



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO
CURSO DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS**

IZABELE DE OLIVEIRA RAMOS

**AVALIAÇÃO FÍSICO – QUÍMICA DA ÁGUA DE POÇOS
ARTESIANOS DO SÍTIO PINHÕES, SANTO ANDRÉ-PB.**

**SUMÉ - PB
2017**

IZABELE DE OLIVEIRA RAMOS

**AVALIAÇÃO FÍSICO – QUÍMICA DA ÁGUA DE POÇOS
ARTESIANOS DO SÍTIO PINHÕES, SANTO ANDRÉ-PB.**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Biosistemas do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Biosistemas.

Orientadora: Professora Dra. Ilza Maria do Nascimento Brasileiro

**SUMÉ - PB
2017**

R165a Ramos, Izabele de Oliveira.
Avaliação físico-química da água de poços artesianos no Sítio Pinhões – Santo André - PB. / Izabele de Oliveira Ramos. Sumé - PB: [s.n], 2017.

48 f.

Orientadora: Professora Dra. Ilza Maria do Nascimento Brasileiro.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Biosistemas.

1. Qualidade da água. 2. Águas subterrâneas. 3. Água de poço artesiano. 4. Avaliação físico-química da água. 5. Irrigação. I. Título.

CDU: 556.18(043.1)

IZABELE DE OLIVEIRA RAMOS

**AVALIAÇÃO FÍSICO – QUÍMICA DA ÁGUA DE POÇOS
ARTESIANOS DO SÍTIO PINHÕES, SANTO ANDRÉ-PB.**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Biosistemas do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Biosistemas.

BANCA EXAMINADORA:

Ilza M^{te} do N. Brasileiro
Professora Dra. Ilza Maria do Nascimento Brasileiro
Orientadora –UATEC/CDSA/UFCG

Edvaldo Eloy Dantas Júnior
Professor Dr. Edvaldo Eloy Dantas Júnior
Examinador I – UATEC/CDSA/UFCG

Mariana da Silva de Siqueira
Graduada em Engenharia de Biosistemas Mariana da Silva de Siqueira
Examinadora II– CDSA/UFCG

Trabalho aprovado em: 11 de maio de 2017.

SUMÉ - PB

A minha mãe Deuziran, meu pai Diomar e meus irmãos Gabriel e Rafael, que sempre estiveram ao meu lado, bem como meus amigos. Com muito carinho,

Dedico

A todos os vovôs e vovós, em especial a João Marques e a Inácia Mendes, e em memória a Luzia Pereira e Elesbão da Silva, meus queridos avós, e a minha tia Rosa de Lima em memória,

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre me abençoar com saúde e proteção em todos os momentos da minha vida.

A meus pais que são o meu maior motivo para continuar lutando por dias melhores.

Aos meus irmãos Gabriel e Rafael.

Aos meus tios e tias e em especial as minhas tias Verônica e Fafá Ramos que contribuíram para que eu conseguisse concluir o curso durante toda essa jornada, primos, primas e todos da minha família, que de alguma forma contribuíram para minha formação.

Agradeço a minha orientadora Professora Ilza, pela oportunidade, confiança, paciência e carinho demonstrado comigo durante todo o curso.

A todos os professores do CDSA, que contribuíram para o meu aprendizado como aluna, em especial os professores Adriano Barros, Joelma Sales, Adriana Meira, Fabiana Pimentel, Paulo Medeiros, Hugo Alcântara, Edvaldo Eloy e George Ribeiro.

Aos amigos de curso que estiveram comigo durante essa etapa da minha vida: Jéssica Ferreira, Jailton Garcia, Euclides Miranda, Dayanne Cavalcante, Silvia Maria, Jaricelia Sena, Leandro Sena, Erivan Nascimento, Jéssica Neves, Rayna Silva, Eliton Sancler.

A minha amiga Mariana por todo seu apoio em diversas situações difíceis do curso, sempre disposta a me ajudar, por sua contribuição na realização das análises e sua imensa disponibilidade em tirar dúvidas na elaboração deste trabalho sempre que precisei.

A meu amigo Aldo por ter confeccionado o mapa geográfico para este trabalho.

Aos meus amigos Judiello Moraes, Arabela Duarte, Virginia Amorim, Felipe Sales, João Paulo Messias, Josinaldo Pereira, Anderson Medeiros.

A minha madrinha Ana Maria que sempre esteve disposta a me ajudar, dando conselhos e incentivando a nunca desistir de lutar.

Em especial aos meus primos Renata, Verusca, Carminha, Aparecida, Socorro, João Paulo, Alexandrina.

A Maria José que ajudou na realização das análises no Laboratório de Qualidade da Água.

A todos que comigo estiveram e contribuíram de forma direta e indireta para elaboração e conclusão deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora por toda contribuição para correção deste trabalho.

Obrigada!

RESUMO

Avaliar a qualidade físico-química das águas dos poços artesianos do Sítio Pinhões, Santo André, Paraíba, Brasil, utilizadas para dessedentação animal, aguação /irrigação de culturas e pastagens. Para tanto, foram utilizados os seguintes parâmetros: condutividade elétrica, pH, dureza total e cloretos, alcalinidade e da obtenção dos sólidos totais dissolvidos. Também levaram-se em consideração os parâmetros abrangentes das Resoluções CONAMA nr. 396, de 2008, e CONAMA nr. 357, de 2005, para os mesmos usos do recurso natural. Foram realizadas visitas de reconhecimento de campo, com determinação das coordenadas geográficas por meio do GPS Garmin eTrex 10 e coleta de informações através da ficha de coleta de água, integrada com questionário semiestruturado junto à comunidade com o intuito de obter dados referentes à aquisição, domínio do uso da água, profundidade, consumo de água e situação de captação. As fichas de coleta foram preenchidas com os dados referentes à amostra coletada, a saber: proprietário do terreno, endereço, data, hora, número da amostra. Para as análises de alcalinidade, dureza e cloreto foram usados métodos titulométricos. O pH e a condutividade elétrica (CE) foram determinados pelo método eletrométrico, por meio de leitura direta. Os sólidos totais dissolvidos (STD) foram estimados a partir dos resultados da CE, multiplicada pelo fator 0,65. As águas dos poços artesianos selecionados para a presente pesquisa são utilizadas principalmente para a dessedentação de animais, aguação e/ou irrigação de culturas e pastagens e, em alguns casos, uso doméstico. Os poços artesianos existentes nas propriedades rurais foram em sua maioria oriundos de recursos públicos. Observou-se uma grande variação em relação à profundidade dos poços artesianos, verificando-se ausência de relação direta entre vazão e profundidade. Os resultados das análises físico-químicas obtidos revelam-se fundamentais para subsidiar a otimização da utilização das águas subterrâneas e auxiliar, portanto, os agricultores na identificação da melhor forma de utilizar o precioso recurso.

Palavras-chave: Semiárido nordestino. Água subterrânea. Dessedentação animal. Irrigação.

ABSTRACT

To evaluate the physical-chemical quality of the waters artesian wells of Sitio Pinhão, located in Santo André, Paraíba, Brazil. These given waters are used for animal dessionation, watering and irrigation of crops and pastures. For this purpose, the following parameters were used: electrical conductivity, pH, total hardness, chlorides, alkalinity and obtaining the total solids dissolved. Consideration was also given to the comprehensive parameters of CONAMA Resolutions nr. 396, as of 2008, and CONAMA nr. 357, as of 2005, for the same uses of the natural resource. Field reconnaissance visits were carried out, with determination of the geographic coordinates through GPS GarminTrex10 and information collection through the water collection card, integrated with a semi-structured questionnaire with the community in order to obtain data regarding the acquisition, water use domain, depth, water consumption and catchment situation. The collection records were filled with data on the sample collected, namely: land owner, address, date, time, sample number. For the analysis of alkalinity, hardness and chloride, titration methods were used. PH and electrical conductivity (EC) were determined by the electrometric method, through direct reading. Total dissolved solids (STD) were estimated from the EC results, multiplied by the factor 0.65. The waters of the artesian wells selected for the present research are mainly used for animal dessionation, watering and/or irrigation of crops and pastures and, in some cases, for domestic use. The artesian wells on the farms were mostly obtained with public resources. A large variation was observed in relation to the depth of the artesian wells, and there was no direct relationship between flow and depth. The results obtained from the present physical-chemical analyzes are fundamental to subsidize the optimization of the use of groundwater and thus help farmers to identify the best way to use the precious resource.

Keywords: Northeastern semiarid. Groundwater. Animal dessionation. Irrigation.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Ficha de campo	28
Gráfico 1 - Formas de obtenção dos poços artesianos	33
Gráfico 2 - Distribuição das profundidades (a) e vazões (b) dos poços artesianos	35
Mapa 1 - Mapa da localização do município de Santo André no estado da Paraíba	27
Mapa 2 - Mapa de localização geográfica dos poços artesianos	32

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Classificação de águas em relação a CE.	35
Tabela 2 - Valores de Condutividade elétrica obtidos nas análises das amostras de águas dos poços artesianos selecionados.	36
Tabela 3 - Valores de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) obtidos por meio dos valores da Condutividade Elétrica das amostras de águas dos poços artesianos selecionados.	37
Tabela 4 - Valores de pH obtidos nas análises das amostras de águas dos poços artesianos selecionados.	38
Tabela 5 - Valores de cloretos obtidos nas análises das amostras de águas dos poços artesianos selecionados.	39
Tabela 6 - Valores de dureza $\text{mg}(\text{CaCO}_3)/\text{L}$ obtidos nas análises das amostras de águas dos poços artesianos selecionados.	39
Tabela 7 - Valores de alcalinidade $\text{mg}(\text{CaCO}_3)/\text{L}$ obtidos nas análises das amostras de águas dos poços artesianos selecionados.	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CE	- Condutividade Elétrica
CPRM	- Serviço Geológico do Brasil
DBO	- Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	- Demanda Química de Oxigênio
EDTA	- Ácido etilenodiamino tetra-acético
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
N°	- Número
OD	- Oxigênio dissolvido
p.	- Página
PB	- Paraíba
STD	- Sólidos Totais Dissolvidos
SUDENE	- Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
VMP	- Valor máximo permitido

LISTA DE SÍMBOLOS

%	- Porcentagem
$\mu\text{S/cm}$	- Microsiemens por centímetro
AgNO_3	- Nitrato de Prata
$^{\circ}\text{C}$	- Grau Celsius
CaCO_3	- Carbonato de Cálcio
Ca^{2+}	- Cálcio
CO_3^-	- Carbonatos
CaCO_3	- Carbonato de Cálcio
Fe^{+2}	- Ferro em forma dissolvida
Fe^{+3}	- Ferro insolúvel
H	- Hidrogênio
H_2SO_4	- Ácido Sulfúrico
H_2O	- Água
HCO_3^-	- Bicarbonatos
K_2CrO_4	- Cromato de Potássio
Km^2	- Quilômetro quadrado
m^3	- Metro cúbico
Mg^{2+}	- Magnésio
mL	- Mililitro
mg/L	- Miligrama por litro
N	- Normalidade
NO_3	- Nitrato
N- NO_2	- Nitrato
O	- Oxigênio
OH^-	- Hidróxidos
pH	- Potencial hidrogeniônico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 GERAL	15
2.2 ESPECÍFICOS	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 SEMIÁRIDO BRASILEIRO	16
3.2 ÁGUA SUBTERRÂNEA	17
3.3 SISTEMAS DE CAPTAÇÃO HÍDRICA	18
3.4 QUALIDADE DE ÁGUA	20
3.5 PARÂMETROS PARA A AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DE ÁGUA	21
3.5.1 Parâmetros físico-químicos	21
3.5.2 Parâmetros microbiológicos	25
4 MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	26
4.2 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES	27
4.3 COLETA DAS AMOSTRAS.....	28
4.4 MÉTODOS DE ANÁLISES DA ÁGUA	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1 INFORMAÇÕES OBTIDAS	31
5.1.1 Aquisição dos poços artesianos, acesso e uso da água	31
5.1.2 Tipos de uso da água	33
5.1.3 Profundidades e vazões dos poços artesianos	34
5.2 DADOS ANALÍTICOS	35
5.2.1 Análises físico - químicas	35
5.3 LAUDO INFORMATIVO	41
6 CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS	43
APÊNDICE	47

1 INTRODUÇÃO

A valorização das águas subterrâneas acontece a nível global, já que são fundamentais para a manutenção da vida na Terra. As águas subterrâneas são reservas importantes por serem disponíveis a qualquer momento, além de oferecerem baixo custo de armazenamento, constituindo-se em alternativa às águas superficiais, sujeitas a alterações mais frequentes na sua qualidade natural. As águas subterrâneas também são fontes de abastecimento em tempos de estiagens para rios e outros mananciais superficiais como nascentes, lagos e banhados (LÖBLER e SILVA, 2015).

Dentre as regiões submetidas a cenários de escassez de água se enfatizam as zonas semiáridas, sujeitas as chuvas de distribuição irregular, no tempo, convergindo para eventos de enchentes, o uso indiscriminado dos recursos hídricos vem cooperando de forma intensa para a degradação da qualidade da água e expandindo os problemas ambientais da região semiárida do Nordeste do Brasil (MONTENEGRO E MONTENEGRO, 2012; SILVA et al., 2014). As águas subterrâneas, são limitadas em razão da formação cristalina que compreende cerca de 70% do semiárido (MEDEIROS et al., 2011).

A água contém, geralmente, diferentes componentes, os quais decorrem do próprio ambiente natural ou foram introduzidos a partir de atividades humanas. Os pré-requisitos de qualidade da água para os múltiplos usos dependem dos perigos adjuntos à sua composição, estes podem resultar em consequências adversas aos organismos vivos ou ao meio ambiente, necessitando de avaliação e gerenciamento, geralmente por meio do estabelecimento de padrões de qualidade (SILVA et al., 2011).

A qualidade de um corpo d'água que deve ser mantida é expressa na forma de padrões e esses se modificam para cada tipo de uso. Assim, os padrões de potabilidade (água destinada ao abastecimento humano) são distintos dos de balneabilidade (águas para fins de recreação de contato primário), os quais, por sua vez, não são análogos aos estabelecidos para a água de irrigação ou designadas ao uso industrial (SILVA et al., 2011).

Na maioria das vezes as preocupações com a qualidade da água são voltadas apenas para aquelas que são reservadas ao consumo humano. Entretanto, as ansiedades com a qualidade hídrica geralmente não inclui aquela utilizada para dessedentação animal, descuidando da saúde dos mesmos (MAGALHÃES et al., 2014). De acordo com Pereira et al., (2009), a água é um recurso natural essencial também para produção animal, devendo ser disponível em quantidade e qualidade.

O presente trabalho tem por finalidade avaliar a qualidade físico – química da água de poços artesianos, por meio dos parâmetros condutividade elétrica, pH, dureza total, cloretos, alcalinidade, e da obtenção dos sólidos totais dissolvidos, utilizada para dessedentação animal e aguação/irrigação de culturas e pastagens do Sítio Pinhões, Santo André/PB, levando em consideração os parâmetros abrangentes nas resoluções CONAMA n^o 396 de 2008 e CONAMA n^o 357 de 2005, para estes usos.

2 OBJETIVOS

2.2 GERAL

Avaliar a qualidade físico – química da água de poços artesianos do Sítio Pinhões Santo André/PB, para fins de dessedentação animal e na utilização para aguação/ irrigação de culturas e pastagens.

2.3 ESPECÍFICOS

1. Confeccionar mapa de localização geográfica dos poços artesianos;
2. Aplicar questionário com intuito de obter informações referentes à aquisição, uso e tipo de uso da água, profundidades e vazões dos poços artesianos e situação da captação;
3. Comparar os resultados obtidos nas análises físico-químicas com limites considerados aceitáveis na utilização de água subterrânea para irrigação de culturas, pastagens e dessedentação de animais, com a Resolução CONAMA nº 396 de 2008;
4. Comparar os resultados obtidos nas análises físico-químicas com os valores máximos permitidos para as águas de classe 3, destinadas a dessedentação animal e com as classes C1, C2, C3 destinadas à irrigação, com à Resolução CONAMA nº 357 de 2005;
5. Gerar laudo informativo à comunidade, da água dos poços artesianos avaliados.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 SEMIÁRIDO BRASILEIRO

O semiárido brasileiro é uma região seca que envolve oito Estados Nordestinos (Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe) e o Norte do Estado de Minas Gerais, possuindo uma área total de 980.133,079 km² onde vivem 22.5 milhões de pessoas, e é avaliada como a região árida mais habitada do mundo (INSA, 2014; FRANÇA, 2015). O semiárido brasileiro é um dos mais chuvosos do planeta, com precipitação média anual de 750 mm, ainda que em algumas áreas a precipitação média não exceda os 400 mm anuais. A evapotranspiração potencial média atinge 2.500 mm ano, causando elevados déficits hídricos e restringindo os cultivos agrícolas de sequeiro (MONTENEGRO e MONTENEGRO, 2012).

Se tratando da precipitação, o Nordeste semiárido apresenta totais pluviométricos baixos, distribuição espacial e temporal irregular e marcadamente sazonal das chuvas. A estação chuvosa dura em torno de 3 a 5 meses, enquanto o período de estiagem se prolonga por 7 a 9 meses, em média. Isso ocorre devido à atuação de diferentes sistemas atmosféricos, cuja permanência sobre a região é relativamente curta (ZANELLA, 2014).

O semiárido nordestino não é um espaço homogêneo, uma vez que a região oferece diversas feições geoambientais, originadas pela heterogeneidade do relevo, do regime pluviométrico e até dos solos. O relevo este é variável desde as terras baixas de depressão sertaneja até as áreas altas de planalto e maciço residual, onde se formam vales por vezes profundos. Os solos são jovens, pouco porosos e predominantemente plásticos, originados do embasamento cristalino, são altamente susceptíveis a processos erosivos, apresentam baixa infiltração e escoamento rápido das águas, sem a possibilidade de formação de uma reserva hídrica significativa em decorrência da quase falta de recarga (BRAGA, 2016).

Devido à acumulação de sedimentos gerados pelo arraste superficial durante as enxurradas, em fundos de vales os solos podem ser mais profundos podendo armazenar parcialmente as águas de chuva e manter o escoamento de base, que sustenta os cursos d'água quando não está chovendo por mais algumas semanas, até que o estoque hídrico entre em exaustão. Por isso a maior parte da rede hidrográfica na região semiárida é composta de rios intermitentes, precisamente pela falta de escoamento superficial e de base após o período chuvoso (BRAGA, 2016).

A vegetação de caatinga, com suas distintas feições, é resultante das condições de forte insolação, baixa pluviosidade e solos rasos, o grau de cobertura do solo na caatinga não

foi sempre o que temos hoje; sua vegetação sofreu processos de degradação pelo uso da lenha, por constantes queimadas e desmatamentos para uso do solo na agropecuária, o que possibilitou o desaparecimento de diversas espécies ou seu raleamento – o que é uma perda considerável, pois a biodiversidade deste ecossistema é bem rica. A vegetação é constituída por plantas xerófilas, que resistem à seca, como o angico, a umburana, o umbuzeiro, o juazeiro, o pereiro, o caroá e o mandacaru (ARAÚJO, 2011; BRAGA, 2016).

A vegetação de caatinga é constituída, especialmente, de espécies lenhosas e herbáceas, de pequeno porte: as cactáceas, geralmente dotadas de espinhos, uma adequação ao clima em que as folhas se transformaram evolutivamente em espinhos para reduzir a perda de água por transpiração, as caducifólias que perdem suas folhas no início da estação seca e as folhas suculentas e de superfície espessa, para armazenar água e enfrentar os períodos secos as bromeliáceas (DRUMOND et al., 2000; BRAGA, 2016).

A vegetação podia funcionar como uma esponja armazenando água por mais tempo, no entanto, ela é escassa e esparsa, deixando o solo nu e predisposto aos processos erosivos mecânicos, sejam pelo vento ou pela água, que arrastam as partículas constituintes daquele, não consentindo sua evolução qualitativa (ARAÚJO, 2011).

3.2 ÁGUA SUBTERRÂNEA

Nas regiões semiáridas do Brasil a obtenção de água se torna cada vez mais difícil em benefício do avanço das necessidades de uso, do aumento da população e da instabilidade climática. A disponibilidade “*per capita*” de recursos hídricos, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos, tem estado cada vez mais reduzida. Os rios, em sua maioria, são intermitentes e o volume de água, em geral, é limitado. Devido aos insuficientes recursos hídricos superficiais, as águas subterrâneas tornam-se uma solução estratégica para o desenvolvimento (DRUMOND et al., 2000; CIRILO et al., 2007).

Drumond et al., (2000), afirmam que ao se analisar os recursos hídricos, aproximadamente 50% das terras recobertas com a caatinga são de origem sedimentar, ricas em águas subterrâneas. As águas subterrâneas são estratégicas naturalmente protegidas de agentes poluidores e da evaporação. Entretanto, a potencialidade de águas subterrâneas do Nordeste é bastante restringida devido à predominância de embasamento cristalino, grande parte do Semiárido nordestino é formada pelo subsolo rochoso, ou seja, as rochas ficam muito juntas da superfície (menos de 1,00 metro) ou até afloram em alguns pontos (MONTENEGRO e MONTENEGRO, 2012; CABRAL et al., 2016). Zanella (2014), afirma que as rochas cristalinas não se formam em um bom aquífero, sobretudo no semiárido onde o

manto de decomposição é pouco espesso e as rochas cristalinas são menos porosas e dificultam a penetração e o acúmulo de água subterrânea.

As possibilidades de se descobrir água subterrânea são muito limitadas, podendo estar nas falhas e fraturas das rochas ocasionadas devido a esforços tectônicos, estas comportam o armazenamento de água e é nestes espaços onde podem se encontrar águas para serem usadas pelas populações ou então nas camadas de aluviões existentes nos vales, que aglomeram sedimentos transportados pelas enxurradas (ZANELLA, 2014; MONTENEGRO e MONTENEGRO, 2012). Esses depósitos aluvionais adquirem grande importância no contexto hídrico da região (GALVÃO et al., 2013).

Os poços perfurados no cristalino nordestino, para aproveitar água de suas fraturas, apresentam, em geral, vazão limitada, muitas vezes inferiores a $2 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, com predominância de águas com alto teor de sais. A restrição ocorre nas formações sedimentares, em que as águas normalmente são de melhor qualidade e se podem extrair maiores vazões, da ordem de dezenas a centenas de m^3/h , de forma contínua (MONTENEGRO e MONTENEGRO, 2012; CIRILO, 2008).

3.3 SISTEMAS DE CAPTAÇÃO HÍDRICA

As características climáticas do Nordeste brasileiro, representadas pela sazonalidade da precipitação e pela alta variabilidade e irregularidade temporal e espacial das chuvas, mantém uma relação direta com o desempenho fluvial. Os fatores climáticos, os elementos climáticos e a distribuição da chuva no tempo e no espaço, associados às formações geológicas predominantemente cristalinas, são fatores importantes do regime dos rios e das reservas subterrâneas e, portanto, da disponibilidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos para a região (ZANELLA, 2014).

É de fundamental importância a gestão de projetos e a utilização de estratégias que possam subsidiar o planejamento para utilização racional da água. Diversas organizações formulam programas, projetos ou ações a fim de regularizar a oferta de água no semiárido, buscando proporcionar melhorias na qualidade de vida da população rural (ARAUJO, 2007).

A açudagem é uma das técnicas mais tradicionais de armazenar água e amplamente utilizadas no semiárido brasileiro. As primeiras iniciativas ocorreram no século XIX, cuja maior expansão aconteceu após a década de 60 do século vinte (MONTENEGRO e MONTENEGRO, 2012).

Em se tratando da perfuração de poços artesianos, deve-se analisar que a potencialidade de águas subterrâneas do Nordeste é bastante restringida devido à

predominância de embasamento cristalino. Os poços perfurados no cristalino nordestino, para aproveitar água de suas fraturas, oferecem, em geral, vazão limitada, muitas vezes inferiores a $2 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ e altos teores de sais. As águas subterrâneas são estratégicas naturalmente protegidas de agentes poluidores e da evaporação (ZANELLA, 2014; MONTENEGRO e MONTENEGRO, 2012).

A captação de águas de chuva através das cisternas rurais tem elevada importância para a população difusa do semiárido, devendo estar voltada, prioritariamente, para o uso doméstico, a partir da captação em telhados. As técnicas de captação, armazenamento e manejo da água da chuva deram forte impulso a partir da década de 90, com o estabelecimento de Programas Governamentais e Não-Governamentais na construção de cisternas rurais, em particular a cisterna de placas, em todo o semiárido brasileiro (MONTENEGRO e MONTENEGRO, 2012).

As barragens subterrâneas são alternativas para o aproveitamento da água da chuva e meios utilizados para impermeabilização total ou parcial do fluxo, construídos transversalmente aos vales aluviais, com o intuito de interceptar o escoamento em subsuperfície, contribuindo para o aumento de água nos lençóis subterrâneos ou elevação dos níveis de água dos lençóis já existentes. São recomendadas em vales que apresentem reduzida espessura da zona saturada e cujas águas não tenham altos teores de sais dissolvidos (ARAUJO, 2007; MONTENEGRO E MONTENEGRO, 2012).

A instalação de dessalinizadores, associados à poços artesianos localizados no cristalino tem se constituído em ação governamental, tanto a nível federal quanto estadual. Inúmeras comunidades rurais vêm se favorecendo com o sistema embora os custos de manutenção e operação dos dessalinizadores ainda sejam significadamente elevados. O maior desafio está na produção de rejeito com alta concentração de sais que não pode ser lançado diretamente ao solo ou corpos hídricos, em decorrência do forte impacto causado ao meio ambiente (ZANELLA, 2014).

As águas servidas de origem doméstica são consideráveis nos aglomerados urbanos e na zona rural das regiões semiáridas e se instituem em desafios para os serviços de saneamento básico, frente aos elevados custos para implantação de sistemas de coleta e tratamento e, ao mesmo tempo, às ameaças à saúde pública e aos riscos de poluição e contaminação dos corpos hídricos (MONTENEGRO e MONTENEGRO, 2012).

O transporte de água a amplas distâncias por meio de adutoras e canais tem sido usado para captar água a partir de reservatórios de grande porte ou de poços profundos de áreas

sedimentares, sendo várias as obras deste tipo no semiárido (ZANELLA, 2014). Porém o transporte de água de grandes canais e adutoras não irá abastecer as populações rurais difusas, exceto aquelas próximas ao traçado das obras (CIRILO, 2008).

3.4 QUALIDADE DE ÁGUA

Entre os recursos naturais essenciais, a água ocupa posição de destaque, pois seu custeio em qualidades ideais é muito importante para a manutenção da vida no planeta. Entretanto, em consequência da exploração não sustentável dos recursos hídricos, estes se localizam, em geral, com sérios problemas na qualidade da água, enquanto que a demanda aumenta exaustivamente (SILVA et al. , 2009).

É notório que dos 3% de água doce disponíveis no planeta, apenas 0,01% encontra-se nos rios e nos lençóis freáticos, sendo esse percentual usado para o consumo do homem e de outros seres vivos. Dessa forma, a água passou a ser uma inquietação crescente não apenas no que se refere à quantidade disponível, mas, sobretudo, em relação à sua qualidade, ocasionando prejuízos e restrições nos seus usos múltiplos (VASCONCELOS e SOUZA, 2011). De acordo com Costa et al., (2012), o diversificado uso das águas subterrâneas é crescente e, com isso, acrescenta a importância da qualidade dessas águas.

A utilização da água pela sociedade humana tende a receber suas obrigações pessoais, atividades econômicas (agrícolas e industriais) e sociais. Entretanto, essa diversificação no uso da água, quando alcançada de forma inadequada, gera inquietações na qualidade da mesma, danificando os recursos hídricos e por consequência seus usos para os diversos fins (SOUZA et al. , 2014).

A perspectiva de contaminação dos aquíferos relaciona-se com diversos fatores, sobretudo o tipo de solo e a profundidade, tornando evidente que os aquíferos freáticos são expressivamente mais susceptíveis aos resultados das ações antrópicas do que os artesianos. Apesar da significativa menor vulnerabilidade dos aquíferos em relação aos mananciais superficiais, a poluição das águas subterrâneas proporciona um agravante especificamente em relação à dos cursos d'água (LIBÂNIO, 2010).

A poluição de mananciais subterrâneos pode ser difusa, por meio da percolação de nitratos e agrotóxicos utilizados na agricultura, ou pontuais como a poluição orgânica por meio de fossas, posta de combustíveis ou aterros sanitários, ambas quase que excepcionalmente de origem antrópica. Embora o impacto de cada fonte de contaminação modifique em função das características do solo e profundidade do aquífero, em termos de poluição de origem urbana destacam-se como as mais proeminentes as redes coletoras de

esgotos, os lixões e aterros sanitários, as lagoas de estabilização e o lançamento de efluentes no solo (LIBÂNIO, 2010).

3.5 PARÂMETROS PARA A AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DE ÁGUA

Para caracterizar uma água são verificados múltiplos parâmetros, que são indicadores da qualidade da água e se constituem não conformes quando alcançam valores superiores aos constituídos para determinado uso. As características físicas, químicas e biológicas da água estão adjuntas a uma série de processos que advêm no corpo hídrico e em sua bacia de drenagem (BRASIL, 2014).

3.5.1 Parâmetros físico-químicos

– Cor

Para Brasil (2014), a cor da água é determinada pela reflexão da luz em partículas pequenas de dimensões inferior a $1\mu\text{m}$ – designadas coloides – finamente dispersas, de origem orgânica (ácidos húmicos e fúlvicos) ou mineral (resíduos industriais, compostos de ferro e manganês). A aparência da água pode ser um fator significativo na satisfação de seu consumo, a água pura é virtualmente ausente de cor. O aspecto de substâncias diluídas ou em suspensão altera a cor da água, dependendo do número e da natureza do material presente. Normalmente, a cor na água é devida a ácidos húmicos e tanino, gerados de decomposição de vegetais e, assim, não representando risco algum para a saúde (RICHTER E NETTO, 2011).

– Turbidez

A turbidez é uma característica da água proporcionada através da presença de partículas suspensas na água com tamanho variando desde suspensões grosseiras aos colóides, levando em consideração o grau de turbulência. A presença dessas partículas gera a dispersão e a absorção da luz, oferecendo à água uma aparência nebulosa, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa (Richter e Netto, 2011). A turbidez pode ser determinada como uma avaliação do grau de interferência à passagem da luz por meio do líquido. A alteração à penetração da luz na água procede na suspensão, sendo expressa por meio de unidades de turbidez (também denominadas unidades de Jackson ou nefelométricas), (BRASIL, 2014).

– Potencial hidrogênio (pH)

O potencial hidrogênio (pH) representa a veemência das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido, por meio da medição da presença de íons hidrogênio (H^+), podendo influenciar em vários processos biológicos e químicos nos corpos d'água (BRASIL, 2014;

SOUZA et al., 2015). É calculado através da escala antilogarítmica, abrangendo a faixa de 0 a 14 (inferior a 7: condições ácidas; superior a 7: condições alcalinas). Para Richter e Netto (2011), o termo pH é usado universalmente para expressar a magnitude de uma condição ácida ou alcalina de uma solução.

– **Alcalinidade**

A alcalinidade das águas naturais indica a quantidade de íons na água que reagem para neutralizar os íons hidrogênio, ou seja, demonstra a capacidade de neutralizar ácidos (os íons H^+) ou a aptidão de minimizar variações significativas de pH (tamponamento), isto é, sua condição de resistir a mudanças do pH, constituindo-se especialmente de bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e hidróxidos (OH^-) (LIBÂNIO, 2010, BRASIL, 2014). Com maior frequência, a alcalinidade das águas ocorre na presença de bicarbonatos produzidos pela ação do gás carbônico dissolvido na água sobre as rochas calcárias (VASCONCELOS e SOUZA, 2011). Em águas subterrâneas é devida principalmente aos carbonatos e bicarbonatos e, secundariamente, aos íons hidróxidos, silicatos, boratos, fosfatos e amônia (ALENCAR, 2007).

– **Oxigênio Dissolvido (OD)**

A determinação do teor de oxigênio dissolvido é um dos experimentos mais formidáveis no controle de qualidade da água (RICHTER E NETTO, 2011). Brasil (2014), afirma que é um dos parâmetros mais significativos para expressar a qualidade de um ambiente aquático. É notório que a dissolução de gases na água sofre a influência de distintos fatores ambientais (temperatura, pressão, salinidade).

– **Condutividade Elétrica (CE)**

A condutividade elétrica da água indica a sua capacidade de conduzir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas, que se dissociam em ânions e cátions. Quanto maior a concentração iônica da solução, maior é a oportunidade para ação eletrolítica e, portanto, maior a capacidade em conduzir corrente elétrica (BRASIL, 2014). De acordo com Richter e Netto (2011), a determinação da condutividade permite obter uma estimativa rápida do conteúdo de sólidos de uma amostra.

– **Matéria orgânica: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO)**

Os parâmetros DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio) são usados para indicar a presença de matéria orgânica na água. A matéria orgânica é responsável pelo principal problema de poluição das águas, que é a redução na concentração de oxigênio dissolvido. Os citados parâmetros DBO e DQO indicam o consumo ou a demanda de oxigênio indispensável para estabilizar a matéria orgânica contida na amostra de água (BRASIL, 2014).

A diferença entre DBO e DQO está no tipo de matéria orgânica estabilizada. Enquanto a DBO refere-se exclusivamente à matéria orgânica mineralizada por atividade dos micro-organismos, a DQO engloba, também, a estabilização da matéria orgânica sucedida por processos químicos (BRASIL, 2014).

– **Nitrito e Nitrato**

O nitrogênio pode ser encontrado no solo de diversas maneiras, a amônia pode estar presente naturalmente em águas superficiais ou subterrâneas, sendo que usualmente sua concentração é bastante baixa devido à sua fácil adsorção por partículas do solo ou à oxidação a nitrito e nitrato (NASCIMENTO e BARBOSA, 2005). De acordo com Bilich, (2007), os compostos de nitrogênio, na forma orgânica ou de amônia, referem-se à poluição recente, enquanto que nitrito e nitrato, à poluição mais remota.

O nitrito é uma forma intermediária encontrada em concentrações tênues sob condições aeróbias em virtude da quase instantânea oxidação a nitrato, é um potencial agente poluidor de águas naturais, nas quais pode estar presente devido à decomposição de matéria orgânica nitrogenada, já o nitrato acontece na forma oxidada sendo um nutriente essencial para a maior parte dos organismos do corpo hídrico (LIBÂNIO, 2010; RAMOS et al., 2006). O nitrato geralmente ocorre em baixos teores nas águas superficiais, mas pode atingir altas concentrações em águas profundas, é um ótimo indicador de qualidade de água, já que, suas principais fontes são dejetos humanos e animais (FREITAS et al., 2001; BILICH, 2007).

– **Sólidos Totais Dissolvidos (SDT)**

Os sólidos dissolvidos são formados por partículas de diâmetro inferior a $10^{-3}\mu\text{m}$ e que continuam em solução mesmo após a filtração. A entrada de sólidos na água pode acontecer de forma natural (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgotos), (BRASIL, 2014). Quantidades excessivas de substâncias

dissolvidas nas águas competem torná-las inadequadas ao consumo. É recomendável que o teor de sólidos totais dissolvidos seja menor que 500 mg/L, com um limite máximo aceitável de 1.000 mg/L (RICHTER E NETTO, 2011).

– **Dureza**

De acordo com Brasil (2014), a dureza indica a concentração de cátions multivalentes em solução na água. Os cátions mais frequentemente associados à dureza são os de cálcio e magnésio (Ca^{+2} , Mg^{+2}) e, em menor escala, ferro (Fe^{+2}), manganês (Mn^{+2}), estrôncio (Sr^{+2}) e alumínio (Al^{+3}). A dureza é distinguida pela sua propriedade de impedir a formação de espuma com sabão (RICHTER e NETTO, 2011).

A dureza pode ser classificada como dureza carbonato ou dureza não carbonato, dependendo do ânion com o qual ela está associada (BRASIL, 2014). A primeira é sensível ao calor, precipitando o carbonato ao aumento expressivo de temperatura e por esta razão recebe o nome de dureza não permanente. A dureza carbonato corresponde à alcalinidade, estando, portanto em condições de indicar a capacidade de tamponamento da água natural. Em compensação, a dureza não carbonato, também denominada permanente, não pode ser reduzida por ebulição e resulta da presença de íons metálicos bivalentes ligados a sulfatos, cloretos ou nitratos, podendo ser determinada pela diferença entre a dureza total e alcalinidade da água (LIBÂNIO, 2010).

– **Cloretos**

Os cloretos, na maioria das vezes, decorrem da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar, e ainda podem ocorrer dos esgotos domésticos ou industriais. Em altas concentrações, atribui sabor salgado à água ou propriedades laxativas (BRASIL, 2014).

– **Ferro**

Por ser um dos elementos mais abundantes, o ferro é frequentemente encontrado nas águas naturais, superficiais e subterrâneas, apresentando-se nas formas insolúvel (Fe^{+3}) e dissolvida (Fe^{+2}), como óxidos, silicatos, carbonatos, cloretos, sulfatos e sulfitos (LIBÂNIO, 2010). O ferro, muitas vezes associado ao manganês, atribui à água um sabor amargo adstringente e tonalidade amarelada e turva, em decorrência da precipitação do mesmo quando oxidado (RICHTER e NETTO, 2011).

3.5.2 Parâmetros Microbiológicos

– Bactérias coliformes

As bactérias do grupo coliforme habitam normalmente o trato intestinal dos animais de sangue quente, servindo, portanto como identificador da contaminação de uma amostra de água por fezes, além de permanecerem naturalmente no solo e na vegetação (LIBÂNIO, 2010). No entanto, nem toda água que contenha coliformes é contaminada e, como tal, podem veicular doenças de transmissão hídrica (RICHTER e NETTO, 2011).

As bactérias do grupo coliforme proporcionam diversas características que esclarecem o extensivo emprego como indicadores microbiológicos de qualidade de água. A primeira refere-se à alta quantidade eliminada diariamente por um indivíduo (de 1/3 a 1/5 do peso das fezes), culminando com concentrações nos esgotos domésticos de 10^6 a 10^8 organismos/mL. Assim, eleva-se a possibilidade da detecção dos coliformes nas amostras de água bruta e a probabilidade da presença de patogênicos a estes associados (LIBÂNIO, 2010).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada no município de Santo André, localizado na região central do Estado da Paraíba, Meso-Região Borborema e Microrregião Cariri Oriental. Limita-se ao Norte com o município de Juazeirinho (PB); Leste, com Gurjão (PB); Sul, com Parari (PB); e, Oeste, com Parari e Taperoá (PB) (CPRM, 2005). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, o município abrange uma área de 197,713 km² e uma população de 2.638 habitantes dos quais 865 residem na zona urbana e 1.773 na zona rural.

Hidrograficamente o município encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, sub-bacia do Rio Taperoá. A bacia do Rio Taperoá, localizada sobre o Planalto da Borborema, encontra-se situada numa linha de confluência de sistemas meteorológicos que atuam na região Nordeste (FRANCISCO et al., 2013). A rede de drenagem do município de Santo André apresenta padrões dendríticos, típicos de regiões com predominância de embasamento cristalino, e resultantes da evolução geomorfológica da região, os principais corpos de acumulação são as lagoas: do Touro, da Jurema e dos Pinhões. Todos os cursos d' água têm regime de escoamento intermitente principalmente rios, tendo como representantes principais os afluentes são os riachos: Carimboque, do Sítio, Cabeça de Cavallo, Garrote, das Cobras, das Ubaias, Pascácio, do Curi, do Badalo, Mucutu, dos Pinhões, da Catinga, d' Água, do Engenho e das Caraibeiras (CPRM, 2005).

O município não possui rede de abastecimento de água através de adutora, sendo assim, na zona urbana o abastecimento é por meio de carros pipas em particulares e em convênio com exército, carroças de boi, e poço da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), no qual funciona um dessalinizador, cuja fonte de água é utilizada para abastecimento potável das famílias, já na zona rural são utilizados poços artesianos, cisternas do governo que recebem água através dos carros pipas do exército, as famílias também dispõem de cisternas de placas, calçadão e enxurrada.

O Clima é o elemento natural que mais chama atenção no Cariri, destacando-se, particularmente, a pequena quantidade de chuvas que ocorre na região (SOUZA et al., 2009). Na Paraíba, os Cariris formam uma diagonal Nordeste-Sudoeste (NE-SW) que pode ser cognominar de diagonal seca (ALVES, 2009).

Como todos os municípios do Cariri paraibano, Santo André está situado no semiárido, apresentando clima seco, caracterizado pela insuficiência das precipitações e temperaturas elevadas. De acordo com Chaves et al., 2015 o clima para o Rio Taperoá é do

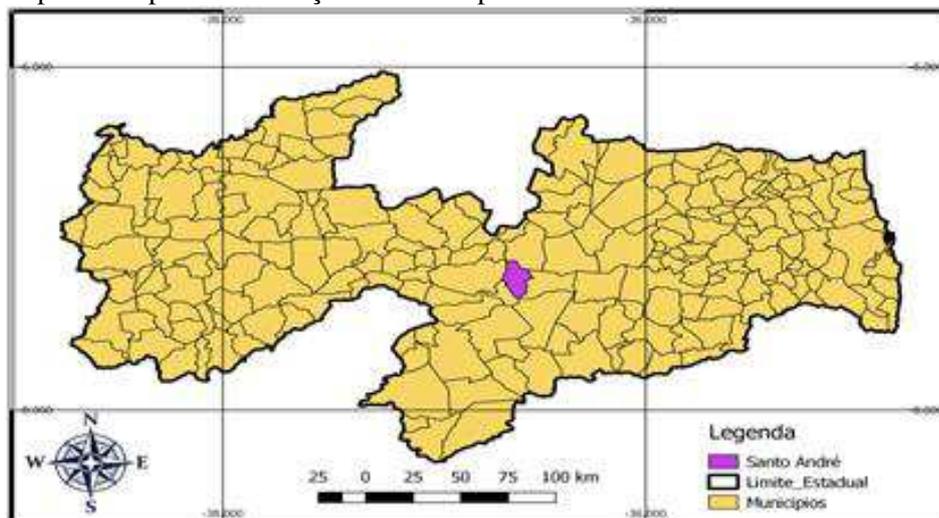
tipoBsh, segundo a classificação climática de Köppen, que se caracteriza por ser seco e quente (semiárido quente apresentando chuvas de verão) com chuvas de outono concentrando-se nos meses de março e abril e por apresentar insuficiência e irregularidade das precipitações pluviais e ocorrência de temperaturas elevadas.

A precipitação média anual varia entre 400 mm e 600 mm, a estação seca alcança um período de 8 a 9 meses, com uma temperatura média do ar variando entre 18 a 22°C a temperatura máxima varia entre 28°C e 31°C, nos meses de novembro e dezembro. A distribuição espacial e temporal da precipitação é muito irregular, as chuvas são concentradas em um único período, geralmente de dois a quatro meses (ST HIDRO, 2008).

4.2 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES

O trabalho realizado contemplou um levantamento de informações de algumas fontes de abastecimento de água subterrânea, dos poços artesianos, no Sítio Pinhões, zona rural do município de Santo André, Paraíba (Mapa 1), com a finalidade de selecionar os poços para coleta de amostras de água e realização de análises de alguns parâmetros físico-químicos.

Mapa 1– Mapa da localização do município de Santo André no estado da Paraíba.



Fonte: da própria autora.

Foram realizadas visitas de reconhecimento de campo, com determinação das coordenadas geográficas por meio do uso de GPS Garmin eTrex 10, para confecção do mapa de localização geográfica dos poços artesianos, através dos softwares GPS TrackMaker (GTM), QGIS e do programa de computador Google Earth (Mapa 2), e coleta de informações através de ficha de coleta de água integrada com questionário semiestruturado (Figura 1) junto a comunidade com o intuito de obter dados referentes a aquisição, domínio do uso da água, profundidade, consumo da água e situação da captação. As fichas de coleta foram preenchidas

com os dados referentes à amostra coletada: proprietário do terreno, endereço, data, hora, número da amostra.

Figura 1 – Ficha de campo

 TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO FICHA DE CAMPO			
I – IDENTIFICAÇÃO			
Município:	Santo André	Estado:	Paraíba
Endereço:	Sítio Pinhões	Amostra:	
Proprietário			
Data da coleta:	/ /	Hora da coleta:	:
Responsável:			
Tipo de sistema de captação de água	Poço Artesiano		
Adquirido com	<input type="checkbox"/> Recursos próprios; <input type="checkbox"/> Auxílio de órgãos públicos; <input type="checkbox"/> Parcial; <input type="checkbox"/> Total		
Acesso à água	<input type="checkbox"/> Privado; <input type="checkbox"/> Comunitário		
Localização GPS	Latitude:	Longitude:	Altitude:
II – DADOS OBTIDOS EM CAMPO			
Tipo de uso	<input type="checkbox"/> Irrigação/Aguação de culturas e pastagens; <input type="checkbox"/> Dessedentação de animais; <input type="checkbox"/> Uso doméstico;		
Presença no entorno	<input type="checkbox"/> resíduos sólidos; <input type="checkbox"/> Fezes humanas; <input type="checkbox"/> Fezes de animais		
Profundidade (m)	Vazão(L/h)	Diâmetro (m)	
Tipo de bombeamento	<input type="checkbox"/> Bomba elétrica <input type="checkbox"/> Bomba movida por Cata vento		

Fonte: da própria autora.

4.3 COLETA DAS AMOSTRAS

A coleta foi realizada no período da manhã do domingo 18 de dezembro de 2016. A região onde está situado o trecho dos poços artesianos utilizados na pesquisa, no estado da Paraíba vem passando por longo período de seca, que já se estende por cerca de seis anos e ainda persiste. A insuficiência de chuvas gerou um preocupante quadro de escassez de água na região, com reflexo direto nas vazões dos poços artesianos. Foram coletadas amostras de água de 7 poços artesianos. Para as coletas físico – químicas foram utilizados frascos de polipropileno esterilizados e previamente ambientados com água do local, com o objetivo de minimizar possíveis interferências. Os frascos foram devidamente identificados com dados da amostra.

As amostras foram coletadas diretamente das caixas de armazenamento de água de cada um dos poços (Apêndice), dessa forma, durante as coletas foram tomados cuidados com a sanitização das torneiras de saída da água utilizando um algodão embebido em álcool a 70%, bem como, as torneiras foram abertas em pressão máxima, para o escoamento da água durante 1 a 2 minutos. Após o tempo de escoamento, foi realizada a coleta da amostra.

As amostras foram coletadas manualmente, e para posterior análise laboratorial mantidas sob refrigeração e acondicionadas em caixas térmicas para o transporte ao

laboratório, e início das análises. As análises foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Águas/Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, Campus Sumé, no máximo 60 horas após a coleta.

4.4 MÉTODOS DE ANÁLISES DA ÁGUA

Os parâmetros físico-químicos analisados foram: Alcalinidade, dureza (total, cálcio e magnésio), cloretos, pH, CE. Para as análises de alcalinidade, dureza e cloreto foram usados métodos titulométricos. O pH e a Condutividade elétrica (CE) foram determinados pelo método eletrométrico, por meio de leitura direta. Os sólidos totais dissolvidos foram obtidos a partir dos resultados da CE. Os resultados obtidos nas análises de águas dos poços artesianos avaliados serão apresentados à comunidade na forma de laudo informativo.

– Determinação da Alcalinidade

A determinação da alcalinidade foi realizada por meio do método de titulometria ou volumetria de neutralização, que consiste na reação entre um ácido e uma base, formando o sal correspondente na água, em que o ponto de formação do sal é detectado visualmente devido ao uso de um indicador ácido – base (PARRON, 2011). Dessa forma, foi possível determinar a alcalinidade total da água, por meio da titulação de amostras de volume conhecido com solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4), como também obter concentrações de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos dissolvidos. A alcalinidade é expressa em termos de mg/L de carbonato de cálcio ($CaCO_3$).

– Determinação dos Cloretos

As análises de cloretos foram realizadas utilizando a técnica titulométrica de precipitação pelo método de Mohr que se fundamenta na titulação de uma solução de sal, com uma solução de nitrato de prata ($AgNO_3$), no ponto final o íon prata combina-se com o cromato formando um segundo precipitado, o cromato de prata que é identificado com a utilização de cromato de potássio (K_2CrO_4), como indicador (CRUZ e CLAIN, 2010).

– Determinação da Dureza

Para a determinação da dureza foi utilizado o método de titulometria de complexação, baseado no uso do ácido etileno-diamino-tetraacético (EDTA) para titulação, neste processo um íon metálico, (analito) reage com um ligante (titulante) adequado para formar um complexo (PARRON, 2011). Os compostos (cálcio, o magnésio) formam íons complexos muito estáveis que por meio da titulação na presença do indicador apropriado, são detectados

visivelmente após total complexação. A dureza é expressa como número de equivalente de miligramas por litro (mg/L) de carbonato de cálcio (CaCO₃).

A dureza da água é expressa em mg.L⁻¹ de equivalente em carbonato de cálcio (CaCO₃) e pode ser classificada como: menor que 50 mg/L CaCO₃ água mole, entre 50 e 150 mg/L CaCO₃ água com dureza moderada, entre 150 e 300 mg/L CaCO₃ água dura e maior que 300 mg/L CaCO₃ água muito dura (RICHTER E NETTO, 2011).

– Determinação do pH

Para leitura do pH foi utilizando um (pHmetro de bancada (Quimis) ou pHmetro digital microprocessado L' Del lab Modelo DLA pH), devidamente calibrado com soluções tampão de pH conhecido. Devido ao pH apresentar dependência da temperatura durante as medições a mesma foi controlada e mantida entre 24°C e 25°C.

– Determinação da Condutividade Elétrica (CE)

A determinação da Condutividade Elétrica foi realizada através de leitura em um medidor de condutividade de bancada da TECNOPON, modelo mCA-150 devidamente calibrado. A unidade usada é o µS/cm, a uma temperatura em graus Celsius, estabelecida com a finalidade de minimizar variação da CE .

Considerando a CE as águas se dividem em quatro classes, de acordo com a concentração total de sais solúveis: C1 água de baixa salinidade com CE de 0 – 250 µS/cm, C2 água de salinidade média, com conteúdo de sais de 250 – 750 µS/cm, C3 água de salinidade alta com conteúdo de sais entre 750 e 2250 µS/cm e C4 água de salinidade muito alta apresentando CE maior que 2250 µS/cm (CORDEIRO, 2001).

– Determinação dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

Devido à relação proporcional de sólidos totais dissolvidos e a condutividade elétrica pode-se, através deste parâmetro, estipular o teor de sais da água (RIFFEL e SILVA, 2011). Na maioria das águas subterrâneas naturais, a condutividade elétrica multiplicada por um fator, que varia entre 0,55 a 0,75, gera uma boa estimativa dos sólidos totais dissolvidos (STD) na água (CPRM, 2005).

No Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, Diagnóstico do município de Santo André, estado da Paraíba, para as águas subterrâneas analisadas, a condutividade elétrica foi multiplicada pelo fator 0,65 obtendo-se uma estimativa do teor de sólidos dissolvidos, classificando as águas de 0 a 500 mg/L em águas doces, 501 a 1.500 mg/L águas salobras, e maior que 1.500 mg/L águas salgadas, (CPRM, 2005).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 INFORMAÇÕES OBTIDAS

5.1.1 Aquisição dos poços artesianos, acesso e uso da água

O município de Santo André, Paraíba não dispõe de rede de abastecimento de água, a utilização de poços artesianos tanto na zona rural como na zona urbana é de fundamental importância para o abastecimento da população, dessedentação animal, fins agrícolas, não apenas durante o período de estiagem, pois é um dos sistemas de captação hídrica que mais atende a demanda na região.

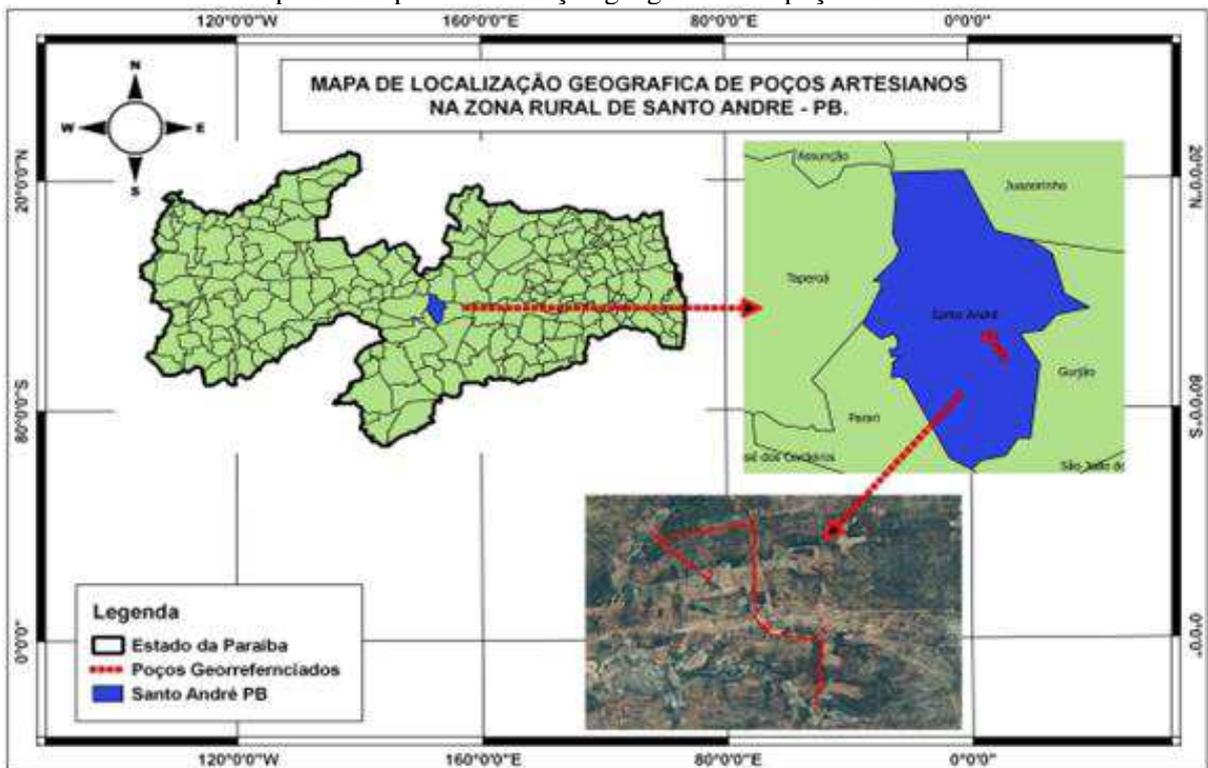
Apesar das dificuldades para manter o funcionamento, os poços são perfurados em propriedades particulares e em um ponto público pertencente à comunidade, os mesmos beneficiam os proprietários do terreno onde foram perfurados e as pessoas que moram no entorno dos poços, afinal a água é um bem de domínio público.

Alguns poços são perfurados em locais inadequados, encontrando vazões baixas, que muitas vezes inviabilizam seu uso, pois a quantidade de água extraída é maior que a taxa de reposição pelas chuvas, que nos últimos anos apresenta índices de precipitação insuficientes para abastecer os lençóis freáticos.

Ocorrem problemas de manutenção nos poços em decorrência dos equipamentos, como as bombas elétricas ou bombas movidas por cata vento, que muitas vezes deixam de funcionar, quando o proprietário não possui condições de arcar com os consertos o município algumas vezes dar suporte para que os poços adquiridos com tanto esforço não sejam desativados.

A área da pesquisa (Mapa 2) foi escolhida levando em consideração que as comunidades rurais geralmente utilizam bastante a água de poços artesianos, por ser uma das melhores alternativas em períodos de estiagem, sendo importantes principalmente para o abastecimento de animais e irrigação/aguagem de algumas culturas e pastagens, já que as reservas hídricas superficiais na maioria das vezes são escassas no semiárido nordestino.

Mapa 2 – Mapa de localização geográfica dos poços artesianos.

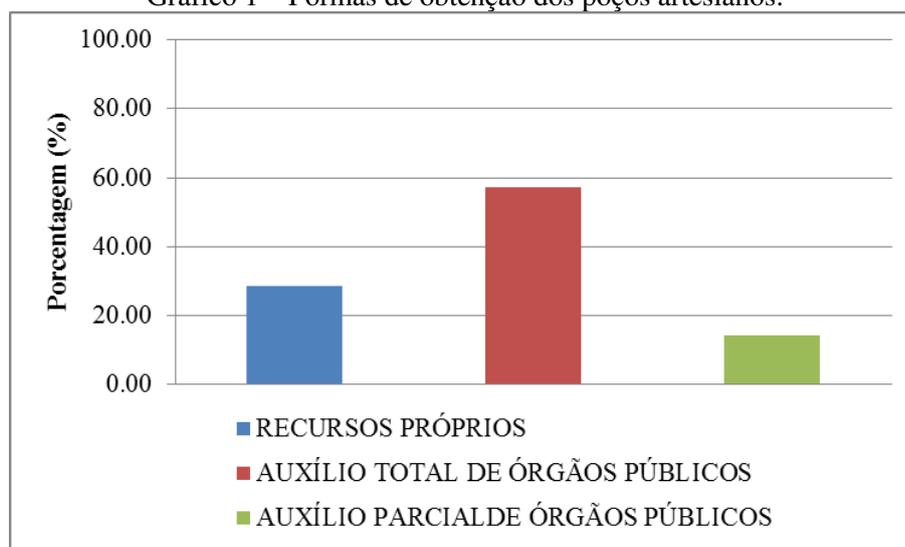


Fonte: Autor VASCONCELOS, 2017.

Os pequenos agricultores têm muitas dificuldades em conseguir recursos para perfurar poços artesianos que venham a suprir a necessidade de água em períodos de estiagem prolongada. Com relação ao sistema de bombeamento, 57,14% (4 poços artesianos) utilizam o sistema de bomba elétrica, 42,86% (3 poços artesianos) utilizam o sistema através de bomba movida por cata vento, destes, dois poços artesianos foram adquiridos com recursos próprios, em virtude do seu custo ser mais viável para obtenção desse sistema de bombeamento, e por não haver necessidade de maiores custos com despesas elétricas.

Os poços em sua maioria 57,14% (4 poços) foram adquiridos através de recursos públicos e 14,29% (1 poço) com auxílio parcial, seja através de prefeitura, governo estadual, associação, e apenas 28,57% (2 poços) foram perfurados pelos proprietários dos terrenos com recursos próprios (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Formas de obtenção dos poços artesianos.



Fonte: da própria autora.

Dos sete poços artesianos pesquisados quatro deles são utilizados somente pelos proprietários dos terrenos, em virtude da baixa vazão e por muitas vezes em relação à distância com algumas moradias. Dos quatro poços referidos acima, dois foram adquiridos com auxílio total de órgãos públicos e os outros dois adquiridos com recursos próprios dos proprietários da região.

Dois poços onde a água é utilizada tanto pelos proprietários dos terrenos como pelos vizinhos que dela necessitam, em virtude da falta de chuva e insuficiência na disponibilidade de água que assola a região por seis anos, um desses poços artesianos foi adquirido com auxílio parcial de recursos públicos e outro com auxílio total de órgãos públicos. Já a comunidade do Sítio Pinhões, Santo André – PB possui um poço o qual foi adquirido através da associação em parceria com o Governo Estadual da Paraíba, com a água a disposição atendendo a necessidade de todos que ali habitam.

5.1.2 Tipos de uso da água

As pessoas que tem os poços artesianos em suas propriedades, ou moram próximo ao poço da comunidade, utilizam a água para alguns fins agrícolas, principalmente para dessedentação animal e aguação e/ou irrigação de algumas culturas e pastagens, em alguns casos para uso doméstico. A água usada para consumo humano na comunidade é captada durante o período das chuvas e armazenada em cisternas para suprir as necessidades no período seco, quando a água é totalmente consumida as cisternas são abastecidas com caminhões pipa.

Já as famílias que não utilizam a água de poços artesianos para uso doméstico devido só ser suficiente para suprir a necessidade dos animais, existem algumas cisternas públicas que recebem água do exército duas vezes no mês e são destinadas para consumo humano e uso doméstico das famílias.

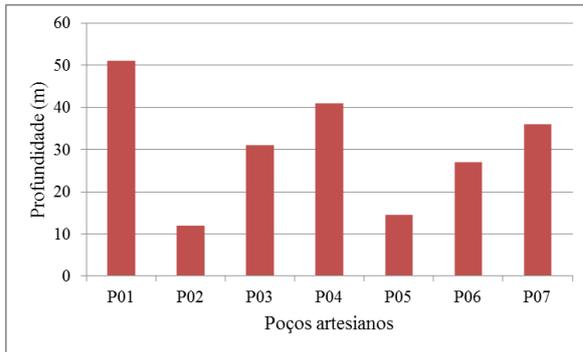
A qualidade das águas subterrâneas depende do manancial subterrâneo e as águas do cristalino nordestino apresentam alto teor de salinidade, às poucas informações quanto à qualidade da água dos poços na região semiárida indicam uma condutividade elétrica média elevada caracterizando uma água muito salina o que restringe o seu uso para consumo humano (CPRM, 2004).

Embora escassas, às águas subterrâneas em regiões semiáridas contribuem para o abastecimento hídrico. Entretanto, essas regiões reconhecidamente sujeitas ao regime pluviométrico irregular sofrem principalmente com os períodos de estiagem. Considerando que, nos últimos seis anos choveu abaixo da média histórica identificada para a região ocorrendo um dos maiores eventos de estiagem, houve a diminuição da disponibilidade hídrica das águas subterrâneas, alguns poços artesianos foram perfurados em caráter emergencial para manter a oferta de água principalmente para o consumo animal, como exemplo o poço da comunidade de Pinhões, através da associação em parceria com o governo estadual.

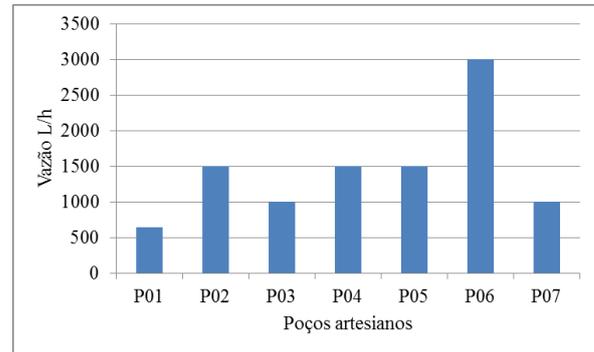
5.1.3 Profundidades e vazões dos poços artesianos

Verificou-se, grande variação da profundidade dos poços, como também ausência de relação direta entre a vazão e profundidade, como pode-se observar no gráfico de distribuição das profundidades e vazões dos poços (Gráfico 2). Os poços são perfurados em riachos pertencentes aos terrenos de cada proprietário, e em uma lagoa do Sítio Pinhões (P03), o que favorece encontrar água em menores profundidades, mesmo com vazões pequenas os poços servem bastante a comunidade, pois não tem nenhum rio ou pequenos açudes e/ou barragens próximos que possam resistir a longos períodos de estiagem.

Gráfico 2 – Distribuição das profundidades (a) e vazões (b) dos poços artesianos.



Fonte: da própria autora.



Fonte: da própria autora.

Geralmente as empresas contratadas para perfuração devem cobrar uma taxa por metro linear perfurado. Em alguns casos podem estabelecer uma profundidade limite para um determinado valor a ser pago. Durante a perfuração quando é atingido o lençol subterrâneo e verificada a presença de água, mesmo a uma profundidade menor que a estabelecida como limite durante a contratação dos serviços, a perfuração costuma ser interrompida, em alguns casos pela empresa, como também pelos proprietários. Para as empresas a interrupção irá favorecê-la, pois os contratantes irão arcar com os custos de contratação, muitas vezes a interrupção por parte dos contratantes se darem por receio da ocorrência de imprevistos que muitos acreditam que podem comprometer a vazão.

5.2 DADOS ANALÍTICOS

5.2.1 Análises físico - químicas

– Condutividade Elétrica (CE)

Considerando os limites para classes da água com relação a CE, descritos por Cordeiro, (2001), (Tabela 1) os poços P04, P05 e P07 se enquadram na classe de condutividade elétrica C3, os mesmos são localizados em um trecho de um mesmo riacho e os poços P01, P02, P03 e P06 se enquadram na classe C4 (Tabela 2).

Tabela 1 – Classificação de águas em relação a CE.

0 a 250 $\mu\text{S/cm}$	C1 - água de baixa salinidade
250 a 750 $\mu\text{S/cm}$	C2 - água de salinidade média
750 a 2250 $\mu\text{S/cm}$	C3 – água de salinidade alta
> 2250 $\mu\text{S/cm}$	C4 – água de salinidade muito alta

Fonte: Cordeiro, 2001.

Este parâmetro não é contemplado na Resolução CONAMA nº 396 de 2008, que *Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências*, estabelece considerando o uso concomitante para consumo humano, dessedentação animal, irrigação e recreação, não sendo abrangido na Resolução CONAMA nº 357, 2005.

Tabela 2 – Valores de Condutividade elétrica obtidos nas análises das amostras de águas dos poços artesanais selecionados.

Poços	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07
CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C)	5.220	2.540	2.410	1.203	1.092	2.460	976,1

Fonte: da própria autora.

A água do poço artesiano P04 é utilizada para aguação/irrigação pelo proprietário do terreno, considerando a classificação C3 de acordo com a condutividade elétrica é uma água de alta salinidade. Não devendo ser utilizada em solos com drenagem deficiente, e mesmo com drenagem adequada podem ser necessárias práticas especiais de controle da salinidade, como também utilização para plantas de alta tolerância aos sais. Os riscos apresentados por esta classe de água podem ser amenizados com emprego do método de irrigação localizada, mantendo o solo continuamente úmido (CORDEIRO, 2001; MELO et al., 2006).

Devido às características do solo da região semiárida o uso de água rica em sais minerais para irrigação pode provocar impactos negativos ao solo e a cultura que podem torna-se irreversíveis. O uso de águas de pouca qualidade como a água com teor elevado de sais para a irrigação deve ser feito com adequado manejo para evitar o acúmulo excessivo de sais no solo, prejudicando os solos e o desenvolvimento das culturas (SILVA et al, 2013).

Os proprietários dos terrenos dos poços artesanais P01, P02, P03, e P06 (P02, poço artesiano particular) também utilizam a água para aguação/irrigação, considerando a classificação C4 para esses poços artesanais a água possui salinidade muito alta, não é apropriada para irrigação sob condições normais, apenas ocasionalmente, em circunstâncias muito especiais, tais como em solos muito permeáveis, drenagem adequada e plantas altamente tolerantes aos sais, devendo ser aplicada água em excesso para se obter uma boa lixiviação de sais. No caso da utilização do P06 para irrigação/aguação, a água é diluída adicionando-a a uma cisterna com água de melhor qualidade. A salinidade afeta tanto o crescimento das plantas como a produção e qualidade do produto, se manifestando principalmente na redução da população e desenvolvimento das culturas, com sintoma similar ao causado por estresse hídrico (CORDEIRO, 2001; MELO et al., 2006).

– **Sólidos totais dissolvidos (STD)**

Para enquadramento em classes para o parâmetro STD a Resolução CONAMA nº 396 de 2008, estabelece considerando o uso concomitante para consumo humano, dessedentação animal, irrigação e recreação, como referência para Classe 1 valores menores que 1.000 mg/L e para as Classes 2, 3 e 4 valores igual ou superior a 1.000 mg/L. Os menores valores obtidos para STD foram para os poços artesianos P04, P05 e P07 (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) obtidos por meio dos valores da Condutividade Elétrica das amostras de águas dos poços artesianos selecionados.

Poços	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07
STD (mg/L)	3.393	1.651	1.566	781,95	709,80	1.599	634,47

Fonte: da própria autora.

A Tabela 3 apresenta os valores de sólidos totais dissolvidos (STD) obtidos por meio dos valores da condutividade elétrica (Tabela 2), das amostras de águas dos poços artesianos selecionados multiplicada pelo fator 0,65 (CPRM, 2005). De acordo com as classes estabelecidas no “Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea”, Diagnóstico do município de Santo André, estado da Paraíba (CPRM 2005), as águas subterrâneas analisadas dos poços P04, P05, P07 pertencem à classe de águas salobras e os poços P01, P02, P03 e P06 a classe de águas salgadas.

Para os poços P01 e P03, as águas são utilizadas para, algumas frutíferas, arbóreas e forrageiras, e o P06 que apresenta um dos maiores valores de STD, além das já citadas, a água também é utilizada no cultivo de verduras como alface e hortaliças como o coentro.

A Resolução CONAMA nº 357, 2005, destina águas de Classe 3 para dessedentação animal, como também para irrigação, consumo humano e outros fins, para esta resolução o valor estabelecido como limite para este parâmetro é de 500 mg/L, desta forma, considerando este valor todos os poços possuem teor de STD acima do limite.

Ainda de acordo com Resolução CONAMA nº 357, 2005, aplicam-se às águas doces de Classes 2 e 3 para o parâmetro STD o valor padrão da Classe 1, 500 mg/L. Para a Classe 1 a água é destinada à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, para a Classe 2 irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto e Classe 3 irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras.

– **Potencial Hidrogeniônico (pH)**

O pH é um importante fator na avaliação da conveniência de uma água para irrigação. Águas com pH acima de 8,4 podem provocar entupimentos nos sistemas de irrigação localizados, devido à precipitação do carbonato de cálcio (CaCO_3). Por outro lado, águas com valores de pH ácido entre 0 e 6 podem corroer rapidamente os componentes metálicos do sistema de irrigação (SILVA et al., 2011).

De acordo com Silva et al., (2011), no caso das águas para irrigação, o pH normal é entre 6,5 e 8,4 dessa forma os valores de pH obtidos para os poços artesianos estudados (Tabela 4), estão dentro da faixa de pH considerada normal. A Resolução CONAMA nº 396 de 2008 não estabelece limites considerados como aceitáveis na utilização de água subterrânea para irrigação de culturas e dessedentação de animais, para este parâmetro. De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, 2005 os valores para pH devem estar entre 6,0 e 9,0 para a Classe 3, sendo assim os valores obtidos na pesquisa (Tabela 4), encontram-se aceitáveis para dessedentação de animais e irrigação.

Tabela 4 – Valores de pH obtidos nas análises das amostras de águas dos poços artesianos selecionados.

Poços	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07
pH	7,91	7,77	7,62	7,95	8,16	7,67	8,24

Fonte: da própria autora.

Segundo Pereira et al., (2009), o pH ideal é que esteja próximo da faixa de neutralidade (pH 7,0), valores acima de 7,6 indicam alcalinidade, podendo apresentar níveis elevados de cálcio (Ca) e magnésio (Mg), tornando a água imprópria para consumo.

– **Cloretos**

Para os usos de água dos poços que são principalmente para aguação e/ou irrigação de culturas e dessedentação de animais a Resolução CONAMA nº 396 de 2008 não estabelece valores máximos para dessedentação de animais, bem como os limites considerados como aceitáveis para cloretos, já para irrigação estabelece valores para cloretos de 100 a 700 mg/L. Já para as Classes C1, C2 e C3 de acordo com a Resolução CONAMA nº 357 de 2005 o valor limite é de 250 mg.Cl⁻/L, para dessedentação animal e irrigação.

Dos sete poços artesianos analisados, quatro (P01, P02, P03 e P06) apresentaram nas análises teores de cloreto acima do limite superior considerado como aceitável para irrigação na Resolução CONAMA nº 396, 2008. O poço artesiano P01, como mostra a Tabela 5, apresenta um valor altíssimo de cloretos, esse valor pode ter influência dos seis anos de

escassez hídrica a qual passa essa região semiárida, das rochas de origem predominantemente calcárias, do alto teor de salinidade na água, sendo que, a água destes poços artesianos também é utilizada para aguação e/ou irrigação de algumas culturas. Para os poços artesianos P04, P05, P07 os resultados obtidos ficaram acima do limite inferior, sendo aceitáveis para irrigação. O poço artesiano P07 é o que apresenta o menor valor, não superando o limite estabelecido para as três classes destinadas a irrigação segundo a Resolução CONAMA nº 357, 2005 como mostra a Tabela 5.

Tabela 5 – Valores de cloretos obtidos nas análises das amostras de águas dos poços artesianos selecionados.

Poços	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07
Cloretos (mg.Cl/L)	1.763,05	841,35	909,88	319,05	302,51	893,34	205,61

Fonte: da própria autora.

– Dureza

Os valores obtidos considerando a classificação de Richter e Netto, (2011), para dureza, revelam que para todos os poços analisados a água é classificada como muito dura. Em geral, as águas muito duras são pouco recomendáveis em solos pesados e compactos. Uma maneira de diminuir a dureza da água é a aeração, visto que desta forma se pode inserir uma precipitação de cálcio (ALMEIDA, 2010).

Como mostra a Tabela 6, os valores de dureza em sua maioria foram bem elevados, maiores que 300 mg (CaCO₃).L⁻¹, podendo ser levado em consideração que a dureza tem origem natural através da dissolução de rochas calcárias, ricas em cálcio e magnésio, como ocorre na região semiárida, justificando essa classificação para a água como muito dura. As Resoluções CONAMA nº 396 de 2008 e nº 357 de 2005, não abrangem este parâmetro como sendo de qualidade de água, bem como não estabelecem nenhum limite para irrigação de culturas e dessedentação de animais.

Tabela 6 – Valores de dureza mg(CaCO₃)/L obtidos nas análises das amostras de águas dos poços artesianos selecionados.

Poços	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07
Cálcio (Ca²⁺)	108,33	118,33	75,00	125,00	93,33	291,67	148,33
Magnésio (Mg²⁺)	871,67	598,33	940,00	256,67	240,00	405,00	195,00
Dureza Total	980,00	716,67	1.015,00	381,67	333,33	696,67	343,33

Fonte: da própria autora.

– Alcalinidade

Considerando os valores de alcalinidade essa foi expressa apenas em bicarbonatos. As três formas da alcalinidade manifestam-se em função do pH. Para águas com pH entre 4,4 e 8,3 a alcalinidade será em virtude apenas de bicarbonatos, pH entre 8,3 e 9,4 a carbonatos e bicarbonatos, e para pH maior que 9,4 a hidróxidos e carbonatos (LIBÂNIO, 2010).

Como mostra a Tabela 7, todos os valores de alcalinidade obtidos foram em relação a apenas bicarbonatos, estando dentro do limite em relação aos valores obtidos de pH, (Tabela 4), levando em consideração os limites estabelecidos por Libânio, (2010). Os poços artesianos analisados apresentaram valores de alcalinidade um pouco altos, principalmente o poço artesiano P01, esses valores elevados pode ser em relação aos corpos d'água que estão associados a processos de decomposição da matéria orgânica, à atividade respiratória de microrganismos, onde proporciona liberação e dissolução do gás carbônico (CO₂) na água (LIBÂNIO, 2010). Assim como para a dureza a alcalinidade não é abordada nas Resoluções CONAMA n° 396 de 2008 e n° 357 de 2005.

Tabela 7 – Valores de alcalinidade mg(CaCO₃)/L obtidos nas análises das amostras de águas dos poços artesianos selecionados.

Poços	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07
Carbonato	0	0	0	0	0	0	0
Bicarbonato	593,00	321,33	254,67	347,33	291,33	332,00	326,67
Total	593,00	321,33	254,67	347,33	291,33	332,00	326,67

Fonte: da própria autora

5.3 LAUDO INFORMATIVO

LAUDO DE ANÁLISE DA ÁGUA DE POÇOS ARTESIANOS	Mês de referência:
LABORATÓRIO DE QUALIDADE DE ÁGUA/CDSA/UFCG	Dez/16
Local da coleta: SITIO PINHÕES, SANTO ANDRÉ/PB	(Data da coleta: 18/12/16)

PADRÕES FÍSICO - QUÍMICOS												
Parâmetro	Unidade	VMP Resolução 2008	VMP Resolução 2005	IRRIGAÇÃO	DESSEDENTAÇÃO ANIMAL	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07
Condutividade elétrica	µS/cm	-	-	-	-	5.22	2.54	2.41	1.203	1.092	2.46	976
Sólidos totais dissolvidos	mg/L	-	500	-	500	3.393	1.651	1.566	781,95	709,8	1.599	634,47
pH	-	-	6,0 a 9,0	-	6,0 a 9,0	7,91	7,77	7,62	7,95	8,16	7,67	8,24
Cloretos	mg.Cl/L	-	250	100 a 700	250	1.763,1	841,35	909,88	319,05	302,51	893,34	205,61
Dureza total	mg(CaCO ₃)/L	-	-	-	-	980	716,67	1.015	381,67	333,33	696,67	343,33
Alcalinidade total	mg(CaCO ₃)/L	-	-	-	-	593	321,33	254,67	347,33	291,33	332	326,67
CONSIDERAÇÕES												
Metodologia: Manual de Análises Físico - Químicas de Águas de Abastecimento e Residuárias												
Legislações: Resolução nº 396 de 2008 e nº 357 de 2005 do CONAMA												
Abreviatura: VMP - Valor Máximo Permitido; STD - Sólidos Totais Dissolvidos; pH – Potencial Hidrogeniônico												
CONCLUSÕES												
P01 - Os parâmetros STD, cloretos não atende aos padrões para dessedentação animal e irrigação, o pH atende aos padrões.												
P02 - Os parâmetros STD, cloretos não atende aos padrões para dessedentação animal e irrigação, o pH atende aos padrões.												
P03 - Os parâmetros STD, cloretos não atende aos padrões para dessedentação animal e irrigação, o pH atende aos padrões.												
P04 - O parâmetro STD não atende aos padrões, o cloreto atende apenas ao padrão para irrigação, o pH atende aos padrões.												
P05 - O parâmetro STD não atende aos padrões, o cloreto atende apenas ao padrão para irrigação, o pH atende aos padrões.												
P06 - Os parâmetros STD, cloretos não atende aos padrões para dessedentação animal e irrigação, o pH atende aos padrões.												
P07 - O parâmetro STD não atende aos padrões, o cloreto e o pH atende aos padrões.												
OBSERVAÇÕES												
Os parâmetros condutividade elétrica, dureza total e alcalinidade total não possuem padrões estabelecidos em relação às resoluções citadas, apesar de não serem contemplados nas referidas resoluções, estes parâmetros estão diretamente relacionados à salinidade de águas.												

6 CONCLUSÕES

As águas dos poços artesianos selecionados para esta pesquisa, localizados no Sítio Pinhões, zona rural do município de Santo André – PB, são utilizadas principalmente para a dessedentação de animais, aguação e/ou irrigação de culturas e pastagens e em alguns casos uso doméstico. Os poços artesianos existentes nas propriedades rurais escolhidas foram em sua maioria oriundos de recursos públicos.

Observou-se uma grande variação em relação à profundidade dos poços artesianos, verificando-se ausência de relação direta entre vazão e profundidade, isso pode ser devido à perfuração ser realizada em riachos em sua maioria, por não ter nenhum rio que banhe a comunidade já mencionada nesta pesquisa.

Os resultados encontrados das análises físico-químicas da água utilizada para a dessedentação de animais dos poços artesianos selecionados, em relação à Resolução CONAMA n. 357 de 2005, para o parâmetro STD estão em discordância ao VMP, para cloretos os resultados encontram-se acima do limite para os poços artesianos P01, P02, P03, P04, P05, P06 e apenas o P07 é aceitável de acordo com o limite superior, os valores de pH obtidos para todos os poços artesianos são aceitáveis.

Considerando a Resolução CONAMA n. 357 de 2005, os valores encontrados para o teor de STD estão acima do limite permitido para as águas destinadas à irrigação/aguação de culturas e pastagens. Os valores de pH estão dentro dos limites aceitáveis. Já para os valores de cloretos, apenas a água do poço artesiano P07 possui valor aceitável, os outros poços artesianos P01, P02, P03, P04, P05, P06 encontram-se em discordância.

De acordo com a Resolução CONAMA n. 396 de 2008 os valores de cloretos são aceitáveis apenas para os poços artesianos P04, P05 e P07 para irrigação. A resolução citada não estabelece valores máximos de cloretos para dessedentação de animais.

Os parâmetros condutividade elétrica, dureza total e alcalinidade não possuem padrões estabelecidos pelas Resoluções CONAMA n. 396 de 2008 e CONAMA n. 357 de 2005 para dessedentação animal e irrigação de culturas e pastagens, apesar de não serem contemplados nas referidas resoluções, estes parâmetros estão diretamente relacionados à salinidade de águas.

Os resultados das análises físico-químicas obtidos revelam-se fundamentais para subsidiar a otimização da utilização das águas subterrâneas e auxiliar, portanto, os agricultores na identificação da melhor forma de utilizar o precioso recurso.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, R. D. **Monitoramento da qualidade da água de poços no calcário Jandaíra e restrições na agricultura irrigada**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2007. 71 p.
- ALMEIDA, O. A. **Qualidade da Água de Irrigação**. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Cruz das Almas, 2010. 227 p.
- ALVES, J. J. A. Caatinga do cariri paraibano. *GEONOMOS*, v.17, n.1, p. 19 - 25, 2009.
- ARAÚJO, V. M. **Programas, projetos, ações públicas e gestão das águas no Semi-Árido: uma avaliação em Januária, MG**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2007. 116 p.
- ARAÚJO, S. M. S de. A Região Semiárida do Nordeste do Brasil: Questões Ambientais e possibilidades de Uso Sustentável dos Recursos. **Rios Eletrônica–Revista Científica da FASETE. Ano 5**, 2011.
- ARAÚJO, J. C. Recursos hídricos em regiões semiáridas. In: GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. da S.; MEDEIROS, S. de S.; GALVÃO, C. de O. (Editores). **Recursos Hídricos em Regiões Semiáridas: Estudos e Aplicações**. Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas - BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. p. 02-27.
- BRAGA, R. A. P. As Águas Invisíveis nos Rios Intermitentes. In: BRAGA, R. A. P. **Águas de Areias**. Recife: Clã, 2016. p. 11-37.
- BRASIL. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS/Ministério da Saúde**. 1. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2014. 112 p.
- BILICH, M. R. **Ocupação de terras e a qualidade da água na microbacia do ribeirão Mestre D’Armas, Distrito Federal**. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Brasília, 2007. 119 p.
- CABRAL, J. J. S. P.; PAIVA, A. L. R.; FILHO, P. F. A.; VASCONCELOS, G. L. M. B.; SILVA, D. J.; COUTINHO, A. P. Acumulação de Sedimentos e Água no Leite Seco dos Rios no Semiárido. In: BRAGA, R. A. P. **Águas de Areias**. Recife: Clã, 2016. p. 39-70.
- CHAVES, I. B.; FRANCISCO, P. R. M.; LIMA, E. R. V.; CHAVES, L. H. G. Modelagem e mapeamento da degradação da caatinga. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 183 – 195. Mossoró, 2015.
- CIRILO, J. A.; CABRAL, J. J. S. P.; LOBO FERREIRA, J. P.; OLIVEIRA, M. J. P. M.; LEITÃO, T. E.; MONTENEGRO, S. M. G.; GÓES, V. C. **O Uso Sustentável dos Recursos Hídricos em Regiões Semi-áridas**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH, 2007.
- CIRILO, J.A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. **Estudos Avançados**, n. 22(63), 61-82, 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: CONAMA, 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Brasília: CONAMA, 2008.

CORDEIRO, G. G. Qualidade de água para fins de irrigação (Conceitos básicos e práticas). **Embrapa Semi-Árido**. Petrolina, 2001.

COSTA, C. L. et al. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas em poços do estado do Ceará, Brasil. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 171-180, 2012.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil – Estudos hidrogeológicos de bacias sedimentares da região semi-árida do nordeste brasileiro. 2004.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil – Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Santo André, estado da Paraíba. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

CRUZ, J. N.; CLAIN, A. F. A Interferência do pH na Análise de Cloreto pelo Método de Mohr. **Revista Eletrônica TECCEN**, v. 3, n. 3, p. 29-44. Vassouras, 2010.

DRUMOND, M.A.; KIILL, L. H. P.; LIMA, P. C. F.; OLIVEIRA, M. C.; OLIVEIRA, V. R.; ALBUQUERQUE, S. G.; NASIMENTO, C. E. S.; CAVLCANTI, J. **Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da Caatinga**. Petrolina, PE: [s.n.], 2000. 21p. Não publicado. Documento para discussão no Grupo de Trabalho Estratégias para o uso sustentável, no Seminário Biodiversidade da Caatinga, realizado em Petrolina, PE, em 2000. 23 p.

FRANÇA, R. F. **Estrutura anatômica da madeira e do carvão de espécies da caatinga**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Curitiba, 2015. 100 p.

FRANCISCO, P. R. M.; LIMA, E. R. V.; CHAVES, I. B.; CHAVES, L. H. G. **Uso de geotecnologias e de técnicas de descrição e levantamento em campo no mapeamento das tipologias de caatinga da Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá, PB**. VI Simpósio Internacional de Geografia Agrária - VII Simpósio Nacional de Geografia Agrária 1ª Jornada de Geografia das Águas (ISBN 978-85-237-0718-7). 2013.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. **Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio**. Cad. Saúde Pública, 17(3): 651-660. Rio de Janeiro, 2001.

GALVÃO, C. O. CIRILO, J. A.; CABRAL, J. J. S. P.; MEDEIROS, M. G. A. **Recursos Hídricos para a Convivência com o Semiárido**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH, 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/2513851>. Acesso em: 15 de março de 2017.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO - INSA. **Website**. 2014. Disponível em: <http://www.insa.gov.br>. Acesso em: 08 dez. 2016.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3ª edição. Campinas, São Paulo: Átomo, 2010. 494 p.

LÖBLER, C. A. ; SILVA, J. L. S. Vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas do município de Nova Palma, Rio Grande do Sul, Brasil. **Rev. Ambient. Água** v. 10 n. 1. Taubaté, 2015.

MAGALHÃES, Y. A. et al. Qualidade microbiológica e físico-química da água dos açudes urbanos utilizados na dessedentação animal em Sobral, Ceará. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 12, n. 2, p. 141-148. Três Corações, 2014.

MEDEIROS, S. S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. O. ; PAZ, V. P. S. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Instituto Nacional do Semiárido. Campina Grande, 2011. 440 p.

MELO, J. G.; MEDEIROS, A. B.; VACONCELOS, M. B.; CASTRO, V. L. L. Modificações hidrogeoquímicas e classificação das águas do aquífero Jandaira para irrigação na região de Baraúna, RN. XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. **Revista Águas Subterrâneas**, 2006.

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. In: GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. da S.; MEDEIROS, S. de S.; GALVÃO, C. de O. (Editores). **Recursos Hídricos em Regiões Semiáridas: Estudos e Aplicações**. Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas - BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. p. 02-27.

NASCIMENTO, S. A. M.; BARBOSA, J. S. F. Qualidade da água do aquífero freático no alto cristalino de Salvador, Bacia do Rio Lucaia, Salvador, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, v.35, p. 543-550. 2005.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análises físico-química de água. Embrapa. Florestas, 2011.

PEREIRA, E. R.; PATERNIANI, J. E. S.; DEMARCHI, J. J. A. A. A importância da qualidade da água de dessedentação animal. **BioEng**, v.3 n.3, p.227-235. Campinas, 2009.

RAMOS, L. A.; CAVALHEIRO C. C. S.; CAVALHEIRO, E. T. G. Determinação de nitrito em águas utilizando extrato de flores. **Quim. Nova**, v. 29, n. 5, 1114-1120, 2006.

RICHTER, C. A.; NETTO, J. M. A. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. – 9ª reimpressão da 1ª edição de 1991. São Paulo: Blucher, 2011. 332 p.

RIFFEL, E. S. SILVA, J. L. S. Caracterização dos recursos hídricos subterrâneos no município de Santa Rosa – RS. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v. 22, p. 3-28. 2011.

SILVA, A. P. S. et al. Qualidade da água do reservatório da usina hidrelétrica (uhe) de peti, Minas Gerais. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.6, p.1063-1069, 2009.

SILVA, I. N.; FONTES, L. O.; TAVELLA, L. B.; OLIVEIRA, J. B.; OLIVEIRA, A. C. Qualidade de água na irrigação. **ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.07, n. 03, p. 01-15. Patos, 2011.

SILVA, A. O.; KLAR, A. E.; SILVA, E. F. F. Produção da cultura da beterraba irrigada com água salina. **Reveng**, Engenharia na agricultura, v.21 n.3. Viçosa, 2013. P. 271-279.

SILVA, M. B. R.; AZEVEDO, P. V.; ALVES, T. L. B. Análise da degradação ambiental no alto curso da bacia hidrográfica do rio Paraíba. **Bol. Goia. Geogr.** (Online), v. 34, n. 1, p. 35-53. Goiânia, 2014.

SOUZA, B. I.; SUERTEGARAY, D. M. A.; LIMA, E. R. V. Desertificação e seus efeitos na vegetação e solos do cariri paraibano. Mercator - **Revista de Geografia da UFC**, ano 08, número 16, 2009.

SOUZA, J. R. et al. A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **REDE - Revista Eletrônica do Prodepa**, v.8, n.1, p. 26-45, abr. 2014, Fortaleza, Brasil, ISSN: 1982-5528.

SOUZA, A.; BERTOSI, A. P. A.; LASTORIA, G. Diagnóstico temporal e espacial da qualidade das águas superficiais do Córrego Bandeira, Campo Grande, MS. **Revista Agro@mbiente** On-line, v. 9, n. 3, 2015. p. 227-234.

ST HIDRO-SIMULAÇÃO PARA APLICAÇÃO DA COBRANÇA EM ESCALA REAL -ST HIDRO. Atividades de sustentação: bacia do Rio Paraíba. Volume 2. Santa Maria e Campina Grande, 2008.

VASCONCELOS, V. de M. M.; SOUZA, C. F. Caracterização dos parâmetros de qualidade da água do manancial Utinga, Belém, PA, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 6, n. 2, p. 305-324, 2011.

VASCONCELOS, J. A. P. Imagem elaborada e cedida para o autor do trabalho. Sumé, 2017.

ZANELLA, M. E. (2014). **Considerações Sobre o Clima e os Recursos Hídricos do Semiárido Nordestino**. in Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, 2014, n.36, Volume Especial, p. 126-142.

APÊNDICE – Coleta das amostras de água diretamente das caixas de armazenamento de cada um dos poços artesianos

P01



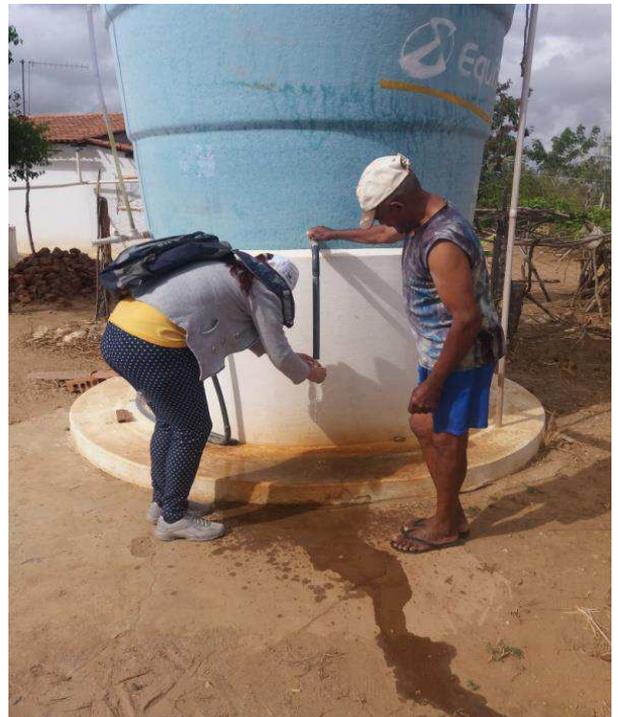
P02



P03



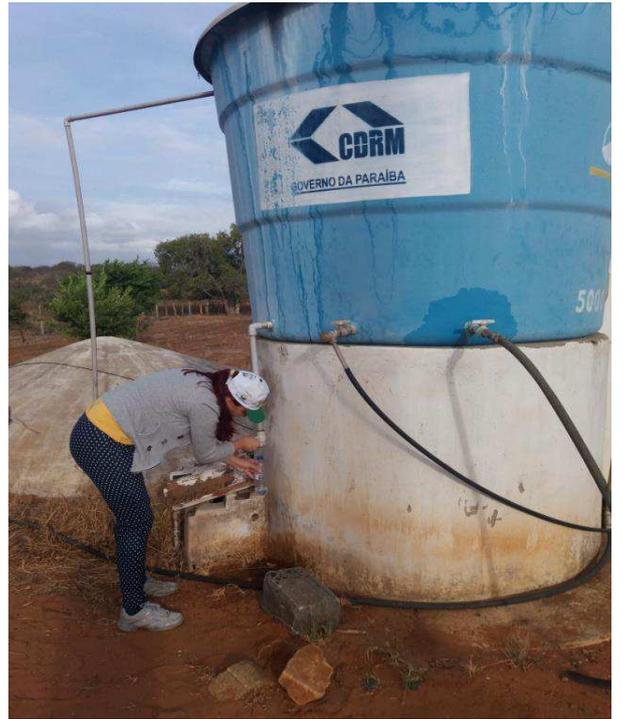
P04



P05



P06



P07

