

O PROJETO HIDROGEOLÓGICO DO PIAUÍ - MUNICÍPIO DE ITAINÓPOLIS

Antônio Reinaldo Soares Filho¹ & Francisco Aurélio Caetano da Silva¹

Resumo - O Projeto Hidrogeológico do Piauí foi desenvolvido com objetivo de ampliar o conhecimento das potencialidades hídricas face a necessidade da região semi-árida nordestina. Nesse projeto foram desenvolvidos estudos hidrogeológicos do município de Itainópolis abrangendo os aspectos demográficos, climáticos, morfológicos, geológicos e hidrogeológicos. Entre esses destacam-se: as unidades aquíferas, a qualidade da água subterrânea e a seleção de áreas favoráveis à captação de água.

Foram cadastrados 125 poços tubulares que forneceram informações essenciais para o planejamento, visando a recuperação e/ou perfuração de novos poços. As propriedades hidrogeológicas estudadas (vazão, vazão específica, produtividade e características hidrogeoquímicas) destes “pontos d’água” foram relacionadas às unidades geológicas presentes na região. Essas unidades são constituídas por rochas da Bacia do Parnaíba representadas por sedimentos das formações Serra Grande, Pimenteiras, Cabeças além de aluviões; as quais formam uma seqüência de aquíferos superpostos. Destaca-se em potencialidade, o principal aquífero da região: a Unidade Serra Grande.

Os principais grupos fácies químicas de água do município de Itainópolis são: as bicarbonatadas com 68,75% das águas analisadas, as cloretadas bicarbonatadas com 12,50%, cloretadas com 6,25%. Nos domínios das águas cloretadas predominam os íons de sódio (Na) e cálcio (Ca). As sulfatadas cálcicas magnesianas correspondem à 12,25% das águas analisadas.

Abstract - The Piauí Hydrogeologic Project was developed to increase the knowledge of the hydrogeological potential in a semi-arid region of Brazil. Several studies were developed in the municipal district of Itainópolis, including: demography, climatology, morphology, geology and hydrogeology. As a result, aquifer units were identified with groundwater quality aspects and areas of good potentiality.

¹ CPRM - RESTE – Residências de Teresina; Rua Goiás 321 – Sul; CEP 64001-570; Teresina; Piauí; Brasil; (0XX086) 2224153, fax (086) 2226651

An inventory with information of 125 tubular-wells was made with essential data for public and private entities that deal with recuperation and/or drilling of new wells. The hydraulic parameters that were studied were: yield, specific discharge, and hydrochemical characteristics). This information was related to following geological units present in the region: Parnaíba's basin rocks, represented by alluviums and sediments of Serra Grande Formation, Pimenteiras Formation and Cabeças Formation that form a sequence of superimposed aquifers. The main aquifer formation of the region is the Serra Grande unit.

The groundwater of the Itainópolis municipal district can be classified according to the following hydrochemical facies: bicarbonated water - 68,75 % of the analyzed water; chlorinated bicarbonated water - 12,50%; chlorinated water - 6,25%, with a predominance of sodium and calcium ions in this last group. The amount of 12,25% of the analyzed water corresponded to the calcium magnesium sulfuric facies.

Palavras-chave: Hidrogeologia, Itainópolis

1.Introdução

O Projeto Hidrogeológico do Piauí, iniciado face a necessidade regional de conhecimento das potencialidades hídricas do semi-árido nordestino, representa uma tomada de posição do Governo Federal face a importância da água para o alcance de níveis aceitáveis de vida em regiões onde o regime climático influencia, de forma decisiva, sua disponibilidade em quantidade e/ou qualidade. O presente trabalho elaborado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, através de sua Residência Especial em Teresina - RESTE, contém o resultado do estudo hidrogeológico do município de Itainópolis e consta de um texto onde estão descritos seus aspectos demográficos, climáticos, morfológicos, geológicos e hidrogeológicos, com destaques para as unidades aquíferas, a qualidade da água subterrânea e seleção de áreas favoráveis à captação.

2.Objetivos

O Projeto Hidrogeológico do Piauí – Município de Itainópolis foi elaborado visando ampliar o conhecimento das demandas hídricas e do potencial do aquífero subterrâneo abrangendo os seguintes aspectos:

- Elaboração de um diagnóstico das condições de ocorrência e das possibilidades técnicas e econômicas de exploração das águas subterrâneas para o atendimento das demandas de água da população rural

- Elaboração de catálogos (pontos d'água e hidroquímico) com vistas ao fornecimento de informações essenciais ao planejamento de entidades públicas e privadas interessadas na recuperação de poços tubulares e/ou perfuração de novos poços;
- Elaboração de mapas especiais com vistas a fornecer, às Prefeituras Municipais e outros interessados, parâmetros técnicos adequados ao desenvolvimento de projetos voltados para a melhoria, implantação de sistemas de abastecimento de água no meio rural;
- Divulgação de informações geológicas e hidrogeológicas passíveis de fomentar ações de natureza pública que sirvam de suporte em intervenções da defesa civil;
- Fornecimento de informações essenciais à formulação de políticas voltadas para proteção da população contra doenças cuja origem apresenta alguma vinculação com a água.

3. Localização

De acordo com a situação político-administrativa do Brasil, vigente a partir de 3 de outubro de 1990, o município de Itainópolis encontra-se inserido na mesorregião sudeste piauiense, formada pelas microrregiões de Picos, Pio IX e Alto Médio Canindé. Situado na microrregião do Alto Médio Canindé, o município, com área de 1.279 km² ou 0,51% da área do estado, é limitado ao norte pelo município de Picos; ao sul pelos de Jaicós e Isaias Coelho, a leste pelo de Jaicós; a oeste pelos de Santa Cruz do Piauí, Santo Inácio do Piauí e Campinas do Piauí.

4. Aspectos Climáticos

Segundo a classificação de Köppen, predomina na área do município de Itainópolis o clima Bsh, definido como seco e semi-árido e bem caracterizado pela insuficiência de precipitações, temperaturas elevadas e forte evaporação. Dos elementos relativos ao clima destaca-mos:

a) Pluviometria

O município de Itainópolis está inserido numa zona com pluviosidade entre 650 e 1.200 mm, que cobre toda a faixa dos municípios de Simplício Mendes, Picos, Jaicós, Valença e Pimenteiras. A menor altura anual de chuva, no município de Itainópolis, foi observada no ano de 1969 quando atingiu 192,9 mm. A maior foi observada no ano de 1967 (1.103,8 mm). No Quadro I, as médias mensais para um período de observação de 24 anos (Posto Itainópolis, instalado pela SUDENE no ano de 1962).

O total de chuvas no município de Itainópolis, entre janeiro e setembro de 1992, atingiu 493,0 mm, ficando os meses de janeiro a abril com 483,5 mm (98,1%), maio e junho com 0%, julho com 5 mm (1%), agosto com 0% e setembro com 4,5 mm (0,9%).

QUADRO I
PLUVIOMETRIA MENSAL
POSTO ITAINÓPOLIS
1962-1985

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual
Nº de anos com dados	20	21	20	21	20	22	22	21	21	22	23	23	16
Média	118,8	136,7	136,4	113,0	17,0	5,9	2,3	1,1	2,9	19,8	54,0	87,6	681,3
Máxi Ma	306,3	322,5	399,5	355,5	88,7	47,2	17,6	13,0	19,8	126,0	146,8	242,0	1.103,8
Míni Ma	0,0	13,0	28,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	1,0	192,9

FONTE : SUDENE - Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste, Recife 1970.

b) Temperatura

O regime térmico é muito homogêneo, com as médias mensais mantendo-se elevadas durante todo o ano. A temperatura média anual situa-se entre 26^oC e 28^oC, ficando a média das máximas entre 32^oC e 34^oC e a das mínimas entre 19^oC e 22^oC.

c) Evaporação

Os valores de evapotranspiração observados na estação da cidade de Picos, mostram, como consequência das altas temperaturas e da grande insolação, que as alturas anuais se mantêm normalmente elevadas, sendo os meses de maior intensidade os de setembro, outubro e novembro.

Pela aplicação da fórmula de Schendel ($E_p = T/H \times 480$), onde T é a média da temperatura mensal e H a média da umidade relativa, a evaporação potencial (E_p) também atinge valores elevados: 312,8 mm em setembro, 324,0 mm em outubro e 300,1 mm em novembro. A menor intensidade fica com os meses de fevereiro (162,0 mm) e março (165,4 mm).

d) Evapotranspiração

A evapotranspiração, que exprime a soma de todas as perdas por transformação da água em vapor, função apenas das condições climáticas. A evapotranspiração potencial (**ETP**) representa a quantidade d'água que seria evaporada e transpirada se as reservas em água fossem suficientes para compensar as perdas máximas impostas pelos fatores meteorológicos. Em Itainópolis, os valores

aceitos são aqueles estimados a partir dos dados de evaporação em tanque "classe A" observados na cidade de Picos, onde temos um total anual de 2.038,6 mm. As maiores intensidade se encontram com os meses de outubro (185,4 mm), novembro (183,0 mm) e dezembro (185,8 mm) e as menores com os meses de fevereiro e junho (156,0 mm) cada.

A evapotranspiração real (**ETR**) é aquela que se verifica nas condições naturais de umidade do solo. Quando o teor em água é suficiente $ETR = ETP$; em caso de déficit a ETR é menor que a ETP, sendo a diferença ($ETP - ETR$) conhecida como déficit agrícola.

e) Umidade Relativa

A umidade relativa aumenta durante a estação chuvosa e diminui no período seco, atingindo valores máximos nos meses de janeiro (70,5%), fevereiro (78,5%), março (77,5%) e abril (73,5%) e mínimos nos meses de setembro (44,5%) e outubro (44,0%).

f) Ventos

Este fator climático tem grande efeito na taxa de evaporação, sendo caracterizado na área do município, pelos seguintes fatores: direções predominantes (nordeste e sudeste); velocidade média mensal (abaixo de 4 m/s); registros nos postos (calmaria ou velocidade inferior a 0,4 m/s).

g) Insolação

Estudos regionais mostram que, em escala anual, a insolação representa, aproximadamente, 50% da duração total do dia em zonas altas, e 70% no mínimo, em planícies. Em escala mensal, fevereiro é o mês menos ensolarado (50 a 55% da duração do dia em média) enquanto em agosto a insolação se manifesta sobre 80% do período diário de exposição solar.

h) Índices de Aridez

A aridez da área pode ser avaliada através dos índices de aridez de De Martonne, que relacionam a precipitação e a temperatura do ar pela fórmula:

$$I = \frac{P}{T+10} \quad \text{onde:}$$

I = Índice de aridez;
P = Precipitação média anual;
T = Temperatura média anual.

No município de Itainópolis os índices se situam entre 20 e 30, significando isto que as águas escoam para os oceanos e que as culturas não exigem irrigação (zona exorréica).

5. Usos da Água

Uma análise dos pontos d'água cadastrados durante a fase de campo do presente trabalho, mostra a impossibilidade de precisar, com o grau de confiabilidade adequado aos objetivos almejados, o verdadeiro quadro de utilização das águas subterrâneas. Muitos poços perfurados para abastecimento público também fornecem água para fins domésticos e beneficiamentos de produtos de origem agrícola ou mesmo nos períodos de seca ou de estiagens prolongadas, para uso dos rebanhos.

O uso da água subterrânea, na área do município de Itainópolis, foi classificado nas seguintes categorias: uso público, uso doméstico, uso para irrigação e uso para os rebanhos e industrial.

5.1 Estimativas Atual e Futura do Consumo da Produção Urbana.

Para um per capita de 150 litros/habitante.dia, o consumo anual, da população para o ano de 1991, é da ordem de $0,119 \times 10^6 \text{ m}^3$. No ano 2.000, admitindo-se um acréscimo populacional de 15%, a população urbana deverá consumir um per capita de 200 litros/habitante.dia, algo próximo de $0,182 \times 10^6 \text{ m}^3$.

5.2 Estimativas Atual e Futura do Consumo da População Rural e Rebanhos

Para um per capita de 80 litros/habitante.dia, o consumo anual da população rural para o ano de 1991, é da ordem de $0,327 \times 10^6 \text{ m}^3$. No ano 2.000, para um acréscimo populacional de 15% e um capita de 100 litros/habitante.dia, a população rural deverá consumir um volume de água próximo de $0,469 \times 10^6 \text{ m}^3$.

5.3 - Condições Atuais de Abastecimento de Água.

Dos 125 poços tubulares cadastrados, 5 (4,00%) não mereceram a devida atenção por se encontrarem obstruídos não recuperáveis; 20 poços (16,00%) encontram-se desativados ou por instalar e, os 100 (80,00%) poços restantes em funcionamento. O poder público detém a posse da maioria desses poços, 92 (73,60%), a iniciativa privada 32 (25,60%) e apenas 1 (0,80%) pertence a uma cooperativa agrícola.

Mesmo não se dispondo de elementos para quantificar os volumes consumidos por cada uma das cinco categorias de uso consideradas no presente trabalho, uma vez que a produção de cada poço não sofre um controle confiável para um melhor conhecimento das descargas por

bombeamento, podemos afirmar que os maiores consumos ficam por conta dos pequenos projetos de irrigação, especialmente se for levado em consideração as seguintes constatações:

- A necessidade de consumo de água da população urbana, que é de $0,46 \times 10^6$ litros/dia, especialmente para beber e propósitos higiênicos. Esse volume chega a 20,26% da descarga de teste local do aquífero, nos 13 poços existentes submetidos a regime de exploração de 8 horas/dia;
- A maior parte dos poços em funcionamento, especialmente os de grandes vazões, se encontra no meio rural, onde a descarga anual por bombeamento ultrapassa a da zona urbana em, aproximadamente, $3,44 \times 10^6$ m³/ano;
- Sabendo-se que o consumo de água potável da população de Itainópolis se situa na ordem de $2,23 \times 10^6$ litros/dia, essa necessidade corresponde a 18,83% da disponibilidade diária da descarga artificial que é de $11,84 \times 10^6$ litros/dia (bombeamento de 8 horas/dia);
- O consumo de água subterrânea por parte dos rebanhos pode ser considerado muito pequeno.

Uma análise das unidades geológicas presentes na área do município de Itainópolis, mostra que um dos principais aquíferos da bacia do Parnaíba, no caso, o Serra Grande, apresenta na porção norte deste município - limítrofe com o município de Picos - restrições para investimentos em projetos hidrogeológicos. Os valores dos resíduos secos se situam acima dos 600 ml/l.

Quanto ao restante do município não há impedimento por parte de suas águas quanto à implantação e/ou ampliação de sistemas de abastecimento de água na zona urbana e grande parte das comunidades rurais e é, pelas características litológicas e geomorfológicas das formações Pimenteiras e Cabeças, o único com condições de atender, em determinadas áreas, projetos de irrigação.

Na área de recarga, onde o aquífero é do tipo livre, mesmo sendo possível a presença de água sob pressão, dada a intercalação de ocasionais níveis mais argilosos, a reduzida vazão específica e a relativa profundidade do nível freático desaconselham a exploração de água para fins de irrigação. Em geral essas vazões são suficientes apenas para o abastecimento de pequenas comunidades, a um custo operacional elevado.

Nos domínios do aquífero Serra Grande confinado as condições para exploração são consideradas excelentes. Essa unidade apresenta-se aflorando ou recoberta pelas formações Pimenteiras e Cabeças. A vazão específica mostra grande variação de área para área. De fato, em 63 poços, as vazões específicas variam de 0.06 (Poço N° 007 em Baixa Grande) a 12,50 m³/h/m (Poço

Nº 092 na sede municipal), com valor médio calculado para 56 localidades, de 1,86 m³/h/m. Estes números indicam que o aquífero apresenta condições de atender projetos que requeram grandes quantidades de água, sendo necessário, antes de qualquer programa de exploração, a realização de um estudo detalhado de localização e do caráter litológico da formação.

Dos elementos obtidos durante a fase de campo, importantes para melhor compreensão do aquífero Serra Grande destaca-se:

- É explorado através de poços tubulares profundos (média de 155,75 m.) com profundidade máxima de 280 metros. De um modo geral, o programa de completação dos poços visa basicamente isolar os sedimentos argilosos superiores - protegidos através de câmara de bombeamento - deixando os arenitos da formação Serra Grande em abertos para permitir o aproveitamento total de sua potencialidade;
- Com raras exceções, a exemplo da região da BR-020 no extremo noroeste da área, a possibilidade de exploração econômica da água subterrânea da formação Serra Grande se faz em toda superfície de domínios deste município;
- A descarga de teste anual dos 104 poços em operação é da ordem de 4,26 x 10⁶ m³/ano, ficando o aquífero Serra Grande responsável por 93,78% e o Pimenteiras com 6,22%. Desse total o Cabeças não contribui com valores mensuráveis.

No caso da formação Pimenteiras, as vazões específicas variam desde um mínimo de 0,04 até um máximo de 0,75m³/h/m, ficando o valor médio, para quatro localidades, próximo de 0,41m³/h/m. De um modo geral, a exploração de água subterrânea através de poços perfurados apenas nessa unidade hidrogeológica, se destina ao atendimento de fazendas ou pequenos povoados.

A unidade Cabeças ocorre aflorando a oeste do rio Itaim, formando chapadas de cotas relativamente elevadas, correspondendo a sua zona de recarga, portanto apresentando fortes restrições para aproveitamento de águas subterrâneas. Poços perfurados em área de afloramento dessa unidade hidrogeológica visam buscar água do aquífero Serra Grande. Dessa forma, mesmo sendo o segundo sistema aquífero da bacia sedimentar do Parnaíba, o aquífero Cabeças não contribui com volume de água significativo, para o total da descarga artificial no município de Itainópolis.

As aluviões ocorrem preferencialmente no vale do rio Itaim e em menor escala em seus afluentes, acumulando consideráveis volumes de águas que são aproveitadas através de cacimbas. Não foi possível fazer uma avaliação quantitativa da água reservada e explorada.

6. Rede Hidrográfica

A rede de drenagem desse município é controlada pelo rio Itaim que o atravessa ao longo de aproximadamente 40 (quarenta) quilômetros de extensão - dada a grande quantidade de curvas e meandros - com direção noroeste-sudeste. Seus afluentes possuem direção geral preferencial nordeste-sudoeste por vezes norte-sul.

Toda a bacia possui caracter intermitente, sendo classificada como dos tipos dendrídica e subdendrídica. Os principais tributários do rio Itaim pela sua margem direita são: riachos da Baixa Grande, Tinaguis, Gameleira, Riachão, Baixão da Confusão e muitos outros anônimos. Pela margem esquerda são os riachos Canabrava, Botas, Cipoal, Maxixe, Marimbá, Gambá além de outros que não foram possível nominá-los.

7. Aspectos Morfológicos

O relevo apresenta-se modelado predominantemente em rochas sedimentares arenosas e argilosas por vezes argilo-arenosas dissecadas, localmente em três aspectos distintos:

- Zona de Chapadas - As zonas de chapadas agrupam-se em dois blocos distintos, diferenciados, pela localização geográfica e unidades geológicas específicas. O grupo representado pelas chapadas dos Barroso, Umbús, Roncador e Maxixe, situam-se na região oeste do município - em área de afloramento da formação Cabeças. Seus limites com a unidade geomorfológica inferior Pimenteiras, constituem uma linha de escarpas abruptas - direção geral N-S a NE-SW - representadas por cuevas ou ressaltos litológicos com frente para leste. O outro bloco, de menor extensão superficial é representado pelas chapadas da Lagoa Achada, Serra Vermelha, Morro da Pedra. Ocupam área de afloramento da formação Serra Grande e se localizam a leste do município de Itainópolis.
- Zona de Dissecação - A zona de dissecação está localizada na região central desse município, entre as chapadas do leste e do oeste, domínios dos sedimentos argilosos da formação Pimenteiras.
- Aluviais vale do rio Itaim – Os aluviões ocorrem no vale do rio Itaim, formando várzeas de inundações, limitadas lateralmente pelas terraços e encostas do rio. Seu solo é argiloso e rico em humos renovado periodicamente quando nas enchentes e transbordamentos dos limites do canal do rio. Sua largura chega a alcançar até um quilômetro, também, as vezes ocorrem encaixados formando pequenos canhões.

8. Geologia

O município de Itainópolis tem seus 1.279 quilômetros quadrados de domínio superficial recobertos por rochas da bacia sedimentar do Parnaíba, representadas pelas formações Serra Grande, Pimenteiras, Cabeças e por coberturas terciária e aluviões.

Sua estrutura é homogênea e monoclinal com seus estratos mergulhando suavemente para oeste em média de 10 metros por quilômetro, rumo ao centro da bacia. Perturbações tectônicas de modestas amplitudes, tais como dobramentos de acomodação, falhamentos e fraturamentos se fazem presentes em todo o município.

A formação Serra Grande ocorre aflorando na borda oeste desse município e em toda sua subsuperfície. De idade siluriana superior a devoniana inferior é constituída por espessos bancos de arenitos de granulação fina, média, grosseira e subordinadamente por níveis conglomeráticos de colorações esbranquiçadas, com estratificação cruzada e planar, intercalados por finos níveis de folhelhos e siltitos argilosos de coloração cinza arroxeadas. Seu contato com a unidade geológica superior é efetuado de modo concordante e gradativo.

A formação Pimenteiras aflora em toda a região central de Itainópolis e, ocorre em subsuperfície recoberta pela formação Cabeças e as aluviões. Sua litologia é constituída por arenitos de granulação fina a muita fina, por vezes argilosos, alternados por níveis de siltitos e folhelhos de cores variadas (arroxeadas, esverdeadas, avermelhadas, acinzentadas e creme) existindo níveis com concreções ferruginosas-esféricas ou pouco achatadas até contendo fosseis e muito raramente finos níveis de arenitos creme de granulação média a grosseira. Seu contato superior embora concordante e gradacional, por vezes se faz com acentuada quebra litológica chegando a ser discordante.

A formação Cabeças ocorre aflorando, ao longo de toda a faixa oeste desse município, sendo localmente representada pela sua porção inferior ou basal. Litologicamente é formada por uma seqüência de níveis de arenitos de granulação fina, média e grosseira, por vezes conglomerática, de coloração creme, esbranquiçado e amarelado, estratificados em bancos homogêneos ou as vezes do tipo cruzada planar, sobre-postas por espessos bancos de arenitos de coloração creme e esbranquiçados intercalados por finos níveis de siltitos e folhelhos de coloração arroxeadas, acinzentadas e avermelhadas.

Coberturas terciárias, são representadas pelos extensos areais que recobrem as grandes chapadas, sobrepostas a formação Cabeças. Os depósitos quaternários são representados pelos aluviões do rio Itaim e seus afluentes e são constituídos por areias finas e/ou grossas com níveis argilosos alternados com estrutura homogênea.

9. Hidrogeologia

A área do município de Itainópolis é geologicamente constituída por rochas da bacia do Parnaíba, representada pelos sedimentos anteriormente descritos das formações Serra Grande, Pimenteiras, Cabeças, das Aluviões e, localmente, por raros diques e soleiras de rochas ígneas. A disposição estratigráfica desses sedimentos permitem a formação de uma seqüência de aquíferos superpostos em que, se destaca em potencialidade, a unidade Serra Grande como principal sistema aquífero dessa região. As outras unidades hidrogeológicas não são recomendadas para projetos de explorações de grandes volumes de águas, dado tanto aos condicionamentos próprios como os que nessa área encontram-se expostos.

Estratificadas sobre rochas duras do embasamento cristalino - que funcionam como a última barreira impermeável em profundidade, constituindo todo o "assoalho" da bacia sedimentar do Parnaíba - a formação Serra Grande ocorre localmente aflorando a leste da sede municipal e em subsuperfície a partir da linha de contato com a formação Pimenteiras. Essa unidade fornece a quase totalidade da água subterrânea consumida nessa região.

Sobreposta a formação Serra Grande ocorre a formação Pimenteiras, que aflora ocupando grande área superficial deste município, sendo recoberta pela formação Cabeças a partir de seu limite de contato, topograficamente delimitado por uma linha de escarpas. Dada sua natureza litológica essencialmente argilosa, funciona como uma barreira hidrogeológica impermeável - um aquífero - responsável pelo confinamento das águas do aquífero inferior Serra Grande, e servindo como substrato do aquífero superior Cabeças. De um modo geral, poços perfurados em seus domínios apresentam resultados insatisfatórios, e quando existem objetiva prioritariamente captar águas do aquífero Serra Grande. Exceto, quando em poços cacimbões, que visam satisfazer diminutas necessidades.

A formação Cabeças, reconhecida como um dos mais importantes aquíferos da bacia, nessa região, ocorre aflorando na sua porção inferior ou basal, em uma estreita faixa na região oeste do município correspondendo portanto a sua área de recarga. Face a estas considerações essa unidade aquífera não apresenta favorabilidade para reservação e exploração de água subterrânea. Os poços perfurados nesses domínios buscam vazões no aquífero Serra Grande.

Na definição das áreas de produtividade e favorabilidade para elaboração do mapa hidrogeológico, as vazões específicas foram ajustadas para um rebaixamento de 25 metros. Com isto objetivou-se uma similitude das informações a serem representadas. Considerando os parâmetros geomorfológicos, estratigráficos e estruturais, que condicionam os níveis estáticos, dinâmicos e respectivas vazões, foram definidas quatro áreas quanto a favorabilidade a exploração de água subterrânea no aquífero Serra Grande: a área de melhor favorabilidade (classificada como tipo C) se

localiza ao longo do vale do rio Itaim, em suas regiões rebaixadas, confinada pelo aquífero Pimenteiras aflorante. A segunda (classificada como tipo B), é favorável a exploração de água subterrânea do Serra Grande - condicionada por maiores profundidades de sua superfície piezométrica - confinada pelo aquífero Pimenteiras que ocorre aflorando em toda região central do município. A terceira área (classificada como tipo A), situa-se na região sudoeste onde aflora o aquífero Cabeças. A unidade aquífera explorada é também o aquífero Serra Grande que ocorre a profundidade considerável. E, a última área (classificada como tipo D), de menor favorabilidade, situa-se na região leste desse município, limítrofe com Jaicós, correspondendo a área aflorante e de recarga do aquífero Serra Grande. Em face dessas características hidrogeológicas, essa última área apresenta menor produtividade aquífera.

Os 104 (cento e quatro) poços perfurados com registros de vazão, permitem uma oferta de cerca de $1,48 \times 10^6$ l/h para uma vazão média de $14,236 \text{ m}^3/\text{h}$, a ser obtida com rebaixamento médio do nível da água nos poços de 52,43 metros, variando de pouco mais de $1,00 \text{ m}^3/\text{h}$ (Poço N° 042 na localidade de Lagoa do Fogo), até um máximo de $150,00 \text{ m}^3/\text{h}$ (Poço N° 105 na localidade de Sobradinho). Essas variações resultam tanto das diferenças de penetrações do aquífero, como das normais mudanças de permeabilidade, de sua localização geográfica e também dos comuns defeitos de construção destes poços, grande parte executados por leigos sem nenhuma orientação de técnico especializado no assunto. A maior parte dessa água é consumida pelas populações, pela pecuária e depois na pequena agricultura.

Foram registrados um total de 125 poços tubulares com profundidades conhecidas, variando de 64,55 metros (Poço N° 056 na localidade de Maxixe) a 280,00 metros (Poço N° 040 na localidade de Lagoa Achada), com média de 151,58 metros. As maiores profundidades estão localizadas nas áreas de recargas do aquífero Serra Grande e, nas partes topograficamente mais elevadas das formações Pimenteiras e Cabeças. Nessa última, os poços atravessam ambas as unidades geológicas e penetram em parte no Aquífero Serra Grande.

Na tabela abaixo estão relacionadas as principais características dos aquíferos que ocorrem no município de Itainópolis.

CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DOS AQÜÍFEROS

AQÜÍFERO	LITOLOGIA	CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS
Aluviões (Qal)	Areias inconsolidadas.	Potencialidade fraca. Aproveitada através de captação por cacimbas e poços cacimbões.
Pimenteiras (Dp)	Folhelhos, siltitos e arenitos de granulação fina.	Permeabilidade baixa. Potencialidade fraca, finos horizontes arenosos armazenando pouca água. Funciona como aquítardo. Não recomendado para exploração de grandes volumes de água.
Serra Grande (SDsg)	Arenitos finos, médios e por vezes conglomeráticos.	Transmissibilidade boa. Elevada potencialidade. Água de boa qualidade. Melhor opção de captação de água subterrânea.

9.1 - Aluviões

Os aluviões do rio Itaim e seus afluentes formam limitados depósitos individualizados de água subterrânea, alimentados durante o inverno pelas águas superficiais dos seus cursos de água, todos intermitentes. Litologicamente são constituídas por areias inconsolidadas intercaladas por níveis argilosos, com espessuras variando de 1 a 3 metros, e com largura verificada de até um quilômetro, sob a forma de terraços aluviais. A fragilidade desta unidade consiste na pouca profundidade da sua superfície piezométrica, que fica exposta aos rigores do clima, sofrendo forte evapotranspiração, do que resulta uma rápida diminuição da espessura saturada.

9.2 - Aquítardo Pimenteiras

A unidade Pimenteiras é muito pouco utilizada em exploração por poços tubulares. Localmente a população o explora através de poços cacimbões ou amazonas. Seu meio aquífero é constituído por uma seqüência de folhelhos e siltitos alternados com níveis de arenitos de granulação fina. Sua permeabilidade é geralmente fraca e conseqüentemente não apresenta boas condições para armazenar volumes consideráveis de água subterrânea. A água existente é reservada em intervalos arenosos que existem intercalados aos estratos argilosos.

Sua descarga artificial é efetuada através de 8 poços tubulares que somam um total de 948,55 metros de sondagens, ofertando apenas 30.600 l/h (calculado a partir da vazão de teste). A vazão média por poço é da ordem de 3,82 m³/h. O nível estático médio é de 48,35 metros com nível dinâmico médio de 69,40 metros. A oferta de água subterrânea é portanto não considerada para empreendimentos que requeiram volumes consideráveis de água.

9.3 Aquífero Serra Grande

A unidade Serra Grande é o mais importante sistema aquífero do município de Itainópolis, quando confinado. Conseqüentemente a mais explorada com aproximadamente 93% dos poços tubulares existentes. As condições de armazenamento são muito boas, os poços apresentam boa produção e a água está contida nos espessos pacotes de arenito. As características litológicas associadas a sua posição estratigráfica e ao comportamento geomorfológico da bacia do rio Itaim, fazem deste aquífero, a única unidade hidrogeológica local de relevante potencialidade.

Esse aquífero ocorre em todo município de forma aflorante ou confinado. Em toda sua região leste, limítrofe com os municípios de Jaicós e Patos do Piauí, o Serra Grande apresenta-se aflorando com características de aquífero livre, alimentado através de recarga direta por meio de infiltração das precipitações pluviométricas e, durante o período de inverno, recebendo contribuições da rede hidrográfica. No correspondente a sua porção confinada pelo aquífero Pimenteiras, a pressão artesianas é progressivamente crescente à medida que se avança para noroeste, rumo ao centro da bacia.

Poços localizados nas partes topográficas mais baixas, correspondentes ao extremo noroeste do município, nos vales do rio Itaim e seus afluentes onde se inclui a região próxima da BR-020, apresentavam urgência. Apesar desse artesianismo a má qualidade dessa água têm inibido investimentos na perfuração de novos poços. Entretanto, alguns moradores locais tem aproveitado essa água através de irrigação para produção de certos tipos de banana.

Nos 103 (cento e três) poços perfurados nessa unidade hidrogeológica, com medidas de profundidade conhecidas, foram perfurados 16.046 m de sondagem, para obtenção, em 86 poços (17 foram cadastrados sem medidas de vazão), de uma vazão horária média da ordem de 16,00 m³/h. Para uma vazão mínima de 1,2 m³/h e um máximo de 150.000 m³/h. O nível estático médio determinado em 83 poços é de 40,05 m, para um máximo de 130,00 metros e mínimo jorrante. A descarga artificial, para uma taxa de bombeamento de 8 horas/dia, atinge 3,96 x 10⁶ m³ por ano, ficando os poços em poder do setor privado com 2,08 x 10⁶ m³ (52,06%) e os do poder público com 1,88 x 10⁶ m³ (47,94%). Este volume corresponde a aproximadamente cinco vezes as necessidades da sua população.

Em 55 (cinquenta e cinco) desses poços onde foi possível obter vazões específicas, essas variam de 0,06 m³/h/m (Poço N° 007 localidade de Baixa Grande) a 12,50 m³/h/m (Poço N° 092 na sede municipal). O valor médio calculado é de 1,88 m³/h/m.

10. Qualidade das Águas Subterrâneas

O estudo hidroquímico nos domínios do município de Itainópolis, tem por objetivo informar a qualidade química dessas águas, quanto ao consumo humano, animal e para irrigação.

Para efeito deste texto, foram consideradas 31 (trinta e uma) análises físico-químicas. Desse total, 16 amostras foram processadas pelos laboratórios do DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra Secas e 15 (quinze) nos laboratórios da COMDEPI - Companhia de Desenvolvimento do Piauí. 25 (vinte e cinco) amostras foram coletadas no aquífero Serra Grande, 5 (cinco) colhidas no aquífero Pimenteiras e 1 (uma) sem identificação de unidade aquífera, não foi possível definir sua origem. Os resultados permitiram as conclusões abaixo, sobre as principais características das águas do subsolo do município de Itainópolis.

Salinidade: (Medida pelo teor de resíduo seco). Valor médio de 290,37 mg/l com um mínimo de 76,00 mg/l (Ponto N° 39 em Lagoa Achada) e um máximo de 1.217,00 mg/l (Ponto N° 65 em Patos). Estes resultados indicam águas com baixas concentrações de sais. 87,10 % das amostras apresentaram valores de resíduo seco inferiores a 328,30 mg/l, e 12,90% situaram-se entre 627,30 mg/l e o valor extremo de 1.217,00 mg/l. 25 (vinte e cinco) destas amostras foram colhidas no aquífero Serra Grande fornecendo valor médio de salinidade de 282,50 mg/l, com valor mínimo de 76,00 mg/l e máximo de 1.217,00 mg/l. Das 5 (cinco) amostras retiradas no aquífero Pimenteiras, o valor médio é de 335,96 mg/l, com mínimo de 201,60 mg/l (Poço N° IT103 em Sítio do Meio) e máximo de 666,20 mg/l (Poço N° IT055 em Maxixe). Sob ponto de vista químico, segundo Schoeller, 27 (vinte e sete) amostras foram classificadas como de potabilidade permanentemente boas; 3 (três) apresentaram potabilidade permanentemente passáveis e 1 (uma) com potabilidade permanentemente medíocre. Portanto, salvo ligeiras restrições, essas águas são boas para consumo humano. Para consumo animal não apresentam nenhuma restrição.

pH: O pH médio das águas subterrâneas do município de Itainópolis é de 7,75, com valor máximo de 8,52 (Poço N° IT023 em Campestre) e mínimo de 7,13 (Poço N° IT033 em Formosa). Trata-se de águas ligeiramente alcalinas a alcalinas. No aquífero Serra Grande o valor médio é de 7,75 com máximo de 8,50 e mínimo de 7,13, enquanto que, no Pimenteiras o valor médio é de 7,82 com máximo de 7,82 e mínimo de 7,40.

Dureza: (Título Hidrotimétrico) O valor médio determinado é de 13,10°F, com valor máximo de 67,70°F (Poço N° IT065 em Patos) e mínimo de 2,41°F (Poço N° IT033 na localidade de Formosa). Segundo a classificação de Klut Olszewski, das 31 (trinta e uma) amostras analisadas, 10 (dez) foram classificadas como do tipo "muito mole" (dureza entre 0,00 e 7,00°F); 10 (dez) do tipo "mole" (dureza entre 7,00 e 12,00°F); 8 (oito) como água tipo "algo dura" (dureza entre 12,00 e

20,00°F) e apenas 1 (uma) como "muito dura"(dureza acima de 20,00°F). No aquífero Serra Grande a média é de 12,86°F, com máxima de 67,70°F. e mínima de 2,41°F. No aquífero Pimenteiras a média é de 12,86°F, com máxima de 37,00°F. e mínima de 9,67°F. Dureza é a capacidade da água consumir sabão e também de provocar incrustações.

No Quadro II, abaixo, encontram-se resumidas as médias, máximas e mínimas de Resíduo Seco, pH e Dureza, acima citados:

QUADRO II

Resíduo Seco (ml / l)			PH			Dureza (°F)		
Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.
286,23	1.217,00	76,60	7,75	8,50	7,15	13,10	67,60	2,41

Ocorrem no município de Itainópolis nove grandes grupos de fácies químicas de águas: as bicarbonatadas que predominam, ocupando maior área, com 68,75 do total das águas analisadas, quanto aos íons ocorrem igualmente águas cálcicas e/ou magnesianas. As cloretadas bicarbonatadas somam 12,50% e as cloretadas 6,25%. Nos domínios das águas cloretadas predominam os íons de sódio e cálcio. As sulfatadas cálcicas magnesianas correspondem a 12,25% e se concentram na região da BR-020 a noroeste desse município.

Esses fácies químicos em seus domínios podem ser visualizados pelo catálogo hidroquímico e pelo mapa de Disponibilidade e Qualidade Águas Subterrâneas (anexo III) separadamente. Com os resultados obtidos das amostras analisadas e aplicadas ao método proposto pelo U.S. Salinitz Laboratory, foram determinadas as seguintes classes para uso em irrigação.

QUADRO III

Nº do Projeto	S.A.R. (meq.)	Tipo de água Segundo o S.A.R	C.E.	Risco de Salinidade	Classes para Irrigação
IT001	0,79	EXCELENTE	227,15	Baixo	C1 - S1
IT004	0,32	EXCELENTE	408,95	Médio	C2 - S1
IT005	0,14	EXCELENTE	162,00	Baixo	C1 - S1
IT014	0,62	EXCELENTE	205,95	Baixo	C1 - S1
IT015	0,55	EXCELENTE	186,00	Baixo	C1 - S1
IT019	0,23	EXCELENTE	492,45	Médio	C2 - S1
IT023	0,28	EXCELENTE	477,00	Médio	C2 - S1
IT031	0,34	EXCELENTE	399,00	Médio	C2 - S1
IT033	0,70	EXCELENTE	183,00	Baixo	C1 - S1
IT034	0,91	EXCELENTE	202,50	Baixo	C1 - S1
IT035	0,25	EXCELENTE	249,00	Baixo	C1 - S1
IT038	1,84	EXCELENTE	447,00	Médio	C2 - S1
IT039	0,50	EXCELENTE	114,00	Baixo	C1 - S1
IT043	0,50	EXCELENTE	114,00	Baixo	C1 - S1
IT044	0,39	EXCELENTE	390,00	Médio	C2 - S1
IT046	2,49	EXCELENTE	91,35	Nulo	C0 - S1
IT048	0,69	EXCELENTE	348,00	Médio	C2 - S1
IT052	0,29	EXCELENTE	459,00	Médio	C2 - S1
IT055	0,40	EXCELENTE	999,30	Alto	C3 - S1
IT065	0,53	EXCELENTE	1825,00	Alto	C3 - S1
IT069	3,80	EXCELENTE	1344,00	Alto	C3 - S1
IT077	0,70	EXCELENTE	196,00	Baixo	C1 - S1
IT100	0,67	EXCELENTE	180,00	Baixo	C1 - S1
IT101	0,70	EXCELENTE	175,00	Baixo	C1 - S1
IT103	0,50	EXCELENTE	302,40	Médio	C2 - S1
IT110	0,28	EXCELENTE	429,00	Médio	C2 - S1
IT115	0,53	EXCELENTE	402,00	Médio	C2 - S1
IT116	0,42	EXCELENTE	364,50	Médio	C2 - S1
IT117	0,77	EXCELENTE	363,30	Médio	C2 - S1
IT124	1,11	EXCELENTE	940,80	Alto	C3 - S1

Como pode ser verificado, quanto ao S.A.R. (Razão de Adsorção de Sódio), todas as águas amostradas foram classificadas como do tipo "excelente", seus valores encontram-se situados abaixo de 3,80. Entretanto, para irrigação, outros parâmetros devem ser rigorosamente avaliados. Neste estudo pode observar-se que todas as águas foram classificadas como do tipo S1 (águas fracamente sódicas). Quanto a salinidade, apenas 1 (uma) amostra pode ser enquadrada como do tipo C0 (águas de salinidade nula); 12 (doze) classificadas tipo C1 (salinidade fraca); 13 (treze) tipo C2 (salinidade média) e 4 (quatro) como do tipo C3 (salinidade alta).

CLASSES DE ÁGUA			
C0 – S1	C1 - S1	C2 - S1	C3 - S1
1 Amostra	12 Amostras	13 Amostras	4 Amostras

Não foram efetuados estudos bacteriológicos da água subterrânea da área. Chama-se, todavia, a atenção para as áreas urbanizadas onde foram construídos poços fora dos padrões de segurança sanitária e ainda não se levando em consideração a localização de fossas sépticas, quanto a distância destas do poço tubular. Nesses casos é possível que haja um maior comprometimento na qualidade das águas subterrâneas, principalmente na sede do município, onde a concentração de poços é maior e a rede de saneamento é praticamente inexistente.