



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

BRUNO ENGELS SOARES DUARTE

**OS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DA GRANDE JOÃO
PESSOA E A ESPECIALIZAÇÃO DAS ÁREAS ABASTECIDAS**

**JOÃO PESSOA
2016**

BRUNO ENGELS SOARES DUARTE

**OS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DA GRANDE JOÃO
PESSOA E A ESPECIALIZAÇÃO DAS ÁREAS ABASTECIDAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Paraíba, como um
projeto final do curso de Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Clovis Dias

**JOÃO PESSOA
2016**

BRUNO ENGELS SOARES DUARTE

**OS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DA GRANDE JOÃO
PESSOA E A ESPECIALIZAÇÃO DAS ÁREAS ABASTECIDAS**

Monografia apresentada pelo aluno Bruno Engels Soares Duarte, do Curso de Engenharia Civil – UFPB, tendo atingido o título de _____, de acordo com a aprovação desta Banca Examinadora, a qual é composta pelos seguintes professores:

Aprovado em: _____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Orientador: Dr. Clovis Dias – DECA – UFPB

Prof. Dr. Antônio da Silva Sobrinho Júnior

Prof.^a Dr.^a Ana Claudia Fernandes Medeiros

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao Prof. Dr. Clovis Dias meu orientador, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho, pela oportunidade a mim concedida e por tornar possível a minha conclusão no curso de Engenharia Civil.

Agradecer aos meus professores do curso de Engenharia Civil da UFPB, que contribuíram diretamente para minha formação.

Aos profissionais e funcionários da CAGEPA, que me orientaram e forneceram ferramentas, as quais contribuíram para a elaboração deste presente trabalho.

Um agradecimento especial aos meus pais, peças fundamentais na minha vida, e que tornaram possível, com seu apoio moral e financeiro, a realização de mais um sonho na minha vida: tornar-me Engenheiro Civil.

Agradecer a Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades encontradas no decorrer desta longa caminhada.

Enfim, a todos aqueles que influenciaram, diretamente ou indiretamente, na elaboração e conclusão deste presente trabalho.

Dedico essa vitória significativa na minha vida aos meus pais, Netovitch e Maria, fontes de inspiração na minha vida e que sempre me incentivaram e me apoiaram a seguir com este sonho.

Aos meus irmãos, à minha noiva, Renata, que sempre foi compreensiva e paciente nos momentos difíceis dessa jornada.

Aos meus amigos de curso e, principalmente, a Deus, que sempre me guiou pelo caminho certo.

Concluindo, às pessoas que foram fundamentais e me ajudaram em momentos de fraqueza tornando possível a realização deste sonho e ao meu presente sucesso.

RESUMO

Esta monografia contempla um estudo diacrônico do Sistema de Abastecimento d'água da cidade de João Pessoa e sua evolução na capacidade e fornecimento correlacionada ao seu crescimento demográfico. A construção desse conhecimento é dada, como pode ser percebido neste trabalho, a partir de informações, relatos, registros iconográficos e dados retirados de projetos obtidos de diversas fontes, entre elas a CAGEPA. A elaboração deste percurso cronológico das etapas e da evolução do abastecimento da cidade de João Pessoa e sua correlação com o crescimento demográfico estão sendo apresentados paralelamente à expansão da mancha urbana. Expansão esta, que se traduz no fato de extravasar a área municipal da capital da Paraíba e se estender a sua conurbação urbana, que é denominada Grande João Pessoa. É produzido, ainda, o conhecimento espacial da abrangência de cada um dos mananciais surgidos no decorrer do tempo, desde o início da implantação do Sistema.

Palavras-chave: Mananciais. Sistema de abastecimento de água. Grande João Pessoa.

ABSTRACT

This monograph offers a diachronic study of water supply system in João Pessoa city and its evolution in the capacity and supply correlated to its population growth. The construction of this knowledge comes from information, accounts, iconographic records and data taken from projects obtained in several sources, including the CAGEPA, as can be seen in this study. The preparation of this chronological route and the evolution of the water supply in João Pessoa city and its correlation with population growth are presented in parallel with the expansion of urban sprawl, which is reflected in the fact to spill the municipal area of the capital of Paraíba and extend its urban zone, called Great João Pessoa. The knowledge of the spatial coverage of each of the source encountered is produced in the course of time.

Keywords: Watersheds. Supply system water. Great João Pessoa.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Estação elevatória	16
FIGURA 2 – Entrada da ETA de Gramame, Calha Parshall.....	17
FIGURA 3 – Reservatórios do sulfato de alumínio líquido	17
FIGURA 4 – ETA de Gramame, unidades de filtração.....	18
FIGURA 5 – ETA de Gramame/Translitorânea.....	19
FIGURA 6 – Reservatórios de cloro gasoso	19
FIGURA 7 – Barragem de Gramame	20
FIGURA 8 – ETA de Gramame, unidades de tratamento.....	20
FIGURA 9 – Reservatório R3, Alto do Mateus	21
FIGURA 10 – Reservatório R5, Cruz das Armas	22
FIGURA 11 – Reservatório R7, Mangabeira	23
FIGURA 12 – Esquema do sistema de abastecimento da CAGEPA	24
FIGURA 13 – Esquema detalhado de um sistema de abastecimento convencional	24
FIGURA 14 – Bica do Tambiá.....	25
FIGURA 15 – Transporte da água para o abastecimento.....	26
FIGURA 16 – Bica dos Milagres	26
FIGURA 17 – Sistema de abastecimento de Buraquinho (1912).....	28
FIGURA 18 – Mapa da cidade de João Pessoa (1923)	29
FIGURA 19 – Reservatório elevado de água tratada	30
FIGURA 20 – Gráfico do crescimento demográfico de João Pessoa.....	30
FIGURA 21 – Poço Amazônico.....	31
FIGURA 22 – Adutora de água tratada – sistema Buraquinho	32
FIGURA 23 – Barragem de Marés em construção (1951).....	33
FIGURA 24 – ETA de Marés e suas unidades.....	33
FIGURA 25 – Barragem de Marés.....	34
FIGURA 26 – Esquema de captação dos sistemas Marés/Gramame.....	35
FIGURA 27 – ETA de Marés.....	35
FIGURA 28 – Entrada da ETA de Marés.....	36
FIGURA 29 – Reservatórios de sulfato de alumínio.....	36
FIGURA 30 – Desinfecção com a adição de cloro	37
FIGURA 31 – Tabela usada pelos operadores da CAGEPA.....	37
FIGURA 32 – Unidade de floculação	38
FIGURA 33 – Unidades de decantação.....	38
FIGURA 34 – Unidades de filtração	39
FIGURA 35 – Planta esquemática do sistema de captação e tratamento d'água do sistema Gramame	40
FIGURA 36 – Localização da bacia hidrográfica do Rio Gramame.....	40
FIGURA 37 – Barragem Gramame.....	41
FIGURA 38 – Barragem de nível.....	41
FIGURA 39 – Torre de tomada Gramame/Mamuaba	42
FIGURA 40 – Barragem Gramame/Mamuaba.....	43
FIGURA 41 – Entrada da Estação Elevatória de Água (EEA) seguida da grade	43
FIGURA 42 – Poço de sucção.....	44
FIGURA 43 – Bacias hidrográficas do litoral sul	45

FIGURA 44 – Bacia hidrográfica do Abiaí.....	45
FIGURA 45 – Obras da translitorânea em Alhandra	46
FIGURA 46 – Obras da translitorânea em Alhandra	46
FIGURA 47 – Mapa do abastecimento do Município de Cabedelo.....	49
FIGURA 48 – Mapa do abastecimento do Município de João Pessoa.....	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVOS.....	12
3 JUSTIFICATIVA	13
4 METODOLOGIA.....	14
5 ETAPAS DO ABASTECIMENTO	15
5.1 Captação de Água Bruta.....	15
5.2 Elevatórios de Água.....	15
5.3 Adução de Água Bruta	16
5.4 Unidades de Tratamento.....	16
5.5 Reservação da Água Tratada	21
5.6 Redes de Distribuição.....	23
6 INFORMAÇÕES HISTÓRICAS E A EVOLUÇÃO DO ABASTECIMENTO	25
6.1 Antecedentes ao Sistema Buraquinho	25
6.2 Sistema Buraquinho.....	27
6.3 Sistema Marés/Mumbaba/Gramame	32
6.4 Sistema Gramame/Mamuaba.....	39
6.5 Sistema Adutor Abiaí – Papocas / Transposição Litorânea (Translitorânea).....	44
7 ESPACIALIZAÇÃO DAS ÁREAS ABASTECIDAS	48
CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

Um sistema de abastecimento de água (SAA) compreende a captação da água da natureza, sua adequação quanto aos parâmetros de qualidade, transporte até aos aglomerados humanos e fornecimento à população em quantidade compatível com suas necessidades. Um sistema de abastecimento de água pode ser concebido para atender a pequenos povoados ou a grandes cidades, variando nas características e no porte de suas instalações.

Pode-se caracterizar um SAA como a conjugação de obras, equipamentos e serviços objetivando o abastecimento de água potável de uma população, seja para fins de consumo doméstico, industrial ou de outros usos.

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 projeto¹, 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, Milton, 2006).

É necessário, também, elaborar estudos hidrológicos, para avaliar as disponibilidades atuais e futuras de captação, assim como estudos sobre a avaliação da qualidade da água do manancial onde será feita a captação da mesma.

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 relacionadas à água. A implantação ou o aperfeiçoamento dos serviços de abastecimento acarreta, principalmente somado a um sistema de esgoto adequado, o controle e a prevenção de doenças e a promoção de hábitos saudáveis e higiênicos.

É neste contexto, que se coloca este trabalho monográfico ao retratar a evolução do sistema de abastecimento da Grande João Pessoa, apresentando dados e informações históricas da cidade ligadas ao abastecimento e relatando a sua relação da expansão desse serviço com o avanço no crescimento populacional. Desde o estabelecimento do primeiro sistema de abastecimento até os dias atuais, a capital da Paraíba viu surgir, em função de seu crescimento, outros mananciais que passaram a compor um sistema mais complexo. Tais

¹ Esse período compreende de 20 a 30 anos, sendo comum adotar-se 20 anos.

fontes, desde o manancial subterrâneo do Sistema Buraquinho e os que subsequentemente foram se incorporando, como os do Rio Gramame, Rio Marés, Rio Mumbaba e, mais recentemente, o Rio Papocas, serão apresentados a partir de um contexto histórico e também em seus aspectos técnicos e de capacidade.

2 OBJETIVOS

Correlacionar o crescimento urbano de João Pessoa e a expansão do sistema de abastecimento d'água. Especificamente serão relatados dados e informações históricas da cidade ligadas ao abastecimento e seu avanço demográfico. Para os diversos mananciais que diacronicamente se apresentaram na evolução da cidade serão acoplados dados sobre os mananciais e as estações de tratamento responsáveis pelo abastecimento, assim como foi feita a quantificação das suas vazões visando à elaboração de uma cartografia das áreas abastecidas no decorrer do tempo.

3 JUSTIFICATIVA

A implantação de um sistema de abastecimento d'água tem sua importância, tanto sob a ótica sanitária quanto sob a ótica econômica. A água, sendo insumo para a melhoria da saúde da população, é também fator de desenvolvimento econômico e social. No campo do planejamento, da implementação e da gestão de sistemas de abastecimento d'água, é de relevância o histórico entre componentes desses sistemas e os passivos ambientais surgidos. Ainda mais quando é verificado claramente que a expansão demográfica é um dos fatores que impulsionam a demanda por água tratada.

Assim, é claramente justificado este trabalho como contribuição no sentido de subsidiar conhecimentos mais ampliados, de como vem se dando a evolução do sistema de abastecimento d'água e auxiliar, por exemplo, a busca de mecanismos de caráter corretivo de sentido de mitigar efeitos negativos decorrentes de seu uso e que já tenham ocorrido nos sistemas já existentes.

4 METODOLOGIA

Com o propósito de dar uma descrição técnica dos sistemas e seu constante progresso em função do aumento populacional, 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 RICHTER, C.A. Água Métodos e Tecnologias de Tratamento e TARSO, Saulo; PIMENTEL, Heber. Macromedição, ainda manuais de abastecimento, visita aos mananciais e estações de tratamento de água, e a web, onde foram identificados registros iconográficos (cartas e fotografias) e dados numéricos sobre o abastecimento da cidade.

Já em época mais recente, ampliou-se o espaço urbano acarretando na prospecção de novas alternativas para satisfazer a demanda por água. Tais projetos foram obtidos através de funcionários do órgão responsável pelos sistemas de abastecimento da Grande João Pessoa, a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), e registrados no presente trabalho, como o Projeto básico de abastecimento de água, sistema adutor Abiaí-Papocas. v. 1, 2007, o relatório de Elaboração de projetos de setorização da rede de distribuição dos sistemas de abastecimento de água das cidades de Cabedelo e João Pessoa/PB. Relatório Técnico Preliminar, 2015. v. 2 e ainda a Adequação do projeto básico de sistema produtor de água tratada da grande João Pessoa – 2a etapa. Paraíba, 2012.

De posse desse material, feito uma análise dos números e sua relação com o crescimento demográfico, tais dados foram usados na conclusão e na montagem de uma cartografia espacializando as áreas abastecidas e respectivos sistemas.

5 ETAPAS DO ABASTECIMENTO

5.1 Captação de Água Bruta

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, Saulo; PIMENTEL, Heber, 2009).

A captação de água bruta se caracteriza como a primeira etapa do sistema de abastecimento, sendo realizada em meio natural: rio, represa, poço, denominadas de manancial, quando para fins de abastecimento.

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, Saulo; PIMENTEL, Heber, 2009).

A captação para outros usos, como o uso industrial e agrícola, pode ser feito concomitantemente com a captação para fim de abastecimento público, mas para uso agrícola e industrial, em sua grande maioria, não se torna necessário o tratamento, e o volume retirado é bem superior.

5.2 Elevatórios de Água

Conjunto de estruturas e maquinários responsáveis pelo recalque da água bruta ou tratada para as fases seguintes do sistema de abastecimento. As estações elevatórias (Figura 1) podem estar situadas em diferentes fases do sistema de abastecimento e são usadas para transpor diferentes níveis de terreno.

Um exemplo de unidade particular de estação elevatória é a do tipo “*booster*”, a mesma é usada para a elevação da pressão e/ou vazão em adutoras ou redes de distribuição de água.

FIGURA 1 – Estação elevatória



Fonte: Autoria Própria (2016).

5.3 Adução de Água Bruta

O processo de adução de água bruta se dá através de um trecho de tubulações de grande diâmetro, denominadas adutoras de água bruta. A adução de água bruta é feita entre a captação e a entrada da Estação de Tratamento de Água (ETA) e, por meio das adutoras de água tratada e canais, são feitas a condução da água pelo sistema de abastecimento (TARSO, Saulo; PIMENTEL, Heber, 2009).

Nas ETAs, a medida da vazão tem importância fundamental e é necessário realizá-la em sua entrada, pois a adição de substâncias químicas usadas no tratamento é feita em função dos valores volumétricos de água bruta que passam por seu canal de entrada.

Em estações com escoamento sob pressão, os medidores de vazão utilizam um princípio de funcionamento baseado na diferença de pressão de uma seção de montante para outra de jusante. Nos casos estudados neste trabalho, os condutos adutores que chegam as ETAs são de escoamento livre, e a medida da vazão é feita por meio de calhas e vertedouros, principalmente calhas Parshall instrumentadas, permitindo o registro contínuo de dados.

5.4 Unidades de Tratamento

O processo de tratamento da água tem como objetivo principal atingir os níveis de potabilidade exigidos para o consumo humano. O tratamento de se como a de uma ETA convencional, feita a medição o mais exata possível da vazão na entrada da ETA (Figura 2), torna-se possível a dosagem adequada de substâncias químicas usadas no tratamento.

FIGURA 2 – Entrada da ETA de Gramame, Calha Parshall



Fonte: Aatoria Própria (2016).

Após a medição da vazão, é corrigido o pH da água, com a adição de cal, e é feita a adição do coagulante na calha Parshall. O coagulante mais comumente usado é o sulfato de alumínio líquido (Figura 3), as quantidades usadas são em função da vazão e de parâmetros físico químicos da água bruta. A função principal do sulfato de alumínio é a de coagular as partículas de sujeira e a transformação das impurezas em suspensão em flocos. Em seguida a este processo, após um curto caminho, se encontram os floculadores.

FIGURA 3 – Reservatórios do sulfato de alumínio líquido



Fonte: Aatoria Própria (2016).

Floculadores são unidades responsáveis pela união dos flocos através da agitação mecânica tornando-os mais pesados. Logo após a esse processo, com uma velocidade de escoamento baixa para que não haja quebra dos flocos, os mesmos seguem para os decantadores.

Nas unidades de decantação, a água passa pelo processo de decantação, onde os flocos formados na floculação se depositam no fundo dos decantadores e, em seguida, prossegue para os filtros.

Para que não seja carreada, um número de partículas maior que o previsto para os filtros, exigindo sua lavagem prematura e perda da eficiência da ETA, o tempo de detenção nos decantadores é de extrema importância e é determinado em função da vazão que entra nos decantadores (TARSO, Saulo; PIMENTEL, Heber, 2009).

Nas unidades de filtração (Figuras 4 e 5) é feita a retenção de partículas sólidas por meio de materiais ou leitos porosos dispostos em camadas. Os materiais, normalmente usados nas Estações de Tratamento de Água, são os filtros de carvão ativo, areia e cascalho.

FIGURA 4 – ETA de Gramame, unidades de filtração



Fonte: Autoria Própria (2016).

FIGURA 5 – ETA de Gramame/Translitorânea



Fonte: Aatoria Própria (2016).

Quando detectadas mudanças físico-químicas na água, as dosagens das substâncias químicas do tratamento também são alteradas para se adequar às mudanças.

Após a filtração, o pH da água é novamente corrigido com a adição de cal, com a finalidade de evitar a corrosão ou incrustação das canalizações. Logo em seguida, são adicionadas quantidades de uma substância química, o cloro gasoso (Figura 6), que tem como função promover a desinfecção da água e garantir sua qualidade nos reservatórios.

FIGURA 6 – Reservatórios de cloro gasoso



Fonte: Aatoria Própria (2016).

Em algumas unidades de tratamento, é feito o uso da fluoretação, com o objetivo a prevenir a cárie infantil.

FIGURA 7 – Barragem de Gramame



Fonte: Aatoria Própria (2016).

FIGURA 8 – ETA de Gramame, unidades de tratamento



Fonte: Aatoria Própria (2016).

5.5 Reservação da Água Tratada

A água tratada, após sair da ETA, 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 têm a função de promover o equilíbrio entre as vazões de adução e as de distribuição, conservar as pressões na rede de distribuição e acumular a água a ser distribuída.

FIGURA 9 – Reservatório R3, Alto do Mateus



Fonte: CAGEPA² (2015).

² Projeto de setorização da Rede de Distribuição dos Sistemas de Abastecimento de Água das cidades de Cabedelo e João Pessoa/PB, v. 2.

FIGURA 10 – Reservatório R5, Cruz das Armas



Fonte: CAGEPA³ (2015).

³ Projeto de Setorização da Rede de Distribuição dos Sistemas de Abastecimento de Água das cidades de Cabedelo e João Pessoa/PB, v. 2.

FIGURA 11 – Reservatório R7, Mangabeira



Fonte: CAGEPA⁴(2015).

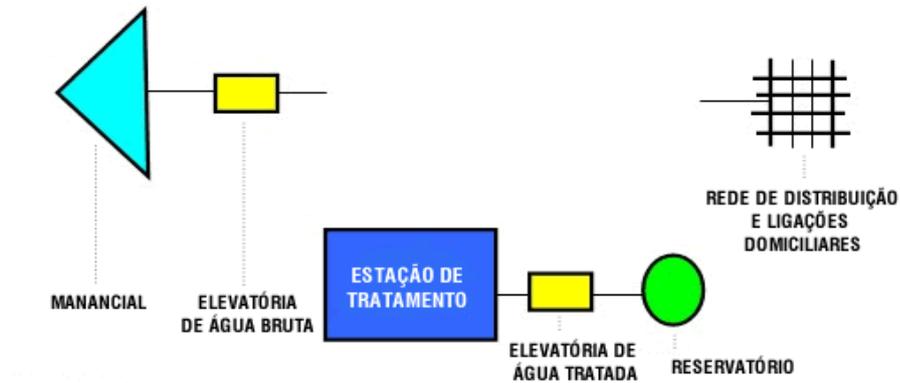
5.6 Redes de Distribuição

Parte do sistema de abastecimento responsável por alimentar as economias de uma cidade levando água potável e em pressões adequadas a diversos pontos de consumo: uso doméstico, industrial e público.

As redes de distribuição são formadas por um conjunto de condutos e órgãos acessórios, sendo sustentado com reservatórios.

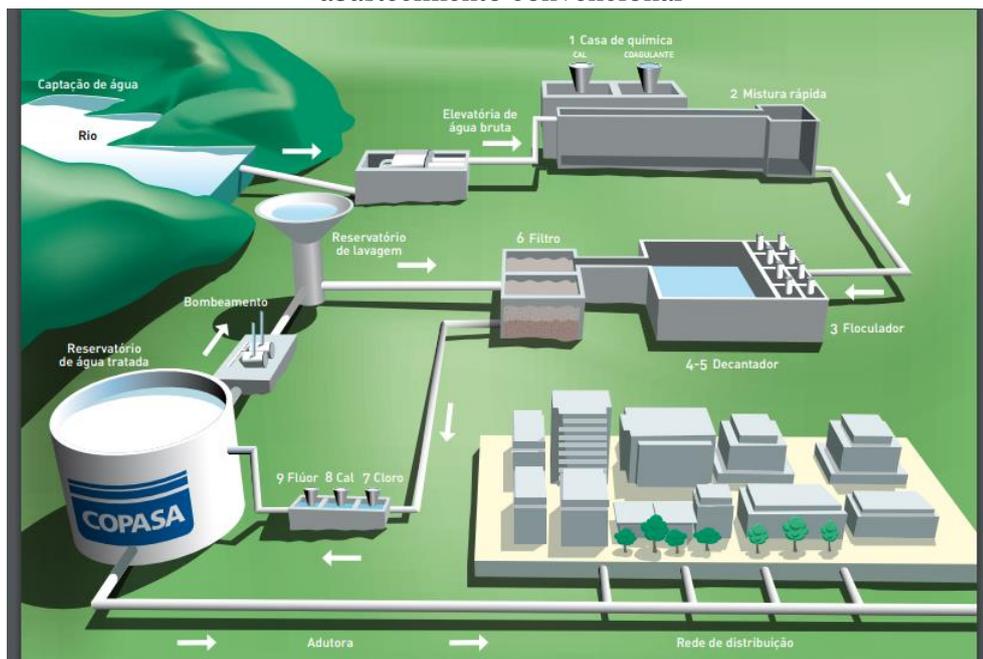
⁴ Projeto de Setorização da Rede de Distribuição dos Sistemas de Abastecimento de Água das cidades de Cabedelo e João Pessoa/PB, v. 2.

FIGURA 12 – Esquema do sistema de abastecimento da CAGEPA



Fonte: <http://www.cagepa.com.br>⁵.

FIGURA 13 – Esquema detalhado de um sistema de abastecimento convencional



Fonte: <http://www.copasa.com.br>⁶.

⁵ Disponível em: <http://www.cagepa.pb.gov.br/outras-informacoes/abastecimento-de-agua/tratamento/>.

⁶ Disponível em: http://www.copasa.com.br/media2/pesquisaescolar/copasa_tratamentodeagua.pdf.

6 INFORMAÇÕES HISTÓRICAS E A EVOLUÇÃO DO ABASTECIMENTO DA CIDADE DE JOÃO PESSOA

6.1 Antecedentes ao Sistema Buraquinho

Nos primeiros registros sobre o abastecimento em João Pessoa, início do século XIX, cita-se o fornecimento de água através de cacimbas, bicas e fontes. Tal abastecimento provinha de mananciais públicos e particulares, como a Bica do Tambiá (Figura 14), Cacimba do Povo, Bica de Maria Feia, Cacimba de Dr. Cícero, Cacimba de Maroca Estrela, Gravatá e a bica dos Milagres, ainda hoje existente (emparedada) na Rua Augusto Simões, antigo Beco dos Milagres (AGUIAR, Wellington. 1992).

FIGURA 14 – Bica do Tambiá



Fonte: <http://folhaderiachao.blogspot.com.br/>⁷.

⁷ Disponível em: <http://folhaderiachao.blogspot.com.br/2011/10/fonte-do-tambia.html>.

Na época, a retirada de água desses reservatórios naturais era feito através de baldes e o transporte era realizado por animais (Figura 15).

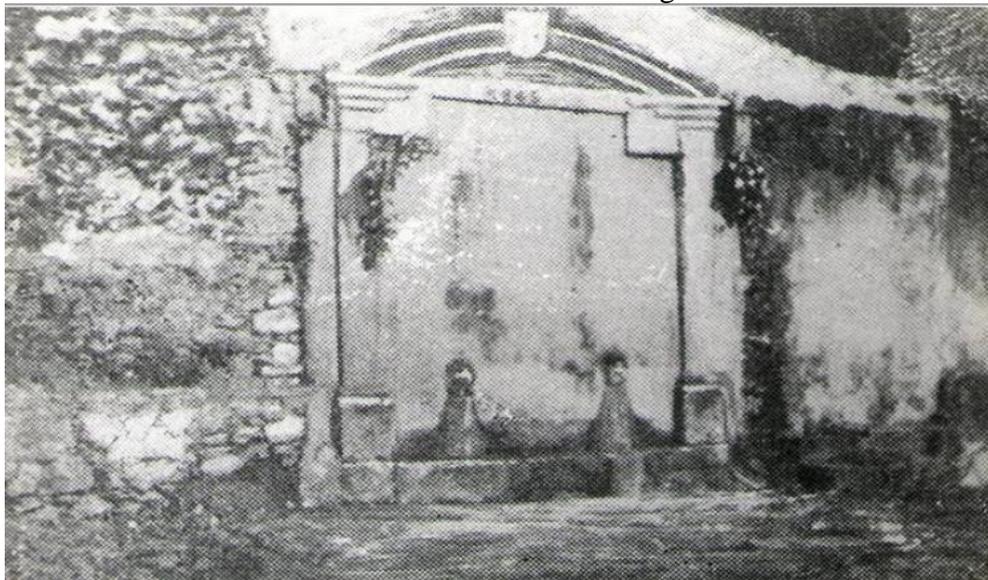
FIGURA 15 – Transporte da água para o abastecimento



Fonte: RODRIGUEZ, Walfredo, 1952.

Segundo Walfredo Rodriguez (1952), a bica dos milagres (Figura 16), localizada em um sítio que foi doado aos padres beneditinos em 1599, era responsável pelo abastecimento da cidade da Parayba desde sua fundação.

FIGURA 16 – Bica dos Milagres



Fonte: <http://memoriajoapessoa.com.br>⁸.

⁸ Disponível em: <http://memoriajoapessoa.com.br/acervopatrimonial/79>.

Outras fontes de grande importância eram: a Bica do Gravatá, localizada próximo a Casa do Artesão, adjacente à Rua Maciel Pinheiro; a Bica do Tambiá ainda hoje existente, situada no Parque Arruda Câmara, construída em 1782; e a Bica Cacimba do Povo que, na segunda metade do século XIX, abastecia parte do bairro das Trincheiras, sendo encontrada no sítio Riacho. Essas quatro bicas eram as principais fontes de abastecimento da capital.

Durante o século XIX, foram ainda registradas várias tentativas fracassadas de implantação de um sistema de abastecimento pelos governos da época.

Em 1854, já se tinha a ideia de canalizar as águas do riacho Marés para o abastecimento, porém, por motivos financeiros, não chegou a ser colocada em prática. No governo de Álvaro Machado, em 1895, foi pensado novamente na implantação do sistema usando o riacho Marés como fonte, mas sem sucesso.

Em 1906, o presidente monsenhor Walfredo Leal empenhado em implantar o sistema para fornecimento de água encanada à capital paraibana, pediu ao Eng.º Michel Raposo que lhe apresentasse um estudo para implantação de um sistema de água encanada na cidade. Tal projeto viria a ser o projeto do Sistema Buraquinho (Nogueira, Helena. 2005⁹).

Em 21 de abril de 1912, durante o governo de João Lopes Machado, segundo registros da CAGEPA, foi inaugurado o sistema de abastecimento de água em João Pessoa, o Sistema Buraquinho.

6.2 Sistema Buraquinho

Segundo o Projeto Básico de Abastecimento de Água Sistema Adutor Abiaí Papocas, Memorial Descritivo Volume I, o primeiro projeto do Sistema de Abastecimento de Água da cidade de João Pessoa foi elaborado, em 1907, pelo Eng. Miguel Raposo, quando parte das terras da Mata do Buraquinho, então chamada Sítio Jaguaricumbe, foi adquirida pelo Estado para iniciar os estudos de canalização de água para abastecimento da então cidade da Paraíba.

O Sistema de Abastecimento de Buraquinho provém de um manancial subterrâneo, do tipo Aquífero Freático (Grupo Barreiras) e sua implantação foi iniciada em 17 de junho de 1909, com a escavação, na reserva florestal de Buraquinho, de um dos quatro poços previstos (ANA, 2006).

⁹ NOGUEIRA, H. As primeiras décadas da eletricidade e do saneamento básico na capital paraibana 1900-1940. Dissertação de mestrado. 2005.

Foram, a seguir, executadas as adutoras e reservatório elevado, montadas as bombas de eixo horizontal e implantaram-se a rede de distribuição e as ligações prediais, afora a construção das casas de caldeiras e de máquinas, oficinas de apoio e almoxarifado.

Esse primeiro sistema de abastecimento de água da capital do Estado foi inaugurado em 21 de abril de 1912 e atendia uma população de 21.000 habitantes (Figura 17). (Projeto básico de abastecimento de água, sistema adutor Abiaí-Papocas¹⁰. v. 1).

FIGURA 17 – Sistema de abastecimento de Buraquinho (1912)



Fonte: Revista Era Nova, 1923.

O primeiro sistema de 1912 teve sua primeira ampliação implantada entre novembro de 1923 (Figura 18) e abril de 1926, elaborado pelo Engenheiro Saturnino de Brito, o qual pretendia o aumento da produção de água do Sistema Buraquinho de uma vazão de 22 l/s para 49 l/s.

¹⁰ As informações presentes nos próximos parágrafos referentes ao histórico dos sistemas de buraquinho, Marés e Gramame foram retiradas desse projeto.

FIGURA 18 – Mapa da cidade de João Pessoa (1923)



Fonte: Instituto Histórico e Geográfico Paraibano (IHGP).

O projeto recomendava ainda a construção de um novo pavilhão de bombas, implantação de mais uma adutora e construção de dois reservatórios, o R3 e R2 (Figura 19), na Rua Diogo Velho e Praça Venâncio Neiva, respectivamente, assim como também a ampliação da rede de distribuição de 15.600 m para 44.000 m. (Projeto básico de abastecimento de água, sistema adutor Abiaí-Papocas).

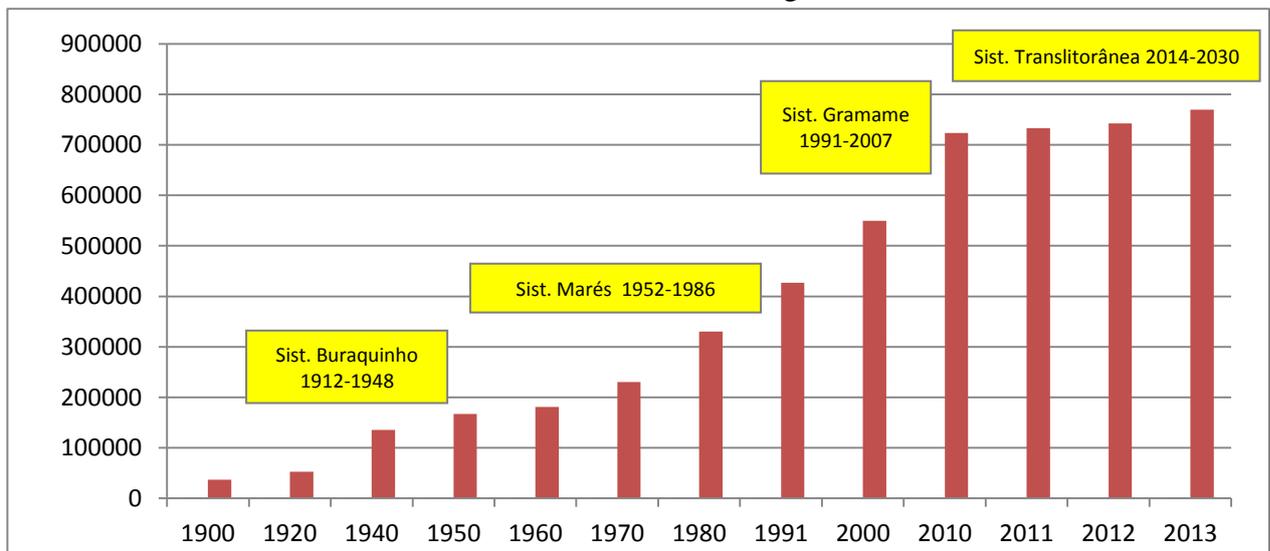
FIGURA 19 – Reservatório elevado de água tratada



Fonte: Revista Era Nova, 1923.

A ampliação tornou possível o atendimento a uma população de 50.000 habitantes, um número bem superior ao de início do sistema (Figura 20). Por fim, era completado com a implantação de treze chafarizes.

FIGURA 20 – Gráfico do crescimento demográfico de João Pessoa



Fonte: Autoria Própria, baseado nos dados do IBGE.

No período de 1927 e 1948, foram registradas algumas mudanças no Sistema Buraquinho, como o acréscimo de dezoito novos poços rasos e a construção de uma barragem

no rio Jaguaribe, com o objetivo de melhorar a recarga do lençol freático e garantir o equilíbrio entre a demanda e a oferta do serviço à população da capital.

Após 1948, com a constatação evidente de que o Sistema Buraquinho, até então o único em funcionamento, responsável pelo abastecimento de toda a cidade de João Pessoa atingia o limite de sua capacidade.

Dessa forma, foi então necessária, mais uma vez, a contratação do escritório Saturnino de Brito. O mesmo elaborou um novo projeto de ampliação do sistema, o qual seria implantado entre 1948 e 1952, agora, tendo também como manancial, o rio Marés, que passou, junto ao Sistema Buraquinho, a ser responsável pelo abastecimento da Grande João Pessoa (Projeto básico de abastecimento de água, sistema adutor Abiaí-Papocas. v. 1).

O sistema de abastecimento de água de Buraquinho possui um total de 32 poços Amazônicos¹¹ (Figura 21). Atualmente, apenas um dos poços encontra-se em funcionamento, tendo, o sistema, uma vazão total de 100 a 200 l/s, constituindo-se como o responsável pelo abastecimento de parte do bairro da Torre e também a comunidade São Rafael, segundo o operador do sistema e funcionário da CAGEPA.

FIGURA 21 – Poço Amazônico



Fonte: Autoria Própria (2016).

¹¹ Conhecidos também como cacimbas de boca grande são poços de grandes diâmetros, escavados manualmente e revestidos com tijolos ou anéis de concreto. Captam o lençol freático e possuem geralmente profundidades na ordem de até 20 metros.

Como o sistema de Buraquinho está em uma reserva de preservação florestal (a maior floresta semiequatorial nativa, plana e densamente cercada por área urbana do mundo, correspondente a 515 hectares), sem receber contribuição de sistemas de esgoto e por se tratar de um Aquífero Freático, no tratamento da água, é necessário apenas o uso da cloração.

FIGURA 22 – Adutora de água tratada – sistema Buraquinho



Fonte: Autoria Própria (2016).

6.3 Sistema Marés/Mumbaba/Gramame

Em 1948, no governo de Oswaldo Trigueiro, após constatação de superação física do Sistema Buraquinho e elaboração de um novo projeto pelo escritório Saturnino de Brito, dando início às obras em 15 de dezembro do mesmo ano.

Em 1952, se deu início ao funcionamento do Sistema Marés após a construção da barragem sobre o rio Marés (Figura 23). No entanto, o projeto de 1948 foi parcialmente implantado, visto que não foram construídos dois reservatórios o R5-T (Rua Porfírio Costa), o R6-T (Rua Barão de Mamanguape) e a adutora Mumbaba-Marés, que faria a transposição da bacia do rio Mumbaba para a bacia do rio Marés.

FIGURA 23 – Barragem de Marés em construção (1951)



Fonte: <http://tede.biblioteca.ufpb.br/>¹².

O Sistema Marés, juntamente com o Sistema Buraquinho, tinha como meta o abastecimento de uma população em volta de 170.000 habitantes, contemplando toda a Grande João Pessoa.

O Sistema de Abastecimento de Marés (Figura 24) é proveniente da captação no rio Marés (1ª Etapa), do tipo manancial de superfície.

FIGURA 24 – ETA de Marés e suas unidades



Fonte: Autoria Própria (2016).

¹² Disponível em: <http://tede.biblioteca.ufpb.br/handle/tede/5972?mode=full>.

A forma de captação no rio Marés e no Mumbaba são feitas de maneira distintas. No rio Marés foi construída uma Barragem de terra (Acumulação) com 10 m de altura, 215 m de comprimento, volume de acumulação de 2.000.000 m³ e com uma capacidade prevista no projeto de 300 l/s (Figura 25).

FIGURA 25 – Barragem de Marés



Fonte: Aatoria Própria (2016).

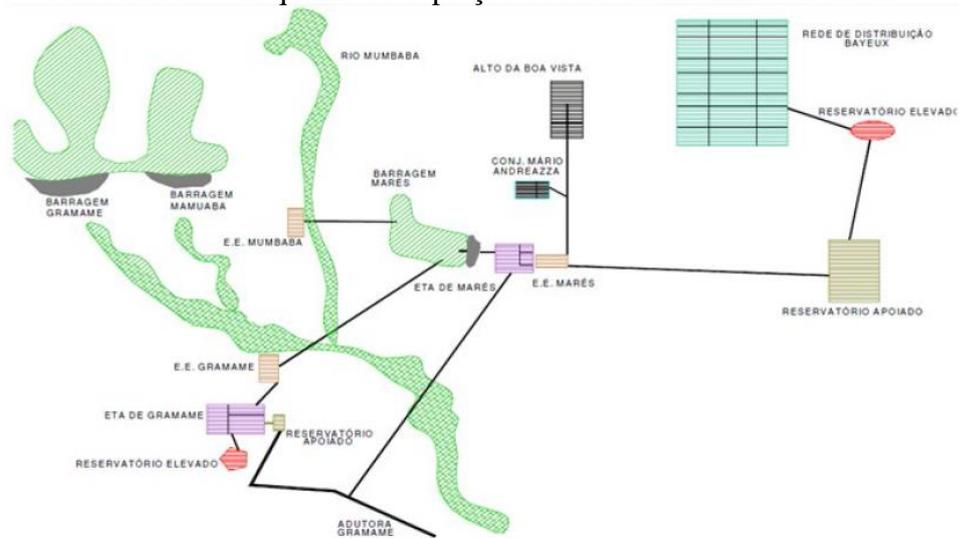
A partir da década de 60, tornou-se clara a necessidade de uma expansão do Sistema Marés para garantir um serviço de qualidade à população. Sendo projetado pelo escritório Saturnino de Brito, o projeto de expansão do Sistema Marés, finalizado ainda em 1964, não chegou a ser implantado.

Em novembro de 1967, a partir de uma solicitação da SANECAP (Saneamento da Capital S/A), a PLANIDRO – Consultores Associados entregou, após revisão e reformulação do projeto de Saturnino, um novo projeto, o qual foi implementado entre os anos de 1968 e 1970.

O projeto previa uma adição de 600 l/s devido à expansão do sistema com a captação no rio Mumbaba / Gramame¹³ (Figura 26). Com tais melhorias e ampliação do sistema, foi possível suprir a necessidade da população pessoense até o início da década de 80.

¹³ O rio Mumbaba é um afluente do rio Gramame.

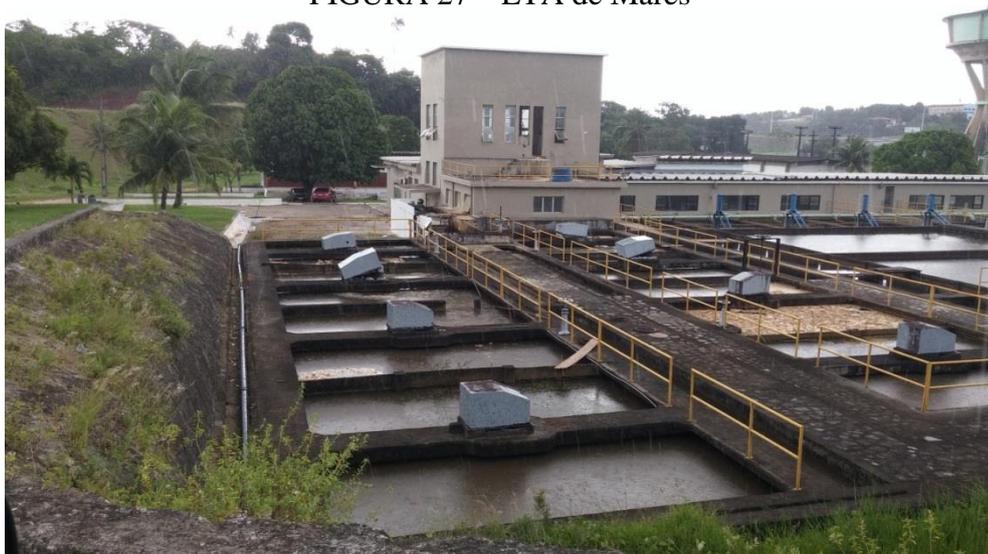
FIGURA 26 – Esquema de captação dos sistemas Marés/Gramame



Fonte: www.insite.pro.br/elivre/¹⁴.

A partir dessa época, foram propostos alguns projetos que visaram melhoria da capacidade de abastecimento da cidade de João Pessoa, tais como o Projeto da PROESA Ltda, que previa o aumento da capacidade da ETA de Marés (Figura 27) para 1400 l/s; ampliação da Estação Elevatória de Marés, junto com ampliação da terceira adutora do sistema; e o Projeto da GEOTÉCNICA S/A, que previa a transposição das águas do rio Gramame para o rio Marés. Tais ampliações e melhorias foram implementadas e concluídas em 1984.

FIGURA 27 – ETA de Marés



Fonte: Autoria Própria (2016).

¹⁴ Disponível em: www.insite.pro.br/elivre/tarcisio_agua.pdf.

O Sistema Marés teve sua capacidade superada por volta 1986, quando a CAGEPA, providenciou a contratação do Eng. Antônio Figueiredo Lima para a elaboração de um novo sistema, o Sistema Gramame. No Rio Mumbaba, a captação é através de Barragem de nível com perfil Creager. Por se tratarem de mananciais de superfície, é necessário o tratamento na estação de tratamento de Marés (ETA-Marés) (Figuras 28).

FIGURA 28 – Entrada da ETA de Marés



Fonte: Aatoria Própria (2016).

O tratamento convencional se dá com a adição de produtos químicos como o sulfato de alumínio líquido (Figura 29), a cal e o cloro gasoso (Figuras 30, 31).

FIGURA 29 – Reservatórios de sulfato de alumínio



Fonte: Aatoria Própria (2016).

FIGURA 30 – Desinfecção com a adição de cloro



Fonte: Aatoria Própria (2016).

FIGURA 31 – Tabela usada pelos operadores da CAGEPA



Fonte: Aatoria Própria (2016).

Segundo o Projeto Básico de Abastecimento de Água Sistema Adutor Abiaí-Popocas, a ETA-Marés é composta por:

- Flocculador mecanizado (Figura 32) com um volume total de 1.508 m³;

FIGURA 32 – Unidade de floculação



Fonte: Aatoria Própria (2016).

- Decantador (Figura 33) com três unidades com área total de 741 m². Em visita a ETA, foram verificados seis decantadores.

FIGURA 33 – Unidades de decantação



Fonte: Aatoria Própria (2016).

- Filtros (Figura 34) com oito unidades e área total de 552 m².

FIGURA 34 – Unidades de filtração



Fonte: Autoria Própria (2016).

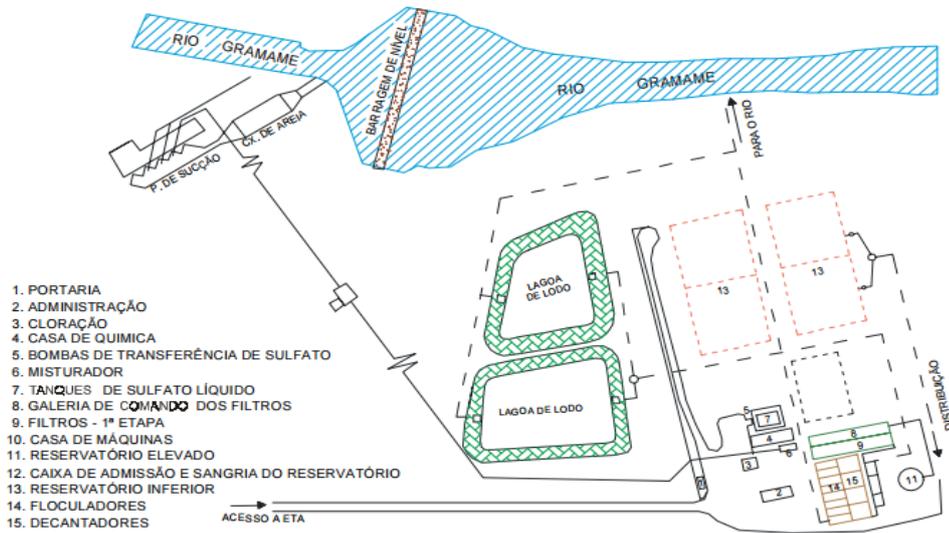
Atualmente, Marés é responsável por pouco menos que 30% do abastecimento da Grande João Pessoa.

6.4 Sistema Gramame/Mamuaba

Na década de 1980, com a constatação da necessidade de ampliação da capacidade de abastecimento dos sistemas que abasteciam a Grande João Pessoa, o Engenheiro Antônio Figueiredo Lima, foi convocado e responsável por elaborar um projeto o qual suprisse a demanda que acompanhava o constante crescimento populacional da cidade de João Pessoa.

Este projeto do Sistema Gramame compreende no aprimoramento da Estação Elevatória de Água Bruta existente e a construção de uma nova Estação de Tratamento (Figura 35) com uma capacidade de 1.917 l/s e das adutoras de água bruta e tratada. Tal sistema teve sua inauguração em 1991 e, junto ao Sistema Buraquinho e Marés, possibilitou o abastecimento da Grande João Pessoa.

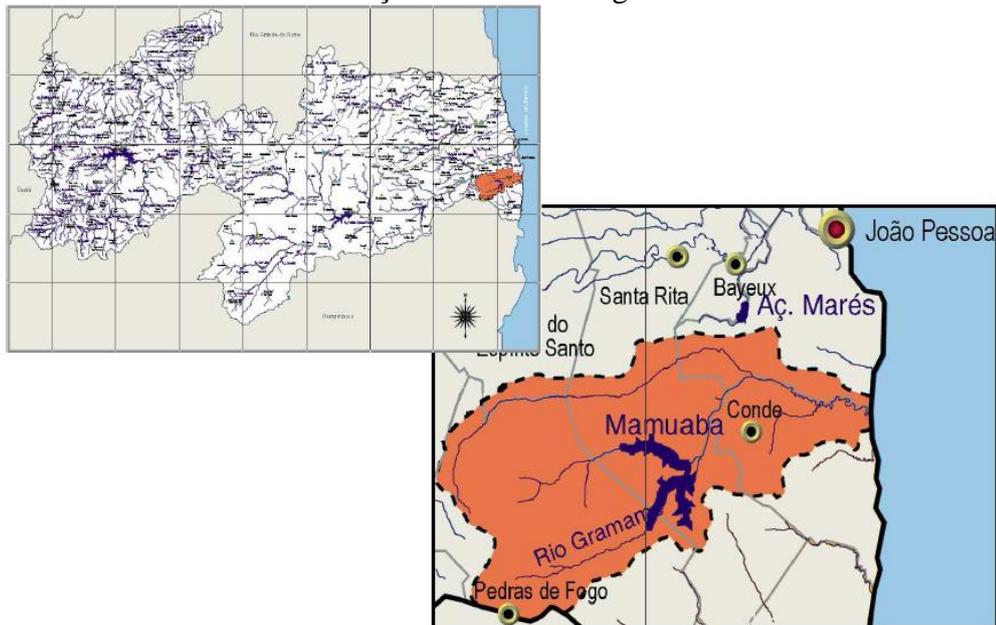
FIGURA 35 – Planta esquemática do sistema de captação e tratamento d'água do sistema Gramame



Fonte: www.agriambi.com.br¹⁵.

O sistema Gramame é proveniente da captação do rio Gramame/Mamuaba (Figura 36).

FIGURA 36 – Localização da bacia hidrográfica do Rio Gramame



Fonte: Fonseca, 2008.

¹⁵ Disponível em: www.agriambi.com.br/revista/suplemento/index_arquivos/PDF/191.

O rio Gramame/Mamuaba, sendo do tipo manancial superficial, sua captação é feita a partir de Barragem de Acumulação e uma Barragem de Nível (Figura 37 e 38). O sistema Gramame/Mamuaba é uma ETA convencional, e possui as unidades de tratamento com as seguintes dimensões: Floculador mecanizado com volume total de 3.456 m³; Decantador, com quatro unidades de área total de 1.108 m²; e Filtro, composto por oito unidades com área total de 553 m².

FIGURA 37 – Barragem Gramame



Fonte: <http://correiodaparaiba.com.br/>¹⁶.

FIGURA 38 – Barragem de nível



Fonte: Autoria Própria (2016).

¹⁶ Disponível em: <http://correiodaparaiba.com.br/cidades/seca/chuvas-ja-podiam-ter-enchido-reservatorio-mas-cagepa-monitora-para-evitar-transbordamento/>.

O Sistema Gramame de abastecimento começou a apresentar limitações no fornecimento e na qualidade da água devido à capacidade de tratamento inferior a demanda pelo provimento.

Em 2007, foi elaborado um novo projeto para o aumento da capacidade de tratamento de água da Estação de Tratamento de Gramame visando à otimização do abastecimento da Grande João Pessoa (Projeto básico de abastecimento de água, sistema adutor Abiaí-Papocas. v. 1)¹⁷.

Após solicitação da CAGEPA, foi elaborado, então, pelo Arco Projetos e Construções Ltda., um projeto básico denominado Sistema Adutor Abiaí-Papocas ou Transposição Litorânea, que previa a implementação em duas etapas. Porém, para tal projeto, viu-se a necessidade de revisão referente à segunda etapa, tendo sua revisão realizada pela empresa Emílio Falcão – Projetos, Consultoria e Construção Ltda. E, finalmente, apresentada em 2012.

O Sistema Gramame (Figuras 39, 40, 41 e 42), atualmente, é o responsável pelo abastecimento de água, em torno de 70% da população da Grande João Pessoa (FONSECA, *apud* ALVES, 2008).

FIGURA 39 – Torre de tomada Gramame/Mamuaba



Fonte: Autoria Própria (2016).

¹⁷ Os dados e informações presentes no histórico dos sistemas de abastecimento, citados anteriormente, foram retirados do referente projeto.

FIGURA 40 – Barragem Gramame/Mamuaba



Fonte: Autorial Própria (2016).

FIGURA 41 – Entrada da Estação Elevatória de Água (EEA)
seguida da grade



Fonte: Autorial Própria (2016).

FIGURA 42 – Poço de sucção



Fonte: Autoria Própria (2016).

6.5 Sistema Adutor Abiaí – Papocas / Transposição Litorânea (Translitorânea)

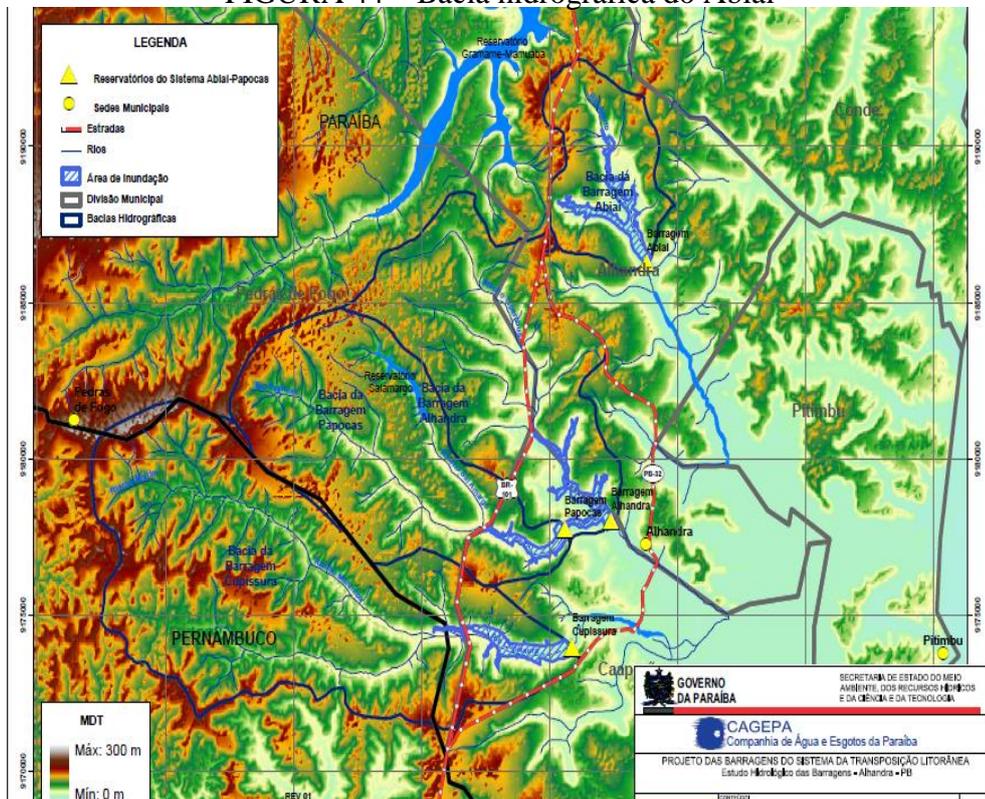
O Sistema Adutor da Translitorânea, conforme explicita o projeto denominado Sistema Adutor Abiaí-Papocas ou Transposição Litorânea, tem sua implantação dividida em duas etapas, que consistem na captação de águas provenientes de três barragens situadas nos rios Cupissura, Taperubus/Papocas e Abiaí, conforme podem ser observadas nas figuras 43 e 44.

FIGURA 43 – Bacias hidrográficas do litoral sul



Fonte: <http://www.aesa.pb.gov.br>¹⁸.

FIGURA 44 – Bacia hidrográfica do Abiaí



Fonte: CAGEPA, Diretoria de Expansão¹⁹.

¹⁸ Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/comites/litoral_sul/.

A figura 43 mostra a bacia Hidrográfica onde estão presentes os mananciais que serão usados no sistema adutor Translitorânea e a figura 44 os possíveis locais de construção das barragens que irão compor o sistema da Translitorânea.

A primeira etapa (Figuras 45 e 46), inaugurada em 20 de junho 2014, possui um sistema adutor que capta água no rio Papocas no município de Alhandra, contando com 28 km de adutoras de água bruta, que vai de Alhandra à estação de Tratamento de Gramame.

FIGURA 45 – Obras da translitorânea em Alhandra



Fonte: <http://paraiba.pb.gov.br/>²⁰.

FIGURA 46 – Obras da translitorânea em Alhandra



Fonte: <http://paraiba.pb.gov.br/>.

¹⁹ Projeto Executivo da Ampliação do Sistema de Abastecimento de Água da Grande João Pessoa Sistema Abiaí-Papocas. 2010.

²⁰ Disponível em: <http://paraiba.pb.gov.br/governo-do-estado-avanca-com-obras-da-adutora-translitoranea/>.

Conta ainda com duas estações elevatórias, um reservatório apoiado de 5.000 m³, um *stand pipe*, duplicação da estação de tratamento de água de Gramame permitindo o aumento da capacidade de tratamento de 1.900 litros por segundo para 3.800 litros por segundo e a automação de todo o sistema.

A segunda parte compreenderá a construção de uma nova barragem de acumulação, a barragem de Cupissura, com capacidade de acumulação de 9,6 milhões de m³, vazão de 1.120 l/s e um novo trecho de adutora, de 11 quilômetros, com destinação a Estação de Tratamento de Gramame.

A construção da barragem irá beneficiar os municípios de Pedras de Fogo, Alhandra, Caaporã, Pitimbu, Conde, além da Grande João Pessoa. A ampliação do sistema de abastecimento de água tem seu horizonte de projeto até o ano de 2030, garantindo assim o abastecimento da Grande João Pessoa.

7 ESPACIALIZAÇÃO DAS ÁREAS ABASTECIDAS

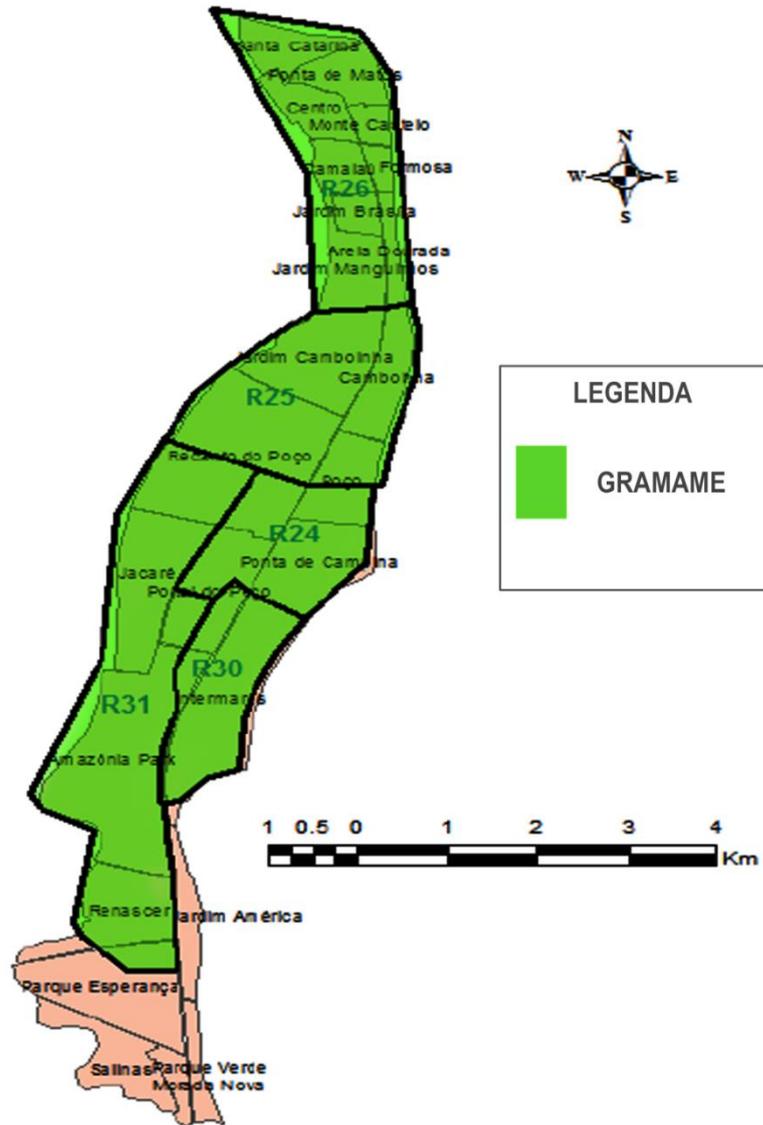
O sistema de abastecimento de água da Grande João Pessoa, existente atualmente, utiliza mananciais superficiais e subterrâneos, contendo duas Estações de Tratamento de Água e atendendo segundo dados fornecidos pela CAGEPA a 418.465 economias, 319.623 ligações (fevereiro de 2016) e a um total de mais de 1.088.000 (IBGE 2015, estimativa da população) de habitantes da Grande João Pessoa.

A cidade ainda conta com um conjunto de poços, com uma vazão total de 728,75 l/s, que em uma situação emergencial de abastecimento de água, podem suprir temporariamente o abastecimento (Projeto básico de abastecimento de água, sistema adutor Abiaí-Papocas. v.1. 2007).

Recentemente, o município do Conde, que faz parte da Grande João Pessoa e que conta com 23 mil habitantes, por mais de 50 anos foi abastecido por sistema de poços, terá a partir deste ano (2016), com a implantação do sistema adutor Translitorânea, sua segurança hídrica garantida pelos próximos 20 anos. Com a implantação do Projeto da Translitorânea, a Grande João Pessoa terá garantido seu abastecimento até o ano de 2030.

Segundo a análise feita dos dados do relatório de setorização da rede de distribuição dos sistemas de abastecimento de água das cidades de Cabedelo (Figura 47) e João Pessoa/PB (Figura 48), Relatório Técnico Preliminar, Volume I, o sistema Marés é responsável por abastecer cerca de 174 mil (cento e setenta e quatro) habitantes, enquanto o sistema Gramame abastece em torno de 623.795 (seiscentos e vinte e três mil, setecentos e noventa e cinco) e o sistema Buraquinho/Marés/Gramame, 75760 (setecentos e cinco mil, setecentos e sessenta) habitantes.

FIGURA 47 – Mapa do abastecimento do Município de Cabedelo



Fonte: Adaptado da CAGEPA²¹.

²¹ Projeto de setorização da rede de distribuição dos sistemas de abastecimento de água das cidades de Cabedelo e João Pessoa/PB. Relatório Técnico Preliminar. Paraíba, 2015. v. 2.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fornecimento de água potável apresenta significativa importância para o desenvolvimento socioeconômico das cidades, demonstrando, sempre, serem necessárias pesquisas no setor hídrico para proporcionar um serviço de abastecimento eficaz e de boa qualidade. A expansão das cidades que decorre do crescimento demográfico determina sempre que os órgãos responsáveis pelo abastecimento estejam em constante busca pelo aperfeiçoamento e ampliação dos sistemas, sendo registradas no histórico do abastecimento diversas expansões, objetivando sempre adequar os serviços de abastecimento à demanda da população.

Com base no estudo dos projetos e nas fontes exploradas, foi produzido um documento com dados históricos sobre os mananciais e o desenvolvimento do abastecimento da Grande João Pessoa. As áreas de abastecimento de João Pessoa e Cabedelo foram apresentadas na forma de um mapa com os reservatórios, suas áreas de influência e seus respectivos mananciais de origem.

No reconhecimento que este trabalho contribui, subsidiando com informações sobre a distribuição espacial do sistema de abastecimento d'água, é de se esperar que outros estudos possam ampliar e aprofundar a partir dele, reconhecendo que a expansão da cidade e, conseqüentemente, a expansão dos Sistemas, podem ter implicações significativas tanto sob o aspecto econômico, quanto sob o aspecto ecológico os quais possam implicar em um crescente passivo ambiental.

Assim na ótica da engenharia, a crescente demanda por água, demonstra a necessidade de um uso sustentável deste recurso, da conscientização das pessoas em relação ao modo como usamos a água, e a importância do gerenciamento de recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, Bacias Hidrográficas do Litoral Sul. Disponível em: < http://www.aesa.pb.gov.br/comites/litoral_sul/> Acesso em: 23 de abril de 2016.

AGUIAR, Wellington. **Cidade de João Pessoa – A memória do tempo**. Editora Persona, 1992.

ALVES, Tarcisio. **O que você precisa saber sobre a água de João Pessoa**. Paraíba. Ideia Editora, 2014. 169 p.

CAGEPA – Companhia de Água e Esgoto da Paraíba. **Elaboração de projetos de setorização da rede de distribuição dos sistemas de abastecimento de água das cidades de Cabedelo e João Pessoa/PB**. Relatório Técnico Preliminar. Paraíba, 2015. v. 2.

_____. **Projeto básico de abastecimento de água, sistema adutor Abiaí-Papocas**. v. 1. Paraíba, 2007.

_____. **Governo do Estado inaugura a 1ª etapa da Translitorânea**. Disponível em: <<http://www.cagepa.pb.gov.br/governo-do-estado-inaugura-primeira-etapa-da-translitoranea/>> Acesso em: 20 de abril de 2016.

_____. **Tratamento**. Disponível em: <<http://www.cagepa.pb.gov.br/outras-informacoes/abastecimento-de-agua/tratamento/>> Acesso em: 20 de abril de 2016.

COPASA. Companhia de Saneamento de Minas Gerais. **Tratamento de água**. Disponível em: <http://www.copasa.com.br/media2/pesquisaescolar/copasa_tratamentodeagua.pdf> Acesso em: 20 de abril de 2016.

CORREIA, J. **Política e assistencialismo na Paraíba: O Governo de José Américo de Almeida (1951-1956)**. 2012. 320 f. Dissertação (Mestrado em História) Centro de Ciências Humanas Letras e Artes. Universidade Federal da Paraíba. Paraíba, 2012.

EMÍLIO FALCÃO – Projetos, Consultoria e Construção Ltda. **Adequação do projeto básico de sistema produtor de água tratada da grande João Pessoa – 2ª etapa**. Paraíba, 2012.

ETAs. **Estações de tratamento de água**. Disponível em: <<http://www.daaearaquara.com.br/eta.htm>> Acesso em: 12 de Abril de 2016.

GOVERNO DA PARAÍBA. **Ricardo entrega projeto da segunda etapa da Translitorânea**. Disponível em: < <http://paraiba.pb.gov.br/ricardo-entrega-projeto-da-segunda-etapa-da-translitoranea-no-ministerio-das-cidades/> > Acesso em: 23 de abril de 2016.

Mensagem apresentada à Assembleia Legislativa do Estado da Paraíba em 1º de Junho de 1949, pelo Governador Oswaldo Trigueiro. Disponível em:
<https://archive.org/stream/mensagemparaiba1949esta/mensagemparaiba1949esta_djvu.txt>
Acesso em: 20 de Abril de 2016.

MELO, J.R.C. **Arcabouço legal e institucional e a situação de proteção ambiental dos mananciais: o caso do Rio Marés na Paraíba.** Tese de doutorado. Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. UFBA. 2013.

NOGUEIRA, H. C. **As primeiras décadas da eletricidade e do saneamento básico na capital paraibana 1900-1940.** 102 p. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em Engenharia Urbana. UFPB. 2005.

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

TSUTIYA, M. T. 2006. **Abastecimento de Água.** 3a. Edição. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

RODRIGUEZ, Walfredo. **Roteiro sentimental de uma cidade.** 2ª ed. João Pessoa. A União. 1994.

WILKER, R. N. A. Programa de prevenção de riscos ambientais: **Caracterização da E.T.A. Marés de João Pessoa – PB,** 2013. Disponível em: <meioambientepocos.com.br>. Acesso em: 20 de abril de 2016.