



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**FRANCINALDO DE BRITO SILVA**

**O SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DA CIDADE DE SANTA  
RITA - PB**

**JOÃO PESSOA**  
**2016**

**FRANCINALDO DE BRITO SILVA**

**O SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DA CIDADE DE SANTA  
RITA - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC),  
apresentado à Coordenação do Curso de  
Engenharia Civil como requisito parcial, para  
obtenção do título de Bacharel em Engenharia  
Civil.

**Orientador:** Prof. Dr. Jose Marcilio Filgueiras  
Cruz

**JOÃO PESSOA**

**2016**

FICHA CATALOGRÁFICA

**FRANCINALDO DE BRITO SILVA**

**O SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DA CIDADE DE SANTA RITA - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC),  
apresentado à Coordenação do Curso de  
Engenharia Civil como requisito parcial, para  
obtenção do título de Bacharel em Engenharia  
Civil.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Jose Marcilio Filgueiras Cruz (Orientador)  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

---

Prof. Dr. Paulo Germano Toscano Moura (Membro)  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

---

Prof. Dr. Ubiratan Henrique Oliveira Pimentel(Membro)  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Ana Claudia Fernandes Medeiros de Braga  
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

**Aos meus pais, Antônio Francisco da Silva e  
Lúcia de Fátima Brito Silva.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ter me guiado nos caminhos certos e por ter me concedido a vitória nas batalhas enfrentadas.

Agradeço aos meus pais, Antônio Francisco da Silva e Lucia de Fátima Brito Silva, por serem meus exemplos de inspiração e por estarem sempre me apoiando em todos os momentos. Infinito é o amor e a gratidão que tenho por vocês. Obrigado por tudo.

Agradeço aos meus avôs e avós, por ter começado essa jornada desde a criação e educação dos meus pais.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Jose Marcilio Filgueiras Cruz pela disponibilidade, compreensão e por todos os conhecimentos passados.

As minhas queridas irmãs Lucélia de Fátima Silva e Aline Franciely de Brito Silva, pelo carinho e apoio em todos os momentos.

Aos meus sobrinhos Alan Vinicius, Ian Davi e Layene Maria.

A todos os meus amigos e em especial aos meus compadres Eder Vieira e João Neto Monteiro. E aos parceiros de todas as horas Paulo Roberto Monteiro e Rondinely Andrade.

A minha amiga e vizinha Sônia Dantas por me ajudar com seus conselhos e cuidados.

A Maria Isabel Steinmüller pelo companheirismo e cuidados ao longo do tempo que tivemos juntos, sou grato a tudo de bom que fez por mim.

Aos funcionários da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba em especial aos que trabalham na sub gerência operacional e aos que trabalharam ou trabalham comigo nas estações elevatórias de água ao longo desses cinco anos de empresa.

Aos funcionários e professores da Universidade Federal da Paraíba em especial aos que compõem o Departamento de Engenharia civil e Ambiental.

E a todos os que contribuíram de forma direta ou indiretamente para concretização desse sonho.

## RESUMO

O trabalho consiste na análise dos Projetos do Sistema de Abastecimento de Água de Santa Rita – PB. Através de uma análise do histórico de abastecimento da cidade. Tem como objetivo principal analisar os erros e pontos importantes dos projetos a fim de possibilitar uma maior compreensão do sistema desde sua concepção inicial até suas condições atuais e futuras. Concluindo que o sistema encontrasse em defasagem, pois os principais projetos então com o tempo de alcance ultrapassados, além de que os equipamentos e unidades são da década de 70/80. A má qualidade do serviço prestado não se justifica, pois a cidade possui características propícias para um SAA, com manancial relativamente próximo aos pontos de distribuição com qualidade, vazão e relevo adequado.

Palavras-chave: Sistemas de Abastecimento de Água, Santa Rita - PB, Projetos.

## **ABSTRACT**

The work consists of the analysis of the Projects of the Water Supply System of Santa Rita - PB. Through an analysis of the city's supply history. Its main objective is to analyze the errors and important points of the projects in order to allow a greater understanding of the system from its initial conception to its current and future conditions. Concluding that the system was in a lag because the main projects then with the outreach time exceeded, in addition to the equipment and units are from the 70s / 80s. The poor quality of the service provided is not justified, since the city possesses characteristics conducive to an SAA, with a source relatively close to the points of distribution with quality, flow and adequate relief.

Key words: Water Supply Systems, Santa Rita - PB, Project



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Modelo geral de um sistema de abastecimento de água .....	15
Figura 2 - Sistema de abastecimento de água, com captação em curso de água e com reservatório apoiado (perfil) .....	15
Figura 3 - Sistema de abastecimento de água, com captação em curso de água e com reservatório enterrado e elevado (perfil) .....	16
Figura 4 - Barragem de regularização de nível no rio Tibiri .....	18
Figura 5 - Estação elevatória de água bruta localizada nas margens do rio Tibiri .....	19
Figura 6 - Chegada da água bruta na calha Paschoal da ETA de Santa Rita.....	20
Figura 7 - Floculadores, decantadores e filtros da ETA de Santa Rita.....	21
Figura 8 -Filtros da ETA de Santa Rita .....	21
Figura 9 - Reservatório elevado R- 55 localizado no bairro Tibiri II.....	23
Figura 10 - Exemplo de rede ramificada .....	25
Figura 11 - Exemplo de rede malhada.....	25
Figura 12 - Exemplo de rede mista.....	25
Figura 13 - Esquema detalhado de um sistema de abastecimento convencional .....	25
Figura 14 - Localização da cidade de Santa Rita.....	27
Figura 15 - Lavanderia Publica .....	27
Figura 16 - Praça João Pessoa .....	28
Figura 17 - Rio Paraíba.....	28
Figura 18 - Diagrama do Sistema de Abastecimento de Água de Santa Rita do manancial Marés .....	35
Figura 19 - Diagrama do Sistema de Abastecimento de Água de Santa Rita Manancial do rio Tibiri.....	53

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estudo de Vazão do terceiro projeto do SAA de Santa Rita .....	33
Tabela 2 - Projeção da população do terceiro projeto do SAA de Santa Rita.....	34
Tabela 3 -Parâmetros para a demanda de água do terceiro projeto do SAA de Santa Rita .....	34
Tabela 4-Estimativo de consumo do terceiro projeto do SAA de Santa Rita.....	34
Tabela 5 - Poços que abastecem e reforçam o abastecimento do sistema.....	44
Tabela 6 - Conjuntos moto-bomba da EEAB .....	45
Tabela 7 - Conjuntos moto-bomba da EEAT1 .....	46
Tabela 8 - Adutoras de Água Tratada.....	46
Tabela 9 - Conjuntos moto-bomba da EEAT2 .....	47
Tabela 10 - Reservatórios .....	47
Tabela 11 - Evolução dapopulação e consumo de Santa Rita (Adaptada) do 11º projeto .....	52

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2. METODOLOGIA.....</b>	<b>13</b>
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>15</b>
3.1. SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA).....	15
3.1.1. PARTES DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA).....	16
3.1.1.1. MANANCIAL .....	16
3.1.1.2. CAPTAÇÃO.....	16
3.1.1.3. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS.....	18
3.1.1.4. ADUTORAS.....	19
3.1.1.5. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA).....	19
3.1.1.6. RESERVATÓRIOS.....	22
3.1.1.7. REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA .....	24
<b>4. INFORMAÇÕES SOBRE A CIDADE DE SANTA RITA.....</b>	<b>26</b>
4.1. INTRODUÇÃO.....	26
4.2. HIDROGRAFIA.....	26
<b>5. PROJETOS DO SAA DE SANTA RITA - PB.....</b>	<b>29</b>
5.1. APRESENTAÇÕES E DISCURSÕES SOBRE OS PROJETOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE SANTA RITA - PB .....	29
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>54</b>
6.1. CONCLUSÕES .....	54
6.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	54
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>56</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A necessidade de utilização da água para abastecimento é indissociável da história da humanidade. Essa demanda determinou a própria localização das comunidades, desde que o homem passou a viver de forma sedentária, adotando a agricultura como meio de subsistência e abandonando a vida nômade, mais centrada na caça. A vida sedentária tornou mais complexo o equacionamento das demandas de água, que passaram então a incluir o abastecimento de populações e não mais de indivíduos ou famílias.

Entende-se por sistemas de abastecimento de água (SAA) o conjunto de equipamentos, obras e serviços voltados para o suprimento de água potável a comunidades para fins de consumo doméstico, industrial e público. Estes sistemas de abastecimento são compostos, de uma maneira geral, pelas unidades de captação, tratamento, estação elevatória, adução, reservatórios, rede de distribuição e ligações prediais. O SAA tem importância fundamental nos níveis de saúde da população da cidade ou comunidade, na qual o sistema fornece água, diminuindo a incidência de doenças de veiculação hídrica. A implantação ou o aperfeiçoamento dos serviços de abastecimento somado a um sistema de esgoto adequado proporciona um maior controle e prevenção de doenças, a promoção de hábitos saudáveis e higiênicos, o desenvolvimento econômico e social.

A elaboração de um projeto de sistema de abastecimento de água requer estudos aprofundados e mão-de-obra especializada. Inicialmente, se faz o estudo da população a ser atendida e de sua taxa de crescimento, assim como de suas necessidades comerciais, industriais, agrícolas e populacionais. Com base nas informações obtidas no estudo, o sistema de abastecimento é projetado visando atender a um horizonte de projeto, que depende de fatores como: custo da obra, vida útil, evolução da demanda de água, flexibilidade na expansão futura do sistema e fatores ligados ao estudo do crescimento populacional (TSUTIYA, 2006).

A concepção e o dimensionamento de cada parte do sistema de abastecimento de água ocorrem de forma integrada, apesar de cada unidade possuir sua peculiaridade em

termos de projeto de engenharia, o que requer, geralmente, o emprego de uma equipe de profissionais especializados (GOMES, 2009).

No dimensionamento de cada componente, o fator econômico que leva em conta os custos de investimento e de operação do sistema, exerce um papel marcante e diferenciado, principalmente nas unidades onde a água é conduzida ao longo das tubulações, sujeitas a perdas acentuadas de energia no seu transporte. Estas unidades são precisamente as redes de distribuição pressurizadas e as adutoras, com suas estações elevatórias (GOMES, 2009).

Água e energia estão sujeitas a pressões de mesma natureza: demográficas, econômicas, sociais e tecnológicas. Nesse contexto, promover a eficiência hidráulica e energética de sistemas de abastecimento de água (SAAs) torna-se um objetivo estratégico para o alcance da sustentabilidade de cidades e nações, uma vez que, na sua maioria, tais sistemas demandam grandes montantes de energia elétrica para bombeamento, ao mesmo tempo em que perdem significativa parcela da água captada durante o processo de disponibilização (UNESCO 2009, apud RICARDO, 2012).

É neste contexto, que se coloca este trabalho monográfico ao retratar a evolução do sistema de abastecimento da cidade de Santa Rita - PB, apresentando dados e informações históricas da cidade ligadas ao abastecimento, propondo e avaliando fontes de mananciais. Que serão apresentados a partir de um contexto histórico e também em seus aspectos técnicos e de capacidade.

## 2. METODOLOGIA

Com o propósito de Descrever tecnicamente os sistemas e seu constante progresso, inicialmente foi feita uma análise sobre o funcionamento de sistemas de abastecimento de água, os equipamentos que o compõem e realizado pesquisas no setor para entendimento das etapas de funcionamento do sistema.

Foram feitas consultas a livros, tais como Água Métodos e Tecnologias de Tratamento (AZEVEDO, RICHTER, 1991), Macromedição (TARSO; PIMENTEL, 2009), entre outros e ainda manuais de abastecimento. Também foram realizadas visitas a mananciais, estações elevatórias e/ou de tratamento de água, reservatórios e a web.

Também foram feitas pesquisas no acervo técnico da CAGEPA. Os memoriais consultados em ordem cronológica de elaboração foram:

- Projeto Elaborado pelo escritório de Saturnino de Brito, 1948;
- Projeto de abastecimento de água da cidade de Santa Rita estado da Paraíba, setembro de 1966, elaborado pela secção de estudos e projetos da companhia de águas e esgoto do nordeste – C.A.E.NE
- Abastecimento d'água: Santa Rita - Ampliação, Várzea Nova – Implantação, novembro de 1979, elaborado pela SANIDRO - Saneamento e Hidráulica, LTDA;
- Tomada no Tibirí (Tauã), outubro de 1980, elaborado pela SANIDRO - Saneamento e Hidráulica, LTDA;
- Ampliação do sistema de abastecimento d'água do setor oeste, da região metropolitana da cidade de João Pessoa, março de 1982, elaborado pelo engenheiro Antônio Figueiredo Lima;
- Reforço do abastecimento d'água do setor oeste da região metropolitana de João Pessoa - PB, Agosto de 1982, elaborado pela Companhia de Água e Esgoto da Paraíba - CAGEPA;
- Melhoria do Sistema de Abastecimento d'água da cidade de Santa Rita, dezembro de 1996, elaborado por João Paulo Neto;
- Projeto do Sistema de Distribuição D'água da Zona Sul de Santa Rita - PB, março de 2006, elaborado por Eng<sup>a</sup> Célia Dalva Alves Serafim;
- Medições de Vazão e caracterização da curva de recessão do hidrograma do Rio Tibirí para a elaboração do projeto de ampliação do Sistema de Abastecimento de Água da cidade de Santa Rita - PB, fevereiro de 2009, elaborado por associação para Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia - SCIENTEC;

- Projeto de Ampliação do Sistema de Produção d'água de Tibiri II e Eitel Santiago Zona Sul de Santa Rita - PB, dezembro de 2009, elaborado por João Paulo Neto;
- Relatório: Avaliação da operação de abastecimento dos bairros TibiriII, Marcos Moura e Eitel Santiago na cidade de Santa Rita, fevereiro de 2011, Elaborado por: Abel Bezerra, Efigênio da Costa, Giordan Rodrigues, Leonardo Leite, UélioJoab;
- Relatório: Implantação do Projeto de Automação no Padrão Simples - Sistema de Santa Rita (R51, R55, R56, R57), março de 2015, elaborado por Altemar Alencar Cardoso e Bruno Cavalcante Borba Vieira.

Com este material em mãos, foi possível analisar os projetos, elaborar resumos e fazer alguns comentários para melhor entendimento do SAA de Santa Rita.

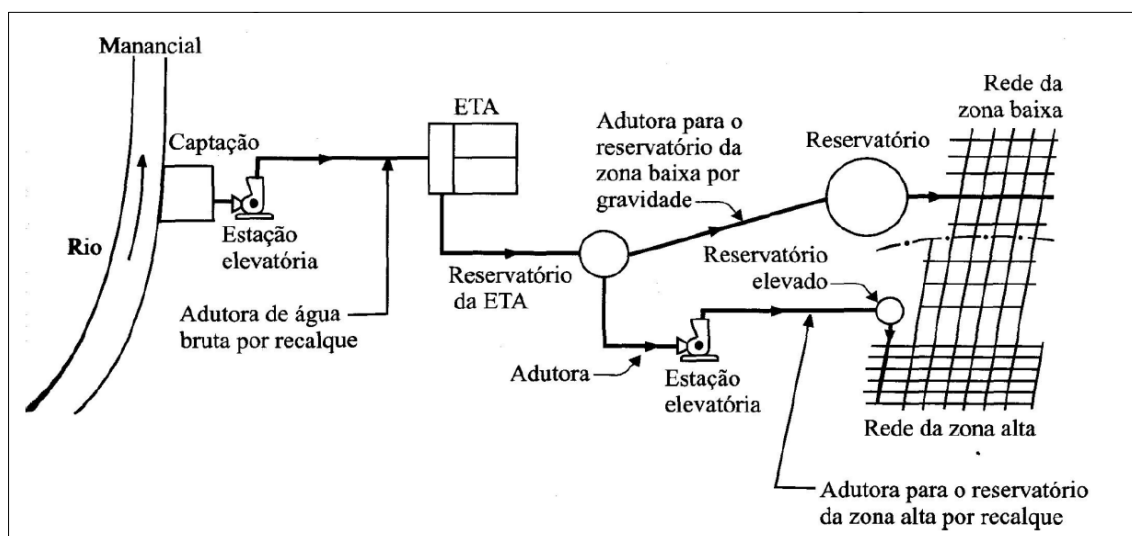
### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA)

Conforme TSUTIYA (2008), a concepção dos sistemas de abastecimento de água é variável, em função do porte da cidade, topografia, sua posição em relação aos mananciais e etc. De um modo geral, os sistemas convencionais de abastecimento de água são constituídos das seguintes partes:

- Manancial;
- Captação;
- Estação elevatória;
- Adutora;
- Estação de tratamento de água;
- Reservatório;
- Rede de distribuição.

**Figura 1-** Modelo geral de um sistema de abastecimento de água

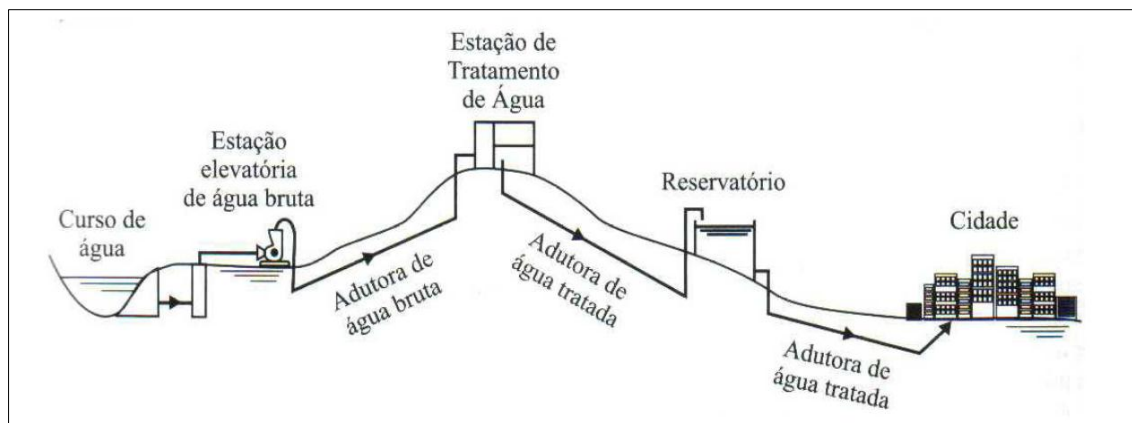


Fonte: Orsini (1996)

As Figuras 2 e 3 apresentam perfis longitudinais de sistemas de abastecimento de água, com reservatório apoiado, com reservatório enterrado e elevado respectivamente.

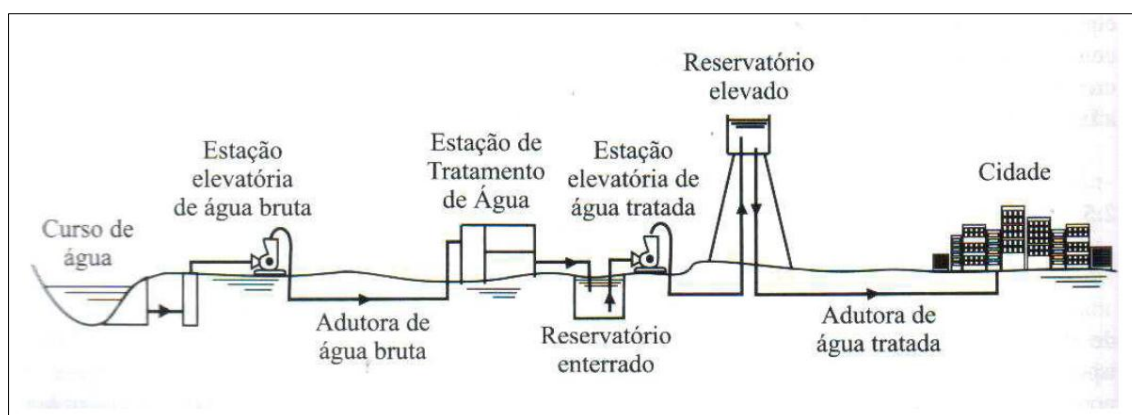
**Figura 2 -** Sistema de abastecimento de água, com captação em curso de água e com reservatório apoiado (perfil)





Fonte: Tsutiya (2004)

**Figura 3** - Sistema de abastecimento de água, com captação em curso de água e com reservatório enterrado e elevado (perfil)



Fonte: Tsutiya (2004)

### 3.1.1. PARTES DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA)

#### 3.1.1.1. MANANCIAL

São locais que fornecem água para o abastecimento público estes locais podem ser de uma fonte subterrânea ou superficial, essa fonte deve ser suficiente para atender uma determinada demanda de projeto (Tsutiya 2005, apud GIROL, 2008).

#### 3.1.1.2. CAPTAÇÃO

A captação de água bruta em mananciais é uma atividade regulamentada e legal. É regida por Lei e depende da outorga de direito de uso concedida por órgão público responsável de esfera estadual ou federal. No uso de recursos hídricos de domínio da União, as outorgas de direito de uso são de competência da Agência Nacional de Águas

(ANA), como previsto em Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 (TARSO; PIMENTEL, 2009).

É necessário um conjunto de obras para retirar a água do local. Para captação de água em mananciais de superfície, as obras são nas proporções de acordo com o porte do mesmo, levando em conta a topografia e geologia do local qualidade e variação do nível da água (DACACH, 1979, apud GIROL, 2008). O esquema das obras que compõe a captação deve fornecer condições de fácil entrada da água e assegurar a melhor qualidade possível.

Após a sua captação, a água é aduzida até as estações de tratamento. Tal adução pode ser feita por tubulações sob pressão ou em canais de escoamento livre. Nas estações de tratamento, serão realizados alguns procedimentos na água com o objetivo de torná-la potável (TARSO; PIMENTEL, 2009).

A captação de água de superfície pode ser de cinco tipos principais:

- Captação direta ou a fio de água;
- Captação com barragem de regularização de nível de água;
- Captação com reservatório de regularização de vazão destinado prioritariamente para o abastecimento público de água;
- Captação em reservatórios ou lagos de usos múltiplos;
- Captações não convencionais.

A barragem de regularização de nível ou, simplesmente, barragem de nível é um muro de pequena altura (1a 2 metros) construído perpendicularmente a um curso de água superficial, com a finalidade de dotá-lo de altura de água que seja suficiente para a derivação ou captação de suas águas.

**Figura 4** - Barragem de regularização de nível no rio Tibiri

**Fonte:** Autoria Própria, 2016

### 3.1.1.3. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

Tento em vista a economia de energia, facilidade de operação, manutenção e segurança, seria desejável que os escoamentos fossem inteiramente por gravidade. Contudo, algumas vezes, os locais a serem atendidos estão em pontos altos ou muito afastados das fontes de abastecimento de água. Deste modo, as elevatórias tornam-se essenciais na captação, adução, tratamento e rede de distribuição de água, para conduzir o líquido a cotas mais elevadas, ou para aumentar a capacidade de adução do sistema.

As elevatórias de SAA, quando destinadas a conduzir água não tratadas, denominam-se elevatórias de água bruta. Caso contrário, são denominadas de elevatórias de água tratada e normalmente são instaladas após as estações de tratamento de água para bombeamento do líquido até os reservatórios. Podem também estar entre reservatórios, ou ainda, em um trecho da rede de distribuição de água, e neste caso são mais conhecidos por boosters.

Uma estação elevatória é de extrema importância dentro de um sistema de abastecimento de água, pois elas podem ser utilizadas na captação, adução, tratamento e na distribuição da água. Sua instalação deve ser estudada com cautela, pois ela influenciara diretamente no valor de manutenção do sistema, devido um elevado custo

de energia elétrica. Se houver bombeamento no sistema, os gastos podem representar uma boa parte dentro de uma companhia de saneamento (Tsutiya, 2006, apud GIROL, 2008).

**Figura 5** - Estação elevatória de água bruta localizada nas margens do rio Tibiri



**Fonte:** Aatoria própria, 2016

#### 3.1.1.4. ADUTORAS

São tubulações dos sistemas de abastecimento de água, e são responsáveis pelo transporte de água para as unidades que antecedem a rede de distribuição do sistema. As adutoras, em um todo, não são responsáveis pela distribuição de água aos consumidores, mas sim pela interligação da captação, estação de tratamento e reservatórios (Tsutiya, 2006, apud GIROL, 2008).

#### 3.1.1.5. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)

Nos sistemas de abastecimento de água, o objetivo final é disponibilizar água potável aos usuários, de forma contínua e em quantidade e pressão adequada. E as ETAs tem a finalidade de fazer o tratamento da água bruta antes de sua distribuição, para que a água não ofereça riscos a saúde da população. Embora seja comum se afirmar que do

ponto de vista técnico é possível potabilizar qualquer tipo de água, os riscos sanitários e os custos envolvidos no tratamento de águas contaminadas podem ser muito elevados, exigindo o emprego de técnicas cada vez mais onerosas e sofisticadas, motivo pelo qual deve-se priorizar ações de proteção dos mananciais, ou seja, pode-se dizer que "o tratamento começa na escolha da captação da água bruta".

**Figura 6** - Chegada da água bruta na calha Paschoal da ETA de Santa Rita



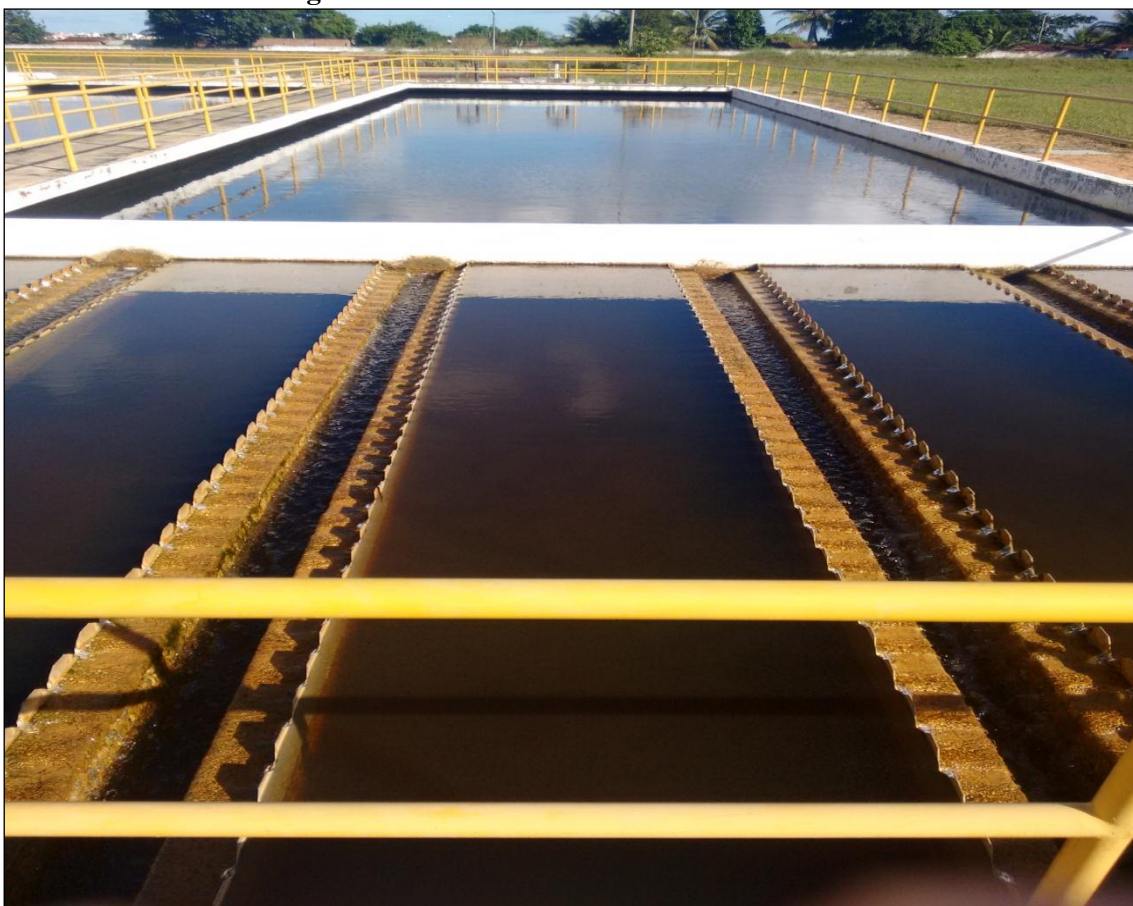
**Fonte:** Autoria própria, 2016

**Figura 7** - Floculadores, decantadores e filtros da ETA de Santa Rita



Fonte: Autoria própria, 2016

**Figura 8** - Filtros da ETA de Santa Rita



Fonte: Autoria própria, 2016

### 3.1.1.6. RESERVATÓRIOS

O reservatório é o principal fator de distribuição de água, por ser o determinador das pressões e vazões distribuídas na maioria dos sistemas de distribuição.

Após sair da ETA a água tratada é aduzida para um reservatório principal, este, por sua vez, faz a redistribuição através de adutoras para os reservatórios setoriais, para só então ser feita a distribuição da água através da rede de distribuição.

Os reservatórios são posicionados de modo a abastecer durante as horas de maior consumo e tendo também a função de contribuir para a diminuição dos custos com a rede de distribuição. São eles que permitem a continuidade do abastecimento quando é necessária a interrupção do abastecimento para manutenção em unidades como captação, adução e estações de tratamento de água. E também podem ser dimensionados para permitir o combate a incêndios, em situações especiais, em locais onde o patrimônio e segurança da população estejam ameaçados (BARROS, 1995).

Os reservatórios possuem as seguintes finalidades (Tsutiya, 2006, apud GIROL, 2008):

- Regularização da vazão: acumulam água durante as horas em que a demanda de água é inferior a média e fornecem vazões complementares quando a demanda for superior à média;
- Segurança: São importantes em situações onde, por exemplo, uma adutora é rompida sendo necessária a interrupção da captação ou estação de tratamento;
- Reserva de água para incêndio: Podem disponibilizar vazões extras para o combate a possíveis incêndios;
- Regularização das pressões: O reservatório pode ser alocado em determinados pontos do sistema para reduzir a pressão na rede. São os chamados reservatório de quebra de pressão.

Além dessas finalidades podem-se destacar outras como (Tsutiya 2006, apud GIROL, 2008):

- Bombeamento de água fora do horário de pico elétrico: o reservatório permite que se faça o bombeamento de água fora do horário de pico elétrico, diminuindo sensivelmente os custos de energia elétrica.

- Aumento do rendimento dos conjuntos elevatórios: com os valores de altura manométricas e vazão aproximadamente constante, os conjuntos motor-bomba poderão operar próximo ao seu ponto de rendimento máximo.

Entretanto, a utilização de reservatórios de distribuição apresenta alguns inconvenientes (Tsutiya 2006, apud GIROL, 2008):

- Custo elevado de implantação;
- Localização: para atender as variações de pressão da rede, o reservatório deve ser localizado em cota adequada;
- Impacto ambiental: dependendo da localização poderá ocorrer impacto ambiental com a implantação de reservatório elevado, apoiado e semi-enterrado.

Nos últimos anos realizam-se pesquisas no sentido de observar a ocorrência de deterioração da qualidade de água nos reservatórios, principalmente em grandes reservatórios com pouca circulação de água. Nesses reservatórios, tem ocorrido a perda do desinfetante residual com o reaparecimento de organismos microbianos e formação de substâncias nocivas.

**Figura 9** - Reservatório elevado R- 55 localizado no bairro Tibiri II



**Fonte:** Autoria própria, 2016



### 3.1.1.7. REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

As redes de distribuição são compostas por todas as tubulações e dispositivos anexos interligados entre si e localizados nas vias e com função de encaminhar a água aos seus usuários finais em regime contínuo, com pressão adequada e atendendo todos os padrões de consumo necessários (HELLER, 2006).

(...) é a unidade do sistema que conduz a água pra os pontos de consumo. É constituída por um conjunto de tubulações e peças especiais dispostas convenientemente a fim de garantir o abastecimento dos consumidores de forma contínua nas quantidades e pressões recomendadas (AZEVEDO, 1991).

Redes de distribuição de água são formadas por tubulações e órgãos acessórios com o principal objetivo de transportar água potável de forma contínua e em quantidade, qualidade e pressão adequada aos consumidores de acordo com a norma vigente. As redes de distribuição são formadas por dois tipos de canalizações (Tsubiya, 2006, apud GIROL, 2008):

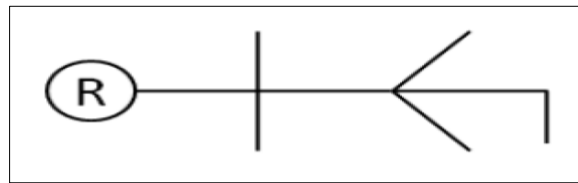
- Principal: São as canalizações de maior diâmetro que tem a finalidade de levar água as canalizações secundárias. Estas canalizações também são conhecidas como canalização mestra ou conduto tronco.
- Secundária: São as canalizações de menor diâmetro e tem a finalidade de abastecer os pontos de consumo no sistema de distribuição.

Com característica do tipo de traçado destes condutos, classifica-os como (Araújo Prince, 2006, apud OTTONELLI, 2012):

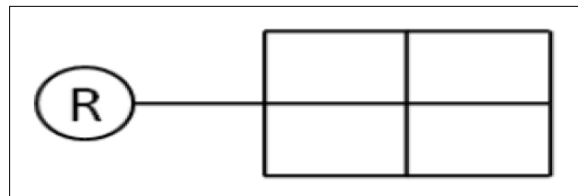
**Rede ramificada:** Esta configuração é característica de áreas que possuem um desenvolvimento linear em que as ruas não conectam entre si devido a problemas na topografia local ou de traçados urbanos (figura 10). Estas redes podem ter traçados do tipo “espinha de peixe” ou “em grelha”.

**Rede malhada:** Esta configuração de rede é típica de áreas com ruas formando malhas viárias (figura 11). As tubulações principais formam blocos ou anéis permitindo o abastecimento do sistema por mais de um caminho, favorecendo a manutenção na rede com o mínimo possível de interrupção no abastecimento de água.

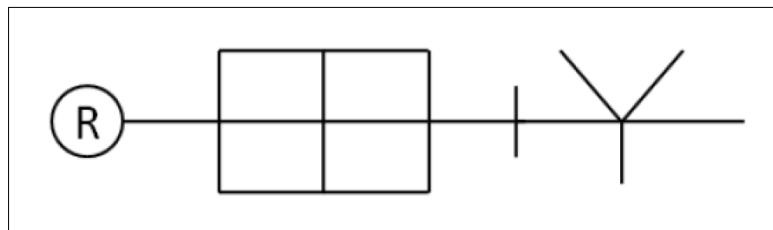
**Rede mista:** é a do que a combinação da rede ramificada com a rede malhada (figura 12).

**Figura 10** - Exemplo de rede ramificada

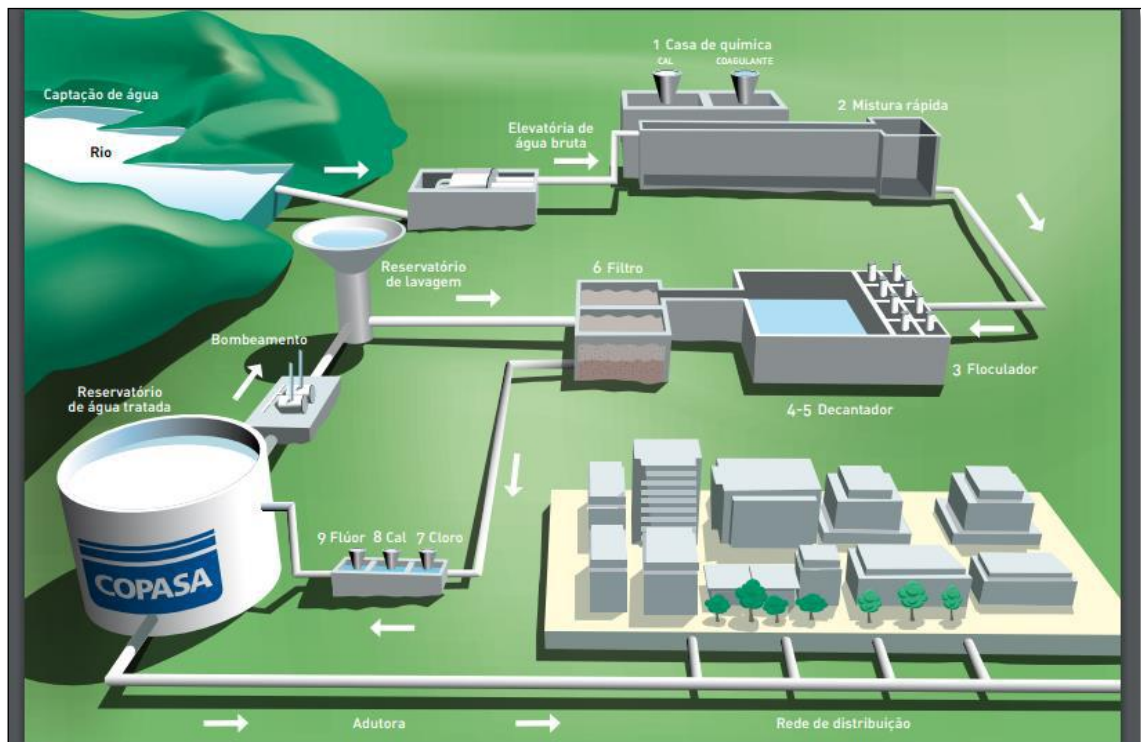
Fonte: Modificado de Gomes (2004)

**Figura 11** - Exemplo de rede malhada

Fonte: Modificado de Gomes (2004)

**Figura 12** - Exemplo de rede mista

Fonte: Modificado de Gomes (2004)

**Figura 13** - Esquema detalhado de um sistema de abastecimento convencional

Fonte: <http://www.copasa.com.br/>

## **4. INFORMAÇÕES SOBRE A CIDADE DE SANTA RITA**

### **4.1. INTRODUÇÃO**

O município paraibano de Santa Rita possui uma área de 727 Km<sup>2</sup>, sendo o terceiro mais populoso do Estado da Paraíba, com uma população, a partir dos dados da contagem de 2007, de 122.454 habitantes. Do Total dessa população, 86,7% refere-se à população urbana, com o restante de 13,3 % de população rural (COSTA, 2010).

Pode-se observar na figura 15 a seguir, que o município de Santa Rita, localiza-se na Região Nordeste, Estado da Paraíba, mas precisamente, na mesorregião da Mata Paraibana e Microrregião de João Pessoa, integrante da Região Metropolitana de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba (COSTA, 2010).

Nas últimas três décadas a cidade vem tendo um expressivo crescimento urbano, o que, além da prosperidade econômica, trouxe também problemas sociais e de urbanização. Em virtude de seu distrito industrial, atualmente o município é detentor da quarta maior economia do estado, com um PIB de 1.624.386 mil reais, no ano de 2012, após a capital, Campina Grande e Cabedelo.

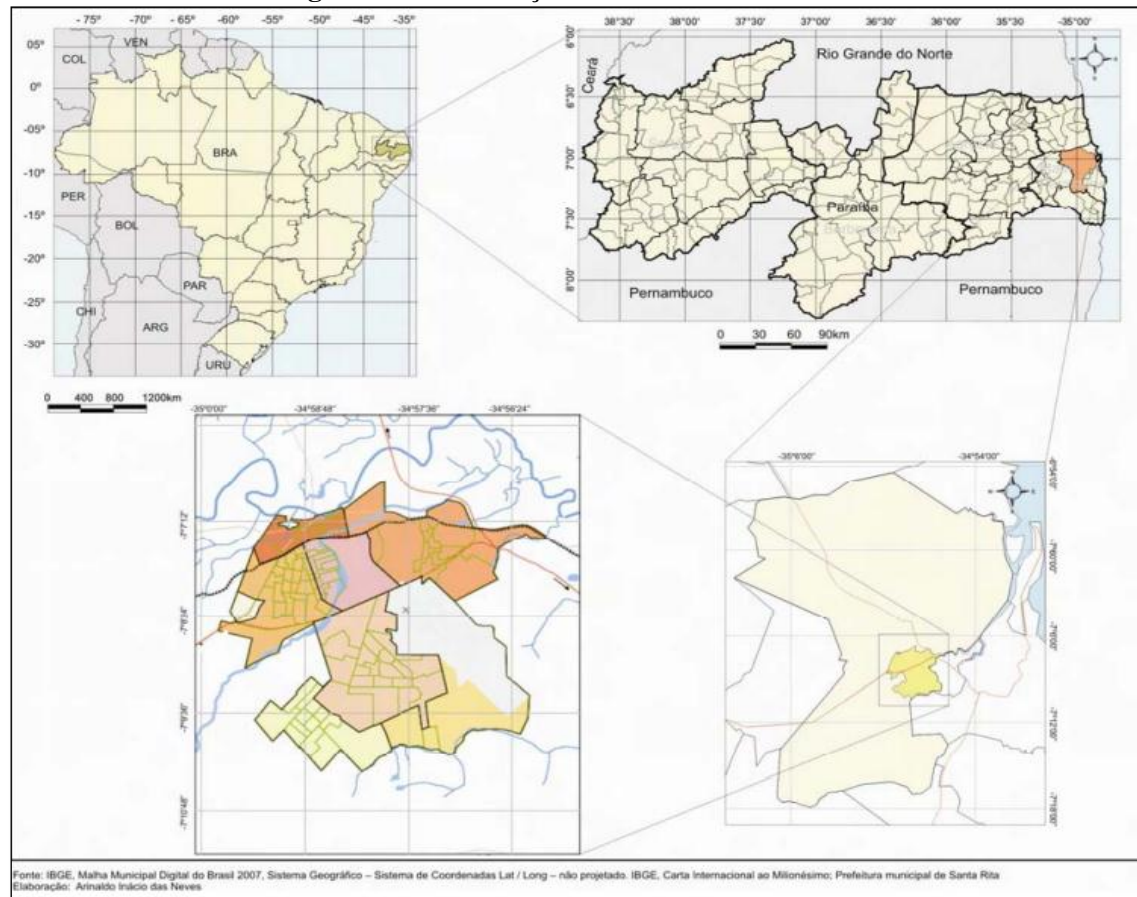
Cidade histórica localizada junto à capital do estado, Santa Rita foi palco da implantação dos primeiros engenhos de cana-de-açúcar na Paraíba. A prosperidade canavieira possibilitou que muitas casas, igrejas, capelas e outros monumentos em estilo arquitetônico barroco fossem erigidos, os quais ainda hoje remontam a essa época.

O município apresenta o maior número de fontes de águas minerais do estado da Paraíba, por isso também é conhecida como "cidade das águas minerais".

### **4.2. HIDROGRAFIA**

Santa Rita encontra-se inserido nos domínios das bacias hidrográficas dos rios Paraíba (região da Várzea Paraibana), Miriri e Gramame. Todos os cursos d'água têm regime de escoamento perene e o padrão de drenagem é o dendrítico. Os principais corpos de acumulação d'água são os açudes e lagoas. O município tem saída para o mar através do estuário do Rio Paraíba. Nessa região situam-se várias ilhas, entre elas se destacam duas pertencentes ao município: Ilha Stuart e Ilha Tiriri. A cidade possui vários rios e riachos cortando seu território geográfico.

**Figura 14 - Localização da cidade de Santa Rita**



Fonte: COSTA, 2010

Alguns registros antigos da cidade de Santa Rita - PB.

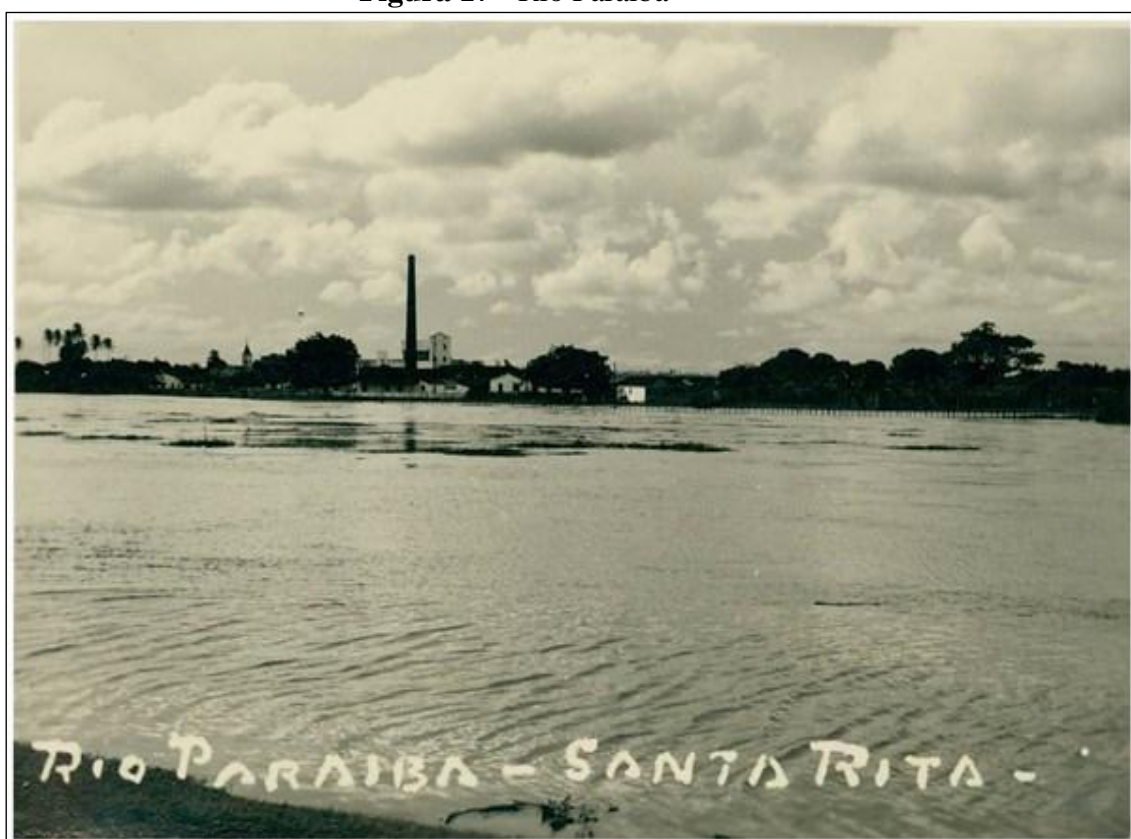
**Figura 15 - Lavanderia Publica**



Fonte :<http://cidades.ibge.gov.br/>

**Figura 16** - Praça João Pessoa

Fonte :<http://cidades.ibge.gov.br/>

**Figura 17** - Rio Paraíba

Fonte :<http://cidades.ibge.gov.br/>

## 5. PROJETOS DO SAA DE SANTA RITA - PB

### 5.1. APRESENTAÇÕES E DISCURSÕES SOBRE OS PROJETOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE SANTA RITA - PB

O primeiro projeto do Sistema de Abastecimento de Água de Santa Rita foi elaborado pelo escritório de Saturnino de Brito em 1948. Este foi executado parcialmente pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), com obras iniciadas em 1959, previa captação superficial no rio Tibiri, mas não chegou a funcionar como projetado, pois a captação não foi executada. Esse foi o primeiro grande erro no SAA da cidade de Santa Rita, pois mais tarde concluiu-se que esse manancial era de excelente qualidade e com vazão compatível com o sistema.

O segundo projeto do SAA foi elaborado em setembro de 1966 pela Companhia de Águas e Esgotos do Nordeste - C.A.E.NE, intitulado como Projeto de abastecimento de água da cidade de Santa Rita estado da Paraíba, alterando o manancial e o tipo de captação, reformulando inteiramente o primeiro projeto. Propondo a captação por poços profundos no aquífero subterrâneo, visando a diminuição dos custos na operação e no tratamento da água.

A construção desse sistema previa três etapas: a primeira cobrindo as necessidades atuais da zona baixa; a segunda cobrindo as necessidades de toda a cidade até 1980, ano em que o consumo atingira cerca de 4.000 m<sup>3</sup>/dia; a terceira etapa atenderá ao abastecimento hídrico da cidade até o ano de 1990 (consumo de 6.700 m<sup>3</sup>/dia).

Mas o sistema funcionou por poucos anos de 1970 a 1977, pois os poços apresentaram uma elevada queda na produção. Inviabilizando a continuidade da operação, tendo que recorrer a uma captação emergencial no rio Tibiri nas proximidades dos poços.

Outro ponto a se analisar é a simplificação feita a cerca da projeção da população futura.

Segue trechos do memorial descritivo (C.A.E.NE, 1966):

É pouco provável que a elevada taxa de crescimento verificada no segundo dos decênios acima referidos venha a se reproduzir no futuro. As limitações das possibilidades do desenvolvimento econômico e do mercado de trabalho na cidade não justifica previsão tão otimista, sendo mais razoável proceder-se ao cálculo da população nos próximos vinte e quatro anos a base da taxa anual média de 3,5% que é um valor intermediário entre os calculados mais atrás. Nestas condições podemos fazer a seguinte estimativa:

1960 -----20.632 hab.

1965 -----24.500 hab.

1970 -----29.000 hab.

1975 -----34.400 hab.

1980 -----41.000 hab.

1985 -----48.700 hab.

1990 -----58.000 hab.

Essas previsões indicam que a população em estudo deverá atingir cerca de 58.000 habitantes ao fim dos próximos 24 anos; pois é de supor que, as obras que venham a projetar para o suprimento potável de Santa Rita não se encontrem concluídas senão dentro de 4 anos, isto é, em 1970.

Admitimos que o serviço deva funcionar em perfeitas condições pelo menos durante vinte anos.

➤ Sistema de abastecimento atual

A população urbana utiliza meios primitivos de abastecimento: a água é colhida no açude Tibiri, situado nos limites da cidade, sendo transportada para as residências em latas e tonéis, conduzidos por animais.

A água do açude Tibiri apresenta boa composição mineral, porém, é fortemente poluída em vista da sua proximidade da área suburbana da cidade.

➤ Necessidades Futuras

• Volume d'águas necessário

Presentemente, existem em Santa Rita cerca de 6.000 prédios residenciais, dos quais aproximadamente 2.400 são de alvenaria, sendo o restante de "taipa". Admitiremos, portanto, que de início apenas 40% da população desporá de instalações prediais e que 60% deverá recorrer ao abastecimento por meio de chafarizes: esta hipótese se baseia na presunção de que o morador das humildes casas de taipa, em sua quase totalidade, não dispõe de meios para executar uma instalação de distribuição domiciliar.

Tal situação melhorará seguramente nos anos vindouros, de maneira a podermos prever que, em 1990, a proporção de casas diretamente abastecidas já se eleve a 70%.

Vamos também estimar que o consumo individual da população abastecida através de ramais domiciliares seja de 150 l/hab/dia.

➤ Obras executadas e em andamento

• Captação

Foram perfurados três poços tubulares com 90 a 120 metros de profundidade; os ensaios preliminares indicam a possibilidade de se obter de cada um deles 50 a 60 m<sup>3</sup>/hora, com rebaixamento da ordem de 30 metros.

A área de captação se encontra a cerca de 400 metros do reservatório de distribuição da zona baixa da cidade.

Em face do exposto, verifica-se que em um conjunto de 6 a 8 poços poderá fornecer o volume d'água exigido pela cidade até o ano de 1990.

Para suprir as necessidades da primeira e segunda etapas poderão ser perfurados e equipados apenas três poços.

• Distribuição

A 1ª etapa da rede de distribuição constou de todos os distribuidores que alimentarão a zona baixa da cidade.

A 2ª etapa constará dos distribuidores que alimentarão a zona alta habitadas.

A 3ª etapa constará de todos os distribuidores que alimentarão as áreas de expansão e de loteamento, tanto servidas pelo reservatório elevado como pelo semi-enterrando; estes distribuidores irão sendo construídos a medida que se tornarem necessários.

No ano de 1990 o volume d'água a ser distribuído será o seguinte:

Consumo= 6.697 m<sup>3</sup>/dia.

Em 1979 o terceiro projeto foi elaborado, pois o sistema anterior não estava suprindo as necessidades e foi solicitado pela CAGEPA em caráter de urgência a elaboração desse projeto. Nele o distrito de Várzea Nova foi considerado como integrante do sistema. Um dos requisitos do projeto era que fosse o mais econômico possível, utilizando dos equipamentos já existente e/ou equipamentos alocados nos almoxarifados da empresa. Com um alcance de quatro anos (até o ano de 1984) já que o projeto de Abastecimento Integrado da Grande João Pessoa encontrava-se em fase de implantação e inicialmente toda a cidade de Santa Rita o compõe. O Tipo de captação e o manancial foram mais uma vez alterado, voltando ao rio Tibiri como fonte do recurso. Com essa modificação foi necessário a elaboração de um projeto de estação de tratamento de água, está foi localizada na região do reservatório semi-enterrando da zona baixa, utilizando-se de algumas adaptações e novas construções.

Segue trechos retirados do memorial descritivo (SANIDRO, 1979):

Sistema proposto (curto prazo)

É principio a nortear a presente solução prover abastecimento de água para Santa Rita e Várzea Nova até 1984 com um mínimo de gastos, uma vez que as obras serão abandonadas após a implantação do sistema Integrado Grande João Pessoa. Propomos o seguinte sistema:

- a) Manancial - Rio Tibiri
- b) Captação -No mesmo local onde se faz, atualmente, a captação de emergência, melhorando o enrocamento existente quanto à estabilidade, a altura e percolação. Incluir enrocamento a montante.
- c) Elevatória de água bruta - serão instaladas bombas do tipo ELYGHT.
- d) Recalque - Já existe uma linha de recalque ligando essa captação à área de tratamento da CAGEPA. É de ferro fundido, 250mm com 1.259 metros. Será necessário construir uma outra paralela, a ser calculada no capítulo seguinte.
- e) Tratamento - Há, na área de tratamento um reservatório semi-enterrado, de aproximadamente 1.000 m<sup>3</sup>, dividido em duas câmaras o que permite uma adaptação para flocluladores de chicanas e decantadores de placas ou tubulares. Os filtros terão de ser construídos, sendo recomendados os auto-laváveis. As demais instalações do sistema existente serão aproveitadas, podendo, em alguns casos, ser redimensionadas.
- f) Nessa etapa é necessário projetar mais um reservatório elevado na zona alta da cidade, uma vez que o existente é insuficiente e o consumo de Várzea Nova, incluído no sistema, parte daí.
- g) Rede - Serão atendidas as áreas onde há demanda de distribuição e os loteamentos aprovados e em fase de ocupação.
- h) A casa de química única será construída sobre a laje do ex-decantador, parte não será demolida.

Outro ponto a se analisar deste projeto é a projeção da população, esse se utilizou do cadastro de imóveis que a prefeitura disponha para parti-la daí obter o numero de habitantes a época.

Segue trechos retirados do memorial descritivo (SANIDRO, 1979):



No corrente exercício a prefeitura local tem cadastradas:

Santa Rita – 8.166 casas

Várzea Nova – 1.741 casas

A média de 5.5 pessoas por casa, em Santa Rita é plenamente aceitável.

Daí:

Santa Rita –  $8.166 \times 5.5 = 44.932$  hab.

Várzea Nova –  $1.741 \times 5.5 = 9.576$  hab."

Na projeção para os próximos anos o projetista achou conveniente uma taxa de 5,5 % a.a para a cidade de Santa Rita e de 3,5 % a.a para Várzea Nova.

Com isso foi obtido pra Santa Rita uma População (1998) igual 125.368 habitantes e para Várzea Nova (1998) de 19.721 habitantes."

Em outubro de 1980 o quarto projeto do SAA de Santa Rita foi elaborado, com a principal incumbência a transferência do local da captação, pois o mesmo se encontrava em uma região muito próxima a zona urbana e por conseqüência a qualidade da água que chegava a ETA que por sinal já era deficitária era de baixa qualidade, e assim não estava conseguindo dar o tratamento necessário para a potabilidade da água.

Segue um trecho retirado do memorial descritivo (SANIDRO, 1980):

A incumbência que recebemos e que desenvolvemos neste trabalho é a de projetar uma tomada em lugar mais adequado no mesmo rio Tibiri, juntamente com um sistema que aproveite parte de elementos já construídos em soluções anteriores, e equipamentos disponíveis em almoxarifado.

O local escolhido para tomada é o mesmo já pesquisado por Saturnino de Brito há três décadas atrás. Fica a pouco mais de um quilômetro acima da tomada de emergência. No trabalho anterior encontra-se referências completas sobre o rio.

O Tibiri, nessas indicações, corre em vale estreito e de encostas bem inclinadas. É facilmente pretegado até suas cabeceiras."

O estudo de vazão e a projeção da população são os mesmos dados do projeto anterior. Outro ponto importante desse projeto foi o calculo e dimensionamento da adutora e do conjunto motobomba, já que foi alterada a localização da captação. Uma dificuldade a mais foi posta, solicitando o uso de materiais e equipamentos em estoque ou reaproveitados os existentes.

Segue um trecho retirado do memorial descritivo (SANIDRO, 1980):

Verifica-se um pequeno desajustamento de vazão e potência no sistema que poderá ser sanado fazendo o primeiro trecho em 300 mm ou, melhorando um pouco o conjunto elevatório. Com o conjunto existente a vazão deverá baixar para 60 l/seg. Quanto as condições de escoamento, são satisfatórias, uma vez que, apesar da existência de pontos altos na linha, e à vista da piezométrica, todos eles têm pressão interna suficiente.

Em março de 1982 o quinto projeto do SAA de Santa Rita foi elaborado, intitulado como - Ampliação do sistema de abastecimento d'água do setor oeste, da região metropolitana da cidade de João Pessoa - Fazendo parte do Sistema Integrada da Região

Metropolitana de João Pessoa, como já mencionado anteriormente toda a cidade de Santa Rita fazia parte do projeto da Grande João Pessoa, mas foi a partir desse estudo que a definição final da concepção do SAA de Santa Rita foi elaborada. A principal conclusão foi que o sistema abastecido pelo rio Tibiri seria o principal e o sistema abastecido pela ETA de Máres serviria como completo, ficando a região de Várzea Nova abastecida pelo mesmo.

Segue trecho do memorial descritivo (FIGUEIREDO, 1982):

O posicionamento que nos parece correto, no que se refere à distribuição dos recursos hídricos disponíveis para o abastecimento das áreas que são objeto do presente estudo é o do aproveitamento do rio Tibiri para o suprimento dos setores urbanos de Santa Rita que lhe ficam mais próximos, recorrendo-se à água produzida na ETA de Marés apenas para completar o atendimento das áreas que aquele curso d'água não possa suprir.

Esta proposição resulta da circunstância de que o rio Tibiri corta a cidade de Santa Rita, separando o seu núcleo central, à margem esquerda, de sua principal área de expansão, à margem direita.

Tabela 1 - Estudo de Vazão do terceiro projeto do SAA de Santa Rita

Ano	Núcleo Central (l/s)	Margem Direita (l/s)	Total (l/s)
1985	68	41	109
1990	76	77	153
2000	111	241	352
Saturação	178	399	577

Fonte: FIGUEIREDO, 1982

Verifica-se que a demanda total da área é de 577 l/s no dia de maior consumo, o que corresponde à média anual de 462 l/s ( $k_1 = 1,25$ ).

Conforme vimos no parágrafo anterior, a vazão regularizável do Tibiri é da ordem de 600 l/s (média anual) - o que permitirá o abastecimento de Santa Rita até a sua saturação urbanística, restando ainda no leito do rio uma descarga de cerca de 140 l/s - para manutenção da vida aquática no trecho final desse curso d'água.

Assim, o abastecimento hídrico das áreas restantes do setor Oeste da RMJP, isto é, Bayeux (partes alta e baixa) Alto da Boa vista e Várzea Nova, deverá provir necessariamente da ETA de Marés."

Outro ponto marcante desse projeto foi à percepção futurista do projetista quando ele cita a região da margem direita do rio Tibiri como sendo uma área com fortes indícios de grande expansão, onde alguns anos depois se confirmam. Essa região atualmente encontrasse o Bairro Tibiri II, Marcos Mourae Eitel Santiago, e é o "grande" problema do SAA de Santa Rita atualmente.

Segue trecho do memorial descritivo (FIGUEIREDO, 1982):

Por outro lado, na margem direita do Tibiri estende-se amplo tabuleiro muito propício à expansão urbana, devendo aí implantar-se, brevemente, um grande conjunto habitacional.

Dadas as condições locais favoráveis, é de se esperar uma rápida ocupação desse bairro, que é limitado, a nordeste, pelo aeroporto Castro Pinto. Já existe projeto de abastecimento d'água para o conjunto habitacional acima mencionado, porém a área restante ainda não está a exigir rede distribuidora d'água.

Entre o aeroporto e a rodovia BR-101 encontram-se o distrito de Várzea Nova e o bairro denominado Alto da Boa Vista. Trata-se de áreas já bastante ocupadas por edificações; contudo, o abastecimento d'água é muito restrito no Alto da Boa Vista e inexistente em Várzea Nova."

A estimativa da projeção da população e das vazões são outros pontos a serem analisados:

Segue trecho do memorial descritivo (FIGUEIREDO, 1982):

#### Populações a serem atendidas

A equipe de planejamento técnico da CAGEPA, após prolongados estudos e pesquisas de campo (ver plano diretor), identificou, na região metropolitana de João Pessoa, os seguintes índices de ocupação urbana:

- I. Áreas ocupadas por população de renda alta .....60 hab./Ha.
- II. Áreas ocupadas por população de renda média .....90 hab./Ha.
- III. Áreas ocupadas por população de renda baixa .....130 hab./Ha.

Com base nesses dados e na previsão das áreas a serem ocupadas no próximos decênios, bem como na apreciação dos dados censitários disponíveis, foi deduzido que a provável expansão urbana em Bayeux e Santa Rita resultará no seguinte crescimento demográfico - (ver Plano Diretor, pag. 23):

Tabela 2 - Projeção da população do terceiro projeto do SAA de Santa Rita

Cidade	1985	1990	2000	Saturação
Bayeux	68.000	97.000	115.000	115.000
Santa Rita	68.000	90.000	155.000	200.000

Fonte: FIGUEIREDO, 1982

#### Estimativas das Demandas

No já referido Plano Diretor são relatados os resultados das pesquisas realizadas na RMJP e referentes ao consumo per capita e às perdas no sistema de distribuição. Com base nesses estudos, foram deduzidos os seguintes parâmetros de demanda de água (admitindo o coeficiente de variação diária  $K_1 = 1,25$ ):

Tabela 3 -Parâmetros para a demanda de água do terceiro projeto do SAA de Santa Rita

	Área tipo I	Área tipo II	Área tipo III
Consumo per capita	500 l/hab.dia	290 l/hab.dia	200 l/hab.dia
Consumo por Hectare	0,350 l/s.Ha.	0,300 l/s.Ha.	0,300 l/s.Ha.

Fonte: FIGUEIREDO, 1982

A partir desses valores e após apreciação do tipo de ocupação das diversas áreas homogêneas identificadas em Bayeux e Santa Rita, foram estimados os seguintes consumos d'água ( no dia de maior consumo; ver anexos 6 e 8 do Apêndice2 do Plano Diretor):

Santa Rita

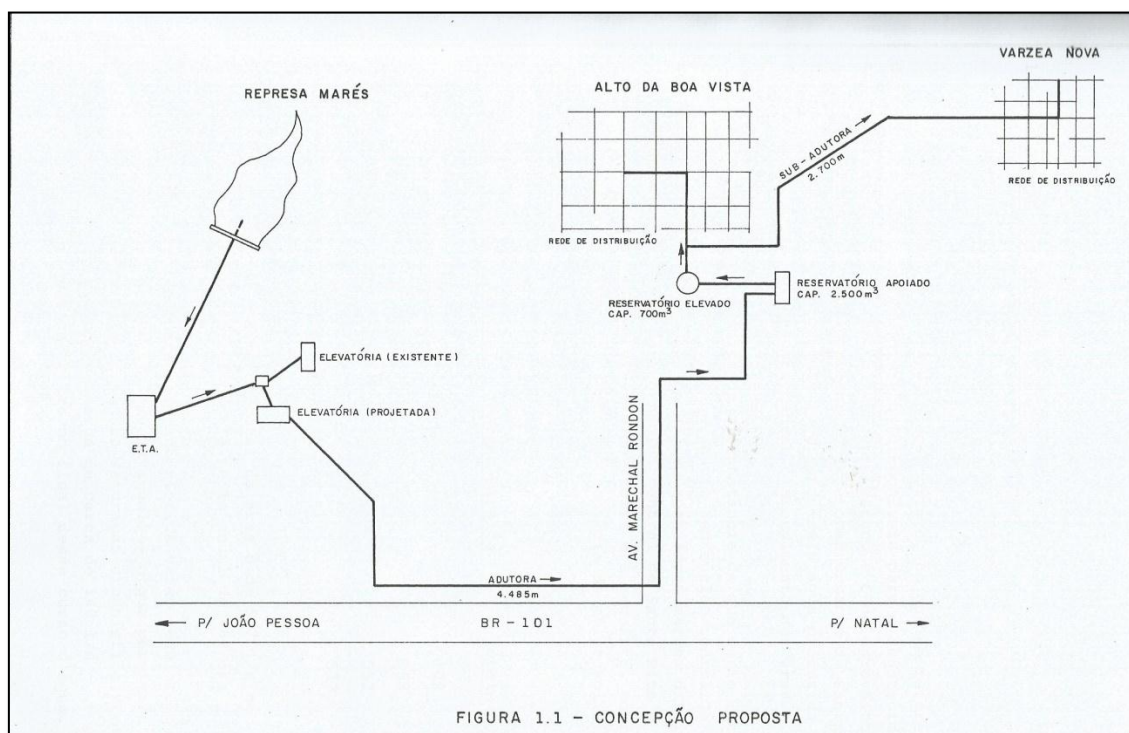
Tabela 4-Estimativo de consumo do terceiro projeto do SAA de Santa Rita

Localidade	1985	1990	2000	Saturação
Margem esquerda do Tibiri - l/s	68	76	111	178
Margem direita - l/s	41	77	241	399
Várzea Nova	35	41	48	48
Alto da Boa Vista	38	80	127	127
Total	182	274	527	752

Fonte: FIGUEIREDO, 1982

Então esse foi o projeto que definiu o conceito base do SAA de Santa Rita, atualmente ainda segue esse modelo como a região do distrito de Várzea Nova recebendo água da ETA de Máres e o restante do sistema da ETA de Santa Rita que é abastecida pelo manancial do rio Tibiri.

**Figura 18** - Diagrama do Sistema de Abastecimento de Água de Santa Rita do manancial Marés



Fonte: FIGUEIREDO, 1982

Com a definição do modelo do SAA de Santa Rita e o avanço do consumo houve a necessidade de ampliar a capacidade de tratamento da ETA, mas como a ETA projetada no terceiro projeto em 1979 não possuía capacidade, uma nova ETA teve que ser projetada.

Em Agosto de 1982 o sexto projeto do SAA de Santa Rita foi elaborado, ele previa a construção da nova ETA, além de obras complementares como: Substituição dos conjuntos elevatórios de água bruta, nova adutora de recalque de água bruta e

canalizações ligando a nova ETA aos reservatórios de distribuição existentes (zona baixa e zona alta de Santa Rita).

Segue trechos do memorial descritivo (CAGEPA, 1982):

....Apesar das providencias acima enumeradas, e continuando a ser observada a incapacidade da ETA para tratar uma água poluída e turva, a CAGEPA construiu nova captação, a montante da BR-230, e bem afastada do perímetro urbano. Com essa providencia, a água que agora chega a ETA é de excelente qualidade; contudo, persiste a incapacidade das instalações existentes de atenderem à crescente demanda de água potável, na área de sua influencia, e que deverá atingir a 110 l/s já em data muito próxima (1985).

#### Necessidade de Novas Instalações de Tratamento

Diante do que acima ficou exposto configura-se nitidamente a necessidade da construção de uma nova estação de tratamento d'água como parte integrante do sistema Tibiri.

Entre outras, podem ser apresentadas as seguintes justificativas:

- a) As instalações existentes têm capacidade limitada a 75 l/s, devendo o consumo da população, em sua área de influência atingir os seguintes valores (os valores correspondem ao dia de maior demanda):

1985.....109,7 l/s

1990.....152,7 l/s

2000.....352,4 l/s

Saturação.....576,9 l/s

- b) O modelo da ETA atual- floculação e decantação sob pressão, precedendo filtração lenta - não é recomendável para instalações cuja capacidade final se aproximará de 600 l/s (577 l/s + 3% de gastos na ETA = 594 l/s).
- c) A área em que se situa a atual ETA não é suficiente para comportar ampliações até 600 l/s - mesmo utilizando-se novas técnicas de tratamento.

Além de construir uma nova ETA teve que mudar a localização, interferindo na adutora de água bruta e em outros componentes, descrevo mais a frente às principais vantagens para a definição da localização da nova ETA, que funciona atualmente e que é a responsável pelo tratamento de toda água coletada no manancial do rio Tibiri.

Segue trechos do memorial descritivo (CAGEPA, 1982):

#### Localização da Nova ETA

A pequena distância da captação do rio Tibiri (840 metros) existe uma esplanada situada na cota 68 e que oferece excelentes condições para a implantação das novas instalações de tratamento prevista no presente estudo.

Além da proximidade da captação e do relevo plano, a área escolhida apresenta as seguintes vantagens:

- a) O terreno já pertence à CAGEPA, não havendo necessidade de desapropriações;
- b) A ETA alimentará por gravidade o principal reservatório de distribuição de Santa Rita, eliminando-se assim um segundo recalque, tal como é atualmente exigido para toda a produção da ETA existente.
- c) A ETA se encontrará a apenas 400 metros das primeiras ruas da parte alta de Santa Rita.

A proximidade das lagoas de estabilização do sistema de esgotos sanitários de Santa Rita não oferece nenhuma contra-indicação à proposta localização da nova ETA, podendo-se estabelecer cortina vegetal que separe inteiramente as duas instalações; aliás, os ventos dominantes têm direções que não permitem a condução de eventuais odores das lagoas até a ETA.

Sobre a qualidade da água do rio Tibiri é indiscutível, desde o primeiro projeto de Saturnino de Brito fez elogios.

Segue trechos do memorial descritivo (CAGEPA, 1982):

#### Qualidade da Água do Rio Tibiri

O rio Tibiri tem alimentação predominantemente subterrânea, uma vez que a natureza da sua bacia hidrográfica é caracterizada pela predominância de tabuleiros arenosos nos quais se verifica infiltração intensa e reduzindo escoamento superficial. Em consequência, as suas águas apresentam excelentes características no que diz respeito às propriedades físicas, sendo observadas cor e turbidez muito baixa, a filtração natural, nas formações arenosas, explica essa ocorrência. Em uma série de determinações realizadas no ano próximo findo, de junho a dezembro, e incluídos portanto dois meses chuvosos (junho e julho), a turbidez nunca excedeu 7 mg/l (SiO<sub>2</sub>) e a cor variou de 32 a 56 mg/l (PtCo).

Por outro lado, dada a natureza acentuadamente permeável da bacia hidrográfica do rio Tibiri, a sua cobertura florística tem pequena influência sobre o seu regime hidrológico, bem como sobre a qualidade de suas águas; deste modo, não é de temer que futuras devastações nas capoeiras que recobrem venham alterar sensivelmente as condições que nela atualmente prevalecem.

No que se refere à composição mineral, a água do Tibiri pode ser considerada excelente...

Baseada nas características da água do rio Tibiri o projetista definiu o conceito da ETA, optou-se inicialmente por uma estrutura não convencional, ou seja, uma ETA que não possuía todas as fases convencionais, fases de coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção até se chegar a potabilização. O modelo de ETA adotada foi a do processo denominado de filtração direta, no qual as fases de floculação e decantação são suspensas, com o intuito de diminuir o valor gasto na operação e no investimento inicial para a construção da ETA. Mas com a ressalva de deixar carga hidráulica suficiente para uma eventual modificação no futuro, modificação essa que foi executada alguns anos depois.

Segue trechos do memorial descritivo (CAGEPA, 1982):

Dadas as características físicas de cor e turbidez da água do rio Tibiri, seria errônea prever para a sua potabilização, uma instalação convencional completa, com as fases de coagulação floculação, decantação, filtração e desinfecção.

Na realidade, um grande número de experiências realizadas em países estrangeiros vem demonstrando que constitui um desperdício de recursos financeiros a utilização de todas as operações e todos os processos unitários acima mencionados para a potabilização de águas que, como as do rio Tibiri, apresentam, consistentemente, baixa cor e reduzida turbidez. Desenvolveu-se portanto, nos países que se encontram na vanguarda das pesquisas

tecnológicas, a tendência a adotar, em tais situações, o processo denominado de filtração direta, no qual as fases de floculação e decantação são suspensas. Recorde-se, a esse respeito, que instalações convencionais bem operadas a água decantada que chega aos filtros tem turbidez de cerca de 5 a 10 mg/l, exatamente da mesma ordem de grandeza da turbidez da água bruta do rio sob apreciação.

Várias instalações, entre as mais modernas dos Estados Unidos e Canadá, adotaram o método de filtração direta, sobressaindo entre elas a que serve o sistema de abastecimento d'água regional do Sul do Estado de Nevada, com capacidade de 757.000 m<sup>3</sup>/dia. No Nordeste do Brasil existe a ETA Jiqui, em Natal, com capacidade de 600 l/s, tratando água do rio Pintimbú.

Em face de todas essas considerações e das recomendações de autoridades no assunto, julgamos correto, no projeto da ETA do Tibiri, adotar o método de filtração a que nos vimos referindo. Apesar de tudo, foi reservada carga hidráulica, entre a saída da calha Parshall e a entrada dos filtros, suficiente para intercalação de uma eventual futura instalação de floculadores e decantadores.

Para o restante da ETA foram utilizadas metodologias comuns a época, a definição da velocidade de filtração, para o método de lavagem dos filtros, das calhas de lavagem, do material filtrante, do sistema drenante e da pós-alkalinização. Houve também a necessidade da construção de um reservatório de água filtrada para compensar as variações de produções da ETA e para assegurar permanentemente suprimento à linha-tronco que a ligará aos reservatórios de distribuição, com capacidade de 1.000 m<sup>3</sup>.

Para a construção da ETA decidiu fazer a implantação em duas etapas, a primeira com capacidade de 240 l/s e a segunda para a capacidade plena que é 600 l/s, que pelos estudos da época capaz de abastecer a saturação urbanística da cidade.

Segue trechos do memorial descritivo (CAGEPA, 1982):

A etapas de implantação preconizadas são as seguintes:

1ª Etapa - Capacidade: 240 l/s

Serão instalados dois filtros, com a capacidade nominal de 240 l/s, além de casa de química e armazém de coagulante; essa etapa corresponde a aproximadamente à vazão mínima do rio Tibiri, sem represa de regularização. Período de alcance: 1983 - 1994.

2ª Etapa - Capacidade: 600 l/s

Serão construídos três filtros adicionais ficando atendido o consumo d'água até a saturação urbanística; será necessário a construção de represa de regularização.

Com a alteração da ETA obras complementares tiveram que ser feitas e equipamentos redimensionados, a exemplo o conjunto motobomba da captação, que com a mudança da vazão e da altura manométrica tiveram que ser substituídos, e as adutoras que abastecem os reservatórios da zona baixa e zona alta de Santa Rita.

Segue trechos do memorial descritivo (CAGEPA, 1982):

Junto à captação d'água no rio Tibiri existe uma estação elevatória provida de duas bombas centrífugas (uma de reserva) - com capacidade para

recalcar 75 l/s até a atual instalação de tratamento; a altura de recalque é de 30 m.c.a.; nessa estação existente espaço reservado para duas bombas, a serem brevemente instaladas para abastecimento do Conjunto Habitacional Tibiri.

Deste modo, para montagem das bombas destinadas à alimentação da nova ETA, e que deverão recalcar na 1ª etapa, 240 l/s a uma altura dinâmica total de 65 m.c.a. houve necessidade de se projetar um edifício anexo ao existente, de modo que as novas obras sejam executadas sem interferência com a operação das instalações atualmente disponíveis.

As novas bombas, por serem de capacidade média, deverão apresentar características construtivas de nível elevado; deste modo, foram especificadas bombas horizontalmente bipartidas, sucção dupla, mancais de rolamento e rotor de bronze.

A potência a ser absorvida, na primeira etapa, será de 289 CV, havendo necessidade de ser ampliada a atual subestação rebaixadora de corrente elétrica.

A linha de recalque, em tubos de ferro dúctil, série K-9, 450 mm de diâmetro terá a extensão de 815 metros e foi dimensionada para a vazão da primeira etapa, isto é, 240 l/s. No Capítulo 2 foi incluído o estudo necessário à determinação do diâmetro mais econômico.

No futuro deverá ser instalada uma segunda linha de recalque com capacidade de 360 l/s e 500 mm de diâmetro.

- Adutora ligando a ETA ao reservatório de distribuição da Zona Baixa de Santa Rita

O nível d'água mínimo no reservatório de água filtrada da ETA do Tibiri ficara na cota 62,40 e o nível d'água máximo no reservatório de distribuição da parte baixa de Santa Rita está na cota 40,00. Deste modo existirá um desnível de 22,40 metros, que permitirá o funcionamento por gravidade da subadutora de água tratada. O seu diâmetro será de 400 mm e a extensão, 2.300 metros.

- Adutora ligando a ETA ao reservatório elevado da Zona Alta de Santa Rita

Haverá uma canalização de recalque partindo do reservatório de água filtrada, junto à ETA e atingindo o reservatório elevado com 600 m³ de capacidade existente na parte alta de Santa Rita. Tal canalização terá o diâmetro de 250 mm e a extensão de 614 metros."

Após alguns anos o SAA de Santa Rita seguiu em operação sem sofrer alterações/modificações substanciais, apenas algumas pequenas melhorias e ampliações. A ETA estava funcionando com déficit para potabilizar a água bruta muito devido a mudanças nas características físicas, principalmente nos aspectos de cor e turbidez não se enquadrando para tipo de tratamento existente. Filtração direta de fluxo descendente, causada principalmente pelo desmatamento e uso do solo para pecuária e agriculturana região da bacia hidrográfica do rio Tibiri.

Em Dezembro de 1996 o sétimo projeto do SAA de Santa Rita foi elaborado, como o propósito da ampliação e/ou melhoria da estação de tratamento existente, introduzindo no sistema de tratamento as unidades de clarificação, constando do seguinte:

- Floculador hidráulico de fluxo vertical;
- Decantadores convencionais com escoamento horizontal, 02(duas) unidades.

Segue trecho do memorial descritivo (NETO, 1996):



#### Descrição Sucinta do Sistema Proposto

...No Projeto do Sistema Produtor do Rio Tibiri, 1982, na página 1.10, o projetista faz a seguinte consideração:

" Em face de todas essas considerações e das recomendações de autoridades no assunto julgamos correto, no projeto da ETA do Tibiri, adotar o método de filtração a que nos vimos referindo.

Apesar de tudo, foi reservada carga hidráulica, entre a saída da calha parshall e a entrada nos filtros suficiente para intercalação de uma eventual futura instalação de floculadores e decantadores.

Havendo esta possibilidade de ampliação e/ou melhoria da Estação de Tratamento existente será introduzido no sistema de tratamento as unidades de clarificação constando do seguinte: Floculador Hidráulico de Fluxo Vertical e Decantadores convencionais com escoamento horizontal."

Atualmente a ETA do SAA de Santa Rita encontrasse operando sem alterações desde a introdução dos equipamentos de clarificação. Completando mais de 34 anos em operação.

Em março de 2006 o oitavo projeto do SAA de Santa Rita foi elaborado, o primeiro voltado especificamente à região de expansão da margem direita do rio Tibiri, onde se localiza os bairros Tibiri II, Marcos Moura e Eitel Santiago. Estes bairros são os que mais apresentaram problemas no abastecimento na última década, problemas que persistem na atualidade. O projeto foi voltado para a rede de distribuição.

Segue trechos do memorial descritivo (DALVA, 2006):

O projeto ora apresentado trata do estudo de melhoria na rede de distribuição da área de influência dos reservatórios dos conjuntos habitacionais do Tibiri II, Marcos Moura e Eitel Santiago, na cidade de Santa Rita - PB.

Detectada a necessidade atual de expansão da rede de distribuição, devido ao surgimento de vários loteamentos, foi então refeito o cálculo da vazão linear para a nova área do projeto, que é da ordem de 1.074,77 ha, para atender a uma população para o ano de 2021 em 60.924 habitantes.

#### Sistema proposto

O sistema de abastecimento proposto será fazer o traçado de redes ajustando-se aos projetos urbanísticos dos loteamentos aprovados na área de influência de cada um dos reservatórios ( Tibiri II - R 55, Marcos Moura - R 56, e Eitel Santiago - R 57), com previsão de atendimento das áreas ainda não loteadas.

A diretriz básica adotada consiste na subdivisão das áreas loteadas em subáreas, que serão atendidas por anéis de distribuição cujo traçado é o que melhor se ajusta à rede existente, aos setores comerciais já definidos e ao arranjo urbanístico. A área de influência de cada anel foi estabelecida de modo que o diâmetro das tubulações secundárias não ultrapasse 75 mm.

Em Dezembro de 2009 o nono projeto do SAA de Santa Rita foi elaborado, este um projeto para caracterização do rio Tibiri, principal manancial do sistema que sofre com mudanças nas características físicas da água e na vazão. Foram feitas 17 medições de vazão entre os meses de outubro de 2008 a janeiro de 2009, com o intuito de medir a vazão mínima, média, máxima e o cálculo da curva de recessão.

Segue trechos do memorial descritivo (SCIENTEC, 2009):

... A seção Transversal foi escolhida em local o mais próximo possível da Estação elevatória de Água Bruta de Santa Rita, a montante desta estação.

A seção de medição escolhida se localiza em um trecho reto do rio Tibiri, não se encontrando cursos d'água afluentes ou efluentes entre esta e a Estação Elevatória de Água Bruta - EEAB localizada a jusante.

...

Foram realizadas 17 campanhas de medição de vazão entre os meses de outubro de 2008 e janeiro de 2009. As medições de velocidade com o micromolinete foram repetidas em 3 vezes por ponto e calculado a média dos valores. Os resultados foram integrados espacialmente de forma automática com o uso do software MOLIN desenvolvido no Laboratório de Hidráulica da UFPB. O intervalo de tempo adotado para captação do total das rotações por ponto foi de 0,5 minutos.

... Deve ser ressaltado que o rio Tibiri apresenta diversos balneários, tendo inclusive uma cerca de arame a montante da seção de medição cruzando o leito fluvial, distante de aproximadamente 100 metros. A cada medição efetuada era feita uma verificação do trecho a montante até a cerca de arame, com a retirada de entulhos vegetais que eventualmente pudessem afetar os valores a serem medidos. Deve ser observado também que as operações dos vertedouros dos barramentos a montante são de muita importância, podendo em dia de frequência grande de banhistas, por exemplo, interferir no regime do rio a montante e a jusante, até a seção de medição e a EEAB.

... Os valores obtidos das medições resultaram na vazão média de 450,5 l/s, valor mínimo de 407,6 l/s e valor máximo de 483,2 l/s. A amplitude é, portanto de 75,6 l/s ou percentualmente em relação à média, igual a 16,8%. O desvio padrão é de 20,9 l/s e o coeficiente de variação é de 0,046 ou 4,6%, o que indica uma pequena dispersão entre os valores.

Apesar de as medições de vazão terem sido após o término do período chuvoso na região, e feitas a cada 7 dias, a ocorrência de valores de pouca dispersão permitem a inferência de boa parte de uma curva de recessão no período das medições efetuadas.

Com os resultados desse nono projeto conclui-se que além das mudanças nas características físicas da água, principalmente em relação a cor e turbidez problema este que levou no ano de 1996 a alteração do modelo da ETA, comprovou que a vazão também foi comprometida. No ano de 1982 um trabalho semelhante esse elaborado pela Geotécnica S.A no período do quinto projeto do SAA de Santa Rita concluiu que a vazão regularizável era de 600 l/s valor suficiente para o abastecimento até a saturação urbanística segundo estudos da época. Uma diminuição de quase 200 l/s. Valor próximo dos 240 l/s captados atualmente segundo o centro de controle operacional da CAGEPA .

Segue trecho do memorial descritivo (FIGUEIREDO, 1982):

Conforme vimos no parágrafo anterior, a vazão regularizável do Tibiri é da ordem de 600 l/s (média anual) - o que permitirá o abastecimento de Santa Rita até a sua saturação urbanística, restando ainda no leito do rio uma descarga de cerca de 140 l/s - para manutenção da vida aquática no trecho final desse curso d'água."

Em dezembro de 2009 o décimo projeto do SAA de Santa Rita foi elaborado, o segundo voltado à região da margem direita do rio Tibiri, abrangendo a melhoria na

produção (captação), adução e reservação. Com a entrada em operação do oitavo projeto do SAA de Santa Rita que teve como foco a distribuição ficou evidente que o sistema de produção precisava de ampliação, pois a má qualidade do serviço persistia.

Segue trechos do memorial descritivo (NETO, 2009):

Por ocasião da entrega oficial dessa obra à população, foi evidenciada a necessidade urgente de ampliar a oferta de água, e o governo prometeu ampliar a adutora. Nesse sentido, além da necessidade de reforço da linha adutora também ficou evidente ampliar a capacidade do booster e reservatório, para atender a uma população para o ano de 2030, estimada em 69.126 habitantes distribuídos em Tibiri II e adjacências.

O projeto evidencia que a 1ª etapa do sexto projeto do SAA de Santa Rita de agosto de 1982 chegou ao limite do alcance do projeto (alcance descrito no projeto era de 1983 - 1994), necessitando que a 2ª etapa seja implantada. Os principais pontos da 2ª etapa são a implantação da segunda adutora de água bruta, a ampliação da capacidade de produção da ETA e a represa de regularização. As principais modificações proposta nesse décimo projeto foram à mudança do conjunto motobomba responsável pela adução da água bruta até a estação elevatória, construção de nova adutora de água tratada ligando o booster localizado na elevatória ao lado da captação nas margens do rio Tibiri ao R - 55 no bairro de Tibiri II, modificação da tubulação de sucção do booster, troca do motor elétrico dos booster por um de maior potência, construção de um reservatório apoiado no R - 55 e a construção de uma adutora interligando o R - 55 ao R - 57 localizado no Eitel Santiago. O Eitel Santiago tinha até o momento um abastecimento a parte do SAA de Santa Rita, pois era abastecido por um poço profundo localizado na área do R - 57.

Segue trechos do memorial descritivo (NETO, 2009):

#### Sistema Proposto

O sistema de produção do abastecimento de água da cidade de Santa Rita trabalha no momento com a vazão de 864 m<sup>3</sup>/h (240 l/s), procedendo à captação no rio Tibiri. O bombeamento é ininterrupto, o que nos leva a confirmar que a 1ª etapa de projeto de captação para atendimento da ETA de Santa Rita trabalha em seu limite.

É preciso urgentemente providenciar pelo menos a aquisição de dois motores de 350 CV, no sentido de possibilitar a operação do equipamento com rotor no diâmetro de 400 mm.

Além disso, associar um plano de investimento que disponibilize recursos para implantar a segunda adutora de água bruta que será capaz de assegurar a vazão de suprimento com satisfação dos usuários do sistema até o ano de 2030.

Para ampliar a vazão de água tratada para Tibiri II e adjacências é necessário ampliar a vazão de água bruta.

Todavia, não deve ser esquecida a atividade de fiscalização de águas cortadas e de implantação de hidrômetros, ações capazes de inibir o consumo, reduzirem o desperdício e aumentar o faturamento da empresa.

- Booster do sistema de abastecimento de água de Tibiri II

Observamos existir um sub-dimensionamento da canalização que constitui o barrilete de sucção que abastece os conjuntos elevatórios da estação elevatória, onde temos instalado o booster que atende a adutora de recalque para o REL de Marcos Moura.

Além disso é recomendado substituir o motor de 75 CV por motor de 100 CV que passa a aduzir 48 l/s.

- Ampliação do sistema adutor de Tibiri II e adjacências

Paralela a adutora existente que atende o sistema de abastecimento de água de Tibiri II, será implantada nova adutora visando ampliar a oferta de água do atual sistema.

Teremos a implantação de tubulação em diâmetro DN 250 sendo 600 metros em tubulação de ferro dúctil Tk7 e 2.160 metros em tubulação de PVC 1MPA JE DN 250.

No intuito de evitar possíveis e continuados vazamentos na atual adutora existente será necessário a substituição de 600 metros de tubulação de PVC por tubulação de ferro dúctil TK 7 JE DN 200 mm.

Para combate aos transientes hidráulicos teremos uma unidade tipo Tanque de Amortecimento Unidirecional (TAU) para servir simultaneamente para as duas unidades da linha adutora de DN 200 e DN 250.

- Reservatório apoiado de 3.000 m<sup>3</sup> do sistema de abastecimento de água de Tibiri II

O reservatório elevado existente de 700 m<sup>3</sup> na área de Tibiri II não é suficiente para suprir a demanda e reserva necessária.

Estamos apresentando a proposta de construir, na área do reservatório elevado (REL) de 700 m<sup>3</sup>, um reservatório apoiado com capacidade de 3.000 m<sup>3</sup>, dividido em duas câmaras de 1.500 m<sup>3</sup>, e cada câmara subdividida em duas unidades de 750 m<sup>3</sup>.

- Estação elevatória na área do REL do sistema de abastecimento de Água de Tibiri II

Esta unidade terá tubulações de sucção diretamente ligadas a cada câmara do reservatório apoiado. A estrutura física desta unidade abriga os conjuntos elevatórios que recalcam para os reservatórios elevados de 700 m<sup>3</sup> (Tibiri II), e o de 100 m<sup>3</sup> (Eitel Santiago), através dos seguintes equipamentos:

- a) Para o Rel de Tibiri II, 3 (três) conjuntos elevatórios funcionando em paralelo, sendo um de reserva, podendo ser de fabricação KSB MEGANORM 100-160, 3500 rpm, rotor 185 mm, Q = 360 m<sup>3</sup>/h, Hm = 53,45 m, P = 100 CV, ou similar;
- b) Para o REL de Eitel Santiago, 2 (dois) conjunto motor bomba funcionando, sendo um de reserva, podendo ser de fabricação KSB MEGANORM 50-315 rpm, 1.750 rpm, rotor 296 mm, Q = 44,676 m<sup>3</sup>/h, Hm = 27,798 m, P = 12,5 CV ou similar.

1. Adutora de água tratada da EEAT para o REL 700 m<sup>3</sup> de Tibiri II

Essa adutora interliga o conjunto elevatório da estação elevatória com o reservatório elevado de 700 m<sup>3</sup> de Tibiri II, com tubulação de ferro dúctil TK 7 JE DN 400, extensão 40 metros.

2. Adutora de água tratada da EEAT para o REL 100m<sup>3</sup> do Eitel Santiago

Essa adutora interliga o conjunto elevatório da estação elevatória com o reservatório elevado de 100 m<sup>3</sup> de Eitel Santiago, com tubulação de PVC 1MPA JE DN 150, extensão de 3.520,00 metros.

Em fevereiro 2011 as maiorias das medidas tomadas no décimo projeto ainda não estavam concluídas, encontrava-se em fase de execução e o sistema apresentado graves problemas, principalmente na região da margem direita do rio Tibiri, onde se localiza os bairros Tibiri II, Marcos Moura, Eitel Santiago. A região sofre diariamente com falta de água e de pressão. Operando em regime de rodízio há alguns meses e mesmo assim os reservatórios elevados (R- 55, R- 56, R- 57) quase não conseguem manter níveis positivos de água, mesmo em horários noturnos onde o consumo deveria ser o mínimo.

Segue trechos do memorial descritivo (BEZERRA, et al., 2011):

...Segundo dados do Centro de Controle Operacional, mesmo com o rodízio esses reservatórios estão operando na maior parte do dia com nível zero, só atingindo níveis positivos pela madrugada, o que denota uma deficiência no atendimento.

Por isso a CAGEPA resolveu formar uma comissão com o seu corpo técnico com o propósito de elaborar um relatório de avaliação da operação das unidades que compõem o sistema e influenciam na distribuição dessa região.

Segue trechos do memorial descritivo (BEZERRA, et al., 2011):

#### Introdução

Devido à necessidade de levantar soluções para a melhoria do abastecimento dos bairros de Tibiri II, Marcos Moura, e Eitel Santiago na cidade de Santa Rita, foi instituída uma comissão para efetuar tais propostas e apresentá-las à Diretoria de Operação e Manutenção - DOM para avaliação da viabilidade de aplicação destas.

Desta forma será avaliado, apenas, a operação de abastecimento para estes bairros e qualquer outra em unidades distintas que interfiram nesta operação.

Com os dados do relatório conseguimos ter uma visão geral do sistema atual, pois não houve alterações desde a execução das medidas propostas na sua conclusão.

Segue trechos do memorial descritivo (BEZERRA, et al., 2011):

#### Caracterização do Sistema de Abastecimento de Santa Rita

- Manancial Principal - Rio Tibiri

O sistema é abastecido pelo rio Tibiri. A captação é realizada através de uma tubulação com grande proteção assentada no leito do rio que transfere a água bruta para poço de sucção da estação elevatória.

- Outros mananciais - Poços

O sistema ainda conta com 04 poços.

Tabela 5 - Poços que abastecem e reforçam o abastecimento do sistema

Estação Elevatória	Conjuntos moto-bomba						
	Capac. de produção	Motor			Bomba		
		Fabricante / Modelo	Pot.	Rot.	Fabricante/Modelo	Vazão	Altura Man.
Poço 1	11,0 l/s	n/d	15 CV	n/d	n/d	5,0 l/s	n/d

Poço 2	n/d	EBARA /BHS5 16-13	30 CV	n/d	n/d	7,0 l/s	n/d
Poço 3	n/d	HAUPT /P63-6	35 CV	n/d	n/d	11,0 l/s	n/d
Poço 4	11,5 l/s	HAUPT /P63-6	35 CV	n/d	n/d	10,0 l/s	n/d

Fonte: BEZERRA, et al., 2011

n/d: Dados não disponíveis

Obs: Unidade fora de operação por problemas elétricos

Os poços 1, 2, 3, e 4 estão localizados respectivamente nas áreas dos reservatórios R 54, R 55, R 56 e R 57.

- EEAB - Estação Elevatória de Água Bruta

A EEAB está localizada nas margens do Rio Tibiri. A unidade é composta por 02 conjuntos moto-bomba - CMB's. As características dos conjuntos estão relacionadas na tabela 6.

Tabela 6 - Conjuntos moto-bomba da EEAB

Estação Elevatória	Conjuntos moto-bomba						
	Nome	Motor			Bomba		
		Fabricante / Modelo	Potência	Rot.	Fabricante/ Modelo	Vaz.	Altura Mano.
EEAB1	CMB 1	Siemens/ 1LGA.31 5	300 CV	1.750 rpm	KSB RDL 250 - 400A	260,0 l/s	69,2 mca
	CMB 2	Siemens/ 1LGA.31 5	300 CV	1.750 rpm	KSB RDL 250 - 400A	260,0 l/s	69,2 mca

Fonte: BEZERRA, et al., 2011

- AAB - Adutora de Água Bruta

A adutora interliga a EEAB à estação de Tratamento d'água - ETA. Ela é composta por uma tubulação de ferro fundido com DN450 mm e 1.265 m de comprimento.

- ETA - Estação de tratamento d'água

A ETA é do tipo convencional e possui capacidade de produção de 250 l/s. Toda a produção da ETA é armazenada no R0. A ETA é composta por floculador, 02 decantadores e 05 filtros. A capacidade total de filtração é de 600 l/s, mas está limitada à 250 l/s por esta ser taxa máxima de decantação.

- EEAT1 - Estação Elevatória de Água Tratada 1

A EEAT1 está localizada dentro do terreno da ETA. Esta unidade possui 06 CMB's instalados. Os CMB's1 e 2 aduzem água tratada para o bairro Alto das Populares. Os CMB's3 e 4 abastecem o reservatório de lavagem de filtros na própria ETA o qual também abastece o bairro Alto das Populares. Os CMB's5 e 6 abastecem o R51 de Santa Rita. Na tabela 7 estão relacionados os dados disponíveis dos conjuntos instalados nesta elevatória.

- AAT's - Adutoras de Água Tratada

Existem 06 adutoras de água tratada. Os dados das adutoras estão relacionados na tabela 8.

Tabela 7 - Conjuntos moto-bomba da EEAT1

Estação Elevatória	Conjunto moto-bomba						
	Nome	Motor			Bomba		
		Fabricante/Modelo	Potên.	Rot.	Fabricante/Modelo	Vazão	Altura Mano.
EEAT1	CMB 1	WEG/200L1234	50 CV	1.770	KSB/RDL150-340B	80 l/s	32 mca
	CMB 2	WEG/200L1234	50 CV	1.770	KSB/RDL150-340B	80 l/s	32 mca
	CMB 3	WEG/180M385	30 CV	1.770	KSB/RDL150-250A	70 l/s	22 mca
	CMB 4	WEG/180M385	30 CV	1.770	KSB/RDL150-250A	70 l/s	22 mca
	CMB 5	WEG/180M385	30 CV	1.770	KSB/RDL150-250A	55,8 l/s	25 mca
	CMB 6	WEG/180M385	30 CV	1.770	KSB/RDL150-250A	55,8 l/s	25 mca

Fonte: BEZERRA, et al., 2011

Tabela 8 - Adutoras de Água Tratada

Adutora	Trecho	Material	Diâmetro Nominal	Comprimento
AAT - R52	R0 - der. p/ EEAT2	FoFo	DN 450	553 m
	der. p/ EEAT2 - R52	FoFo	DN 450	1.642 m
AAT - EEAT2	der. p/ EEAT2 - EEAT2	FoFo	DN 400	216 m
		PVC	DN 250	794 m
AAR - R51	EEAT1 - R51	FoFo	DN 250	614 m
AAT-A. Populares	EEAT1 - Alto das Populares	PVC	DN 150	n/d
AAT -R55 Tibiri II	EEAT2 - R55	PVC	DN 200	2.740 m
AAT - R56 M. Moura	EEAT2 - R56	FoFo	DN 250	2.270 m

Fonte: BEZERRA, et al., 2011

n/d: não disponível

As demais adutoras de água tratada estão localizadas dentro das unidades dos reservatórios com comprimento da ordem de 30 m aproximadamente e interligam os poços dentro das unidades aos seus respectivos reservatórios.

- EEAT2 - Estação Elevatória de Água Tratada 2

A estrutura na EEAT2 é integrada à estrutura da EEAB. Esta unidade é composta de 04 CMB's. Os dados destes conjuntos estão relacionados na tabela 9. Sendo que os CMB's 1 e 2 abastecem o R55 e os CMB's 3 e 4 o R56.

- Reservação

O sistema conta com 08 reservatórios. Na tabela 10 estão relacionados os dados de todos os reservatórios.

Tabela 9 - Conjuntos moto-bomba da EEAT2

EstaçãoElevatória	Conjunto moto-bomba						
	Nome	Motor			Bomba		
		Fabricante/Modelo	Potên.	Rot.	Fabricante/Modelo	Vaz.	Altura Man.
EEAT2	CMB 1	Eberle B250	100 CV	3.550 rpm	Imbil INI 65-250	51 l/s	66 mca
	CMB 2	Eberle B250	100 CV	3.550 rpm	Imbil INI 65-250	51 l/s	66 mca
	CMB 3	WEG 200L	50 CV	1.770 rpm	Imbil INI 80-315	33,4 l/s	36,7 mca
	CMB 4	WEG 200L	50 CV	1.770 rpm	Imbil INI 80-315	33,4 l/s	36,7 mca

Fonte: BEZERRA, et al., 2011

Tabela 10 - Reservatórios

Reservatório	Capacidade	Área abastecida
R0 (RSE)	1.000 m <sup>3</sup>	Reservatório utilizado apenas como poço de sucção
R51 (REL)	600 m <sup>3</sup>	Centro, Alto das Populares e Distrito Industrial
R52 (RAP)	2.000 m <sup>3</sup>	Parte baixa do centro da cidade
R53 - Lav. de filtros (REL)	600 m <sup>3</sup>	Centro, Alto das populares e Distrito Industrial
R54 (REL)	50 m <sup>3</sup>	Distrito Industrial
R55 (REL)	700 m <sup>3</sup>	Tibiri II
R56 (REL)	400 m <sup>3</sup>	Marcos Moura
R57 (REL)	100 m <sup>3</sup>	Eitel Santiago

Fonte: BEZERRA, et al., 2011

REL - Reservatório Elevado

RAP - Reservatório apoiado

RES - Reservatório semi-enterrado

- Macromedição

O sistema conta com 09 macromedidores. A maioria dos macromedidores é do tipo proporcional.



A conclusão desse relatório menciona varias ações para a melhoria do SAA de Santa Rita, com focos na Estação Elevatória de Água Bruta, na adutora de água bruta, na ETA, na adutora de água tratada 2, no R - 56 localizado em Marcos Moura e na rede de distribuição. Também menciona recomendações gerais para todo o sistema.

Segue trechos do memorial descritivo (BEZERRA, et al., 2011):

#### Conclusão

Diante desta situação temos a relatar as seguintes medidas relacionadas por unidade operacional a intervir:

- EEAB
  1. Adequar a EEAB conforme relatado no Projeto de Ampliação do Sistema de Produção d'água de Tibiri II e Eitel Santiago - Zona Sul de Santa Rita - PB de autoria do Engenheiro Civil João Paulo Neto em anexo. Os ensaios de levantamento de performance dos equipamentos desta elevatória confirmaram o dimensionamento da performance dos equipamentos desta elevatória confirmaram o dimensionamento no projeto. Deve-se adquirir imediatamente 02 motores de 350 CV para substituição dos motores existentes de 300 CV e os demais acessórios para adequação deste incremento de potência para os quadros de comando e transformador. Desta forma poderemos atingir uma vazão de 292 l/s para o rotor de 400 mm já instalado. Assim conseguiremos suprir a vazão demandada pelo crescimento do sistema por mais 9,5 anos;
  2. Instalar amperímetros digitais nos quadros de comando que servirão de controle no ajuste da vazão produzida para a ETA;
  3. Instalar crivos nas tubulações de sucção dos CMB's da elevatória;
  4. Verificar e limpar a grade da tubulação de tomada d'água na barragem de nível do Rio Tibiri, na captação. Quando da realização dos ensaios notou-se que o CMB1 estava cavitando. Com a limpeza desta grade conseguir-se-á manter o nível do poço de sucção da elevatória numa condição menos prejudicial ao equipamento;
  5. Acompanhar e acelerar o processo de licitação da recuperação da barragem de nível em fase de estudos pela ATECEL.
- AAB
  1. Instalar ventosas ao longo da adutora de água bruta. Não dispomos do perfil da adutora para levantarmos a quantidade exata, mas são necessárias pelo menos 03 ventosas.
  2. Instalar macromedidores eletromagnético de 400 mm já adquirido, transferido da GRAP, na chegada da ETA, dispensando a aquisição de medidor e canal Parshall solicitado pela Subgerência de Tratamento e Controle de Qualidade - STLI.

A AAB comporta o acréscimo de vazão proposto com a substituição dos motores CMB's da EEAB.

- ETA
  1. Recuperar os dispositivos de manobra das comportas de 03 filtros;
  2. Recuperar a estrutura da câmara de filtração e repor o leito filtrante do filtro 01;
  3. Elaborar projeto de ampliação para floculador e decantadores.

Devido à qualidade da água nesta época do ano, não serão necessários maiores intervenções na ETA para que consiga tratar os 292 l/s. Contudo, quando a qualidade piorar, a ETA não terá condições de tratar toda esta vazão, sendo necessário a elaboração de projeto de ampliação para o floculador e decantadores, pois em relação à filtração a capacidade máxima atual é de 350 l/s, podendo atingir 600l/s com a recuperação proposta do filtro 01.

- EEAT2
- 1. Verificar as condições eletromecânicas do CMB3 que atende o R56-Marcos Moura. Segundo dados de placa, para o rotor de 320 mm informado, a vazão máxima a ser produzida por este conjunto, nas condições atuais, seria de aproximadamente 54 l/s contra os 32 l/s atuais;
- 2. Instalar o segundo conjunto motor-bomba para Marcos Moura que está sem reserva;
- 3. Instalar macromedidores eletromagnéticos de 200 mm já adquiridos, transferidos da GRAP, na chegada das adutoras do Marcos Moura e do Tibiri II.

Não há necessidade de melhorias na adução para o R55-Tibiri II. Já está sendo executada a ampliação da EEAT2 que duplicará a vazão aduzida para esta unidade. Contudo esta melhoria só será aplicável com a substituição dos motores dos CMB's da EEAB conforme indicado na medida número 1 para a EEAB, descrita anteriormente.

Com a ampliação do R55 proposta no projeto em curso a reserva total final do projeto será de 3.700 m<sup>3</sup> para atender os bairros de Tibiri II e Eitel Santiago.

- R56 - Marcos Moura
- 1. Elaboração de projeto de ampliação do R56. Sua reserva atual de 400 m<sup>3</sup> não é capaz de atender a demanda mínima exigida por norma. A reserva mínima atual deveria ser de 850 m<sup>3</sup>.
- Rede de Distribuição
- 1. Solicitar a DCM para enviar equipe de vistoria aos bairros em estudo para conferir o cadastro comercial comparando-se o número real de unidades consumidoras existentes e fiscalizar as ligações com anormalidades que totalizam 35,5% das ligações;
- 2. A GRLI deverá enviar equipe técnica para averiguar possíveis vazamentos que estejam ocorrendo despercebidamente e que podem estar descarregando em rede de drenagem pluviais.

Com a adoção destas medidas encontrar-se-á o motivo do desequilíbrio no abastecimento o qual revela-se no comportamento dos reservatórios R55 e R56 que estão acumulando um nível irrisório durante o período da madrugada quando o consumo é mínimo.

- Recomendações gerais para todo o sistema
- 1. Solicitar à DEX a inclusão, na obra atual de ampliação, de equipamentos para o controle operacional do sistema (medidores de nível, vazão, tempo e equipamentos para transmissão de dados e controle dos reservatórios R55, R56 e R57).
- 2. Instalação de uma válvula borboleta na adutora AAT - EEAT2, logo após a derivação que atende o boosters de Tibiri II e Marcos Moura, o que permitirão funcionamento da EEAT2 quando ocorrer qualquer problema a jusante deste ponto ( Vazamento, manutenções no R - 52, etc.);
- 3. Adquirir bombas submersíveis com vazões compatíveis com a produção dos poços de Santa Rita, restabelecendo-se a exploração máxima destes;
- 4. Aquisição de materiais elétricos para reativação da operação do poço 1(Distrito Industrial) com cloração e injeção direta na rede;
- 5. Novo traçado e recuperação da estrada de acesso à captação de Santa Rita;
- 6. Resolver o problema de comunicação com a EEAB (rádio e/ou celular) para um controle adequado do sistema."

As medidas descritas nessa conclusão não foram totalmente executadas ou não surtiram o efeito desejado, na EEAB foram adquirido e instalados os motores com 350 CV de potência junto com duas novas bombas, mas os equipamentos não conseguiram aduzir a vazão desejada de 300 l/s, um estudo feito para traçar as curvas do sistema e da

bomba revelaram que foi sub dimensionada a altura manométrica na especificação da nova bomba, o sub gerente de controle operacional Emmanuel Costa revelou que um estudo para a alteração do rotor está sendo feito com o intuito de aduzir a vazão de 300 l/s e assim garantir a vazão necessária para mais alguns anos.

Os amperímetros digitais foram instalados, não foram instalados os crivos na tubulação de sucção, continua com barreiras nas grades dificultando o reabastecimento do poço de sucção principalmente plantas aquáticas, a barragem de nível foi concluída em 2016 e já encontrasse em operação.

Na adutora de água bruta não foram feitas nenhuma das medidas até o momento.

Na ETA a primeira e a segunda medidas foram feitas, mas os projetos de ampliação dos floculadores e dos decantadores ainda não.

Para a Estação Elevatória de Água 2 a primeira e a segunda medidas foram executadas mas não foram suficientes para aumentar a vazão aduzida. A instalação dos macromedidores da terceira medida não foi executada.

Não foi feito projeto para novo reservatório, nem executado nenhuma alteração no R - 56 localizado em Marcos Moura.

Na rede de distribuição encontrasse equipes especializadas fazendo operações diárias à procura de vazamentos e desvios com o intuito de inibir possíveis fraudes e desperdícios.

Sobre as recomendações gerais para todo o sistema, a primeira e a sexta medidas foram executadas sendo as alterações relevantes mais recentes no SAA de Santa Rita, essas alterações foram feitas em Março de 2015 sendo o décimo segundo projeto do SAA de Santa Rita, intitulado como a Implantação do Projeto de Automação no Padrão Simples - Sistema de Santa Rita (R- 51, R- 52, R- 56 e R - 57).

O projeto tem buscado a melhoria na operação e eficiência na gestão dos recursos. A automação de equipamentos em sistemas de abastecimento são tendências mundiais e a Companhia de Água e Esgoto da Paraíba deve incentivar essas medidas em todos os sistemas gerenciados pela empresa.

Segue trechos do memorial descritivo (ALENCAR, CAVALCANTE, 2015):

#### Introdução

Este documento refere-se à implantação de quatro Unidades Terminais Remotas (UTR) no Padrão Simples, das unidades operacionais R- 51, R- 55, R- 56 e R- 57 do sistema de água de Santa Rita. O objetivo geral dessa automação no Padrão Simples é: concentrar as informações de nível destes reservatórios no abrigo do operador na UTR R- 55. Os objetivos específicos são: disseminar a padronização dos sistemas de automação da CAGEPA;

automatizar os poços do R- 56 e R- 57; digitalizar a medição de nível dos reservatórios R- 51, R- 55 (RAP E REL), R- 56 e R- 57; utilizar equipamentos que possam ser reaproveitados nos sistemas de automação mais avançados; capacitar a equipe do regional para realizar manutenção e possíveis expansões.

Com a finalização desse projeto de automação, o sistema de Santa Rita passa a ter 75% dos reservatórios com medição digital de nível. Restando apenas o R- 52 e o REL da ETA. Este projeto de automação permitirá a medição de nível dos reservatórios e o acionamento, em modo remoto, dos conjuntos motobombas instalados nos três poços.

#### 1. Sistema de Automação

O sistema de automação proposto contempla apenas os reservatórios elevados R- 51, R- 55, R- 56 e R- 57. O apoiado do R- 52 e o elevado do R- 53 estão fora do escopo deste projeto de automação porque o R- 53 está no terreno da ETA e o R- 52 dispõe de um registro automático tipo "RAU" que evita extravasamento.

- Unidade de Transmissão Remota - R55

Ficou definido que a unidade operacional R- 55 receberá as informações de nível dos reservatórios R-51, R- 56 e R- 57, em modo remoto e indicará os níveis do R- 55, tanto do apoiado como do elevado, através de leitura direta realizada pelo operador. Em relação ao acionamento dos conjuntos motobombas dos poços, localizados nos terrenos de R- 56 e do R- 57, este será feito por lógica de controle local, através da parametrização realizada no controlador e indicador digital - LIC.

A partir das instalações físicas do R- 55, o operador pode monitorar o nível instantâneo dos cinco reservatórios simultaneamente e informá-los ao Centro de Controle Operacional (C.C.O) durante a chamadas horárias de varreduras de nível dos reservatórios do sistema integrado de João Pessoa.

Caso haja interesse em coletar dados das variações dos níveis dos reservatórios, para a realização de análise da curva característica de cada reservatórios, o sistema em questão (Padrão Simples) permite que seja acoplado um registrador (datalogger) em cada um desses reservatórios para registro desses dados.

- Unidade Terminal Remota - R- 51, R- 56 e R- 57

As unidades operacionais: R- 51, localizada no bairro Alto das Populares, R- 56, no Bairro Marcos Moura e R- 57 no Eitel Santiago são reservatórios elevados, sendo que o R- 56 e R- 57 contam, cada um, com um poço instalado em seu próprio terreno. Desta forma, a modelagem proposta requereu a implantação de quadros de automação dotados de entradas analógicas para a transmissão remota dos níveis de água e de um controlador digital para controle local dos poços.

A UTR R- 51 está a uma distância, em linha reta, de aproximadamente 1,9 km do R- 55. A medição do nível do reservatório é registrada e os valores são transmitidos por telecomando para o R- 55.

#### 2. Considerações finais

O sistema de Abastecimento de água de Santa Rita está automatizado e em operação desde 20/03/15, com uma vantagem adicional, os técnicos responsáveis pela operação e manutenção dos sistema possuem as informações necessárias para operar, diagnosticar e corrigir eventuais falhas.

Com um investimento de quase treze mil reais, foi possível disponibilizar novos recursos de tecnologia, que visam tornar o sistema mais eficiente, confiável e menos onerosa do ponto de vista operacional, sendo então possível o monitoramento pelo R55 do nível dos reservatórios apoiado e elevado da própria unidade, bem como do R51, R56 e R57.

Analisando a informação repassada pelo Sub Gerente do controle operacional Emmanuel Costa onde o mesmo informou que existe um estudo em andamento para a mudança do rotor da bomba da EEAB e assim conseguir aduzir 300 l/s de água bruta para a ETA de Santa Rita somando a água produzida pelos três poços artesianos localizados nos reservatórios R-55 , R- 56 e R- 57, considerando as perdas no tratamento e desconsiderando a vazão fornecida pela ETA de Marés a capacidade de produção do SAA de Santa Rita seria de:

$$Q = 300,00 \times 0,95 + 7,0 + 11,0 + 10,0 = 313,0 \text{ l/s.}$$

Comparando essa vazão com um estudo populacional e de consumo elaborado no Relatório: Avaliação da operação de abastecimento dos bairros Tibiri II, Marcos Moura e Eitel Santiago na cidade de Santa Rita, 2011.

Tabela 11 - Evolução da população e consumo de Santa Rita (Adaptada) do 11º projeto

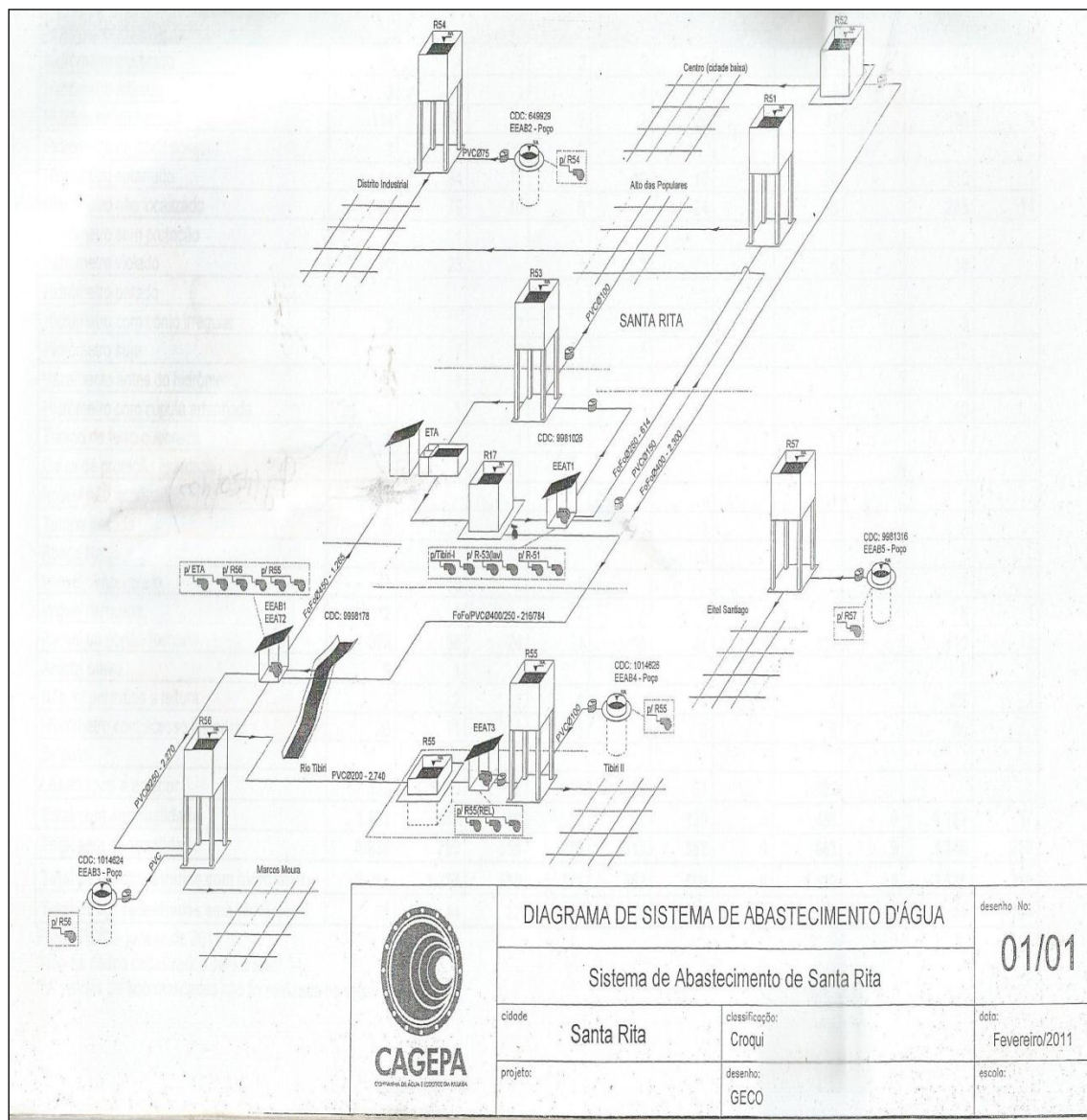
Ano	População (hab.)		Vazão (l/s)
	Total	Abastecida	Q
2007	105.720	105.720	183,54
2008	107.686	107.686	186,96
2009	109.689	109.689	190,43
2010	111.730	111.730	193,97
2011	113.808	113.808	197,58
2012	115.925	115.925	201,26
2013	118.081	118.081	205,00
2014	120.277	120.277	208,81
2015	122.514	122.514	212,70
2016	124.793	124.793	216,65
2017	127.114	127.114	220,68
2018	129.478	129.478	224,79
2019	131.887	131.887	228,97
2020	134.340	134.340	233,23
2021	136.839	136.839	237,57
2022	139.384	139.384	241,99
2023	141.976	141.976	246,49
2024	144.617	144.617	251,07
2025	147.307	147.307	255,74
2026	150.047	150.047	260,50
2027	152.838	152.838	265,34
2028	155.681	155.681	270,28
2029	158.576	158.576	275,31
2030	161.526	161.526	280,43

Fonte: BEZERRA, et al., 2011

Temos que a vazão é superior a necessária ao ano de 2030 com uma margem de segurança, ou seja, se as medidas de mudança do rotor da bomba da EEAA, ampliação

dos floculadores e decantadores da ETA forem executadas a CAGEPA conseguirá suprir a demanda até pelo menos até o ano de 2030 tempo suficiente para a implantação por completa da segunda etapa do sexto projeto do SAA de Santa Rita. A vazão de 300 l/s é compatível com manancial do rio Tibiri, pois como já mencionando pelo nono projeto a vazão mínima do rio são 407,6 l/s tendo uma margem para garantir a continuidade da vida aquática à jusante da captação.

**Figura 19** - Diagrama do Sistema de Abastecimento de Água de Santa Rita Manancial do rio Tibiri



Fonte: BEZERRA, et al., 2011

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **6.1. CONCLUSÕES**

Com as informações expostas nesse trabalho concluiu-se que o SAA de Santa Rita encontrasse defasado e com tempo de alcance da maioria dos projetos ultrapassados, além de que os principais equipamentos e unidades são da década de 70 e 80, sofrendo algumas pequenas melhorias e/ou ampliações. A má qualidade do serviço prestado não se justifica, pois a cidade possui características propícias para um SAA, com manancial relativamente próximo aos pontos de distribuição, com qualidade, vazão e relevo adequado.

Existem pontos positivos como a implantação do sistema simples de automação, construção da nova adutora de água tratada interligando o booster ao R- 55, a construção do reservatório RAP no R-55 e a barragem de nível. Mas a maioria da rede de distribuição e das adutoras são antigas e de materiais que não são utilizados atualmente como tubos de cimento amianto, ocasionando um elevado número de vazamentos, e interrupções no fornecimento, contribuindo para uma elevada taxa de perdas de água.

A falta de gestão e planejamento da CAGEPA impõe a população sofrer os reflexos da baixa qualidade do SAA de Santa Rita, sabendo que o fornecimento de água potável apresenta significativa importância para o desenvolvimento socioeconômico da cidade, influenciando diretamente na qualidade de vida da população abastecida.

O estudo do SAA de Santa Rita me proporcionou uma visão mais detalhada do assunto, possibilitando o contato com situações e decisões vividas pelos projetistas. Analisar o modelo dos dimensionamentos dos conjuntos motobombas, redes de distribuição, adutoras, estações de tratamento e reservatórios de décadas passadas com os atuais.

### **6.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

A partir do estudo realizado sugerem-se os seguintes temas para estudos futuros que venham a contribuir para um maior esclarecimento sobre o SAA de Santa Rita:

- Analisar a possibilidade de outros mananciais servirem como principal fornecedor do sistema haja vista que o município de Santa Rita possui outros rios e riachos cortando seu território geográfico;
- Analisar a possibilidade do sistema Integrado da Grande João Pessoa participar com um volume maior de água.



## 7. REFERÊNCIAS

ALENCAR, Altemar,CAVALCANTE, Bruno. Relatório: Implantação do Projeto de Automação no Padrão Simples - Sistema de Santa Rita (R51, R55, R56, R57), março de 2015, João Pessoa - PB.

AZEVEDO, José Martiniano Netto de; RICHTER, Carlos A. Tratamento de Água Tecnologia Atualizada. In: O tratamento de água. São Paulo: Editora Edgar Blucher LTDA, 1991.p. 1-5.

BARROS, Raphael T. de V. et al. Saneamento. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. (Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios).

BEZERRA, Abel, COSTA, Efigênio, RODRIGUES, Giordan, LEITE, Leonardo, JOAB, Uélio. Relatório: Avaliação da operação de abastecimento dos bairros TibiriII, Marcos Moura e Eitel Santiago na cidade de Santa Rita, fevereiro de 2011, João Pessoa - PB.

C.A.E.NE, Companhia de Águas e Esgoto do Nordeste. Projeto de abastecimento de água da cidade de Santa Rita estado da Paraíba, setembro de 1966, João pessoa - PB.

CAGEPA, Companhia de Água e Esgoto da Paraíba. Reforço do abastecimento d'água do setor oeste da região metropolitana de João Pessoa - PB, Agosto de 1982, João Pessoa - PB.

COSTA, Maria Cláudia Amorin Souza, Análise das condições de SalubridadeAmbiental Intra-urbana em Santa Rita - PB, Dissertação de mestrado em Geografia, 14 p., Universidade Federal da Paraíba, João pessoa - PB, 2010.

DALVA, Célia Alves Serafim. Projeto do Sistema de Distribuição D'água da Zona Sul de Santa Rita - PB, março de 2006, João Pessoa - PB.

FIGUEIREDO, Antônio Lima. Ampliação do sistema de abastecimento d'água do setor oeste, da região metropolitana da cidade de João Pessoa, março de 1982, Recife - PE.

HELLER, Léo (Org.); PÁDUA, Valter Lúcio. (Org.). Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2006. 859 p.

GIROL, Guilherme Violato. Análise de perdas reais em um setor do sistema de abastecimento de água no município de Capinzal – SC: formação. 2008. 62 f. Monografia (formação Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. Capinzal, 2008.

GOMES, Heber Pimentel. Sistemas de Abastecimento de Água: Dimensionamento Econômico e Operação de Redes Elevatórias. 2ª Edição. 242p. Editora Universitária /UFPB, 2004.

GOMES, Heber Pimentel. Sistemas de Abastecimento de Água: Dimensionamento Econômico e Operação de Redes Elevatórias. 3ª Edição. 3 p. Editora Universitária /UFPB, 2009.

NETO, João Neto. Melhoria do Sistema de Abastecimento d'água da cidade de Santa Rita, dezembro de 1996, João Pessoa - PB.

NETO, João Paulo. Projeto de Ampliação do Sistema de Produção d'água de Tibiri II e Eitel Santiago Zona Sul de Santa Rita - PB, dezembro de 2009, João Pessoa - PB.

ORSINI, E. Q. Sistemas de abastecimento de água. Apostila da disciplina PHD 412 – Saneamento II. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. São Paulo, SP, 1996.

RICARDO, Mateus Nogueira Vilanova. Desenvolvimento e avaliação de indicadores de eficiência hidráulica e energética para sistemas de abastecimento de água como ferramenta de suporte à tomada de decisões - SP, 31p. Dissertação de Doutorado em Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

SANIDRO, Saneamento e Hidráulica, LTDA. Abastecimento d'água: Santa Rita - Ampliação, Várzea Nova – Implantação, novembro de 1979, João Pessoa - PB.

SANIDRO, Saneamento e Hidráulica, LTDA. Tomada no Tibiri (Tauã), outubro de 1980, João Pessoa - PB.

SCIENTEC, Associação para Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia. Medições de Vazão e caracterização da curva de recessão do hidrograma do Rio Tibiri

para a elaboração do projeto de ampliação do Sistema de Abastecimento de Água da cidade de Santa Rita - PB, fevereiro de 2009, João Pessoa - PB.

TARSO, Saulo; PIMENTEL, Heber. Macromedicação. 3 ed. Paraíba, 197 p., 2009.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. Abastecimento de Água. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. Redução do custo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005, 185 p.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. Abastecimento de Água. São Paulo, 2006, 643 p.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. Gerenciamento de perdas de água e energia elétrica em sistemas de abastecimento: nível 2 / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org). – Salvador: ReCESA, 2008. 139p.