



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

GENILDO DA SILVA OLIVEIRA JÚNIOR

**AVALIAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA A PARTIR DOS POÇOS PERFURADOS  
NO BAIRRO DA PRATA EM CAMPINA GRANDE-PB: MAPEAMENTO,  
QUALIDADE E VAZÃO DISPONÍVEL.**

Orientador: Dr. Ricardo de Aragão

Campina Grande  
Julho de 2018.

GENILDO DA SILVA OLIVEIRA JÚNIOR

**AVALIAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA A PARTIR DOS POÇOS  
PERFURADOS NO BAIRRO DA PRATA EM CAMPINA GRANDE-PB:  
MAPEAMENTO, QUALIDADE E VAZÃO DISPONÍVEL.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Universidade Federal de Campina Grande  
como requisito para obtenção do grau de  
bacharel em Engenharia Civil.

Área de habilitação: Recursos hídricos.

Orientador: Dr. Ricardo de Aragão.

Campina Grande

Julho de 2018.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno: Genildo da Silva Oliveira Júnior.

Título: AVALIAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA A PARTIR DOS POÇOS  
PERFURADOS NO BAIRRO DA PRATA EM CAMPINA GRANDE-PB:  
MAPEAMENTO, QUALIDADE E VAZÃO DISPONÍVEL.

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.Dr. Ricardo de Aragão  
Departamento de Engenharia Civil – UFCG  
Orientador

---

Patrícia Hermínio Cunha Feitosa  
Professora da Unidade Acadêmica de Engenharia Civil – UFCG  
Examinador Interno

---

Bárbara Barbosa Tsuyuguchi  
Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFCG  
Examinador Externo

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus que sempre iluminou meus caminhos até aqui.

À Minha Família, que sempre me apoiou no estudo superior, fazendo entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente.

Em especial aos meus pais, que sempre fizeram o possível e o impossível por mim, sempre me apoiando nas horas que mais precisei.

À minha namorada Anna karollina Oliveira Silva, por sempre estar presente me dando todo o apoio e incentivo.

Aos meus amigos da graduação, que sempre estiveram juntos comigo nas horas mais difíceis durante toda a graduação, onde juntos superamos diversos obstáculos.

Em especial ao meu orientador Dr. Ricardo de Aragão, que me auxiliou durante todo o trabalho de conclusão de curso.

## RESUMO

Com o longo período de seca que atingiu a região semiárida do nordeste brasileiro de 2011 até o início de 2017, tivemos como consequência a perda no nível de água em vários dos reservatórios existentes nessa região, sendo um deles o açude Epitácio Pessoa que é responsável por abastecer a cidade de Campina Grande. Devido a este problema a procura por outras fontes hídricas para atender às necessidades da população foi surgindo, principalmente em áreas de grande demanda como prédios residenciais, áreas de comércio e hospitais, e uma das alternativas encontradas pelos usuários foi a utilização de águas subterrâneas através da perfuração de poços. Dentre os diversos bairros de Campina Grande o bairro da prata é o que mais se encaixa nas características citadas acima, por possuir diversos prédios residenciais, muitas clínicas, diversos pontos comerciais e colégios, dessa forma este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento das perfurações existentes no bairro da prata para analisar as características dos poços e averiguar se as águas subterrâneas estariam sendo utilizadas dentro dos parâmetros permitidos. Todos os dados referentes às perfurações dos poços foram obtidos em empresas especializadas nessa área, e com os mesmos em mãos foi possível realizar diversas análises, como profundidade dos poços, dados de vazão e qualidade da água.

**Palavras-chaves:** Perfuração de poços; Seca; crise hídrica.

## **ABSTRACT**

With the long period of drought that hit the semi-arid region of Northeastern Brazil from 2011 until the beginning of 2017, we had as a consequence the loss in the level of water in several of the reservoirs existing in this region, being one of them the Epitácio Pessoa dam that is responsible for supply the city of Campina grande. Due to this problem the demand for other water sources to meet the needs of the population has arisen, especially in high demand areas such as residential buildings, commercial areas and hospitals, and one of the alternatives found by users was the use of groundwater through drilling of wells. Among the various neighborhoods of Campina Grande, the silver neighborhood is the one that best fits the characteristics mentioned above, because it has several residential buildings, many clinics, several commercial points and colleges, so this work had the objective of performing a survey of the existing drillings in the silver district to analyze the characteristics of the wells and to determine if the groundwater would be used within the permitted parameters. All well drilling data were obtained from companies specialized in this area, and with them in hand it was possible to perform several analyzes, such as well depth, flow data and water quality.

**Keywords:** Well drilling; Dry; water crisis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Área conhecida como polígono das secas.....	14
Figura 02 – Variação do volume do reservatório Eptácio Pessoa nos últimos 10 anos.....	15
Figura 03 – Variação do volume do reservatório Eptácio Pessoa entre março e abril de 2017.....	16
Figura 04 – Principais aquíferos brasileiros.....	19
Figura 05 – Sistemas aquíferos do estado da Paraíba.....	22
Figura 06 – Perfuração de poços artesianos de acordo com o tipo de solo.....	27
Figura 07 – Localização do município de Campina Grande.....	28
Figura 08 – Mapa geológico do município de Campina Grande.....	30
Figura 09 – Mapa contendo o bairro da Prata.....	33
Figura 10 – Mapa com a localização dos poços e suas vazões.....	35
Figura 11 – Mapa com pontos mais prováveis da localização do poço 8.....	37
Figura 12 – Gráfico de vazão x profundidade dos poços.....	38
Figura 13 – Gráfico de correlação entre vazão e profundidade.....	39
Figura 14 – Variação do volume do reservatório Eptácio Pessoa de 2013 a 2018.....	39
Figura 15 – Estatística dos poços perfurados durante os variados regimes do açude Eptácio Pessoa.....	40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição da salinidade por bacia hidrográfica.....	22
Tabela 2 – Dados dos poços do Bairro da Prata.....	36
Tabela 3 – Dados estatísticos das perfurações dos poços.....	36
Tabela 4 – Datas das perfurações dos poços do Bairro da Prata.....	40



## **LISTA DE SIMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS**

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

AESA – AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAIBA

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

BDMEP – BANCO DE DADOS METEOROLÓGICOS PARA ENSINO E PESQUISA

CAGEPA – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DA PARAÍBA

CNRH – CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

CREA – CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE

DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA

PERH-PB – PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

PNRH – PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

SEMMA – SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE

SINGREH – SISTEMA NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
2. OBJETIVOS .....	13
2.1 Objetivo Geral .....	13
2.2 Objetivos Específicos.....	13
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1 A seca na região Nordeste.....	14
3.2 A crise hídrica em Campina Grande .....	15
3.3 Águas subterrâneas.....	16
3.4 Qualidade da água subterrânea.....	20
3.5 O sistema aquífero e o cristalino do estado da Paraíba.....	21
3.6 Poços artesianos e a outorga para o uso das águas subterrâneas .....	23
3.7 Construção de poços artesianos .....	26
4. METODOLOGIA.....	28
4.1 O município de Campina Grande .....	28
4.2 O cristalino do município de Campina Grande .....	29
4.3 O sistema de abastecimento de água de Campina Grande .....	31
4.4 A perfuração de poços artesianos como alternativa para a crise hídrica.....	32
4.5 O bairro da Prata.....	33
4.6 Aquisição de dados.....	34
4.6.1 Coleta e levantamento de dados .....	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
6. CONCLUSÃO .....	41
7. REFERÊNCIAS.....	42
ANEXO A.....	44
ANEXO B.....	45

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos naturais mais utilizados pelo homem na sua sobrevivência. É um elemento essencial à vida e sua qualidade e oferta condicionam a saúde, o bem-estar da população e favorece ao desenvolvimento econômico e social. Contudo, o bem-estar de uma comunidade é proporcional à potabilidade dos recursos hídricos e não somente às quantidades de reservas hídricas do local.

Apesar de no Brasil existir uma abundância em água, a mesma não é distribuída de forma igualitária para todas as regiões, além disso o país combina abundância com desperdício. Levantamentos oficiais indicam que o índice pluviométrico em 90% do território nacional varia, em média, entre 1.000 mm/ano a 3.000 mm/ano (REBOUCAS, 1997). Apesar da situação aparentemente favorável observa-se, no Brasil, enormes desigualdades regionais na distribuição dos recursos hídricos quando se comparam essas situações com a abundância de água da bacia Amazônica, que corresponde a 80% das reservas de água brasileira, com a região Nordeste com apenas 3,3%. Porém, quando se considera, em lugar de disponibilidade absoluta de recursos hídricos renováveis, o percentual relativo à população que dela é dependente, o Brasil deixa de ser o primeiro e passa ao vigésimo terceiro no mundo (UNIVERSIDADE DA ÁGUA, 2012).

A região nordeste é caracterizada por um total pluviométrico anual na faixa de 1000 mm/ano, porém uma grande porção dessa região conhecida como semiárida tem um total pluviométrico anual na faixa de 600 a 800mm/ano. A cidade de Campina Grande está localizada no agreste da região Nordeste, porém como não possui fontes hídricas próprias esta cidade faz uso da água de um açude denominado Epitácio Pessoa, que fica na região semiárida do estado da Paraíba.

Campina Grande é a segunda cidade mais populosa do estado de Paraíba. Fica a 120 km da capital do estado, João Pessoa. É considerada um dos principais polos industriais e tecnológicos da Região Nordeste do Brasil. A cidade possui uma agenda cultural variada, destacando-se os festejos de São João, que acontecem durante todo o mês de junho (chamado de "O Maior São João do Mundo"), o Encontro da Nova Consciência, um encontro ecumênico realizado durante o carnaval. Campina Grande tem destaque nas áreas de informática, serviços (saúde e educação), no comércio e na indústria, principalmente indústria de calçados e têxtil,

que são suas principais atividades econômicas. Sedia empresas de porte nacional e internacional. Campina Grande também é conhecida como cidade universitária, pois conta com diversas universidades públicas e privadas. É comum estudantes do Nordeste e de todo o Brasil virem morar na cidade para estudar nas universidades locais. Além de ensino superior, a cidade oferece capacitação para o nível médio e técnico.

O açude Epitácio Pessoa (açude de Boqueirão) – PB está localizado na região semiárida paraibana, a 165 km da capital – João Pessoa, entre as coordenadas 07° 28' 4" e 07° 33' 32" de latitude S e, 36° 08' 23" e 36° 16' 51" de longitude W, a 420 m de altitude, na mesorregião da Borborema, especificamente na microrregião do Cariri Oriental paraibano, na bacia hidrográfica do Rio Paraíba, numa área formada pelo Alto Paraíba e sub-bacia do Rio Taperoá, que cobre uma área de 12.389,14 km<sup>2</sup> (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 1988).

A região onde o reservatório está localizado passou por um longo período de seca, que veio desde o final de 2011 até o início de 2017 e este fato fez com que vários usuários de Campina Grande procurassem outras fontes hídricas, dentre elas a perfuração de poços.

Devido às condições geológicas da região onde Campina Grande está localizada, a maior parte de seu solo é caracterizado por ser um solo raso (embasamento de rocha) e desta forma a maioria dos poços são perfurados em rochas. Sendo assim, em grande parte desses poços as rochas acabam por transferir uma grande quantidade de sais para a água, dando à mesma a característica de não potável.

Entre os diversos bairros existentes na cidade de Campina Grande, tem-se o bairro da Prata como uma localização que possui grande densidade populacional, caracterizado por possuir muitos prédios residenciais, diversos pontos comerciais, presença de colégios e várias clínicas médicas, demandando assim de muita água. Com isso, este bairro tende a ser um grande consumidor em volume de água, e uma das soluções para a escassez hídrica é a perfuração de poços, porém não se tinha conhecimento da quantidade de poços perfurados nesse bairro, de sua qualidade de água, dados de vazão e nem de como essa água está sendo utilizada, dessa forma, um estudo com coleta de dados de vazão, qualidade da água e os fins para os quais a mesma está servindo, demonstra ser de grande proveito para averiguar a situação dos poços desse bairro.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Efetuar um levantamento sobre os poços perfurados no bairro da Prata, que fica localizado em Campina Grande, para caracterizar a água captada nesta região com relação à qualidade, quantidade e seus fins de utilização.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Fazer um mapeamento de todos os poços já existentes no bairro da Prata;
- Coletar dados de vazão, parâmetros da água e profundidade dos poços perfurados na Prata;
- Averiguar se o tipo de uso desta água está de acordo com sua qualidade.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 A seca na região Nordeste

Dentre os muitos aspectos apresentados pela Região Nordeste o que mais se destaca é a seca, causada pela escassez de chuvas, de acordo com registros históricos, o fenômeno aparece com intervalos próximos a dez anos, podendo se prolongar por períodos de três, quatro e, excepcionalmente, até cinco anos. As secas são conhecidas, no Brasil, desde o século XVI. A seca, porém, não atinge toda região nordeste visto que sua concentração maior é na área conhecida como Polígono das Secas (Figura 01). Delimitado pelo Governo Federal, em 1951 (Lei nº 1.348), o *Polígono das Secas*, com uma dimensão de 950.000 km<sup>2</sup>, equivale a mais da metade do território da região Nordeste (52,7%), que vai desde o Piauí até parte do norte de Minas Gerais. O clima é semiárido e a vegetação de caatingas. O solo é raso, na sua maior parte, e a evaporação da água de superfície é grande. Essa é a área mais sujeita aos efeitos das secas periódicas. As principais causas da seca do Nordeste são naturais.

Figura 01 – Área conhecida como polígono das secas.



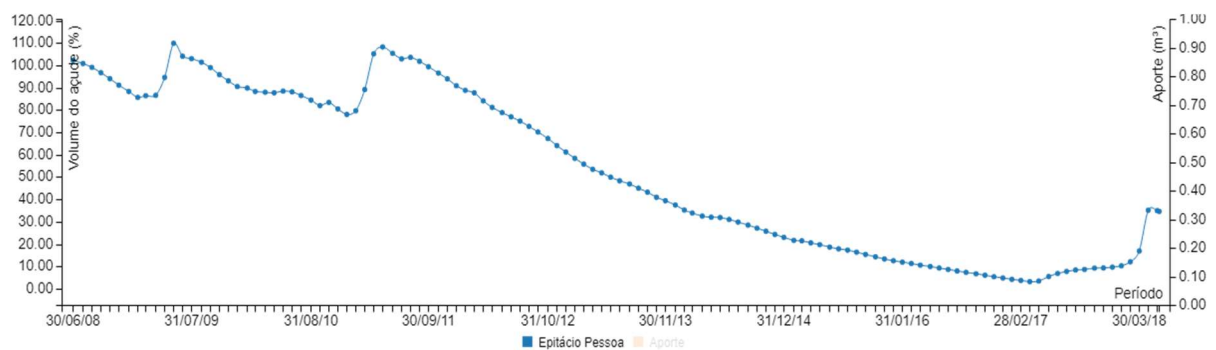
Fonte: Adaptado de Brasil, Ministério da Integração Nacional (2005).

A região Nordeste está localizada numa área em que as chuvas ocorrem poucas vezes durante o ano e recebe pouca influência de massas de ar úmidas e frias vindas do sul. Logo, permanece durante muito tempo, no sertão nordestino, uma massa de ar quente e seca, não gerando precipitações pluviométricas (chuvas). O desmatamento na região da Zona da Mata também contribui para o aumento da temperatura na região do sertão nordestino. Algumas características da região são: Baixo índice pluviométrico anual, baixa umidade, clima semiárido, solo seco e rachado, vegetação com presença de arbustos com galhos retorcidos e poucas folhas e temperaturas elevadas em grande parte do ano.

### 3.2 A crise hídrica em Campina Grande

A cidade de Campina Grande é abastecida pelo açude Epitácio Pessoa, o mesmo fica situado na cidade de Boqueirão a aproximadamente 42 km de Campina Grande. Seu gerenciamento está sob a responsabilidade do Departamento Nacional de Obras contra a Seca (DNOCS, 2005). Foi construído para abastecer o município de Campina Grande e demais cidades do compartimento da Borborema. O açude de Boqueirão conta com um reservatório que comporta 411.686.287 m<sup>3</sup>, com vazão líquida regularizada em 2,24m<sup>3</sup>/s e está atualmente com apenas 34,60% da sua capacidade (AESA, junho de 2018). Logo abaixo temos a figura 02, que informa a variação do Volume do reservatório Epitácio Pessoa nos Últimos 10 Anos

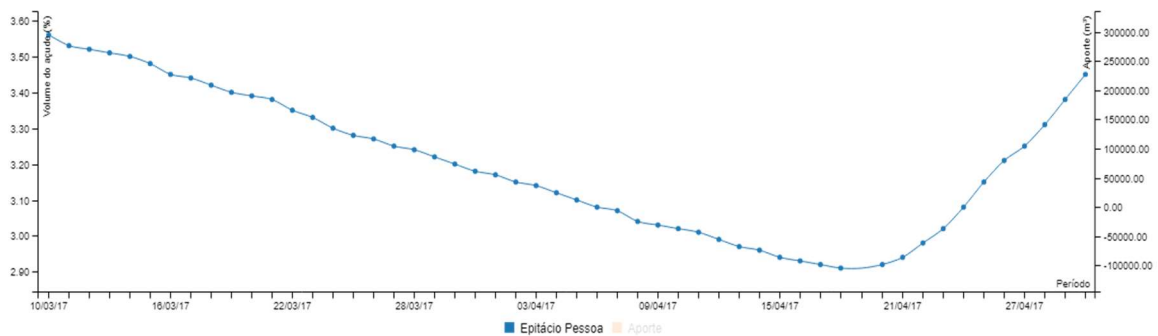
Figura 02 - Variação do Volume do reservatório Epitácio Pessoa nos Últimos 10 Anos.



Fonte: Aesa (2018)

Nos últimos anos a população que depende das águas do açude Epitácio Pessoa esteve em plena armadilha hídrica, propiciada por consecutivos anos de sangramento (2004, 2005, 2006 e 2008), falta de gestão, e devido à inclusão de novas demandas sobre sua dependência. Os períodos de escassez hídrica observados nos últimos anos, associados aos elevados índices de evaporação da região, e gestão inadequada ocasionaram uma redução do volume acumulado no reservatório Epitácio Pessoa e conseqüentemente uma redução da disponibilidade de água para população do município de Campina Grande e mais 18 cidades. Dessa forma o açude só fez perder seu nível de água desde sua última sangria em 2011, chegando ao seu menor nível histórico de 2,91% (Figura 03) em abril de 2017 (AESA, 2018).

Figura 03 – Variação do volume do reservatório Epitácio Pessoa entre os meses de março e abril de 2017.



Fonte: Aesa (2018)

O açude de Boqueirão tem aumentado seu volume desde que o eixo leste da transposição do Rio São Francisco foi inaugurado, em março de 2017. A transposição evitou um colapso no abastecimento de água para mais de 1 milhão de pessoas, porém não solucionou totalmente o problema do nível do reservatório, que após pouco mais de um ano da transposição se encontra com apenas 34,60% de sua capacidade.

### 3.3 Águas subterrâneas

Cerca de 97% da água doce disponível para uso da humanidade encontra-se no subsolo, na forma de água subterrânea e mais da metade da água de abastecimento público no Brasil



provém destas reservas. A crescente preferência pelo uso desses recursos hídricos, nos mais diversos tipos de usos, se deve ao fato de que, em geral, eles apresentam excelente qualidade e menor custo (GEOGOIÁS,2002). No Brasil, da mesma forma que em outras partes do mundo, a utilização das águas subterrâneas tem crescido de forma acelerada nas últimas décadas, e as indicações são de que essa tendência deverá continuar.

Água subterrânea é toda a água que ocorre abaixo da superfície da terra, preenchendo os poros ou vazios intergranulares das rochas sedimentares, cujas fraturas, falhas e fissuras das rochas compactadas, e sendo submetida a duas forças, a de adesão e da gravidade, desempenhando um papel essencial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos. As águas subterrâneas cumprem uma fase do ciclo hidrológico, uma vez que constitui uma parcela da água precipitada a ocorrência de água subterrânea está condicionada a formação geológica da região (AYRES E WESTCOT,1999).

Apesar da pequena parcela de água doce disponível, os recursos hídricos tanto superficiais, quanto subterrâneos deterioram-se rapidamente devido principalmente às diversas atividades humanas que se desenvolvem com grande intensidade em todo o planeta (TUNDISI, 2003).

Este fato torna preocupante a forma como os recursos hídricos estão sendo e serão utilizados. O Brasil apresenta um amplo potencial hídrico e se configura como um dos países com maior quantidade de água doce disponível (REBOUÇAS, 2003).

A disponibilidade hídrica subterrânea e a produtividade de poços são geralmente os principais fatores determinantes na exploração dos aquíferos. Em função do crescimento descontrolado da perfuração de poços tubulares e das atividades antrópicas, que acabam contaminando os aquíferos, a questão da qualidade da água subterrânea vem se tornando cada vez mais importante para o gerenciamento do recurso hídrico no país.

O aumento no consumo de águas subterrâneas tem ocorrido devido à crescente demanda pelo uso das águas superficiais na construção de hidroelétricas para a produção energética e também pelo fato destes corpos hídricos estarem muitas vezes poluídos (LEAL, 1999), além disso, houve aumento dos estudos em hidrogeologia e perfuração de poços (MENDONÇA & SOUZA, 2011).

Devido ao elevado aumento no número de poços, as questões dos usos e da qualidade das águas do subsolo estão se tornando cada vez mais importantes para a gestão desse recurso

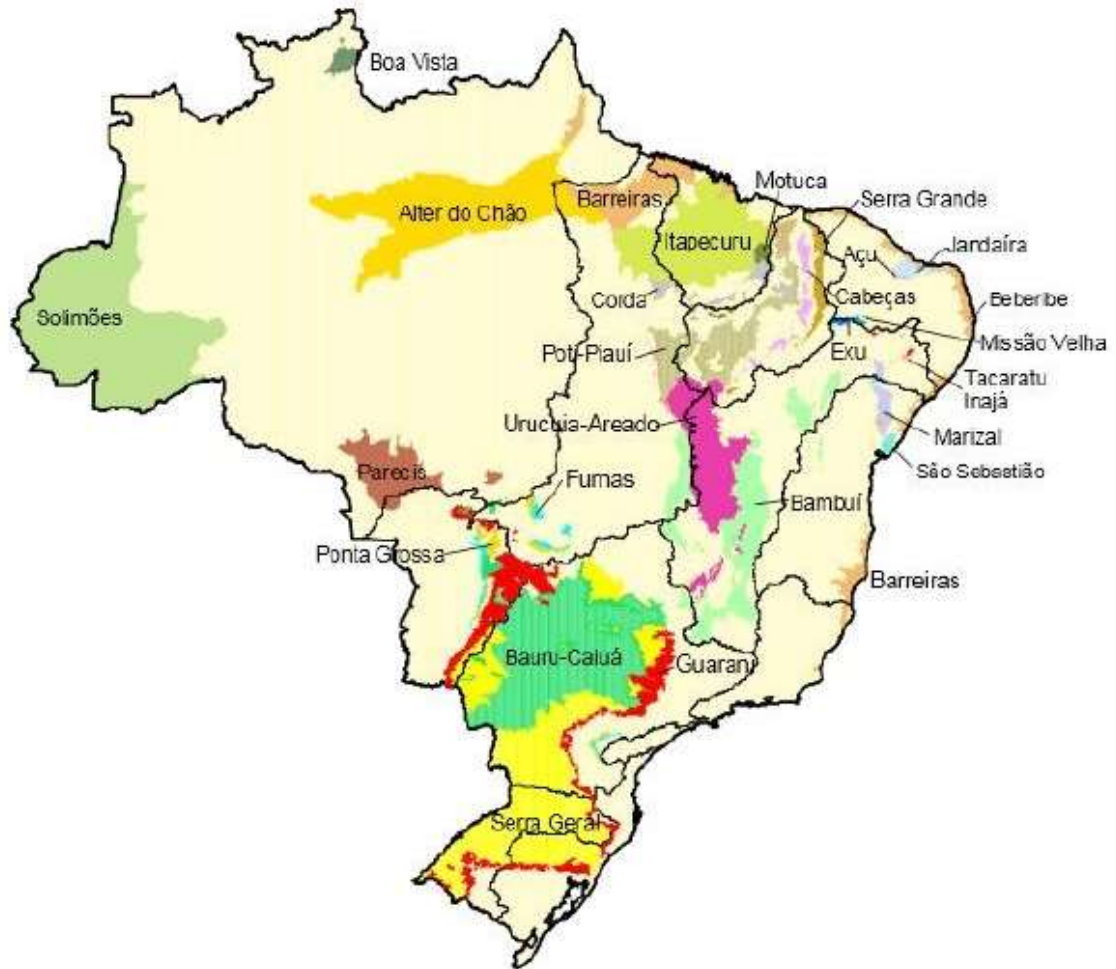
no Brasil (MENDONÇA & SOUZA, 2011). A gestão de águas subterrâneas exerce um papel importante no gerenciamento dos recursos hídricos, pois com o aumento no número de poços aumentam as chances de poluição dos aquíferos (ANA, 2005). Assim, torna-se crescente a preocupação em monitorar as águas subterrâneas, procedimento que era realizado somente para as águas superficiais (NEIRA et al. 2008).

“No Brasil, a maior parte do semiárido nordestino, cerca de 600.000 km<sup>2</sup>, é constituída por terrenos cristalinos. A associação nesta região de baixas precipitações, distribuição irregular das chuvas, delgado manto intempérico, quando não ausente, cobertura vegetal esparsa especialmente no bioma caatinga, favorecem o escoamento superficial em detrimento da infiltração. Assim, no cristalino do semiárido brasileiro, os poços muito comumente apresentam vazões entre 1 e 3 m<sup>3</sup> /h e elevado conteúdo salino, comumente acima do limite de potabilidade” (ANA, 2005).

Apesar da relevância da água subterrânea para o desenvolvimento socioeconômico, o Brasil ainda apresenta uma deficiência séria no conhecimento do potencial hídrico de seus aquíferos, seu estágio de exploração e a qualidade das suas águas. Os estudos regionais são poucos e encontram-se defasados. A maior parte dos estudos de qualidade da água subterrânea publicados mais recentemente têm caráter mais localizado.

Os terrenos cristalinos constituem os aquíferos cárstico-fraturados e fraturados, que ocupam cerca de 4.380.000 km<sup>2</sup>, 52% da área do país (ANA, 2005). Estima-se que existam no país pelo menos 400.000 poços (Zoby & Matos, 2002). A água subterrânea é intensamente explorada no Brasil. Logo abaixo, podemos ver na figura 04 os principais sistemas aquíferos do país.

Figura 04 – Principais aquíferos brasileiros:



Fonte: ANA, 2005, p.43.

A água de poços e fontes vem sendo utilizada para diversos fins, tais como o abastecimento humano, irrigação, indústria e lazer. No Brasil, 15,6 % dos domicílios utilizam exclusivamente água subterrânea, 77,8 % usam rede de abastecimento de água e 6,6 % usam outras formas de abastecimento (IBGE, 2002a).

### 3.4 Qualidade da água subterrânea

Com relação à qualidade da água, os critérios a serem seguidos devem estar de acordo com a portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do ministério da saúde.

Água limpa e abundante é em sua maioria, a principal preocupação do usuário do poço tubular profundo, mais conhecido como poço artesiano. No entanto, a aparente satisfação com estes resultados visíveis e imediatos esconde a complexidade dos processos que envolvem a perfuração, a construção e o uso do poço. Apesar da crença popular que a água subterrânea está protegida contra as diversas formas de contaminação, os cientistas estão descobrindo poluição em aquíferos em todos os continentes, tanto nas proximidades das lavouras, quanto de fábricas e de cidades. O tempo médio de permanência da água nos depósitos subterrâneos é de 1.400 anos, contra apenas 16 dias para a água fluvial (REBOUÇAS, 2002). A inobservância das normas técnicas de perfuração de poços profundos pode causar a poluição do lençol artesianos. Vários prejuízos para a natureza e para quem usa a água podem ser contabilizados. Os poços captam a água superficial e como, nem sempre, são observadas as distâncias mínimas recomendadas das fontes poluidoras, as mesmas podem conter de coliformes fecais a substâncias tóxicas, como resíduos de postos de combustíveis (CZEPACK,2003). Portanto nosso estudo também terá como foco a qualidade dessa água dos poços perfurados no bairro da Prata.

A falta de critérios de locação de poços, de programas de manutenção das obras de captação e os problemas de salinização das águas tornam muito elevada a quantidade de poços abandonados e desativados nas áreas do cristalino nordestino. No Estado do Ceará, em que 75% da área está situada sobre terreno cristalino, dos 11.889 poços tubulares cadastrados, 3.895 poços, ou seja, 33% estavam desativados ou abandonados (CPRM, 1998). Ou seja, a água subterrânea seria extremamente importante devido ao seu tempo para consumo, mas devemos ter total controle da qualidade da mesma para não trazer enfermidades para a sociedade.

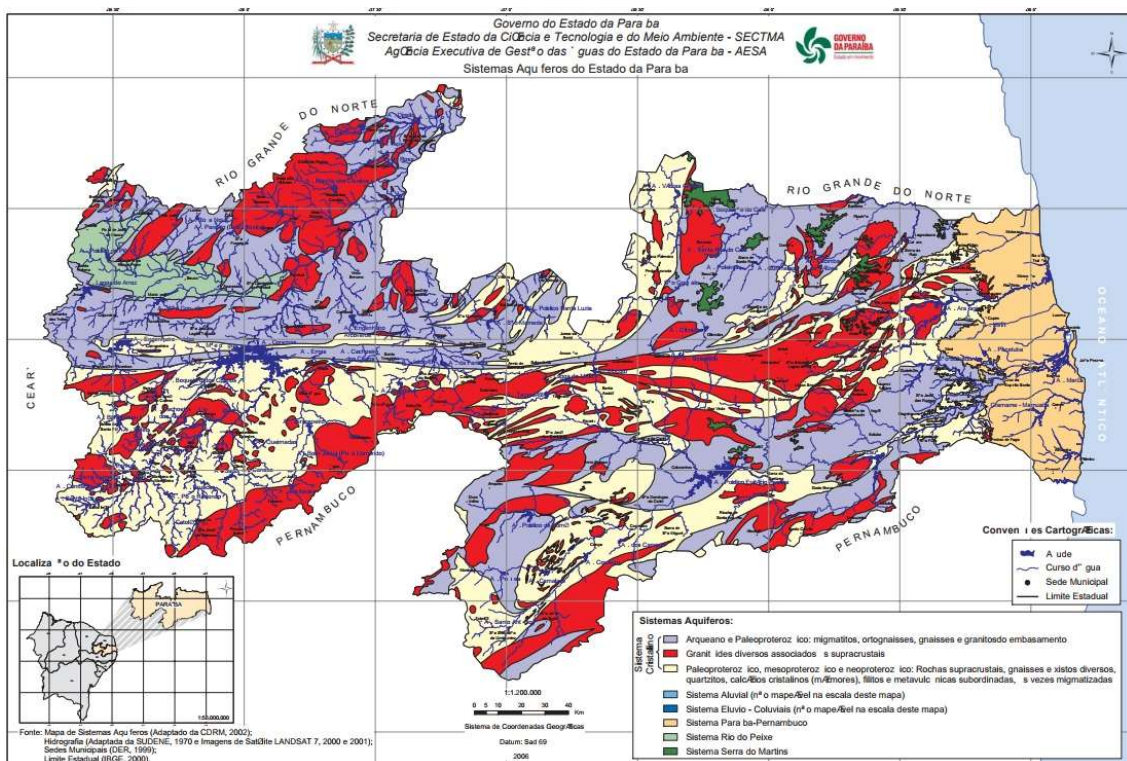
A Lei 13.583, que instituiu a outorga, dispõe em seu artigo 11 que o proprietário de qualquer terreno poderá explorar as águas subterrâneas subjacentes, desde que não venha a acarretar prejuízos às captações pré-existentes (CZEPACK, 2004). As leis não preveem nenhum mecanismo de controle sobre as empresas perfuradoras de poços, que deveriam trabalhar com licença da Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SEMMA e da Agência

Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa (JAWABRE,2004). Dessa forma, devido à grande quantidade de poços que vêm sendo perfurados na cidade de Campina Grande, por conta da seca vivida atualmente, se faz necessário a realização desta pesquisa para verificar se essas perfurações estão de acordo com as leis e se esses poços possuem água de qualidade para os fins destinados.

### 3.5 O sistema aquífero e o cristalino do estado da Paraíba

O sistema aquífero representa a caracterização hidrogeológica do estado, assim definido como uma estrutura hidrogeológica organizada, podendo ser composto de dois subsistemas, um livre e um confinado, hidráulicamente inter-relacionados, ou por, apenas, um subsistema do tipo livre. Estes subsistemas podem estar contidos em uma ou mais formação geológica, constituindo uma unidade aquífera que apresenta condições intrínsecas de armazenamento e de recarga, circulação e descarga (AESAs, 2016). Ocorrem, no território paraibano, os seguintes sistemas aquíferos: Cristalino, Rio do Peixe, Paraíba-Pernambuco, Serra dos Martins, Aluvial e Elúvio-coluvial, que podem ser vistos na Figura 05.

Figura 05 - Sistemas aquíferos do estado da Paraíba:



Fonte: PERH (2006)

O Sistema Cristalino é constituído de 3 (três) mega-associações lito-estratigráficas bem distintas(AESA,2016):

- 1) rochas constituintes do embasamento do Sistema, de idades Arqueana e/ou Paleoproterozóica, representadas por migmatitos, ortognaisses e granitóides diversos;
- 2) rochas constituintes de coberturas supracrustais, de idades Paleo, Meso e Neoproterozóica, desenvolvidas em cinturões orogênicos, representadas por meta-sedimentos, com predominância de xistos e, subordinadamente, por outros meta-sedimentos e outras rochas calcossilicáticas;
- 3) os granitóides diversos, que penetraram as referidas rochas supracrustais no desenvolvimento dos cinturões orogênicos ou estão, geneticamente, associados à origem das mesmas, através do processo de migmatização (anatexia).

Trata-se de um sistema aquífero descontínuo, heterogêneo, de dimensões volumétricas praticamente não avaliáveis, principalmente em relação aos limites da profundidade das fraturas. Relativamente à qualidade das águas subterrâneas, não existem análises físico-químicas completas em número suficiente a uma caracterização mais detalhada das águas do Cristalino paraibano. Todavia, 3.020 poços apresentam registros de dosagens de sólidos totais dissolvidos (resíduo seco) que foram utilizados, estatisticamente, para traçar um quadro da potabilidade das suas águas subterrâneas. A Tabela 1, a seguir, mostra a distribuição das classes de salinidade por bacia hidrográfica e indica que apenas na bacia do rio Piranhas ocorre uma porcentagem significativa de poços com água de potabilidade compatível com o consumo humano.

Tabela 1 – Distribuição da salinidade por Bacia Hidrográfica.

Bacia Hidrográfica	Sólidos Totais Dissolvidos – STD – mg/l									
	≤ 500		≤ 1.000		≤ 1.500		≤ 6.000		> 6.000	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Piranhas	343	27,2	471	37,3	239	18,9	153	12,1	57	4,5
Paraíba	28	2,1	117	8,7	128	9,5	700	51,7	379	28,0
Mamanguape	21	8,5	23	9,3	32	12,9	95	39,5	77	31,0
Jacu/Curimataú	2	1,4	8	5,7	12	8,5	58	41,1	61	43,3

(Fonte: PEHR, 2006)

### 3.6 Poços artesianos e a outorga para o uso das águas subterrâneas

A Política Nacional de Recursos Hídricos determina que todos os usos que alterarem a qualidade, a quantidade e o regime existente nos corpos d'água, superficiais ou subterrâneos, estão sujeitos à outorga. Dispõe, ainda, que cabe ao Poder Executivo Federal, dos estados ou do Distrito Federal a emissão da outorga, por meio de entidades competentes para tal fim.

Com a publicação da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, foi criada a ANA, como a entidade responsável pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. Entre as atribuições da ANA, estabelecidas nessa lei, está a de outorgar, por intermédio de autorização, o direito de uso de recursos hídricos em corpos d'água de domínio da União, que são rios, lagos e represas que dividem ou passam por dois ou mais estados ou, ainda, aqueles que passam pela fronteira entre o Brasil e outro país.

De acordo com a Constituição Federal, a gestão e a autorização para o uso de águas subterrâneas, inclusive para a perfuração de poços, são competências dos estados. O trabalho da Agência Nacional de Águas (ANA), em relação às águas subterrâneas, é elaborar estudos que forneçam informações para incentivar a gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos (ANA, 2018).

Os principais documentos disciplinadores da temática das águas subterrâneas no país hoje são resoluções específicas do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). A Resolução nº 15, de 11 de janeiro de 2001 trata do estabelecimento dos principais conceitos acerca deste tema e a Resolução nº 22, de 24 de maio de 2002, sobre os conteúdos e disciplinamentos dos Planos de Recursos Hídricos relativos às águas subterrâneas. São assim definidas por lei as águas subterrâneas, os aquíferos, os corpos hídricos subterrâneos:

- Art. 1º Para efeito desta resolução consideram-se:
- I - Águas Subterrâneas - as águas que ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo;
  - II - Águas Meteóricas - as águas encontradas na atmosfera em quaisquer de seus estados físicos;
  - III- Aquífero - corpo hidrogeológico com capacidade de acumular e transmitir água através dos seus poros, fissuras ou espaços resultantes da dissolução e carreamento de materiais rochosos;
  - IV - Corpo Hídrico Subterrâneo - volume de água armazenado no subsolo. (CNRH, 2001).

A Resolução nº 396/2008 do CONAMA estabelece formalmente a integração desejada entre a PNMA e a PNRH, “a fim de garantir as funções social, econômica e ambiental das águas subterrâneas”, quando determina que “Art. 1o Esta Resolução dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento, prevenção e controle da poluição das águas

subterrâneas.” (CONAMA, 2008). O espírito deste regulamento procura conjugar aspectos físicos relacionados às águas subterrâneas, como o fato de que “os aquíferos se apresentam em diferentes contextos hidrogeológicos e podem ultrapassar os limites de bacias hidrográficas”, bem como o fato de que “as águas subterrâneas possuem características físicas, químicas e biológicas intrínsecas, com variações hidrogeoquímicas, sendo necessário que as suas classes de qualidade sejam pautadas nessas especificidades”. A classificação objetiva, naturalmente o estabelecimento de referências acerca dos aspectos intrínsecos que determinam sua qualidade e viabilizar o enquadramento em classes. Outro aspecto relevante é a consideração de que a “prevenção e controle da poluição estão diretamente relacionados aos usos e classes de qualidade de água exigidos para um determinado corpo hídrico subterrâneo” e que a promoção e proteção da qualidade das águas subterrâneas é um fato que merece cuidados extremos em razão de que os processos de recuperação são lentos e onerosos.

As águas subterrâneas e os cursos de água que banham apenas um estado ou o Distrito Federal são outorgadas pelos poderes públicos estaduais ou distrital. Apesar de as outorgas de águas de domínio da União serem emitidas pela ANA, a Lei nº 9.433/1997 estabelece a possibilidade de delegação de competência para emissão de outorga de águas de domínio da União para os Estados ou para o Distrito Federal. Nesse sentido, caso determinado estado possua interesse e estrutura compatível para emitir as outorgas de águas de domínio da União localizadas em seu território, a ANA pode, após ajustes, porventura necessários, por meio de ato próprio, delegar essa competência.

Os estados brasileiros e o Distrito Federal possuem órgãos específicos para a gestão da água. O gerenciamento é realizado por meio da emissão da autorização de uso dos recursos hídricos de domínio dos Estados e através da fiscalização dos usos da água. Além disso, os órgãos gestores são responsáveis por planejar e promover ações direcionadas à preservação da quantidade e da qualidade das águas. Esses órgãos fazem parte da estrutura do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e atuam de forma integrada e articulada com os demais entes do Sistema. Eles podem ser estruturados de diversas maneiras, tais como entidades autônomas (ex. agência ou autarquia) e, em sua maioria, como administrações diretas dos Estados (ANA, 2018).

A outorga do direito de uso dos recursos hídricos é o instrumento pelo qual o poder público atribui ao interessado, público ou privado, o direito de usar privativamente o recurso hídrico. Constitui um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos previstos na



Lei no 9433/97 e tem como objetivo assegurar o controle qualitativo e quantitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. O instrumento da outorga é um mecanismo capaz de garantir a sustentabilidade e proteção dos aquíferos, e a qualidade da captação da água subterrânea, de modo que critérios para emissão da outorga deverão ser baseados em estudos sobre a disponibilidade hídrica subterrânea e a vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação.

A Lei nº 9.433/97, entre outros aspectos, trata da necessidade de outorga de águas subterrâneas:

Art. 12. Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos:

I - derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;

II - extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo; (Brasil, 1997).

A cobrança pelo uso da água bruta é um dos principais instrumentos de gestão definidos pela PNRH e tem como pressuposto a outorga dos direitos de uso, tanto para as águas superficiais como para as subterrâneas. Logo, a exploração de águas subterrâneas no território brasileiro, por força de lei, depende da outorga do Poder Público, que exerce um controle sobre os limites e formas dessa exploração, com o objetivo de oferecer segurança hídrica aos sistemas ambientais. Atividades econômicas como a agricultura irrigada e a produção industrial em sentido amplo, além do usuário urbano, respondem pelos maiores usos de água subterrânea no país (ANA, 2007). Em razão desse fato, é de extrema relevância o tratamento e as repercussões da gestão da água subterrânea para a economia nacional, em razão da diversidade dos seus usos, tanto no meio urbano, como no rural.

Apesar de as águas subterrâneas serem de domínio estadual, sendo as outorgas solicitadas aos estados e ao Distrito Federal, é relevante a participação da União em estudos de aquíferos estratégicos, que perpassem as divisas de estados ou as fronteiras do País, como o Aquífero Guarani. Outro aspecto relevante refere-se às águas minerais. Essas águas, apesar de serem subterrâneas, têm sua gestão realizada pelo Código de Águas Minerais e pelo Código de Mineração; sendo tratadas como recursos minerais (sujeitas à lavra) e não como recursos hídricos (sujeitos à outorga). O Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) é quem autoriza utilização de água mineral. Para a integração entre a gestão de recursos hídricos e a gestão de recursos minerais, foi editada a Resolução nº 29, de 11 de dezembro de 2002, do

CNRH. Essa resolução estabelece os procedimentos para compartilhamento de informações e compatibilização de procedimentos e tomadas de decisão.

### **3.7 Construção de poços artesianos**

O poço artesiano é perfurado com o objetivo de captar a água que se encontra nos lençóis freáticos. Essa água armazenada nos aquíferos, que ficam no subsolo, está infiltrada em rochas e sedimentos, em grande profundidade. Em geral, é uma água com melhor qualidade física, química e biológica, protegida da contaminação humana, não sendo necessário tratamento para o consumo. No Brasil, as obras de construção de poços são normalizadas por duas normas da ABNT, sendo elas: NBR 12212/NB 588 - "Projeto para Captação de Água Subterrânea" e NBR 12244/NB 1290 - "Construção de Poço para Captação de Água Subterrânea".

O poço artesiano deve ser perfurado por máquinas e empresas especializadas, que devem ser cadastradas no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA) e por responsáveis técnicos, geólogos ou engenheiros de minas com atestado de capacidade técnica também certificada pelo CREA.

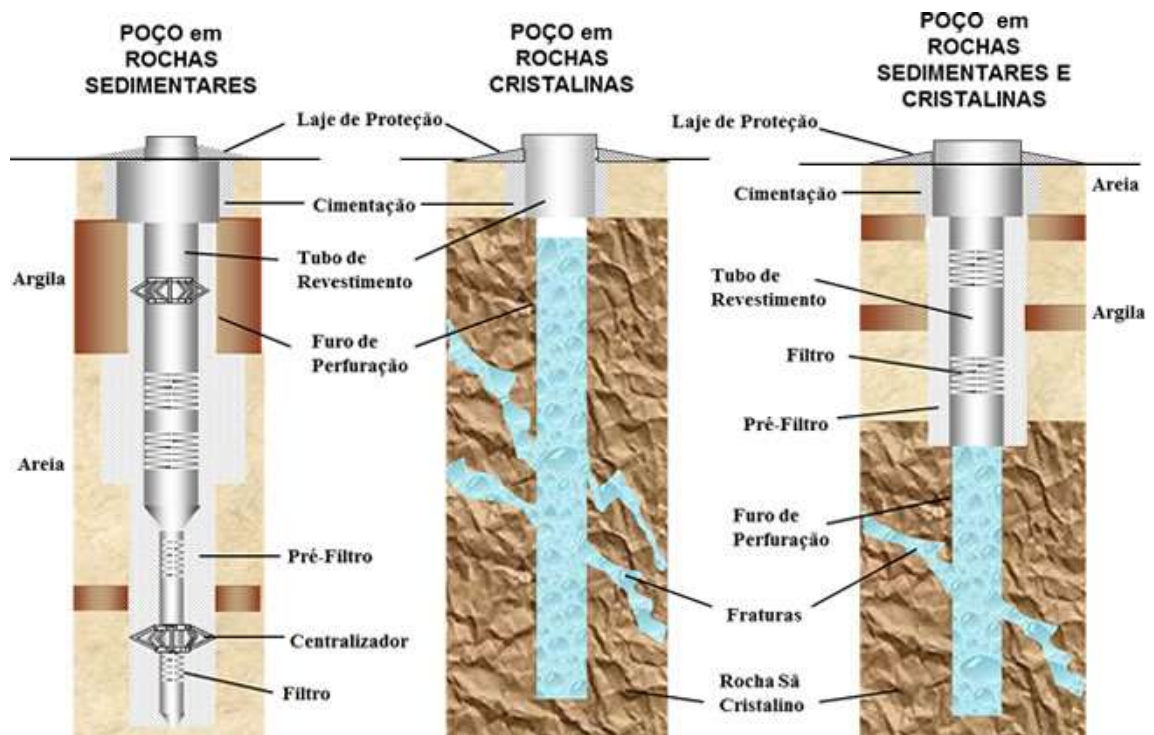
Depois de perfurado, o poço artesiano é revestido com tubos de aço para isolar a obra da camada superficial e evitar o desmoronamento e possíveis contaminações. O poço será reaberto se houver a necessidade de instalação de tubos de maior diâmetro ou para a instalação de filtro e pré-filtro. Ela ocorre para a colocação de novos tubos de revestimento em local mais profundo.

A próxima etapa é o desenvolvimento do poço feito pelo compressor ou pela bomba submersa para retirar os resíduos e promover a passagem de maior volume de água. Depois disso, são feitas a cimentação e a laje de proteção sanitária para perfeito isolamento, além do teste de verificação de vazão, quando será coletada uma amostra da água para análise. Por fim são aplicados ainda os filtros e pré-filtros.

A estrutura do poço consiste basicamente no espaço para abrigar o equipamento de bombeamento e o conduto vertical, que levará a água do aquífero até a motobomba. A profundidade de um poço artesiano é bastante superior à dos comuns e o diâmetro é pequeno.

A elaboração do projeto de construção de um poço diferencia da elaboração do projeto de construção de uma casa, prédio ou sistema de distribuição de água, por exemplo. A elaboração do projeto básico construtivo deverá ser precedida de ampla pesquisa investigatória, para se determinar as possibilidades de sucesso do empreendimento em função da geologia do local e da demanda requerida. A localização do poço deve ser definida onde as chances para se obter água sejam maximizadas, realizado por profissional especializado em hidrogeologia e geofísica. Cumpridas estas etapas de estudo da geologia da região, potencialidade hidrogeológica e locação tem-se os elementos necessários para elaborar o projeto básico construtivo do poço e planilha orçamentária com os quantitativos aproximados. O projeto executivo só poderá ser realizado após as informações e dados de geologia obtidos, das amostras do furo piloto. Logo abaixo a figuras 06 ilustra a perfuração de poços de acordo com o tipo de solo.

Figura 06 - Perfuração de poços de acordo com o tipo de solo:



Fonte: <http://www.soluaguas.com.br/nao-fique-sem-agua-faca-um-poco-artesiano/>,2018.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 O município de Campina Grande

Campina Grande está localizada a 120 km da capital do estado, João Pessoa. Localiza-se no interior do estado da Paraíba, no agreste paraibano, na parte oriental do Planalto da Borborema, na serra do Boturité/Bacamarte, que se estende do Piauí até a Bahia. Está a uma altitude média de 555 metros acima do nível do mar e a área do município abrange 593,026 km<sup>2</sup> (IBGE,2016). Possui 410.332 habitantes com densidade demográfica de 648,31 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, julho de 2017).

Figura 07: Localização do município de Campina Grande



Fonte: <https://esma.tjpb.jus.br>, 2018

No verão, as temperaturas ficam mais altas, com máximas entre 28 °C e 30 °C, com mínimas agradáveis, entre 20 °C. Já no inverno, o tempo não chega a esquentar, com máximas entre 25 °C e 27 °C, e mínimas de 18 °C. Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referentes ao período de 1963 a 1970, 1973 a 1984 e a partir de 1993, a menor temperatura registrada em Campina Grande foi de 13,2 C em 29 de agosto de 1963, e a maior atingiu 34,6 C em 11 de março de 2010. O maior acumulado de precipitação em 24 horas foi de 110,1 mm (milímetros) em 17 de julho de 2011. Outros grandes acumulados foram 107,4 mm em 2 de março de 2011 e 105 mm em 10 de abril de 1978. O índice mais baixo de umidade relativa atingiu apenas 28%, registrado nas tardes nos dias 1 de dezembro de 1979 e 2 de outubro de 1997 (BDMEP, outubro de 2014).

Por situar-se no agreste paraibano, entre a Zona da Mata e o sertão e a uma altitude de 500 metros de altitude acima do nível do mar, Campina Grande possui um clima com temperaturas mais moderadas, considerado tropical com estação seca, com chuvas concentradas nas estações do outono e do inverno, principalmente entre abril e julho, sendo este último o mês de maior precipitação, com média de 154 milímetros (mm).

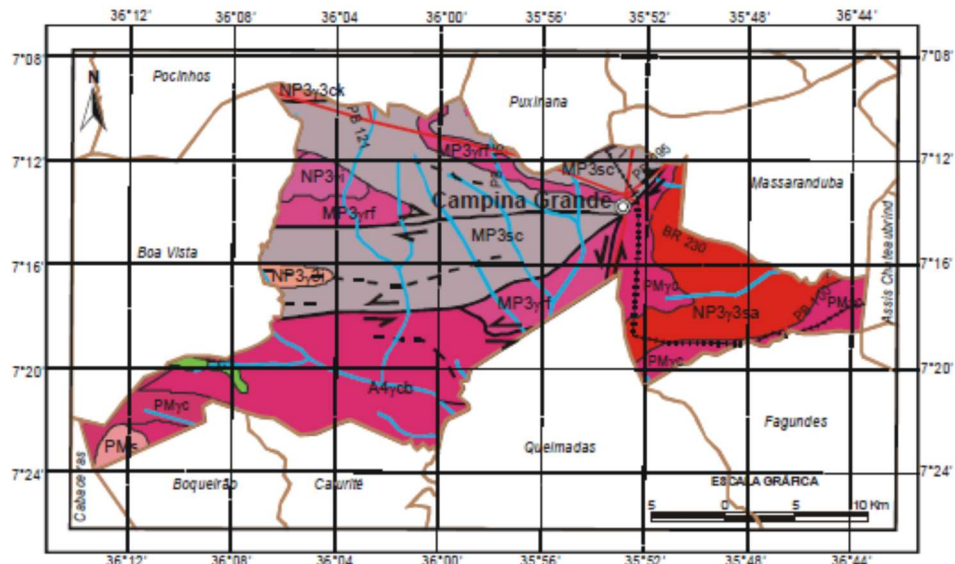
#### **4.2 O cristalino do município de Campina Grande**

O município de Campina Grande encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Médio e Baixo Paraíba. Os principais cursos d'água são: os riachos Salgadinho, Bodocongó, São Pedro, do Cruzeiro, Surrão, Logradouro, das Piabas, Marinho, Caieira, do Tronco e Cunha. A área da unidade é recortada por rios perenes, porém de pequena vazão e o potencial de água subterrâneo é baixo (CPRM, 2005).

Nas superfícies suaves onduladas, ocorrem os Planossolos, medianamente profundos, fortemente drenados, ácidos a moderadamente ácidos e fertilidade natural média e ainda os Podzólicos, que são profundos, textura argilosa, e fertilidade natural média a alta. Nas elevações ocorrem os solos Litólicos, rasos, textura argilosa e fertilidade natural média. Nos Vales dos rios e riachos, ocorrem os Planossolos, medianamente profundos, imperfeitamente drenados, textura média/argilosa, moderadamente ácidos, fertilidade natural alta e problemas de sais. Ocorrem ainda Afloramentos de rochas (CPRM, 2005).

Geologicamente o subsolo de Campina Grande tem formação de boa parte do Pré-cambriano, predominando rochas metamórficas tipo gnaisse do Arqueano e Mesoproterozoico, há uma grande ocorrência de intrusão granítica do Neoproterozoico na fronteira do município de Massaranduba. Na fronteira com o município de Boa Vista há Ocorrência de Rochas da Formação Campos Novos (argilito, arenito ou basalto) do cenozoico. Logo abaixo temos a figura 08 que expõe o mapa geológico de Campina Grande.

Figura 08: Mapa geológico do município de Campina Grande.



### UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

#### Cenozóico

**Ec** Formação Campos Novos (c): argilito, arenito e basalto

#### Neoproterozóico

**NP3y3sa** Suite transicional shoshonítica alcalina Teixeira/Serra Branca (sa): leucogranito e biotita-hornblenda sienítico (570 Ma U-Pb)

**NP3y3ck** Suite calcálcica de alto potássio Esperança (ck): monzonito a monzogranito (581 Ma U-Pb)

**NP3y3l** Granitóides de quimismo Indiscriminado (l): granitóides diversos (571 Ma U-Pb)

**NP3y2cm** Suite calcálcica de médio a alto potássio Itaporanga (cm): granito e granodiorito porfirítico associado a diorito (588 Ma U-Pb)

**NP3yl** Granitóides Indiscriminados: granito, granosiorito, monzogranito

**NP3s** Grupo Seridó (s): xisto, quartzito, mármore e rocha calcissilicática

#### Mesoproterozóico

**MP3yf** Suite granítica-migmatítica peraluminosa Recanto/Riacho do Forno: ortognaisse e migmatito granodiorítico a monzogranítico (1037 Ma U-Pb)

**MP3sc** Complexo São Caetano: gnaíse, megacristal, metavulcânica félsica a intermediária, metabulcânica (1089 Ma U-Pb)

#### Paleoproterozóico

**PMyc** Suite Camalaú: ortognaisse tonalítico-trondhjemítico-granítico e sienítico

**PMs** Complexo Sumé: leucognaisse trondhjemítico paragneíse, metamáfica/metaultramáfica e anfibolito (retrocristalito)

#### Arqueano

**A4ydb** Complexo Cabeceiras: ortognaisse tonalítico-granodiorítico, Intercalações de metamáfica

### CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- Contato geológico
- ⇨ Falha ou Zona de Cisalhamento Transcorrente Dextra
- ⇦ Falha ou Zona de Cisalhamento Transcorrente Sinistral
- - - Lineamentos estruturais (Traços de Superfícies)

### CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- ⊙ Sede Municipal
- Rodovias
- Limites Intermunicipais
- Rios e riachos

Fonte: CPRM (2005).

### 4.3 O sistema de abastecimento de água de Campina Grande

Criada em 30 de dezembro de 1966, a CAGEPA é responsável pelo abastecimento de água e coleta de esgotos da maioria dos municípios paraibanos e tem como acionista principal o Governo do Estado, dono de 99,9% de seu Capital Social. Os outros 0,1% são distribuídos entre a Prefeitura de Campina Grande, Sudene e DNOCS.

Na década de 1970, o sistema de Campina Grande passou a ser gerenciado pela CAGEPA. Em 1972, a captação passou a ser realizado através do túnel de descarga da barragem do açude Epitácio Pessoa e com uma tubulação de DN 900, em aço. Foi construída uma estação elevatória de água bruta, com potência instalada de 2.400 CV, vazão de 780 l/s e altura manométrica igual a 120 m. Em 1978, a CAGEPA firmou contrato com a ACQUA-PLAN, cujo objeto foi a elaboração do sistema de distribuição do sistema de Campina Grande, com a realização do diagnóstico do sistema à época e apresentação de novas soluções (CAGEPA, 2008).

Em 1984, foi implantado o projeto de ampliação elaborado pela ACQUAPLAN. Diversas unidades operacionais foram implantadas, entre as quais se podem citar: os reservatórios R-09, R-10, R-11, R-13, R-14 e R-15; duas estações elevatórias de água tratada denominadas de EE-3 e EE-4; 9.350 m de adutora interligando a EE-3 aos reservatórios R-10, R-13 e R-13 à EE-4; 89.500 m de rede de distribuição, em PVC, nos diâmetros de DN 50 a DN 200 e em ferro dúctil nos diâmetros, variando de 300 a 1.000 m e ainda a execução de 10.000 ligações domiciliares, nos diâmetros de 20 a 32 mm (CAGEPA, 2008).

Atualmente, o Sistema de Abastecimento de Água que atende à Campina Grande, abastece também outros dezoito municípios, destes, três (Queimadas, Barra de Santana e Caturité) são atendidos a partir da estação de tratamento com adutoras próprias e seis (Alagoa Nova, Lagoa Seca, São Sebastião de Lagoa de Roça, Matinhas e Pocinhos) a partir da rede de distribuição de Campina Grande. Todo o sistema integrado é operado pela CAGEPA.

#### **4.4 A perfuração de poços artesianos como alternativa para a crise hídrica**

A crise hídrica que vem afetando Campina Grande desde 2011, trouxe várias consequências, como o quase colapso em 2017, além disso, com os vários anos seguidos de seca e o rigoroso racionamento entre 2014 e 2017 veio a insegurança de toda a população de Campina Grande e cidades vizinhas que dependem das águas do açude de boqueirão. Com toda essa situação de incerteza com relação ao abastecimento, uma solução muito procurada nos últimos anos tem sido a perfuração de poços.

Devido às características da região de Campina Grande, existe uma grande probabilidade da maior parte dos poços perfurados possuírem um grande teor de sais, além disso, existe a possibilidade da contaminação por outros agentes.

A perfuração de poços, segundo o presidente da Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba (AESAPB), João Fernandes, está ocorrendo de forma irregular, essas irregularidades vão desde a falta de licença à maneira como o serviço está sendo executado, sem conhecimento do órgão, da Prefeitura e do Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA-PB).

Desde o início do ano de 2016, em Campina Grande, já foram perfurados cerca de 500 poços. Cerca de vinte empresas estão atuando na área, mas apenas cinco estariam regularizadas no CREA. Com o objetivo de disciplinar a perfuração de poços artesianos em Campina Grande e cidades vizinhas, a AESA, o CREA e a Prefeitura deram início ao processo de fiscalização desse tipo de atividade no município.

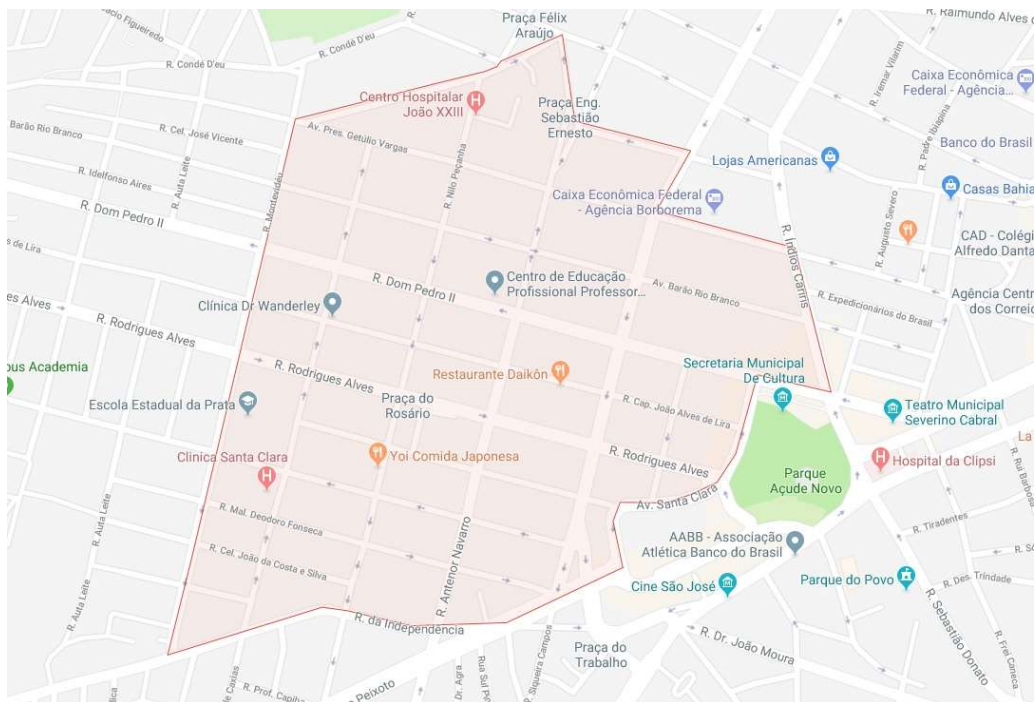
Dessa forma fica bem evidenciada a importância da regularidade com relação às perfurações de poços, se as mesmas estão de acordo com os critérios exigidos por lei. Todas essas exigências são fundamentais para garantir a qualidade da água captada, tendo como consequência evitar riscos para toda a sociedade.



#### 4.5 O bairro da Prata

A Prata é um bairro antigo, e considerado nobre. Atualmente vem mostrando sua tendência para a saúde onde, apesar de contar com pouco mais de quatro mil habitantes, possui diversos hospitais, centros médicos, clínicas, além de colégios e igrejas. O bairro conta ainda com a feira da prata, onde comerciantes de diversas cidades vêm aos domingos vender seus produtos, principalmente hortifrutigranjeiros. Segundo IBGE (2002), o bairro possui uma população de 3884 habitantes. Por ser um bairro de grande movimentação comercial espera-se que tenham diversos poços perfurados para atender as necessidades hídricas dos diversos tipos de empreendimentos do local.

Figura 09: Mapa contendo o Bairro da Prata



Fonte: Google maps, 2018.

## **4.6 Aquisição de dados**

A pesquisa consistiu em coletar dados de vazão e qualidade da água para averiguar a situação dos poços já existentes, dessa forma foi possível analisar se os fins dessa água obtida pelos poços estariam de acordo com sua qualidade. Para que isso fosse possível, a análise dos poços foi realizada através dos dados coletados nas empresas responsáveis por essas perfurações, dados de vazão inicial e testes de qualidade da água foram essenciais.

Além da coleta de dados foi realizada uma pesquisa de campo com visita nos diversos locais que possuem poços perfurados dentro da área de estudo para coletar informações sobre o tipo de uso (dentre outras informações) em cada uma dessas localidades.

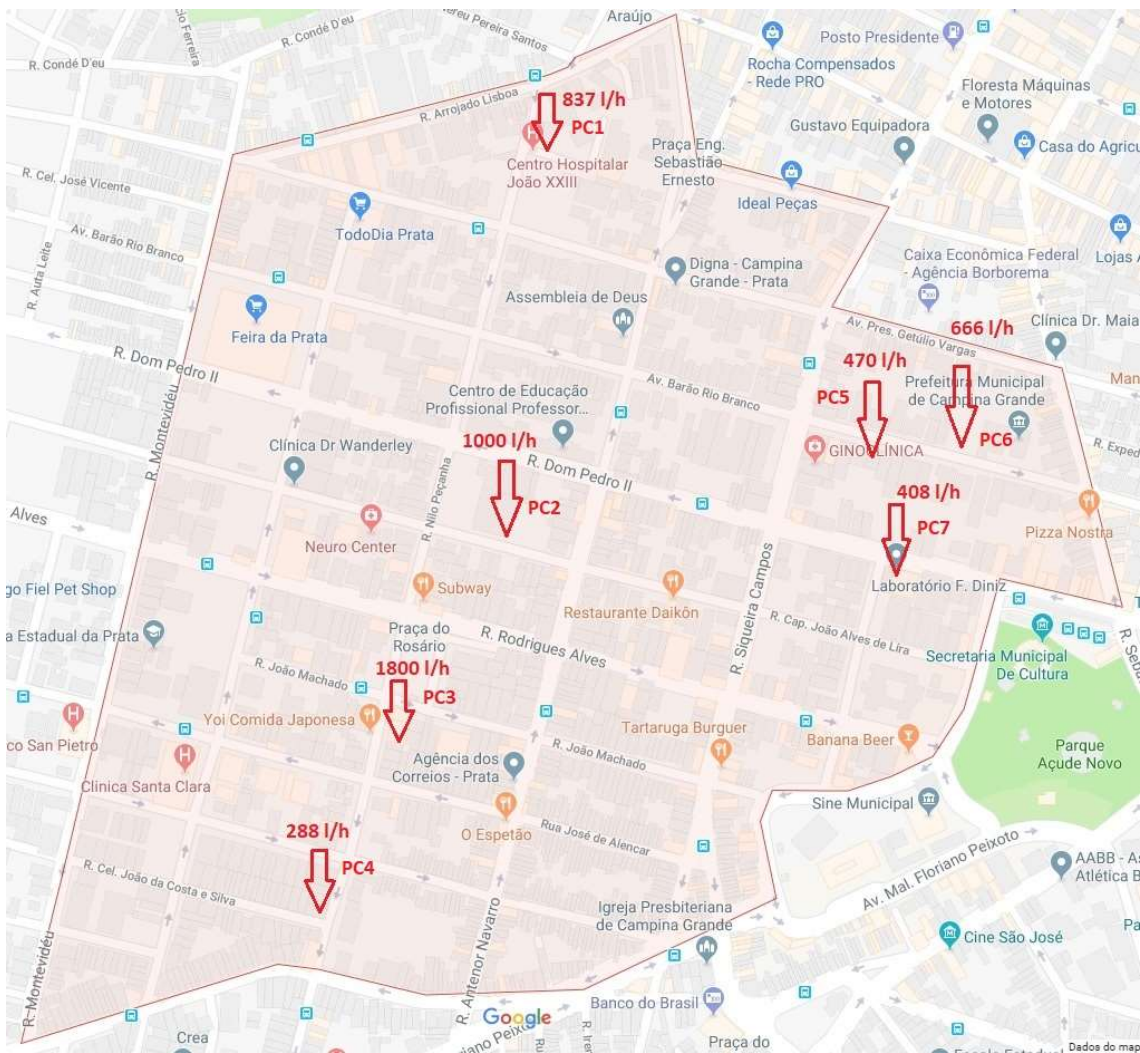
### **4.6.1 Coleta e levantamento de dados**

Todos os dados referentes às perfurações de poços no bairro da prata foram obtidos através de solicitação a diversas empresas em Campina Grande. Após coletar os dados foram obtidos no total 10 relatórios de perfuração de poços no bairro em estudo. Já com os dados em mãos, foram feitas as visitas aos diversos locais para a realização de um questionário com o objetivo de constatar se o uso da água dos poços estava de acordo com sua qualidade, porém a pesquisa foi insatisfatória já que menos de 50% dos locais responderam ao questionário. Todos os dados referentes às perfurações dos poços encontram-se em anexo (anexo A) juntamente ao questionário que foi elaborado para esse estudo (anexo B).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os relatórios obtidos nas empresas foi possível gerar um mapeamento com os poços e suas respectivas vazões, devido à falta de endereço completo, três dos dez poços ficaram de fora do mapeamento (PC8, PC9 e PC10), dessa forma a análise de mapeamento foi feita com apenas sete poços. A figura 10 informa a localização dos mesmos e suas vazões.

Figura 10 – Mapa com a localização dos poços e suas vazões.



Fonte: Adaptado Google maps, 2018.

A tabela 2, foi montada para facilitar a análise dos dados de todas as perfurações, incluindo as três que ficaram de fora do mapeamento por falta de detalhes no endereço.

Tabela 2 – Dados dos poços do bairro da prata.

Nº do poço	Profundidade(m)	Vazão(l/h)	Potabilidade
PC1	51,0	837	Fora dos padrões
PC2	52,0	1000	Fora dos padrões
PC3	32,0	1800	Fora dos padrões
PC4	65,0	288	Dentro dos padrões
PC5	51,0	470	Fora dos padrões
PC6	65,0	666	Fora dos padrões
PC7	80,0	408	Fora dos padrões
PC8	49,0	5538	Fora dos padrões
PC9	40,0	529	Dentro dos padrões
PC10	57,0	935	Sem análise

Fonte: Oliveira, G. da S., 2018

Analisando a tabela 2 observa-se que apenas 20% dos poços em análise apresentam água dentro dos padrões de potabilidade, isso se deve principalmente ao elevado teor de sódio e cloreto presentes nos aquíferos analisados, sendo característica da região de Campina Grande, pode-se observar também uma profundidade média de 54,2 metros e vazão média de 1247 l/h para os poços analisados, porém percebe-se uma grande discrepância com relação aos dados de vazão, mesmo se tratando apenas da área do bairro da prata as vazões de cada poço variaram muito, foi elaborada então a tabela 3 com os parâmetros estatísticos para se ter uma análise melhor detalhada.

Tabela 3 – Dados estatísticos das perfurações dos poços.

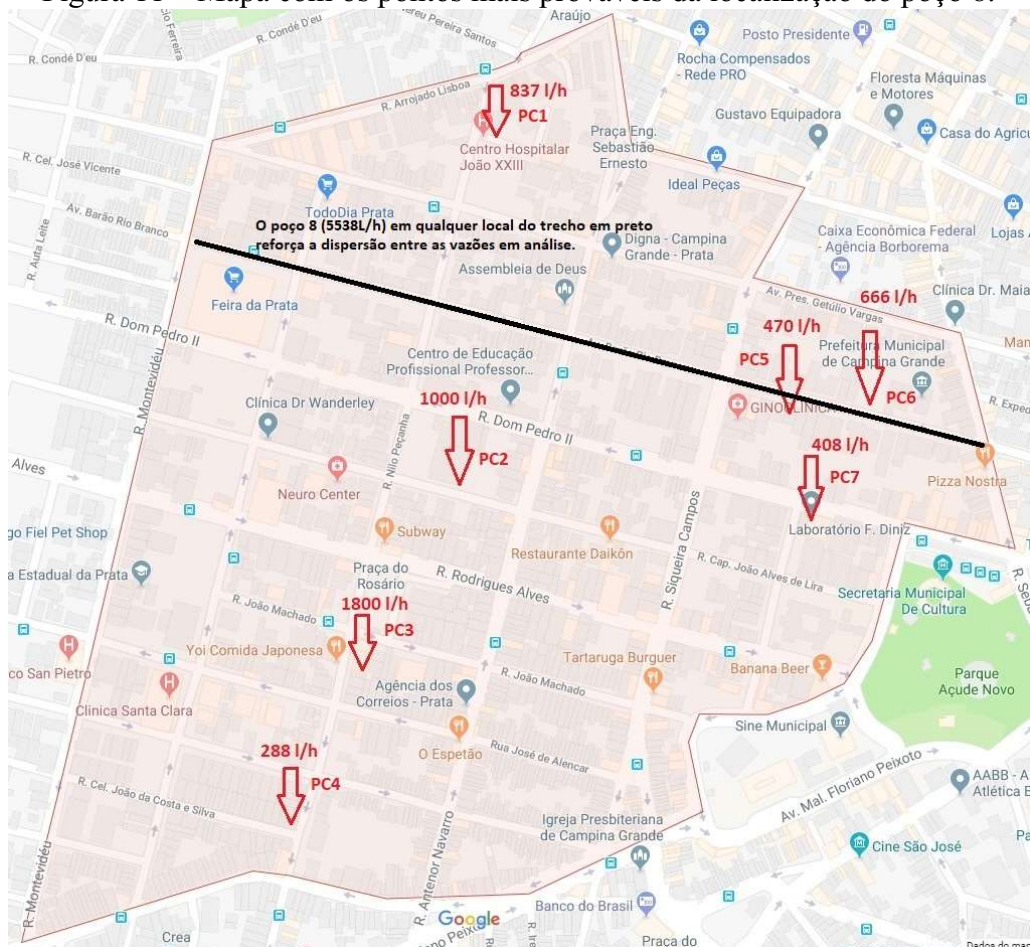
Parâmetros	Prof. Dos poços	vazão
Média	54,2m	1247(l/h)
Desvio padrão	13,55	1567,92
Coef.de variação	25%	125,73%

Fonte: Oliveira, G. da S., 2018

Observando a tabela 3 percebe-se que a média da profundidade dos poços apresentou um coeficiente de variação dentro do tolerável enquanto a média das vazões dos poços apresentou um coeficiente de variação muito elevado, confirmando assim o alto nível de dispersão entre as vazões dos poços analisados, reforçando a característica do aquífero da região que apresenta

um sistema descontínuo, heterogêneo, de dimensões volumétricas praticamente não avaliáveis. O próprio mapeamento realizado deixa exposta essa falta de relação entre os níveis de vazão entre cada poço, adicionando por exemplo o poço 8, que apresentou o maior nível de vazão, a qualquer um dos pontos mais prováveis da rua em que ele se encontra, reforça ainda mais a dispersão presente nas vazões de cada poço, a figura 11 expõe as possíveis localizações do poço 8 na Avenida Rio Branco.

Figura 11 – Mapa com os pontos mais prováveis da localização do poço 8.



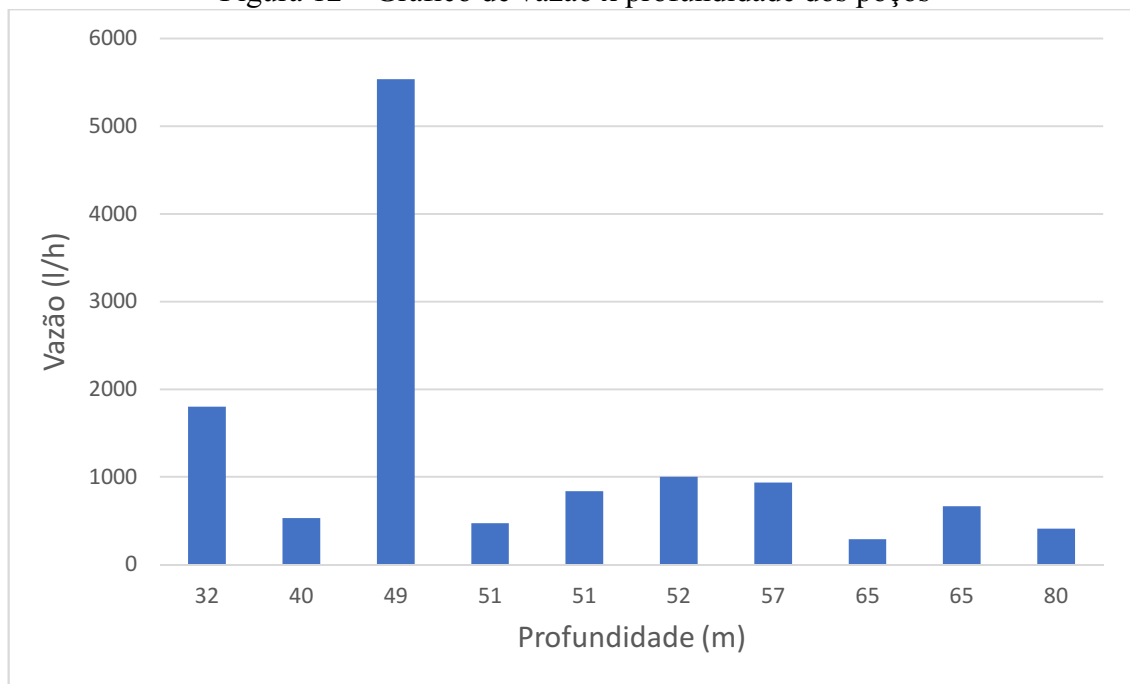
Fonte: Adaptado Google maps, 2018.

Voltando a observar a tabela 2, foi elaborado o gráfico (figura 12) que expõe o comportamento da vazão com relação à profundidade dos poços. Ao analisar a figura 12 não dá para concluir se existe uma correlação entre a profundidade dos poços e suas vazões. Porém a diminuição da vazão de poços em função de uma maior profundidade em rochas cristalinas é relatada por diversos autores. Apesar dos poços mais rasos (32, 40 e 49m) apresentarem uma média de produtividade bem mais alta que a dos sete restantes (2622,33L/h e 657,71L/h, respectivamente) não fica evidenciada essa correlação devido à grande discrepância das vazões

entre esses próprios três poços mais rasos e também pela pequena quantidade de poços disponíveis para análise.

Davis e Turk (1964) constataram através de seus estudos que existe a diminuição da quantidade de fraturas e das aberturas entre seus planos com o aumento da profundidade. A abertura ao longo dos planos de falhas também tende a fechar com a profundidade devido aos efeitos da pressão litostática. Estas observações foram confirmadas através de testes de produtividade e de injeção d'água nos poços. Dessa forma os estudos indicam uma tendência de redução do rendimento dos poços com o aumento da profundidade (Neves & Morales, 2006). Os autores sugeriram que a profundidade ideal para poços em rochas cristalinas seria entre 50 e 60 m. Porém a profundidade ideal é muito variável para cada região e não existem valores justificados para definir a melhor profundidade.

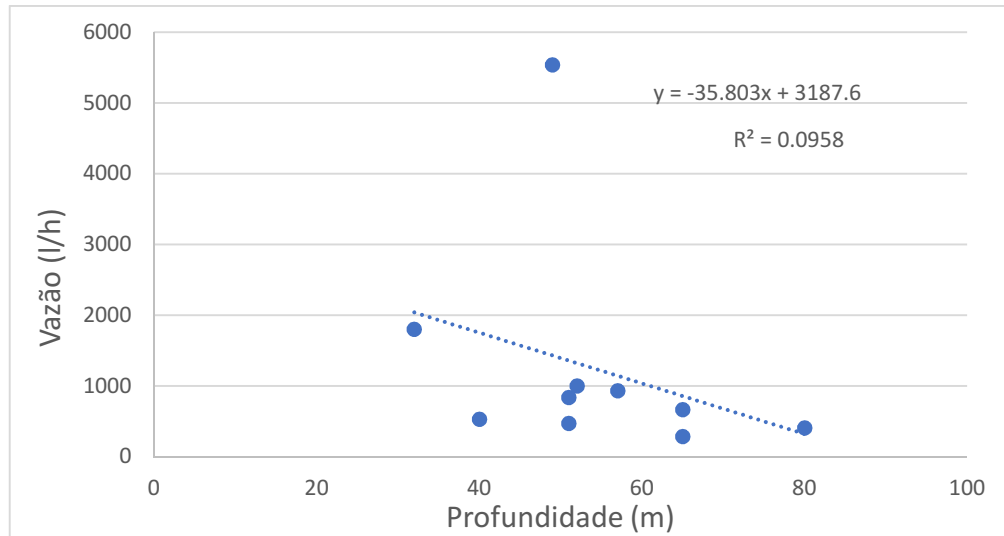
Figura 12 – Gráfico de vazão x profundidade dos poços



Fonte: Oliveira, G. da S., 2018

O gráfico abaixo (figura 13) foi elaborado com o intuito de exibir a correlação entre a vazão e a profundidade dos poços em análise, tendo como objetivo concluir se a profundidade dos poços justifica as vazões encontradas. Foi obtido um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) no valor de 0,0958, isto significa que a variável profundidade dos poços é capaz de explicar apenas 9,58% das vazões obtidas. Dessa forma os resultados indicam para esse caso que a quantidade de água desses poços é praticamente independente da profundidade dos mesmos.

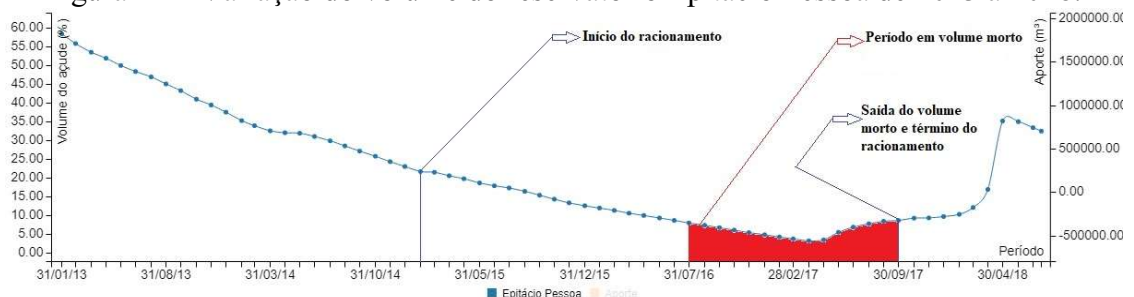
Figura 13 – Gráfico de correlação entre vazão e profundidade.



Fonte: Oliveira, G. da S., 2018

A figura 14 exibe a variação de volume do reservatório Epitácio Pessoa de janeiro de 2013 a julho de 2018, este período engloba todas as datas em que os dez poços em análise foram perfurados. A figura abaixo expõe também o período de racionamento do açude Epitácio Pessoa, que teve início em dezembro de 2014 e término em agosto de 2017, exibindo também o período em que o açude permaneceu em seu volume morto (de julho de 2016 a agosto de 2017).

Figura 14 – Variação do volume do reservatório Epitácio Pessoa de 2013 a 2018.



Fonte: Adaptado de Aesa, 2018.

A tabela 4 informa as datas em que os dez poços em estudo foram perfurados, facilitando assim a análise dos dados e a possível relação entre o volume do açude de Boqueirão e a procura pelas perfurações de poços artesianos.

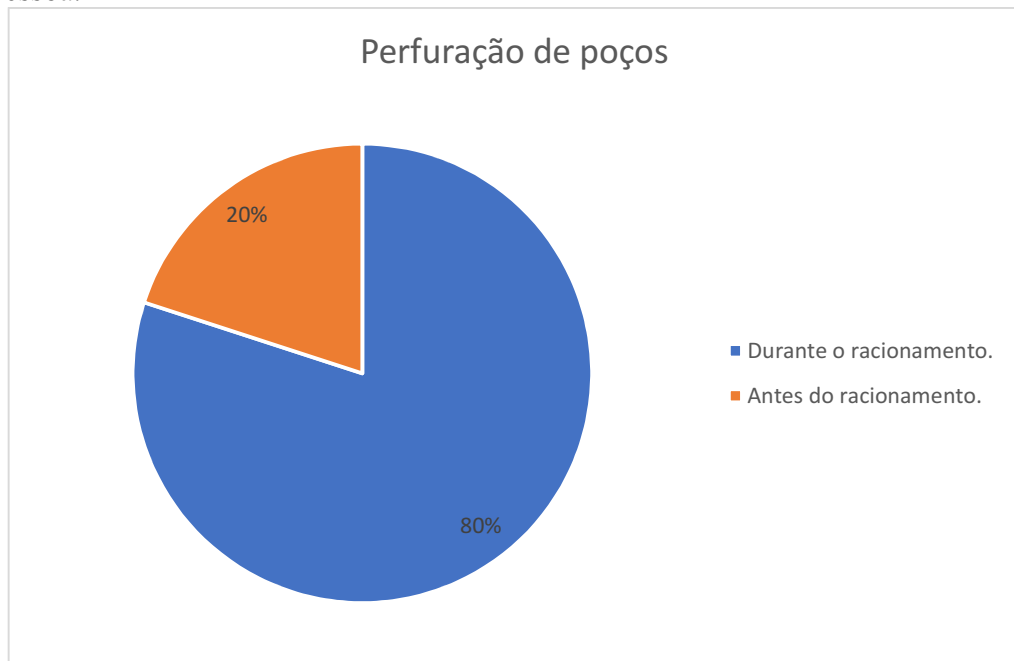
Tabela 4: Datas das perfurações dos poços do Bairro da Prata.

Poço 1	18/09/2013
Poço 2	29/12/2015
Poço 3	05/12/2015
Poço 4	26/09/2015
Poço 5	21/11/2015
Poço 6	13/04/2015
Poço 7	17/09/2016
Poço 8	02/01/2014
Poço 9	13/11/2015
Poço 10	23/02/2017

Fonte: Oliveira, G. da S., 2018

Ao analisar a tabela 4 observar-se que 80% das perfurações foram feitas durante o ano de 2015, ou seja, grande parte desses poços foram explorados após o início do racionamento, outros 20% foram abertos antes do início do racionamento. O gráfico de pizza da figura 15 exibe essas estatísticas citadas.

Figura 15 – Estatística dos poços perfurados durante os variados regimes do açude Epitácio Pessoa.



Fonte: Oliveira, G. da S., 2018



## 6. CONCLUSÃO

O mapeamento dos poços no bairro da Prata foi realizado com sucesso, porém a pequena quantidade de perfurações foi uma verdadeira surpresa, era esperado uma quantidade bem maior de poços escavados pela própria característica do bairro (Com muitas clínicas, comércios, escolas e empresas de vários setores). Os poços apresentaram vazão média de 1247 l/h, porém com grande variação de rendimento entre os dez poços em estudo, isso indica uma imprevisibilidade com relação às vazões dos poços da área analisada.

As análises de vazão x profundidade indicaram que no caso do bairro estudado não existe nenhuma relação entre a profundidade dos poços e suas vazões obtidas, contrariando dessa forma, análises feitas por diversos autores, em que os mesmos afirmam que existe uma tendência de diminuição da produtividade dos poços com o aumento da profundidade, porém o resultado do bairro estudado pode ter sido afetado por diversos fatores, como a pequena quantidade de poços existentes para análise.

Os estudos realizados indicam que a crise hídrica foi uma grande responsável por despertar o interesse dos usuários pela alternativa de perfuração de poços já que 80% deles foram perfurados após o início do racionamento no município de Campina Grande. Ainda sobre os poços, 70% deles apresentaram vazão inferior a 1000l/h, e 70% dos poços do bairro em estudo apresentam profundidade inferior a 60 metros.

A pesquisa de campo foi realizada através do questionário em anexo, porém não foi possível obter um resultado final satisfatório já que apenas 20% dos usuários responsáveis pelos poços responderam ao mesmo, este fato inviabilizou a análise proposta no trabalho de averiguar se o uso da água dos poços estaria de acordo com a qualidade da mesma, e se a água retirada dos poços passa por algum tratamento antes de sua utilização.

## 7. REFERÊNCIAS

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas. Disponível em [www.aesa.pb.gov.br](http://www.aesa.pb.gov.br). Acesso em julho 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNDARH). 2005

Agência Nacional de Águas (ANA), **A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil**, Ed. comemorativa do Dia Mundial da Água. 64 p. Brasília, 2002.

ALBUQUERQUE - FILHO, J. L.; BARBOSA, M. C.; AZEVEDO, S. G.; CARVALHO, A. M. O papel das águas subterrâneas como reserva estratégica de água e diretrizes para a sua gestão sustentável. **Revista Recursos Hídricos**, v. 32, n. 2, p. 53-61, 2011.

ANA. **Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 56p.

ANA. **Panorama do enquadramento dos corpos d'água do Brasil e panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil**, 5a edição. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. 124p.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB. Tradução de GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A. 1991.

Braz. J. Food Technol., **Avaliação da contaminação de água subterrânea em poços artesanais no sul do Rio Grande do Sul**, II SSA, janeiro 2009.

CAPUCCI, Egmont et. al. Poços Tubulares e Outras Captações de Águas Subterrâneas-Orientação aos Usuários. Rio de Janeiro: SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2001.

CAPUCCI, E, MARTINS, A. M., MANSUR, K.L., et. Al., 2001, Poços Tubulares e Outras Captações de Águas Subterrâneas – Orientação aos Usuários. Projeto PLANÁGUA SEMADS/GTZ de Cooperação Técnica Brasil-Alemanha, SEMADS, SEINPE, DRM-RJ.

CAPUCCI, Egmont et. al. Poços Tubulares e Captações de Águas Subterrâneas-Orientação aos Usuários. Rio de Janeiro: 2008

CAGEPA – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. Relatório de Informações cadastrais. Campina Grande, 2018.

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. Avaliação das Disponibilidades Hídricas de Reservatórios do Estado da Paraíba – Relatório Técnico. João Pessoa, 2005.

GERHARDT, Tatiana Engel. SILVEIRA, Denise Tolfo. Métodos de pesquisa.

LEAL, A. S. **As águas subterrâneas no Brasil. Ocorrências, disponibilidades e usos. O Estado das Águas no Brasil.** Brasília: ANEEL, 1999.

**pelo uso da água em Pernambuco.** Pernambuco: Secretaria de Ciência Tecnologia e Meio Ambiente, 2004. Disponível em: *XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas* 20<[http://www.sectma.pe.gov.br/download/Cobranca\\_pelo\\_uso\\_da\\_agua\\_em\\_PE.pdf](http://www.sectma.pe.gov.br/download/Cobranca_pelo_uso_da_agua_em_PE.pdf)>.

PORTO, E.R.; SILVA JUNIOR, L.G.A.; ARAUJO, O.J.; AMORIM, M.C.C. **Usos alternativos para água subterrânea no semi-árido brasileiro.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12., Florianópolis, 2002. Florianópolis: ABAS, 2002.

REBOUÇAS, A. C. **O Potencial de Água do Semiárido Brasileiro: Perspectivas do Uso Eficiente.** Universidade de São Paulo. American Institute of Hydrology. 2002.

Rebouças, A. C. **A inserção da água subterrânea no sistema nacional de gerenciamento,** RBRH. V. 7, No 4, p, 39-50, Porto Alegre, 2002

REBOUÇAS, A. C. **Uso inteligente da água.** São Paulo: Escrituras, 2004. 207 p.

Rebouças, A. C. Águas subterrâneas, cap. 4. p. 119-151, in Rebouças, A. C., Braga, B. & Tundisi, J.G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação,** 703 p. 2ª edição revisada e ampliada, São Paulo, 2002b.

REBOUÇAS, A da C. (1997). **Água na Região Nordeste: desperdício e escassez.** Revista Estudos Avançados nº 29, Vol. II, jna/abril 1997. Universidade de São Paulo, Instituto de Estudos Avançados, p. 127-154.

SILVA JÚNIOR, L. G. A.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. **Composição química de águas do cristalino do nordeste brasileiro.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.3, n.1, p.11-17, 1999.

SILVA, Simone Rosa da; WANDERLEY, Sandra Ferraz de Sá. **Ações pertinentes à cobrança**

TUCCI, C. E. M; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. M. **Cenários da gestão da água no Brasil: Uma contribuição para a “Visão Mundial da Água”.** Disponível em:TUNDISI, J. G. **Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez,** São Carlos: RiMa, IIE, 2003. 248p.

ZIMBRES, Eurico. **Guia avançado de águas subterrâneas.** Rio de Janeiro. 2000 Disponível em:<<http://meioambiente.pro.br/agua/guia/>>.

ZOBY, J.L.G. & MATOS, B. **Águas subterrâneas no Brasil e sua inserção na Política Nacional de Recursos Hídricos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12., Florianópolis, 2002.Florianópolis: ABAS, 2002.

**ANEXO A**

**DADOS COLETADOS NAS EMPRESAS DE CAMPINA GRANDE REFERENTES ÀS  
PERFURAÇÕES DOS POÇOS.**

**ANEXO B**

**QUESTIONÁRIO SOBRE AS PERFURAÇÕES DE POÇOS DO BAIRO DA  
PRATA.**