

IMPORTÂNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS – ESTUDO DE CASO NA REGIÃO DE CRATO-JUAZEIRO DO NORTE-BARBALHA, AO SUL DO ESTADO DO CEARÁ - BRASIL

*Liano Silva Veríssimo*¹
*Itabaraci Nazareno Cavalcante*²

RESUMO

A área de estudo está localizada na região do Cariri, sul do Estado do Ceará, constituída por parte dos municípios de Barbalha, Crato e Juazeiro do Norte, perfazendo 410 km². Inserida na bacia do Araripe, esta região possui os melhores sistemas aquíferos do Estado, onde estão as maiores reservas de água subterrânea, de boa qualidade, abastecendo a maioria dos municípios através de poços tubulares ou fontes.

Existem quatro (4) unidades hidro-estratigráficas, sendo que, destas, a unidade hidro-estratigráfica 4 constitui-se no melhor aquífero, responsável pelo abastecimento público das populações de vários municípios

Foram cadastrados 548 poços tubulares, sendo 25,2% em Barbalha, 32% no Crato e 42,8% em Juazeiro do Norte, com uma densidade de 1,3 poço/km². O maior número de poços abandonados pertence ao município de Juazeiro do Norte (63,3%), e melhor aproveitamento ao de Barbalha com relação “em uso x abandonado” de 13 por 1. Os poços são utilizados na indústria (6,1%), na irrigação (12%) e outros tipos (81,8%).

O sistema de abastecimento público hoje, tem uma taxa média “per capita” de 340 L/hab./dia, que é maior do que o recomendado em projetos técnicos (150 L/hab./dia).

1. INTRODUÇÃO

Inserida na Bacia do Araripe a região sul do Ceará, designada como Cariri, possui os melhores sistemas aquíferos do Estado, onde situam-se as maiores reservas de água subterrânea, quase sempre de boa qualidade, abastecendo a maioria (90%) dos municípios através de poços tubulares e/ou fontes.

Com a necessidade cada vez maior de água potável para atender à crescente demanda, os recursos hídricos subterrâneos são mais explorados, visto que apresentam diversas vantagens quanto a qualidade, quantidade, localização, baixo custo de captação e tratamento.

1) CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Av. Santos Dumont, 7.700 Papicu Fortaleza/CE
Tel. (85) 265.1288

2) Departamento de Geologia/UFC. Blocos 912/913 Pici Fortaleza /CE
Tel. (85) 288.9869 FAX (85) 495.8663 ita@fortalnet.com.br

O acelerado crescimento da população e da indústria na região, tem concorrido para um aumento no consumo de água subterrânea. O uso desordenado e a ausência de medidas de proteção desse manancial levam à necessidade mais urgente de uma definição de regras e critérios para gerenciar tais recursos.

Nesta região destacam-se, pela importância político-social e demanda hídrica, os municípios de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha.

2 OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo geral mostrar a importância das águas subterrâneas para o desenvolvimento socioeconômico da região sul do Ceará, contemplando especificamente os municípios de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha, ressaltando os poços cadastrados, importância das águas e usos.

3 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo está localizada na parte sul do Estado do Ceará,, situando-se entre as coordenadas 07° 10' e 07° 25' S, 39° 10' e 39° 30' W Gr . Engloba parte dos municípios de Barbalha (158 km²), Crato (158 km²) e Juazeiro do Norte (94 km²), perfazendo uma área de 410 km². O acesso pode ser feito a partir de Fortaleza – capital do Estado, através da rodovia federal BR-116 e das rodovias estaduais CE-060, CE-292 e CE-293.

4 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

O Cariri representa uma das mais importantes regiões em desenvolvimento no Ceará, considerada no presente trabalho a mesma do IBGE, utilizada para distribuição populacional (*apud* IPLANCE, 1998) denominada de microrregião do Cariri, constituída de oito (8) municípios: Barbalha, Crato, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Nova Olinda, Porteiras, Santana do Cariri e Jardim.

Os três (3) maiores municípios da região são representados por Juazeiro do Norte, Crato e Barbalha que, juntos, possuem uma população urbana e rural de 279.132 e 34.861 habitantes, respectivamente (IBGE, 1991). A estimativa para o ano 2000 é de 393.000 e 23.100 habitantes. Dentre estes, Juazeiro do Norte apresenta o maior índice de urbanização, com uma concentração de mais de 90% de sua população na zona urbana.

Segundo estudos do IPLANCE (*op. cit.*), o PIB – Produto Interno Bruto dos três municípios atingiu o montante de R\$ 800,4 milhões em 1996, equivalente a 55,6% da região e a 4,6% do total do Estado.

No setor industrial, segundo informações da Secretaria da Fazenda do Estado (*apud* ALVES, 1999), em 1996 existiam na microrregião do Cariri 1.102 estabelecimentos, correspondendo a 9,9% do total estadual. Cerca de 69,8% (769) dessas indústrias estão localizadas no eixo CRATO-JUAZEIRO DO NORTE-BARBALHA, e quase a metade (543) estão em Juazeiro do Norte, onde se concentra o maior parque industrial da região.

Segundo SANTOS *et al* (1999), a atividade agrícola hoje nessa região é constituída pelas culturas da cana-de-açúcar, algodão herbáceo, tomate rasteiro, banana, arroz, manga, fumo e feijão com área total irrigada de 7.185 ha. A cana-de-açúcar é a cultura que ocupa a maior área na região, aproximadamente 5.000 ha concentrados nos municípios de Barbalha e Missão Velha (60%) e o restante no Crato e em Juazeiro do Norte. Como fruticultura, a banana é a fruta mais produzida na região.

O sistema de esgotamento sanitário dos municípios é praticamente inexistente, pois apenas a cidade de Juazeiro do Norte possui esse serviço, e segundo a CAGECE com 20.796 ligações.

O abastecimento de água é feito pela CAGECE nas cidades de Juazeiro do Norte e Barbalha, e pela SAAEC no Crato, contando com 74.139 ligações e uma oferta d'água de 4.369 m³/h, resultando numa taxa média "per capita" de 340 L/hab/dia.

5. ASPECTOS FISIOTERMICIS

A região do Cariri caracteriza-se por duas unidades geomorfológicas (COSTA & GATTO, 1981): o Planalto Sertanejo e a chapada do Araripe, o primeiro apresenta-se em forma semicircular bordejando o alto relevo da chapada do Araripe, com cotas em torno de 350 metros. Apresenta relevo de topo plano, com índice de dissecação variando de 250 a 750 metros e drenagem de fraca intensidade.

Na área, esse planalto destaca-se por um aspecto geomorfológico representado pelos interflúvios tabulares esculpidos no sopé da chapada, em siltitos, arenitos, margas, folhelhos e calcários.

Os litotipos, a disposição das camadas e o suave mergulho (~ 5°) de sul para norte favorece a ocorrência de fontes naturais, responsáveis pela alimentação dos rios e riachos da área. Nestes litotipos é que se desenvolve o brejo de encosta e de pé-de-serra através do sopé oriental da chapada.

A chapada do Araripe caracteriza-se por uma superfície plana, congruente com a estrutura geológica. Limita-se em toda sua extensão por escarpas erosivas, fazendo contato através de rampas com a Depressão Sertaneja na parte norte. Constitui-se de rochas sedimentares do Cretáceo, onde na porção superior dominam os arenitos e siltitos da Formação Exu. As altitudes na chapada variam entre 700 a 1.000 m. A ausência de drenagem no topo da chapada é quase total, devido ao solo bastante homogêneo, arenoso e extremamente permeável.

Inserido na região fisiográfica do sertão, o Cariri apresenta um clima semi-árido. Observa-se índices pluviométricos abaixo de 950 mm/ano, circundando Juazeiro do Norte, até valores um pouco acima de 1.150 mm/ano para topo da chapada. As chuvas na região concentram-se (60%) com maior intensidade nos meses de fevereiro, março e abril.

A média anual das temperaturas médias do período de 1980 a 1995 na cidade de Barbalha é de 25,5 °C.

O sistema de classificação climática aqui apresentado está fundamentado no método proposto por THORNTHWAITE & MATHER (op. cit.). Predominam na área os climas úmido, superúmido, semi-árido e árido, com precipitação anual (1.060 mm) aquém da evapotranspiração potencial (1.469 mm). A estação úmida, restrita predominantemente ao período de janeiro a abril, gera excedente hídrico de 357 mm, enquanto que a estação seca apresenta, em média, déficit de 666 mm.

A drenagem superficial da região encontra-se inserida na bacia hidrográfica do Jaguaribe, sub-bacia do Salgado (CEARÁ, 1992), sendo formada pelos rios Bastiões, Cariús e Salgado, que atravessa todo o Cariri; os rios Batateiras, Granjeiro, Salgadinho e Carás, na região compreendida entre Crato e Juazeiro do Norte, e rios Salamanca e Santana em Barbalha, desaguam no rio Salgado. A drenagem é alimentada pelas fontes perenes da borda da chapada, que segundo MONT'ALVENE *et al* (*op. cit.*), possuem a vazão medida de 4.690,8 m³/h, ou seja, 41,0 x 10⁶ m³/ano, em 265 fontes no lado do estado do Ceará, contribuindo sem dúvida para a formação dos rios oriundos da chapada do Araripe.

Estudos realizados nesta área por LEITE & MARQUES (1997) definiram quatro classes de solos Latossolo Vermelho-Amarelo Álico – são solos desenvolvidos sobre arenitos da Formação Exu (chapada do Araripe); Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico – Tem como material de origem os sedimentos da Formação Brejo Santo.; Aluviais Eutróficos – solos formados a partir da deposição de sedimentos fluviais não consolidados, distribuindo-se ao longo das planícies dos principais rios da área.; Litólicos Eutróficos – são solos desenvolvidos sobre a Formação Santana (encosta da chapada).

A região do Cariri é constituída por quatro tipos de vegetação, no sentido sul para norte do estado, segundo FIGUEIREDO (1997), sendo elas: Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio-Nebular (Mata Úmida), Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (Mata Seca), Floresta Caducifólia Espinhosa (Caatinga Arbórea) e Floresta Subcaducifólia Tropical Xeromorfa (Cerrado).

6. IMPORTÂNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

É cada vez mais crescente a importância da águas subterrâneas a nível mundial, em particular pelas características relativas a modo de armazenamento, qualidade, potencial quantitativo, controle de oferta e proximidade da fonte hídrica ao local da demanda. É considerada como um bem mineral competitivo no mercado, sendo de grande importância para o desenvolvimento de qualquer região, representando cada vez mais, uma fonte de abastecimento para o homem e o setor produtivo.

As rochas cristalinas no Ceará ocupam 75% (109.500 km²) de sua área, com propriedades mínimas para armazenar água. Entretanto, o Cariri, inserido na sub-bacia hidrográfica do Salgado (12.216 km²) e localizado sobre rochas sedimentares, constitui-se na maior e mais importante bacia hidrogeológica do Estado, com as melhores unidades armazenadoras de água subterrânea, representadas pelos aquíferos Rio da Batateira, Missão Velha e Mauriti, diferenciando-se das demais bacias sedimentares do Estado.

A importância hidrogeológica do Cariri foi reconhecida a partir de estudos realizados pelo Grupo de Estudos do Vale do Jaguaribe - GVJ, cobrindo o vale do rio Jaguaribe (72.000 km²), englobando a zona do Cariri (GASPARY, 1967).

O potencial da água subterrânea pode ser observado na Figura 1 onde, segundo RIBEIRO & VERÍSSIMO (1995), o abastecimento público de água nas diversas cidades da região do Cariri como Juazeiro do Norte, Crato, Barbalha, dentre outras, tem origem na água subterrânea, captada por poços tubulares ou de fontes. Esses poços são gerenciados pela CAGECE, FNS e a SAAEC.

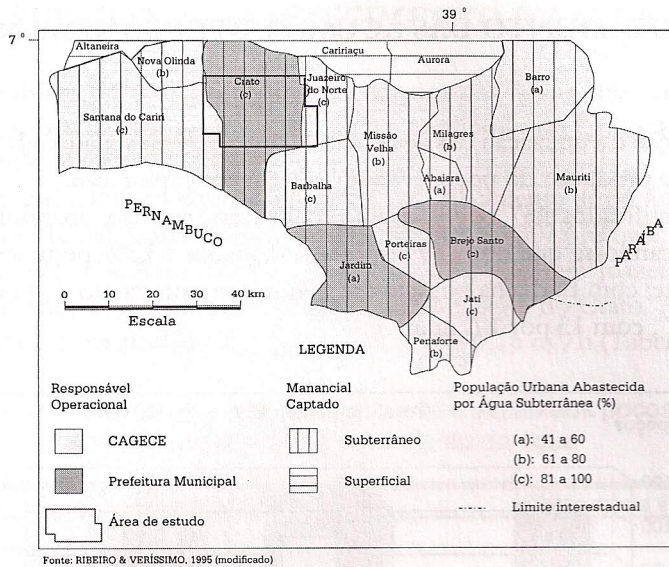


Figura 1 - Abastecimento público de água em parte da região do Cariri-CE

Estudos recentes realizados por SANTIAGO *et al* (1996) no Laboratório de Carbono-14 do Departamento de Física/UFC, utilizando medidas isotópicas de oxigênio-18 e carbono-14 nas águas subterrâneas da região do Cariri, demonstraram que elas são misturas de paleoáguas (entre 8 e 12 mil anos), com águas pluviais recentes infiltradas diretamente no vale.

A evolução temporal da atividade de construção de poços tubulares na área de estudo, é mostrada na Figura 2. Os poços mais antigos na região foram perfurados em 1928, numa evolução normal, em função do aumento da população, até a década de 70, quando houve um crescimento na perfuração de poços até o início do ano de 1980. Isso ocorreu devido ao longo período de estiagem, entre os anos de 1979 a 1983, gerando precipitação média anual foi de 680 mm.

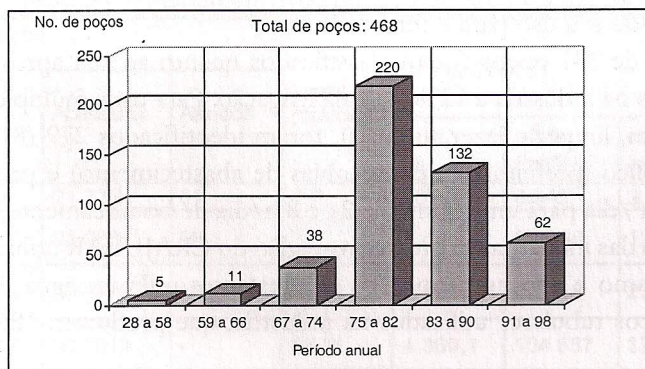


Figura 2 - Evolução temporal da perfuração de poços tubulares nos municípios de Barbalha, Crato e Juazeiro do Norte - CE

Neste trabalho foram inventariados 548 poços tubulares, assim distribuídos: 25,2% (139) em Barbalha, 32% (174) no Crato e 42,8% (235) em Juazeiro do Norte, observando-se uma densidade de 1,3 poço/km² para a área de 410 km². Mais de 96% dos poços apresentam dados completos quanto a identificação; 84% apresentam dados completos de características técnicas; 96% apresentam dados de profundidade, e 89% apresentam dados de vazão.

7. O APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA ÁREA DE ESTUDO

A preservação e a utilização das águas subterrâneas, devem ser adequadas às necessidades e à capacidade de produção do poço, evitando uma super exploração.

Foram identificados 487 poços quanto a situação (em uso, abandonado, parado, não instalado), verificando-se que dos 150 poços abandonados 63,3% pertence ao município de Juazeiro do Norte; com Barbalha possuindo melhor aproveitamento de poços na relação “em uso X abandonado”, com 13 por 1 (Figura 3).

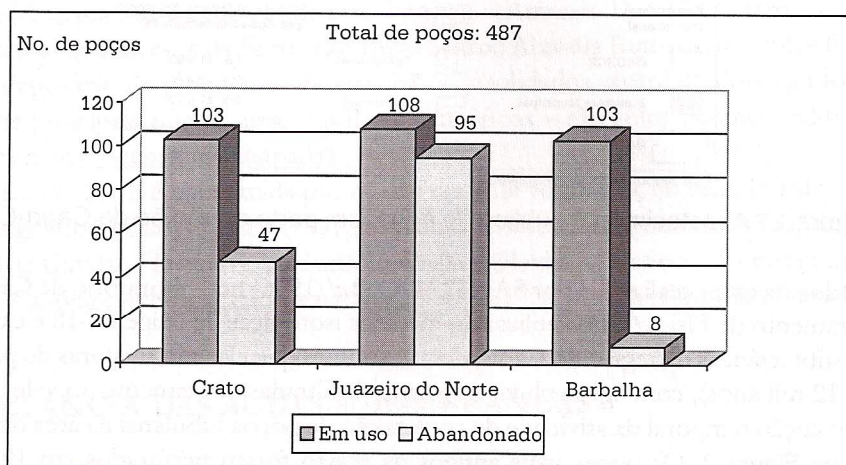


Figura 3 - Situação dos poços cadastrados por municípios na área

Apesar das águas subterrâneas terem diversificados usos, aqui abordaremos o consumo humano, o uso na indústria e na irrigação, e a qualidade da água, para qualificá-la dentro de padrões, direcionando seu uso para diferentes fins.

Do conjunto de 341 poços foram classificados quanto ao seu aproveitamento, sendo 6,1% (21) utilizados na indústria e 12% (41), na irrigação. Para usos múltiplos (abastecimento humano, jardinagem, limpeza, lazer, animais), foram identificados 279 (81,8%) distribuídos em dois tipos: público (prefeituras e companhias de abastecimento) e privado, produzindo 124.584 e 22.039 m³/dia para um regime de 24 e 8 h/dia de bombeamento, respectivamente.

Cerca de 95% das indústrias existentes na região do CRAJUBAR utilizam água subterrânea para seu consumo e uso humano, e os 5% restantes utilizam água das fontes. Foram cadastrados 21 poços tubulares utilizados na indústria, que produzem 186,5 m³/h, ou seja, 805.000 m³/ano.

Os poços utilizados na irrigação produzem 1.981 m³/h, ou seja, 8,5x10⁶ m³/ano, sendo usados principalmente na cultura de cana-de-açúcar, através de aspersores. Embora a Usina Manuel Costa Filho, situada no município de Barbalha, tenha paralisado suas atividades desde novembro/98, segundo os dados das fichas de 19 poços pertencentes a ela, eram explorados 889 m³/h ou seja, 1,92x10⁶ m³/ano, considerando-se um regime de 8 h/dia, durante os 9 meses do verão. No município do Crato também existem áreas de plantio de cana-de-açúcar, mas em menor proporção.

8. O SISTEMA PÚBLICO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O sistema público de abastecimento tem origem nas águas subterrâneas, captadas pelos poços tubulares e nas fontes naturais, com o município do Crato destacando-se na utilização das fontes.

Existem 51 poços tubulares em atividade para o abastecimento da população urbana dos três municípios (313.917 hab.), atendendo a 98% da população (307.612 hab.). Um número de 27 são gerenciados pela CAGECE, sendo 04 em Barbalha e 23 em Juazeiro do Norte; 22 outros poços são da responsabilidade do SAAEC no município do Crato. Apresentam profundidade entre 60 e 227 metros, produzindo vazão de 4.369,16 m³/h (Tabela I).

Tabela I – Características da profundidade e vazão dos poços do sistema público de abastecimento de água

Município	Varição da profundidade (m)	Vazão média (m ³ /h)
Barbalha	102 a 163	72,3
Crato	60 a 130	97,2
Juazeiro do Norte	91 a 227	113,9

Através dos dados de população abastecida e de oferta d'água, foi elaborada a Tabela II. Adotando um regime de bombeamento utilizado pela CAGECE de 24h/dia, o consumo "per capita" oscila entre 318 e 370 L/hab./dia, com média de 340 L/hab./dia, acima do recomendado pela Organização Mundial de Saúde - OMS, que é de 150 L/hab./dia.

Isso vem reiterar a afirmação de BIANCHI *et al*, 1984 (*apud* CEARÁ *op. cit.*), que estudando hidrogeologicamente 900 km² do Cariri Ocidental, na área dos municípios de Crato, Juazeiro do Norte, Barbalha e Missão Velha, mostrou a existência de uma exploração desordenada das águas subterrâneas, além do uso e ocupação do meio sem critérios técnicos específicos, podendo comprometer o potencial quantitativo e qualitativo das águas subterrâneas.

Tabela II – Abastecimento público da área de estudo

Sede Municipal	População (hab.)			Fontes de captação	Oferta d'água			Consumo "per capita" L/hab./dia (e=c/a)
	Urbana	Abastecida (a)	Atendida (%)		m ³ /h (b)	m ³ /dia (c=b*24)	m ³ /ano (d=c*360)	
Barbalha	26.917	21.773 ⁽¹⁾	81	4 Pt	289,3	6.943	2,4x10 ⁶	318
Crato	95.521	94.360 ⁽²⁾	98	24 Pt 02 Fontes	1.458,2	34.996	12,5x10 ⁶	370
Juazeiro do Norte	191.479	191.479 ⁽¹⁾	100	23 Pt	2.621,6	62.918	22,6x10 ⁶	328
Total	313.917	307.612	-	53 Pt	4.369,1	104.857	37,7x10 ⁶	340 (média)

Fonte: (1) CAGECE (1995); (2) SAAEC (1996) Pt = poço tubular

Embora exista uma maior oferta de água de que a demanda, ainda assim uma pequena parte da população (2%), não tem acesso à água, distribuída pela rede de abastecimento público, que são pessoas que habitam na periferia das sedes municipais, principalmente em Barbalha. A Figura 4 mostra a relação entre população urbana, população atendida e oferta d'água no período de 1995-96.

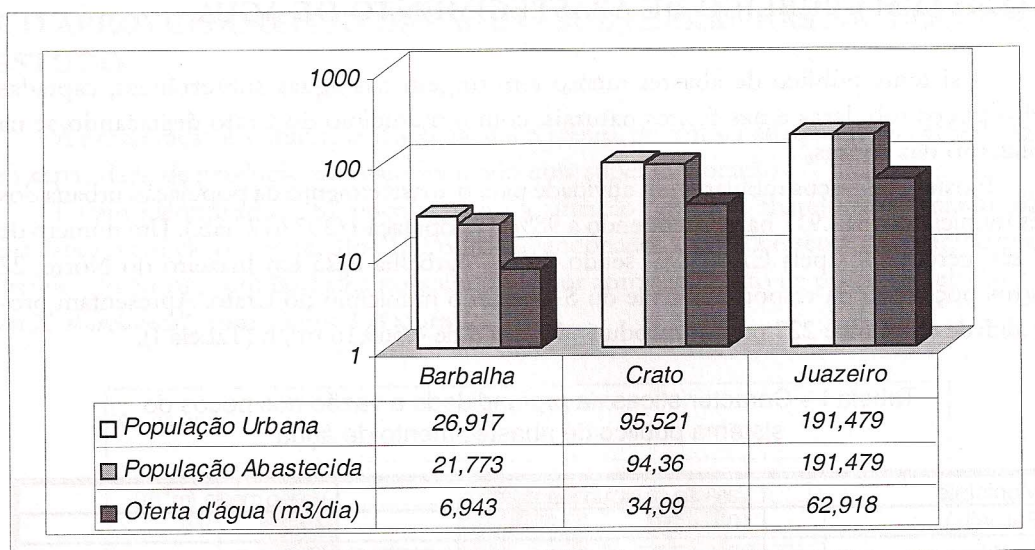


Figura 4 – Relação entre população urbana, população atendida e oferta d'água.

Adotando-se o consumo de 150 L/hab./dia, e considerando o volume de água aduzido para a população atendida (307.612 hab.), temos uma garantia de 100% no abastecimento (Tabela III), ficando ainda disponível 58.714 m³/dia, ou seja, 21,1×10⁶ m³/ano, suficiente para atender uma cidade com mais de 390.000 habitantes.

Tabela III - Oferta d'água considerando-se a taxa "per capita" de 150 L/hab./dia
Fonte: (1) CAGECE (1995); (2) SAAEC (1996)

Sede Municipal	População urbana (a)	Oferta d'água (b)	Consumo "per capita" (c)	População Abastecida (hab.) (d=b/c)	Água disponível	
		m ³ /dia	L/hab./dia		L/hab/dia (e=d- a)	m ³ /dia (f=c*e)
Barbalha	21.773 ⁽¹⁾	6.943	150	46.286	24.513	3.677
Crato	94.360 ⁽²⁾	34.996		233.306	138.946	20.841
Juazeiro do Norte	191.479 ⁽¹⁾	62.918		419.453	227.974	34.196
Total	307.612	104.857		699.045	391.433	58.714

Ressalta-se que, no cálculo não está computado o volume explorado de 216 poços privados em uso, que produzem 5.366 m³/h de vazão. Estimando-se para esses poços um regime de bombeamento de 8h/dia, obtém-se um volume de 42.928 m³/dia que, somado ao volume de oferta d'água para abastecimento público, é de 147.785 m³/dia, ou 53,2×10⁶ m³/ano.

A Figura 5 mostra que a disponibilidade efetiva anual de água (37,7×10⁶ m³/ano) através do abastecimento público, é bem superior a demanda que é de 16,6 ×10⁶ m³/ano nos três municípios. A linha azul representa, em porcentagem, o valor da demanda em relação à disponibilidade, e a linha vermelha representa o volume de água disponível sem ser utilizada.

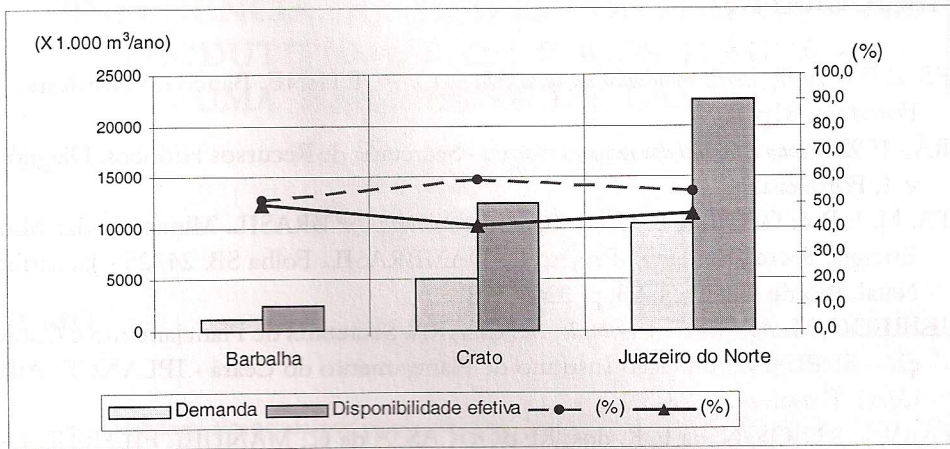


Figura 5 – Relação entre a disponibilidade efetiva anual e a demanda para abastecimento público

9. CONCLUSÕES

A seguir, são apresentadas as conclusões sobre esta pesquisa.

Foram identificados 487 poços quanto a sua situação atual (em uso, abandonado, parado, não instalado), verificando-se que dos 150 poços abandonados 63,3% pertence ao município de Juazeiro do Norte; com Barbalha possuindo melhor aproveitamento de poços na relação “em uso X abandonado”, com 13 por 1.

Quanto ao aproveitamento, dos 341 poços estudados 6,1% (21) estão sendo utilizados na indústria, 12% (41) na irrigação e 81,8% (279) em uso múltiplos (abastecimento humano, jardinagem, limpeza, lazer, animais).

Para o sistema público de abastecimento água, foi calculado uma taxa “per capita” média para os três municípios de 340 L/hab./dia, denotando valores bem acima do recomendado em projetos técnicos (150 L/hab./dia).

Ao adotar uma taxa de abastecimento “per capita” de 150 L/hab./dia, considerando o volume de água aduzido pelo sistema de abastecimento público, temos uma garantia de 100% no abastecimento, ficando ainda disponível um volume suficiente para abastecer uma cidade com mais de 390.000 habitantes. Porém não se observa um atendimento pleno da população, concluindo-se que existe uma taxa de perda considerável.

A unidade hidro-estratigráfica 4 que compõe-se das formações Rio da Batateira e Mauriti (aflorantes) e Abaiara e Missão Velha em subsuperfície, constitui-se no melhor sistema aquífero do estado, sendo responsável pelo abastecimento público das populações de vários municípios. Os poços deste sistema possuem valores médios de profundidade e capacidade específica de 88,0 m e 2,7 [(m³/h)/m] respectivamente, produzindo as maiores vazões observadas na área, chegando a 300 m³/h no município do Crato.

10. BIBLIOGRAFIA

- ALVES, F. F. – 1999. *Perfil econômico da indústria do Cariri*. ETENE. Banco do Nordeste. Fortaleza. 81p. il.
- CEARÁ - 1992. *Plano estadual dos recursos hídricos* - Secretaria de Recursos Hídricos. Diagnóstico. v. 1, Fortaleza.
- COSTA, M. I. P. & GATTO, L. C. - 1981. *Geomorfologia*. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SB. 24/25 - Jaguaribe/ Natal. Rio de Janeiro. v. 23, p. 326 - 328
- FIGUEIREDO, M. A. - 1997. *Vegetação*. In.: CEARÁ. Secretaria de Planejamento e Coordenação - SEPLAN. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará - IPLANCE. Atlas do Ceará. Fortaleza. p. 28- 29
- GASPARY, J.; ANJOS, N. da F. R. dos; REBOUÇAS, A da C.; MANUEL FILHO, J.; LEAL, O; GARAU, J. P.; GUILLOT, P. - 1967. *Estudo geral de base do vale do Jaguaribe*. SUDEME-ASMIC Hidrogeologia. Recife. v. 7
- IPLANCE – 1998. *Anuário Estatístico do Ceará. 1997 - Tomo 2. Economia e Finanças*. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará – IPLANCE. Edições Iplance. Fortaleza.
- LEITE, F. de A. B. & MARQUES, J. N. - 1997. *Solos*. In.: CEARÁ. Secretaria de Planejamento e Coordenação - SEPLAN. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará - IPLANCE. Atlas do Ceará. Fortaleza. p. 20 - 21
- MONT'ALVERNE, A. A. F.; PONTE, F. C.; COSTA, W. C.; DANTAS, J. R. A; LOPES, C. F.; MELO JUNIOR, A. H.; PONTE, J. S. A ; FILGUEIRA, J. B. M.; SOUZA, S. do R.; SILVA, E. C. C. da - 1996. *Projeto Avaliação hidrogeológica da bacia sedimentar do Araripe*. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Programa Nacional de Estudos dos Distritos Mineiros. - Fase I. Recife. 100p. il.
- RIBEIRO, J. A. & VERÍSSIMO, L. S. – 1995. Projeto Avaliação Ambiental da Região do Cariri. *Vulnerabilidade natural das unidades aquíferas da região do Cariri*. CPRM. Fortaleza. 30 p. il.
- RIBEIRO, J. A.; VERÍSSIMO, L. S.; PRADO, F. da S.; RIBEIRO, J. A. P.; ANDRADE, T.T. B. de – 1996. Projeto Avaliação Ambiental da Região do Cariri. *Recursos hídricos e minerais do município de Barbalha-CE..* CPRM. Fortaleza. 50 p. il.
- SANTIAGO, M. F.; MENDES FILHO, J; SILVA, C. M. V. S; FRISCHKORN, H. - 1996. *Modelo isotópico da dinâmica dos aquíferos do Cariri..* Apêndice in.: Projeto Avaliação Hidrogeológica da Bacia Sedimentar do Araripe - Fase I. Recife.
- SANTOS, F. J. de S.; MIRANDA, F. R. de; LIMA, A. A. C.; AGUIAR, A. A. T.; PEREIRA, L. de S. E.; MACHADO, H. A. C.; CABRAL, R. C. - 1999. *Perfil econômico da agricultura irrigada do Cariri*. ETENE. Banco do Nordeste. Fortaleza. 66p. il.
- THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. – 1955. *The water balance publications in climatolog*. Laboratory of Climatology. V. 8, N.1, p. 1-104.