

DIAGNÓSTICO DOS POÇOS TUBULARES E A QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE CAMPO MAIOR - PI

*Liano Silva Veríssimo¹, Felicíssimo Melo¹ Frederico Antônio Araújo Meneses²,
Matheus Medeiros Mendes Carneiro², Valdirene Carneiro Albuquerque³*

RESUMO - Esse trabalho trata do diagnóstico dos poços tubulares e da qualidade das águas subterrâneas no município de Campo Maior, localizado na porção central do estado do Piauí, nordeste do Brasil. O Cadastro de Pontos d'Água contém 1.081 poços e 971 medidas de STD. As análises das informações incluem as características hidrodinâmicas, qualidade da água, aspectos construtivos dos poços, uso e consumo. Essas informações constituem-se de grandes subsídios aos órgãos municipais e estaduais na tomada de decisões para o planejamento, execução e gestão dos programas que utilizarem os recursos hídricos subterrâneos.

ABSTRACT - This work deals with the characterization of tubular water wells and groundwater quality in the municipality of Campo Maior, in the state of Piauí in northeast Brazil. The cadastral data set contains 1081 tubular wells, with 971 value for TDS. The analyses include hydrodynamic characteristics, water quality, constructive aspects of the tubular wells, use and consumption. This information constitute of great help to the municipal and state in taken decisions on planning, execution and administration of the programs that requires groundwater resources.

Palavras-chave: Qualidade de água, poços tubulares

INTRODUÇÃO

Esse trabalho apresenta o diagnóstico de 1.081 poços tubulares no município de Campo Maior - estado do Piauí. Constitui parte dos resultados obtidos através do Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Semi-Árido, coordenado e executado pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil, no segundo semestre de 2003.

Tem como objetivo identificar as condições dos poços tubulares e fontes existentes e a qualidade da água subterrânea no município. Tais informações oferecerão subsídios e orientação às comunidades e gestores governamentais na tomada de decisões para o planejamento, execução e gestão dos programas que lidam com os recursos hídricos subterrâneos.

¹Geólogos do Serviço Geológico do Brasil – CPRM - Residência de Fortaleza; Av. Santos Dumont 7700, CEP: 60.190-800-Fortaleza/CE – liano@fo.cprm.gov.br, fmelo@fo.cprm.gov.br ² Estudantes do Curso de Geografia da Universidade Estadual do Ceará – UECE, ³ Estudante do Curso de Geografia da Universidade Federal do Ceará – UFC,

O Censo de 2000 realizado pelo IBGE registrou uma população de 43.126 habitantes no município (1,59% do total do estado), com uma densidade demográfica de 26 hab./km². As populações urbana e rural eram de 31.928 e 11.198 habitantes, respectivamente. O abastecimento d'água da sede municipal é realizado através de poços profundos, gerenciados pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto do município – SAAE.

LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo constitui o município de Campo Maior, localizado na parte norte do estado do Piauí, a 78 km da cidade de Teresina (figura 1), capital do estado. A sede do município tem posição geográfica determinada pelo paralelo 04^o 49' 40" de latitude sul e meridiano 42^o 10' 08" de longitude oeste de Greenwich; com área de 1.657 km² correspondendo a 1,58 % do estado. O acesso rodoviário é feito pela BR-343, a partir da cidade de Teresina .

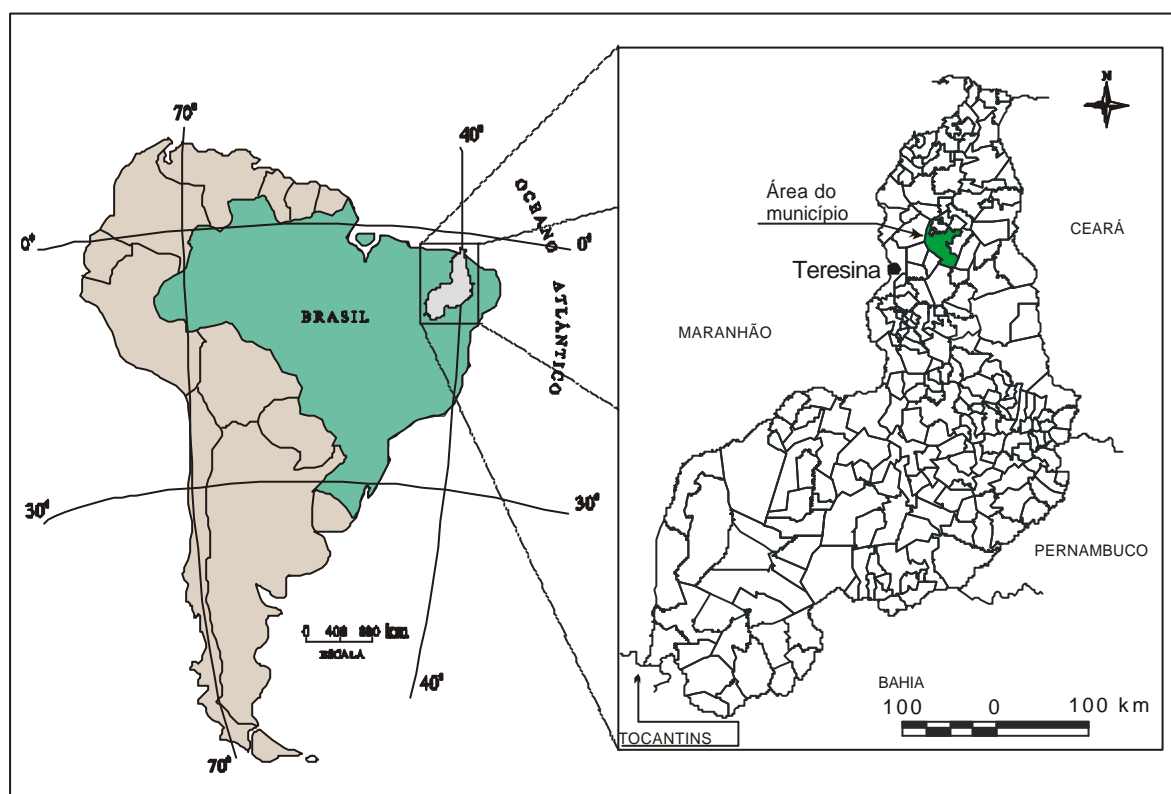


Figura 1 – Localização do município de Campo Maior

O clima no município (com altitude da sede a 125 m acima do nível do mar) apresenta temperaturas mínimas de 28 °C e máximas de 35 °C (clima quente tropical). A precipitação pluviométrica média anual (1.305 mm) é definida no Regime Equatorial Marítimo, com isoietas anuais entre 800 e 1.600 mm.

A rede de drenagem apresenta padrões retangulares, típicos de regiões sedimentares, sendo caracterizada por rios intermitentes, tendo como representantes principais os rios Longá, Jenipapo, Surubim e Maratoã.

A geologia local é constituída por rochas sedimentares (formações Piauí, Longá e Cabeças) e basaltos (Formação Sardinha), pertencentes à Bacia do Parnaíba. A Formação Piauí agrupa arenitos finos a médios, folhelhos e calcários, com grande área de exposição. A formação Longá é constituída de folhelhos, siltitos e arenitos. Na parte inferior do pacote repousam os sedimentos da formação Cabeças, constituída de arenitos finos a médios, aflorando somente na porção sudeste do município. Os basaltos ocorrem em pequenos afloramentos na porção sudeste do município.

Hidrogeologicamente no município ocorrem os domínios das rochas sedimentares e dos basaltos da Formação Sardinha.

O primeiro domínio é constituído pelas formações Piauí, Longá e Cabeças. A Formação Piauí, pela característica litológica (arenitos, siltitos e folhelhos), comporta-se como uma única unidade hidrogeológica. A alternância de leitos mais ou menos permeáveis sugere comportamento de aquífero e aquífero. Tendo em vista a ocorrência da Formação Poti representar cerca de 35% da área do município, esta área de exposição torna-se uma opção do ponto de vista hidrogeológico, tendo uma importância relativa como manancial de água subterrânea. A Formação Longá constitui-se de folhelhos e siltitos, que são rochas que apresentam baixíssima permeabilidade, não apresentando importância hidrogeológica. As características litológicas da Formação Cabeças (arenitos e conglomerados) indicam boas condições de permeabilidade e porosidade, favorecendo assim o processo de recarga por infiltração direta das águas de chuvas. Constitui-se num importante elemento de armazenamento de água subterrânea do município, porém, tem como fator limitante, uma pequena área de ocorrência.

O segundo domínio é constituído pelos basaltos da Formação Sardinha. São rochas impermeáveis, sem porosidade primária onde a ocorrência de água subterrânea é condicionada a porosidade secundária representada por fraturas, não representando nenhuma importância do ponto de vista hidrogeológico.

METODOLOGIA

A metodologia aplicada constou de uma atividade de campo, realizada nos meses de julho e agosto de 2003, executada por uma equipe composta por 2 geólogos e 3 recenseadores. O trabalho contemplou o cadastramento das fontes de abastecimento por água subterrânea (poço tubular, poço amazona representativo e fonte natural), com determinação das coordenadas geográficas (uso do GPS) e informações passíveis de serem coletadas através de uma visita técnica (dados hidrológicos, caracterização do poço, instalações, situação da captação, dados operacionais, condutividade elétrica,

uso da água e aspectos ambientais). Posteriormente essas informações foram analisadas e tratadas com estudos estatísticos, possibilitando a formação de um banco de dados e elaboração dos mapas, tabelas e gráficos.

Para a classificação das águas quanto ao conteúdo iônico, utilizou-se dos valores de condutividade elétrica (capacidade de uma substância conduzir corrente elétrica através dos sais dissolvidos) da água que, multiplicada pelo fator 0,65, obtém-se a concentração de sólidos totais dissolvidos (STD).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cadastramento registrou a presença de 1.084 pontos d'água, sendo duas fontes naturais, um poço escavado (cacimba ou amazonas) e 1.081 poços tubulares. Como os poços tubulares representam a grande maioria dos pontos d'água cadastrados, esse diagnóstico ficará restrito a esta categoria. A figura 2 mostra a distribuição espacial dos poços tubulares no município de Campo Maior.

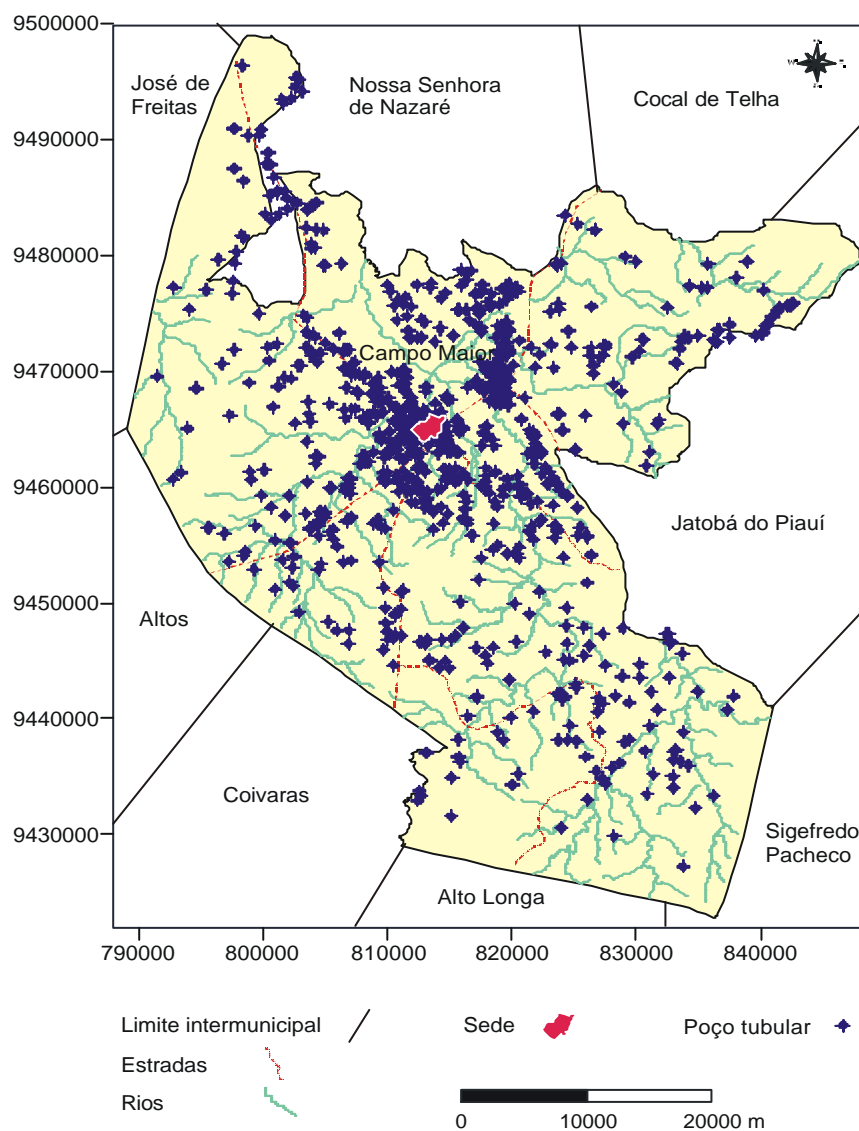


Figura 2 - Distribuição espacial dos poços tubulares no município de Campo Maior

Características Hidrodinâmicas A consistência dos dados levantados dos poços tubulares tem as seguintes características: 82% dos poços apresentam valores de profundidade, 52% tem dados de vazão e 20% contêm informações completas (profundidade, nível estático, nível dinâmico e vazão). A partir da tabela 1 foi realizado estudo estatístico objetivando verificar a forma de distribuição dos histogramas de alguns desses parâmetros e a existência de correlações entre eles. As distribuições dos parâmetros dos poços tubulares através de histogramas de distribuição percentual são mostradas na figura 3.

Tabela 1 - Parâmetros estatísticos dos poços da área de estudo

	Profundidade	Nível Estático	Nível Dinâmico	Vazão	STD
	m			m ³ /h	mg/L
Média	74,14	16,10	29,90	9,71	381,90
Desvio padrão	46,40	11,40	21,00	12,26	259,90
Coefficiente de Variação (%)	62,60	70,90	70,20	126,20	67,76
Máximo	400,00	78,00	108,00	140,00	15,60
Mínimo	7,92	1,00	3,60	0,10	2.814,50
No. de dados	888	731	228	566	971

A profundidade em 888 poços varia de 7,92 a 400,00 m, com uma diferença de 392,08 m entre o mais raso e o mais profundo. Apresenta um histograma de distribuição percentual do tipo lognormal, com valores mais frequentes entre 41,00 e 80,00 m representando 39,6% (figura 3.1).

O valor de nível estático em 731 poços varia de 1,00 a 78,00 m, com uma diferença de 77,00 m entre o mais profundo e o mais raso. O valor médio é de 16,10 m, indicando níveis de água pouco profundos. Graficamente (figura 3.2) apresenta um histograma de distribuição percentual do tipo lognormal, com valores mais frequentes entre 11,00 e 20,00 m (46%).

O nível dinâmico em 228 poços varia de 3,60 a 108,00 m. Apresentam um histograma de distribuição percentual tipo lognormal, com valores mais frequentes (26%) entre 10,00 e 18,00 m.

Os valores de vazão em 566 poços determinaram um coeficiente de variação de 126,2% identificando um tipo de variante irregular, com diferença de 139,7 m³/h entre os valores mínimo e máximo. Essa irregularidade não é comum em áreas sedimentares, entretanto pode ser justificada pelos diferentes níveis de captação de água (formações Cabeças e Longá) corroborada pela amplitude da profundidade de 392,08 m entre o mais profundo e o mais raso. Apresenta um histograma de distribuição percentual do tipo lognormal, com valores mais frequentes entre 0,10 e 14,00 m³/h, correspondendo a 84,5 % dos poços e de 14,00 a 28,00 m³/h, 11% (figura 3.3).

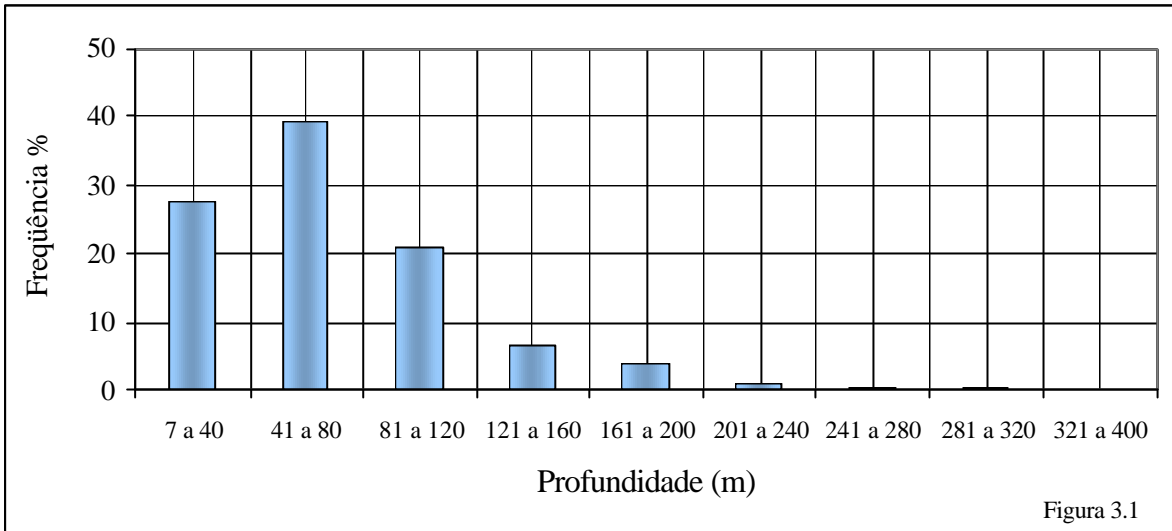


Figura 3.1

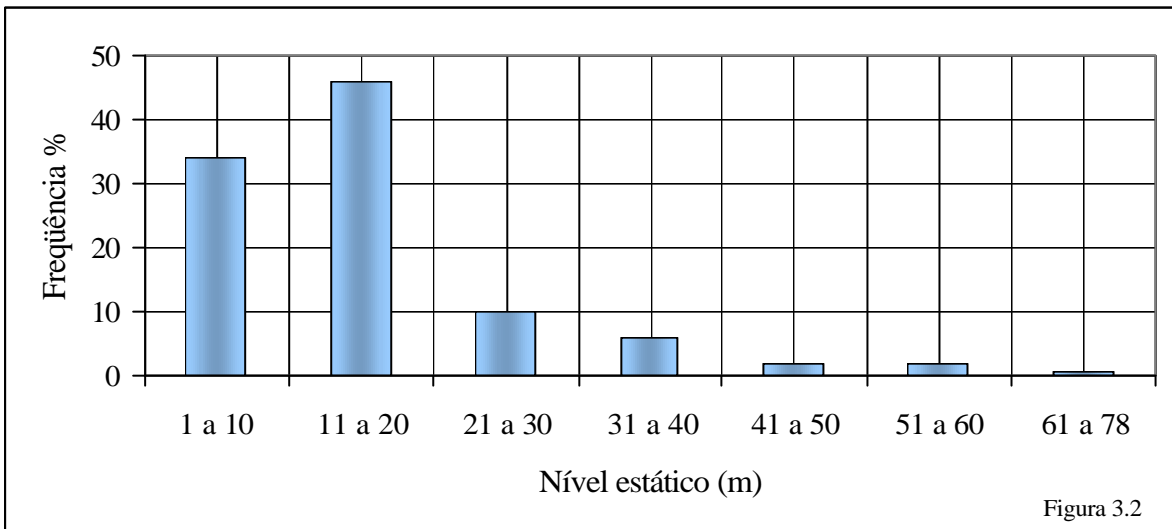


Figura 3.2

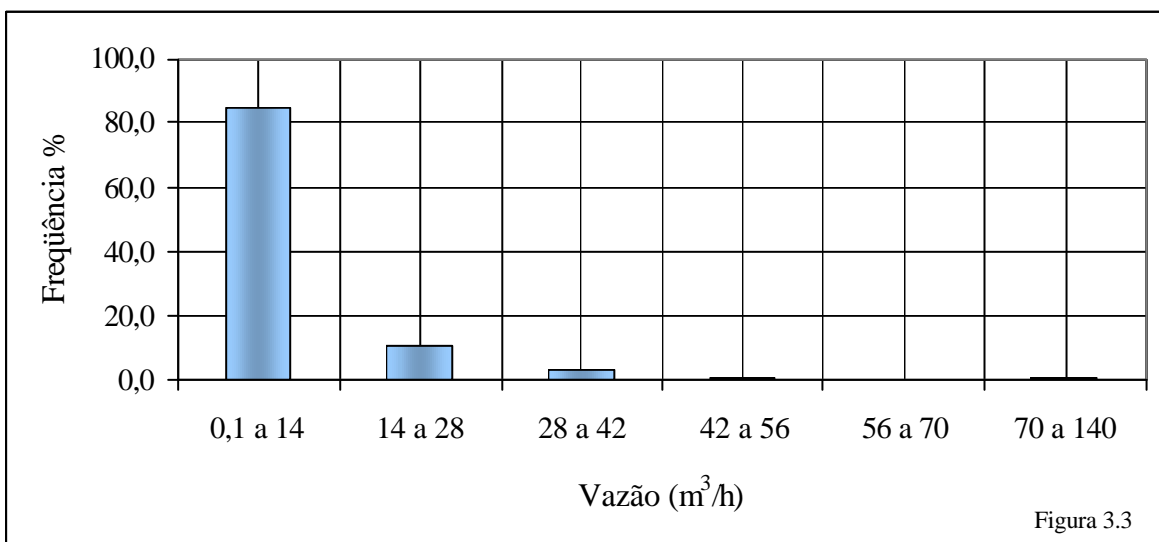


Figura 3.3

Figuras 3.1, 3.2 , 3.3 – Histogramas dos principais parâmetros dos poços

A capacidade específica em 223 poços oscila de 0,01 a 46,0 [(m³/h)/m] com maior frequência entre 0,01 e 1,00 [(m³/h)/m], representando 61,3% e média de 2,67 [(m³/h)/m].

Foi realizado gráfico para identificar possíveis correlações existentes entre a vazão e parâmetros como profundidade, nível estático e nível dinâmico. A relação entre vazão e profundidade indica uma baixa correlação dessas variáveis. A relação da vazão com os níveis hidráulicos apresentados na figura 4 mostra coeficientes de correlação muito baixos (vazão X nível estático = 0,07 e vazão X nível dinâmico = 0,25). Entretanto, as maiores vazões são verificadas em poços com nível estático inferior a 20,00 m e nos demais não há relação aparente entre elas.

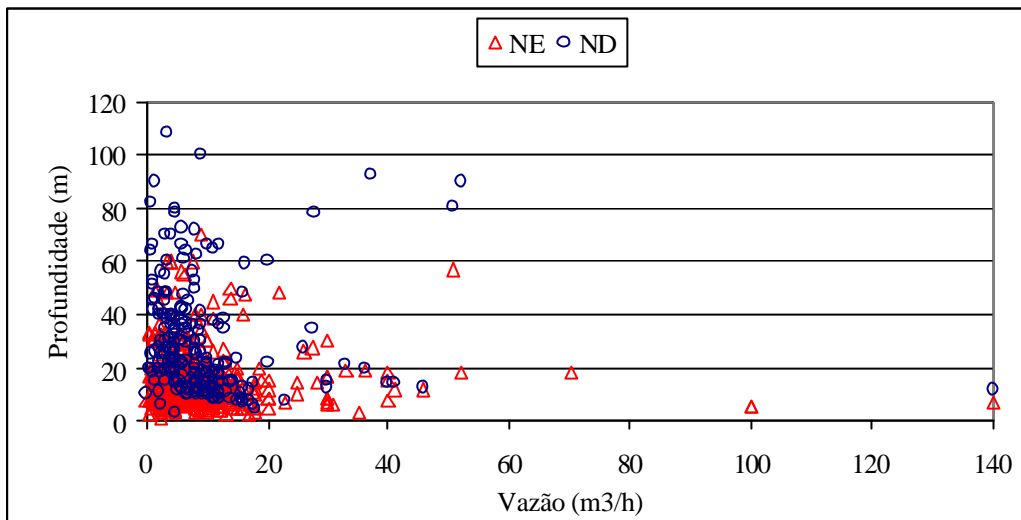


Figura 4 – Relação da Vazão com os Níveis Hidráulicos (Nível Estático e Nível Dinâmico).

Qualidade da Água Os valores de STD medidos em 971 amostras de água têm média de 381,7 mg/L, onde 98,6% são águas de boa qualidade para consumo humano, bem abaixo do VMP de 1.000 mg/L, aceitado pelo Ministério da Saúde. Entretanto o desvio padrão (259 mg/L) e o coeficiente de variação (67,8%) mostram uma dispersão em torno dessa média, identificando uma anormalidade no comportamento dos valores de STD.

A figura 5 apresenta o mapa de isotopes de STD, onde se observa uma maior concentração de íons na parte central da área, onde se localiza a sede do município. Ocorrem também alguns núcleos isolados nas porções sul e nordeste. Em todo o restante do município os valores de STD das águas são de ótima qualidade (= 600 mg/L). Devido a essa particularidade de maior salinidade das águas na zona urbana, foi feito um estudo dos poços localizados na sede municipal (109) e dos localizados na zona rural (865). A tabela 2 apresenta o resultado do estudo estatístico dos dados das duas zonas.

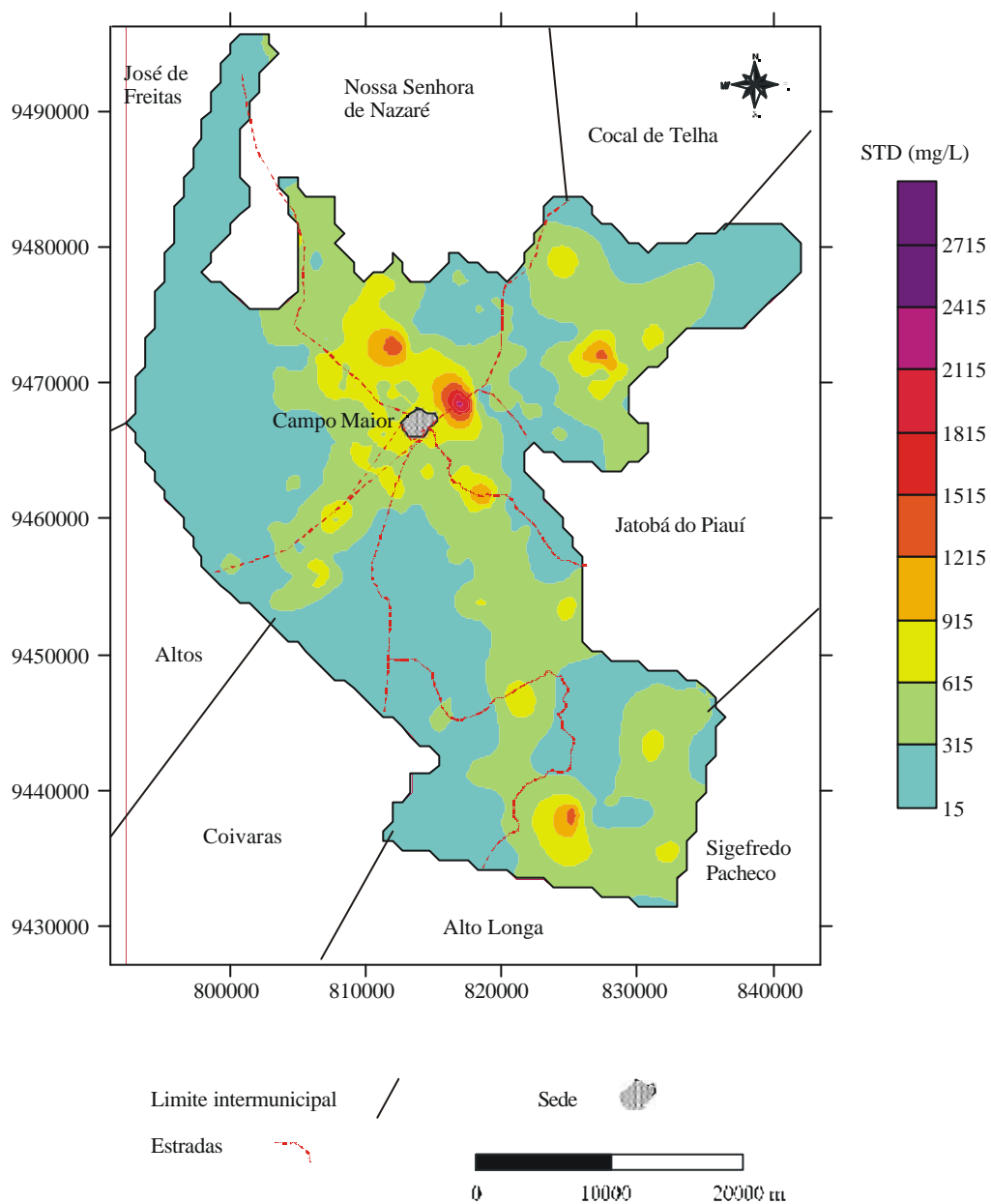


Figura 5 – Mapa de isotores de sólidos totais dissolvidos das águas do município

Tabela 2 - Parâmetros estatísticos dos dados dos poços da zona urbana e rural

	Profundidade (m)		Nível Estático (m)		Nível Dinâmico (m)		Vazão (m ³ /h)		STD (mg/L)	
	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural
Média	91,00	71,80	27,00	14,70	43,30	27,80	10,36	9,24	626,0	350,0
Desvio padrão	45,15	46,16	16,55	9,80	25,00	19,60	16,43	9,96	182,7	250,7
Coefficiente de Variação (%)	49,62	64,30	61,44	66,63	57,91	70,68	158,57	107,80	29,18	71,47
Máximo	400,00	320,00	78,00	62,40	92,70	108,00	130,00	140,00	1716,0	2814,5
Mínimo	30,00	7,92	4,00	1,00	10,00	3,50	0,50	0,10	250,9	15,6
No. de poços	106	783	82	650	31	197	76	488	109	865

No conjunto dos poços localizados na sede municipal a variável vazão é a que apresenta maior valor de coeficiente de variação (158%), identificando um tipo de variante irregular.

Foi observado também que esses poços apresentam nível estático mais profundo com valor médio de 24,70 m, enquanto os poços localizados na zona rural apresentam valor médio de 13,00 m.

O valor médio de STD (626,20 mg/L) é duas vezes maior do que a média da concentração nas águas dos poços localizados na área rural (350,86 mg/L).

Todas essas evidências podem ser justificadas pela grande densidade demográfica e de poços existentes em uma pequena área - sede municipal - , conseqüentemente alterando o comportamento do nível estático e da qualidade da água, através da alta exploração (10.000 m³/dia) nos diferentes níveis de captação de água, condições de recarga e ausência de saneamento básico.

Aspectos construtivos e uso dos poços Foram cadastrados 1.081 poços tubulares no município com uma densidade aproximada de 0,6 poço/km², sendo 992 particulares e 89 públicos. A construção desses poços vem desde 1930, ocorrendo um crescimento a partir da década de 80. Cerca de 98% dos poços têm diâmetro de 6" revestidos com canos de PVC (80%), utilizando bombas do tipo injetora e/ou submersa. A energia elétrica é mais utilizada (60% dos poços) e o restante usa óleo diesel e energia eólica (cata-vento).

No aproveitamento dos poços, 70% das águas são utilizadas para uso múltiplo (abastecimento humano, limpeza, lazer e animais) e o restante na indústria e irrigação. Levando-se em consideração seu caráter público ou particular, a situação dessas obras é apresentada na tabela 3, com 12% (127) dos poços abandonados e/ou paralisados e 88% (954) em uso e/ou não instalados.

Tabela 3 - Situação atual dos poços cadastrados com relação à finalidade de uso da água.

Natureza do poço	Em Operação	Não Instalado	Paralisado	Abandonado
Público	48	20	3	14
Particular	636	250	59	51
Total	684	270	62	65

Aspectos quantitativos dos poços O abastecimento d'água da sede municipal é gerenciado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto do município - SAAE, realizado através da exploração de 9 poços profundos, com vazões que variam de 10.000 a 120.000 m³/h, num total de 280 m³/h, operando 24 horas por dia, produzindo 6.720 m³/dia. Segundo dados do SAAE, em agosto de 2003 a rede de distribuição possuía 10.326 ligações. Considerando 5 pessoas por ligação, teremos 51.630 habitantes, com um consumo médio de 130 L/hab./dia, considerado um pouco abaixo do necessário indicado pela Organização Mundial da Saúde (150 L/hab./dia).

Com objetivo de quantificar a produção de água subterrânea do município e verificar um

possível aumento de oferta de água, foi realizado um estudo a partir dos poços não utilizados (paralisados e não instalados). A tabela 4 mostra que a disponibilidade instalada atual dos 684 poços tubulares é de 4.514 m³/h de água para todo o município. Desse total, 317 m³/h são de poços públicos e 4.197 m³/h dos poços particulares. Caso seja implantada uma política de recuperação e/ou instalação dos poços que atualmente não estão em uso, estima-se uma disponibilidade instalada potencial de 2.187 m³/h, com um aumento de 48% em relação à atual oferta de água subterrânea.

Tabela 4 – Disponibilidade instalada atual e estimativa da disponibilidade instalada potencial dos poços tubulares do município de Campo Maior

Poços Tubulares	Disponibilidade Instalada Atual			Estimativa da Disponibilidade Instalada Potencial			
	Em Uso	Q _e unit.	Q _e Total	Paralisados/ Não Instalados	Q _e unit.	Q _e Total	Aumento da disponibilidade atual total (%)
		(m ³ /h)			(m ³ /h)		
Públicos	48	6,6	317	23	6,6	152	48,0
Particulares	636	6,6	4.197	309	6,6	2.035	43,0
Total	684	-	4.514	332	-	2.187	44,0

Q_e = Valor da mediana da Vazão de exploração

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- A profundidade média dos poços é de 74,14 m, um pouco acima da média dos poços construídos no Nordeste.
- O nível estático dos poços em todo o município tem média de 16,00 m. Nos poços localizados na sede municipal, esse valor é mais profundo, com média de 27,00 m, ocasionado pela grande exploração dos poços em uma pequena área. Na zona rural o nível estático tem média de 14,70 m.
- Para a vazão foi determinado um coeficiente de variação muito alto, identificando um tipo de variante irregular, justificada pelos diferentes níveis de captação de água (formações Cabeças e Longá) corroborado pela amplitude da profundidade de 392,08 m entre o mais profundo e o mais raso.
- A correlação entre a vazão e parâmetros como profundidade, nível estático e nível dinâmico mostram coeficientes de correlação muito baixos; entretanto, as maiores vazões são verificadas em poços com níveis estáticos inferiores a 20,00 m.
- As águas subterrâneas são de boa qualidade para consumo humano em 98,6% dos poços.
- Os poços localizados na sede municipal apresentam uma maior concentração de sais nas águas e valores médios de vazão e nível estático diferentes daqueles localizados na zona rural. Isso deve ser ocasionado pela grande concentração de poços e de pessoas existentes numa pequena área, explotando em média 10.000 m³/dia, em diferentes níveis de captação de água, baixa condições de recarga e contaminação pela ausência de saneamento básico.

- 70% das águas são utilizadas para uso múltiplo (abastecimento humano, limpeza, lazer e animais), e o restante na indústria e irrigação. Cerca de 12% (127) dos poços estão abandonados e/ou paralisados e 88% (954) em uso e/ou não instalados.
- A população da sede municipal é abastecida através de 9 poços tubulares, produzindo em média 6.720 m³/dia. Segundo dados do SAAE em agosto de 2003 a rede de distribuição possuía 10.326 ligações, com um consumo médio de 130 L/hab./dia.
- A disponibilidade instalada atual é de 4.514 m³/h de água para todo o município. Caso seja implantada uma política de recuperação e/ou instalação dos poços que atualmente não estão em uso, estima-se uma disponibilidade instalada potencial de 2.187 m³/h, com um aumento de 48% em relação à atual oferta de água subterrânea.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 2002. *Mapas Base dos municípios do Estado do Piauí*. Escalas variadas. Inédito.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM. 2004 - *Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, Estado do Piauí: Diagnóstico do Município de Campo Maior* –. Organizado por Robério Bôto de Aguiar [e] José Roberto de Carvalho Gomes. Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil. il. Inédito

MARANHÃO, R. J. L. - 1982. *Introdução à pesquisa mineral*. Fortaleza, BNB ETENE. 1ª edição. p. 33 a 127 il.