

**XI SILUBESA*****Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental***

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

IV- 019 - PERFIL DE EXPLORAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO CEARÁ

Alan Michell B. Alexandre – Engenheiro Civil, Universidade de Fortaleza - UNIFOR. Mestrando em Engenharia, área de Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará - UFC.

Fernando José Araújo da Silva ⁽¹⁾ - Engenheiro Civil, Universidade de Fortaleza - UNIFOR. Mestre em Engenharia, área de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba – UFPb. Professor Assistente do Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade de Fortaleza.

⁽¹⁾ Rua João Luís Santiago, 930. Jardim das Oliveiras. Fortaleza – CE. 60821-430

 fjas@unifor.br

RESUMO

No Ceará, Nordeste brasileiro, as águas subterrâneas vêm assumindo um papel cada vez mais significativo. Contudo, boa parte das informações relativas aos recursos hídricos subterrâneos no Ceará está restrita ao cadastramento e licenciamento dos poços. Assim, este trabalho procurou traçar um perfil da exploração da água subterrânea na região. Foram levantados os dados sobre as litologias sedimentar e cristalina: número e localização dos poços por bacia, produção, vazão, profundidade, nível estático e dinâmico, tipo de captação e fonte de energia utilizada. O estudo mostra que o Ceará conta com 51,4% de seus poços sob o domínio público e 46,6% privado. Entre os poços em funcionamento (58,1% do total) cerca de 39% têm suas águas para fim doméstico e 49,7% para múltiplos usos. A grande maioria dos poços está localizada em regiões cristalinas (62,5%). Já na região sedimentar tem-se apenas 29,1%. O poço tipo tubular é maioria em qualquer litologia. As regiões de solo cristalino contam com poços de profundidade média menor que a dos poços de litologia sedimentar. Nesta última os poços apresentaram maior vazão (6 vezes superior). Avaliando os resultados do potencial as águas subterrâneas, verifica-se que os recursos dos aquíferos (principalmente das regiões sedimentares) poderiam ser melhor explorados com aumento de reserva hídrica estratégica.

PALAVRAS-CHAVE: Águas subterrâneas, litologia cristalina, densidade de poços.

INTRODUÇÃO

No subsolo brasileiro estima-se que o volume armazenado água recurso seja de 112.000 km³. Praticamente todos os países do mundo, desenvolvidos ou não, utilizam água subterrânea para suprir suas necessidades (MMA, 2001). No Brasil, e especialmente no Nordeste as águas subterrâneas são fundamentais no suprimento hídricos de rios e lagos durante os períodos de estio com função estratégica de produção, armazenamento, filtragem, auto-depuração e produção energética. Apesar desta grande importância os recursos dos aquíferos não são apropriadamente explorados e somente (CPRM, 2000). Quando bem construídos e protegidos, os poços garantem saúde à população e estão associados ao desenvolvimento econômico das comunidades.

No Ceará (37°14'50"- 41°24'45" Oeste; e 2°46'20" - 7°52'15" Sul), Nordeste brasileiro as águas subterrâneas vêm assumindo um papel cada vez mais significativo. Nesta região a água é um bem natural limitante ao desenvolvimento socioeconômico e, até mesmo, à subsistência humana. Deste cenário resultam a ocorrência cíclica de secas e os efeitos catastróficos por demais conhecidos pela sociedade brasileira, e que remontam aos primórdios da história do país.

O Ceará pertence a duas províncias hidrogeológicas: o escudo oriental e a província costeira. Cerca de 70% da área do Ceará é composta de embasamento cristalino, representando 21% do total do cristalino do nordestino (500.000 Km²), e caracterizado por solos de pequena espessura (≤ 2 m) (Manoel Filho, 2000). Há também bacias sedimentares como: Iguatú, Apodi, Araripe e Ibiapaba. Além dos aquíferos existentes nestas conformações, há ainda o sedimento costeiro, formado por sistemas dunas, paleodunas, barreiras, e áreas de aluviões.

Boa parte das informações relativas aos recursos hídricos subterrâneos no Ceará está restrita ao cadastramento e licenciamento dos poços. Por outro lado, deve ser destacado este esforço para oferecer informações mais precisas, com destaque para os trabalhos de Leite e Möbus (2000) e CPRM (2000).

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi traçado um perfil do potencial de exploração de águas subterrâneas no Ceará. Para tanto foram obtidas informações em diversas instituições sobre o assunto no estado. Entre os dados levantados estão: número e localização dos poços por bacia, produção, vazão, profundidade, nível estático e dinâmico, tipo de captação e fonte de energia utilizada, e número de famílias beneficiadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de poços perfurados no Ceará é cerca de 20.000 unidades. Alguns destes estão em funcionamento desde 1903. As condições de uso de poços do Ceará são apresentadas na Tabela 1. Cabe uma ressalva de que para o município de Fortaleza é necessária uma abordagem especial em relação à exploração de águas subterrâneas. Este conta com o maior número de poços perfurados no estado (cerca de 3.000) e onde as informações são mais divergentes. Isto se justifica, pois Fortaleza concentra 30% da população cearense e 56% do PIB (IPLANCE, 2002). Em razão destas dimensões, algumas vezes as informações relativas a Fortaleza são tratadas separadamente.

Tabela 1: Aspectos gerais dos poços existentes no Ceará (exceto Fortaleza).

<i>Uso</i>	<i>%</i>	<i>Situação de funcionamento</i>	<i>%</i>	<i>Razão do não funcionamento</i>	<i>%</i>	<i>Fim de aplicação da água</i>	<i>%</i>
Público	51,4	Em uso	58,1	Improdutivo ou seco	26,4	Doméstico	39,0
				Cimentado	3,3	Industrial	2,4
				Entulhado ou soterrado	60,9	Agricultura	2,9
Privado	46,6	Desativado	16,5	Salinizado	9,2	Animal	6,0
		Abandonado	13,7			Múltiplo	49,7
		Não instalado	11,7				
				Outras	0,2		

Quanto ao tipo de aquífero e construção do poço, a Tabela 2 apresenta a distribuição existente no estado. A Tabela 3 mostra os tipos de equipamentos empregados na retirada de água e a fonte de energia utilizada para este fim.

Tabela 2: Tipos de poços no Ceará, quanto ao aquífero e construção (exceto Fortaleza).

<i>Aquífero</i>	<i>% do Total</i>	<i>Tipo de Poço</i>		
		Tubular	Amazonas	Fontes naturais
Sedimentar	29,1	97,4	2,0	0,6
Cristalino	62,5	96,2	3,5	0,3
Cárstico	0,8	87,4	12,6	-
Aluvionar	5,6	11,0	88,2	0,8

A Tabela 2 sugere um potencial ainda não explorado de poços de aquífero sedimentar e poços de aluviões. Quanto a estes últimos, o incremento de aproveitamento pode ocorrer através de construção de barragens subterrâneas. Na

Tabela 3 deve ser ressaltado o grau de mecanização nos poços (bombas eletro-mecânicas e compressores), podendo ser expandido à medida que o suporte de eletrificação tem sido crescente nos últimos anos.

Tabela 3: Equipamentos de retirada de água e fonte de energia utilizada nos poços do Ceará (exceto Fortaleza).

<i>Equipamento de retirada de água</i>	<i>%</i>	<i>Fonte de energia</i>	<i>%</i>
Catavento	25,3	Eólica Solar Elétrica Diesel e gasolina	25,3
Sarrilho	5,3		0,2
Bomba manual	2,3		67,2
Bomba eletro-mecânica	54,9		7,3
Compressor	12,2		

As características operacionais dos poços cearenses estão apresentadas na Tabela 4. Nela há informações relativas à profundidade dos poços perfurados, capacidade de vazão a ser retirada (Q), nível estático (NE) e dinâmico (ND) dos poços e capacidade de produção específica abaixo do NE [$Q_e = Q/(ND-NE)$].

Tabela 4: Características operacionais de poços no Ceará.

<i>Parâmetros</i> <i>Estatísticos</i>	Fortaleza				
	Profundidade (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	Qe (m ³ /h.m)
Média	47,0	4,1	8,8	26,4	0,85
Mediana	48,0	3,0	7,4	25,0	0,20
Min - Max	4,5 – 120,0	<0,1 – 68,0	0,0 – 78,0	1,9 – 93,5	0,00 – 30,00
Desvio padrão	15,9	4,0	6,8	13,4	2,22
CV (%)	33,8	97,6	77,3	50,8	258,8
n	3.088	2.957	2.972	2.994	2.975
Cristalino					
Média	57,0	2,6	10,4	38,8	0,26
Mediana	60,0	1,5	8,0	40,0	0,06
Min - Max	1,5 – 120,0	0,1 – 45,0	1,3 – 55,0	4,0 – 96,0	<0,01 – 9,30
Desvio padrão	15,4	3,2	7,7	13,8	0,76
CV (%)	27,0	123,1	74,0	35,6	292,3
n	6246	865	865	865	865
Sedimentar					

Média	77,5	19,3	18,8	38,8	2,10
Mediana	76,0	7,0	14,4	36,0	0,46
Min - Max	5,0 – 248,0	0,1 – 300,0	0,8 – 95,0	4,0 – 108,0	<0,01 – 205,71
Desvio padrão	32,0	38,4	15,0	17,6	9,21
CV (%)	41,3	199,0	79,8	45,4	438,6
n	588	588	588	588	588

Poços de aquífero sedimentar apresentam valores de Q e Qe bem superiores àqueles localizados no cristalino. Porém, os coeficientes de variação (CV's) de poços de aquífero sedimentar são bem mais acentuados que os do cristalino. Isto sugere que apesar de potencial maior para exploração, são necessários estudos mais aprofundados em áreas de embasamento sedimentar. A maior vazão existente nos poços de aquífero sedimentar justifica a necessidade de melhor exploração, conforme representado na Tabela 3, uma vez que a demanda não é elevada. Outro aspecto importante diz respeito à profundidade. Os poços do cristalino são mais rasos e, em princípio, mais baratos de executar que os poços de aquífero sedimentar. Também, comparativamente, os poços da província costeira, representados no perfil de Fortaleza, são mais rasos e mais produtivos que os poços do cristalino. Isto mostra que também há grande potencial de exploração de toda a província costeira do Ceará.

Para o gestor de recursos hídricos é importante conhecer a distribuição espacial das informações relativas às águas subterrâneas. Leite e Möbus (2000) apresentaram análise do potencial de poços instalados no estado, no período compreendido entre 1991 e 1998. Quanto a isto, uma abordagem interessante é mostrada pela densidade de poços em operação nos municípios, a densidade total de poços instalados e a vazão *per capita* dos poços em uso por município, conforme mostrado na Tabela 5.

Tabela 5: Distribuição do percentual de unidades em operação em relação ao total de municípios, densidade e vazão *per capita* dos poços em operação (exceto Fortaleza).

<i>Poços em operação (%)</i>	<i>% de municípios</i>	<i>Densidade de poços - Dp (Nº/Km²)</i>	<i>%</i>	<i>Vazão "per capita" disponível – Qd (m³/hab.ano)</i>	<i>%</i>
Até 20	3,8	Até 0,05	20,6	Até 5	10,0
20 < U ≤ 40	19,7	0,05 < Dp ≤ 0,10	35,9	5 < Qd ≤ 20	27,6
40 < U ≤ 60	41	0,10 < Dp ≤ 0,20	27,2	20 < Qd ≤ 60	37,0
60 < U ≤ 80	33,3	0,20 < Dp ≤ 0,50	12,0	60 < Qd ≤ 100	14,9
> 80	2,2	> 0,5	4,3	> 100	10,5

Os municípios com maior índice de aproveitamento do potencial instalado são: Aquiraz (88,2%), Eusébio (82,3%) e Horizonte (81,5%). Os municípios com índices mais baixos são: Itaitira (10,5%), Catarina (11,8%) e Tururu (17,0%). Na avaliação da densidade de poços destacam-se os municípios de Eusébio (5,3 poços/Km²), Maracanaú (1,6 poços/Km²) e Aratuba (1,2 poços/Km²). Os municípios com menor densidade são: Saboeiro, Santana do Cariri e Granja, todos com cerca de 0,01 poço/ Km². Os municípios com maior vazão *per capita* disponível nos poços em operação são: Quixeré (251,5 m³/hab.ano), Mauriti (398,9 m³/hab.ano) e Barbalha (543,2 m³/hab.ano). Os menores valores de Qd são observados em Gaiúba (0,3 m³/hab.ano), Uruburetama (0,5 m³/hab.ano) e Caririaçu (0,7 m³/hab.ano).

Os poços mais profundos ficam na bacia sedimentar do Araripe, região do Cariri cearense. Os municípios com poços mais profundos são: Mauriti, Porteiras, Abaira, Barbalha e Missão Velha, todos com médias superiores a 80 m. Os poços mais rasos (Profundidades < 20 m) estão em: Dep. Irapuan Pinheiro, Tauá, Tarrafas, Quiterianópolis e Monsenhor Tabosa. Nestes municípios destacam-se a predominância de poços tipo Amazonas (> 50% do total de postos instalados) e elevado número de poços de aluvião.

Os municípios cujos poços apresentam maior capacidade de produção estão localizados em formações sedimentares. Destacam-se entre estes os municípios de Itaiçaba, Barbalha, Porteiras, Mauriti e Missão Velha, todos com vazões médias por poço > 100 m³/h. Guaiúba, Banabuiú e Uruburetama apresentam as menores vazões (< 0,3 m³/h). Estes municípios também apresentam as menores médias de produção específica (< 0,2 m³/h.m). Quanto aos municípios com maiores médias de Qe, destacam-se: Porteiras, Missão Velha, Barbalha e Itaiçaba, todos com médias variando entre 1 e 2 m³/h.m.

CONCLUSÕES

O Ceará conta com 51,4% de seus poços sob o domínio público e 46,6% privado. Sendo que 58,1% dos poços em funcionamento 39% são utilizados para uso doméstico e 49,7% para múltiplos usos. A grande maioria dos poços está localizada em regiões cristalinas (62,5%). Já na região sedimentar tem-se apenas 29,1%. O poço tipo tubular é maioria em qualquer litologia.

Quanto às características operacionais as regiões de solo cristalino conta com poços de profundidade média menor que a dos poços de litologia sedimentar. Nesta última os poços apresentaram maior vazão (6 vezes superior). Avaliando os resultados do potencial as águas subterrâneas, verifica-se que os recursos dos aquíferos (principalmente das regiões sedimentares) poderiam ser melhor explorados com aumento de reserva hídrica estratégica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CPRM – Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais. Serviço Geológico do Brasil. **Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará**. Fortaleza-CE. 2000.
2. IPLANCE. **Atlas do Ceará**. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará – IPLANCE. Secretaria de Planejamento e Coordenação – SEPLAN. Fortaleza. 2002.
3. Leite, C. E. S e Möbus, G. Estimativa do potencial instalado de água subterrânea no estado do Ceará: 1991 - 1998. In: **I Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas**. Fortaleza – CE. Outubro de 2000.
4. MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Programa de Águas Subterrâneas**. Brasília – DF. 21 p. 2001.