



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

TÁSSIO LEAL RODRIGUES

**DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DO
MUNICÍPIO DE RIACHÃO DO BACAMARTE - PB**

CAMPINA GRANDE – PB
2014

TÁSSIO LEAL RODRIGUES

**DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DO
MUNICÍPIO DE RIACHÃO DO BACAMARTE - PB**

Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentado a coordenação de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Weruska Brasileiro Ferreira

CAMPINA GRANDE – PB

2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

R696d Rodrigues, Tássio Leal.

Diagnóstico do sistema de abastecimento do município de Riachão do Bacamarte-PB [manuscrito] / Tássio Leal Rodrigues. - 2014.

58 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2014.

"Orientação: Profa. Dra. Weruska Brasileiro Ferreira, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental".

1. Abastecimento de água. 2. Recursos hídricos. 3. Desperdício de água. I. Título.

21. ed. CDD 628.1

TÁSSIO LEAL RODRIGUES

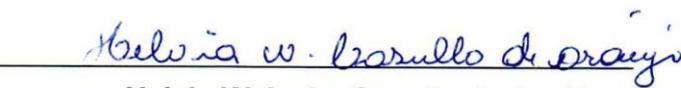
**DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO
DE RIACHÃO DO BACAMARTE - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado a Coordenação do Curso de
Engenharia Sanitária e Ambiental da
Universidade Estadual da Paraíba como requisito
parcial para a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Sanitária e Ambiental.

Aprovado em: 29/07/2013

Examinadores:


Prof. Dra. **Weruska Brasileiro Ferreira**
(Orientador – DESA/CCT/UEPB)


Prof. Dra. **Helvia Waleska Casullo de Araújo**
(Examinador – DESA/CCT/UEPB)


Prof. Dra. **Ligia Maria Ribeiro**
(Examinadora – DESA/CCT/UEPB)

A minha família, que sempre me apoiaram e incentivaram para que prosseguisse e alcança-se esta vitória. Em especial ao meu pai, que foi um verdadeiro guerreiro na batalha pela vida, para está presente e compartilhar comigo este momento tão especial na minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas oportunidades proporcionadas, por ter mim iluminado nos momentos difíceis, dando sabedoria para supera-los e transforma-los em inspiração para a realização de novas conquistas.

Aos Meus pais, Luiz Rodrigues e Ana Lúcia Leal que sempre mim apoiaram nas minhas escolhas acadêmicas e passaram todo o carinho e incentivo para seguir enfrente, superando os desafios que apareceram.

A minha noiva, Aldênia Vasconcelos, pelo seu companheirismo, amor e apoio, estando sempre ao meu lado desde o começo dessa caminhada, mim apoiando nos momentos difíceis e compartilhando comigo inúmeros momentos de felicidade.

A minha tia Lucicleide Leal e Marcelo Raulino que mim acolheram em sua residência no início do curso, dando total apoio e incentivo.

A minha Avó Iraci da Silva Leal que esta sendo retribuída pelo esforço e superação para a formação acadêmica de suas filhas, com mais um de seus descendentes graduado.

A todos os amigos do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, em especial a Francisco, Ramon, André e Tairone, que percorrem juntamente comigo toda a graduação, fornecendo ajuda necessária para alcançar meu objetivo.

A Emanuella, companheira e amiga indispensável durante todo o curso, compartilhando comigo alegrias e aperreios, se tornado mais do que uma grande amiga e sim uma irmã.

A minha orientadora, Dra Weruska Brasileiro Ferreira, por ter me acompanhado nesta ultima fase, me orientando e aconselhando.

As professoras da comissão examinadora, Dra Helvia Waleska Casullo de Araújo e Dra. Ligia Maria Ribeiro por terem aceitado participar da minha banca.

Aos professores do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, que com grande empenho nas suas atividades docentes, conseguiram transmitir para mim o conhecimento que foi utilizado durante a graduação e também será bem utilizado no decorrer da minha vida profissional.

Muito obrigado a todos!

RESUMO

A água é um elemento essencial a vida, a mesma apresenta uma percentagem mínima disponível para o uso direto para consumo humano e está distribuída de maneira desigual no Planeta Terra, fatores com a exploração excessiva dos rios, desperdício, crescimento populacional e a urbanização descontrolada tem como consequência o aumento na demanda da água, fazendo com que os recursos hídricos disponíveis se tornem cada vez mais escasso. Além disso, existe o agravante das perdas de água ocorridas durante o fornecimento às unidades consumidoras. Um dos principais desafios das operadoras de água em países em desenvolvimento é reduzir as perdas de água em todas as etapas do processo de seu fornecimento. Este estudo tem com objetivo principal a Avaliação do índice de perdas de água no sistema de abastecimento do município de Riachão do Bacamarte-PB, visando apresentar soluções técnicas para a redução das perdas de água no sistema. Para isto, foram utilizados dados informados pela CAGEPA (Companhia de Água e Esgoto da Paraíba) e coletados no SNIS (Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento), que possibilitaram a análise dos índices de perdas ocorrentes no município, e a identificação dos fatores que influenciam a elevação destes índices. Com a pesquisa verificou-se que o índice de perdas tanto reais como aparentes é 44,25% e este número sempre vem aumentando, expondo a necessidade da implantação de técnicas para redução de perdas no sistema de abastecimento de Riachão do Bacamarte-PB.

Palavras chaves: Abastecimento de água, Recursos hídricos, Desperdício de água.

ABSTRACT

Water is an essential element to life, it presents a minimum percentage available for direct use for human consumption and is unevenly distributed on the Planet Earth, with factors overexploitation of rivers, waste, population growth and uncontrolled urbanization has as a consequence the increase in water demand, making the available water resources become increasingly scarce. In addition, there is the further problem of water losses occurred during delivery to the consumer units. A key challenge for operators of water in developing countries is to reduce water losses in all stages of the supply process. This study with the main evaluation index of water losses in the supply system of the city Riachão do Bacamarte-PB, aiming at presenting technical solutions to reduce water losses in the system. Used were informed by Cagepa (Water and Sewage Company of Paraíba) and collected in the NHIS (National Sanitation Information System), which allowed the analysis of the rates of losses occurring in the municipality for this data, and the identification of factors that influence the elevation of these indices. Through research it was found that the rate of both real and apparent losses is 44.25% and this number has been increasing ever, exposing the need to implement techniques to reduce losses in the supply system Riachão do Bacamarte-PB.

Keywords: Water supply, water resources, Waste water

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Disponibilidade de água na natureza.....	14
Figura 02 – Esquema de uma rede ramificada.....	21
Figura 03 - Componentes do controle de perdas reais.....	30
Figura 04 - Componentes do controle de perdas reais.....	35
Figura 05 – Mapa da Paraíba destacando a cidade de Riachão do Bacamarte.....	38
Figura 06 – Diagrama do SAA do município e o fluxograma do sistema.....	41
Figura 07 – Reservatório de águas superficiais de Chã dos Pereiras.....	42
Figura 08 – Caixa de Passagem da adutora de água bruta.....	44
Figura 09 – Conjunto Motor Bomba (CMB) de água bruta.....	44
Figura 10 – Estação de Tratamento de fluxo ascendente e filtro russo.....	45
Figura 11 – Reservatório de reservação do Alto do Cruzeiro.....	46
Figura 12 – Reservatório de reservação do Alto da Bela Vista.....	47
Figura 13 – Comparação entre os índices de perdas na distribuição nos SAA de Riachão do Bacamarte, Campina Grande e João Pessoa.....	53
Figura 14 – Comparação entre os índices de perdas de faturamento nos SAA de Riachão do Bacamarte, Campina Grande e João Pessoa.....	54

LISTAS DE QUADROS

Quadro 01 – Níveis de atendimento com água, segundo região geográfica e média do Brasil.....	16
Quadro 02 – Matriz do Balanço Hídrico.....	25
Quadro 03 – Índices Percentuais de Perdas.....	27
Quadro 04 – Vazões de exploração do Manancial Chã dos Pereiras.....	43
Quadro 05 – Reservas existentes.....	46
Quadro 06 – Número de economias por categoria de consumo.....	48
Quadro 07 – Consumo Per Capita de Riachão do Bacamarte.....	49
Quadro 08 – Índice de perdas na distribuição no setor.....	51
Quadro 09 – Índice de perdas de faturamento no setor.....	52

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. Geral.....	13
2.2. Específicos.....	13
3. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA.....	14
3.1. Disponibilidade Hídrica.....	14
3.1.1. Acesso à água.....	15
3.1.2. Consumo per capta.....	16
3.2. Sistema de Abastecimento de Água.....	17
3.3. Componentes de um sistema de abastecimento de água.....	18
3.3.1. Manancial.....	18
3.3.2. Captação.....	18
3.3.3. Estação de Tratamento de Água (ETA).....	18
3.3.4. Adutoras.....	18
3.3.5. Estações Elevatórias.....	19
3.3.6. Reservatórios de Distribuição de Água.....	19
3.3.7. Redes de abastecimento de água.....	19
3.4. Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água.....	21
3.5. Tipos de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água.....	22
3.5.1. Perdas Reais.....	22
3.5.1.1. Vazamentos.....	22
3.5.1.2. Extravasamentos.....	22
3.5.2. Perdas Aparentes.....	23
3.5.2.1. Erros de Macromedição.....	23
3.5.2.2. Erros de Micromedição.....	23
3.5.2.3. Gestão Comercial.....	24
3.6. Balanço Hídrico (BH).....	25
3.7. Indicadores de Perdas.....	26
3.8. Controle de perdas.....	29
3.8.1. Ações para redução de perdas reais.....	30
3.8.1.1 Controle de pressão.....	31
3.8.1.1.1. Setorização.....	31

3.8.1.1.2. Válvula Redutora de Pressão (VRP).....	32
3.8.1.1.3. Booster.....	32
3.8.1.2. Controle ativo de vazamentos.....	32
3.8.1.3. Rapidez e qualidade do reparo.....	33
3.8.1.4. Gerenciamento da infraestrutura.....	33
3.8.2. Ações para redução de perdas aparentes.....	34
3.8.2.1. Redução de erros de medidores.....	34
3.8.2.2. Qualificação da mão-de-obra.....	36
3.8.2.3. Redução de fraudes.....	36
3.8.2.4. Melhorias no sistema comercial.....	37
4. METODOLOGIA.....	38
4.1. Caracterização do município de Riachão do Bacamarte.....	38
4.2. Caracterização do Sistema de Abastecimento de Água de Riachão do Bacamarte.....	39
4.3. Levantamento das perdas no setor.....	39
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	41
5.1. Caracterização do Sistema de Abastecimento de Água de Riachão do Bacamarte.....	41
5.2. Levantamento dos dados cadastrais e operacionais do setor.....	47
5.3. Quantificação das perdas reais no setor.....	50
5.4. Quantificação das perdas aparentes no setor.....	52
5.5. Comparação de desempenho.....	53
5.6. Propostas de ações de controle e redução de perdas.....	55
6. CONCLUSÕES.....	56
7. REFERÊNCIAS.....	57

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e a urbanização descontrolada, aliados a exploração excessiva dos rios, desperdício, tem como consequência o aumento na demanda da água, fazendo com que os recursos hídricos disponíveis se tornem cada vez mais escasso. O Brasil apresenta situação confortável quanto à disponibilidade de recursos hídricos, porém há uma desigualdade na distribuição espacial deste recurso no território brasileiro. Além disso, existe o agravante das perdas de água ocorridas durante o fornecimento às unidades consumidoras.

Nesse contexto o Brasil apresenta um cenário desafiador, pois a média brasileira de perdas de água é de aproximadamente 40% (incluindo perdas reais e aparentes), podendo superar 60% em algumas empresas de saneamento. O elevado índice de perdas de água reduz o faturamento das empresas e, conseqüentemente, sua capacidade de investir e obter financiamentos. Além disso, gera danos ao meio ambiente na medida em que obriga as empresas de saneamento a buscarem novos mananciais (SNIS, 2011). Desta forma um dos principais desafios das operadoras de água em países em desenvolvimento é reduzir as perdas de água em todas as etapas do processo de seu fornecimento. (ABES, 2013).

Assim sendo este estudo teve como objetivo a Avaliação do índice de perdas de água no sistema de abastecimento do município de Riachão do Bacamarte-PB, visando apresentar soluções técnicas para a redução das perdas de água no sistema. Para isto, foram utilizados dados informados pela CAGEPA e coletados no SNIS, que possibilitaram a análise dos índices de perdas ocorrentes no município, e a identificação dos fatores que influenciam a elevação destes índices, e apresentação de propostas para a redução do índice de perdas no Sistema de Abastecimento de Riachão do Bacamarte-PB.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral.

Avaliar o índice de perdas de água no sistema de abastecimento do município de Riachão do Bacamarte-PB, visando apresentar soluções técnicas para a redução das perdas de água no sistema.

2.2. Objetivos Específicos.

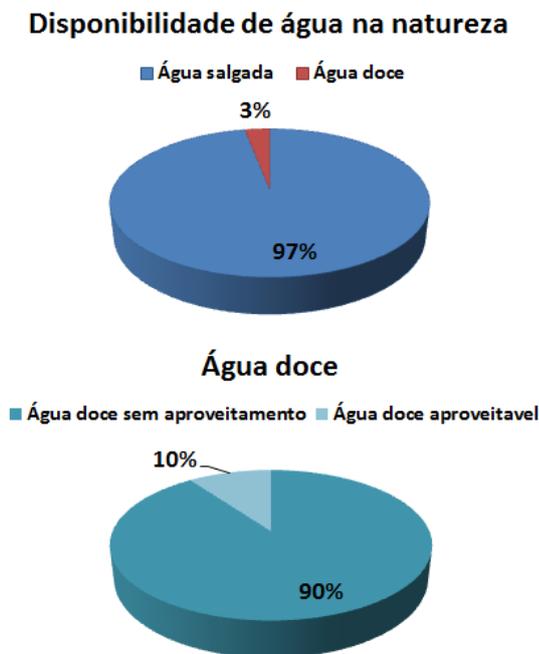
- Caracterizar o sistema de abastecimento de água de Riachão do Bacamarte-PB em termos de: cota per capita, vazão de distribuição, horas em operação, dimensionamento do sistema.
- Identificar o índice de perdas de água no sistema de abastecimento de Riachão do Bacamarte-PB.
- Identificar as causas responsáveis pelo índice de perdas no sistema.
- Apresentar propostas de baixo custo para o controle de perdas.
- Comparar os índices de perdas do sistema com o índice perdas ocorrentes nos sistemas de Campina Grande e João Pessoa.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEORÍCA.

3.1. Disponibilidade Hídrica

A água é um elemento essencial à vida, pois além de ser constituinte dos seres também se faz presente no habitat de várias espécies, sendo indispensável na manutenção dos ecossistemas do planeta. De acordo com a FUNASA (Fundação Nacional de Saúde) (2007, p.39) a água ocupa quatro quintos da superfície terrestre, sendo que 97% das águas encontram-se nos mares e 3% são águas doces. Da quantidade de água doce, 2,7% são formados por vapor de água, geleiras e lençóis com profundidades maiores que 800m, o que dificulta a sua utilização para o abastecimento de água. Desta forma apenas 0,3% podem ser aproveitadas para o abastecimento, deste total 0,01% apresenta boa acessibilidade, pois se encontram em fontes superficiais (rios e lagos), já os 0,29% restantes encontram-se em fontes subterrâneas (poços e nascentes). A figura 01 demonstra a disponibilidade da água na natureza.

Figura 01 – Disponibilidade de água na natureza.



Fonte: FUNASA (2007)

Além desta composição de água no Planeta Terra apresentar uma percentagem mínima potável e está distribuída de maneira desigual, tem-se o agravante da exploração excessiva dos rios, desperdício, crescimento populacional e a urbanização descontrolada. Tais fatores tem como consequência o aumento na demanda da água, fazendo com que os recursos hídricos disponíveis se tornem cada vez mais escasso.

Através do panorama dos recursos hídricos, apresentado no relatório da “Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil” – estudo realizado em 2010 pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2013). Nota-se que em termos globais o Brasil apresenta situação confortável quanto à disponibilidade de recursos hídricos, porém há uma desigualdade na distribuição espacial deste recurso no território brasileiro. Sabe-se que 80% da água disponível encontra-se na região Hidrográfica Amazônica, onde ocorre a menor densidade demográfica do Brasil. Já a região nordeste é menos favorecida pelos recursos hídricos, pois a mesma apresenta baixos índices pluviométricos (inferiores a 900mm) e regime irregular, tornando necessário a construção de açudes para garantir a oferta de água, já que os mesmos desempenham papel relevante na gestão dos recursos hídricos pela capacidade de estocar e atender a diversos usos da água. Contudo inúmeros fatores contribuem para a ocorrência de reduzidos valores de disponibilidade hídrica na região, tais como: temperaturas altas durante todo ano, baixa amplitude térmica (entre 2°C e 3°C), forte insolação e altas taxas de evapotranspiração que normalmente superam os totais pluviométricos, configurando taxas negativas no balanço hídrico. Algumas áreas no semiárido merecem atenção especial, pois apresentam um risco hídrico ainda mais elevado.

3.1.1 Acesso à água

Pelo fato de água potável ser essencial à vida humana e um bem cada vez mais escasso. A Política Nacional de Recursos Hídricos estabelece que a água é um bem de domínio público e que, em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano. Além disso, é objetivo dessa política assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos (Brasil, 1997).

De acordo com SNIS (Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento) em 2012 os índices médios de atendimento da população no Brasil alcançaram 82,7% de abastecimento de água, considerando apenas a população urbana o índice médio nacional é igual a 93,2% de atendimento. O Quadro 01 apresenta os valores médios dos índices de atendimento para todo o conjunto de prestadores de serviços participantes do SNIS em 2012, distribuídos segundo as regiões geográficas e a média do Brasil.

Quadro 01 - Níveis de atendimento com água, segundo região geográfica e média do Brasil.

Região	Índice de atendimento com rede de abastecimento de água (%)	
	Total	Urbana
Norte	55,2	68,6
Nordeste	72,4	89,5
Sul	87,2	97,2
Sudeste	91,8	97,0
Centro-Oeste	88,0	96,5
Brasil	82,7	93,2

Fonte: SNIS 2014

Segundo o “Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água”, estudo realizado em 2010 pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2010), dos 223 municípios paraibanos apenas 81 contará com abastecimento de água em situação satisfatória até 2015, em 68 municípios será necessária à realização de investimentos para ampliação do sistema e os demais 64 precisarão de um novo manancial para suprir sua demanda.

3.1.2. Consumo per capita

De acordo com o SNIS (2013) trata-se da média diária consumida por indivíduo, necessária para satisfazer as suas necessidades, seja doméstica, industrial ou comercial. O consumo per capita é uma ferramenta indispensável na realização de projeções da demanda necessária para o sistema, assim como o dimensionamento do mesmo.

A determinação do valor do consumo médio per capita – em cidades com o abastecimento regular – é obtido dividindo-se o volume total de água distribuída durante o ano, por 365 e pelo número de habitantes beneficiados.

$$Q_m = \frac{\text{Volume total de água distribuída}}{\text{Número de habitantes} \times 365} \text{ (l/hab.dia)}$$

De acordo com o instituto Trata Brasil o consumo de água no Brasil foi de 162,6 litros por habitante ao dia em 2011, o que representa um pequeno aumento no consumo de água de 2,3% com relação a 2010. A região com menor consumo é a Nordeste, com 120,6 litros por habitante por dia; já a região com maior consumo é a região Sudeste, com 189,7 litros por habitante por dia.

3.2. Sistema de Abastecimento de Água

FUNASA (2007) define o Sistema de Abastecimento Público de Água como o conjunto de obras, instalações e serviços, destinados a produzir e distribuir água a uma comunidade, em quantidade e qualidade compatíveis com as necessidades da população, para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos.

Do ponto de vista sanitário a implantação ou a melhoria de um sistema de abastecimento de água tem grande importância na saúde da população, pois atua na erradicação de doenças de veiculação hídrica ou de origem hídrica; na diminuição dos índices de mortalidade e em especial a mortalidade infantil. Além do fato de que a utilização de água potável proporciona inúmeros benefícios diretos à saúde, pois esta água ajuda na preparação dos alimentos favorecendo uma nutrição saudável, possibilita melhores condições de higiene pessoal e do ambiente, contribui para a hidratação do corpo e fortalecimento dos dentes pela adição de flúor no tratamento. Todos esses benefícios têm como consequência o aumento da vida útil da população. A Organização Mundial de saúde (OMS) afirma que o investimento de cada um dólar em saneamento básico, tem como benefício uma redução de quatro a cinco dólares nas despesas hospitalares.

3.3. Componentes de um sistema de abastecimento de água

3.3.1. Manancial

Manancial de abastecimento público é a fonte de água doce superficial ou subterrânea utilizada para atender as necessidades da população ou o desenvolvimento de atividades econômicas. Sua escolha é de grande importância, pois o manancial a ser utilizado necessita apresentar vazão suficiente e a qualidade da água (do ponto de vista físico, químico, biológico e bacteriológico) deve atender aos critérios de potabilidade estabelecidos pela portaria Nº 2914/2011 do Ministério da saúde.

3.3.2. Captação

É constituído por um conjunto de estruturas e dispositivos posicionados junto ao manancial, para retirar a água destinada ao sistema de abastecimento (TSUTIYA, 2006, p.67). Tem como função fornecer ao sistema água em quantidade suficiente e com a melhor qualidade para que se possa suprir a demanda.

3.3.3. Estação de Tratamento de Água (ETA)

É o conjunto de instalações e equipamentos destinados a realizar o tratamento da água bruta. O tratamento é composto por uma serie de procedimentos físicos e químicos que são aplicados na água para que esta fique em condições adequadas para o consumo, ou seja, atinja os padrões de potabilidade. O sistema Convencional de Tratamento de Água é utilizado na maioria das estações de tratamento, sendo composto um sistema de coagulação, floculação, decantação, filtração, e desinfecção.

3.3.4. Adutoras

São compostas pelas canalizações dos sistemas de abastecimento de água que conduzem a água para as unidades que antecedem a rede de distribuição. É responsável pela interligação entre a captação, estação de tratamento e

reservatórios, porém não distribuem água as unidades consumidoras (TSUTIYA, 2006, p.155). De acordo com a natureza da água transportada podem ser denominadas adutoras de água bruta ou de água tratada.

3.3.5. Estações elevatórias

De acordo com TSUTIYA (2006, p.225) as estações elevatórias são essenciais aos sistemas de abastecimento, pois são largamente utilizadas no transporte da água como: na captação, adução, tratamento e distribuição de água. No entanto seu uso deve ser minimizado, pois é necessária uma grande demanda de energia elétrica para mantê-la em funcionamento, o que terá como consequência a elevação nos custos operacionais das prestadoras de serviço de saneamento.

3.3.6. Reservatórios de Distribuição de Água

De acordo com FUNASA (2007, p.110) Os reservatórios são os componentes dos sistemas que apresentam os seguintes propósitos:

- Suprir as variações de consumo ao longo do dia;
- Manter a pressurização adequada da rede;
- Garantir a continuidade do abastecimento em caso de paralização da adução, como consequência do rompimento da adutora, interrupção na captação e/ou tratamento, falta de energia elétrica, entre outros;
- Garantir reserva de água para uso de combate a incêndio.

3.3.7. Redes de Abastecimento de Água

De acordo com TSUTIYA (2006, p.389) as redes de distribuição de água são constituídas pelas tubulações, órgãos e acessórios, que disponibilizam água potável de forma contínua, em quantidade, qualidade e pressões adequadas às unidades consumidoras. Trata-se do componente mais caro do sistema, custando entre 50 e 75% de todas as obras realizadas na implantação do sistema e o que apresenta maior dificuldade ao seu acesso, pois se encontram enterradas e distribuídas por várias vias públicas.

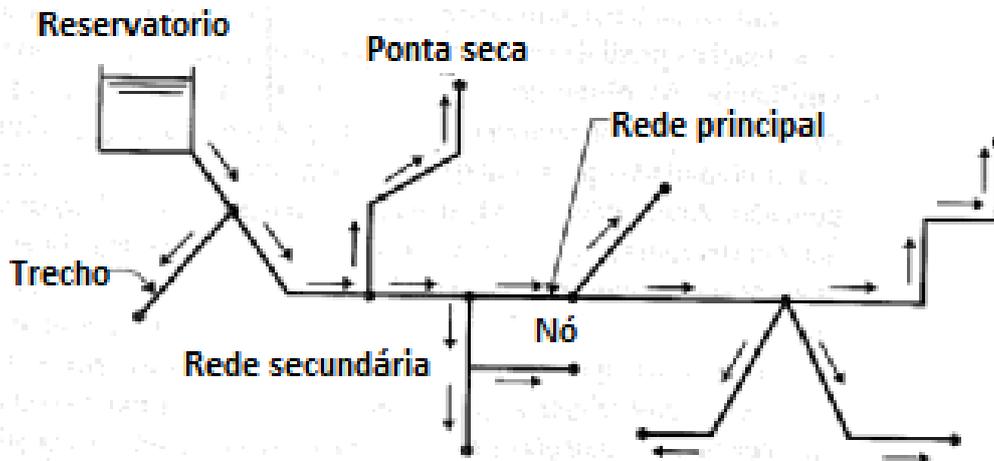
As redes de distribuição são compostas por dois tipos de canalizações:

- **Principal** – são as tubulações que possuem os maiores diâmetros e abastecem as canalizações secundárias. Também são conhecidas como conduto tronco ou canalização mestre.
- **Secundária** – possuem diâmetro menor e são responsáveis pelo abastecimento direto das unidades consumidoras do sistema de abastecimento.

Em função da disposição das canalizações principais e o sentido do escoamento nas tubulações secundárias, as redes podem ser classificadas em:

- **Redes Ramificadas** – A água é distribuída diretamente do conduto tronco para os condutos secundários. São recomendadas apenas para locais onde a topografia não permite a utilização do traçado da rede malhada, pois uma paralização em um ponto da rede comprometerá o abastecimento nas tubulações a jusante. Estas redes podem ter o traçado do tipo espinha de peixe ou em grelha. A fig. 02 mostra o esquema de uma rede ramificada.
- **Redes malhadas** – Apresenta maior flexibilidade para atender a demanda já que permite o abastecimento em um ponto por vários caminhos. Estas redes podem ser na forma de anéis ou formando blocos.
- **Redes mistas** – consistem na associação entre as redes ramificadas e malhadas.

FIGURA 02 – esquema de uma rede ramificada



Fonte: Tysuita (2006)

3.4 Perdas em Sistemas de Abastecimento de água

As perdas de água correspondem à diferença entre o volume de água tratada que entra no sistema e o volume consumido que foi faturado pela operadora do sistema. Tais perdas ocorrem em todos os sistemas de abastecimentos e estão presentes em todas as etapas do fornecimento água. Desta forma uma parcela considerável de água tratada não chega até o consumidor e/ou não há cobrança pelo seu uso.

Segundo ABES (2013), o conceito de perdas de água nos sistemas pode ser dividido em dois tipos:

- Perda de água física ou real – ocorre quando o volume de água tratado disponibilizado no sistema de distribuição é perdido antes de chegar ao consumidor final. São ocasionados por vazamentos nas adutoras e nas redes de distribuição, extravasamento de reservatórios, e nos processos operacionais como a lavagem dos filtros e descargas na rede.
- Perda comercial ou aparente – ocorre quando o volume utilizado não é devidamente computado nas unidades de consumo, sendo cobrado de forma inadequada. Tais perdas podem ocorrer por erros de medição dos hidrômetros, ligações clandestinas, violação nos hidrômetros e falhas no cadastro comercial.

3.5. Tipos de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água

3.5.1. Perdas Reais

3.5.1.1. Vazamentos

É a forma mais comum de perdas de água nos sistemas de abastecimento, geralmente são ocasionados pelas condições físicas precárias das redes de abastecimento, mas também ocorrem em menor escala nos demais componentes do sistema de abastecimento. Segundo ABES (2013, p. 25) existem três tipos de vazamentos:

- Vazamentos não visíveis que apresentam baixa vazão, não aflorantes, não detectáveis por métodos acústicos de pesquisas.
- Vazamentos não visíveis, não aflorantes, mas podem ser detectados por métodos acústicos de pesquisas.
- Vazamentos visíveis, aflorantes ou visíveis nos cavaletes, extravasamentos e nos reservatórios.

Segundo (TSUTIYA, 2006) a ocorrência de vazamentos geram custos elevados com produção e transporte da água tratada, tais como energia elétrica produtos químicos, mão-de-obra, entre outros. Também coloca em risco a saúde pública, pois qualquer despressurização da rede pode ocasionar entrada de agentes nocivos na tubulação, podendo levar a contaminação da água.

3.5.1.2. Extravasamentos

Os extravasamentos dos reservatórios ocorrem em períodos noturnos quando há uma diminuição no consumo de água e conseqüentemente aumento no nível dos reservatórios. A ocorrência de extravasamentos é influenciada pela inexistência de dispositivos de alerta e controle ou ocorrências de falhas operacionais nos equipamentos de controle instalados, que seriam responsáveis pela interrupção da entrada de água no reservatório. Quando o limite de extravasão é ultrapassado, as

águas são coletadas pelos extravasores e destinadas à rede de drenagem pluvial ou local adequado. Tais perdas podem passar despercebidas pelos operadores dificultando a quantificação dos volumes perdidos, fazendo com que seja necessário recorrer a estimativas imprecisas para avaliação dessas perdas. No entanto este volume perdido tem pouca importância, em termos numéricos no contexto global do sistema (TSUTIYA, 2006, p.472).

3.5.2. Perdas Aparentes

3.5.2.1. Erros de Macromedição

A macromedição refere-se ao conjunto de medições de vazão, pressão, e nível de reservatório realizados em sistemas de abastecimento de água desde a captação no manancial a chegada à unidade consumidora.

Estes equipamentos são dotados de uma imprecisão natural que varia de acordo com o seu tipo. Por mais bem instalado e operando em condições de vazões adequadas, um medidor apresenta uma faixa de variação de precisão, entre 0,5 e 2%. Segundo TSUTIYA (2006, p.480) além da imprecisão natural dos medidores, os erros acabam sendo potencializados devido a inúmeros fatores, tais como:

- Instalações inadequadas;
- Descalibração do medidor;
- Dimensionamento inadequado, operando com velocidades muito baixas;
- Grande amplitude entre as vazões máximas e as mínimas;
- Problemas nas transmissões de dados, quando se usa a telemetria.

3.5.2.2. Erros de Micromedição

A micromedição refere-se à medição do volume de água consumido pelo usuário da companhia de saneamento. Tal medição é realizada com a utilização dos hidrômetros, principalmente os da classe B, que são instalados em residências, comércio e pequenas unidades industriais e são responsáveis pela maior parte da arrecadação da empresa. A instalação mais comum deste aparelho é junto à testada do imóvel, o que facilita a apuração do consumo pelo leitorista.

Dependendo das características da água, estima-se que os hidrômetros de classe B (1,5 e 3m³/h) em termo de vida útil possam trabalhar entre 5 e 10 anos. De acordo com TSUTIYA (2006, p.482) os grandes fatores de erro nas medições dos hidrômetros que resulta em um consumo subestimado são:

- Envelhecimento do hidrômetro, ocasionando desgastes das engrenagens internas, que passam a trabalhar fora das condições especificadas em projeto;
- A qualidade da água distribuída, principalmente com a presença de óxidos oriundos da corrosão dos tubos;
- Inclinação lateral do hidrômetro.

3.5.2.3. Gestão Comercial

É a fonte de receitas que viabiliza o funcionamento das empresas de saneamento, é constituída de processos, sistemas e recursos humanos que dão suporte a contabilização da quantidade de água tratada vendida e seu faturamento.

As falhas na gestão comercial geram perdas aparentes como:

- Cadastro comercial – representa o registro sistematizado dos consumidores, como: localização da ligação, tipo de uso, e demais informações indispensáveis à correta aferição do consumo. Os erros são ocasionados por lentidão no cadastramento de novas ligações, ausência nos registros de corte e reativação de ligações.
- Fraudes e ligações clandestinas – as fraudes são intervenções feitas no hidrômetro tais como: inversão do hidrômetro, rompimento do lacre, com objetivo de reduzir o consumo medido no equipamento. As ligações clandestinas são ocasionadas pela religação de ligações inativas sem conhecimento da operadora de saneamento, além da tomada de água feita antes do hidrômetro ou diretamente no tubo da rede de distribuição.

3.6. Balanço Hídrico (BH)

Demonstra todos os possíveis usos da água no sistema de abastecimento, desde sua captação no manancial até a chegada à unidade consumidora. Trata-se de uma importante ferramenta de gestão para o acompanhamento do desempenho das operadoras.

De acordo com ABES (2013) a IWA (International Water Association) com o intuito de padronizar o Balanço Hídrico a nível mundial, criou uma matriz na qual se inserem as perdas reais e aparentes. O Quadro 02 apresenta Balanço Hídrico, desenvolvido pela IWA, que esquematiza os processos pelos quais a água pode passar desde o momento em que entra no sistema.

Quadro 02 : Matriz do Balanço Hídrico

Água que entra no sistema	Consumo autorizado	Consumo autorizado faturado	Consumo faturado medido (inclui água exportada)	Água faturada
			Consumo faturado não medido (estimados)	
		Consumo autorizado não-faturado	Consumo não-faturado medido (usos próprios, caminhão-pipa)	Água não faturada
			Consumo não-faturado não medido (combate a incêndios, favelas)	
	Perdas de água	Perdas aparentes	Uso não autorizado (fraude e falhas no cadastro)	
			Erros de medição (macro e micromedição)	
		Perdas reais	Perdas reais nas tubulações de água bruta e no tratamento (quando aplicável)	
			Vazamentos nas adutoras e/ou redes de distribuição	
			Vazamentos e extravasamentos nos reservatórios de adução e/ou distribuição	
			Vazamentos nos ramais (a montante do ponto de medição)	

Fonte: ABES 2013

A seguir serão apresentadas as definições de alguns componentes do balanço Hídrico, tendo como base as considerações da IWA.

- **Água que entra no sistema:** volume de água produzido anualmente na ETA; inclui também volume importado.
- **Consumo autorizado:** volume anual medido fornecido aos consumidores, usos da própria companhia de saneamento; inclui o volume exportado.
- **Perdas de água:** volume referente a diferença entre a água que entra no sistema e o consumo autorizado.
- **Consumo autorizado faturado:** volume que é contabilizado, gerando receitas para a companhia de saneamento, corresponde à somatória dos volumes constantes nas contas emitidas aos consumidores. É composto pelos volumes medidos nos hidrômetros e os volumes estimados onde não há hidrometragem.
- **Consumo autorizado não-faturado:** volume que não gera receitas para a companhia de saneamento. São compostos pelos volumes medidos utilizados no uso da própria companhia, fornecimento a caminhões-pipa. Volumes não-medidos utilizados para combate a incêndio, rega de espaços públicos, entre outros.

3.7. Indicadores de Perdas

Os indicadores de perdas são utilizados na quantificação do nível de perdas ocorrentes em cada sistema. De acordo FUNDACE (2013) são medidas de eficiência e eficácia na provisão do abastecimento de água, que constituem um instrumento gerencial que pode ser utilizado para controlar e dar suporte na tomada de decisões econômicas e financeiras. Também são utilizados na comparação entre sistemas distintos. TSUTIYA (2006, p.465) afirma que para a correta aplicação e interpretação de qualquer tipo de indicador de perdas pressupõe:

- O entendimento universal sobre as parcelas que compõem as perdas;
- Medições sistematizadas ou critérios claros para a estimativa de volumes não-medidos.

A seguir serão apresentados e discutidos alguns indicadores de perdas:

3.7.1. Indicador Percentual (IP)

É o indicador mais utilizado e que apresenta maior facilidade de compreensão. Este indicador relaciona o volume total perdido (Perdas Reais e Perdas Aparentes) com o volume total disponibilizado anualmente. Este indicador possibilita a realização da análise de todo o sistema ou de apenas uma parte dele. Sua equação é dada como:

$$\text{Índice de Perdas} = \text{IP} = \frac{\text{Volume Total Perdido}}{\text{Volume Total Disponibilizado}} \times 100(\%)$$

Segundo FUNDACE (2013), a IWA faz severas restrições ao uso de indicadores de perdas em percentuais, pois ocorre variação nos índices de acordo com o consumo per capita e com a presença de grandes consumidores de água. Tais variações impossibilitam a comparação entre diferentes sistemas por meio deste indicador. Porém a IWA recomenda sua utilização em um mesmo sistema apenas para o controle e acompanhamento de perdas.

O Quadro 03 mostra a classificação dos sistemas de abastecimento de água em relação ao indicador percentual.

Quadro 03- Índices Percentuais de Perdas

Índice Total de Perdas (%)	Classificação do Sistema
Menor do que 25	Bom
Entre 25 e 40	Regular
Maior do que 40	Ruim

Fonte: TSUTIYA (2006)

3.7.2. Índice de Perdas por Ramal (IPR)

Este indicador relaciona o Volume Perdido Total Anual com o consumo médio dos ramais existente na rede de distribuição de água a ser analisado. Para facilitar a comparação entre sistemas de diferentes tamanhos utiliza-se um “fator de escala”. Sua equação é dada como:

Índice de Perdas por Ramal = $\frac{\text{Volume Perdido Total Anual}}{\text{Extensão da Rede}} \text{ (m}^3\text{/ramal.dia)}$

O uso deste indicador é recomendado apenas para áreas com densidade de ramais superior a 20 ramais/km. Este indicador sofre críticas pelo fato de não utilizar a pressão de operação do sistema como uma variável para comparação de desempenho do sistema.

3.7.3. Índice de Perdas por Extensão de Rede (IPER)

Este indicador relaciona o Volume Perdido Total Anual, com a extensão da rede. Com isso temos que:

Índice de Perdas por Extensão de Rede = $\frac{\text{Volume Perdido Total Anual}}{\text{Extensão da Rede}} \text{ (m}^3\text{/Km.dia)}$

Este indicador distribui as perdas ao longo de toda a extensão da rede. Seu uso é desfavorável em áreas com ocupação urbana muito elevada, o que resulta em valores altos. Dessa forma recomenda-se a sua utilização apenas quando a densidade de ramais for inferior a 20 ramais/km, o que representa uma ocupação urbana mais baixa, como subúrbios e áreas rurais. Este indicador também é criticado pelo fato de não utilizar a pressão de operação do sistema como uma variável para comparação de desempenho do sistema.

3.7.4. Índice Infra-Estrutural de Perdas (IIEP)

De acordo com Alegre (2000), é a proposta mais atual para a avaliação das perdas e comparação de sistemas distintos. Este indicador relaciona o Volume Perdido Total Anual com o Volume Perdido Total Inevitável Anual. Seu conceito básico é:

Índice Infra-Estrutural = $\frac{\text{Volume Perdido Total Anual}}{\text{Volume Perdido Total Inevitável Anual}}$ (adimensional)

Quanto maior for este índice, pior é a condição de perdas do sistema. A vantagem deste indicador é que ele considera na sua formulação a influência das pressões de operação no sistema.

3.8. Controle de perdas

As operadoras de água têm como desafio a redução das perdas de água em todas as etapas do processo de seu fornecimento. Pois de acordo com SNIS (2013) os índices de perdas estão diretamente associados à qualidade da infraestrutura e da gestão dos sistemas. Dessa forma nenhuma empresa de saneamento deseja ter seu nome associado ao desperdício ou até mesmo descaso com relação à preservação dos recursos hídricos.

TSUTIYA (2006), afirma que o combate às perdas é uma atividade permanente que trará resultados em longo prazo, devendo ser exercida com persistência pelos profissionais envolvidos. Mas frequentemente se cobram resultados com imediata eficiência dos Programas de Combate e redução de Perdas, onde são impostas metas desafiadoras que não poderão ser atingidas na prática.

De acordo com ABES (2013, p.9) a IWA contribuiu significativamente na definição dos limitantes que impossibilitam a redução com maior eficiência das perdas de água nos sistemas de abastecimento:

- **Limite econômico**, a partir do qual os gastos para reduzir as perdas serão maiores do que o valor intrínseco dos volumes recuperados (varia de cidade para cidade, em função das disponibilidades hídricas, custos de produção, etc.);
- **Limite técnico** ("perdas inevitáveis"), independentemente de uma eficiente implantação e operação do sistema de abastecimento, sempre teremos de conviver com algum volume perdido. Pois as tecnologias atuais dos materiais, ferramentas, equipamentos e logísticos, impossibilitam a perda zero.

Desta forma, a eliminação completa de toda a perda de água real e aparente do ponto de vista econômico torna-se inviável. Porém é imprescindível que nos países em desenvolvimento onde há significativas perdas de água, sejam colados

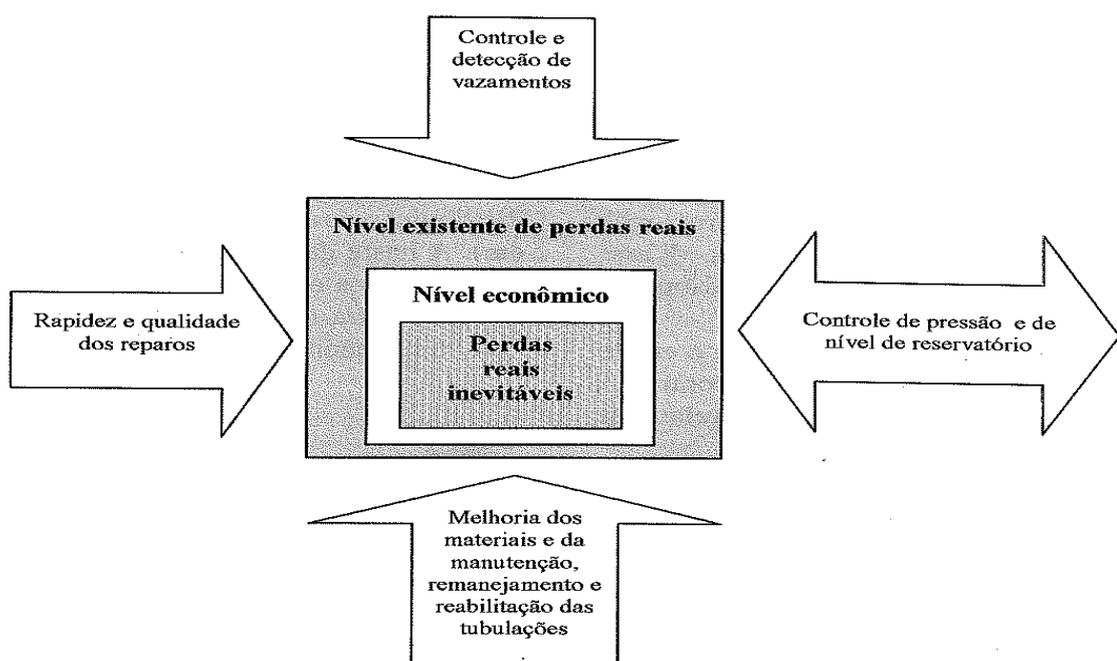
em prática algum plano de combate e redução de perdas, que poderá ter como resultado a redução das perdas pela metade, no mínimo num horizonte de dez anos.

Através do guia do profissional em treinamento: nível 2. Formulado pela ReCEASA (Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental) em 2008, intitulado de Abastecimento de água: gerenciamento de perdas de água e energia elétrica em sistemas de abastecimento. Foi possível observar a proposição de algumas ações, que tem como finalidade a redução das perdas nos sistemas de abastecimento, que resultará na promoção de um saneamento de qualidade para todos. A seguir serão apresentadas as ações para redução de perdas reais e aparentes abordados pelo referido estudo.

3.8.1. Ações para redução de perdas reais

As condições locais definirão as melhores alternativas para compor um programa integrado para reduzir e manter as perdas em níveis aceitáveis. A figura 03 demonstra os quatro principais componentes de um programa efetivo de controle e redução de perdas reais nas redes de distribuição de água.

Figura 03: Componentes do controle de perdas reais.



3.8.1.1. Controle de pressão

A pressão é o principal fator que influencia o número de vazamentos e suas vazões, por isso o controle de pressão apresenta uma grande importância para a redução de perdas reais em um sistema de abastecimento de água. Além de ocasionar prejuízos às empresas de saneamento, o abastecimento realizado com pressões elevadas prejudicam também seus clientes, pois ocasionará mais e maiores vazamentos nas tubulações entre o hidrômetro e a caixa d'água domiciliar, tendo consequência maior quantidade de água faturada pela empresa. O zoneamento piezométrico, ou seja, a divisão de um setor de abastecimento em zonas de comportamento homogêneo é bastante utilizado para solucionar o problema das pressões. Os planos piezométricos podem ser definidos pela cota do nível d'água de um reservatório enterrado, apoiado ou elevado, pela cota piezométrica resultante de uma elevatória, ou booster, ou de uma válvula redutora de pressão. A seguir serão feitas algumas considerações sobre tais ações de gerenciamento de pressões.

3.8.1.1.1. Setorização

A setorização é uma das principais medidas para controle de pressões de um sistema de abastecimento, é definida a partir de um reservatório apoiado ou enterrado que é responsável pelo abastecimento da zona baixa, e pelo reservatório elevado que atende a zona alta. Mas a setorização tem seu real início na fase de projeto do setor de abastecimento, onde é almejado um adequado zoneamento piezométrico que atenda as pressões máximas estáticas e mínimas dinâmicas estabelecidas pelas normas brasileiras, NBR 12218/1994 que é atualmente 50 mca e 10 mca. As pressões dentro das zonas são influenciadas pelo nível de água presentes nos reservatórios. Tal medida proporciona a divisão da área de abastecimento em áreas menores, denominadas subsetores, através de delimitação natural do sistema, ou por meio de fechamento de válvulas de manobras. Para uma melhor eficiência da setorização em algumas localidades é necessária à implantação de válvulas redutoras de pressão, ou de boosters, no sistema. Estes equipamentos quando são bem especificados e operados, apresentam elevada relação custo-

benefício, além de grande flexibilidade para adaptações de acordo com as necessidades de demanda.

3.8.1.1.2. Válvulas redutoras de pressão (VRP)

A válvula redutora de pressão (VRP) é um dispositivo mecânico que permite a redução automática de uma pressão variável a montante a uma pressão estável a jusante. Seu mecanismo de controle pode ser mecânico ou eletrônico:

- Controle mecânico da válvula, a regulagem previamente determinada garante uma pressão de jusante pré-estabelecida independentemente das condições de vazão e pressão de montante.
- Controle eletrônico, a regulagem se dá através de programas pré-estabelecidos, que permitem monitorar e controlar as vazões e as pressões, garantindo as condições adequadas de abastecimento ao longo das 24 horas do dia.

A correta escolha do tipo de válvula e do tipo de controle é influenciada por alguns fatores: tamanho e complexidade do sistema de distribuição; consequências da redução de pressão; custo de instalação e manutenção; previsão da economia de água; condição mínima de serviço.

3.8.1.1.3. Booster

É empregado no abastecimento de áreas onde o abastecimento por reservatórios é prejudicado, devido à insuficiência de pressões. Este equipamento também pode ser utilizado para o controle de pressão, pois permite a constante pressão de saída, independentemente da vazão a jusante e pressão a montante. Durante a operação deste equipamento é necessária uma atenção especial a sua regulagem, já que a perda real aumenta com o aumento da pressão.

3.8.1.2. Controle ativo de vazamentos

Baseia-se na pesquisa de vazamentos não-visíveis realizados através de métodos acústicos de detecção de vazamentos. O controle ativo se opõe ao controle

passivo, que tem início sua atividade quando o vazamento aflora tornando-se visível. O princípio básico da detecção acústica consiste em ouvir o vazamento, para isso são utilizados equipamentos como a haste de escuta e geofone.

3.8.1.3. Rapidez e qualidade de reparo

Assim que encontrado o local do vazamento, o reparo deve acontecer de forma imediata, pois quanto mais rápido o reparo for realizado menor será a perda real. Além disso, o tempo de reparo está associado à imagem da prestadora perante a população, com isso entende-se que quanto menor o tempo de reparo, maior a eficiência da prestadora. Mas para a perfeita solução deste problema é necessário que este trabalho seja realizado por um mão-de-obra treinada e qualificada, e que os materiais utilizados sejam adequados, para que o problema não volte a ocorrer em um curto espaço de tempo neste local.

Para TSUTIYA (2006), as condições de infra-estrutura e logística requeridas a uma boa gestão para o reparo de vazamentos envolvem os seguintes aspectos:

- Existência de linhas de comunicação direta entre os clientes e a companhia de saneamento para comunicação da ocorrência de vazamentos ou de outros problemas operacionais;
- Controle ativo de vazamentos não-visíveis;
- Presença de equipes qualificadas e equipadas para realizar os serviços de reparo;
- Emprego de matérias de qualidade no serviço;
- Sistema de gerenciamento e controle de resultados, contemplando a redução de perdas reais conseguida, o levantamento de re-trabalhos e demais indicadores pertinentes.

3.8.1.4. Gerenciamento da infra-estrutura

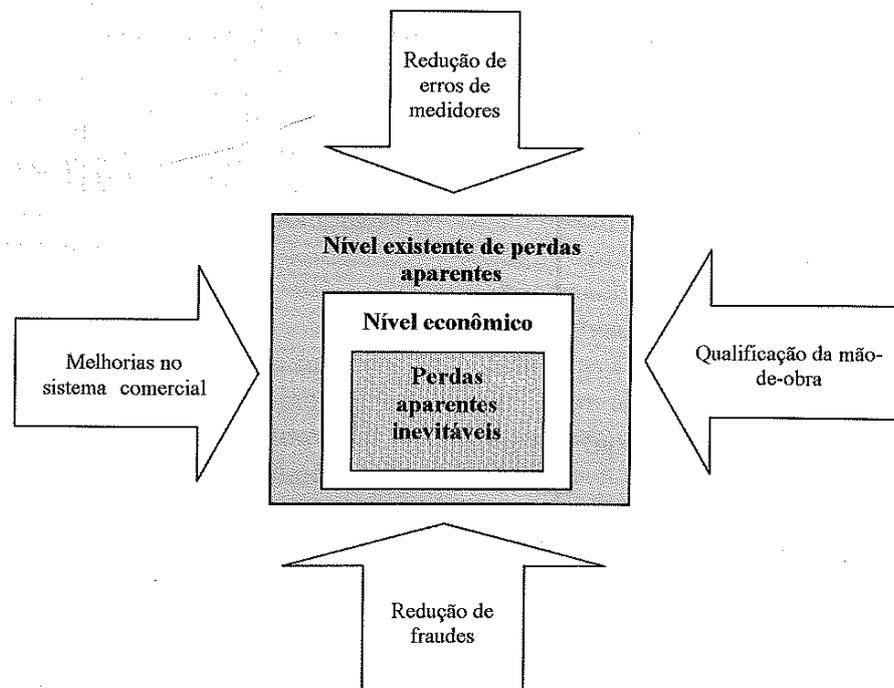
Como a maior parte dos vazamentos ocorrem nas tubulações, é necessário que haja um conhecimento dessas tubulações, principalmente que haja informações suficientes para que se possam caracterizar as tubulações no que diz respeito a: idade, tipo de material, manutenção preditiva e preventiva, procedimento de

trabalho, treinamento, etc. Os programas de manutenção mais frequentemente empregados no combate as perdas são o controle da corrosão e substituição das tubulações.

3.8.2 Ações para redução de perdas aparente

Como já sabemos, os efeitos das perdas aparentes são de caráter financeiro, o que reflete direto na arrecadação da empresa. O esquema mostrado na figura 04: demonstra os quatro principais componentes de um programa integrado para reduzir e manter a perdas aparentes em níveis aceitáveis.

Figura 04: Componentes do controle de perdas aparentes.



Fonte: TSUTIYA (2006)

3.8.2.1. Redução de erros de medidores

A redução nos erros de medição é essencial para a redução e o controle de perdas aparentes de água em sistemas de abastecimento. No que diz respeito a macromedição, é necessário que se realize uma medição precisa no processo produtivo (vazão capitada do manancial, usos internos na ETA, vazão produzida na

ETA), pois subsidia elementos importantes para o diagnóstico operacional, dosagem de produtos químicos, indicadores qualitativos e quantitativos da empresa, entre outros. Já na adução e distribuição (vazão de distribuição, vazões importadas e exportadas, vazão de entrada nos reservatórios, níveis de água nos reservatórios, pressões na rede), tal medição trará informações sobre o volume de água disponibilizado no sistema de abastecimento.

O monitoramento do sistema deve ser permanente, as medições devem ocorrer em intervalos de tempo definidos para posterior processamento dos dados. Tais dados serão armazenados e disponibilizados no histórico das medições, possibilitando o acompanhamento da evolução dos parâmetros, realização de trabalhos estatísticos e identificação de eventuais alterações de comportamento no sistema.

Um dos itens mais importantes de um programa de redução de perdas aparentes é a substituição dos hidrômetros, pois o seu envelhecimento ocasiona perda gradativa de precisão da medição, aumentando assim as perdas aparentes.

Há três situações básicas para a troca de hidrômetros:

- Manutenção corretiva: resulta de problemas que interferem no funcionamento do hidrômetro ou a realização da leitura (travamento nas engrenagens, embaçamento da cúpula, violações, etc.), é necessária a troca do equipamento.
- Manutenção preventiva: é a troca após um período de tempo de uso pré-definido ou após a totalização de um determinado volume medido.
- Adequação: é a troca em função de inadequação do hidrômetro instalado para os consumos verificados na ligação.

Neste sentido deve-se priorizar a manutenção corretiva, pois a continuidade destes problemas impossibilita a leitura, ocasionando o faturamento pela média histórica de consumo, agregando erros na medição.

Outra ação que gera benefícios é o acerto da inclinação dos hidrômetros, a inclinação lateral nos hidrômetros provoca a submedição. A correção é realizada de forma simples, sendo necessária apenas a colocação do hidrômetro na horizontal.

3.8.2.2. Qualificação da mão-de-obra

A qualificação da mão-de-obra envolve a seleção e o treinamento especializado dos que fazem a leitura dos hidrômetros, a gestão comercial, e a instalação, calibração e manutenção dos medidores. A ocorrência de alguns problemas nos hidrômetros ou constatação de fraudes torna necessário um contato direto entre o funcionário e o cliente em busca da solução do problema. Para isso o funcionário precisa se relacionar bem com os clientes, além possuir treinamento adequado e contar com as ferramentas e instrumentos apropriados para o bom desempenho de suas atividades.

3.8.2.3. Redução de fraudes.

De acordo com TSUTIYA (2006), o combate às fraudes deve ser uma atividade constante na empresa, a prevenção se dá por meio da realização de campanhas de esclarecimento á população e utilização de lacres nos hidrômetros ou outros dispositivos que dificultem as ações fraudulentas. As fraudes podem ser detectadas por meio de:

- Denúncias da população;
- Indícios levantados pelos leituristas de hidrômetros;
- Análises do histórico de consumo da ligação.

Após o levantamento das ligações com indícios de fraude, será necessária realizar uma inspeção na ligação por uma equipe especializada, para que se possa constatar ou não a existência de fraude. Em caso de confirmação a companhia pode atuar de duas maneiras para sanar o problema.

- Solução administrativa, realizada através de negociação direta com o cliente para sanar as irregularidades e ressarcir os valores relativos aos volumes perdidos;
- Solução “policia”, onde é elaborado o boletim de ocorrência na delegacia, para início dos processos jurídicos e comerciais pertinentes.

3.8.2.4. Melhorias no sistema comercial

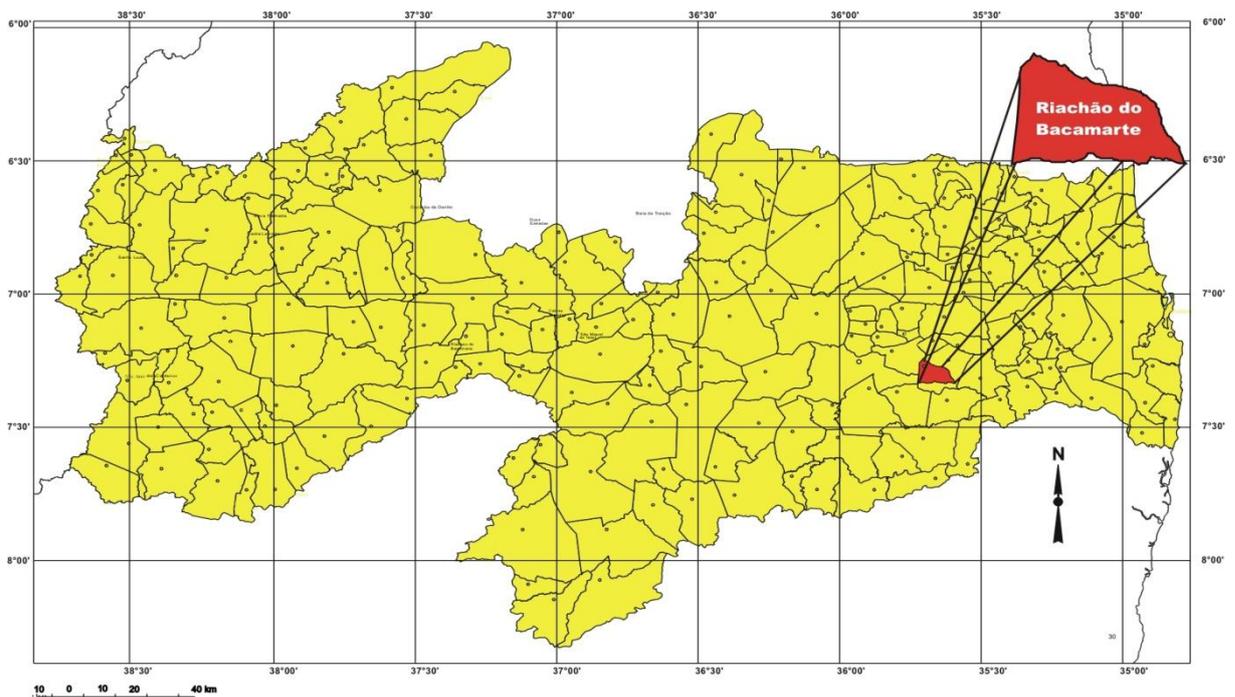
A gestão comercial de uma prestadora de serviços de saneamento compreende todo o aparato de processos, sistemas informatizados e recursos humanos que permite a contabilização dos consumos de água tratada e seu faturamento. Uma medida de grande eficiência no combate as perdas aparentes é a agilidade no cadastramento de novas ligações de água no sistema comercial e as verificações em busca de falhas no cadastro comercial, com objetivo de eliminar as ligações não-cadastradas, ligações clandestinas ou ligações suprimidas do cadastro, mas que foram reativadas sem conhecimento da companhia. Outro fato corriqueiro é a não comunicação à companhia de saneamento quando ocorre uma alteração da forma de uso, como por exemplo, na passagem do uso residencial para comercial, o que acarretaria na aplicação de uma tarifa mais alta. As descobertas de ligações clandestinas tem como retorno não só o ganho financeiro, mas também a apropriação de um volume que não estava sendo contabilizado. A participação da população por meio de denúncias de irregularidades nas ligações, também tem impacto direto na redução das perdas aparentes.

4. METODOLOGIA

4.1. Caracterização do município de Riachão do Bacamarte

O município está localizado a 100Km da capital João Pessoa, situando-se na Microrregião de Itabaiana e na Mesorregião do Agreste Paraibano no Estado da Paraíba (coordenadas geográficas 07° 24', 69" S e 35° 66', 93" O) teve sua emancipação política em 1994, sendo sua instalação em 1997, porém sua historia teve inicio na primeira metade do século XIX.. Limitando-se com os seguintes municípios; ao norte com Serra Redonda, leste e sul com Ingá e no Oeste com Massaranduba, como pode ser visualizado na figura 05, na qual é representada pelo mapa da Paraíba destacando o município em estudo.

Figura: 05 – Mapa da Paraíba destacando a cidade de Riachão do Bacamarte



. Fonte: AESA – Agência Estadual de Sensoriamento das Águas, 2010.

Segundo o censo do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) 2010, o município possui uma área territorial de 38,37 Km² com densidade populacional de 111,13 hab./Km², totalizando uma população de 4.264 habitantes. A população urbana é 2.663 habitantes enquanto a população rural é composta por 1.601 habitantes.

Com relação a hidrologia Riachão do Bacamarte encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do rio Paraíba, região do médio Paraíba. Seus principais tributários são: o Rio Ingá e os riachos: do Bacamarte, do Convento, Riachão, Cutias e Serra do Miguel. Todos os cursos d'água no município têm regime de escoamento Intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico. (MINISTERIO DE MINAS E ENERGIA, 2005). O potencial de água subterrânea é quase sempre baixo a muito baixo, aparecendo pequenas áreas com potencial mais alto, com a qualidade variando em função do substrato.

No que se refere aos aspectos físicos o Município de Riachão do Bacamarte apresenta uma vegetação que aparece com duas características: verde durante o período de chuvas (chuvas no verão até o inverno) e seca no período de estiagem e é composta por floresta caducifólia, cerrado e caatinga. O relevo é bastante movimentado, dissecados, apresentando altitudes entre 300 e 700 metros, com solos pobres e rasos, salvo nas áreas de fundo de vales estreitos e profundos.

O município apresenta o clima caracteristicamente muito quente, com estação chuvosa no inverno.

4.2 caracterização do sistema de Abastecimento.

O estudo se deu a partir da coleta e análise de dados informados pela CAGEPA, que possibilitaram a caracterização do Sistema de Abastecimento de Riachão do Bacamarte. As variáveis que foram utilizadas para o desenvolvimento do trabalho são: período de funcionamento do mesmo, perfil de consumo diário, dados das tubulações (comprimento, diâmetro e material), reservatórios, estações elevatórias, topografia, dados de macro e micromedição.

4.3 Levantamentos das perdas no setor

Os dados referentes às perdas no sistema de abastecimento foram obtidos no Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento, este sistema é responsável pela captação de dados operacionais, financeiros e de qualidade dos serviços prestados pelas companhias de saneamento atuantes no território brasileiro, e são fornecidos a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades (SNSA), para que possa realizar a avaliação das condições de saneamento

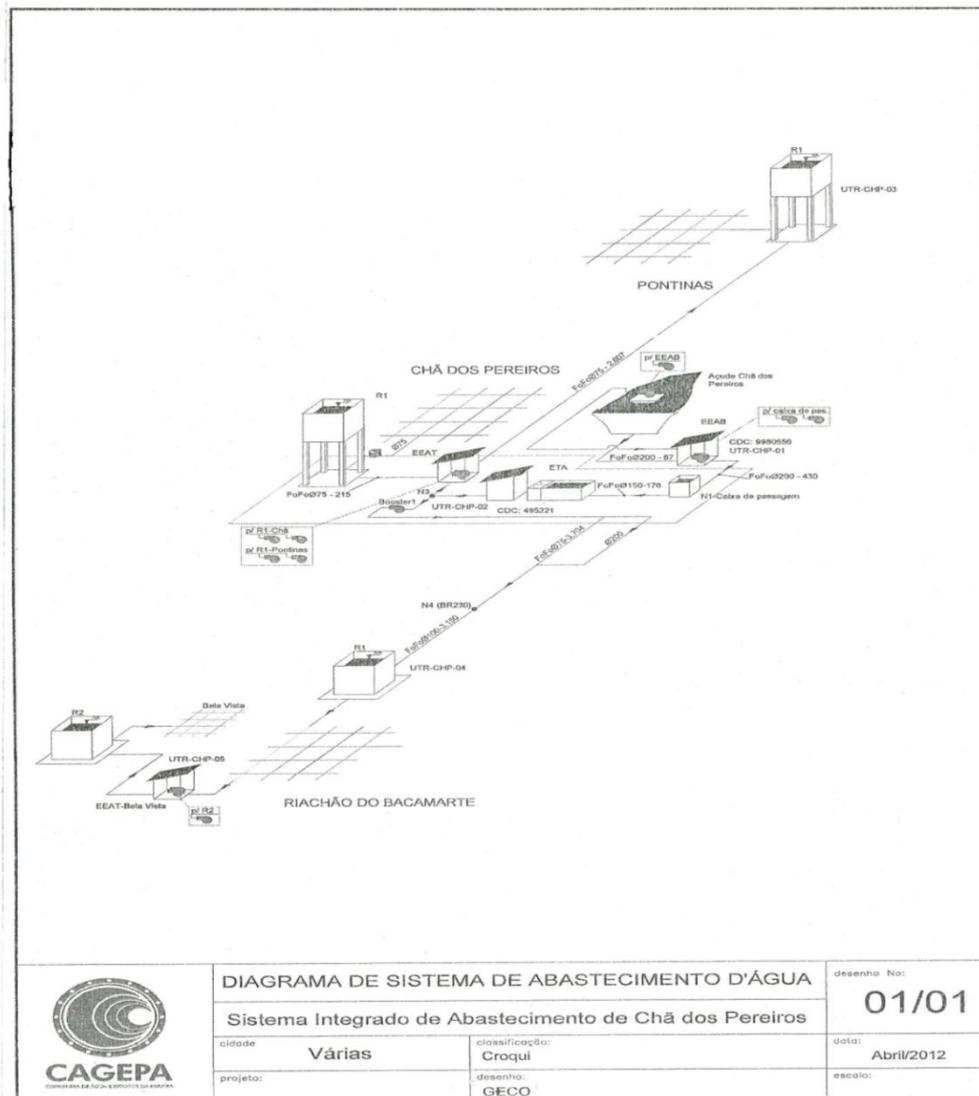
no Brasil, e posteriormente promover a divulgação anual do “Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos”, que podem ser acessadas exclusivamente pela internet em www.snis.gov.br. De acordo com os dados informados pela CAGEPA ao SNIS, foi possível se fazer a quantificação das perdas reais e aparentes no sistema de abastecimento de Riachão do Bacamarte. Para isso foram analisados os dados de um período de 6 anos, informados entre os anos de 2007 e 2012. Posteriormente estes dados foram utilizados para comparar os índices perdas ocorridos nos sistemas de abastecimento de Riachão do Bacamarte, Campina Grande e João Pessoa durante este mesmo período.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização do Sistema de Abastecimento de Água de Riachão do Bacamarte.

O município de Riachão do Bacamarte tem seu abastecimento proveniente da captação de águas superficiais do reservatório de Chã dos Pereiras, localizado no município de Ingá. O Sistema Integrado de Chã dos Pereiras também é responsável pelo abastecimento dos Distritos de Pontina e Chã dos Pereiras, ambos pertencente ao município de Ingá. A Figura 06 apresenta um Diagrama mostrando uma visão simplificada do sistema de abastecimento de água do município e o fluxograma do sistema.

Figura 06: Diagrama do SAA do município e o fluxograma do sistema.



Fonte: CAGEPA

O Sistema de Abastecimento de Água de Riachão do Bacamarte é de responsabilidade do Serviço da COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO ESTADO DA PARAÍBA (CAGEPA), tal sistema tem a função de abastecer aproximadamente 2.685 habitantes na área urbana do município. Já os demais habitantes do município não são contemplados com o abastecimento de água potável, onde suprem suas necessidades através de cisternas que são abastecidas por carros pipas nos períodos de estiagem.

O Reservatório (Açude) Chã dos Pereiras conforme esta representado na figura 07 foi construído pela EMATER em 1985, apresenta as seguintes características técnicas:

- Bacia Hidrográfica: Paraíba
- Curso barrado: Rio Gurinhaém
- Município: Ingá-PB
- Localização; UTM (25) 209100;9202600
- Carta (1:100.000): Campina Grande (1212)
- Tipo de barragem: terra homogênea
- Volume de acumulação: 1.766.100 m³
- Volume morto: 47.540,00 m³
- Área não controlada da bacia hidrográfica: 17,06 km²
- Posto pluviométrico representativo: Campina Grande (3848431)
- Evaporação representativa: Campina Grande

Figura: 07 Reservatório de águas superficiais de Chã dos Pereiras.



Fonte: própria, 2014

Não há disponibilidade de informação sobre a vazão de regularização do manancial pela AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba), entretanto quando o sistema ainda era responsável pelo abastecimento do município de Ingá, a vazão de exploração era de 33,47 l/s que supria apenas a demanda de tal município. De acordo com o “Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água”, estudo realizado em 2010 pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2010), estava previsto que caso o sistema continua-se a atender o município de Ingá, até o ano de 2015, seria necessária a busca por um novo manancial para o atendimento das necessidades de Riachão do Bacamarte. Atualmente, o município de Ingá está sendo abastecido exclusivamente pelo sistema de Acauã, desta forma o sistema de Chã dos Pereiras garante o abastecimento em condições satisfatórias a população atendida, pois apresentará situação confortável com relação à disponibilidade hídrica de seu manancial. O Quadro 04 demonstra as explorações segundo a CAGEPA (Companhia de Água e Esgoto da Paraíba).

Quadro 04: Vazões de exploração do Manancial Chã dos Pereiras

Localidades	Período de funcionamento (horas)	Vazões (l/s) de exploração	Vazões (m³/h)	Volume (m³) por mês	Volume (m³) por ano
Riachão do Bacamarte	24	4,99	17,96	12.931	157.329
Distrito de Pontina	24	3,01	10,83	7.797	94.870
Distrito de Chã dos Pereiras	24	2,52	9,07	6.531	79.453

Fonte: CAGEPA

A captação de água bruta do Sistema é composta pela captação por flutuante e também por uma tomada de fundo com operação alternada em função da época do ano e das características físico-química da água. Após a adução a água bruta é destinada a uma caixa de passagem, conforme mostra a Figura 08. A partir deste reservatório água é aduzida por gravidade até a chegada à ETA, que se encontra a uma distância de 110m.

Figura 08: Caixa de Passagem da adutora de água bruta



Fonte: própria, 2014

O recalque da adutora bruta é realizado por meio de um conjunto moto bomba – CMB, não existindo reserva instalado, de eixo horizontal, motor WEG com potência de 75CV, altura manométrica (Hm) de 73mca, vazão(Q) de 45 l/s tipo WORTHINGTON DBE-83, rotor com diâmetro de 8", 3.550 rpm de velocidade e relação V/A de 380/104 e 660/60. O CMB não se apresenta em bom estado de conservação, como se verifica na Figura 09.

Figura 09: Conjunto Motor Bomba (CMB) de água bruta



Fonte: própria, 2014

Mesmo Com a desativação do sistema de abastecimento de água para o município Ingá, pelo motivo já exposto, não houve mudanças para que o equipamento utilizado para o recalque fosse adequado às novas necessidades do sistema. Pois o sistema de recalque que funcionava para o atendimento das quatro

localidades, continua funcionando no atendimento das três restantes: Riachão do Bacamarte, Pontina e Chão dos Pereiras. Este fato ocasiona um desperdício com energia elétrica na estação elevatória de água bruta, pois é o conjunto motor bomba que atendia uma demanda de 45 l/s, está superdimensionado, já que no momento é necessária apenas uma vazão de 10,52 l/s para suprir a demanda do sistema.

A estação de tratamento de água (ETA) é composta de 02(dois) filtros russos de fluxo ascendente com capacidade de 99,08 m³/m²/dia. A ETA possui capacidade de 12,56 l/s de tratamento. A Figura 10 mostra 02(dois) filtros de fluxo ascendente, sendo que um deles está com o leito filtrante colmatado, dificultando a passagem da água, com isso ocorre a diminuição da eficiência do tratamento, que conseqüentemente prejudica a qualidade da água, além de ocasionar a diminuição da produção. Desta forma a água fornecida a população por este sistema de abastecimento encontra-se em desacordo com a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde com relação aos parâmetros turbidez e cor, conforme apresentado nos laudos fornecidos pela CAGEPA. A inadequação destes parâmetros causa interferência na desinfecção da água, colocando em risco a saúde da população. O tratamento ineficiente da água no sistema tem ocasionando inúmeras reclamações por parte da população atendida, principalmente com relação a cor amarelada da água e a constante presença de fortes odores.

Figura 10: Estação de Tratamento de fluxo ascendente e filtro russo



Fonte: própria, 2014

O sistema de abastecimento de água do município de Riachão do Bacamarte conta com 02(dois) reservatórios de água tratada, conforme mostrado no Quadro 05 os quais serão detalhados nos itens a seguir.

Quadro 05: Reservação existente

Nome	Local	Tipo	Capacidade (m³)
R-1	Alto do Cruzeiro	Apoiado	150
R-2	Alto da Bela Vista	Apoiado	30
Volume total de reservação			180

Fonte: CAGEPA

Conforme o relatório operacional repassado pela CAGEPA, o mês de maior consumo no ano de 2013 foi o de março, com produção de 14.386 m³, o que representa um volume médio diário de 479 m³/dia.

O Centro de Reservação R1 está localizado no Alto do Cruzeiro, no setor Leste da Cidade. É composto por 01 reservatório semi-enterrado, com capacidade de armazenamento de 150 m³, retangular em concreto, como pode ser verificado na Figura 11.

Figura 11: Reservatório de reservação do Alto do Cruzeiro semi-enterrado



Fonte: própria, 2014

Existe um reservatório no alto da Bela Vista, no setor Oeste da Cidade, com capacidade de 30 m³, retangular em alvenaria, como pode ser verificado na Figura

12. Este reservatório recebe água da elevatória situada na Rua Antônio Rodrigues, Bairro da Bela Vista, pois a parte alta da Bela Vista possui cota superior ao reservatório do Alto do Cruzeiro, por isso foi necessário projetar uma pequena elevatória para elevar água para o ponto mais alto, para ser distribuída por gravidade.

Figura 12: Reservatório de reservação do Alto da Bela Vista apoiado



Fonte: própria, 2014

Não existe macromedição na chegada ou saída dos reservatórios R-01 e R-02 de reservação e não existe qualquer dispositivo de verificação de nível.

A adutora de água tratada é composta por dois trechos, com extensão total de 6.854,80 m, Ferro Fundido TK9 e TK7. O Trecho 1 apresenta Diâmetro de 100 mm, extensão de 3.150 m, Ferro Fundido; já o Trecho 2 apresenta Diâmetro de 75 mm, extensão de 3.704,80 m, Ferro Fundido.

As redes de distribuição são compostas por tubos de PVC, com trechos malhados e outros ramificados. Os diâmetros variam de DN 50 a DN 150. Com relação a topografia há variação de 80 m de altitude, em algumas regiões da cidade. Um exemplo é o Bairro da Bela Vista, uma das áreas com maior elevação.

5.2 Levantamento dos dados cadastrais e operacionais do setor em estudo

Segundo informações repassadas pela CAGEPA, em Maio de 2014 o município de Riachão do Bacamarte possuía uma extensão de rede de distribuição de 387.315 metros. O sistema de abastecimento de água do município é composto

de 667 ligações ativas de água sendo 76% hidrometradas, sendo de 993 unidades a quantidade de ligações totais. O Quadro 06 demonstra o número mensal de economias por classe de consumo ao longo do ano de 2013.

Quadro 06: Número de Economias por Categoria de Consumo.

Mês	Residencial	Comercial	Industrial	Pública	Total
Janeiro	623	5	0	21	649
Fevereiro	628	5	0	20	653
Março	629	5	0	20	654
Abril	648	5	0	20	673
Maiο	644	5	0	19	668
Junho	644	3	0	19	666
Julho	645	2	0	19	666
Agosto	645	2	0	19	666
Setembro	644	2	0	20	666
Outubro	645	2	0	20	667
Novembro	645	3	0	20	668
Dezembro	645	2	0	20	667

Fonte: CAGEPA

O sistema de abastecimento de água do município de Riachão do Bacamarte não contém cadastro técnico digitalizado da rede de distribuição, apenas possui um esquema hidráulico do sistema de adução. Quanto a atualização deste cadastro encontra-se desatualizado.

No Quadro 07 estão apresentados os volumes micromedidos e a população abastecida pelo sistema de abastecimento de água, resultando no consumo per capita mensal do município.

Quadro 07: Consumo Per Capita de Riachão do Bacamarte

Mês	População Atendida	Volume Consumido (m³/mês)	Consumo Per Capita (l / hab x dia)
Janeiro	2.668 hab.	5.702	71,24
Fevereiro		5.822	72,74
Março		4.781	59,73
Abril		5.076	63,42
Maio		5.082	63,49
Junho		4.748	59,32
Julho		4.889	61,08
Agosto		5.308	66,32
Setembro		5.198	64,94
Outubro		5.277	65,93
Novembro		4.913	61,38
Dezembro		4.918	61,44
Média			5.143

Fonte: CAGEPA

Com base nas informações apresentadas, ao longo do ano de 2013, o consumo per capita médio no município de Riachão do Bacamarte foi de 64,25 L/hab.dia. Este valor encontra-se muito abaixo da media per capita recomendada pela OMS (Organização Mundial de Saúde) que é de 250l/hab/dia, assim como também se encontra abaixo da media per capita nacional que era de 162,6 litros por habitante ao dia em 2011, este valor representa aproximadamente 53,3% da per capita para a região Nordeste que apresenta o menor consumo no país, com 120,6 litros por habitante por dia. O problema do baixo consumo per capita no município é influenciado pelo fato de ocorrerem no município várias situações de falta de água no sistema de abastecimento de água ao longo do ano, ou seja, a população está necessitando de mais água do que está sendo disponibilizado.

Para suprir a demanda atual da população, a CAGEPA vem captando em média 18,86 m³/h (5,24 L/s). Esta vazão captada representa uma vazão diária de até 452 m³, portanto encontra-se abaixo da demanda do sistema de abastecimento de água, no entanto, o déficit de reservação, que atualmente está em 20 m³ por dia, resulta em falta da água em momentos de pico de consumo ou nos casos de necessidade de interrupção da captação de água bruta para manutenção.

Devido as dificuldades de abastecer o município o rodizio é utilizado como forma de abastecer a totalidade dos consumidores, para isso o município é dividido em dois setores que em media são atendidos por três dias consecutivos por semana

com abastecimento. Essas manobras podem colocar em risco a saúde da população, pois há a possibilidade de se gerar uma pressão negativa na rede despressurizada, fazendo com que a rede sugue efluentes para seu interior, e dessa forma pode haver contaminação da água que passou por tratamento anteriormente.

5.3 Quantificação das perdas reais do setor

O sistema de abastecimento de água não possui distritos de medição e controle – DMC. No entanto, é importante ressaltar a importância do DMC para controle de pressão, perdas físicas e de faturamento, além do mais não existe macromedição na saída do reservatório de distribuição, o qual está localizado no alto do cruzamento. Esta ausência dos setores de abastecimento dificulta o combate às perdas físicas, visto que a NBR 12.218 recomenda o máximo de 25 km de rede por DMC.

Conforme informações repassadas pela CAGEPA existem problemas de baixa pressão em duas zonas do município. O primeiro se trata da área sul do município, englobando os bairros Santa Cruz e Alto da Santa Cruz. Já a segunda zona, ao oeste da área central, engloba parte alta do Bairro da Bela Vista. Foram verificadas também 2 zonas de alta pressão na rede de distribuição. A primeira zona, a leste do centro, engloba as ruas Senador Cabral e a Rua Central. A segunda zona, a sudoeste do centro, engloba o bairro da Conga e Rua José Tito Filho. A solução mais indicada para a redução da pressão nesta região seria a instalação de Válvulas redutoras de pressão em pontos estratégicos na rede, com o intuito de minimizar altos valores de pressão encontrados nestes pontos da rede. Isso reduziria a incidência de arrebentamento das tubulações, resultando na diminuição das perdas reais.

De acordo com os dados informados pela CAGEPA ao Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento, foi possível se fazer a quantificação das perdas reais no sistema de Abastecimento de Riachão do Bacamarte. Para isso foram analisados os dados de um período de 6 anos, informados entre os anos de 2007 e 2012. O Quadro 08 demonstra o índice de perdas na distribuição do setor:

Quadro 08: índice de perdas na distribuição no setor

Ano	Índice de perdas na distribuição
2007	34,10
2008	37,70
2009	38,80
2010	33,70
2011	44,00
2012	44,25

Fonte: SNIS

Como se pode observar no período entre 2007 e 2009 houve um aumento no índice de perdas do sistema, declinando em 2010, e voltando a se elevar nos anos seguintes. O índice de perdas na distribuição aferido em 2012, de 44,25% encontra-se um pouco abaixo da média da região Nordeste que é 44,6%, mas se encontra acima tanto da média nacional que é de 36,8%, como dos 38,6% referentes à média atingida pela CAGEPA.

Desta forma se faz necessário a redução do índice de perdas reais neste sistema, pois se constatou um déficit na oferta de água tratada no município. Com uma menor perda seria possível melhorar o atendimento, suprimindo a demanda do município de Riachão do Bacamarte, sem necessariamente aumentar a produção de água. A produção de uma menor quantidade de água gera uma redução custo de itens, tais como:

- Produtos químicos;
- Energia elétrica;
- Mão de obra;

Tal economia feita pela empresa de saneamento poderia ser revertida a população como redução das tarifas aplicadas sobre o consumo ou investimentos em melhorias do sistema.

5.4 Quantificação das perdas aparentes do setor

Para a realização da quantificação das perdas aparentes no sistema de Abastecimento de Riachão do Bacamarte, também foram utilizados os dados informados pela CAGEPA ao Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento. A análise dos dados seguiu o mesmo critério utilizado no capítulo anterior. O Quadro 09 demonstra o índice de perdas de faturamento do setor:

Quadro 09: índice de perdas de faturamento no setor

Ano	Índice de perdas de faturamento
2007	10,41
2008	6,60
2009	9,44
2010	33,70
2011	24,00
2012	44,25

Fonte: SNIS

Como se pode observar o sistema apresentou variações no seu índice de perdas de faturamento, onde ocorreram elevações do índice nos anos de 2007, 2009, 2010 e 2012. Já nos anos de 2008 e 2011 ocorreram reduções significativas, mas, não houve uma continuidade, já que no ano seguinte nota-se o aparecimento de índices elevados. O ano de 2008 apresentou a maior redução no período analisado, ficando em torno de 58% menor que em 2007. Já o período entre 2008 e 2010, há uma surpreendente elevação de 410% no índice de perdas de faturamento, já que os índices passaram de 6,60% para 33,7% neste determinado período. Contudo o maior índice de perdas de faturamento foi aferido em 2012, quando o índice alcançou a marca de 44,25%. As perdas de faturamento são ocasionadas por alguns fatores citados a seguir:

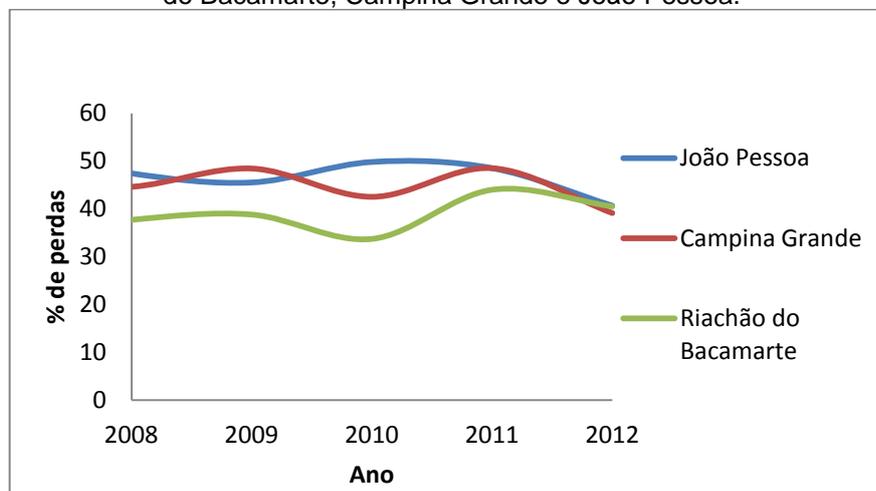
- Não existe um padrão de instalação dos hidrômetros, portanto, existem ligações junto ao muro frontal e outras internas ao imóvel ou em locais de difícil acesso, ou ainda com acesso bloqueado aos leituristas;

- Parte das instalações está em desacordo com as condições técnicas ideais de funcionamento dos hidrômetros, por estarem instalados inclinados, que geram desgastes prematuros dos componentes do hidrômetro, além da perda de precisão da medição elevando a perda não física;
- Grande parte dos hidrômetros utilizados já ultrapassaram o tempo determinado pelo fabricante para sua substituição. Ocasionalmente ocasionando erros de leitura e submedição.
- Ocorrência de fraudes e religações clandestinas por parte da população atendida, utilização de água destinada à irrigação de praças.
- Unidades de consumo sem hidrômetros que são faturados pela taxa mínima, favorecendo o uso abusivo de água e o desperdício.

5.5. Comparação de desempenho

Após analisar as perdas reais e aparentes do Sistema de Abastecimento de Riachão do Bacamarte, será realizada uma comparação com os sistemas de abastecimento de Campina Grande e João Pessoa. Para isso serão utilizados os dados de perdas na distribuição e perdas de faturamento, com o intuito de verificar a situação das perdas de água no município em comparação com as duas maiores cidades do estado da Paraíba. A figura 13 demonstra a comparação entre os sistemas segundo o índice de perdas na distribuição.

Figura 13 : Comparação entre os índices de perdas na distribuição nos SAA de Riachão do Bacamarte, Campina Grande e João Pessoa.

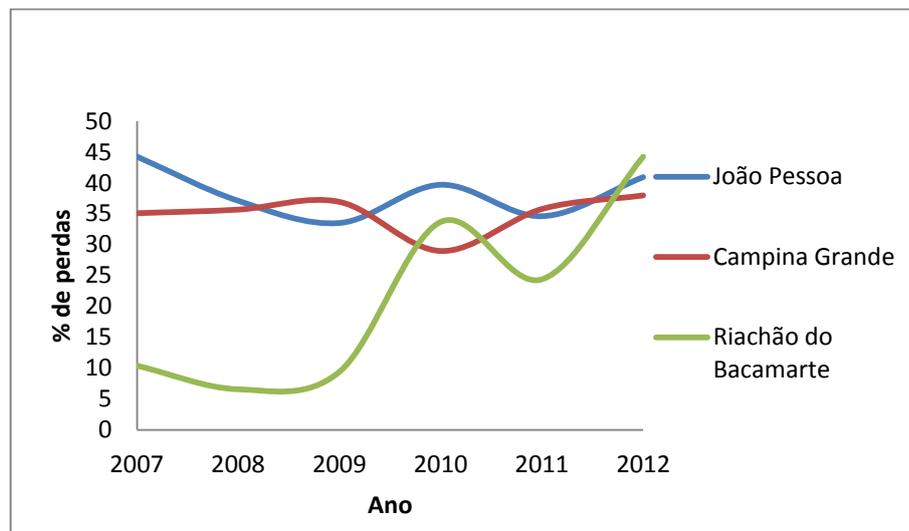


Fonte: SNIS

De acordo com a figura 13, nota-se que o índice de perdas de Riachão do Bacamarte foi menor que os referentes as demais cidades, com exceção do ano de 2012 quando superou Campina Grande e ficou muito próximo do índice de João Pessoa. Isso reflete de forma negativa já que o sistema Riachão do Bacamarte apresentou elevação do índice de perdas na distribuição enquanto os outros sistemas apresentaram queda. Contudo os três sistemas apresentaram redução no ano de 2012, gerando boas expectativas com há continuidade de redução nos próximos anos.

A seguir será apresentada a figura 14 que demonstra a comparação entre os sistemas segundo o índice de perdas na distribuição.

Figura 14: Comparação entre os índices de perdas de faturamento nos SAA de Riachão do Bacamarte, Campina Grande e João Pessoa.



Fonte: SNIS

De acordo com a Figura 14 nota-se que em 2007 o índice de perdas do sistema de Riachão do Bacamarte apresentou o índice de perdas de faturamento menor que os demais sistemas. Mas no ano de 2010 constatou-se que estava 5 vezes maior do que o apresentado em 2008, superando Campina Grande cujo o índice tinha apresentado redução. No ano de 2011 o sistema voltou a ser o mais eficiente entre os três, mas em 2012 todos os sistemas apresentaram elevação no índice, neste ano o sistema de Riachão do Bacamarte apresentou maior variação e conseqüentemente ultrapassou Campina Grande e João Pessoa como o sistema que possui o maior índice de perdas de faturamento no comparativo.

5.6. Propostas de ações de controle e redução de perdas

Após a observação das condições locais, torna-se possível a definição das melhores alternativas para compor um programa integrado para reduzir e manter as perdas do sistema de abastecimento de Riachão do Bacamarte em níveis aceitáveis.

No que diz respeito às perdas reais as melhores alternativas são:

- Pesquisa de vazamentos: pesquisa de vazamentos utilizando equipamentos com Geofone ou Correlacionador de Ruídos para localização e reparo rápido dos vazamentos;
- Instalação de VRP's: Instalar as válvulas nos pontos da rede com o intuito de minimizar altos valores de pressão existentes. Isso reduziria a incidência de arrebatamento das tubulações, diminuindo as perdas reais;
- Substituição de trechos de rede com muitos reparos: Substituir trechos de rede que já apresentam diversos reparos. As altas pressões no setor podem fazer com consertos antigos possam vir a provocar pequenos vazamentos em diversas partes da tubulação;

No que diz respeito as perdas aparentes as melhores alternativas são:

- Aumentar o índice de hidrometragem no sistema, que terá como consequência o uso racional da água.
- Redução dos erros de medidores: Um dos itens mais importantes de um programa de redução de perdas aparentes é a substituição dos hidrômetros, cujo envelhecimento causa erros de medição; e o acerto da inclinação dos hidrômetros, a inclinação lateral nos hidrômetros provoca a submedição.
- Qualificação de toda mão-de-obra.
- Redução de fraudes.
- Melhorias no sistema comercial, mantendo atualizado o cadastro das unidades consumidoras.

6. CONCLUSÕES.

Diante do exposto conclui-se que o Sistema de Abastecimento de Riachão do Bacamarte, apresenta inúmeras dificuldades para atender a população de acordo com as exigências na portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde, principalmente nos critérios de qualidade e quantidade.

No que diz respeito qualidade da água disponibilizada constatou-se um certo descaso por parte da companhia de saneamento responsável pelo sistema, pois o mesmo apresenta sinais de abandono, já que o sistema apresenta equipamentos e instalações com fortes sinais de deterioração, onde os equipamentos são utilizados fora dos padrões técnicos e não há a realização de manutenção, como exemplo deste descaso temos a utilização de um filtro russo colmatado que interfere no tratamento, prejudicando a qualidade da água disponibilizada a população.

Já a quantidade de água disponibilizada a população apresentou déficit, provocado pelo subdimensionamento de parte do sistema, que é agravado pelo os altos índices de perdas aferidos no município. O município apresenta índices de perdas superiores a media nacional, desta forma boa parte da água que já não era capaz de suprir a demanda é perdida antes de chegar aos consumidores. Como resultado de baixa disponibilidade, foi constatado no município um consumo per capita muito abaixo do que é recomendado pela OMS.

Por fim foram apresentadas algumas propostas para a redução de perdas no sistema, afim de que seja disponibilizada água tratada em quantidade suficiente para satisfazer a necessidade da população, sem que haja necessariamente aumento na produção, mas que o fornecimento seja realizado de forma eficiente e que a apresente o mínimo de perdas possível.

7. REFERÊNCIAS

ABES – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Perdas em sistemas de abastecimento de água: Diagnóstico potencial de ganhos com suas redução e propostas de medidas para o efetivo combate – 2013**. São Paulo, SP, 2013.

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em <http://www.aesa.pb.gov.br/>, acessado em 12/out/2013.

ALEGRE, H. *et al.* **Performance indicators for water supply service**. IWA Publishing, 2000.

ANA. Atlas Brasil – **Abastecimento Urbano de Água**. Agência Nacional de Águas, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2010.

ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013** / Agência Nacional de Águas.-- Brasília: ANA, 2013.

Brasil - Lei 9.433, de 09/01/1997. “Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do artigo 21 da CF, e altera o artigo 1º da Lei 8.001 de 13.03.1990 que modificou a Lei 7.990, de 28/12/1989”. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 09/01/1997.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento - 2007**. 3. ed. rev. – Brasília, DF, 2006.

FUNDACE – **Perdas de água: entraves ao avanço do saneamento básico e riscos de agravamento de escassez hídrica no Brasil**, Ribeirão Preto, SP, 2013. http://www.icb.ufmg.br/labs/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Minicurso/pag_341.pdf, acessado em 30/nov/2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). Disponível em:< <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=251275&search=paraiba|riachao-do-bacamarte>, acessado em 29/out/ 2013.

INSTITUTO TRATA BRASIL, Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/>, acessado em 05/jan/2013

MINISTERIO DA SAÚDE - PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011. “Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade”. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 14/12/2011.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Riachão do Bacamarte, estado da Paraíba/** Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

NBR 12.218, Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público.

REBOUÇAS, Aldo da C. - **Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez.**

ReCESA - Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental. **Abastecimento de água: gerenciamento de perdas de água e energia elétrica em sistemas de abastecimento: guia do profissional em treinamento: nível 2 / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org).** – Salvador, BA, 2008.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos - 2011.** Brasília, DF, 2013.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos - 2012.** Brasília, DF, 2014.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki – **Abastecimento de água,** São Paulo, SP, 2006.