,0		16,00		3.193,0
2294	RPW-61	Ipueira	"	660,6	9.263,2	Oc	02/82	50,00	4,82	24,44	460	23	"	Areia	3,0		30,00		512,0
2295	WBO-187	Sítio Carcará	"	654,5	9.264,9	Oc	04/84	50,00	5,35	18,25	1.099	85	"	"	3,0		25,65		730,0
2296	RPW-51	Poços	Pedra Branca	598,9	9.176,8	Oc	12/81	50,00	4,22	13,14	3.000	336	Filito	Argila	3,0		17,90		600,1

CADASTRO GERAL DOS POÇOS PERFURADOS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO NORTE E PARAIBA

DADOS LOCAÇÃOAIS						DATA	DADOS TÉCNICOS DO POÇO					DADOS GEOLÓGICOS, FISIOGRÁFICOS E HIDROQUÍMICOS							
Nº	Nº CAD. EMPRESA	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	COORD. GEOGRAF.		REGIÃO	PERFU-RAÇÃO POÇO	PRO-FUND (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	VAZÃO (l/h)	VAZÃO ESPEC (l/h/m)	ROCHA	MANTO COBERT.		FRATURAS		REL/HID.	RESIDUO SECO (mg/l)
				LONG	LATIT									MATERIAL	ESP.	T I P O	PROF. INTERSEC		
2297	AQ-239	Juazeiro	Pedra Branca	600,5	9.179,9	Oc	10/84	40,00	6,25	22,84	5.176	312	Filito	Ar.silt.	6,0		25,50		390,0
2298	AQ-240	Belmonte	"	603,6	9.174,9	Oc	10/84	40,00	3,60	20,58	1.846	109	"	Silt.arg.	3,0		24,80		455,0
2299	RPW-117	Minador	"	600,1	9.175,7	Oc	07/83	50,00	5,00	13,98	730	81	"	Silt.arg.	3,0		16,40		779,0
2300	RPW-116	Malhada Vermelha	"	599,7	9.196,2	Oc	07/83	40,00	6,69	11,35	4.500	967	Micaxisto	Silt.arg.	4,0		29,00		490,0
2301	RPA-75	Tanquinho	Pedra Lavrada	787,2	9.250,2	Oc	05/82	42,00	1,50	29,54	350	12	"	Arg.ar.	4,5	Ang.ci	37,50	Vert.	9.149,0
2302	RPW-73	Faz. Favela	"	783,3	9.248,5	Oc	06/82	53,00	3,48	15,08	310	27	"	Arg.ar.	3,0	N.car.	17,00	"	220,0
2303	WBO-211	Carangueijo	"	781,8	9.258,8	Oc	10/84	50,00	2,75	21,81	496	26	"	-	0	S.fra.	22,60	Talv.	3.795,0
2304	WBO-212	Malhada Redonda	"	788,5	9.254,7	Oc	10/84	50,00	2,17	20,15	1.698	94	"	-	0	S.fra.	24,50	Vert.	740,0
2305	AQ-263	Caldeirão	"	782,0	9.257,5	Oc	06/85	40,00	1,29	21,61	4.500	221	"	Arg.ar.	3,0	S.fra.	28,00	Vert.	1.750,0
2306	AQ-264	São José	"	780,9	9.253,3	Oc	06/85	50,00	0,58	17,25	720	43	"	-	0	Ang.ci	18,30	Talv.	4.280,0
2307	RPW-21	Pilões	Piancó	619,2	9.192,8	Oc	07/81	50,00	5,00	10,19	400	77	Migmatito	-	0		12,00 - 17,50		254,6
2308	RPW-22	Pocinho de Cima	"	613,6	9.212,3	Oc	07/81	50,00	5,00	15,58	150	14	"	Ar.arg.	2,1	Long.id	33,00 - 39,00	Talv.	657,5
2309	RPW-47	Junco	"	-	-	Oc	11/81	60,00	6,10	50,76	2.332	94	Gnaiss	Ar.arg.	3,0	N.car.	58,1	"	465,5
2310	RPA-116	Faz. Carvalhada	"	617,7	9.203,1	Oc	12/82	50,00	7,80	50,77	780	33	"	-	0	S.fra.	32,10	Vert.	431,6
2311	RPW-212	Pocinho de Baixo II	"	615,9	9.213,4	Oc	06/83	40,00	2,87	14,19	750	66	Migmatito	Argila	1,0	Ang.ci	20,80	Talv.	700,2
2312	RPWB-21	Brotas de Cima	"	611,6	9.198,3	Oc	08/83	40,00	3,10	11,93	750	85	Gnaiss	-	0	Long.id	13,00	"	420,0
2313	RPW-139	Sítio Junco II	"	615,1	9.192,4	Oc	10/83	40,00	6,78	18,58	4.235	359	"	Argila	3,0		27,40		491,3
2314	RPW-56	Juá	Pombal	620,9	9.262,2	Oc	01/82	50,00	2,70	9,09	269	42	"	"	3,0	Ang.ci	11,90	Talv.	3.201,7
2315	RPA-106	Pedra Branca	"	620,1	9.228,2	Oc	10/82	50,00	2,74	12,12	450	47	"	Ar.arg.	3,0	Ang.ci	13,50 - 15,30	"	580,3
2316	RPA-161	Varzea Redonda	"	640,6	9.237,0	Oc	09/83	50,00	5,75	19,77	400	28	Migmatito	Areia	3,0	Ang.ci	26,00	"	490,0
2317	RPA-162	Mpirunga	"	637,6	9.244,1	Oc	09/83	40,00	4,47	14,23	8.000	820	"	"	3,0	Tr.tr.	26,90	Vert.	647,0
2318	WBO-173	Catoezinho	"	615,9	9.160,1	Oc	03/84	40,00	4,50	23,76	1.107	57	"	Ar.arg.	3,0	Ang.ci	26,60	Talv.	680,0
2319	AQ-205	Sítio Pinhões	"	641,2	9.245,5	Oc	03/84	50,00	2,70	13,67	1.333	121	Granito	Argila	1,0	N.carc	14,00	"	455,0
2320	RPWB-20	Carnauba Torta	Piancó	615,0	9.196,1	Oc	08/83	40,00	18,70	26,38	890	116	Micaxisto	-	0		35,00		490,0
2321	AQ-249	Sítio Capoeira	Pombal	638,4	9.247,1	Oc	11/84	50,00	3,05	11,93	1.043	117	Gnaiss	Ar.silt.	3,0	N.car.	11,80	Talv.	568,0
2322	RPWB-15	Melado	"	638,7	9.232,0	Oc	07/83	39,00	4,45	13,83	690	74	Granito	Areia	3,0	Ang.ci	20,80	"	515,0
2323	RPA-182	Piaus	Princesa Isabel	605,4	9.161,0	Oc	12/83	50,00	4,74	51,30	1.894	71	Micaxisto	Arg.silt.	3,0		41,40		1.070,0
2324	RPW-92	Egito	Quixaba	704,7	9.223,5	Oc	03/83	48,00	7,30	23,47	1.753	108	Gnaiss	Arg.ar.	1,5	Ang.ci	39,00	Talv.	3.452,0
2325	WBB-61	Saco do Marcolino	"	711,5	9.222,1	Oc	02/84	40,00	3,43	17,08	2.779	203	"	Areia	1,0	S.fra.	19,55	"	2.407,8
2326	WBO-191	Craibeiras	"	704,3	9.222,3	Oc	06/84	40,00	4,70	5,89	3.272	2.749	"	Silt.ar.	3,0	Tr.tr.	9,10	"	2.050,0
2327	WBO-192	Picote	"	709,3	9.225,3	Oc	06/84	40,00	1,00	11,44	4.000	382	"	Areia	3,0	Ang.ci	18,30	"	1.270,0
2328	AQ-251	SEDE II	"	704,7	9.223,1	Oc	04/85	50,00	2,00	29,49	1.059	38	"	"	6,0	N.car.	39,05	"	3.570,0
2329	AQ-257	Sítio Poço Cercado	"	696,7	9.220,8	Oc	05/85	40,00	3,06	7,85	10.285	2.147	"	"	6,0	Tr.tr.	11,50	Vert.	6.900,0
2330	RPA-153	Cacimba Pedra	"	711,6	9.217,6	Oc	07/83	40,00	5,67	9,38	1.320	356	Migmatito	Arg.ar.	1,0	Long.tr	9,90		1.150,0
2332	RPW-57	Sítio Riacho Cavalos	Rch.dos Cavalos	663,4	9.278,2	Oc	01/82	50,00	2,20	9,32	560	75	Gnaiss	Ar.silt.	3,0		18,00 - 23,00		751,9
2333	RPA-21	S.Pedro	Santa Cruz	597,5	9.271,1	Oc	07/81	51,50	2,32	21,56	660	34	Granito	Ar.silt.	6,0		20,80		574,1
2334	SAC-01	Cacimba do Homem	"	610,1	9.276,3	Oc	10/80	50,00	3,10	9,77	2.149	322	"	Silt	3,0		12,00 - 14,00		1.025,0
2335	SHA-04	Sítio São Bento	Santa Helena	537,6	9.258,6	Oc	11/80	50,00	1,18	4,88	847	230	"	-	0		11,50		574,2
2336	WBB-106	Santo Antonio	Santa Luzia	-	-	Oc	08/85	40,00	1,55	14,17	808	63	Migmatito	Ar.silt.	3,0	Ang.ci	14,80	Vert.	-
2337	WBB-109	São Gonçalo	"	729,6	9.244,3	Oc	08/85	40,00	1,53	13,45	1.580	133	Gnaiss	Ar.silt.	1,0	Ang.ci	17,80	Talv.	700,0
2338	RPA-79	Sítio São José	Santa Terezinha	739,8	9.235,4	Oc	05/82	42,00	2,42	17,44	4.528	301	Micaxisto	Arg.arg.	1,0	Tr.tr.	26,00	"	392,0
2339	RPA-89	Rcho.dos Burros	"	673,5	9.217,0	Oc	07/82	30,00	2,30	7,49	4.705	900	Gnaiss	Arg.ar.	0,3	N.car.	7,90		751,0
2340	RPW-110	Poço Redondo	"	674,1	9.223,6	Oc	05/83	50,00	2,38	9,76	300	47	Micaxisto	Arg.ar.	1,0	Ang.ci	18,70		312,4
2341	RPA-14	Cachorro	Santana Mangueira	667,3	9.215,0	Oc	07/81	48,00	4,28	9,23	3.130	631	Filito	-	0		20,80		1.115,5
2342	AQ-194	SEDE	" (ras	-	-	Oc	02/84	50,00	7,06	12,36	418	78	Micaxisto	Ar.silt.	3,0		13,70		2.065,0
2343	AQ-195	-	"	-	-	Oc	02/84	50,00	7,00	21,40	774	53	Filito	Ar.silt.	3,0		26,20		1.065,0
2344	RPW-53	Formigueiro	Santana Garrote	585,5	9.157,1	Oc	12/81	50,00	6,40	14,01	6.545	210	Micaxisto	Areia	3,0		33,00		656,0
2345	RPW-54	Caicara	"	-	-	Oc	12/81	50,00	-	-	1.345	-	-	-	-		42,00		-
2346	RPW-52	Formigueiro	"	621,8	9.185,4	Oc	12/81	50,00	7,38	12,22	6.540	1.350	Filito	Argila	3,0		20,80		386,9

CADASTRO GERAL DOS POÇOS PERFORADOS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO NORTE E PARAIBA

DADOS LOCAÇIONAIS						DATA	DADOS TÉCNICOS DO POÇO					DADOS GEOLÓGICOS, FISIOGRAFICOS E HIDROQUÍMICOS						
Nº	Nº CAD. EMPRESA PERFOR.	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	COORD. GEOGRAF.		PERFURAÇÃO POÇO	PRO-FUND (m)	NE (m)	ND (m)	VAZÃO (l/h)	VAZÃO ESPEC (l/h/m)	ROCHA	MANTO COBERT		FRATURAS		REL./HID.	RESÍDUO SECO (mg/l)
				LONG	LATIT	REGIÃO							MATERIAL	ESP	T I P O	PROF INTERSEC		
2347	RPA-107	Exu	Santana Garrote	612,1	9.185,1	Oc	11/82	50,00	5,70	21,51	2.400	Filito	Argila	1,0		33,20		631,5
2348	RPA-108	Passamo	"	619,5	9.183,3	Oc	11/82	40,00	6,20	9,54	4.230	"	"	3,0		26,60		646,6
2349	RPA-109	Barauna	"	620,4	9.180,4	Oc	11/82	50,00	3,50	11,49	1.330	"	Arg.ar.	1,0		35,20		571,0
2350	WBB-56	Sítio Jequi	"	615,4	9.191,7	Oc	01/84	33,00	14,00	16,24	2.880	Gnaiss	Ar.arg.	1,0		23,70		450,0
2351	RPA-25	Trapiã	S.J.Lagoa Tapa	754,4	9.113,0	Oc	07/81	50,00	3,24	9,26	428	Granito	Arg.ar.	6,0		11,00-15,5-19,50		351,8
2352	RPW-102	Sítio Picada	"	584,7	9.334,6	Oc	04/83	50,00	3,26	27,17	600	Pegmatito	Ar.silt	6,0		49,30	(36,00)	750,0
2353	RPWB-53	Capoeiras	"	591,9	9.239m1	Oc	01/84	40,00	2,18	10,79	2.727	Gnaiss	Argila	2,0		13,45		337,0
2354	WBO-190	Sítio Jatobá	"	581,2	9.230,2	Oc	04/84	50,00	3,50	21,39	2.571	"	Silt.ar.	3,0		32,30		385,0
2355	WBO-193	Taboleiro do Meio	"	595,2	9.231,6	Oc	06/84	40,00	2,34	16,52	3.000	"	Argila	3,0		23,00		436,0
2356	RPA-08	SEDE	S.José Caiana	598,2	9.230,7	Oc	06/81	50,00	1,26	13,14	3.428	"	Are-arg.	6,0		26,00		572,4
2357	RPW-115	Sítio Pimenta	"	575,8	9.199,5	Oc	06/83	50,00	4,21	14,72	346	"	Silt.arg.	3,0		15,2		479,0
2358	RPW-128	Poço Redondo	"	575,5	9.203,4	Oc	08/83	40,00	7,00	9,46	830	"	silt.arg.	3,0		17,70		630,0
2359	RPA-11	Mangação	S.José Piranhas	576,7	9.205,0	Oc	06/81	51,00	1,84	11,43	1.161	"	Arg.silt.	3,0		14,80		620,2
2360	RPA-124	Maio	"	568,7	9.224,1	Oc	01/83	50,00	7,07	19,07	900	Filito	-	0		20,80		442,4
2361	RPA-125	Lagoa de Dentro	"	546,2	9.212,8	Oc	01/83	40,00	7,90	17,07	418	"	Areia	3,0		19,50		367,0
2362	RPA-126	Saguin	"	557,0	9.213m6	Oc	01/83	50,00	2,19	31,15	514	"	Argila	2,0		34,00		581,0
2363	RPA-127	Sta.Luzia II	"	559,1	9.212,9	Oc	01/83	42,00	1,86	18,44	1.513	"	-	0		20,00		617,0
2364	AQ-209	Branquinha	"	539,2	9.211,1	Oc	05/84	50,00	6,28	21,83	672	Gnaiss	Ar.silt.	1,0		24,50		728,0
2365	AQ-211	Várzea do Saco	"	553,7	9.220,3	Oc	06/84	50,00	5,97	19,05	654	Filito	Silt.arg.	1,0		23,40		360,0
2366	AQ-212	Várzea da Caiçara	"	551,1	9.212,2	Oc	06/84	50,00	2,56	27,13	2.250	Gnaiss	Ar.silt.	3,0		35,80		396,0
2367	AQ-224	Zé Pedro	"	551,0	9.214,6	Oc	08/84	45,00	2,50	26,10	765	"	Ar.silt.	1,4		29,40		511,0
2368	AQ-254	Jatobá - SEDE	"	547,9	9.215,3	Oc	05/85	50,00	0,55	7,55	600	"	Ar.arg.	3,0		10,60		374,0
2369	AQ-286	Transmonte	"	553,8	9.212,9	Oc	08/85	50,00	1,08	18,32	920	Filito	Argila	3,0		20,70		310,5
2370	AQ-288	Sítio Gouveia	"	-	-	Oc	08/85	40,00	2,12	15,00	800	-	-	-		6,60 - 17,20		-
2371	AQ-290	Boqueiraozinho	"	-	-	Oc	08/85	-	1,51	19,00	800	Granito	-	-		10,50 - 22,60		-
2372	RPW-67	Carnauba dos Pires	S.José do Bonfim	549,7	9.210,9	Oc	05/82	31,00	1,70	8,16	3.692	Filito	-	-		8,30		300,0
2373	RPA-150	Serraria	Salgadinho	730,8	9.213,1	Oc	07/83	40,00	2,84	8,86	2.181	Micaxisto	Argila	3,0		11,40		3.079,0
2374	RPWB-33	SEDE	S.José Sabugi	-	-	Oc	10/83	50,00	-	-	2.570	Gnaiss	-	-	S.fra.	43,00	Elev.	1.575,0
2375	WBO-201	Sítio Rendinha	"	683,0	9.210,0	Oc	08/84	60,00	2,60	30,30	1.846	"	Areia	3,0	S.fra.	49,50	Elev.	795,0
2376	WBB-111	Fazenda Serrote	"	743,0	9.240,5	Oc	08/85	50,00	0,68	19,87	188	"	Areia	3,0	Ang.ci.	19,80	Talv.	2.698,0
2377	WBB-105	Serra Redonda	"	730,3	9.254,6	Oc	07/85	50,00	6,07	35,77	365	"	Ar.silt	2,0	Ang.ci.	42,05	"	612,0
2378	RPA-77	Sítio Farias	S.J.Espinharas	729,3	9.178,2	Oc	05/82	50,00	3,51	12,10	1.204	"	Ar.arg.	2,0		13,00		585,0
2379	RPA-102	Várzea Alegre	São Mamede	691,3	9.242,8	Oc	10/82	45,00	2,40	9,66	900	Granito	Areia	1,0		11,10		1.025,0
2380	RPA-103	Papagaio	"	714,0	9.237,1	Oc	10/82	36,00	4,74	7,95	3.789	Gnaiss	Ar.arg.	1,0		12,00		1.517,3
2381	WBB-71	Monte	"	704,1	9.233,1	Oc	03/84	54,00	3,30	6,74	436	Micaxisto	Argila	1,0		7,70		1.015,0
2382	WBB-72	Angico Torto	"	707,8	9.240,9	Oc	04/84	52,00	3,90	26,68	252	Granito	Areia	3,0		30,55		770,0
2383	AQ-266	Campo da Cruz	"	706,8	9.234,6	Oc	06/85	50,00	4,31	35,34	847	"	-	0		41,90		432,0
2384	RPWB-44	Riacho do Meio	"	710,1	9.225,8	Oc	11/83	50,00	3,50	17,40	514	Gnaiss	Silt.ar.	3,0		9,50		7.280,0
2385	RPA-66	Queixada	S.Vicente Serri	710,9	9.103,1	Oc	03/82	50,00	1,80	11,92	1.475	"	Areia	1,0		11,50		5.203,0
2386	AQ-231	Riacho dos Coelho	"	783,6	9.238,6	Oc	09/84	40,00	3,79	22,56	3.600	Micaxisto	Ar.silt	3,0		29,00		8.876,0
2387	AQ-272	Curupaiti/Fz.Morcego	"	781,9	9.241,1	Oc	07/85	51,00	1,05	34,45	2.000	"	-	0		46,30		1.775,0
2388	RPW-37	Pedra D'Água	"	787,8	9.236,6	Oc	10/81	50,00	7,85	23,12	404	Gnaiss	Ar.arg.	2,5		29,80		3.184,3
2389	RPW-38	Cacimbinha	"	775,7	9.236,8	Oc	10/81	50,00	2,49	24,66	1.840	Granito	Arg.silt	1,0		45,80		1.493,2
2390	AQ-202	Caititu	Serra Grande	764,7	9.176,3	Oc	02/84	50,00	6,53	12,17	423	Granito	Arg.ar.	2,0		13,00		585,0
2391	AQ-225	Lourenço	"	569,9	9.204,7	Oc	08/84	40,00	3,14	22,22	3.600	Gnaiss	Ar.silt.	1,0		30,20		345,0
2392	RPW-26	Campo Alegre	Sousa	568,0	9.198,9	Oc	07/81	48,00	10,50	17,37	420	"	Arg.silt.	3,0		11,0-15,0-19,0-36		2.075,0
2393	RPW-27	Vitorino	"	579,1	9.269,6	Oc	07/81	50,00	3,24	23,53	302	Granito	Ar.arg.	7,0		28,00		748,0
2395	AQ-219	Pascoal	"	600,0	9.264,9	Oc	07/84	40,00	2,13	17,50	2.093	Gnaiss	Silt.arg.	1,0		19,60		680,5
2396	RPA-164	Gurgueia	Teixeira	744,3	9.209,5	Oc	09/83	50,00	12,70	16,73	1.025	"	Silt.arg.	1,0		17,50		664,0
2397	RPA-172	Dom Vital	"	698,4	9.195,0	Oc	11/83	40,00	12,64	29,49	389	Granito	Ar.silt	1,0		31,80	Talv.	786,0

CADASTRO GERAL DOS POÇOS PERFURADOS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO NORTE E PARAIBA

DADOS LOCACIONAIS							DATA	DADOS TÉCNICOS DO POÇO					DADOS GEOLÓGICOS, FISIOGRÁFICOS E HIDROQUÍMICOS						
Nº	Nº CAD. EMPRESA PERFUR.	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	COORD. GEOGRAF.		REGIÃO	PERFURAÇÃO POÇO	PRO-FUND. (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	VAZÃO (l/h)	VAZÃO ESPEC (l/h/m)	ROCHA	MANTO COBERT.		FRATURAS		REL./HID.	RESÍDUO SECO (mg/l)
				LONG.	LATIT.									MATERIAL	ESP.	T I P O	P R O F		
2398	RPW-146	Sítio Vertente II	Triunfo	554,4	9.283,4	Oc	11/83	51,00	7,64	24,04	667	41	Granito	Argila	3,0		48,65		837,0
2399	P200-88	Sítio Pântano	"	-	-	Oc	07/85	70,00	15,00	36,00	400	19	-	-	-		38,00		-
2400	RPA-20	Montanha	Uirauna	558,3	9.288,7	Oc	07/81	50,00	4,11	19,84	349	22	Micaxisto	Ar.arg.	6,0		24,70		1.122,4
2401	RPW-87	Pitombeira	Várzea	722,9	9.245,0	Oc	02/83	40,00	2,94	19,68	4.675	279	Gnaiss	Areia	3,0		29,00		4.773,0
2402	RPW-88	Pedra D'Água	"	717,3	9.250,2	Oc	02/83	50,00	1,90	12,64	370	34	Micaxisto	Arg.ar.	6,0		8,00		1.565,0
2403	RPW-89	Xique-Xique	"	715,8	9.251,6	Oc	02/83	40,00	5,70	10,85	2.271	440	Quartzito	Ar.arg.	1,5		10,40		1.413,0
2404	RPWB-38	Cachoeira	"	725,2	9.246,4	Oc	11/83	50,00	7,00	22,25	430	28	Migmatito	Ar.Arg.	1,0		26,50		992,0