

CONSIDERAÇÕES SOBRE A CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO CRISTALINA DO SEMI-ÁRIDO CEARENSE - UMA ALTERNATIVA.

POR

J. Y. B. Gonçalves, W. Cordeiro, e C. H. N. Holanda
Geólogos da Superintendência de Obras do Estado do Ceará-SOEC

RESUMO -- O semi-árido nordestino, notadamente o cearense, cuja área chega a 75% da área total do Estado, é uma região extremamente problemática, no que se relaciona a recursos hídricos.

O presente trabalho trás algumas informações relacionadas com as características hidrogeológicas do embasamento cristalino. Os dados foram obtidos a partir da análise de relatórios de perfuração de cerca de 1.300 poços tubulares realizados pela SOEC, principalmente nestes últimos 3 anos.

Enfatizamos também neste trabalho a grande dificuldade de captação de água no semi-árido, onde seu uso e aproveitamento já é feito dentro de um racionamento natural. Os poços profundos apesar das baixas vazões e em alguns casos águas salinizadas ainda é a grande alternativa para os rebanhos e as populações lá existentes.

FISIOGRAFIA

Clima

No Estado do Ceará, a temperatura média anual varia em torno de 26°C passando em meses mais quentes (setembro a dezembro) uma média mensal em torno de 35°C e nos meses mais frios (junho a agosto) mínimas de 22°C, atingindo nas regiões mais elevadas temperaturas em torno de 19°C.

O índice médio de precipitação anual varia de 600 mm a 1.300 mm, com precipitação máxima no mês de março, prolongando-se eventualmente até meados de maio.

Segundo a classificação climática de Köppen podemos encontrar no Estado os seguintes tipos climáticos:

- a) Clima AW e AW' quente e úmido com chuvas de verão;
- b) Clima BSh, semi-árido quente, com estações distintas.

Vegetação

Levando em conta os remanescentes da vegetação natural e correlacionando os com o clima e os solos, descrevemos como principais as seguintes formações vegetais para o Estado do Ceará:

Floresta Subperenifólia -- Formação densa de porte alto composta de espécies variadas tais como: ingá, jatobá, mulungu, angico, pau-d'arco-roxo e amarello e outras. Esta formação acha-se associada a áreas com altitudes superiores a 600 m.

Floresta Caducifólia -- Formação um pouco densa e de porte baixo, compos

tas principalmente de: angico, sabiá, mororó, jucá e marmeleiro. Ocupam geralmente as serras secas, áreas de transição entre as florestas úmidas e a caatinga.

Caatingas -- Formação vegetal mais abundante no Estado, arbustiva, com indivíduos de porte baixo. Espinheiros, e cujas folhas caem totalmente no período seco. As espécies mais comuns são: sabiá, jurema, unha de gato, coroa-de-frade, xique-xique, mulungu e mandacaru.

Hidrografia

A compartimentação hidrográfica do Estado do Ceará conta com as seguintes bacias: bacia do rio Jaguaribe, bacia do rio Acaraú, bacia do rio Poti e bacias dos pequenos rios litorâneos.

Destaca-se entre todas a bacia do rio Jaguaribe, por ser a mais extensa, drenando cerca de 72.000 km², ocupando 50% da área total do Estado. Nesta bacia encontram-se os nossos principais açudes, o Orós, Banabuiu e Riacho do Sangue, grandes responsáveis pela captação de águas superficiais.

De maneira geral os nossos rios descrevem um padrão de drenagem retangular, tendo seus cursos associados aos grandes falhamentos e só assumem um padrão dendrítico ao cortarem eventuais formações argilosas.

As direções preferenciais de escoamento dos principais rios são N-NE e E-SE desembocando sempre em litoral cearense.

GEOMORFOLOGIA

Associadas as mais diversas litologias existentes correlacionou-se as seguintes unidades geomorfológicas: tabuleiros costeiros, depressão sertaneja, chapada do Araripe, planalto sertanejo, planalto da Ibiapaba e planaltos residuais.

O relevo predominate no Estado do Ceará caracteriza-se por extensas superfícies planas, oriundas do processo de pediplanação das rochas cristalinas e sedimentares, onde sobressaem extensos setores dos relevos dissecados, onde formas aguçadas e convexizadas modeladas por processos erosivos, caracterizam um retrabalhamento sobre as superfícies de aplainamento.

Muito importante quanto as litologias, foram os processos tectônicos, que influenciaram decisivamente na formação dos maciços montanhosos.

ROCHAS DO EMBASAMENTO CRISTALINO

O embasamento cristalino abrange cerca de 110.000 km² ou 75% da área do Estado do Ceará e é representado por uma variadíssima gama de rochas metamórficas e ígneas subjacentes.

Daremos aqui somente uma descrição sumária das unidades lito-estratigráficas enquadradas como cristalino.

Grupo Martinópolis

Este grupo acha-se dividido em três formações distintas e todas datadas do proterozoico médio e estão representadas por metamorfitos oriundos de sedimentos marinhos.

Formação Santa Terezinha -- Constitui-se basicamente de filitos apresentando fácies carbonatados e ardosiano. Encontra-se também metassiltitos.

Formação Covão -- Constituída essencialmente de xistos variados, com intercalações de calcário, e quartzitos micáceos.

Formação São Joaquim -- Esta é sem dúvida a porção mais grosseira deste grupo, e está representada por quartzitos, que vão de puro a micáceos.

Grupo Cachoeirinha

Metabasitos de origem marinha representados predominantemente por filitos e micaxistos finos, estes últimos por vezes apresentam granadas e/ou estaurolita. Subordinados a estes encontra-se rochas meta-vulcânicas que variam de ácidas a intermediárias.

Complexos Novo Oriente, Lavras da Mangabeira e Aracoiaba

Metassedimentos de grau baixo a médio com variações leves, vão desde o fácies sericita-clorita até biotita-estaurolita-granada. Seus litótipos mais comuns são filitos, metacalcários dolomíticos ou não e quartzitos. Subordinadamente anfibolitos, metabasitos, xistos magnesianos e biotita-gnaisses finos.

Grupo Ceará

Trata-se de uma sequência parametamórfica de grau metamórfico variando do fácies xisto verde a anfibolito, representado por filitos, quartzitos e gnaisses variados, com intercalações de calcário cristalino.

Unidade Cariré - Sobral

Quartzitos puros e muscovíticos com associações calcissilicáticas, granada-cianita-biotita-xistos, gnaisses calcissilicáticos e metacalcários.

Complexo Independência

Unidade de natureza vulcano-sedimentar metamórfica constituída predominantemente de gnaisses variados, tais como, biotita gnaisses, gnaisses leucocráticos e gnaisses bandados, e associados a estes metabasitos, meta-ultrabasitos, xistos e metacalcários.

Leptinitos de Tróia

Constituem-se basicamente de ortognaisses similares aos do Complexo Independência, e localmente apresenta ocorrências de meta-ultrabasitos.

Dioritos de Tauá

Rochas plutônicas de constituição basicamente diorítica onde por vezes acha-se migmatizado ou com variações para quartzo-diorito e granodiorito. Associados a estes encontra-se alguns gabros, corpos graníticos e encraves gnaissico-migmatítico.

Complexo Tamboril - Santa Quitéria

Sequência de rochas extremamente migmatizadas, representadas principalmente por gnaisses-migmatíticos com estruturas flebíticas, estromática, oftá-

mica, schlieren, nebulitos e anatexistos. Corpos granitóides geralmente porfiróblásticos com estrutura difusa, apresenta contatos gradacionais e aparecem envolvidos por migmatitos diversos.

Complexo Granja

Conjunto de rocha representado por: gnaisses, migmatitos, granitos de anatexia sim e tardi-cinemáticos e quartzitos com intercalações de hematita compacta e itabiritos.

Rochas Cataclásticas

Quase todas as litologias descritas neste trabalho foram submetidas a um intenso tectonismo ruptural, atuando sobre estas de maneira a modificá-las mineralógica e texturalmente, dando origem a extensas faixas cizalhadas, ao longo das linhas de falha, que ocorre indistintamente em grande parte do território cearense.

A atuação do metamorfismo dinâmico sobre as litologias supra citadas, originou rochas dos tipos milonitos, ultramilonitos, cataclasitos, protomilonitos e rilonitos.

CONSIDERAÇÕES SOBRE A GEOLOGIA ESTRUTURAL

As rochas do embasamento cristalino preservam as marcas de uma intensa atividade tectônica, que se prolongou desde o pré-cambriano até o início do terciário, provocando sobre as mesmas constantes transformações e desenvolvendo estruturas de alto grau de complexidade.

Como vemos na figura 1 as estruturas que mais se destacam são as grandes falhas, acompanhadas por um sistema paralelo e secundário de falhamentos, e extensas zonas de milonitos, ultramilonitos e cataclasitos com alguns quilômetros de largura. Dentre as falhas que cortam o substrato cearense as que mais se destacam são: Senador Pompeu, Orós, Tatajuba, Jaguaribe, Tauá, Sabonete-Imbarê, e Itacolomi. Todas estas falhas são de rejeito direcional e estão associadas a um intenso fraturamento secundário.

Kegel (1965) reconhece para o Estado do Ceará, um conjunto de unidades tectônicas e denominou de blocos "Blocos Orogênicos", associando a cada um destes a um estilo estrutural característico (vide figura 1). Kegel (op. cit.) destaca ainda as principais direções do modelado estrutural e os lineamentos regionais.

- Segundo Kegel, o Ceará estaria assim dividido:
- Bloco Orogênico Coreaú: orientado segundo direção E-W, de composição gnaissico-migmatítica.
 - Bloco Orogênico Acaraú: com direção estrutural N-S.
 - Bloco Orogênico Santa Quitéria: de formato triangular, direção estrutural NW.
 - Bloco Orogênico Banabuiú: direção estrutural SW-NE.
 - Bloco Orogênico Assaré - Limoeiro: com direção E-NE.
 - Bloco Orogênico Itapagé: não apresenta lineamento estrutural definido.

ÁGUA SUBTERRÂNEA DO EMBASAMENTO CRISTALINO

A capacidade de armazenamento de água subterrânea no embasamento cristalino é comandada pela conformação estrutural, tendo como áreas favoráveis

contatos geológicos, os contatos por falhas e o manto de intemperismo.

O embasamento cristalino apresenta vocação hidrogeológica de média a fraca, sendo que a permeabilidade e transmissibilidade das águas é provocada pelo sistema de fraturas e sua alimentação está ligada a precipitação atmosférica, a rede hidrográfica e aos aluviões.

Água subterrâneas dos aluviões

Apresentam-se como aquíferos livres sendo que a alimentação está ligada a infiltração direta da pluviometria e pela infiltração lateral das águas dos rios. Apresentam permoporosidade relativa e tem sua grande importância como fonte d'água por fornecerem quantidades apreciáveis através de escavações e por poços tubulares.

Água de zonas alteradas

Em geral, o manto de intemperismo das rochas do embasamento cristalino é pouco espesso, sendo que em alguns casos pode ultrapassar a dezenas de metros, sendo assim, a quantidade de água armazenada é considerada de vital importância em termos de potencialidade.

Água subterrâneas de fendas e fisuras

As águas subterrâneas acumulam-se nas zonas fisuradas que, em geral, são pouco espessas, uma vez que as fisuras se fecham em profundidade devido a pressão das formações sobrejacentes. São caracterizadas por apresentarem nível estático profundo, embora tenham sido acumuladas em zonas mais permeáveis, em contato com a rocha não fisurada pouco permeável.

TIPOS DE FRATURAS

O embasamento cristalino apresenta três tipos de fraturamento:

- Fraturas longitudinais
- Fraturas transversais
- Fraturas angulares

As fraturas longitudinais abrangem dezenas de quilômetros, são correspondentes a fraturas paralelas à xistosidade e perpendicular ao esforço compressivo, por isso tornam-se fechadas e concluímos que as mesmas não são promissoras para água, tanto no aspecto quantitativo como no qualitativo.

As fraturas transversais e angulares correspondem às fraturas de tensão e são paralelas ao esforço compressivo, com isso tornam-se mais abertas fornecendo portanto maior volume de vazios, isto é, permeabilidade alta.

DENSIDADE DE FRATURAS E SUA EXTENSÃO

A densidade dos fraturamento e sua extensão depende dos fenômenos tectônicos sofridos e do grau de competência das rochas.

O granito, gnaisses e migmatitos apresentam-se mais densamente fraturados e mais abertos em pequenas profundidades devido ao grau de intemperismo, e mais fechados e menos densos em profundidades maiores que os xistos, filitos, ardósias, etc, sendo que os primeiros possibilitam maior acúmulo de água que os últimos.

CAPACIDADE DE PRODUÇÃO

Do levantamento efetuado em 1.235 poços obtivemos vazões variadas. Estas vazões foram determinadas através de um bombeamento e teste de vazão realizado com compressor no período de 24 horas. Detectamos portanto vazões mínimas em torno de 50 l/h e vazões máximas em torno de 16.000 l/h na área do cristalino. A vazão média tomando por base estes 1.235 poços foi de 2.900 l/h.

QUALIDADE DAS ÁGUAS DO EMBASAMENTO

Considerando os resultados das análises químicas das águas subterrâneas das águas cristalinas, temos em suma, os seguintes resultados:

- Predomínio de águas coletadas
- Resíduo seco de 500 a 1.000 mg/l e as salinidades mais elevadas não ultrapassam a 4.000 mg/l.

Com relação a qualidade das águas do embasamento cristalino não podemos fornecer informações precisas, devido a pouca quantidade de poços que tiveram suas águas analisadas, podemos apenas fazer referência com relação ao sabor, que em sua maioria não é de boa qualidade. Vale salientar que órgãos do Estado já estão desenvolvendo dessalinizadores, com produção ainda baixa, contudo com boas perspectivas para um futuro próximo minimizar em muito este problema.

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE OS POÇOS ANALIZADOS

Os poços que forneceram os dados pelos quais nos baseamos para obtermos estas informações foram os perfurados pela SOEC, sendo o maior número destas perfurações realizadas no período de 1980 a 1982. A perfuração da grande maioria destes poços teve o acompanhamento "in loco" de um geólogo que coordenava os trabalhos de campo, desde a locação do poço até sua perfuração.

Não foi possível localizar os poços citados neste trabalho em mapa, devido a falta de coordenadas geográficas dos mesmos, poderá ser feito posteriormente devido a grande importância dentro do contexto hidrogeológico.

A quase totalidade dos poços foram perfurados dentro das rochas do pré-cambriano não diferenciado, e das rochas proterozóicas do Ciclo Brasileiro, como também, nas rochas do cambriano.

A execução de poços realizados pela SOEC no período de 1979 a 1983, foi a seguinte: 1979 (124 poços); 1980 (194 poços); 1981 (526 poços); 1982 (630 poços) e 1983 (226 poços), aproximadamente 70% destes poços foram perfurados na região semi-árida do cristalino cearense.

Como pode ser visto na figura 2, a SOEC conta com um parque de máquinas perfuratrizes, cobrindo áreas específicas do Estado, podendo perfurar por ano em ritmo normal de trabalho em torno de 700 poços tubulares profundos, desde que tenha recursos financeiros para tal empreendimento.

No quadro 1 podemos observar a relação dos municípios com alguns dados dos poços ali perfurados. Os 1.235 poços analisados tem sua distribuição em municípios urbanos em torno de 42% e no meio rural chega a 58%.

Consideramos poços totalmente secos aqueles de vazão zero, enquanto outros órgãos não adotam este critério. Justificamos isto devido a observarmos que poços de 50 l/h estão contribuindo para soluções domésticas em locais de

extrema dificuldade.

Dos 1.235 poços perfurados chegamos a seguinte conclusão, conforme quadro abaixo:

Q	P.S.*	500 l/h	500 a 1.000 l/h	1.000 a 2.000 l/h	2.000 l/h
%	13%	26%	13%	16%	32%

* P.S. - Poço Seco

O uso frequente destes poços está na pecuária e em segundo lugar para fins domésticos.

ALTERNATIVAS PARA USO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DO CRISTALINO

As maiores vazões obtidas no cristalino chegaram a 16.000 l/h, contudo nossa vazão média foi de 2.900 l/h, aparentemente é um vazão baixa, contudo poderá ser feito dentro de critérios racionais um bom aproveitamento destas águas para pequenas propriedades. Tomando como exemplo, uma hipotética propriedade com poço tubular profundo com vazão de 2.900 l/h e construindo um reservatório com capacidade para armazenar 60.000 l/dia, poderíamos assegurar:

- fornecimento de água a 30 pessoas com um consumo de 50 l/dia/pessoa;
- suprir um rebanho de 200 cabeças, com consumo de 50 l/dia/cabeça;
- suprir um rebanho de 200 caprinos ou ovinos levando em conta um consumo de 15 l/dia/animal;
- suprir o fornecimento de uma micro-aspersão com área de 1,5 ha destinada a fruteiras com um consumo de 15.000 l/dia, bem como 1,0 ha de hortaliças com consumo de 20.000 l/dia.

Para tudo isso levamos em conta que o homem do sertão já usa água de maneira racional, por força das circunstâncias. Para que seja exequível o que hora expomos, necessário se faz que os poderes constituídos se sensibilizem para o problema do homem no campo, que os estabelecimentos financeiros oficiais abram linhas de crédito com juros compatíveis ao meio rural.

EXPLORAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO EMBASAMENTO CRISTALINO

A problemática de água das regiões semi-áridas, notadamente as encravadas nas regiões cristalinas do Estado do Ceará, vem se repetindo ao longo dos anos sem que uma política séria e constante, e com fortes recursos financeiros, tenha sido aplicada nesta região, independente de situações climáticas.

Na exploração da água subterrânea do embasamento cristalino, faz-se necessário desenvolver e melhor aplicar as pesquisas relacionadas com o comportamento da mesma. Acreditamos que estas pesquisas tenham êxito a partir do momento que venha ser desenvolvido por órgãos e por técnicos nordestinos que sofrem na pele os reflexos da escassez de água e as secas que afligem de uma maneira tão grave nossos irmãos.

Para melhor captação do embasamento cristalino do Estado do Ceará, sugerimos que seja feito um estudo minucioso por parte dos órgãos competentes, seguindo alguns critérios entre os quais podemos citar:

- Mapa geológico de detalhe, dando bastante ênfase aos elementos estrutu

rais mais recentes.

- pesquisa minuciosa com relação as fraturamentos transversais, longitudinais e angulares e suas respectivas interações no que se relaciona aos seus aspectos quantitativos e qualitativos;

- estudar mais detalhadamente zonas de fraturas internas através de prospecção geofísica detalhada e bem interpretada, diminuindo em muito os erros nas perfurações e consequentemente obtendo melhores vazões nestes poços.

CONCLUSÕES

Como é possível observar na figura 1, aproximadamente 75% da área total do Estado está situada na região cristalina, constituindo portanto aquíferos fraturados, onde a circulação da água se faz através destas fraturas.

De uma maneira grosseira mas que já traduz algo importante, onde os fraturamentos são intensos, a vazão média dos municípios ali localizados são mais elevadas. Nestas regiões obedecendo a critérios de locação, com o auxílio de fotografias aéreas, mapas geológicos e estruturais e uma geofísica bem aplicada e bem interpretada, teríamos muito sucesso nos poços ali perfurados.

Devido a maioria dos municípios cearenses estarem localizados em zonas cristalinas, o problema da carência de água é bastante grande. Em muitos locais a rede hidrográfica é insuficiente para construção de açudes de porte médio que venha suportar mais de três anos de estiagem, sem que sua água tenha condições potáveis. Portanto as populações ali radicadas tem as águas subterrâneas como única alternativa de abastecimento.

A política hídrica do Estado do Ceará, apesar de muitas dificuldades financeiras, vem desenvolvendo lentamente técnicas mais modernas na locação de poços nas regiões cristalinas, obtendo desde já muito sucesso nessa investida. Observamos que da análise de 1.235 poços obtivemos uma vazão média de 2.900 litros por hora e um índice de poços totalmente secos em torno de 13%, percentagem esta relativamente baixa levando-se em conta que a locação dos poços não obedeceram um bom critério técnico. Acreditamos, pois, que a partir do momento em que se tenha uma locação criteriosa a vazão tenderá a aumentar a níveis bem mais elevados com índice de poços secos tendendo a zero.

T A B E L A S

MUNICÍPIO	Nº POÇOS	VAZÃO MÉDIA	VAZÃO TOTAL	% POÇOS SECOS	% POÇOS ATÉ 500 l/h
Acopiara	7	3437,14	24060	0,00	14,28
Acarau	3	1768,33	5305	0,00	33,33
Aiuaba	6	3426,66	20560	16,66	33,33
Alcântara	6	710,00	4260	16,66	33,34
Alto Santo	8	1333,75	10670	50,00	25,00
Antonina do Norte	1	825,00	825	0,00	0,00
Araripe	37	1418,27	52476	27,03	24,32
Aracoiaba	42	2948,69	123845	4,76	16,67
Aratuba	1	900,00	900	0,00	0,00
Arneiróz	10	1296,00	12960	0,00	40,00
Assaré	49	1098,67	53835	20,41	36,73
Aurora	3	2980,66	8942	33,34	0,00
Aquiraz	10	1631,90	16319	0,00	30,00
Baixio	7	1764,28	12350	0,00	28,57
Baturité	7	2040,57	14284	14,28	14,28
Beberibe	7	1855,14	12986	0,00	28,57
Bela Cruz	5	2751,80	13759	0,00	40,00
Boa Viagem	11	1201,90	13220	18,18	45,46
Chaval	2	120,00	120	50,00	50,00
Canindé	30	2275,73	68272	10,00	30,00
Cascavel	14	2859,07	40027	0,00	28,58
Caucaia	36	3873,25	139437	8,33	13,88
Campos Sales	49	987,20	48383	16,33	44,89
Capistrano	2	6125,00	12250	0,00	0,00
Caririaçu	8	540,00	4320	25,00	37,50
Cariré	5	1330,00	6650	40,00	20,00
Cariús	6	3499,00	20994	0,00	16,67
Cedro	15	1358,86	20380	13,34	33,33
Crateús	68	2530,07	172045	16,17	23,53
Farias Brito	5	4423,20	22116	0,00	20,00
General Sampaio	2	1975,50	3951	0,00	50,00
Granjeiro	3	1400,00	4200	33,33	33,34
Granja	12	3026,50	36318	0,00	16,67
Groairas	5	2049,00	10245	0,00	0,00
Guaramiranga	8	3665,87	29327	25,00	12,50
Hidrolândia	8	6281,25	50250	0,00	25,00
Icó	2	2435,00	4870	0,00	0,00
Independência	24	1942,66	46624	8,33	33,34
Ipu	21	2936,76	61672	4,76	4,76
Ipaumirim	6	5125,16	30751	0,00	16,67
Ipueiras	5	1776,00	8880	0,00	0,00
Iracema	5	1981,20	9906	20,00	20,00
Itapagé	6	1276,66	7660	0,00	33,33
Itatira	24	2034,62	48831	4,17	29,16
Itaiçaba	1	2640,00	2640	0,00	0,00
Itapipoca	5	1729,00	8645	0,00	60,00
Irauçuba	5	1335,80	6679	0,00	40,00
Jucás	5	3762,00	18810	0,00	20,00
Jaguaruana	5	2943,40	14717	20,00	20,00
Jaguaretama	9	2447,55	22028	0,00	44,45
Jaguaribe	7	579,28	4055	14,28	42,86
Jati	1	200,00	200	0,00	100,00
Lavras da Mangabeira	23	2123,98	50460	4,85	30,43
Limoeiro do Norte	3	353,33	1060	0,00	66,67

Quadro 1

	500 a 10001/h	1000 a 20001/h	ACIMA 20001/h	P. MÉD. CRIST.	N. E. MÉDIO	N. D. MÉDIO	VAZÃO ESPECIF	Nº POÇOS URB	RUR
	14,28	42,86	28,58	13,07	8,37	43,00	99,25	4	3
	33,33	0,00	33,34	21,75	11,80	47,56	49,44	1	2
	0,00	16,67	33,34	2,33	20,03	28,66	397,06	1	5
	16,66	33,34	0,00	2,50	8,67	41,00	21,96	4	2
	0,00	12,50	12,50	38,46	13,56	18,31	280,78	0	8
	100,00	0,00	0,00	0,00	12,00	48,00	22,91	0	1
	16,21	13,51	18,93	7,25	6,65	26,43	71,70	12	25
	16,67	19,05	42,85	10,27	13,37	39,22	114,06	19	23
	100,00	0,00	0,00	21,00	30,10	51,00	43,06	1	0
	30,00	20,00	10,00	4,20	16,46	49,78	38,89	3	7
	20,41	4,08	18,37	2,81	4,34	28,40	45,66	24	25
	0,00	33,33	33,33	7,76	1,40	12,70	263,77	3	0
	20,00	20,00	30,00	18,40	10,38	38,23	58,59	4	6
	0,00	42,85	28,58	1,85	5,50	43,42	46,52	4	3
	0,00	28,58	42,86	7,14	9,40	36,05	76,56	1	6
	14,28	14,28	42,87	14,35	6,88	31,94	74,02	2	5
	20,00	20,00	20,00	32,39	11,24	39,64	98,27	2	3
	0,00	18,18	18,18	0,80	9,00	47,74	33,62	1	10
	0,00	0,00	0,00	0,00	1,30	26,75	4,71	2	0
	6,66	16,66	36,68	0,97	11,21	40,42	77,90	12	18
	7,14	14,28	50,00	17,33	10,20	37,88	103,29	8	6
	2,77	19,46	55,56	9,35	7,74	30,84	166,95	18	18
	12,25	14,28	11,25	3,83	7,53	40,07	30,33	19	30
	0,00	0,00	100,00	12,00	10,85	34,00	264,57	0	2
	25,00	0,00	12,50	2,83	9,60	35,35	21,05	3	5
	0,00	0,00	40,00	2,40	7,86	27,40	68,06	4	1
	0,00	50,00	33,33	5,00	6,00	23,03	151,93	5	1
	20,00	20,00	13,33	4,80	4,85	38,90	39,90	9	6
	17,65	8,82	33,83	3,39	11,22	37,61	95,87	15	53
	0,00	20,00	60,00	3,40	5,51	40,82	125,26	3	2
	0,00	0,00	50,00	3,32	22,65	52,50	65,57	2	0
	0,00	0,00	33,33	11,76	9,45	28,43	74,19	3	0
	16,67	16,66	50,00	8,85	10,24	41,64	96,38	10	2
	60,00	0,00	40,00	0,00	11,02	49,44	53,33	1	4
	12,50	12,50	37,50	6,31	3,82	22,68	194,37	3	5
	0,00	12,50	62,50	2,62	5,60	31,82	239,55	5	3
	0,00	0,00	100,00	14,00	11,50	37,50	93,65	1	1
	4,16	29,16	25,01	2,45	9,79	41,72	60,84	5	19
	14,28	28,58	47,62	3,42	7,02	37,20	96,98	8	13
	16,67	33,33	33,33	12,08	3,65	42,10	133,29	5	1
	40,00	20,00	40,00	3,60	7,76	42,90	50,54	3	2
	20,00	0,00	40,00	2,80	8,54	30,84	88,84	1	4
	16,67	33,33	16,67	1,75	7,68	39,73	39,83	1	1
	16,67	12,50	37,50	4,41	12,13	40,21	72,45	11	13
	0,00	0,00	100,00	9,00	7,00	40,00	80,00	1	0
	20,00	0,00	20,00	4,46	7,08	41,00	50,97	2	3
	20,00	20,00	20,00	1,80	12,52	38,92	50,59	1	4
	0,00	60,00	20,00	10,49	3,89	38,88	107,51	3	2
	0,00	20,00	40,00	21,90	4,10	39,60	82,91	5	0
	22,22	11,11	22,22	5,94	12,42	40,42	87,41	3	6
	28,58	14,28	0,00	0,22	6,84	50,85	13,01	5	2
	0,00	0,00	0,00	24,00	11,00	39,00	7,14	1	0
	13,04	21,72	30,45	2,47	4,26	36,89	65,09	11	11
	33,33	0,00	0,00	10,16	6,33	44,00	9,37	0	3

Quadro I

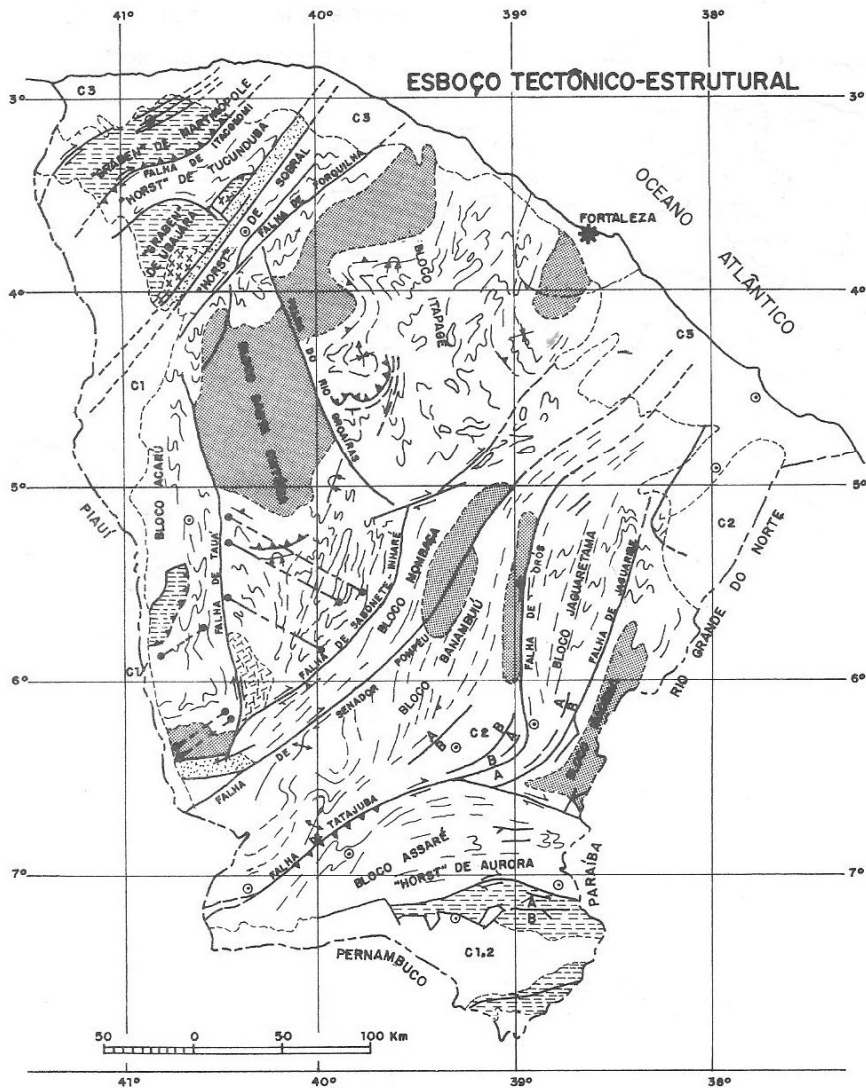
MUNICÍPIO	Nº POÇOS	VAZÃO MÉDIA	VAZÃO TOTAL	% POÇOS SECOS	% POÇOS ATÉ 500 l/h
Massapê	5	1772,00	8860	0,00	40,00
Maranguape	25	1512,84	37821	8,00	32,00
Marco	1	14000,00	14000	0,00	0,00
Monsenhor Tabosa	7	1378,00	9646	0,00	71,42
Mombaça	10	2303,00	23030	20,00	10,00
Morada Nova	97	1251,71	121416	21,65	26,80
Moraújo	6	1463,83	8783	16,16	0,00
Morrinhos	1	1100,00	1100	0,00	0,00
Mulungu	3	3910,00	11730	33,34	0,00
Nova Russas	16	3123,93	49983	0,00	6,25
Novo Oriente	8	1290,12	10321	25,00	12,50
Orós	4	1410,00	5640	25,00	25,00
Pacajús	18	3434,22	61816	0,00	11,11
Pacatuba	18	2932,38	52783	11,11	11,11
Pacoti	8	3110,87	24887	25,00	0,00
Paramoti	2	3746,50	7493	0,00	50,00
Parambu	13	1179,61	15335	15,38	15,38
Pedra Branca	7	2000,42	14003	14,28	14,28
Pentecoste	3	5421,33	16264	33,33	0,00
Pereiro	3	848,33	2545	0,00	33,33
Potengi	20	2477,70	49554	35,00	20,00
Piquet Carneiro	4	2276,25	9105	25,00	0,00
Poranga	1	6880,00	6880	0,00	0,00
Quixadá	24	1151,25	27630	4,16	50,00
Quixeramobim	29	1192,93	34595	10,35	20,68
Russas	17	2064,94	35104	11,76	23,53
Redenção	59	3379,01	199361	8,48	10,16
Reriutaba	17	1207,05	20520	29,42	17,64
Santana do Acaraú	2	458,00	916	0,00	50,00
Santa Quitéria	9	1048,77	9439	11,11	55,55
Senador Pompeu	15	2170,00	32550	40,00	6,67
Senador Sá	1	500,00	500	0,00	100,00
Sobral	16	4645,50	74328	0,00	18,75
Solonópole	39	955,84	37278	43,59	17,95
Saboeiro	1	1320,00	13200	0,00	0,00
São Gonçalo do Amarante	9	2956,66	26610	0,00	11,12
São João do Jaguaribe	5	1580,80	7904	0,00	40,00
Tauá	31	2548,70	79010	6,45	25,80
Tabuleiro do Norte	3	810,00	2430	33,34	33,33
Tamboril	12	1982,08	23785	8,34	8,34
Trairi	2	1290,00	2580	0,00	0,00
Umari	1	2640,00	2640	0,00	0,00
Uruburetama	2	110,00	220	0,00	100,00
Uruoca	2	500,00	1000	50,00	0,00
Várzea Alegre	8	1920,62	15365	37,50	50,00
Viçosa do Ceará	1	6000,00	6000	0,00	0,00

i	500 a	1000 a	ACIMA	P. MÉDIO	N. E.	N. D.	VAZÃO	Nº POÇOS	
	10001/h	20001/h	2000 1/h	CRISTAL.	MÉDIO	MÉDIO	ESPECIF	URB	RUR
	20,00	20,00	20,00	8,50	8,84	43,18	51,60	2	3
	20,00	16,00	24,00	6,65	5,55	40,77	42,95	16	9
	0,00	0,00	100,00	40,00	11,00	23,00	1166,66	0	1
	0,00	0,00	28,58	3,71	7,20	55,00	28,82	2	5
	20,00	10,00	40,00	4,60	10,50	33,14	101,72	4	6
	17,53	11,34	22,68	4,87	8,73	36,31	45,38	17	80
	50,00	16,67	16,76	4,60	7,06	36,28	50,09	1	5
	0,00	100,00	0,00	0,00	2,70	44,00	26,63	1	0
	0,00	0,00	66,66	6,00	11,16	24,60	290,92	2	1
	18,75	31,25	43,75	3,98	11,42	40,31	108,13	6	10
	0,00	37,50	25,00	4,75	8,33	30,28	58,77	4	4
	0,00	0,00	50,00	3,50	15,40	44,75	48,04	2	2
	16,17	33,33	38,89	24,96	13,81	41,81	122,84	9	9
	16,67	16,67	44,44	10,65	6,65	35,04	103,28	6	12
	12,50	12,50	50,00	5,60	4,23	25,93	143,35	6	2
	0,00	0,00	50,00	0,35	16,00	48,50	115,27	2	0
	46,16	7,69	15,39	3,84	9,03	37,87	51,64	8	5
	14,28	0,00	57,16	2,85	11,57	32,65	94,89	5	2
	0,00	0,00	66,67	1,93	7,66	18,33	508,09	0	3
	0,00	66,67	0,00	6,66	7,33	38,16	27,54	2	1
	10,00	10,00	25,00	2,47	3,06	22,90	126,80	6	14
	25,00	0,00	50,00	6,87	3,05	29,33	86,61	2	2
	0,00	0,00	100,00	15,00	37,70	45,00	942,46	0	1
	12,50	12,50	20,84	1,99	8,63	43,10	33,39	4	20
	10,35	30,94	27,58	2,31	10,66	36,40	77,42	13	16
	11,76	23,53	29,42	11,95	9,93	31,95	93,77	6	11
	15,26	13,56	52,54	9,44	7,58	24,84	195,77	34	25
	29,42	5,88	17,64	1,23	7,16	32,42	47,78	10	7
	50,00	0,00	0,00	12,00	3,75	30,05	17,12	1	1
	11,11	0,00	22,23	2,33	11,83	39,11	38,44	6	3
	13,33	13,34	26,76	2,80	5,25	22,77	123,85	9	6
	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	47,80	10,96	1	0
	12,50	18,75	50,00	1,93	6,98	41,73	133,68	13	2
	10,26	12,82	15,38	0,62	5,43	24,63	49,78	10	29
	0,00	0,00	100,00	13,30	5,00	12,30	1808,21	1	0
	22,22	22,22	44,44	12,05	9,70	39,22	100,15	1	8
	20,00	0,00	40,00	17,28	10,98	45,02	46,43	3	2
	6,45	29,04	32,26	3,94	12,40	39,53	93,94	16	15
	0,00	0,00	33,33	18,00	8,66	28,06	41,75	3	0
	33,33	16,76	33,33	3,33	4,41	41,25	53,80	6	6
	0,00	100,00	0,00	25,00	7,75	49,00	31,27	1	1
	0,00	0,00	100,00	10,00	5,50	27,90	117,85	1	0
	0,00	0,00	0,00	5,00	2,65	65,50	1,75	2	0
	50,00	0,00	0,00	28,50	3,00	8,00	100,00	1	1
	0,00	0,00	12,50	3,37	7,03	29,83	84,21	5	3
	0,00	0,00	100,00	9,00	18,40	28,00	625,00	1	0

Quadro 1

REFERÊNCIAS

- BRASIL. MME. S.G., Projeto Radam Brasil - Levantamento de recursos naturais, Folha Fortaleza, relatório final. Rio de Janeiro, 1981. V.21.
- BRASIL. MME. S.G., Projeto Radam Brasil - Levantamento de recursos naturais, Folha Jaguaribe, relatório final. Rio de Janeiro. 1981. V.23.
- CAMPOS, M. de, et alii, Projeto Rio Jaguaribe. Brasília, DNPM/CPRM, seção geológica básica nº 1, 1979. 149 p. il.
- COSTA. M. J. et alii, Geologia da Bacia Jaibaras - Ceará, Piauí e Maranhão - Projeito Jaibaras. Brasília, DNPM/CPRM, seção geológica básica nº 11, 1979. 106 p. il.
- COSTA. W. D., A hidrogeologia do cristalino à luz da mecânica das rochas, In.: Anais I Cong. Bras. Águas Subterrâneas, Recife, 1980. 626 p.
- CRUA. W. B. da; FRANÇA, H. P. M. de, Inventário hidrogeológico do Nordeste. Folha nº 14 - Jaguaribe - SO. Recife, SUDNE. Div. Documentação, 1971. 222 p. il.
- GASPARY, G. et alii, Estudo geral de base do vale do Jaguaribe, hidrogeologia. Recife, SUDENE, ASMIC, 1967. V. 7, 250 p.
- LEAL, O., Inventário hidrogeológico do Nordeste, Folha nº 9 - Jaguaribe - NO. Recife, SUDENE. Div. Documentação, 1971. 178 p. il.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA/SUDENE, Levantamento exploratório - Reconhecimento de solos do Estado do Ceará, Recife, 1973. V. 1, 301 p. il.
- MME/DNPM/MINTER/SUDENE/ESTADO DO CEARÁ/CEMINAS/SEPLAN, Mapa geológico do Estado do Ceará. Brasília, 1983. Notas explicativas.



LEGENDA FIGURA Nº 1

- BLOCOS TECTÔNICOS CONSTITUÍDOS POR CONJUNTOS LITOLÓGICOS QUE EXIBEM, PREFERENCIALMENTE, CARACTERÍSTICAS DE INFRA-ESTRUTURA, CUJO COMPORTAMENTO PALEOGEOGRÁFICO/TECTÔNICO AINDA NÃO SE ENCONTRA BEM DELINEADO, EM RELAÇÃO AOS SISTEMAS PRÉ-CAMBRIANOS.
 - BLOCOS TECTÔNICOS EXPONDO, PREDOMINANTEMENTE, ROCHAS POLIDEFORMADAS A NÍVEL DE SUPRA-ESTRUTURA.
 - ZONAS COM ESTRUTURAS DE ASCENÇÕES DÔMICO-DIAPÍRICAS DE NATUREZA MIGMATITO-GRANÍTICAS
 - SEDIMENTOS MOLÁSSICOS (?), PARCIALMENTE ASSOCIADOS A MAGMATITOS ÁCIDO-INTERMEDIÁRIO-BÁSICOS
 - COMPLEXO BÁSICO-INTERMEDIÁRIO.
 - CORPOS GRANÍTICOS PÓS-OROGÊNICOS, EM RELAÇÃO AO CICLO BRASILEIRO.
 - SEDIMENTOS ORTOPLATAFORMAIS
- — PRINCIPAIS DIREÇÕES DE FRATURAS PREENCHIDAS POR MAGMATITOS ÁCIDO-INTERMEDIÁRIOS DE PROVÁVEL IDADE GAMBRIANA
 - - - - - LIMITE APROXIMADO DA ÁREA ONDE RESIDE O MAIOR NÚMERO DE "NECKS" DO MAGMATISMO TERCIÁRIO
 - - - - - PRINCIPAIS LIMITES LITOLÓGICOS
- C1 - COBERTURAS PALEOZOICAS
 C2 - COBERTURAS MESOZOICAS
 C3 - COBERTURAS CENOZOICAS

DISTRIBUIÇÃO DO EQUIPAMENTO
DE PERFURAÇÃO DA SOEC



FIGURA Nº 2

LEGENDA

ÁREA 1	R2H ROTO-PNEUMÁTICA P	ÁREA 6	BO B1 PNEUMÁTICA W
ÁREA 2	R2H ROTO-PNEUMÁTICA P	ÁREA 7	R2H ROTO-PNEUMÁTICA P
ÁREA 3	BO B1 PNEUMÁTICA W	ÁREA 8	BO B1 ROTO-PNEUMÁTICA W
ÁREA 4	BO B1 ROTO-PNEUMÁTICA W	ÁREA 9	ROTATIVA W
ÁREA 5	BO B1 PNEUMÁTICA W	ÁREA 10	FORA DO ALCANCE DO EQUIPAMENTO EXISTENTE

15 - PERCUSSORAS

CONSIDERATION ABOUT THE ATTAINMENT OF SUBSURFACE WATER IN THE CRYSTALLINE BASEMENT OF THE SEMI-ARID REGION OF THE STATE OF CEARÁ - AN ALTERNATIVE

J. Y. B. Gonçalves, W. Cordeiro, e C. H. N. Holanda
Geologists of the Superintendência de Obras do Estado do Ceará-SOEC

ABSTRACT -- The semi-arid region of northeastern Brazil, especially that part which covers 75% of the State of Ceará, is a region of extreme difficulty in relation to water resources.

This paper presents some information about the hydrogeologic characteristics of the crystalline basement. The information was obtained from an analysis of drilling reports of almost 1.300 tubular wells drilled by SOEC, principally during the last three years.

We emphasize also the great difficulty in armazianation of water in the semi-arid region, where its use is already controlled by a natural rationing. The deep wells, in spite of their low yields and often saline water, offer a major alternative for the flocrs and population which live there.