



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS

MÁRIO LEO DE OLIVEIRA RODRIGUES

HIDROMETRAÇÃO DO SISTEMA INTEGRADO DE
ABASTECIMENTO DO PIAUITINGA: A IMPORTÂNCIA
DA MICROMEDIÇÃO NO COMBATE ÀS PERDAS

SÃO CRISTÓVÃO - SE
2019

MÁRIO LEO DE OLIVEIRA RODRIGUES

HIDROMETRAÇÃO DO SISTEMA INTEGRADO DE
ABASTECIMENTO DO PIAUITINGA: A IMPORTÂNCIA
DA MICROMEDIÇÃO NO COMBATE ÀS PERDAS

Dissertação apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Recursos Hídricos como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Drº. Ariovaldo Antônio Tadeu Lucas

SÃO CRISTÓVÃO - SE
2019

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

R696h Rodrigues, Mário Leo de Oliveira
Hidrometração do Sistema Integrado de Abastecimento do
Piauítinga : a importância da micromedição no combate às perdas
/ Mário Leo de Oliveira Rodrigues ; orientador Ariovaldo Antônio
Tadeu Lucas. – São Cristóvão, SE, 2019.
87 f. : il.

Dissertação (mestrado em Recursos Hídricos) – Universidade
Federal de Sergipe, 2019.

1. Recursos hídricos. 2. Abastecimento de água – Sergipe. 3.
Água – Desperdício – Administração. 4. Balanço hidrológico. 5.
Bacias hidrográficas – Sergipe. I. Lucas, Ariovaldo Antônio Tadeu,
orient. II. Título.

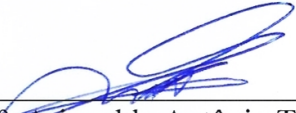
CDU 556.18:628.179(813.7)

MÁRIO LEO DE OLIVEIRA RODRIGUES

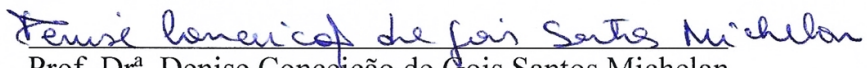
HIDROMETRAÇÃO DO SISTEMA INTEGRADO DE
ABASTECIMENTO DO PIAUITINGA: A IMPORTÂNCIA
DA MICROMEDIÇÃO NO COMBATE ÀS PERDAS

Dissertação apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Recursos Hídricos como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Hídricos.

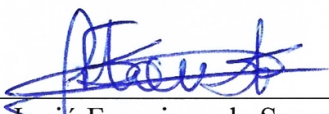
Aprovada em 31/05/2019.



Prof. Dr.º Ariovaldo Antônio Tadeu Lucas
Universidade Federal de Sergipe-UFS
Orientador



Prof. Dr.ª Denise Conceição de Gois Santos Michelan
Universidade Federal de Sergipe-UFS
Examinador externo ao Programa de Pós-Graduação de Recursos Hídricos



Prof. Dr.ª Inajá Francisco de Sousa
Universidade Federal de Sergipe-UFS
Examinador interno ao Programa de Pós-Graduação de Recursos Hídricos

*A Deus, Pai e Criador do Universo;
A São João Bosco e a Nossa Senhora Maria Auxiliadora.*

AGRADECIMENTOS

Início meus agradecimentos a DEUS, já que Ele colocou pessoas tão especiais a meu lado, sem as quais certamente não teria êxito nessa conquista! Aos meus pais, José Rodrigues e Maria de Oliveira, meu infinito agradecimento, sempre acreditaram em minha capacidade e me acharam O MELHOR de todos, mesmo não sendo. Isso só me fortaleceu e me fez tentar não ser O MELHOR, mas a fazer o melhor de mim. Obrigado pelo amor incondicional! A mãe de meus filhos, por ter plena compressão para cuidá-los enquanto desenvolvia meus estudos. Aos meus queridos filhos, Leandro Sávio e Laura Sophia, por serem tão importantes na minha vida. Sempre a meu lado, me pondo para cima e me fazendo acreditar que posso mais que imagino. Obrigado por ter feito do meu sonho o nosso sonho! Aos meus irmãos, Leonardo e Leila Maria, meus agradecimentos especiais, pois, da maneira que vocês, sempre se orgulharam de mim e confiaram em meu trabalho. Obrigado pela confiança! Aos meus avôs, meus tios, tias, primos e primas, que vibraram comigo, desde a aprovação no mestrado e sempre fizeram “propaganda” positiva a meu respeito. Obrigada pela força! A minha namorada Camila Ferreira pelo apoio. A todos meus amigos de sempre, por só quererem o meu bem e por me valorizarem tanto como pessoa. Obrigado pela amizade! Aos professores, que acreditaram em meu potencial de uma forma que, às vezes, eu não acreditava ser capaz de corresponder. Sempre disponíveis e dispostos a ajudar, querendo que eu aproveitasse cada segundo dentro do mestrado para absorver algum tipo de conhecimento. Fizeram-me enxergar que existe mais que pesquisadores e resultados por trás de uma dissertação, mas vidas humanas. Vocês não foram somente orientadores, mas, em alguns momentos, conselheiros, confidentes e amigos. Vocês foram e são referências profissionais e pessoais para meu crescimento sempre. Obrigado por estarem ao meu lado e acreditarem tanto em mim! A todos os colegas da Companhia de Saneamento de Sergipe - DESO, em especial a turma da SUSR, GOSU, GCSU e GESA, que contribuíram direto e indiretamente na conclusão desse trabalho. Por causa de vocês é que esta dissertação também se concretizou. Vocês merecem meu eterno agradecimento! Aos meus amigos do mestrado, pelos momentos divididos juntos, que se tornaram verdadeiros amigos e tornaram mais leve meu trabalho. Aos poucos nos tornamos mais que amigos, quase irmãos.... Obrigado por dividir comigo as angústias e alegrias e ouvirem minhas bobagens. Foi bom poder contar com vocês! A todos os alunos, professores e funcionários do Núcleo de Pós-Graduação em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Sergipe, que, com ensinamentos, orientações e amizade, me ajudaram ativa ou passivamente neste projeto. Vocês também foram referenciais para mim! Obrigado a Universidade Federal de Sergipe, por abrir as portas para que eu pudesse realizar este sonho que era a minha DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. Proporcionaram-me mais que a busca de conhecimento técnico e científico, mas uma LIÇÃO DE VIDA. Finalmente estou muito feliz e realizado com a conclusão dessa etapa!

Ninguém vence sozinho. OBRIGADO A TODOS!

*É no momento de abundância que a verdadeira gestão deve
iniciar-se, sempre de forma preventiva e não corretiva!*

Mário Leo de Oliveira Rodrigues

RESUMO

O saneamento básico é um dos direitos humanos que deve ser assegurado, com o aumento da população e o incremento do comércio e da indústria, a água passou a ser cada vez mais utilizada, como se fosse um recurso abundante e infinito. Os múltiplos usos que se fazem da água presente na bacia hidrográfica do Rio Piauitinga são conflitantes, principalmente para o abastecimento doméstico, pois a qualidade e a quantidade da água bruta disponível têm piorado ao longo dos anos, devido a vários fatores. As empresas de saneamento do país estão atualmente direcionando e aprimorando as suas atividades em relação ao controle de perdas para diminuir as despesas operacionais e a quantidade de água bruta captada dos mananciais uma vez que os índices constatados se apresentam elevados. A presente pesquisa objetivou analisar a hidromedtação do Sistema Integrado do Piauitinga e mostrar a importância da micromedição no combate às perdas. A investigação foi guiada por um marco conceitual de referência que possibilitou a identificar cinco anomalias mais recorrentes na micromedição, fator técnico considerável. Para cada localidade foram identificadas as categorias de economias, quantidades e as características das ligações existentes. Para o desenvolvimento da pesquisa foram utilizadas técnicas de investigação quantitativa, valendo-se de informações coletadas em campo pelo sistema de coleta mensal da Companhia de Saneamento - DESO, obtidos por meio de relatórios que permitiram identificar as características, e quantificar as anomalias previamente definidas como parâmetro, possibilitando criar índices percentuais em relação às ocorrências gerais de cada localidade. A análise documental de programas de controle de perdas de água já implementados, serviu também para auxiliar no entendimento da importância dessa etapa operacional. Considerando as análises feitas neste estudo pode-se afirmar que foram encontrados nos municípios analisados índices no tocante em relação às ligações reais, que variam de 0,20% em um melhor cenário a 6,69% no pior cenário para ligações cortadas, de 15,98% a 43,95% para ligações suprimida, e de 80,80% a 52,88% para ligações ativas. Os resultados evidenciaram que se faz necessária atuação direta na substituição dos hidrômetros efetivando ações diretas nos que apresentam as anomalias, não apenas com o intuito do estabelecimento e cobrança de metas, mas também na promoção de uma melhor operacionalização do parque de hidrômetro existente. Como consequência das ações de substituição pode-se obter resultados adequados a curto prazos proporcionando uma maior eficiência e eficácia da gestão do sistema de abastecimento, buscando garantir sua sustentabilidade, tendo em vista a universalização dos serviços.

Palavras chave: Saneamento Básico. Abastecimento de Água. Perdas de Água. Gestão.

ABSTRACT

Basic sanitation is one of the human rights that must be ensured, with increasing population and increasing trade and industry, water has been increasingly used, as if it were an abundant and infinite resource. The multiple uses of water present in the Piauitinga river basin are conflicting, mainly for domestic water supply, since the quality and quantity of available raw water has worsened over the years due to several factors. The country's sanitation companies are currently directing and improving their activities in relation to loss control in order to reduce operating expenses and the amount of raw water abstracted from the sources since the observed rates are high. The present research aimed at analyzing the hydrometrization of the Integrated System of Piauitinga and show the importance of micromediation in the fight against losses. The research was guided by a conceptual frame of reference that made it possible to identify five more recurring anomalies in micromediation, a considerable technical factor. For each location, the categories of savings, quantities and characteristics of the existing links were identified. For the development of the research, quantitative research techniques were used, using information collected in the field by the monthly collection system of the Sanitation Company - DESO, obtained through reports that allowed to identify the characteristics, and to quantify the anomalies previously defined as parameter, making it possible to create percentage indexes in relation to the general occurrences of each locality. The documentary analysis of water loss control programs already implemented also helped to understand the importance of this operational stage. Considering the analyzes made in this study it can be affirmed that in the analyzed municipalities indexes were observed in relation to real connections, which vary from 0.20% in a better scenario to 6.69% in the worst case scenario for cut connections of 15,98% to 43,95% for suppressed linkages, and from 80,80% to 52,88% for active linkages. The results evidenced that it is necessary to act directly in the replacement of the hydrometers by direct actions in those that present the anomalies, not only with the purpose of establishing and collecting targets, but also in the promotion of a better operationalization of the existing hydrometer park. As a consequence of the substitution actions, it is possible to obtain adequate results in the short term, providing a greater efficiency and effectiveness of the management of the supply system, seeking to guarantee its sustainability, in view of the universalization of services.

Keywords: Basic Sanitation. Water supply. Loss of water. Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de perdas nos sistemas de abastecimento de água	22
Figura 2 - Ações para o controle de perdas reais.	26
Figura 3 - Síntese das ações para o controle de perdas reais.	27
Figura 4 - Ações para o controle de perdas aparentes.....	31
Figura 5 - Micromedidores utilizados pela DESO.	37
Figura 6 - Micromedidores utilizados pela DESO.	37
Figura 7 - Sintetização das principais ações para controle de perdas aparentes.....	41
Figura 8 - Demonstrativo sintético das ligações.....	52
Figura 9 - Demonstrativo sintético das ocorrências de leitura.....	53
Figura 10 - Rio Piauitinga, Estância/SE.	54
Figura 11 - Localização da bacia hidrográfica do Rio Piauitinga.....	55
Figura 12 - Sistema simples de abastecimento de água.....	56
Figura 13 - Sistema integrado de abastecimento de água.....	56
Figura 14 - Encaminhamento das adutoras e redes do Sistema Integrado de Abastecimento do Piauitinga – SIAP	58
Figura 15 - Encaminhamento das adutoras e redes do Sistema Integrado de Abastecimento do Piauitinga – SIAP, ampliado	59
Figura 16 - Esquema Geral do Sistema Integrado de Abastecimento do Piauitinga – SIAP....	60
Figura 17 - Situação das ligações do SIAP	73
Figura 18 - Ocorrências dos hidrômetros do SIAP	74
Figura 19 - Ocorrências dos hidrômetros nos municípios que compreendem ao SIAP	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação das Perdas por meio do Balanço Hídrico.	23
Quadro 2 - Perdas reais nas etapas de sistemas de abastecimento de água	25
Quadro 3 - Caracterização geral das perdas em sistemas de abastecimento de água	41
Quadro 4 - Indicadores utilizados em sistemas de abastecimento de água.....	46
Quadro 5 - Modelo de balanço hídrico proposto pela IWA.....	48
Quadro 6 - Módulo de quantificação e especificação dos tipos de ligações.....	51
Quadro 7 - Módulo de quantificação das ocorrências da micromedição.	52
Quadro 8 - Caracterização da situação das ligações do município de Boquim	64
Quadro 9 - Ocorrências dos hidrômetros do município de Boquim.....	65
Quadro 10 - Caracterização da situação das ligações do município de Salgado.	65
Quadro 11 - Ocorrências dos hidrômetros do município de Salgado.	66
Quadro 12 - Caracterização da situação das ligações do município de Lagarto.....	67
Quadro 13 - Ocorrências dos hidrômetros do município de Lagarto.	68
Quadro 14 - Caracterização da situação das ligações do município de Riachão do Dantas....	69
Quadro 15 - Ocorrências dos hidrômetros do município de Riachão do Dantas.....	70
Quadro 16 - Caracterização da situação das ligações do município de Simão Dias.	70
Quadro 17 - Ocorrências dos hidrômetros do município de Simão Dias.	71
Quadro 18 - Caracterização da situação das ligações do município de Poço Verde	72
Quadro 19 - Ocorrências dos hidrômetros do município de Poço Verde	72
Quadro 20 - Comparativo da situação entre as ligações da GOSU e o SIAP	73
Quadro 21 - Índice das ligações do SIAP.....	75
Quadro 22 - Índice das ocorrências dos hidrômetros dos municípios do SIAP	79

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Diagnóstico comparativo da hidrometração.....	61
Gráfico 2 - Diagnóstico comparativo da hidrometração dos municípios do SIAP	62
Gráfico 5 - Situação das ligações do Município de Boquim	85
Gráfico 6 - Situação das ligações do Município de Salgado.	85
Gráfico 7 - Situação das ligações do Município de Lagarto	86
Gráfico 8 - Situação das ligações do Município de Riachão do Dantas.	86
Gráfico 9 - Situação das ligações do Município de Simão Dias	87
Gráfico 10 - Situação das ligações do Município de Poço Verde.....	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índice de hidrometração por região.....	39
Tabela 2 - Índice de perdas de distribuição	42
Tabela 3 - Classificação dos sistemas com base em indicadores de perdas	45
Tabela 4 - Índices de hidrometração	61
Tabela 5 - Índices de hidrometração do SIAP	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA - Agência Nacional de Águas

°C - Grau Celsius

DESO - Companhia de Saneamento de Sergipe

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ETA - Estação de Tratamento de Água

GCSU - Gerencia Comercial Regional Sul

GESA - Gerencia Socioambiental

GOSU - Gerência de Operações Regional Sul

GSAN - Sistema de Gestão de Saneamento

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IWA - Associação Internacional da Água

IWSA - Associação Internacional dos Serviços de Água

Km - Quilômetros

L/ramal/ano - Litros por Ramal Ano

L/ramal/dia - Litros por Ramal Dia

mm - Milímetro

m³ - Metro Cúbico

m³/h - Metro Cúbico por Hora

m³/Km/dia - Metros Cúbicos por Quilômetro Dia

MCP - Microcomputador Portátil

NBR - Norma Brasileira

PNCDA - Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água

ReCESA - Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SEMARH - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos

SEPLAN/SE - Secretaria de Estado do Planejamento - Sergipe

SIAP - Sistema Integrado de Abastecimento do Piauí

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SNSA - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

SRC - Sistema de Relatórios Comerciais

SUSR - Superintendência de Sistemas Regionais de Água

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	15
2 - OBJETIVOS.....	18
3 - REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1 - Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água.	20
3.2 - Perdas Reais.	24
3.2.1 - Perdas Reais por Vazamento e por Extravasamento.	27
3.3 - Perdas Aparentes.....	30
3.3.1 - Perdas Aparentes por Erro de Macromedição e Micromedição	32
3.3.2 - Perdas Aparentes para Suprimento Social.....	34
4 - GERENCIAMENTO DA MACROMEDIÇÃO E MICROMEDIÇÃO	35
4.1 - Macromedição.....	35
4.2 - Micromedição	36
4.3 - Índice de Hidrometração.	39
5 - A IMPORTÂNCIA DO SISTEMA COMERCIAL	39
6 - INDICADORES DE PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	42
7 - CONTROLE E REDUÇÃO DE PERDAS.....	47
8 - BALANÇO HÍDRICO.....	48
9 - METODOLOGIA	51
9.1 - Caracterização do Local do Estudo.....	53
9.1.1 - Características da Bacia Hidrográfica.....	53
9.1.2 - Características do Sistema Integrado de Abastecimento do Piauitinga-SIAP	56
9.2 - Diagnóstico da Hidrometração.....	61
10 - RESULTADO E DISCUSSÕES.....	64
10.1 - Diagnóstico da Hidrometração do Sistema Integrado do Piauitinga.....	64
10.1.1 - Município de Boquim	64
10.1.2 - Município de Salgado.	65
10.1.3 - Município de Lagarto.....	66
10.1.4 - Município de Riachão do Dantas.	69
10.1.5 - Município de Simão Dias.....	70
10.1.6 - Município de Poço Verde.....	71
11 - CONCLUSÃO	76
12 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
ANEXOS	85

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, no mundo, aproximadamente 1 bilhão de pessoas têm dificuldade de acesso à água potável e os mananciais vêm sendo alvo de intensa exploração e degradação. Além disso, cerca de 2,6 bilhões de pessoas não têm acesso à solução adequada para os esgotos sanitários (UN-HABITAT, 2011).

No Brasil, ainda são necessários esforços para a universalização do acesso à água potável. Em 2016, 87,3% dos domicílios ligados à rede geral tinham disponibilidade diária de água, percentual que era de 66,6% no Nordeste. Nesta região, em 16,3% dos domicílios o abastecimento ocorria de uma a três vezes por semana e em 11,2% dos lares de quatro a seis vezes, de acordo com os resultados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2012-2016, divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2019).

Os déficits em termo de contingente populacional se concentram nas periferias urbanas (marcadas por carências de infraestrutura e serviços públicos) e nas zonas rurais. Tal realidade possui vínculo com o processo de urbanização brasileiro, considerado acelerado e desigual.

Um dos principais problemas enfrentados pelos prestadores de serviços públicos voltado ao saneamento de abrangência regional no Brasil, são as elevadas perdas do volume da água distribuído em relação à água captada, sendo então fundamental estabelecer estratégias de controle das perdas de água, principalmente, em regiões com escassez e conflitos pelo seu uso. No caso do estado de Sergipe e dos municípios atendidos pela DESO o índice de perdas na distribuição assumiu percentual em torno de 59,37% no ano de 2013 em levantamento apresentado pelo Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS, 2013). Esse elevado percentual implica em sérios prejuízos ambientais na busca por novos mananciais para suprir as necessidades do uso da água e prejuízos econômicos, diminuindo a receita da empresa responsável pelo abastecimento de água (TSUTYIA, 2004).

A ameaça aos recursos hídricos surgiu com o crescimento urbano desenfreado e das mudanças comportamentais da população que acelerou o processo de degradação do recurso hídrico e contribuiu com a escassez. Dessa forma, os programas de combate às perdas implantados pelas empresas de saneamento têm sido cada vez mais importantes para a gestão ambiental, já que a água é um bem natural finito (MAGALHÃES, 2001).

O sistema de abastecimento de água deve cumprir metas de universalização, porém ocorrem perdas desde a captação do recurso nos mananciais até o seu destino final, que para

os usuários, podem ser causadas por deficiência na operação, na manutenção das redes, na ineficiência dos sistemas de macro e micromedições e a até por problemas na gestão comercial.

Diante disso, as empresas de saneamento estão diretamente envolvidas nesta problemática e tem o desafio de combater as perdas de água e racionalizar o volume consumido, de modo a suprir a demanda crescente, sem necessitar aumentar a exploração e degradação dos mananciais de maneira insustentável (PIECHNICKI et al., 2011).

Conforme a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA), os índices de perdas estão diretamente associados à qualidade da infraestrutura e da gestão dos sistemas. Para explicar a existência de perdas de água em patamares acima do aceitável, algumas hipóteses podem ser levantadas, tais como: falhas na detecção de vazamentos; redes de distribuição funcionando com pressões muito altas; problemas na qualidade da operação dos sistemas; dificuldades no controle das ligações clandestinas, aferição, calibração e renovação do parque de macro e micromedidores; ausência de programa de monitoramento de perdas; cultura do aumento da oferta e do consumo individual, sem preocupações com a conservação e o uso racional; decisões pragmáticas, não previstas em projeto, de ampliação da carga e extensão das redes até áreas mais periféricas dos sistemas, para atendimento aos novos consumidores dentre outras hipóteses. O índice de perdas de água também se relaciona ao índice de hidrometração, que se refere às ligações de águas medidas pelo total de ligações de água e com o volume de água micromedido, que consiste no volume médio de água apurado pelos medidores de vazão instalados nos ramais prediais (SNSA, 2012).

Para a determinação e identificação das perdas é fundamental que os volumes em cada parte do sistema sejam medidos, através da macromedição e micromedição. A inoperância e a ausência de micromedição são um dos principais indutores de perdas aparentes sendo, porém, negligenciada por alguns operadores. A experiência internacional e de algumas cidades brasileiras leva a concluir que o consumo em áreas com ligações não medidas fica limitado à capacidade de suprimento do sistema, pois o usuário não tem motivos para economizar água ou evitar desperdícios.

O Sistema Integrado de Abastecimento do Piauitinga não se exclui dessa realidade com a identificação das anomalias funcionais do sistema de micromedição. É necessário implementar ações para reduzir as perdas, diminuir as despesas operacionais e a quantidade captada nos mananciais, aumentando assim a disponibilidade do recurso para que seja possível garantir o atendimento das demandas atuais e futuras. Assim faz-se necessário uma análise profunda da micromedição do sistema que está na ponta deste processo. Além de

fornecer informação importante para a saúde financeira da companhia, o volume medido para que possa se transformar em volume faturado, é um instrumento de disciplina para o uso racional da água.

As perdas aparentes de água estão relacionadas diretamente ao consumo não autorizado e às falhas na medição, que podem ocorrer devido a erros na leitura do medidor, fraudes nos hidrômetros, ligações clandestinas na rede, registros inconsistentes dos hidrômetros, erros na manipulação de dados e no faturamento, entre outros fatores.

Portanto, a relevância do assunto em estudo ocorre não só no âmbito das perdas aparentes comerciais no Sistema Integrado de Abastecimento do Piauitinga, com a informação dos volumes micromedidos, comparados com o produzido e o faturado, mas também como um diagnóstico da situação parque de hidrômetros do sistema para viabilizar melhor gerenciamento e planejamento do controle das perdas de água.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral foi avaliar a micromedição no controle de perdas em um sistema de abastecimento de água, com base na hidrometração do Sistema Integrado de Abastecimento do Piauitinga. Enquanto que os específicos foram:

- * Quantificar e especificar as categorias e os tipos de ligações existentes no Sistema Integrado de abastecimento do Piauitinga;

- * Avaliar a hidrometração e identificar as principais anomalias do Sistema Integrado de Abastecimento do Piauitinga;

- * Determinar os índices de anomalias na micromedição mais recorrentes e as que influenciam diretamente nas perdas do sistema de abastecimento.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A urbanização desenfreada e sem planejamento necessário ocorrido no país, aliada à falta de políticas públicas, demanda por infraestrutura e serviços públicos, dentre outros, tem impactado diretamente na poluição dos recursos hídricos, contribuindo para o comprometimento da qualidade da água para os diversos tipos de usos.

O estilo de desenvolvimento aliado ao elevado padrão de consumo, ao progresso da produção industrial e ao crescimento populacional vem gerando o aumento da utilização da água, principalmente nos grandes núcleos urbanos. O crescimento da população vem afetando os custos de infraestrutura hídrica, a demanda por água e a eficiência de distribuição. Todavia, a relação é recíproca, pois as políticas direcionadas à água influenciam as decisões relacionadas ao uso e ocupação do solo, e, conseqüentemente, a demanda por recursos hídricos. Assim, as comunidades enfrentam dois problemas crescentes e correlacionados: enormes necessidades financeiras para a infraestrutura hídrica e preocupações com a disponibilidade de água.

Sendo assim, tem-se a necessidade de se fomentar ações para uma utilização eficiente da água, as quais podem ser realizadas por intermédio de programas de conservação e uso racional, concebidos considerando os vários usos da água. Um programa desse tipo não deve ser realizado de forma isolada, sendo fundamental a interface entre ações de controle de perdas, reabilitação e conservação de mananciais, coleta e tratamento de esgoto, reúso da água, incentivo ao emprego de medição individualizada e melhoria na hidrometração.

Gonçalves (2009) considera que o sucesso de qualquer programa de controle de perdas de água depende de um sistema de gestão permanente e eficaz que compreenda ações de base, tais como: operacional, institucional, educacional e legal.

Essas ações devem promover o controle das perdas de água e melhorar objetivando, incremento de receitas, redução dos custos de produção, redução das despesas com energia elétrica, postergação dos investimentos, satisfação dos clientes.

3.1 Perdas em Sistemas de Abastecimentos de Água

Os sistemas de abastecimento de água têm por finalidade o transporte e a distribuição de água desde sua captação até os pontos de consumo, com garantia da qualidade do produto, dos serviços e de sua continuidade. Segundo Faria e Alegre (1996) que afirmam que todos os abastecimentos se regem por uma lógica de gestão que pode ser estabelecida como: maior satisfação de um maior número de usuários e entidades envolvidas, com o melhor uso possível dos recursos disponíveis.

Luvizotto (2002) sintetiza tal afirmação nos seguintes objetivos: controle do grau de aproveitamento dos recursos disponíveis (água, energia, capital, infraestruturas); controle da qualidade de água consumida e do serviço prestado aos usuários (consumidores) e controle dos custos de operação e manutenção do sistema.

O abastecimento de água é essencial para a vida. Seu fornecimento está relacionado com aspectos ambientais, econômicos e sociais - tendo em vista, a sua estreita ligação com a manutenção da saúde de seus consumidores, enquanto bem-estar físico, mental e social. Com o aumento da demanda de água, se torna cada vez mais urgente a otimização destes sistemas, particularmente no projeto, operação e manutenção. Os altos custos refletem a importância de se buscar meios de diminuir os desperdícios tão comuns de água e energia, pois é consenso no Setor de Saneamento que as elevadas perdas de água têm relação direta com o consumo de energia elétrica, e que as ações de combate às perdas de água configuram-se em efetivo potencial de redução de desperdício de energia elétrica, principalmente no âmbito dos sistemas de abastecimento de água (MOURA, 2004).

“Num inquérito recentemente realizado aos quase 150 membros dos Comitês da Divisão de Distribuição da Associação Internacional dos Serviços de Água (IWSA), era solicitado aos inquiridos que indicassem, por ordem de preferência, os temas a serem tratados prioritariamente pela Associação. Os resultados foram expressivos: a avaliação do desempenho dos sistemas e o controle de perdas de água foram, de longe, os temas mais frequentemente apontados como prioritários, com vantagens para o primeiro” (ALEGRE E BAPTISTA, 1997).

A universalização do acesso à água em condições de potabilidade, com implantação e manutenção de uma infraestrutura capaz de atender de maneira adequada e otimizada a demanda dos grandes centros urbanos é o grande desafio dos prestadores de serviço público de abastecimento de água, o controle das perdas nos sistemas de abastecimento de água,

somado a projetos apropriados e ao uso racional da água pela população, são instrumentos fundamentais para a sustentabilidade dos recursos hídricos.

A perda de água é considerada como um dos principais indicadores de desempenho operacional dos prestadores de serviço público de abastecimento de água em todo o mundo. As perdas ocorrem em todos os componentes de um sistema de abastecimento de água, desde a captação até a distribuição, entretanto, a magnitude dessas perdas depende de cada unidade (ReCESA, 2008).

Como ocorre, geralmente, nos sistemas de distribuição e abastecimento público de água, as perdas de água são consideradas correspondentes aos volumes não contabilizados, ou seja, é a diferença entre a quantidade total de água disponibilizada e a quantidade de água efetivamente consumida pelos usuários dos sistemas de abastecimento causada por diversos fatores, tais como perdas por vazamento em tubulações e conexões, submedição dos hidrômetros, consumo público não-registrado ou conexões não autorizadas, englobando tanto as perdas físicas (reais), que representam a parcela não consumida, como as perdas não físicas (aparentes), que correspondem à água consumida e não registrada.

Sob a visão econômica, as perdas de água nos sistemas de abastecimento público geram um desperdício dos recursos públicos aplicados, sendo normalmente este dispêndio repassado para o usuário. A redução dos gastos referentes às perdas propiciaria maior aproveitamento do sistema existente, direcionando a aplicação dos recursos economizados para melhorias necessárias.

Nesse contexto é importante ressaltar que o controle das perdas de água em sistemas de abastecimento público torna-se uma necessidade, pois os volumes não contabilizados não são faturados. A quantificação das perdas é de suma importância para os prestadores de serviço no que diz respeito à eficiência de distribuição de água, além de aspectos econômicos e ambientais.

Desde a captação, passando pela distribuição até o consumidor final ocorrem perdas de água, de vários tipos, que em grande parte são causadas pela operação e manutenção deficientes das tubulações e pela inadequada gestão comercial dos prestadores de serviço público de abastecimento de água.

Miranda (2002) apresenta como principais fatores para o elevado índice de perdas de água nos prestadores de serviço público de abastecimento de água:

- * Baixa capacidade institucional e de gerenciamento dos sistemas;
- * Pouca disponibilidade de recursos para investimentos em ações de desenvolvimento tecnológico na rede de distribuição e na operação dos sistemas;

* Cultura do aumento da oferta e do consumo individual, sem preocupações com a conservação e o uso racional.

* Decisões de ampliação da carga hidráulica e extensão das redes até áreas mais distantes dos sistemas, para atendimento aos novos consumidores, sem os devidos estudos de engenharia.

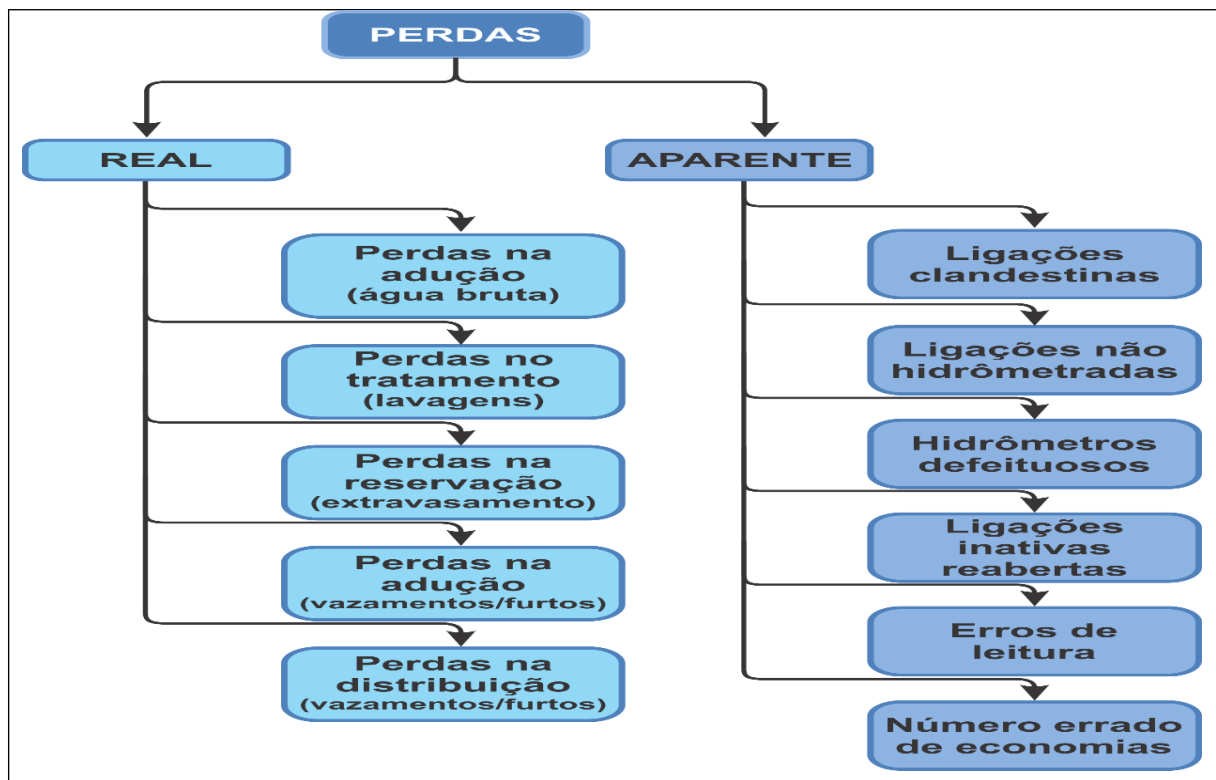
Conceitualmente existem dois tipos de perdas (PNCDA, 2007):

* Perdas reais - é toda a água que vaza no sistema, exceto nas instalações dos usuários, também chamadas de perdas físicas. Essas perdas são decorrentes do rompimento em tubulações e de trincas estruturais e fissuras nas impermeabilizações de reservatórios.

* Perdas aparentes - refere-se a toda água que não é medida ou que não tenha o seu uso definido, também chamadas de perdas não-físicas. Essas perdas são relacionadas às ligações clandestinas e/ou irregulares, fraudes nos hidrômetros, erros de micromedição e macromedição, erro cadastral (desatualização do cadastro, ligações inativas, ligação não cadastrada), erro de leitura, etc.

A Figura 1 apresenta de forma esquemática os tipos de perdas nos sistemas de abastecimento de água.

Figura 1 - Tipos de Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água.



Fonte: Adaptado de Silva, 2004.

Segundo Miranda (2003), é importante identificar e quantificar as perdas antes de se iniciar qualquer ação de controle.

Existem dois métodos para a avaliação de perdas (ReCESA, 2008, p.34):

* Balanço hídrico - consiste em avaliar as perdas pelo volume que entra no sistema menos o volume de água consumido, de modo que, neste método as perdas calculadas são as perdas totais resultantes das várias partes da infraestrutura.

* Pesquisa em campo - as perdas são determinadas por meio de pesquisas, testes e inspeções em campo de cada componente de perda real ou aparente, e com a somatória das parcelas de volumes perdidos, calcula-se o volume total de perdas.

O Quadro 1 apresenta a classificação e padronização das perdas de água por meio de um balanço hídrico.

Quadro 1 - Classificação das Perdas por meio do Balanço Hídrico.

Volume que entra no sistema	Consumo autorizado	Consumo autorizado faturado	Consumo medido faturado (incluindo água exportada)	Água faturada
		Consumo autorizado não-faturado	Consumo não medido faturado (estimados)	
	Perdas de água	Perdas aparentes	Consumo medido não-faturado (usos próprios, caminhão-pipa, etc.)	Água não faturada
			Consumo não medido, não faturado (combate a incêndios, ocupações desordenadas, etc.)	
		Perdas reais	Consumo não-autorizado(fraudes e falhas de cadastro)	
			Erros de medição (macro e micromedição)	
			Vazamentos nas adutoras de água bruta e nas estações de tratamento de água (se aplicável)	
			Vazamentos nas adutoras e/ou redes de distribuição	
			Vazamentos nos ramais prediais até o hidrômetro	
			Vazamentos e extravasamentos nos reservatórios de distribuição	

Fonte: Adaptado de Silva, 2004.

A perda de água é conceituada como a diferença entre a água de entrada do sistema e o consumo autorizado e em cada caso é calculada conforme as etapas do sistema de abastecimento de água. As perdas no sistema de abastecimento podem ocorrer na produção desde a captação até a estação de tratamento e podem ocorrer também no momento da distribuição da água já tratada (Silva, 2004).

Por conceito, a perda de água é calculada pela diferença entre o volume total fornecido ao sistema e o volume total consumido autorizado. A maior dificuldade dos prestadores de serviços públicos de saneamento básico é identificar, em cada setor de fornecimento, os volumes de perdas reais e aparentes. Essa informação é altamente relevante uma vez que ações de controle e correção são diferenciadas dependendo das características das perdas (CHEUNG et al., 2009). De acordo com Lambert e Hirner (2000), mais de 65% da água não faturada, deve-se aos consumos não autorizados, imprecisões dos hidrômetros e vazamentos na rede de distribuição.

Após a identificação das perdas é de fundamental importância a elaboração de um diagnóstico para verificar suas causas e as medidas a serem tomadas visando a diminuição das mesmas. A metodologia proposta por Baggio (2000) para o controle de perdas estabelece, em um primeiro momento, o gerenciamento pela qualidade da operação dos sistemas como forma de evitar as perdas, para em um segundo momento iniciar algumas soluções clássicas. Baggio (2000) sugere a seguinte estratégia:

- * Implantar modelo de gerenciamento da rotina do trabalho do processo de operação de sistemas de abastecimento de água;
- * Democratizar as informações e sensibilização para criação de consciência sobre as questões de perdas de água;
- * Promover ações para a conscientização do problema;
- * Bloquear as causas predominantes das perdas de água.

3.2 Perdas Reais

As perdas reais acontecem entre a captação de água bruta e o micromedidor (hidrômetro) do consumidor, ou seja, correspondem a um volume de água que não chega ao consumidor final. São constituídas pelos vazamentos, visíveis ou não, nas tubulações (adutora, recalque, subadutoras e rede de distribuição) e instalações (estação de tratamento, reservatório e elevatórias), pelas descargas para limpeza de adutora ou rede e pelos vazamentos em reservatórios. Segundo o PNCD (2007), as causas e a magnitude das perdas, assim como a natureza das ações para o seu efetivo controle, podem ser diferentes nas diversas partes de um sistema de abastecimento de água. Por isso, a identificação e o controle das perdas devem ser feitos por unidade (captação, adutoras, ETA, reservatórios, rede de distribuição).

O Quadro 2 mostra um sumário das perdas físicas, que ocorrem em sistemas de abastecimento de água, de acordo com sua origem e magnitude, considerando as etapas (subsistemas).

Quadro 2 - Perdas Reais nas Etapas de Sistemas de Abastecimento de Água.

Etapa do sistema de abastecimento de água	Origem da perda	Magnitude da perda
Adução de água bruta	Vazamentos nas tubulações	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Limpeza do poço de sucção	
Tratamento de água	Vazamentos estruturais	Significativa, função do estado das instalações e da eficiência operacional
	Lavagem de filtros	
	Descarga de lodo	
Reservação	Vazamentos estruturais	Variável, função do estado das instalações e da eficiência operacional
	Extravasamentos	
	Limpeza de reservatórios	
Adução de água tratada	Vazamentos nas tubulações	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Limpeza do poço de sucção	
	Descargas	
Rede de Distribuição	Vazamentos na rede	Significativa, função do estado das tubulações e principalmente das pressões
	Vazamentos em ramais	
	Descargas	

Fonte: Adaptado de Silva, 2004.

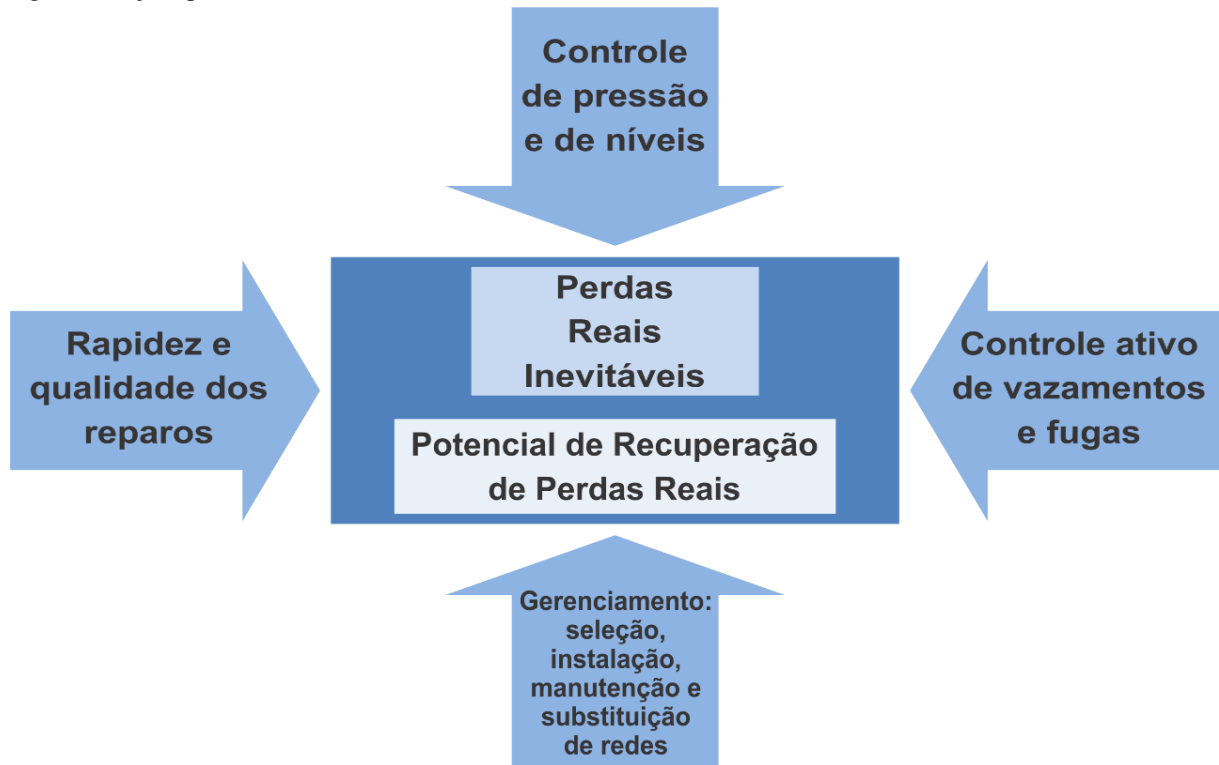
Segundo Tsutiya (2004), dois aspectos importantes devem ser considerados quanto às perdas reais. O primeiro relaciona-se à racionalização dos recursos naturais, pois quanto menos volume se perde no sistema, menor também é o volume ou as ampliações de captação para o atendimento da demanda, gerando menor impacto ambiental e, conseqüentemente, redução do consumo de energia. O segundo é quanto à saúde pública, pois a redução de pressão na rede de distribuição ocasionada pelo vazamento pode levar ao comprometimento da qualidade da água devido à possibilidade de entrada de contaminantes na tubulação.

A princípio, perda é toda água tratada que foi produzida e se perdeu no caminho, não chegando ao uso final pelos clientes da companhia de saneamento. Essa noção, no entanto, trata a perda como algo físico. O conceito de perdas, todavia, vai mais adiante. Sob a perspectiva empresarial, se o produto for entregue e, por alguma ineficiência, não for faturado, tem-se um volume de produto onde foram incorporados todos os custos intrínsecos de produção industrial e transporte, mas que não está sendo contabilizado como receita da companhia, ou seja, é perda também, só que de conotação diferente em relação ao caso anterior, sendo mais ligada ao aspecto comercial do serviço prestado. Desta forma identificam-se dois tipos de perda, Perda Real (Física) e Perda Aparente (Não Física) (TARDELLI FILHO, 2004, p.458).

Para um controle de perdas reais destacam-se algumas ações importantes tais como (SILVA, 1998): controle das pressões; pesquisa de vazamentos; redução do tempo de reparo de vazamentos e gerenciamento da rede distribuidora.

A Figura 2 apresenta de forma esquemática as quatro ações principais para controle de perdas reais segundo Thornton (2002).

Figura 2 - Ações para o Controle de Perdas Reais.

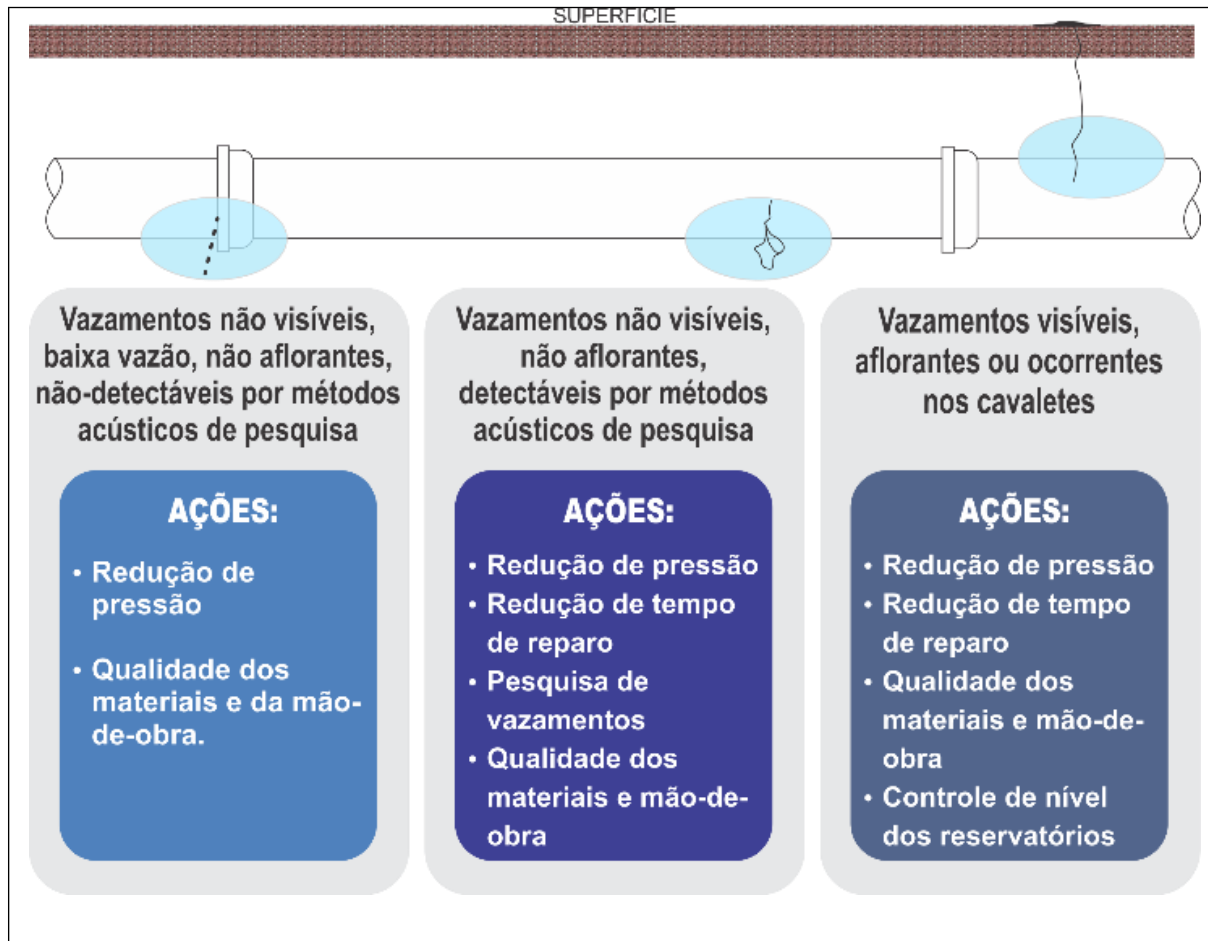


Fonte: Adaptado de Thornton, 2002.

De acordo com Lambert & Frantozzi (2005), uma infraestrutura deteriorada deve ser proativamente melhorada a fim de controlar a perda de água a um nível econômico satisfatório. Os programas de manutenção mais frequentemente empregados para controle das perdas são os de substituição de tubulações ou de controle da corrosão para tubulações metálicas (ReCESA, 2008). No que diz respeito à rotina utilizada para melhoria da infraestrutura do sistema como estabelecimento de manutenção periódica, a substituição e a reabilitação de tubulações podem efetivamente aumentar a vida útil da tubulação, em maior, ou menor grau dependendo do processo utilizado (ARIKAWA, 2005).

A Figura 3 sintetiza as principais ações para o controle de perdas reais, em função do tipo de problema apresentado.

Figura 3 - Síntese das Ações para o Controle de Perdas Reais.



Fonte: Tardelli Filho, 2004.

Para Gomes (2007), em países cujos sistemas de abastecimento de água apresentam baixo índice de perdas, existe um grande controle operacional nos sistemas distribuidores, onde são monitorizadas *on line* variáveis hidráulicas (vazões, pressões e níveis) em centros de controle calibrando modelos hidráulicos capazes de antever anomalias no sistema, baseados em dados históricos.

3.2.1 Perdas Reais por Vazamento e por Extravasamento

Segundo Soares (2004), no Brasil, são comuns sistemas de distribuição de água para abastecimento com elevados índices de perdas, nos quais parcela significativa é devida às perdas por vazamento. Dessa maneira, o controle efetivo das perdas por vazamento e do

comportamento do sistema sob as mais diversas condições operacionais é de fundamental importância, não só do ponto de vista financeiro, no que diz respeito ao desperdício da água bombeada e quimicamente tratada, mas principalmente da preservação deste recurso natural.

Uma das questões técnicas mais relevantes na operação de sistemas de distribuição de água está intrinsecamente relacionada ao controle e redução das perdas/vazamento de água. Em uma abordagem mais direta, estas perdas implicam, além da perda do recurso que está sendo distribuído após seu tratamento, em desperdícios de recursos adicionais, em especial, com custos de bombeamento adicional necessários para atender aos requisitos de demanda.

Adicionalmente, possíveis alterações de qualidade da água, com as alterações das características hidráulicas da rede, podem ser significativas (ROSSIGNEUX, 2004).

As perdas por vazamentos são, junto com as perdas por extravasamento, as principais responsáveis pelo volume de água resultante pelas perdas reais, mas estas representam a maior quantidade de perdas que ocorrem no sistema de distribuição e abastecimento de água.

Conforme Moura (2004) as perdas físicas que ocorrem nas redes de distribuição, incluindo os ramais prediais, são muitas vezes elevadas, mas estão dispersas, fazendo com que as ações corretivas sejam complexas, onerosas e de retorno duvidoso, se não forem realizadas com critérios e controles técnicos rígidos. Nesse sentido, é necessário que operações de controle de perdas sejam precedidas por criteriosa análise técnica e econômica. A magnitude das perdas será tanto mais significativa quanto pior for o estado das tubulações, principalmente nos casos de pressões elevadas. Sendo assim, relatam-se as seguintes causas prováveis das perdas provenientes dos vazamentos em tubulações e ramais.

Portanto, de forma resumida tem-se que as principais causas dos vazamentos são:

- A idade da tubulação e acessórios;
- Falhas construtivas;
- Defeitos em peças especiais e conexões;
- Rupturas;
- Utilização de materiais inadequados;
- Natureza e qualidade dos materiais empregados e a adequada utilização técnica dos mesmos;
- Pressão hidráulica a que o sistema de distribuição está sujeito;
- As intervenções no subsolo na vizinhança da rede.

As perdas por extravasamento em reservatórios ocorrem mais frequentemente devido ao mau funcionamento ou à falta da válvula de controle de nível dos reservatórios. Os volumes das perdas são determinados a partir dos períodos e das descargas de extravasamento. Se as descargas não são diretamente medidas, como por meio de régua sob o ponto ou pontos de extravasamento, estas devem ser estimadas a partir da subtração entre as vazões de alimentação do reservatório e a de saída para a rede de distribuição, associadas ao período de duração do extravasamento, estando, nesse caso, sujeitas às imprecisões dos medidores de vazão (SABESP, 2001).

Conforme Coelho (1996) são nos Reservatórios de Água onde podem ocorrer perdas elevadas, por transbordamento, principalmente por conta dos meios de comunicação ineficientes ou inadequados, causando falha na comunicação entre a unidade que envia e a que recebe a água. Assim, ocorre o extravasamento devido à operação deficiente, decorrente de falha operacional, ou mais exatamente, do Sistema de Controle Operacional.

Em virtude de que as perdas por extravasamento sejam geralmente consideradas como porcentagens muito pequenas do volume total produzido, os estudos de perfis de perdas em empresas de saneamento geralmente não propõem ou mesmo abordam os métodos de cálculo dos tempos de transbordamento, caso estes existam. Em vista dessas dificuldades, uma forma viável para a abordagem do problema seria a determinação do tempo de extravasamento e das vazões perdidas por extravasamento numa base mensal, quando este tipo de perda for constatado em um dado reservatório.

É comum, ou por falha operacional ou por falta de definição do nível de água máximo, ocorrer extravasamento de água em reservatórios, caracterizando desperdício de energia elétrica para manter um ou mais conjunto moto bomba funcionando sem necessidade. Para tanto, todo reservatório deve ter definidos os seus níveis de água máximo e mínimo, para que a operação defina, nesse intervalo de níveis, o número de bombas em funcionamento. Alguns fatores que acarretam elevação das despesas operacionais, com energia elétrica, no transporte de água são:

- a) Níveis de água nos reservatórios;
- b) Inadequação dos conjuntos elevatórios;
- c) Opção incorreta do grupo de faturamento de energia elétrica, ou seja, grupo A ou grupo B, alta ou baixa tensão, respectivamente.

No caso de extravasamento, a implantação de alarmes ou controle automático de níveis e vazões pode corrigir esse problema operacional. Já as rachaduras são falhas estruturais, e a correção do problema deve ser avaliada economicamente para verificar o

retorno do investimento, pois esses problemas estruturais devem ser avaliados por especialistas que atestem a estabilidade da obra (COELHO, 1996).

A magnitude das perdas em reservatórios é variável, em função do estado das instalações e da eficiência operacional, mas deve-se lembrar que, quando ocorrida as perdas por extravasamento, esta irá ter uma grande representatividade em volume, entre as perdas de água avaliadas.

3.3 Perdas Aparentes

As perdas aparentes correspondem aos volumes consumidos não-autorizados e não faturados pelos prestadores de serviço público de abastecimento de água. São provenientes das ligações clandestinas; *by-pass*; erros de leitura da macro e micromedição; e da defasagem do cadastro comercial (ROSSIGNEUX et al., 2004).

Contabilizam todas as irregularidades nas medições de água produzida e consumida, além de erros no cadastro dos sistemas e de ligações fraudadas. Essas perdas também são chamadas de não físicas ou comerciais.

O termo aparente foi recentemente adotado e alguns estudiosos da área o questionam, pois, a expressão “perda aparente” em contraponto a “perda real” dá impressão de algo que na verdade não ocorre. A definição para aparente é a que parece real ou verdadeiro, mas não existe, necessariamente, na realidade (Ferreira, 2005, p. 35).

Segundo PNCD (2007), as perdas aparentes são expressivas no Brasil e podem representar 50% ou mais do percentual de água faturada. Essas dependem de aspectos técnicos como: critérios de dimensionamento, manutenção preventiva de hidrômetro, e de procedimentos comerciais e de faturamento, que necessitam de um gerenciamento integrado.

Em todos os programas de redução de perdas de água praticados pelos serviços de saneamento, as perdas não físicas ou comerciais ocupam uma posição de destaque e, dentre estas, salienta-se a água não contabilizada devido à sensibilidade dos medidores, entendida como a sua maior ou menor capacidade de registrar corretamente volumes de água que os atravessam a baixas vazões (LAMBERT, et al., 2005).

Portanto, podem ser consideradas como perdas não físicas aquelas ocasionadas por:

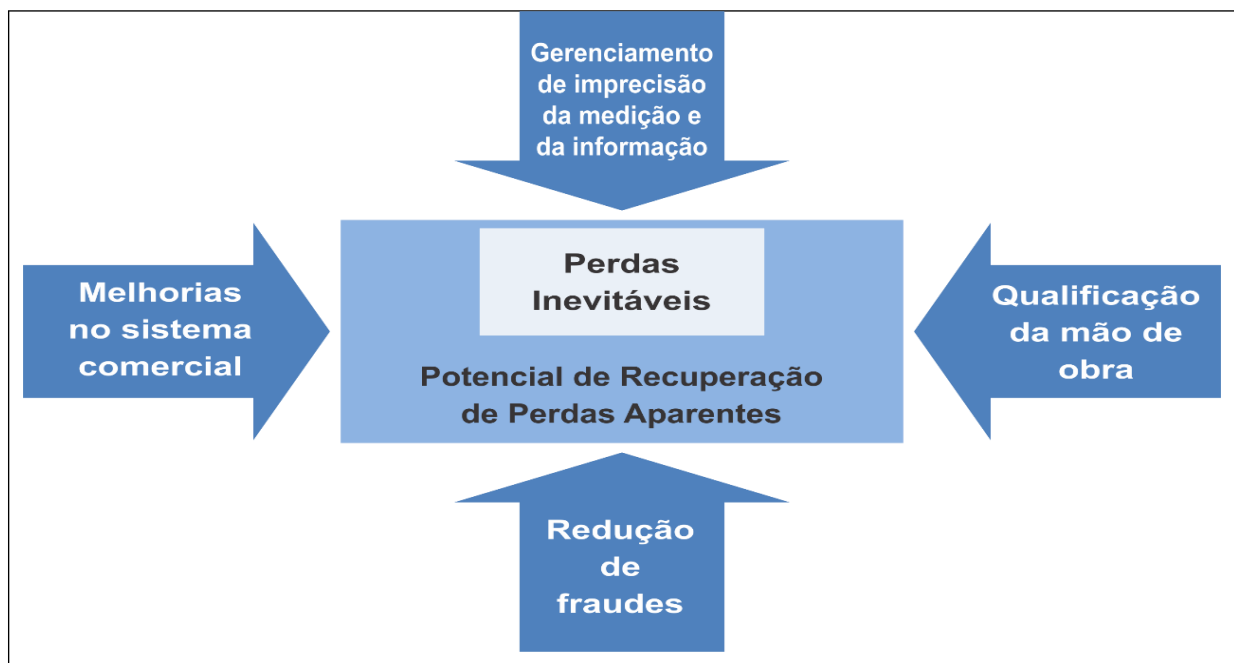
- a) Erros de medição de hidrômetros;
- b) Medição dos hidrômetros deficiente e perdas incompressíveis;
- c) Fraudes de diversos tipos;
- d) Ligações clandestinas;
- e) Gerenciamento ineficiente de consumidores (falhas no sistema de cadastramento);
- f) Habitações subnormais;
- g) Deficiências do sistema de macromedição, que sempre induz a índices errôneos, acarretando adulteração de resultados e provocando tomada de decisões incorretas.

Para o controle de perdas aparentes destacam-se as seguintes ações (SILVA, et al., 1998):

- * Aferição da macromedição;
- * Adequação do parque de micromedição (hidrômetros);
- * Controle das ligações irregulares (áreas de ocupação desordenada);
- * Gestão comercial (controle de ligações clandestinas e fraudes, melhorias no cadastro comercial, política de cobrança e corte, acompanhamento das ligações inativas).

A Figura 4 apresenta de forma simplificada as quatro principais ações para o controle de perdas aparentes.

Figura 4 - Ações para o Controle de Perdas Aparente.



Fonte: Adaptado de Thornton, 2002.

De acordo com Moura (2004), a redução das perdas aparentes permite aumentar a receita tarifária, aumentando, contudo, a eficiência dos serviços prestados e o desempenho financeiro do prestador de serviços. As perdas não-físicas são correspondentes ao volume de água consumido, mas não contabilizado pela companhia de saneamento, decorrente de erros de medição nos hidrômetros e demais tipos de medidores, fraudes, ligações clandestinas e falhas no cadastro comercial. Nesse caso, então, a água é efetivamente consumida, mas não é faturada.

3.3.1 Perdas Aparentes por Erro de Macromedição e Micromedição

Taira (2007) mostra que os prestadores de serviços públicos enfrentam três problemas graves nos sistemas de abastecimento de água: índices de perdas elevados; desperdício de energia elétrica devido às perdas e desconhecimento sobre os erros e incertezas das medições realizadas nos sistemas produtores (Estações de Tratamento de Água - ETA's e poços) e nas redes distribuidoras. Os níveis de incerteza das medições nos macromedidores variam entre 5 e 12%. As perdas aparentes provenientes dos erros de macromedição influenciam no cálculo do balanço hídrico, com informações distorcidas sobre o volume de água efetivo no sistema.

As perdas aparentes provenientes dos erros de macromedição influenciam basicamente no balanço hídrico do sistema de distribuição e abastecimento de água, com informações não reais sobre o volume de água que entra no sistema, disponibilizado ao consumidor.

O volume de água que entra num sistema de distribuição deve ser quantificado com precisão, pois toda auditoria de água parte dos volumes macromedidos para se determinarem as quantidades de perdas reais e aparentes. Quando se parte de volumes macromedidos incorretos, muito provavelmente se chegarão a resultados distorcidos, invalidando toda a auditoria no sistema, uma vez que o peso dos volumes macromedidos, em relação aos demais componentes, é muito grande.

Os principais motivos das perdas aparentes por erro de macromedição provêm da falta de infraestrutura e manutenção da concessionária responsável, sendo caracterizados (MARCKA, et al., 2004):

- * Pela inexistência dos macromedidores em pontos de medição obrigatória do volume de água, obrigando assim, a uma estimativa do volume para que seja dada sequência à análise;

* Erros de medição do volume de água proveniente da falta de calibração e testes de funcionamento, ocasionando leitura errônea dos dados a serem analisados.

É indicado, para este caso que a concessionária efetue a manutenção periódica de seus macromedidores, executando quando necessário a correção e ajustes dos valores coletados de forma a formatar uma análise correta dos dados referentes à água que entra no sistema, e conseqüentemente, servir como dado base para um correto balanço hídrico da concessionária.

O sistema de micromedição é parte de extrema importância em qualquer Programa de Controle de Perdas. É através da micromedição que a Concessionária contabiliza os volumes de água entregues aos consumidores e calcula suas faturas. Além disso, a micromedição é responsável por uma parcela das perdas aparentes; a confiabilidade dos dados da micromedição influi diretamente na confiabilidade do Índice de Perdas.

Os hidrômetros são largamente empregados na micromedição (medição do volume consumido pelos clientes das companhias de saneamento, cujo valor será objeto da emissão da conta a ser paga pelo usuário), e aqui reside uma das maiores fontes de evasão de volumes não-faturados em uma companhia de saneamento. Normalmente utilizados nas residências, no comércio, e pequenas unidades industriais, os hidrômetros podem ser do tipo velocimétricos, com vazões nominais de 1,5m³/h ou 3m³/h (MOURA, 2004).

As perdas da micromedição referem-se à soma dos volumes totais de água distribuídos aos consumidores e que não são, por diversos fatores, registrados de forma correta pelos hidrômetros.

Cada tipo de hidrômetro ou medidor possui uma curva característica de sensibilidade, que fornece os erros percentuais nos volumes medidos em função da vazão que passa pelo medidor.

Dentro de uma visão global, as perdas de água devido a erros de micromedição podem ser vistas sob três enfoques básicos:

a) Sensibilidade do hidrômetro, neste enfoque, a variável de análise é a sensibilidade ou precisão do hidrômetro, que varia de acordo com as vazões de trabalho, conforme a curva característica de erro dos medidores.

- Classe metrológica do medidor;
- Tempo de instalação ou de utilização;
- Desgastes internos;
- Inclinação dos hidrômetros;

- Características de fabricação;
- Escolha, dimensionamento e instalação dos medidores.

b) Perfil de Consumo dos Clientes, neste caso, a variável de análise é a magnitude das vazões que passam pelo medidor, que dependem das características de consumo dos usuários:

- Curva de consumo do usuário;
- Efeito da reserva domiciliar.

c) Condições do Sistema de Distribuição, neste enfoque, as variáveis de análise são as condições dos sistemas de abastecimento e de distribuição, influem na qualidade da água final que chega ao cliente, incorrendo em danos nos mecanismos internos dos medidores:

- Qualidade da água fornecida;
- Presença de Ar na Rede;
- Faixas de pressões na rede.

Num Balanço Hídrico, além de quantificar as perdas de micromedição, nos setores de abastecimento, é recomendável caracterizar a situação do sistema, avaliar os procedimentos vigentes e propor correções quanto aos aspectos levantados, quando necessário.

Devem ser abordados e avaliados os seguintes procedimentos:

- Critérios para substituição de medidores;
- Programas de substituição de medidores, para adequação de capacidade;
- Manutenção preventiva e corretiva;
- Processo de leitura de hidrômetro;
- Consistência de leitura e gestão do processo de micromedição;
- Principais problemas que dificultam a gestão, e como minimizá-los.

3.3.2 Perdas Aparentes para Suprimento Social.

Atualmente, no conceito de perdas nos sistemas de distribuição os volumes dos usos sociais, os volumes entregues em áreas invadidas e em favelas, não são considerados como

perdas, como eram considerados quando a análise era apenas percentual, sobre a quantidade de água faturada em relação a água produzida.

Como não são volumes totalmente medidos, é fundamental que sejam feitas estimativas criteriosas desses valores, que influirão diretamente na determinação dos indicadores de perdas. Apesar de não serem considerados como perdas, no cálculo dos índices de perdas, os volumes de água utilizados em usos sociais, principalmente em grandes cidades, têm crescido em demasia, sendo, de qualquer forma, um aumento crescente nos custos e nas perdas de faturamento da Companhia. Desse modo, as Companhias vêm buscando a implantação de ações que possibilitem a redução desses volumes, principalmente com o adequado controle dos volumes entregue nessas áreas.

4 Gerenciamento da Macromedição e Micromedição

Conforme o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2017), dentro de um sistema de abastecimento de água, é de extrema importância que haja gerenciamento dos sistemas de medição, assim, pode-se ocorrer estudos acerca do tema, visando melhorar a eficiência do atendimento. Os sistemas de medição são representados, basicamente, por macro e micromedição.

4.1 Macromedição

Com base em SNIS (2017) macromedição é o conjunto de medições dentro de um sistema de abastecimento até a rede de distribuição. Geralmente é colocado um medidor logo na saída do reservatório de água tratada, pois esse é o ponto em que se iniciam as redes de distribuição, que tem como objetivo medir a quantidade de água que está sendo fornecida ao sistema. Tsutiya (2006), relata que o medidor indica volumes consumidos em intervalos de tempo determinados, havendo até modelos mais sofisticados, nos quais há o fornecimento de gráfico da vazão distribuída em função do tempo. Esses dados são de extrema importância para o controle do sistema, pois com eles tem-se informações acerca de consumo médio, variações de vazão, entre outros indicadores.

De acordo com Vinciguera (2009), os principais motivos das perdas aparentes por erro de macromedição provêm da falta de infraestrutura e manutenção dos prestadores de serviços, sendo caracterizado por:

- * Inexistência de macromedidores, obrigando a estimativa dos volumes;
- * Erros de medição devido à falta de calibração.

Para Arikawa (2005, p.40) os principais fatores que geram a imprecisão nos macromedidores são:

- * Instalação inadequada.
- * Descalibração do medidor;
- * Dimensionamento inadequado, operando com velocidades muito baixas;
- * Amplitude grande entre as vazões máximas e as mínimas;
- * Problemas com a instrumentação.

4.2 Micromedição

O IBGE (2010) refere-se a hidrômetros como aparelhos que medem e indicam a quantidade de água fornecida pela rede e utilizada pelo consumidor final em um período determinado, seja esse ponto de consumo uma edificação domiciliar, comercial, industrial ou outro tipo. Segundo SNIS (2017) a micromedição é a medição de volume de água consumida no ponto de abastecimento de um usuário, a qual é registrada de forma periódica, por meio de um dispositivo chamado hidrômetro. O usuário é cobrado pelo valor medido, ou seja, quanto mais água consumida, maior o valor a ser pago a empresa responsável pelo abastecimento, o que faz com que haja um cuidado maior com desperdícios.

Segundo Tsutiya (2005) o hidrômetro tem como função medir continuamente o volume de água que o atravessa. Os hidrômetros velocimétricos mono e multijatos são os mais utilizados normalmente, com vazões nominais de 1,5 e 3,0 m³/h vinculado ao nível tecnológico do medidor também tem a classe metrológica: Classe A, Classe B e Classe C com níveis precisão respectivamente crescente. A escolha dos hidrômetros deve ser levado em consideração as condições de trabalho para as quais o medidor foi projetado, observando a qualidade da água, a temperatura e pressão da água, as vazões de consumo e as condições de instalação.

A micromedição faz uso de equipamentos para quantificar um volume de água. Segundo a Norma NBR NM 212 (ABNT, 1999), o hidrômetro é um aparelho destinado a indicar e totalizar, continuamente, o volume de água que o atravessa como mostra as Figuras 5 e 6.

Figuras 5 e 6 - Micromedidores Usados pela DESO.



Fonte: Mário Leo, 2017.

Garcez (1976) mostra que existe uma cota mínima a ser paga por contribuinte após a realização da micromedição, isso serve para controlar o faturamento e fazer com que o mesmo seja capaz de suprir os gastos com a manutenção e restauração do sistema. A tarifa d'água é diretamente proporcional a quantidade de água consumida, exceto quando essa quantidade for menor do que o valor mínimo, que nesse caso será pago o valor da taxa mínima.

A micromedição é a forma com a qual o prestador de serviço público de abastecimento de água contabiliza os volumes de água fornecidos aos consumidores e com base em suas medições, são geradas as faturas a serem pagas.

Os erros de micromedição incluem (ARIKAWA, 2005, p.40):

- * Erros ocorridos devido aos procedimentos de leitura;
- * Diferenças entre datas de leitura do macromedidor e do hidrômetro;
- * Estimativas incorretas do tempo de parada dos medidores;
- * Cálculos incorretos, erros computacionais e erros sistemáticos de medição dos hidrômetros.

Uma das principais questões que deve ser verificada quando se refere às perdas aparentes é o dimensionamento adequado dos medidores devido à sensibilidade dos mesmos, existindo margens de erros significativas, caso os mesmos não estejam devidamente selecionados (Lambert et al., 1999). Tsutiya (2004) sinaliza que hidrômetros novos podem apresentar níveis de incerteza em torno de 2%, enquanto hidrômetros em uso podem gerar erros de até 5%.

Negrisolli (2009) mostra que a redução de erros de medidores traz como ações principais:

- * A especificação e o dimensionamento corretos dos medidores sejam eles macromedidores ou micromedidores (hidrômetros);
- * A instalação adequada dos medidores;
- * Critérios para substituição dos medidores, em função do tempo de operação dos mesmos;
- * A manutenção preventiva e corretiva dos macros e micromedidores;
- * Consistência de leitura e gestão do processo de micromedição.

A redução de fraudes envolve as ações de inspeção das ligações suspeitas onde ocorre interferência na contabilização do consumo de água e as medidas para coibir essa prática.

De acordo com ReCESA (2008, p.40), os consumos clandestinos são caracterizados por algum tipo de atitude fraudulenta, como: emprego de tubulação lateral ao medidor onde parte da água passa sem ser medida (*by-pass*); a ligação clandestina conectada diretamente na rede distribuidora; a violação de hidrômetros; a violação de corte; a ativação de ligações inativas sem permissão do prestador de serviço público de abastecimento de água.

As fraudes podem ser coibidas mediante realização de campanhas para o esclarecimento à população, ou ações técnicas que dificultem as atuações dos fraudadores como: instalação de lacres nos hidrômetros, registros com chave de corte, dispositivos especiais para corte de ligação no ramal predial, etc.

De acordo com Tardelli Filho (2004), ao constatar a fraude, o prestador de serviço público de abastecimento de água pode tomar a seguinte linha de atuação: efetuar a regularização da ligação clandestina ou *by-pass*, adotando os procedimentos administrativos por meio de negociações diretas com o consumidor e aplicando as multas contratuais cabíveis; solicitar apoio policial para início dos processos jurídicos e comerciais pertinentes.

Comumente existem contratos específicos com empresas para execução desses serviços. Tais contratos são chamados de “contratos de manutenção” e servem para realização de serviços operacionais (retirada de vazamentos etc.) e comerciais (corte, religação etc.). Normalmente as empresas possuem equipes distintas para a realização de serviços operacionais e comerciais.

4.3 Índice de Hidrometração

Dentro da micromedição há um fator fundamental para a análise da eficiência do sistema, a hidrometração. Conforme SNIS (2017) hidrometração é um fator que indica a porcentagem de ligações que contém hidrômetros, dentre as ligações de água ativas, é medida da conforme a Equação 1

$$\text{Hidrometração (\%)} = \left(\frac{N^{\circ} \text{ de hidrômetros funcionando}}{N^{\circ} \text{ de ligações ativas}} \right) * 100 \quad \text{Eq. (1).}$$

Onde, o número de hidrômetros funcionando corresponde a quantidade de hidrômetros instalados, que não possuem defeitos ou que não estejam desligados, ou seja, a quantidade de hidrômetros que medem de forma precisa o bem utilizado no ponto de consumo. Já de acordo com o Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2019) as ligações ativas são pontos abastecidos pela rede pública que contribuem para o faturamento, sendo ou não providas de hidrômetros.

SNIS (2017) mostra que principalmente em alguns pontos, o índice de hidrometração ainda está distante do esperado, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Índice de Hidrometração por Região.

REGIÃO	ÍNDICE DE HIDROMETRAÇÃO (%)
NORTE	62,2
NORDESTE	87,9
SUDESTE	94,4
SUL	98,8
CENTRO-OESTE	97,0
BRASIL	92,4

Fonte: Adaptado de SNIS (2017).

5 A Importância do Sistema Comercial

A gestão comercial de um prestador de serviço público de abastecimento de água compreende todo o aparato de processos, sistemas informatizados e recursos humanos que permite a contabilização dos consumos de água tratada e seu faturamento (ReCESA, 2008).

Esses serviços envolvem o pedido de ligação do cliente, cadastro comercial, programação de leitura, apuração do consumo, emissão de contas e elaboração de relatórios gerenciais.

Uma das principais deficiências dos prestadores de serviços públicos relaciona-se com o cadastro comercial, o qual deve ser atualizado permanentemente, e isso pode realizar-se com a atuação de leituristas bem treinados.

O sistema comercial de qualquer prestador de serviço público de abastecimento de água deve possuir o suporte de um programa computacional robusto, visto que, as etapas de cada ligação devem ser monitorizadas e acompanhadas por toda a empresa (operação e comercial) em tempo real, evitando desgastes futuros, de ocorrer o “corte da ligação” com a fatura paga, por exemplo.

Para ReCESA (2008, p.40), algumas causas das perdas de água estão relacionadas com o gerenciamento global dos consumidores e ligações domiciliares, que podem ser monitorizadas por um eficiente sistema comercial. Esse gerenciamento deve englobar:

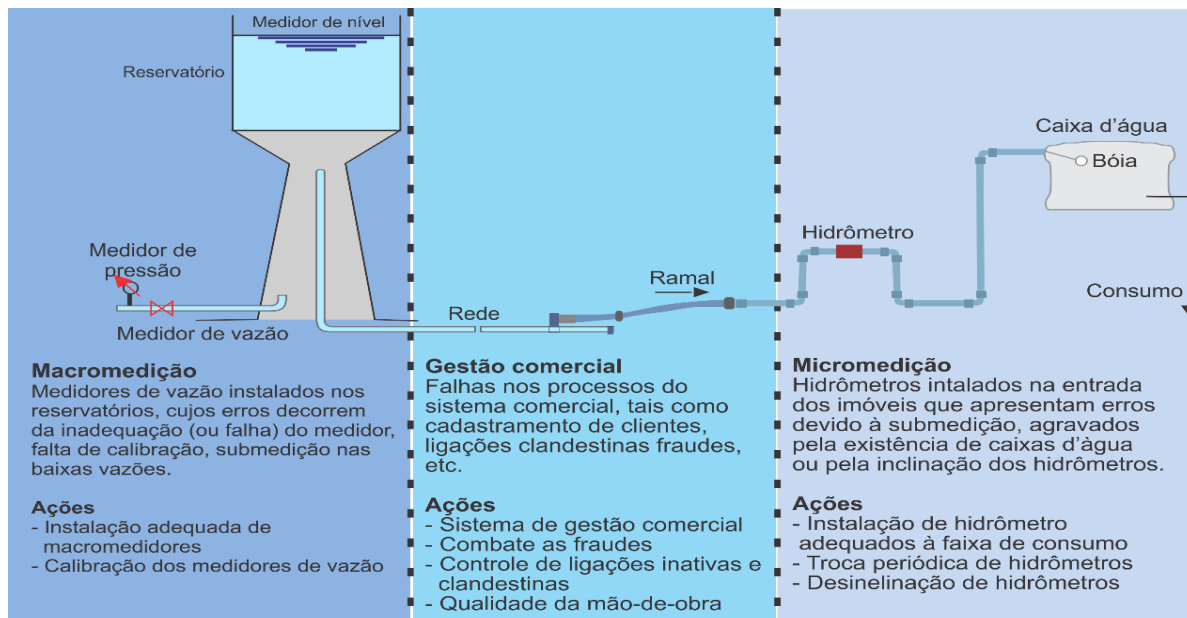
- * Confiabilidade da micromedição (aferição e manutenção);
- * Confiabilidade das estimativas de consumo;
- * Situação das ligações ativas ou inativas;
- * Situação das ligações clandestinas;
- * Situação das fraudes e irregularidades.

De acordo com Kurokawa (2001), para maior eficiência no controle das perdas aparentes são necessários a implantação e acompanhamento de processos comerciais de cobrança e faturamento eficiente. Por meio deste processo de faturamento e cobrança, será levantado o volume faturado, sendo esta uma informação importante para o controle de perdas. Para isso, é necessário que se priorizem nos processos comerciais:

- * A instalação da micromedição em todas as contas;
- * O dimensionamento correto do hidrômetro para o consumo do cliente;
- * O acompanhamento e a leitura das contas;
- * A política de corte de ligações de forma rigorosa e constante, para clientes inadimplentes;
- * Uma política eficiente de combate às fraudes com critérios de punição;
- * Um cadastro comercial atualizado, confiável e seguro de todos os usuários.

A Figura 7 sintetiza as principais ações para controle de perdas aparentes em várias etapas dos sistemas de abastecimento de água potável.

Figura 7 - Sintetização das Principais Ações para Controle de Perdas Aparentes.



Fonte: Tardelli Filho, 2004.

De uma forma geral, o Quadro 3 sintetiza a caracterização das perdas reais e aparentes em um sistema de abastecimento de água, mostrando a importância de se atuar sobre as mesmas e seus diversos impactos.

Quadro 3 - Caracterização Geral das Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água.

Item	Características	
	Perda real	Perda aparente
Tipo de ocorrência mais comum	Vazamento	Erro de medição
Custos associados ao volume de água perdido	Custo de produção de água tratada	Valor cobrado no varejo ao consumidor
Efeito ambiental	Desperdício de riquezas naturais. Necessidade de maior exploração de mananciais	Pouco relevante
Efeito na saúde pública	Risco de contaminação da água	Pouco relevante
Visão empresarial	Perda de produto industrializado	Perda elevada de receita
Visão do consumidor	Imagem da empresa associada ao desperdício e ineficiência	Não possui relevância imediata
Efeito sobre o consumidor	Repasse de custos à tarifa. Não incentivo ao uso racional da água	Repasse de custos à tarifa. Incentivo ao roubo e à fraude

Fonte: Tardelli Filho, 2016.

6 Indicadores de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água

Para Tsutiya (2006), indicadores de perdas são parâmetros que permitem analisar de forma mais adequada a situação das perdas, além de dar a possibilidade de comparação entre sistemas de abastecimento diferentes e buscar ações para que haja o controle e crescente melhora desses índices.

É cada vez maior o número de especialistas, autoridades e empresas gestoras de abastecimento de água, que manifestam o interesse em definir Indicadores de Gestão que possam ser utilizados para medir a eficiência e a eficácia da empresa e o estado de saúde da mesma. Na Tabela 2 observa-se os índices de perdas na distribuição do Brasil, por região no ano de 2017.

Tabela 2 - Índice de Perdas na Distribuição

REGIÃO	ÍNDICE DE PERDAS (%)
NORTE	55,1
NORDESTE	46,3
SUDESTE	34,4
SUL	36,5
CENTRO-OESTE	34,1
BRASIL	38,3

Fonte: Adaptado de SNIS (2017).

A eficiência de um sistema de abastecimento de água é avaliada pelo indicador "Índice de Perdas" que procura retratar todas as componentes desta ineficiência. Em 2001 a média nacional das perdas (englobando perdas reais e aparentes) nos sistemas de abastecimento de água brasileiros situou-se no patamar dos 40%, com os maiores valores alcançando a casa dos 70% e os menores valores girando em torno dos 20%.

O índice de perdas tem sofrido vários questionamentos sobre a sua forma de obtenção, bem como a sua representatividade e capacidade de comparação entre diversos sistema. Para um cálculo mais preciso deve-se observar as seguintes recomendações (GONÇALVES, 2009):

- Fazer coincidir os períodos da macromedição com o período da leitura dos hidrômetros, uma vez que a defasagem que venha a ocorrer entre eles pode levar a que os períodos de macro e micromedição possam ter características de consumo bem diferentes e, conseqüentemente, levem a distorções no cálculo;

- Criar ou redefinir os grupos de leitura de hidrômetros de forma a coincidirem com os setores de abastecimento dentro de cada localidade, pois em alguns casos a medição da água de entrada em um dado sistema pode abranger mais de uma localidade, e conseqüentemente, diferentes grupos de leitura de hidrômetros; em outras palavras, possibilitar o cálculo do índice por setor, de tal forma que haja coincidência entre as áreas computadas em termos de entrada e saída de água.

Segundo Almeida (1999) é opinião de especialistas de vários países considerarem as perdas de água e fugas nas redes de distribuição relacionadas com os indicadores mais utilizados em nível internacional. Assim, sendo as perdas um fator a considerar na avaliação do desempenho dos sistemas, o controle sistemático dos volumes de água não contabilizados nas redes de distribuição de água e em particular, a sua detecção e localização de fugas, constitui atualmente uma das atividades prioritárias das entidades gestoras que pretendem gerir de forma eficiente os sistemas.

Os indicadores de perdas têm por finalidade demonstrar o estado em que se encontra a eficiência do sistema de distribuição de água. Através destes indicadores é possível gerenciar as perdas, obter dados para uma correta interpretação e aplicação de um sistema de controle. Atualmente existem diversos modelos de indicadores de perdas, dentre eles pode-se citar:

- **Indicador Percentual:** É o mais utilizado, no Brasil. Este indicador é de fácil compreensão relaciona o volume de perdas aparentes e reais com o volume total disponibilizado no sistema pela concessionária. A aplicação deste indicador se processa através da Equação 2:

$$\text{Índice de Perdas (\%)} = \left(\frac{\text{Volume de Perdas Totais}}{\text{Volume Disponibilizado}} \right) * 100 \quad \text{Eq. (2).}$$

Mas é importante salientar que, mesmo que seja um sistema de fácil aplicação e possua diversas variáveis, o indicador de perdas percentuais está sendo substituído por outros indicadores por se mostrar um sistema, que de certa forma, está debilitado de informações necessárias para a escolha dos processos e metodologias de aplicação de novos sistemas de controle de perdas.

- **Índice de Perdas por Ramal:** Este indicador representa o volume de água perdido relacionado com o número de ramais em que é distribuída a água e é indicado para aplicação em áreas urbanas (superior a 20 ramais/km). Para formatação deste índice, utiliza-se a Equação 3:

$$\text{Índice de Perdas por Ramal} = \frac{\text{Volume de Perdas Totais (ano)}}{N^{\circ} \text{ de ramais} \times 365} \left(\frac{m}{\text{ramal dia}} \right) \quad \text{Eq. (3)}$$

Utilizável como fator de escala, adaptando-se a diferentes tamanhos de redes de distribuição de água.

- **Índice de Perdas por Extensão de Rede:** Este indicador representa o volume de perdas totais anuais relacionado com a extensão da rede da concessionária responsável pela distribuição, conforme a Equação 4. É indicado para casos em que a densidade de ramais seja baixa, inferior a 20 ramais/km.

$$\text{Índice de Perdas por Extensão de Rede} = \frac{\text{Volume de Perdas Totais (ano)}}{\text{Extensão de Rede} \times 365} \left(\frac{m^3}{Km \text{ dia}} \right) \quad \text{Eq. (4)}$$

Utilizável como fator de escala, adaptando-se a diferentes tamanhos de redes de distribuição de água.

- **Índice Infraestrutura de Perdas:** Este indicador representa o Volume de Perdas totais anuais relacionado com um indicador relacionado como Volume de Perdas Inevitáveis totais anuais (o nível de perdas mínimo esperado para o sistema), de acordo com a Equação 5:

$$\text{Índice Infraestrutura de Perdas} = \frac{\text{Volume de Perdas Totais (ano)}}{\text{Volume de Perdas Inevitáveis}} (\text{adimensional}) \quad \text{Eq. (5)}.$$

Para Cheung et al. (2009), os indicadores são cruzamentos de duas ou mais informações primárias ou variáveis que auxiliam o processo de análise de sistemas de abastecimento de água. Esses permitem gerenciar a evolução dos volumes perdidos, redirecionar ações de controle e comparar sistemas de abastecimento de água distintos (ReCESA, 2008).

De forma a permitir uma avaliação de desempenho apropriada, o tipo e número de indicadores a serem utilizados devem ser cuidadosamente selecionados. Para diagnosticar um sistema é muito comum utilizar um conjunto de indicadores. Dessa forma, tem-se que selecionar um destes conjuntos que estejam relacionados com um determinado tema, visando possibilitar a análise e compreensão do seu desempenho (ALEGRE et al., 2000).

As avaliações operacionais podem variar com a metodologia utilizada na quantificação do índice de perdas. Por exemplo, tendo-se um nível de hidrometração baixo, em vez de se avaliar o volume micromedido, pode-se analisar o volume faturado (MIRANDA, 2002).

Tomando como base o indicador percentual, a Tabela 3 apresenta uma classificação dos sistemas de abastecimento de água em relação às perdas.

Tabela 3 - Classificação dos Sistemas de Abastecimento com Base em Indicadores 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: PNCDA, 2007.

Para Miranda (2002), as críticas apontam que os indicadores de perdas de água expressos em percentual do volume disponibilizado não são apropriados para avaliação de desempenho, uma vez que são fortemente influenciados pelas variações do consumo.

Para ReCESA (2008), o indicador percentual imprime uma característica de homogeneidade aos sistemas, o que não ocorre na prática, pois alguns fatores (pressão, extensão de rede, número de ligações) que impactam sobre as perdas são diferentes em cada sistema.

Werdine (2002) coloca que os indicadores em percentual não levam em consideração as variações nas características de cada sistema como: topografia, comprimento das tubulações, números de ligações, padrões dos serviços prestados, além do modo como o sistema é operado e mantido. Ademais esse indicador é bastante afetado pelo consumo per

capita. Lambert et al., (1999), faz a seguinte análise dos indicadores de desempenho expressos em termos percentuais:

* Os cálculos desses indicadores devem mostrar as perdas físicas na unidade de volume/ano.

* É a mais imprópria maneira de se comparar o desempenho técnico.

* Esse indicador foi rejeitado pelos comitês técnicos na Grã-Bretanha, Alemanha, EUA e África do Sul, porque é fortemente influenciado pelo consumo.

* É uma forma contrária aos interesses do gerenciamento da demanda, uma vez que, quanto maior o consumo, menor é a perda em percentual.

Para Miranda (2003) os indicadores com valores expressos em percentual são mais facilmente compreendidos e por esse motivo são mais utilizados no Brasil e no mundo. A alteração dessa compreensão envolve a mudança de visão dos dirigentes, técnicos, políticos, administradores públicos e a sociedade em geral.

Em se tratando das perdas nos sistemas de abastecimento de água, Alegre et al., (2000) aconselham o cálculo do conjunto de indicadores, apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 - Indicadores Utilizados em Sistemas de Abastecimento de Água.

Indicador	Unidades Recomendadas
Ineficiência de utilização dos recursos hídricos	Perdas reais (em %) de água captada
Perdas de água por ramal	L/ramal/ano
Perdas de água por comprimento de rede distribuidora	m ³ /km/dia
Perdas aparentes	%
Perdas aparentes por volume de água captado / produzido	%
Perdas reais por ramal	L/ramal/dia
Perdas reais por comprimento de rede distribuidora	L/ramal/dia
Índice de infraestrutura das perdas	Relação entre as perdas reais com as perdas reais mínimas
Água Não Faturada por volume	Volume de água não faturada (em %) da água captada / produzida
Água Não Faturada por custo	Volume de água não faturada (em %) dos custos inerentes ao sistema durante o período de referência
Água Não Contabilizada	%

Fonte: Adaptado de Alegre et al., (2000).

7 Controle e Redução de Perdas

As perdas são as principais limitações das empresas para que se haja um abastecimento de qualidade, dessa forma existem preocupações constantes com o seu controle. Assim, ANA projeta ações a serem cumpridas, para que em meados de 2025, os municípios brasileiros tenham condições de atingir patamares de 30%, nos índices de perdas na distribuição.

Caracteriza-se, então, que o controle e redução das perdas de água ou seu desperdício, propõe a minimização do volume de água não faturado (contabilizado), necessitando para isso, investimentos que visem a aplicação de métodos e medidas que provoquem a redução das perdas reais e aparentes, para que estas estabilizem em um patamar controlável e ao mesmo tempo, num nível adequado. Deve-se considerar também, na aplicação de uma metodologia de aplicação de um sistema de controle e redução de perdas, o caráter sócio-técnico-econômico, de modo que este seja viável para executar seu objetivo.

Conforme Moura (2004), a adoção de um sistema de controle de perdas baseia-se, primeiramente, em medidas preventivas de controle de perdas nas fases de projeto e construção do sistema envolvem a necessidade de passos iniciais de organização anteriores à operação. Estas medidas devem contemplar, dentre outras:

- Boa concepção do sistema de abastecimento de água, considerando os dispositivos de controle operacional do processo;
- A qualidade adequada de instalações das tubulações, equipamentos e demais dispositivos utilizados;
- Implantação dos mecanismos de controle operacional (medidores e outros);
- Elaboração de cadastros;
- A execução de testes pré-operacionais de ajuste do sistema.

A atividade de Controle e Redução de Perdas enquadra-se totalmente na melhoria da qualidade da operação dos sistemas de abastecimento e, conseqüentemente, na melhoria dos serviços prestados. Outra característica importante é que as ações de Controle e Redução de Perdas inserem-se no contexto de buscar uma gestão da demanda de água, e não só procurar incrementar a oferta para atender às demandas crescentes (MOURA, 2004).

8 Balanço Hídrico

A matriz do balanço hídrico pode ser considerada o “ovo de Colombo” na estruturação do problema das perdas nos sistemas de abastecimento de água, pois objetiva, clara e fácil de ser compreendida.

No sistema de abastecimento de água a quantificação e representação dos usos desde a captação até o usuário final são feitos através do Balanço Hídrico (TSUTYIA, 2005). Esta é uma das melhores ferramentas para o gerenciamento de perdas de água no sistema, segundo o Ministério das Cidades.

A definição de balanço hídrico ou balanço de águas é dado como a representação das parcelas de volume de água que compõem o volume total da água que é fornecido ao sistema de distribuição. A partir do Balanço Hídrico, pode-se conhecer o destino da água que está sendo fornecida ao sistema, ou seja, é possível fazer uma contabilização de todos os tipos de utilização da água introduzida no sistema. O cálculo contínuo do balanço hídrico permite determinar o volume de água perdido na distribuição e desta forma, representa uma das melhores ferramentas para o gerenciamento de perdas (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006).

Representado no Quadro 5 com o modelo de balanço hídrico proposto pela Associação Internacional da Água.

Quadro 5 - Modelo do Balanço Hídrico Proposto pela IWA.

VOLUME PRODUZIDO OU DISPONIBILIZADO	CONSUMOS AUTORIZADOS FATURADOS		CONSUMOS MEDIDOS FATURADOS (INCLUI ÁGUA EXPORTADA)	ÁGUAS FATURADAS
			CONSUMOS NÃO MEDIDOS FATURADOS (ESTIMADOS)	
	CONSUMOS	CONSUMOS AUTORIZADOS NÃO FATURADOS	CONSUMOS MEDIDOS NÃO FATURADOS (USOS PRÓPRIOS, CAMINHÕES-PIPA)	ÁGUAS NÃO FATURADAS
			CONSUMOS MEDIDOS NÃO FATURADOS (COMBATE A INCÊNDIOS, SUPRIMENTO DE ÁGUA EM ÁREAS IRREGULARES)	
	PERDAS	PERDAS APARENTES (COMERCIAIS)	CONSUMOS NÃO AUTORIZADOS (FRAUDES)	
			FALHAS DO SISTEMA COMERCIAL	
			SUBMEDIÇÃO DOS HIDRÔMETROS	
		PERDAS REAIS (FÍSICAS)	VAZAMENTOS NAS ADUTORAS E REDES DE DISTRIBUIÇÃO	
			VAZAMENTOS NOS RAMAIS	
			VAZAMENTOS E EXTRAVASAMENTOS NOS RESERVATÓRIOS SETORIAIS E AQUEODUTOS	

Fonte: ALEGRE, *et al.*, (2000).

Para melhor compreensão do balanço hídrico é fundamental o entendimento de determinados conceitos do sistema de abastecimento de água potável.

- **Água captada:** água obtida a partir de captações de água bruta para entrada em estações de tratamento de água (ou diretamente em sistemas de adução e de distribuição);

- **Água-bruta bruta, importada ou exportada:** água bruta que é transferido, de ou para, outros sistemas de abastecimento de água (as transferências podem ocorrer em qualquer ponto entre a captação e a estação de tratamento);

- **Água fornecida ao tratamento:** água bruta que aflui às instalações de tratamento;

- **Água produzida:** água tratada que é fornecida ao sistema de adução ou diretamente ao sistema de distribuição;

- **Água tratada, importada ou exportada:** água tratada que é transferida, de ou para, outros sistemas de abastecimento de água (as transferências podem ocorrer em qualquer ponto à jusante do tratamento);

- **Água fornecida à adução:** água tratada que aflui ao sistema de adução;

- **Água fornecida para distribuição:** água tratada que aflui ao sistema de distribuição;

- **Água fornecida para distribuição direta:** água fornecida para distribuição e a água tratada exportada (não sendo possível separar a adução da distribuição, a água fornecida para distribuição direta corresponde à diferença entre a água fornecida à adução e a água tratada exportada);

- **Água entrada no sistema:** volume introduzido na parte do sistema de água que é objeto do cálculo do balanço de águas.

Além das definições citadas, outras importantes são destacadas e consideradas pelo Ministério das Cidades:

- **Volume de água de consumo autorizado:** volume de água não medido, utilizado por consumidores cadastrados na empresa e outros que são implicitamente ou explicitamente autorizados pela empresa. Neste consumo pode ser incluído: combate a incêndio, limpeza de ruas, limpeza de reservatórios, limpeza de redes de esgoto, rega de espaços verdes municipais, abastecimento de caminhões-pipa, alimentação de fontes públicas e chafarizes, etc. Esses consumos podem ser: faturados ou não, dependendo da prática local;

- **Volume de água faturado:** são volumes que produzem renda. É igual à soma do volume de água faturado medido e volume de água faturado não medido e volume de água faturado não consumido;

- **Volume de água faturado não consumido:** ocorre no Brasil, porque muitas operadoras utilizam o sistema de faturar no mínimo certa cota básica, geralmente 10 m³ por

mês. Como há usuários que consomem abaixo disso, frequentemente os volumes faturados anuais são maiores do que os volumes registrados pelos hidrômetros no mesmo período.

- **Volume de água autorizado não faturado:** são volumes que não produzem renda, obtidos pela diferença entre o volume fornecido ao sistema e o consumo autorizado faturado. Inclui, não apenas as perdas de água, mas também o consumo autorizado não faturado.

- **Volume de perdas de água:** é a diferença entre o volume fornecido ao sistema e o consumo autorizado. Divide-se em perdas aparentes e reais.

- **Volume de perdas aparentes:** é o volume que contabiliza todos os tipos de imprecisões associada às medições de água produzida e consumida, e, ainda, o consumo não autorizado, por furto ou uso ilícito, tais como: ligações clandestinas e, ou irregulares e fraudes nos hidrômetros;

- **Volume de perdas reais:** é toda água disponibilizada que não chega aos consumidores. São relacionadas às perdas por vazamentos e às operacionais.

Quadro 7 - Módulo de Quantificação das Ocorrências da Micromedição.

MUNICÍPIO/POVOADOS	OCORRÊNCIAS					
	GERAIS	PARADO	QUEBRADO	S/HID.	SUADO/EMBASADO	SOTERRADO
TOTAL						
Índice em Relação às Ocorrências Gerais		%	%	%	%	%

Foram levantados dados em um ciclo de 12 (doze) meses que compreendem o período do início do mês de janeiro de 2018 ao final do mês de dezembro de 2018. Foi considerado o pior dos 12 cenários como parâmetro de análise. Em campo para preenchimento dos quadros foram coletadas informações pelos leituristas com o Microcomputador Portátil - MCP e processados pelo GSAN e do Sistema de Relatórios Comerciais-SRC, produzindo assim relatórios sintéticos das ligações existentes e relatórios de ocorrências, como mostra a Figura 8 e a Figura 9. Após processamento e análise desses dados foram criados índices de porcentagem que possibilitaram informar a real situação do parque de micromedição do SIAP e uma visão da atual da situação, possibilitando assim identificar os pontos de anomalias a serem tratados para melhoria das perdas.

Figura 8: Demonstrativo Sintético das Ligações.

	GSAN - SISTEMA DE GESTÃO DE SANEAMENTO				PAG 73 640
	DEMONSTRATIVO SINTÉTICO DAS LIGAÇÕES NO MÊS (01/2018)				05/02/2018
	GERÊNCIA REGIONAL: 2 - SUL		UNIDADE DE NEGÓCIO: 1 - METROPOLITANA		08.08.43
	Localidade: 399 - POV NOVA DESCOBERTA				R1003

1 - ÁGUA

1.1 - MOVIMENTO DE LIGAÇÕES

Existentes:	605	Funcionando:	319	Cortadas:	21	Suprimidas:	265
Corte(mês):	0	Ligadas(mês):	2	Religadas(mês):	1		

1.2 - ECONOMIAS

Existentes:	607	Funcionando:	321	Cortadas:	21	Suprimidas:	265
-------------	-----	--------------	-----	-----------	----	-------------	-----

1.2.1 - ECONOMIAS EXISTENTES POR CATEGORIA

Residencial:	601	Comercial:	0	Pública:	5	Industrial:	1
--------------	-----	------------	---	----------	---	-------------	---

1.2.2 - ECONOMIAS FUNCIONANDO POR CATEGORIA

Residencial:	317	Comercial:	0	Pública:	4	Industrial:	0
--------------	-----	------------	---	----------	---	-------------	---

1.3 - HIDRÔMETROS

Funcionando:	319	Cortados:	21	Lidos:	18	Instalados:	2	Parados:	2
--------------	-----	-----------	----	--------	----	-------------	---	----------	---

1.4 - CONSUMO (m3)

Estimado não Hidrometrado:	0	Estimado Hidrometrado:	50	Real Hidrometrado:	131	Faturado:	181
----------------------------	---	------------------------	----	--------------------	-----	-----------	-----

2 - ESGOTO

2.1 - MOVIMENTO DE LIGAÇÕES

Existentes:	0	Funcionando:	0	Cortadas:	0	Suprimidas:	0
-------------	---	--------------	---	-----------	---	-------------	---

2.2 - ECONOMIAS

Existentes:	0	Funcionando:	0	Cortadas:	0	Suprimidas:	0
-------------	---	--------------	---	-----------	---	-------------	---

2.2.1 - ECONOMIAS EXISTENTES POR CATEGORIA

Residencial:	0	Comercial:	0	Pública:	0	Industrial:	0
--------------	---	------------	---	----------	---	-------------	---

2.2.2 - ECONOMIAS FUNCIONANDO POR CATEGORIA

Residencial:	0	Comercial:	0	Pública:	0	Industrial:	0
--------------	---	------------	---	----------	---	-------------	---

Fonte: Sistema de Relatórios Comerciais-SRC-DESO, 2019.

Figura 9: Demonstrativo Sintético das Ocorrências de Leitura.

OCORRENCIA DE LEITURA													
Regional	Localidade	Matricula	Mat Clie	Nome	Logra Tipo	Logra Titulo	Logra Nome	Nume Imovel	Bairro	Hidrometro	Cod Leitu	Des A	
2	POV NOVA DESCOBERTA	7065248	7355823	GILZA FAGUNDES DOS SANTOS	RUA	null	A - LOT. ALCIDES BISPO	13	POV. NOVA DESCOBERTA	A16A021490	38	HIDR SEM CONS	
2	POV NOVA DESCOBERTA	7113315	7431791	MARISA MAIARA DE JESUS FARIAS	RUA	null	A LOT. RIBEIRO	45	POV. NOVA DESCOBERTA	A13N085644	38	HIDR SEM CONS	
2	POV NOVA DESCOBERTA	7061331	7355742	HELENA VIEIRA DA SILVA	RUA	null	B - LOT. ALCIDES BISPO	16	POV. NOVA DESCOBERTA	A16A021492	30	HIDR PARAI	
2	POV NOVA DESCOBERTA	7061340	7355750	GIVALDA SILVA SANTOS	RUA	null	B - LOT. ALCIDES BISPO	15	POV. NOVA DESCOBERTA	A16A021491	38	HIDR SEM CONS	
2	POV NOVA DESCOBERTA	4147189	4147189	JOSEFA ARAUJO LISBOA	RUA	null	DA IGREJA	336	POV. NOVA DESCOBERTA	A98N456679	12	SEM HIDR	
2	POV NOVA DESCOBERTA	4147006	4147006	HELENA MARIA DE SANTANA	RUA	null	DA IGREJA	211	POV. NOVA DESCOBERTA	A98N456675	11	HIDR QUEB	
2	POV NOVA DESCOBERTA	4154584	4154584	ANTONIO SABINO	RUA	null	DA IGREJA	253	POV. NOVA DESCOBERTA	A98N456678	60	CASA FECH	
2	POV NOVA DESCOBERTA	4146700	4146700	NOEL FERREIRA DE ARAUJO	ROD	null	DA LARANJA	2940	POV. NOVA DESCOBERTA	A98N457106	11	HIDR QUEB	

Fonte: Sistema de Relatórios Comerciais-SRC-DESO, 2019.

9.1 Caracterização do Local de Estudo

9.1.1 Características da Bacia Hidrográfica

O estudo foi realizado na área da bacia hidrográfica do rio Piauitinga, que engloba os municípios de Boquim, Estância, Lagarto, Salgado e Itaporanga D'Ajuda. Está inserida na mesorregião geográfica do Agreste Sergipano (microrregião de Lagarto) e do Leste Sergipano (microrregiões de Boquim e Estância) e localiza-se entre as coordenadas geográficas de 10°34' e 10°45'S e 37°22' e 37°34'W. Possui 419,335 Km² de área com perímetro de 128,251 Km, e pode ser classificada como de terceira ordem, tem 59,86 km de comprimento, com uma drenagem de tributários que somam 976,22 km. A sua nascente principal está localizada no município de Lagarto e a sua foz no município de Estância. O clima da região do município de Lagarto é classificado como Megatérmico Subsumido, sendo que o valor médio anual da precipitação de 1.182,8 mm. A temperatura média anual é de 28°C, variando entre 22,3°C, para os meses mais chuvosos e frios (julho a agosto), e 26°C para o período mais seco e quente (dezembro a março). As principais atividades de uso e ocupação do solo são cultivos

agrícolas e pastagem, havendo áreas pontuais cobertas com floresta estacional, ombrófila e mata ciliar. (PLANO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIAUÍ, 2015).

O relevo apresenta predominância de feições planas de pequenas altitudes. (BOMFIM, 2002). Os solos da região são classificados como Argissolo Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho Amarelo Distróficos e Neossolo Flúvico, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (EMBRAPA, 2006).

A vegetação presente na região pode ser qualificada como Floresta Estacional Semidecidual Submontana e transição entre Floresta Estacional e áreas que sofreram modificações com a agropecuária (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2006).

Em relação aos aspectos físicos da geologia e da hidrogeologia observa-se na área da bacia do Rio Piauitinga, a presença de três grupos distintos: Grupo Barreiras, Formação Lagarto e o Complexo Granulítico, estas formações afloram nas proximidades das sedes dos municípios de Salgado e Estância, que são postas em contato, através de uma falha perpendicular ao curso do rio, o que possibilita o surgimento de água, pois o falhamento é o evento tectônico responsável pela ocorrência de minadouros de água mineral como encontrado na cidade de Salgado. A bacia do Rio Piauitinga tem o privilégio de estar compreendida entre três domínios hidrogeológicos de boa permeabilidade, que são as Formações Barreiras Superficial Cenozoica, o Cristalino e o Grupo Estância, como mostra na Figura 10.

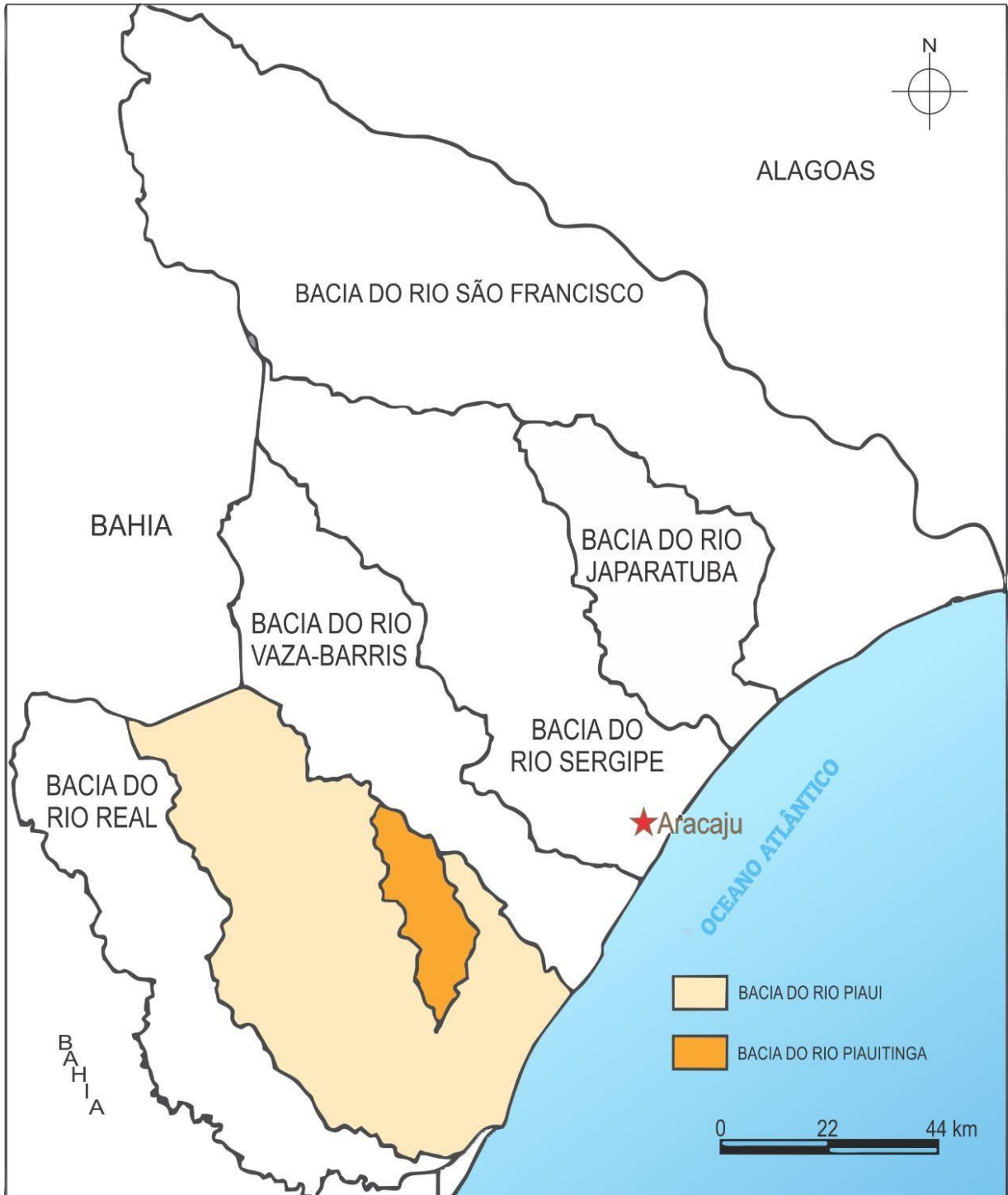
Figura - 10: Rio Piauitinga, Estancia-SE.



Fonte: Mário Leo 2018.

As principais recargas dos mananciais subterrâneos ocorrem por meio das precipitações pluviométricas, associada à estrutura geológica e hidrogeologia que permitem um excedente hídrico de qualidade com boa disponibilidade anual, garantindo o abastecimento de populações além da área da bacia, a Figura 11 apresenta a localização da bacia. (PLANO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIAUÍ, 2015).

Figura 11 - Localização da bacia hidrográfica do Rio Piauitinga.

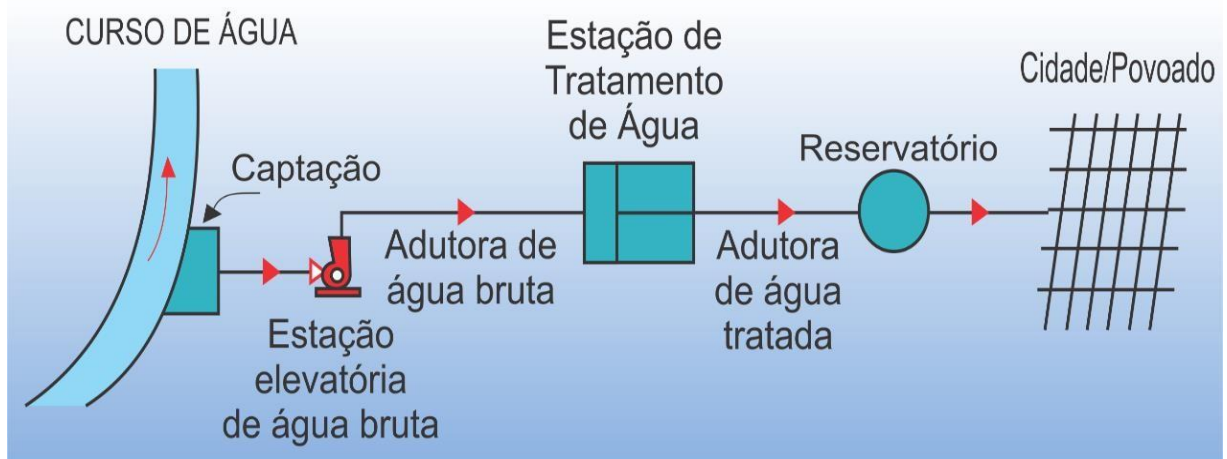


Fonte: SEMARH/SEPLAN-SE, 2014.

9.1.2 Características do Sistema Integrado de Abastecimento do Piauitinga-SIAP

Existem dois tipos característicos de sistemas de abastecimento os simples como mostra a Figura 12, com captação, estação elevatória de água bruta, adução de água bruta, estação de tratamento de água, adução de água tratada, reservação e distribuição.

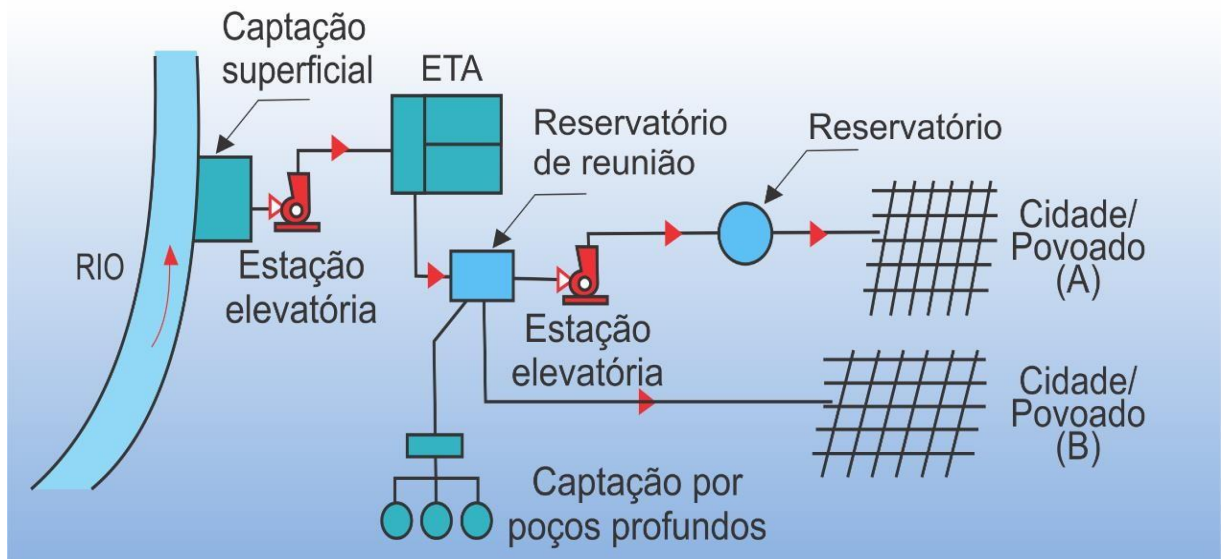
Figura 12 - Sistema Simples de Abastecimento de Água.



Fonte: Departamento de Desenho Técnico da Companhia de Saneamento de Sergipe-DESO, 2000.

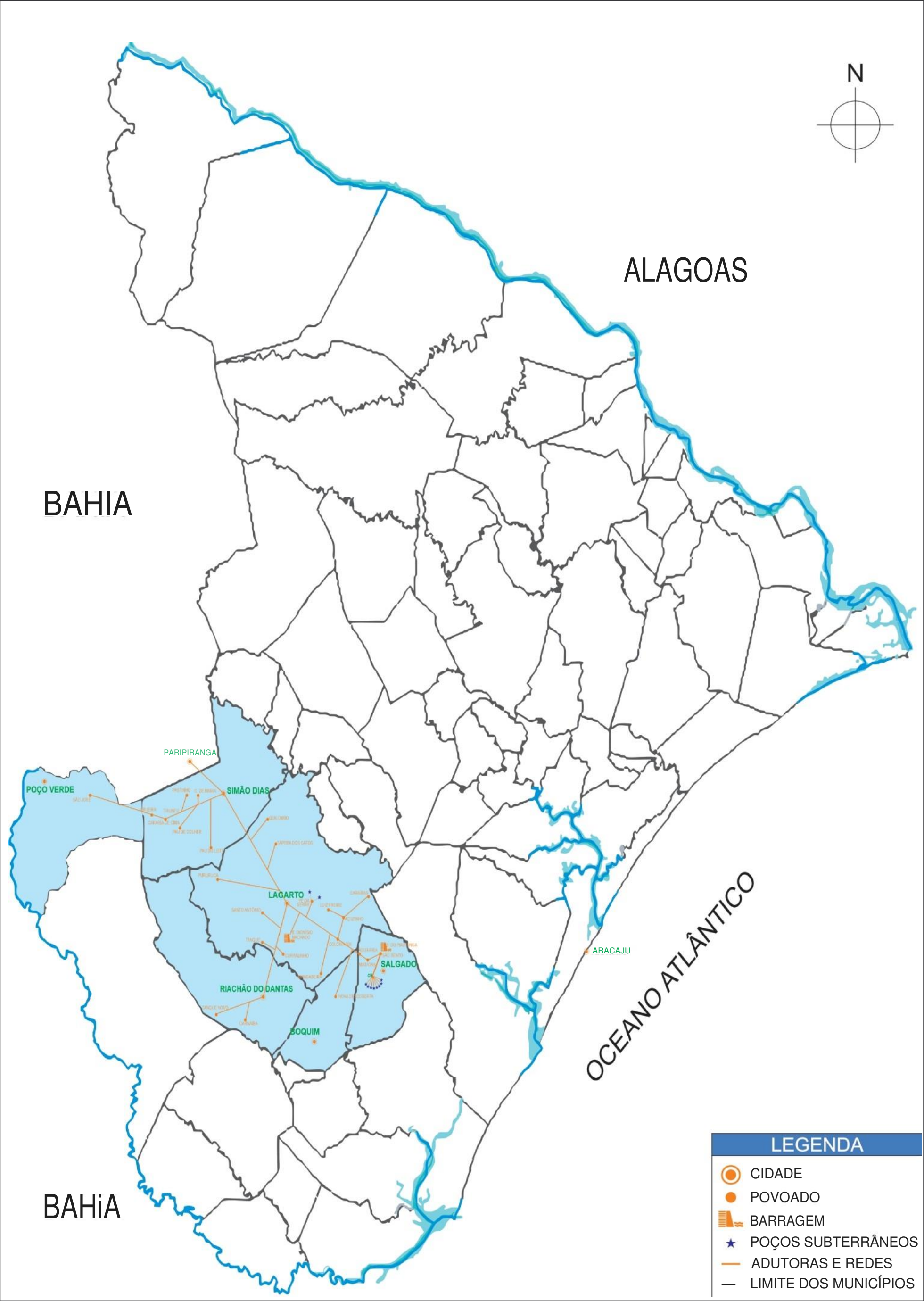
Sistemas integrados de abastecimento de água como mostra a Figura 13, com vários tipos de captação, superficiais e subterrâneas, estações elevatórias de água bruta, reservatórios de reunião, adução de água bruta, estação de tratamento de água, estações elevatórias de água tratada, adução de água tratada, reservação e distribuição para várias localidades distintas.

Figura 13 - Sistema Integrado de Abastecimento de Água.



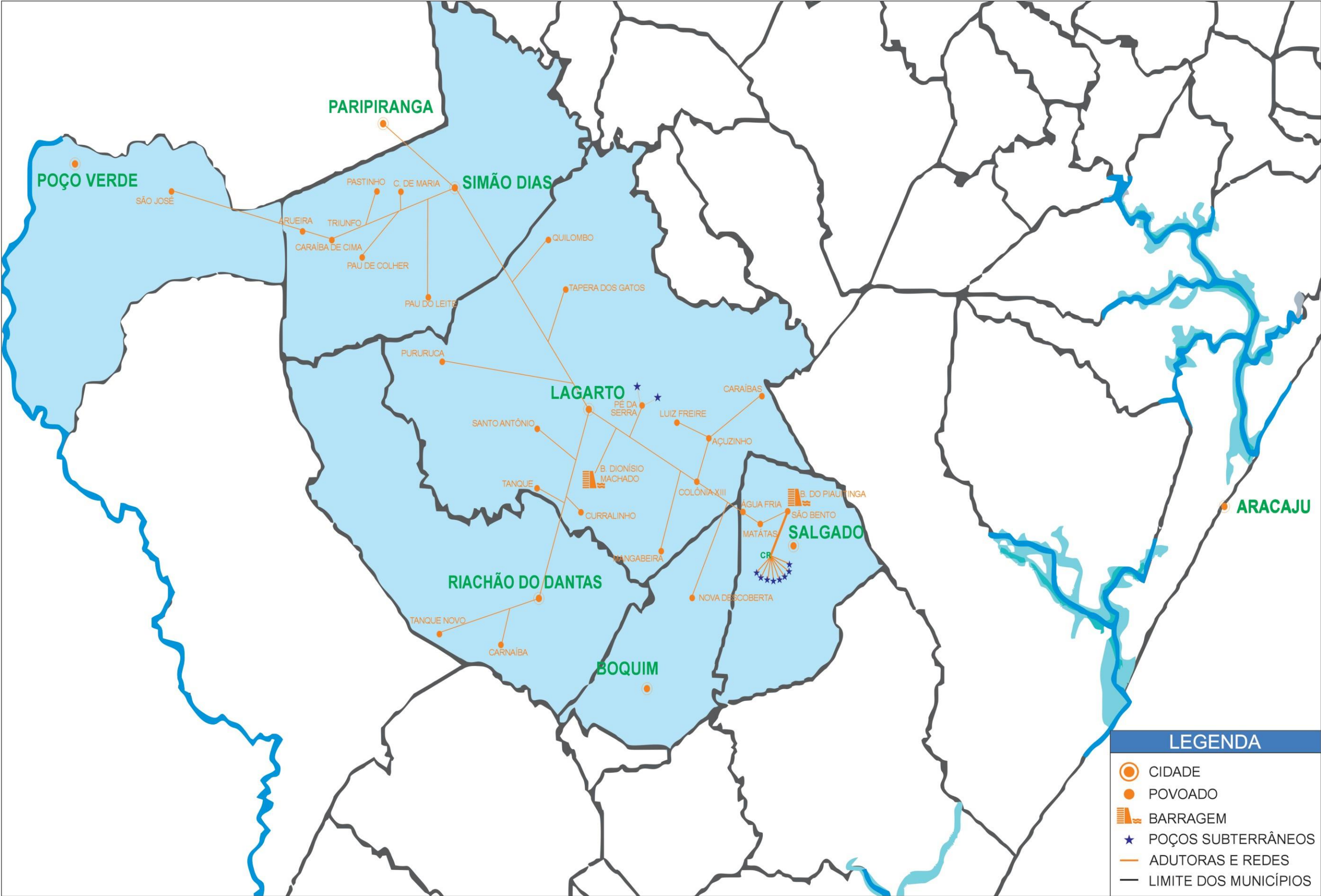
Fonte: Departamento de Desenho Técnico da Companhia de Saneamento de Sergipe-DESO, 2000.

O Sistema Integrado de Abastecimento de Água do Piauitinga-SIAP, atende por total 03 (três) sedes municipais e 54 (cinquenta e quatro) localidades, perfazendo um total de 48.596 (quarenta e oito mil quinhentos e noventa e seis) ligações reais e 37.603 (trinta e sete mil seiscientos e três) ligações ativas, esses números compreendem a 38,44% das ligações reais e 40,32% das ligações ativas da Gerência de Operações Regional Sul-GOSU, suprimindo a necessidade de abastecimento para atender aproximadamente 145.788 (cento e quarenta e cinco mil setecentos e oitenta e oito) pessoas, possui duas captações superficiais sendo uma no Rio Piauitinga no povoado São Bento no município de Salgado e à outra no Rio Piauí na Barragem Dionísio Machado no povoado Fazenda Grande no município de Lagarto, compreende ainda ao sistema 15 (quinze) poços profundos, onde hoje estão em plena operação 08 (oito) e possui 116,707 km (cento e dezesseis setecentos e sete) quilômetros adutoras, tem uma operação diária de 24 (vinte e quatro) horas com uma produção de 21.986 (vinte e um mil, novecentos e oitenta e seis) m³/dia. Nas Figuras 14 e 15 observa-se o encaminhamento das adutoras e redes e o conjunto de obras e equipamentos que compreendem o SIAP.



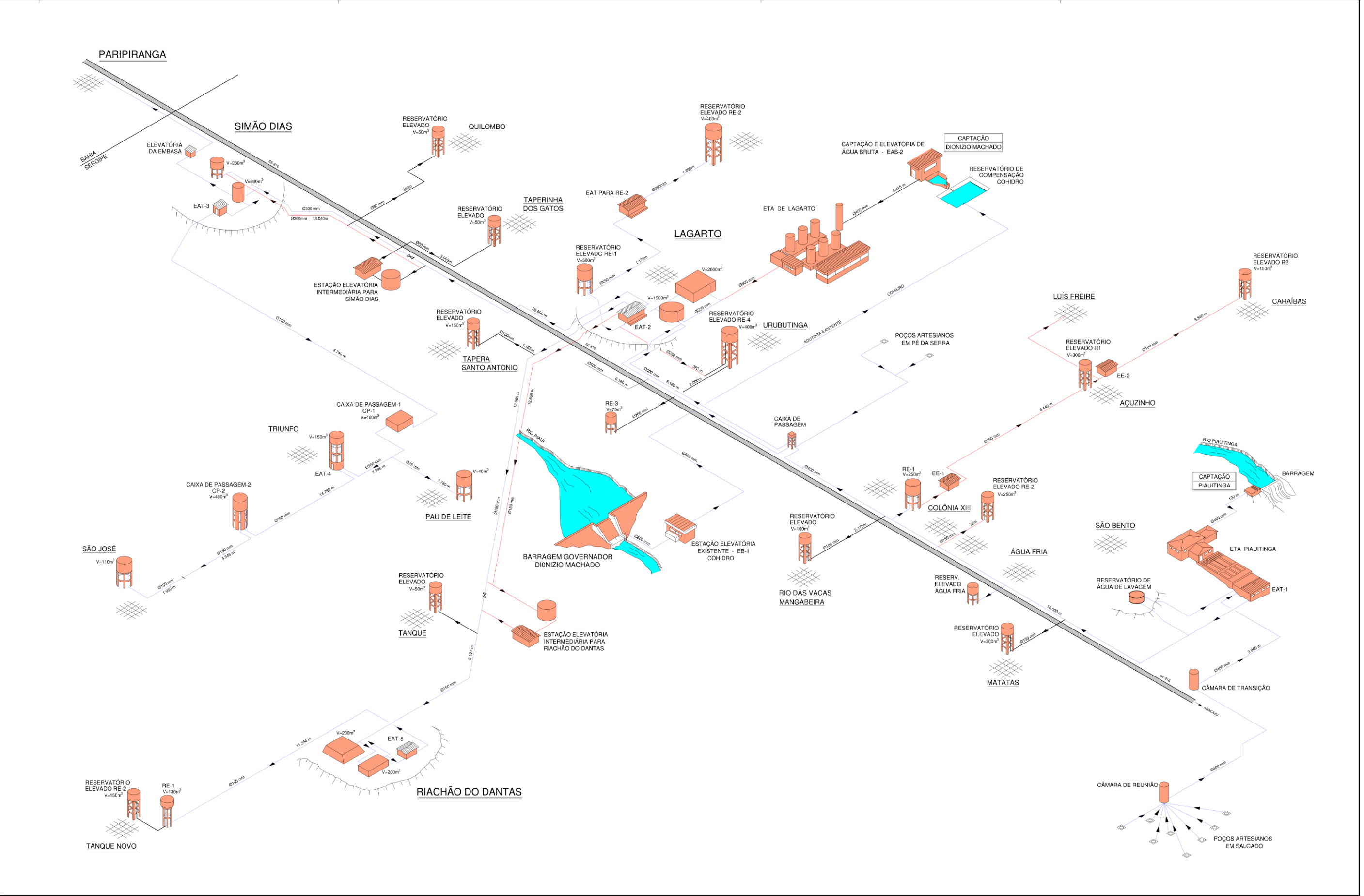
Fonte: Mário Leo, 2018

Figura 15 - Encaminhamento das adutoras e redes do Sistema Integrado de Abastecimento do Piauítinga - SIAP, ampliado.



Fonte: Mário Leo, 2018

Figura 16 - Esquema Geral do Sistema Integrado de Abastecimento do Piauitinga-SIAP



Fonte: Departamento de Desenho Técnico da Companhia de Saneamento de Sergipe - DESO, 2000.

9.2 Diagnóstico da Hidrometração

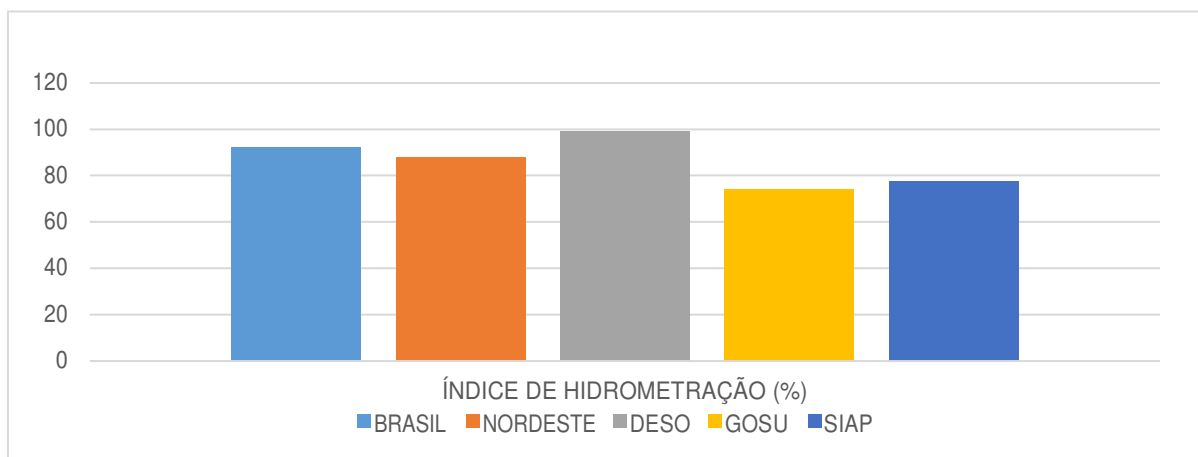
Sob todos os aspectos, seja pela parcimônia no uso da água pelos clientes, seja pela imprescindível apuração dos volumes medidos em cada cliente, é fundamental qualquer sistema contar com 100% de hidrometração, como também a existência de um cadastro comercial atualizado e confiável é essencial, sob pena de conviver com distorções na cobrança dos clientes e deficiências na apuração dos volumes micromedidos (TARDELLI, 2016). A Tabela 4 apresenta os índices de hidrometração e o Gráfico 1 mostra um comparativo entre esses índices de hidrometração.

Tabela 4 - Índices de Hidrometração.

REGIÃO/CIA/SISTEMAS	ÍNDICE DE HIDROMETRAÇÃO (%)
BRASIL	92,4
NORDESTE	87,9
DESO	99,3
GOSU	73,76
SIAP	77,38

Fonte: Mário Leo, 2019.

Gráfico 1 - Diagnóstico Comparativo da Hidrometração.



Fonte: Mário Leo, 2019.

Realizou-se um diagnóstico nas localidades atendidas pelo SIAP nos municípios de Salgado, Boquim, Lagarto, Riachão do Dantas, Simão Dias e Poço Verde. Para cada um desses municípios foi realizada a identificação da caracterização das ligações de água com base na finalidade de atendimento: Residencial; Comercial; Industrial e Pública.

Quanto às condições físicas encontradas na micromedição do SIAP foi observado-se que durante o ciclo anual de medições mensais, 05 (cinco) anomalias mais recorrentes dentre as 11 (onze) cadastradas no sistema do MCP, em função da recorrência foram consideradas: Hidrômetro Parado; Hidrômetro Quebrado; Sem Hidrômetro; Hidrômetro Suado e/ou Embasado e Hidrômetro Soterrado.

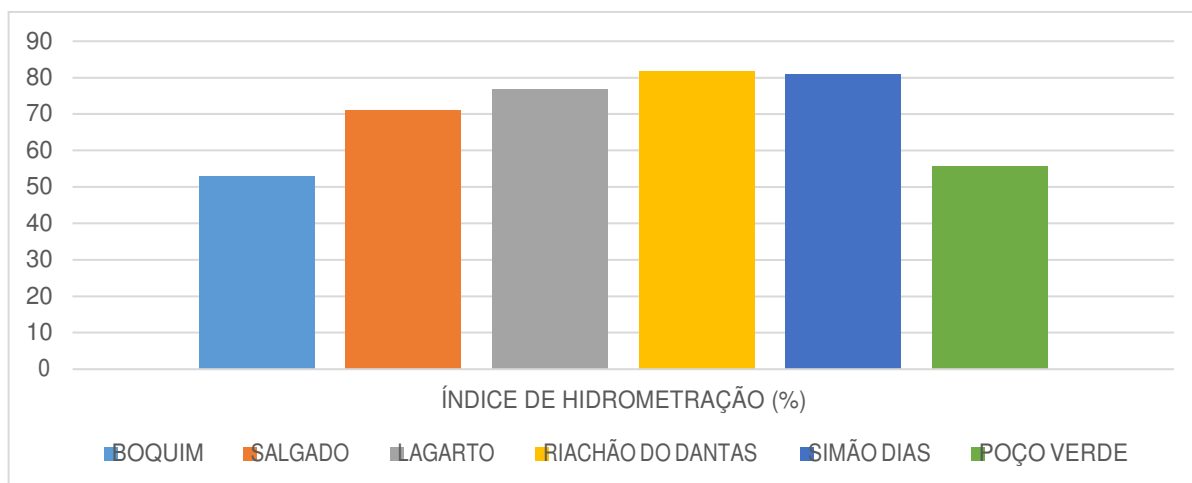
As anomalias da micromedição são fatores que influenciam diretamente nas perdas aparentes, já que é comprovado o desperdício de água causado por usuários que não possuem a instalação do medidor, medidores mal instalados, com sua operacionalização incorreta. Os equipamentos de medição não medem a vazão diretamente, mas sim através da relação entre a velocidade do fluido e área da seção transversal da tubulação ou da relação entre o volume e tempo. Dessa forma, a imprecisão do equipamento pode ser consequência de qualquer equívoco em um desses fatores. A Tabela 5 apresenta os índices de hidrometração dos municípios e povoados abastecidos pelo SIAP e o Gráfico 2 mostra um comparativo entre esses índices de hidrometração.

Tabela 5 - Índices de Hidrometração do Municípios do SIAP.

MUNICÍPIOSPOVOADOS	ÍNDICE DE HIDROMETRAÇÃO (%)
BOQUIM	52,88
SALGADO	71,08
LAGARTO	76,76
RIACHÃO DO DANTAS	81,85
SIMÃO DIAS	80,80
POÇO VERDE	55,85

Fonte: Mário Leo, 2019.

Gráfico 2 - Diagnóstico Comparativo da Hidrometração dos Municípios do SIAP.



Fonte: Mário Leo, 2019.

No caso da micromedição as falhas ocorrem quando o hidrômetro subdimensiona medidas, quando seu funcionamento está parado, ou possui tempo de instalação superior ao recomendado para a sua eficácia e quando há impedimentos na leitura dos hidrômetros. Através da medição do hidrômetro é possível analisar o faturamento e a regulação do consumo de água tratada além de determinar o faturamento do esgoto, pois se relaciona com o consumo da água (SANTOS, 2013). Sendo assim, o índice de hidrometração expressa em porcentagem as ligações cadastradas ativas com medidores em relação a quantidade de ligações cadastradas e ativas totais, sendo hidrometradas ou não (LEÃO, 2014).

10 RESULTADOS E DISCUSSÕES

10.1 Diagnóstico da Hidrometração do Sistema Integrado do Piauitinga

10.1.1 Município de Boquim

Uma particularidade deste sistema é o atendimento a um povoado que pertence ao município de Boquim, atendido pelo SIAP como mostra o Quadro 8, com os tipos de economias, quantidades e as características das ligações existentes no mesmo.

Quadro 8 - Caracterização da situação das ligações do Município de Boquim.

MUNICÍPIO/POVOADOS	RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	PÚBLICO	SITUAÇÃO DAS LIGAÇÕES			
					REAIS	CORTADAS	SUPRIMIDAS	ATIVAS
BOQUIM	-	-	-	-	-	-	-	-
NOVA DESCOBERTA	601	0	1	5	607	21	265	321
TOTAL	601	0	1	5	607	21	265	321
Índices em Relação às Ligações Reais						3,46%	43,66%	52,88%

Fonte: Sistema de Gestão de Saneamento-GSAN-DESO, 2019.

Analisando os dados coletados em campo, tratados pelo Sistema de Gestão de Saneamento-GSAN e dispostos no demonstrativo sintético das ligações junto à supervisão comercial, observa-se que 43,66% das ligações reais do povoado estão suprimidas, ou seja, com corte de fornecimento definitivo sem gerar talão de cobrança. Estas ligações necessitam constantemente de fiscalização para evitar religações clandestinas.

Os resultados das 05 (cinco) ocorrências ligadas diretamente à funcionalidade da micromedição após serem analisados e comparados com as anomalias gerais, observou-se que 31,03% das ocorrências eram de hidrômetros parados, como pode ser visualizado no Quadro 9, face a esta situação as informações coletadas nas leituras não revelam o real consumo, pois quando efetuada a leitura nos hidrômetros parados é considerada a média dos seis últimos meses de consumo anterior, gerando assim dados de consumo totalmente inconsistentes.

Quadro 9 - Ocorrências dos hidrômetros do Município de Boquim.

MUNICÍPIO/POVOADOS	OCORRÊNCIAS DOS HIDRÔMETROS					
	GERAIS	PARADO	QUEBRADO	S/HID.	SUADO/EMBASADO	SOTERRADO
BOQUIM	-	-	-	-	-	-
NOVA DESCOBERTA	58	18	11	15	0	0
TOTAL	58	18	11	15	0	0
Índice em Relação às Ocorrências Gerais		31,03%	18,97%	25,86%	0,00%	0,00%

Fonte: Sistema de Gestão de Saneamento-GSAN-DESO, 2019.

10.1.2 Município de Salgado

Sua sede dispõe de sistema de abastecimento de água tratada, mas não compreende ao SIAP é um sistema independente onde o seu manancial se encontra no complexo balneário, não possui sistema de tratamento de esgoto lançando assim seus efluentes “in natura” na drenagem pluvial, valas, lagos ou rios próximos à sede municipal inclusive no próprio Rio Piauitinga que corta sua sede. Possui 04 (quatro) povoados atendidos pelo SIAP como mostra o Quadro 10, com os tipos de economias, quantidades e as características das ligações existentes no mesmo.

Quadro 10 - Caracterização da situação das ligações do Município de Salgado.

MUNICÍPIO/POVOADOS	RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	PÚBLICO	SITUAÇÃO DAS LIGAÇÕES			
					REAIS	CORTADAS	SUPRIMIDAS	ATIVAS
SALGADO								
ÁGUA FRIA	941	16	1	10	968	63	167	738
SÃO RAIMUNDO NONATO	301	0	0	3	304	21	100	183
MATÁTAS	119	0	0	0	119	11	45	63
CANOAS	57	0	0	1	58	2	10	46
TOTAL	1.418	16	1	14	1.449	97	322	1.030
Índices em Relação às Ligações Reais						6,69%	22,22%	71,08%

Fonte: Sistema de Gestão de Saneamento-GSAN-DESO, 2019.

Analisando os dados coletados em campo, tratados pelo Sistema de Gestão de Saneamento-GSAN e dispostos no demonstrativo sintético das ligações junto à supervisão comercial, chegou-se à conclusão que 22,22% das ligações reais do município estão suprimidas, ou seja, com corte de fornecimento definitivo sem gerar talão de cobrança, ligações que necessitam serem constantemente fiscalizadas para que sejam evitadas as religações clandestinas.

As 05 (cinco) ocorrências ligadas diretamente à funcionalidade da micromedição foram coletadas, e após serem analisadas e comparadas com as anomalias gerais, chega-se à conclusão que a 32,68% das ocorrências são de hidrômetros parados, como mostra o Quadro 11, face a esta situação as informações coletadas nas leituras não revelam o real consumo, pois quando efetuada a leitura nos hidrômetros parados é considerada a média dos seis últimos meses de consumo, gerando assim dados de consumo totalmente inconsistentes.

Quadro 11 - Ocorrências dos hidrômetros do Município de Salgado.

MUNICÍPIO/POVOADOS	OCORRÊNCIAS DOS HIDRÔMETROS					
	GERAIS	PARADO	QUEBRADO	S/HID.	SUADO/EMBASADO	SOTERRADO
SALGADO	-	-	-	-	-	-
ÁGUA FRIA	277	98	44	10	16	5
SÃO RAIMUNDO NONATO	55	14	2	2	20	1
MATÁTAS	18	2	1	0	8	1
CANOAS	5	2	0	1	0	0
TOTAL	355	116	47	13	44	7
Índice em Relação às Ocorrências Gerais		32,68%	13,24%	3,66%	12,39%	1,97%

Fonte: Sistema de Gestão de Saneamento-GSAN-DESO, 2019.

10.1.3 Município de Lagarto

Sua sede dispõe de sistema de abastecimento de água tratada e é atendida pelo SIAP, possui sistema de coleta e tratamento de esgoto que atende a aproximadamente a 30% da sede municipal com 02 (duas) lagoas de estabilização, possui tratamento por aeração com uma vazão de 31 litros/segundo, sendo considerada uma Estação de Tratamento de Esgoto de médio porte, possui 26 (vinte e seis) povoados e 01 (um) assentamento atendidos pelo SIAP, como mostra o Quadro 12, com os tipos de economias, quantidades e as características das ligações existentes no mesmo.

Quadro 12 - Caracterização da situação das ligações do Município de Lagarto.

MUNICÍPIO /POVOADOS	RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	PÚBLICO	SITUAÇÃO DAS LIGAÇÕES			
					REAIS	CORTADAS	SUPRIMIDAS	ATIVAS
LAGARTO	20.162	969	44	150	21.325	263	3.720	17.342
TAPERA DOS GATOS	67	0	0	0	67	0	7	60
COLÔNIA TREZE	3.578	51	6	19	3.654	46	731	2.877
AÇUZINHO	394	2	0	1	397	4	109	284
JENIPAPO	2.245	30	2	12	2.289	40	628	1.621
URUBUTINGA	127	0	0	1	128	0	31	97
QUILOMBO	60	0	0	2	62	0	44	18
RIO DAS VACAS	180	1	0	3	184	1	114	69
MANGABEIRA	119	0	0	2	121	2	57	62
SANTO ANTÔNIO	442	1	0	2	445	2	166	277
ITAPERINHA	146	1	0	1	148	4	71	73
TANQUE	175	0	1	2	178	0	36	142
CURRALINHO	120	1	0	1	122	0	11	111
LUIZ FREIRE	214	0	0	1	215	4	112	99
CARAÍBAS	195	0	1	2	198	2	151	45
COVA DA ONÇA	28	0	0	0	28	0	12	16
LIMOEIRO	139	0	0	1	140	1	71	68
FAZENDA GRANDE	146	0	0	1	147	0	102	45
MOITA REDONDA	53	2	0	0	55	0	36	19
VÁRZEA DOS CAGADOS	84	0	1	2	87	1	51	35
BREJO	636	1	1	4	641	1	299	341
UZEDA	88	0	0	0	88	0	50	38
BOEIRO	128	0	0	1	129	1	36	92
ASST. CHÊ GUEVARA	122	0	0	0	122	0	51	71
ANTÔNIO MARTINS	76	0	1	0	77	1	36	40
SOBRADO	97	0	0	1	98	2	38	58
PÉ DA SERRA	52	0	0	1	53	0	21	32
AÇU VELHO	185	0	1	0	186	0	126	60
TOTAL	30.058	1.059	58	210	31.384	375	6.917	24.092
Índices em Relação às Ligações Reais						1,19%	22,04%	76,77%

Fonte: Sistema de Gestão de Saneamento-GSAN-DESO, 2019.

Analisando os dados coletados em campo, tratados pelo Sistema de Gestão de Saneamento-GSAN e dispostos no demonstrativo sintético das ligações junto à supervisão comercial, chega-se à conclusão que 22,04% das ligações reais do município estão suprimidas, ou seja, com corte de fornecimento definitivo sem gerar talão de cobrança, ligações que necessitam serem constantemente fiscalizadas para que sejam evitadas as religações clandestinas.

As 05 (cinco) ocorrências ligadas diretamente à funcionalidade da micromedição foram coletadas, e após serem analisadas e comparadas com as anomalias gerais, chega-se à conclusão que a 44,80% das ocorrências são de hidrômetros parados, como mostra o Quadro 13, face a esta situação as informações coletadas nas leituras não revelam o real consumo, pois quando efetuada a leitura no hidrômetro parado é considerada a média dos sies últimos meses de consumo, gerando assim dados de consumo totalmente inconsistentes.

Quadro 13 - Ocorrências dos hidrômetros do Município de Lagarto.

MUNICÍPIO/POVOADOS	OCORRÊNCIAS DOS HIDRÔMETROS					
	GERAIS	PARADO	QUEBRADO	S/HID.	SUADO/EMBASADO	SOTERRADO
LAGARTO	2.602	1.186	202	56	171	146
TAPERA DOS GATOS	22	30	2	1	13	5
COLÔNIA TREZE	224	125	67	10	40	12
AÇUZINHO	152	56	38	5	18	10
JENIPAPO	262	105	41	7	25	17
URUBUTINGA	38	8	1	0	27	1
QUILOMBO	5	2	1	0	2	0
RIO DAS VACAS	23	10	2	1	6	2
MANGABEIRA	9	2	0	0	7	0
SANTO ANTÔNIO	76	13	9	1	36	6
ITAPERINHA	23	12	1	1	4	1
TANQUE	55	13	6	0	27	3
CURRALINHO	55	13	6	0	27	2
LUIZ FREIRE	41	12	4	0	15	0
CARAÍBAS	23	7	2	0	10	21
COVA DA ONÇA	2	1	0	0	0	0
LIMOEIRO	24	11	3	0	0	0
FAZENDA GRANDE	6	4	0	0	0	0
MOITA REDONDA	5	4	1	0	0	0
VÁRZEA DOS CÁGADOS	6	3	1	0	0	0
BREJO	65	44	8	3	1	0
UZEDA	10	4	3	3	0	0
BOEIRO	12	4	3	1	0	0
ASST. CHÊ GUEVARA	22	18	0	1	0	0
ANTÔNIO MARTINS	5	0	1	0	0	0
SOBRADO	9	3	3	1	0	0
PÉ DA SERRA	4	2	2	0	0	0
AÇU VELHO	8	5	0	0	0	0
TOTAL	3.788	1.697	407	91	429	226
Índice em Relação às Ocorrências Gerais		44,80%	10,74%	2,40%	11,33%	5,97%

Fonte: Sistema de Gestão de Saneamento-GSAN-DESO, 2019.

10.1.4 Município de Riachão do Dantas

Sua sede dispõe de sistema de abastecimento de água tratada e é atendida pelo SIAP, não possui sistema de tratamento de esgoto lançando assim seus efluentes “in natura” na drenagem pluvial, valas, lagos ou rios próximos à sede municipal. Possui 07 (sete) povoados atendidos pelo SIAP como mostra o Quadro 14, com os tipos de economias, quantidades e as características das ligações existentes no mesmo.

Quadro 14 - Caracterização da situação das ligações do Município de Riachão do Dantas.

MUNICÍPIO/POVOADOS	RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	PÚBLICO	SITUAÇÃO DAS LIGAÇÕES			
					REAIS	CORTADAS	SUPRIMIDAS	ATIVAS
RIACHÃO DO DANTAS	1.525	37	2	37	1.601	23	191	1.387
TANQUE NOVO	1.091	9	1	10	1.111	18	199	894
BARRO PRETO	539	0	1	5	545	12	109	424
BABU	36	0	0	0	36	0	15	21
MUTUQUINHA	35	0	0	0	35	0	9	26
ALTOS DA BAIXA DO FRIO	134	0	0	1	135	2	46	87
ALTO DO ALECRIM	54	0	0	0	54	3	15	36
CARNAÍBA	68	0	0	2	70	0	9	61
TOTAL	3.482	46	4	55	3.587	58	593	2.936
Índices em Relação às Ligações Reais						1,62%	16,53%	81,85%

Fonte: Sistema de Gestão de Saneamento-GSAN-DESO, 2019.

Analisando os dados coletados em campo, tratados pelo Sistema de Gestão de Saneamento-GSAN e dispostos no demonstrativo sintético das ligações junto à supervisão comercial, chega-se à conclusão que 16,53% das ligações reais do município estão suprimidas, ou seja, com corte de fornecimento definitivo sem gerar talão de cobrança, ligações que necessitam serem constantemente fiscalizadas para que sejam evitadas as religações clandestinas.

As 05 (cinco) ocorrências ligadas diretamente à funcionalidade da micromedição foram coletadas, e após serem analisadas e comparadas com as anomalias gerais, chega-se à conclusão que a 35,12% das ocorrências são de hidrômetros parados, como mostra o quadro 15, face a esta situação as informações coletadas nas leituras não revelam o real consumo, pois quando efetuada a leitura nos hidrômetros parados é considerada a média dos seis últimos meses de consumo, gerando assim dados de consumo totalmente inconsistentes.

Quadro 15 - Ocorrências dos hidrômetros do Município de Riachão do Dantas.

MUNICÍPIO/POVOADOS	OCORRÊNCIAS DOS HIDRÔMETROS					
	GERAIS	PARADO	QUEBRADO	S/HID.	SUADO/EMBASADO	SOTERRADO
RIACHÃO DO DANTAS	219	84	11	6	10	9
TANQUE NOVO	85	49	7	0	7	4
BARRO PRETO	135	19	23	2	68	11
BABU	0	0	0	0	0	0
MUTUQUINHA	4	2	1	0	0	0
ALTOS DA BAIXA DO FRIO	10	5	2	1	0	1
ALTO DO ALECRIM	4	1	1	0	0	0
CARNAIBA	10	4	2	2	0	0
TOTAL	467	164	47	11	85	25
Índice em Relação às Ocorrências Gerais		35,12%	10,06%	2,36%	18,20%	5,35%

Fonte: Sistema de Gestão de Saneamento-GSAN-DESO, 2019.

10.1.5 Município de Simão Dias

Sua sede dispõe de sistema de abastecimento de água e é atendida pelo SIAP, possui sistema de coleta e tratamento de esgoto que atende a aproximadamente a 14% da sede municipal com 01 (uma) lagoa de estabilização, possui tratamento por aeração com uma vazão de 6,5 litros/segundo, sendo considerada uma Estação de Tratamento de Esgoto de pequeno porte, existem 10 (dez) povoados atendidos pelo SIAP como mostra o Quadro 16, com os tipos de economias, quantidades e as características das ligações existentes no mesmo.

Quadro 16 - Caracterização da situação das ligações do Município de Simão Dias.

MUNICÍPIO/POVOADOS	RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	PÚBLICO	SITUAÇÃO DAS LIGAÇÕES			
					REAIS	CORTADAS	SUPRIMIDAS	ATIVAS
SIMÃO DIAS	8.764	372	20	77	9.233	205	1.391	7.637
MARIA BONITA	40	0	0	0	40	0	30	10
MATA DO PERU	322	2	0	2	326	0	81	245
PAU DE LEITE	189	1	0	9	199	9	49	141
CORAÇÃO DE MARIA	108	0	2	0	110	4	31	75
PASTINHO	231	1	0	3	235	8	53	174
TRIUNFO	404	8	0	8	420	26	34	360
BARNABÉ	87	0	0	1	88	6	11	71
AROEIRA	199	0	0	3	202	50	34	118
PAU DE COLHER	126	0	2	2	128	10	26	92
CARAÍBA DE CIMA	91	0	0	1	92	38	30	24
TOTAL	10.561	384	24	106	11.073	356	1.770	8.947
Índices em Relação às Ligações Reais						3,22%	15,98%	80,80%

Fonte: Sistema de Gestão de Saneamento-GSAN-DESO, 2019.

Analisando os dados coletados em campo, tratados pelo Sistema de Gestão de Saneamento-GSAN e dispostos no demonstrativo sintético das ligações junto à supervisão comercial, chega-se à conclusão que 15,98% das ligações reais do povoado estão suprimidas, ou seja, com corte de fornecimento definitivo sem gerar talão de cobrança, ligações que necessitam serem constantemente fiscalizadas para que sejam evitadas as religações clandestinas.

As 05 (cinco) ocorrências ligadas diretamente à funcionalidade da micromedição foram coletadas, e após serem analisadas e comparadas com as anomalias gerais, chega-se à conclusão que a 36,99% das ocorrências são de hidrômetros parados, como mostra o Quadro 17, face a esta situação as informações coletadas nas leituras não revelam o real consumo, pois quando efetuada a leitura nos hidrômetros parados é considerada a média dos seis últimos meses de consumo, gerando assim dados de consumo totalmente inconsistentes.

Quadro 17 - Ocorrências dos hidrômetros do Município de Simão Dias.

MUNICÍPIO/POVOADOS	OCORRÊNCIAS DOS HIDRÔMETROS					
	GERAIS	PARADO	QUEBRADO	S/HID.	SUADO/EMBASADO	SOTERRADO
SIMÃO DIAS	1.131	400	54	20	36	67
MARIA BONITA	6	5	0	0	0	0
MATA DO PERU	33	0	0	0	4	1
PAU DE LEITE	22	13	1	3	0	2
CORAÇÃO DE MARIA	9	3	0	1	0	0
PASTINHO	25	14	0	2	0	1
TRIUNFO	36	21	5	0	2	0
BARNABÉ	4	2	0	0	1	0
AROEIRA	18	12	2	1	0	0
PAU DE COLHER	10	7	0	2	0	0
CARAÍBA DE CIMA	9	5	1	1	1	1
TOTAL	1.303	482	63	30	44	72
Índice em Relação às Ocorrências Gerais		36,99%	4,83%	2,30%	3,38%	5,53%

Fonte: Sistema de Gestão de Saneamento-GSAN-DESO, 2019.

10.1.6 Município de Poço Verde

Sua sede dispõe de sistema de abastecimento de água tratada, mas não compreende ao SIAP é um sistema independente, não possui sistema de tratamento de esgoto lançando assim seus efluentes “in natura” na drenagem pluvial, valas, lagos ou rios próximos à sede municipal inclusive no Rio Real. Possui 05 (cinco) povoados atendidos pelo SIAP como mostra no Quadro 18, com os tipos de economias, quantidades e as características das ligações existentes no mesmo.

Quadro 18 - Caracterização da situação das ligações do Município de Poço Verde.

MUNICÍPIO/POVOADOS	RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	PÚBLICO	SITUAÇÃO DAS LIGAÇÕES			
					REAIS	CORTADAS	SUPRIMIDAS	ATIVAS
POÇO VERDE	-	-	-	-	-	-	-	-
TABULEIRINHO	310	3	0	4	317	0	154	163
RECANTO	56	0	0	0	56	0	26	30
CACIMBA NOVA	56	0	0	0	56	0	35	21
AROEIRA	41	0	0	0	41	1	1	39
DIAS	25	0	0	1	26	0	2	24
TOTAL	488	3	0	5	496	1	218	277
Índices em Relação às Ligações Reais						0,20%	43,95%	55,85%

Fonte: Sistema de Gestão de Saneamento-GSAN-DESO, 2019.

Analisando os dados coletados em campo, tratados pelo Sistema de Gestão de Saneamento-GSAN e dispostos no demonstrativo sintético das ligações junto à supervisão comercial, chega-se à conclusão que 43,95% das ligações reais do município estão suprimidas, ou seja, com corte de fornecimento definitivo sem gerar talão de cobrança, ligações que necessitam serem constantemente fiscalizadas para que sejam evitadas as religações clandestinas.

As 05 (cinco) ocorrências ligadas diretamente à funcionalidade da micromedição foram coletadas, e após serem analisadas e comparadas com as anomalias gerais, chega-se à conclusão que a 47,89% das ocorrências são de hidrômetros parados, como mostra o Quadro 19, face a esta situação as informações coletadas nas leituras não revelam o real consumo, pois quando efetuada a leitura nos hidrômetros parados é considerada a média dos seis últimos meses de consumo, gerando assim dados de consumo totalmente inconsistentes.

Quadro 19 - Ocorrências dos hidrômetros do Município de Poço Verde.

MUNICÍPIO/POVOADOS	OCORRÊNCIAS DOS HIDRÔMETROS					
	GERAIS	PARADO	QUEBRADO	S/HID.	SUADO/EMBASADO	SOTERRADO
POÇO VERDE	-	-	-	-	-	-
TABULEIRINHO	41	23	0	3	2	3
RECANTO	10	5	2	0	1	2
CACIMBA NOVA	8	3	1	0	1	2
AROEIRA	7	3	1	0	1	2
DIAS	5	0	0	0	0	1
TOTAL	71	34	4	3	5	10
Índice em Relação às Ocorrências Gerais		47,89%	5,63%	4,23%	7,04%	14,08%

Fonte: Sistema de Gestão da Saneamento-GSAN-DESO, 2019.

O Quadro 20 mostra a situação total das ligações dos municípios que compreendem toda a Gerência Operacional Sul-GOSU e dos municípios quem compreendem somente o Sistema de Abastecimento Integrado do Piauitinga-SIAP e apresenta os índices que o SIAP representa para a GOSU.

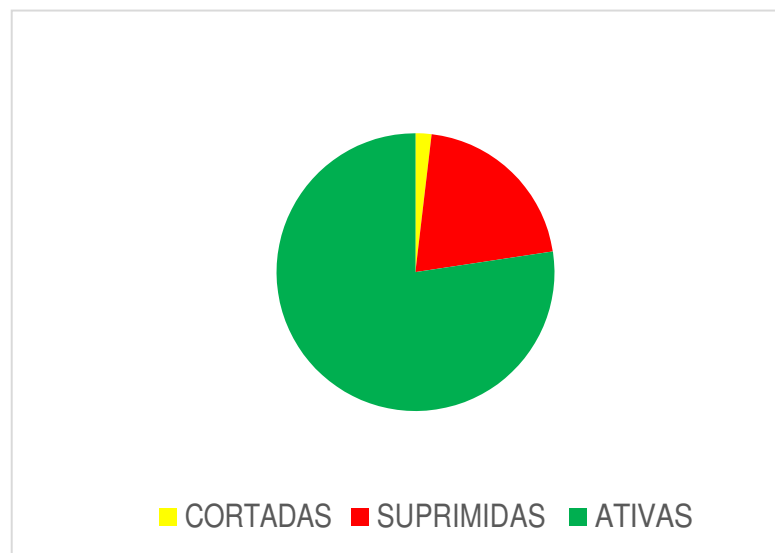
Quadro 20 - Comparativo da Situação entre a as ligações da GOSU e do SIAP.

SISTEMA	RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	PÚBLICO	SITUAÇÃO DAS LIGAÇÕES			
					REAIS	CORTADAS	SUPRIMIDAS	ATIVAS
GOSU	121.149	3.703	206	1.375	126.433	4.624	28.552	93.257
Índices em Relação às Ligações Reais da GOSU						3,66%	22,58%	73,76%
SIAP	46.608	1.508	88	395	48.596	908	10.085	37.603
Índices em Relação às Ligações Reais do SIAP						1,87%	20,75%	77,38%
Índices Representativo do SIAP quanto ao da GOSU					38,44%	19,64%	35,32%	40,32%

Fonte: Sistema de Gestão de Saneamento-GSAN-DESO, 2019.

Representado na Figura 17, pode-se observar a situação de todas as ligações do Sistema Integrado de Abastecimento do Piauitinga.

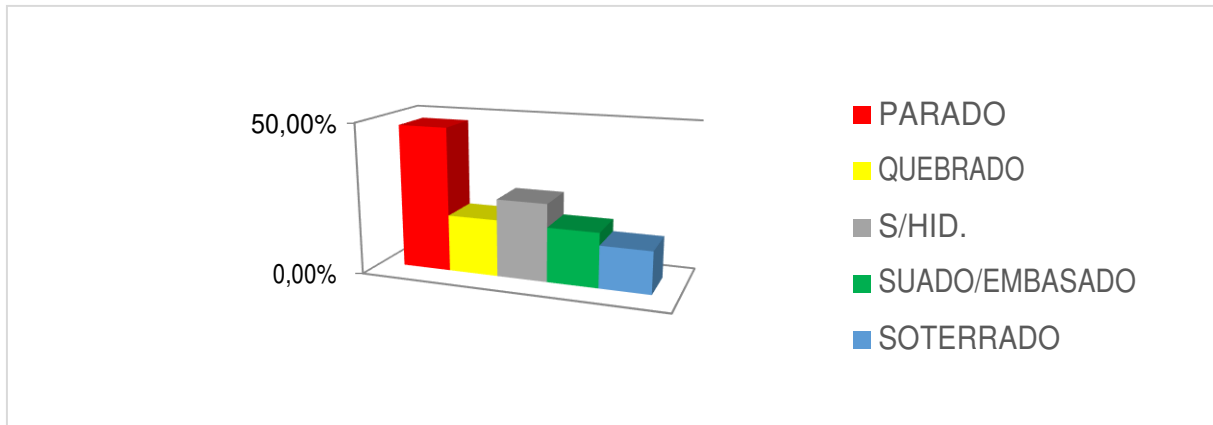
Figura 17 - Situação das Ligações do SIAP.



Fonte: Mário Leo, 2019.

O cenário das 05 (cinco) principais ocorrências na micromedicação do Sistema Integrado de Abastecimento do Piauitinga está representado na Figura 18.

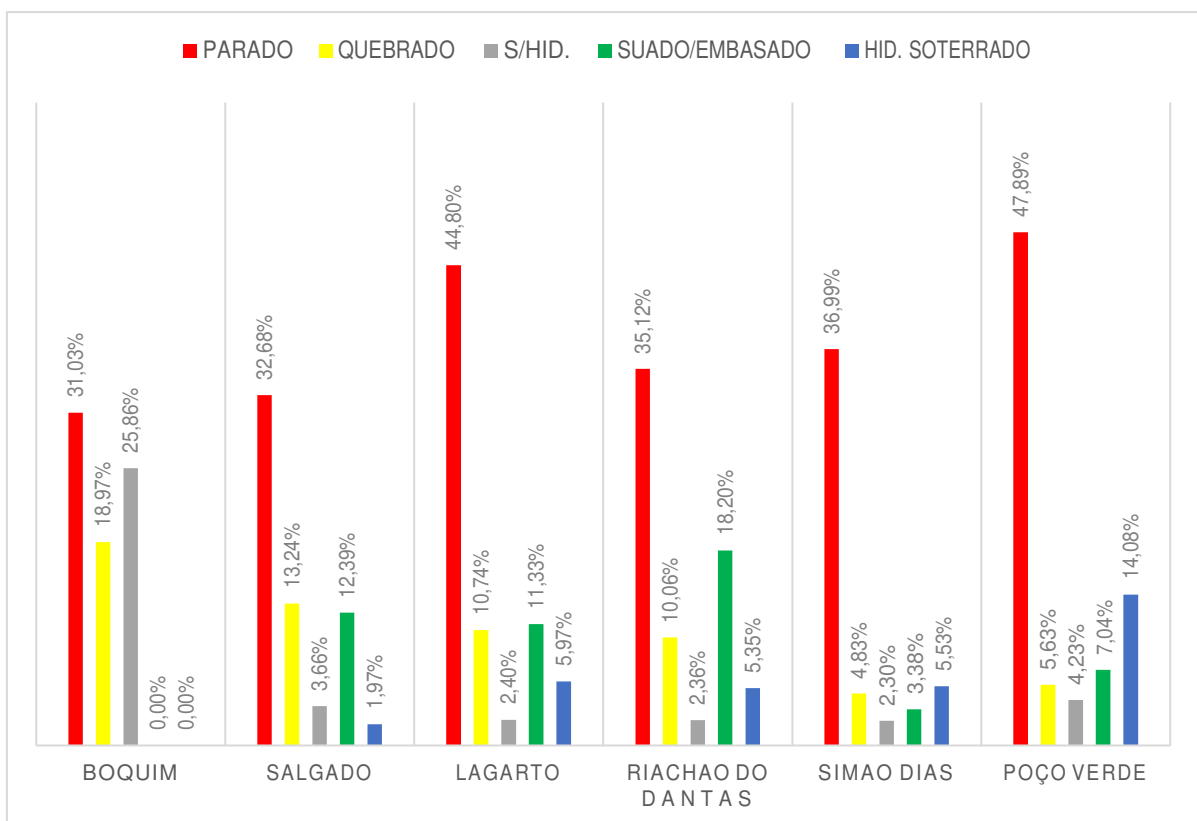
Figura 18 - Ocorrências dos hidrômetros do SIAP.



Fonte: Mário Leo, 2019.

As ocorrências da micromedicação do Sistema Integrado de Abastecimento do Piauitinga por município estão representadas na Figura 19.

Figura 19 - Ocorrências dos hidrômetros nos municípios que compreendem ao SIAP.



Fonte: Mário Leo, 2019.

Com esses resultados faz-se necessário implantar políticas no sistema de macromedição, setorização, micromedição, correção das irregularidades nos ramais prediais, substituição de hidrômetros que apresentam anomalias funcionais e melhorar o controle operacional do sistema distribuidor.

É relevante a necessidade de mensurar e planejar futuros investimentos com as ações de controle das perdas de água, considerando não só a minimização das perdas reais e aparentes, mas principalmente levando-se em conta a sustentabilidade de um sistema de abastecimento de água do ponto de vista econômico-financeiro, mas principalmente ambiental. Esses pontos podem ser objeto de futuras investigações, de forma que o conhecimento sobre o fenômeno da eficiência no uso da água, possibilitando identificar estratégias mais amplas e eficientes para o enfrentamento dos desafios postos aos prestadores de serviços públicos de abastecimento de água no País.

O índice de 43,95% de ligações suprimidas é bastante preocupante, esta situação demanda recursos contínuos da empresa, pois, as mesmas precisam ser constantemente fiscalizadas para se evitar as religações clandestinas. Quanto ao consumo não tem controle já que a empresa não fatura, não arrecada e além de tudo oferta-se uma grande quantidade de água, pois os consumidores não se preocupam com os desperdícios, já que não pagam nada, causando grandes índices de perda e proporcionam um incentivo ao consumo exacerbado do recurso além do impacto ambiental, fatores econômicos e operacionais desfavoráveis à operadora do sistema, como apresentado no quadro 21.

Quadro 21 - Índices das ligações do SIAP.

MUNICÍPIO	Índices em Relação às Ligações Reais			
	REAIS	CORTADAS	SUPRIMIDAS	ATIVAS
BOQUIM	607	3,46%	43,66%	52,88%
SALGADO	1.449	6,69%	22,22%	71,08%
LAGARTO	31.384	1,19%	22,04%	76,77%
RIACHÃO DO DANTAS	3.587	1,62%	16,53%	81,85%
SIMÃO DIAS	11.073	3,22%	15,98%	80,80%
POÇO VERDE	496	0,20%	43,95%	55,85%
TOTAL	48.596	6,69%	43,95%	52,88%

Fonte: Sistema de Gestão de Saneamento-GSAN-DESO, 2019.

11 CONCLUSÃO

Embora a pesquisa documental forneça diversas estratégias e métodos para a gestão adequada do uso da água, no Brasil, as ações das empresas de saneamento, com exceções, têm se caracterizado como pontuais, descontínuas e isoladas. Com isso, os níveis de perdas de água no sistema têm se mantido altos, evidenciando a necessidade de se identificar os limites ou alternativas mais simples e pontuais e as possibilidades da implementação de programas que visem enfrentar essa problemática.

Com base nessa questão, após a realização da revisão de documental, pôde-se identificar um conjunto de variáveis, organizadas em seis categorias de análise, fatores técnicos, operacionais, administrativos, gerenciais, ambientais e sociais), que se mostraram importantes para o desenvolvimento de ações para a gestão de combate a perdas de água com eficiência. O sucesso de políticas, programas, projetos e ações voltadas para o uso eficiente da água, obrigatoriamente, exigem concepções voltadas para a intersetorialidade e integralidade das ações, e, principalmente, vontade política não só dos dirigentes, do corpo técnico, administrativo e gerencial, mas também da sociedade como um todo.

O presente estudo permitiu concluir que é necessária a implantação de um programa que vise tratar as anomalias na micromedição do Sistema Integrado de Abastecimento do Piauitinga, sendo que as substituições acarretaram aumento no volume micromedido, reduzindo o índice de perdas aparente e, conseqüentemente aumentando o volume faturado. Com esse diagnóstico, possibilitando o conhecimento prévio da situação e a amplitude do problema, possibilitando assim melhores resultados na ação de substituição e padronização da micromedição, fatores que quando não observado comprometem as informações com precisão do que foi distribuído, faturado e do que será arrecadado, além de não ajudar a indicar melhor os trechos onde se encontram os maiores desperdícios.

Considerando as análises feitas neste estudo pode-se afirmar que foram encontrados nos municípios analisados índices no tocante em relação as ligações reais:

Ligações cortadas - encontrou-se índices que variam de 0,20% em um melhor cenário no município de Poço Verde a 6,69% no pior cenário no município de Salgado;

Ligações suprimidas - encontrou-se índices que variam de 15,98% no melhor cenário no município de Simão Dias a 43,95% no pior cenário no município de Poço Verde;

Ligações ativas - encontrou-se índices que variam de 80,80% no melhor cenário no município de Simão Dias a 52,88% no pior cenário no município de Boquim;

12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os índices das 05 (cinco) ocorrências ligadas diretamente à funcionalidade da micromedição que foram encontrados:

Hidrômetro parado - índices que variaram de 31,03% no melhor cenário no município de Boquim a 47,89% no pior cenário no município de Poço Verde; Face a esta situação as informações coletadas nas leituras não revelaram o real consumo, pois quando efetuada a leitura nos hidrômetros parados é considerada a média dos seis últimos meses de consumo, gerando assim dados de consumo totalmente inconsistentes; esta situação as empresas costumam acompanhar por no mínimo 3 (três) ciclos de leituras, pois o hidrômetro pode voltar a operar normalmente cobrando assim uma média dos últimos meses, completando o quarto ciclo o próprio leituristas abre uma ocorrência para sua substituição.

Caso não ocorra a substituição, a empresa fatura, arrecada, em contrapartida oferta-se grande quantidade de água, pois os consumidores não se preocupam com os desperdícios, já que pagam somente um valor fixo gerado pela média de consumo dos últimos 06 (seis) meses, causando grandes índices de perdas e proporcionam um incentivo ao consumo exacerbado do recurso além do impacto ambiental, fatores econômicos e operacionais desfavoráveis à operadora do sistema.

Hidrômetro quebrado - índices que variam de 4,83% no melhor cenário no município de Simão Dias a 18,97% no pior cenário no município de Boquim; Face a esta situação as informações da ocorrência é transmitida imediatamente pelo leituristas e demandada a sua substituição, pois quando efetuada a leitura nos hidrômetros quebrados é considerada a média de consumo, gerando assim dados de consumo totalmente inconsistentes, pois, a empresa fatura, arrecada, em contra partida oferta-se uma grande quantidade de água, pois os consumidores não se preocupam com os desperdícios, já que pagam somente um valor fixo gerado pela média de consumo, causando grandes índices de perdas e proporcionam um incentivo ao consumo exacerbado do recurso além do impacto ambiental, fatores econômicos e operacionais desfavoráveis à operadora do sistema.

Sem hidrômetro - índices que variam de 2,30% no melhor cenário no município de Simão Dias a 25,86% no pior cenário no município de Boquim; Face a esta situação as informações da ocorrência é transmitida imediatamente pelo leituristas e demandada a sua instalação, pois quando efetuada a leitura em situações como essa pode ser considerada a média de consumo ou a tarifa mínima, pode ocorrer por falha de procedimento na implantação da ligação nova, retirado por vandalismo de terceiros ou pelo próprio usuário, gerando assim dados de consumo totalmente inconsistentes, pois, a empresa fatura, arrecada, em contra partida oferta-se uma grande quantidade de água, pois os consumidores não se preocupam com os desperdícios, já que pagam somente um valor fixo gerado pela média de consumo ou tarifa mínima, deve ser considerada a pior ocorrência causando grandes índices de perdas e proporcionam um incentivo ao consumo exacerbado do recurso além do impacto ambiental, fatores econômicos e operacionais desfavoráveis à operadora do sistema.

Suado/Embasado - índices que variam de 0,00% no melhor cenário no município de Boquim a 18,20% no pior cenário no município de Riachão do Dantas; Efetuada a leitura em situações como essa pode ser considerada a média de consumo ou a tarifa mínima, pode ocorrer por falta de proteção adequado do hidrômetro ou falha de procedimento na implantação da ligação nova, exposto a intempéries climáticas surge uma umidade interna, onde pode a qualquer tempo voltar a situação normal, a empresa fatura, arrecada, e ao retornar a situação normal, arrasta a medição, ocasionando um valor acima da média paga pelo usuário, gerando grandes índices de reclamações.

Hidrômetro soterrado - índices que variam de 0,00% no melhor cenário no município de Boquim a 14,08% no pior cenário no município de Poço Verde; Face a esta situação as informações da ocorrência é transmitida imediatamente pelo leituristas e demandada a transferência de local de instalação, quando efetuada a leitura em situações como essa pode ser considerada a média de consumo ou a tarifa mínima, pode ocorrer por uma falha de procedimento na implantação da ligação nova ou danificação da tampa da caixa de proteção acumulando assim resíduos como, entulhos e areia, gerando assim dados de consumo inconsistentes, pois, a empresa fatura, arrecada, em contra partida oferta-se uma grande quantidade de água, pois os consumidores não se preocupam com os desperdícios, já que pagam somente um valor fixo gerado pela média de consumo ou tarifa mínima, deve ser considerada a pior ocorrência causando grandes índices de perdas e proporcionam um

incentivo ao consumo exacerbado do recurso além do impacto ambiental, fatores econômicos e operacionais desfavoráveis à operadora do sistema.

Considerando as 05 (cinco) ocorrências ligadas diretamente à funcionalidade da micromedição foram encontrados os índices apresentados no Quadro 22.

Quadro 22 - Índices de ocorrências dos hidrômetros dos municípios que compreendem ao SIAP.

MUNICÍPIO/POVOADOS	Índice em Relação às Ocorrências Gerais				
	HID. PARADO	HID. QUEBRADO	SEM HID.	HID. SUADO/EMBASADO	HID. SOTERRADO
BOQUIM	31,03%	18,97%	25,86%	0,00%	0,00%
SALGADO	32,68%	13,24%	3,66%	12,39%	1,97%
LAGARTO	44,80%	10,74%	2,40%	11,33%	5,97%
RIACHÃO DO DANTAS	35,12%	10,06%	2,36%	18,20%	5,35%
SIMÃO DIAS	36,99%	4,83%	2,30%	3,38%	5,53%
POÇO VERDE	47,89%	5,63%	4,23%	7,04%	14,08%

Fonte: Sistema de Gestão de Saneamento-GSAN-DESO, 2019.

RERERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 212-Medidores Velocimétricos de Água Potável Fria até 15m³/h.** Rio de Janeiro, 1999.

ALEGRE, Helena, BAPTISTA, J. M., **Indicadores de Desempenho de Sistemas de Distribuição de Água: Uma Questão de Moda ou de Necessidade.** In: Revista da Indústria da Água, nº.25, 1997.

ALEGRE, H.; HIRNER, W.; BAPTISTA, J.M.; PARENA R: **Performance indicators for water supply services.** IWA Manual of Best Practice Series, London: IWA, 2000.

ALMEIDA, Maria da Conceição S. R. Soares, RODRIGUES, Paulo S. B., ABRAÇOS, João Nuno S. L. C., **A detecção sistemática de fugas na rede de distribuição de Lisboa e o projecto sprint.** In: 20º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Rio de Janeiro, 1999.

ARIKAWA, K.C.O. **Perdas reais em sistemas de distribuição de água – Proposta de metodologia para avaliação de perdas reais e definição das ações de controle.** 2005. 196f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Hidráulica) - Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BAGGIO, M.A. **Diagnóstico de perdas de sistemas de abastecimento de água.** Franca, SP: ABES, 2000.

BOMFIM, L. F. C. **Projeto Cadastro da Infraestrutura Hídrica do Nordeste: Estado de Sergipe. Diagnóstico dos Municípios.** Aracaju: CPRM, 2002.

CHEUNG, P.B. et al. **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água.** In: Gonçalves, Ricardo Franci (Coordenador). **Uso racional de água e energia.** Projeto PROSAB Capítulo 2. Rio de Janeiro: ABES, 2009. p. 36-98.

COELHO, S. T. - **Performance assessment in water supply and distribution.** 1996. Tese de Doutorado na Universidade Heriot-Watt de Edimburgo, Reino Unido, janeiro de 1996.

Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO). **Sistema de Gestão de Saneamento (GSAN).** Aracaju, 2019.

Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO). **Sistema de Relatórios Comerciais (SRC).** Aracaju, 2019.

Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO). Gerência Operacional Regional Sul (GOSU). **Manual Técnico da Companhia de Saneamento de Sergipe.** Supervisão Operacional. Lagarto, 2000.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: EMBRAPA, 2006.

FARIA, A. L.; ALEGRE, H., **Paving the way to excellence in water supply systems: a framework for levels-of-service assessment based on consumer satisfaction.** Aqua, vol. 1, fevereiro de 1996.

FERREIRA, L. M. L. SANTOS, M. W. SILVA, M. G. MOREIRA, B. B. **Utilização do MASP, através do ciclo PDCA, para o monitoramento de perdas, Anais. XXX ENEGEP,** 2005.

GARCEZ, L. N. **Elementos de engenharia hidráulica e sanitária.** 2º. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1976. 356 p.

GOMES, A.S.; MORAES, H.T.N. Gerenciamento integrado de perdas de água e uso eficiente de energia elétrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2007. 1 CD-ROM.

GONÇALVES, R. F. **Uso racional de água e energia: Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água.** Rio de Janeiro: ABES, 2009.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 219 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2015.** Rio de Janeiro: IBGE, 2017. 181 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2017.** Rio de Janeiro: IBGE, 2019. 234 p.

KUROKAWA, E. **Sistemática para avaliação de dados e indicadores de perdas em sistemas de distribuição de água.** 2001. 192f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

LAMBERT, A.; BROWN, T.G.; TARIKAWA, M.; WEIMER, D. A review of performance indicators for real losses from water supply systems. **Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA**, v.48, n 6, p. 227-237, 1999.

LAMBERT, A. O.; FRANTOZZI M. **Recent advances in calculating economic intervention frequency for active leakage control and implications for calculation of economic leakage levels.** International Water Association, International Conference on Water Economics, Statistics and Finance, Rethymno, Greece, 8-10, July 2005.

LAMBERT, A.O.; HIRNER, W. Losses from water supply system: standard terminology and recommended performance measure. **The Blue Pages**, Nuremberg, Germany: International Water Association, 2000.

LEÃO, N. F. **A importância da implantação de um projeto de Micromedicação para o desenvolvimento de uma política de gestão, controle e redução de perdas.** In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 24. 2007, Belo Horizonte (MG). Disponível em: < <http://engearteconsultoria.com.br/pdf/importancia.PDF>. Acesso em: 01 out. 2014.

LUVIZOTTO JR, E., SILVA, N. A. S. **Indicadores de gestão para sistemas de abastecimento de água.** In: **Planejamento Projeto e Operação de sistemas de abastecimento de água**, João Pessoa, 2002.

MAGALHÃES, A.S. **Metodologia para diagnóstico e controle de perdas: uma experiência desenvolvida em sistema de abastecimento de água.** 1 ed. Salvador: Embasa, 2001.

MARCKA, E. **Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água.** Documento Técnico de Apoio – DTA A2. Brasília: Ministério das Cidades/SNSA/PNCDA, 2004.

Ministério das Cidades. (2006). **Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Abastecimento das Cidades**, Brasília.

Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira-PROBIO.** Estrutura do PROBIO, 2006.

MIRANDA, E. C. de. **Avaliação de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água – Indicadores de Perdas.** 2002. 215 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

MIRANDA, E.C.; KOIDE, S. **Indicadores de perdas de água: o que, de fato, eles indicam?** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22., 2003, Joinville, SC. Anais...Rio de Janeiro: ABES, 2003. 1CDROM.

MOURA, Eulina M. de, DIAS, Isabelly C. S., SILVA, Jussara S. da, SILVA, Ferdnando C. da, **Abordagem sobre perdas de água em sistemas de abastecimento: breve explanação sobre os tipos e principais causas.** In: IV SEREA - Seminário Hispano-Brasileiro sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água. João Pessoa, 2004.

NEGRISOLLI, R.K. **Análise de dados e indicadores de perdas em sistema de abastecimento de água – Estudo de caso.** 2009. 191f. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos) - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul.

PNCDA (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água). **Guias Práticos: técnicas de operação em sistemas de abastecimento de água.** Brasília: PNCDA, Volume 1 a 5. Ministério das Cidades/SNSA, 2007.

PIECHNICKI, A. S.; KOVALESKI, J. L.; SOUZA, M. V.; PIECHNICKI, F.; BARAN, L. R. Utilização da metodologia de análise e solução de problemas na redução das perdas de água: um estudo de caso na SANEPAR. **Revista de Engenharia e Tecnologia.** V. 3, No. 2, Ago/2011. Disponível em: <<http://www.revistaret.com.br/ojs-2.2.3/index.php/ret/article/viewFile/85/110>>.

ReCESA (Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental) / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Abastecimento de água: gerenciamento de perdas de água e energia elétrica em sistemas de abastecimento, guia do profissional em treinamento: nível 2.** Salvador, 2008. 139p.

ROSSINEUX, N.V.Q.; FERNANDES, C.V.S. Estabelecendo a importância relativa do controle de perdas em redes de distribuição de água – o exemplo de uma rede hipotética. In: SEMINÁRIO HISPANO-BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, IV., 2004, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: SEREA, 2004. 1CD-ROM.

SABESP, **Proposta de metodologia para execução de auditoria de água nos sistemas de distribuição operados pela SABESP**. Relatório preliminar 1-TDGD – 2001.

SANTOS, L. B. M.; WANDER, A. E.; **Serviços de Água e Esgoto disponibilizado por concessionárias regionais no Brasil**. Revista AIDIS. V. 7, No. 1, p.66-77, Abr/2013.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **PLANO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIAUÍ**. Aracaju: SEMARH, 2015.

SILVA, R.T.; CONEJO, J.G.L.; MIRANDA, E.C.; ALVES, R.F.F. **Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água**. Documento Técnico de Apoio DTA A2. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento/Secretaria de Política Urbana, 1998.

SILVA; CONEJO; GONÇALVES. DTA A1-**Apresentação do programa PNCD**. Documentos técnicos de Apoio. Brasília. Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana. 2004.

SNSA-Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Relatório de ações prioritárias**. Brasília-DF, 2012. Não publicado.

SNIS-Serviços de Água e Esgotos. Parte 1-Texto. **Visão Geral de Prestação de Serviços**. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Ministério das Cidades, Brasília, 2005.

SNIS-Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de água e esgoto** - 2011. Brasília, DF, 2013.

SNIS-Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de água e esgoto** - 2015. Brasília, DF, 2017.

SOARES, Alexandre K., REIS, Luisa F. R., **Estudo dos parâmetros do modelo de vazamentos de um setor da rede de distribuição de água de Piracicaba - SP**. In: IV SEREA - Seminário Hispano-Brasileiro sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água. João Pessoa, 2004.

TAIRA, N. M. **Equipamentos de monitoramento e controle de redes**. In: Gomes, Heber Pimentel; Garcia, Rafael Pérez; Rey, Pedro Iglesias (Org.). Abastecimento de Água: o estado da arte e técnicas avançadas. João Pessoa: Editora Universitária-UFPB. 1. ed., v. 1, 2007. p. 85-102.

TARDELLI FILHO, J. **Controle e Redução de Perdas**. Capítulo 10. In: Abastecimento de Água. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004. 458 p.

TARDELLI FILHO, J. **Controle e Redução de Perdas nos Sistemas Públicos de Água**. In: Posicionamento e contribuições técnicas da ABES. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES). Rio de Janeiro, 2016.

THORNTON, J. **Water loss control manual**. New York: McGraw-Hill, 2002.

TSUTIYA, M.T. **Abastecimento de água**. São Paulo: ABES, 2004. 634p.

TSUTIYA, Milton Tomoyouki. **Abastecimento de Água**. 2ª ed. São Paulo, 2005.

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

UN-HABITAT. **Annual report 2010**. United Nations Human Settlements Programme. Nairobi, Kenya, 2011.

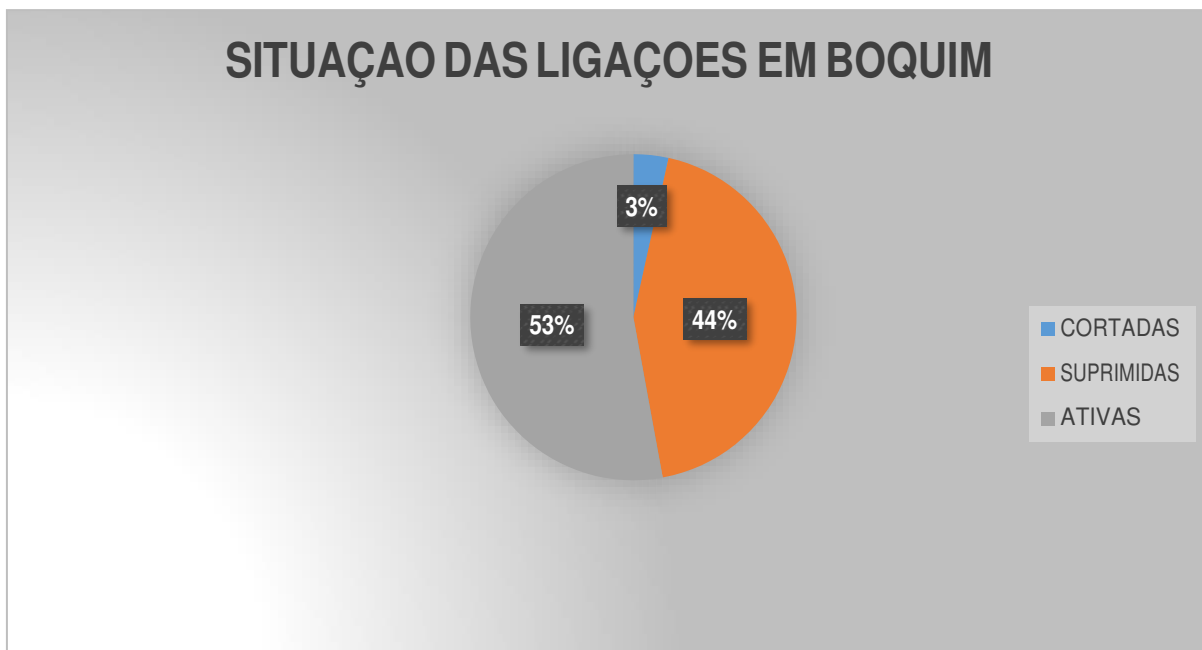
VINCIGUERA, V. **Avaliação de impacto da redução de pressão nas perdas reais em setor de distribuição de água do município de Campo Grande – MS**. 2009. 69f. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos) - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul.

WERDINE, D. **Perdas de água em sistemas de abastecimento**. 2002. 129f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia), Departamento de Pós-graduação em Engenharia da Energia, Universidade de Itajubá, Minas Gerais.

ANEXOS

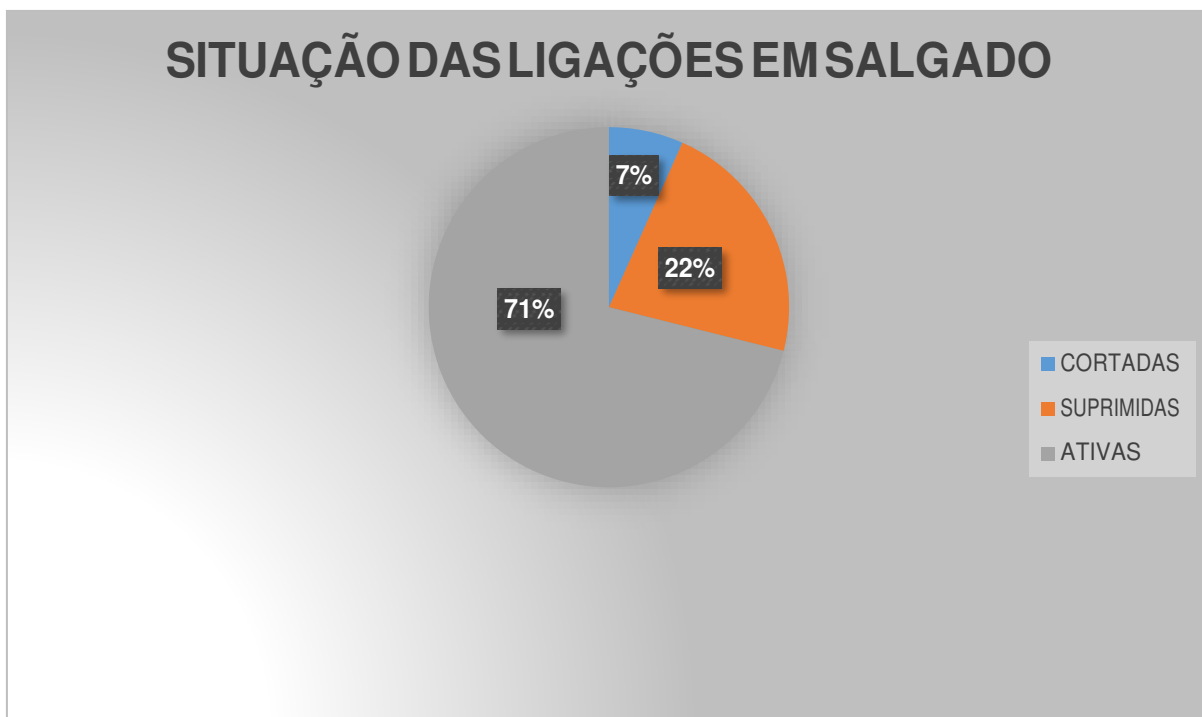
Análise da Situação das Ligações dos Municípios do SIAP

Gráfico 3 - Situação das Ligações no Município de Boquim.



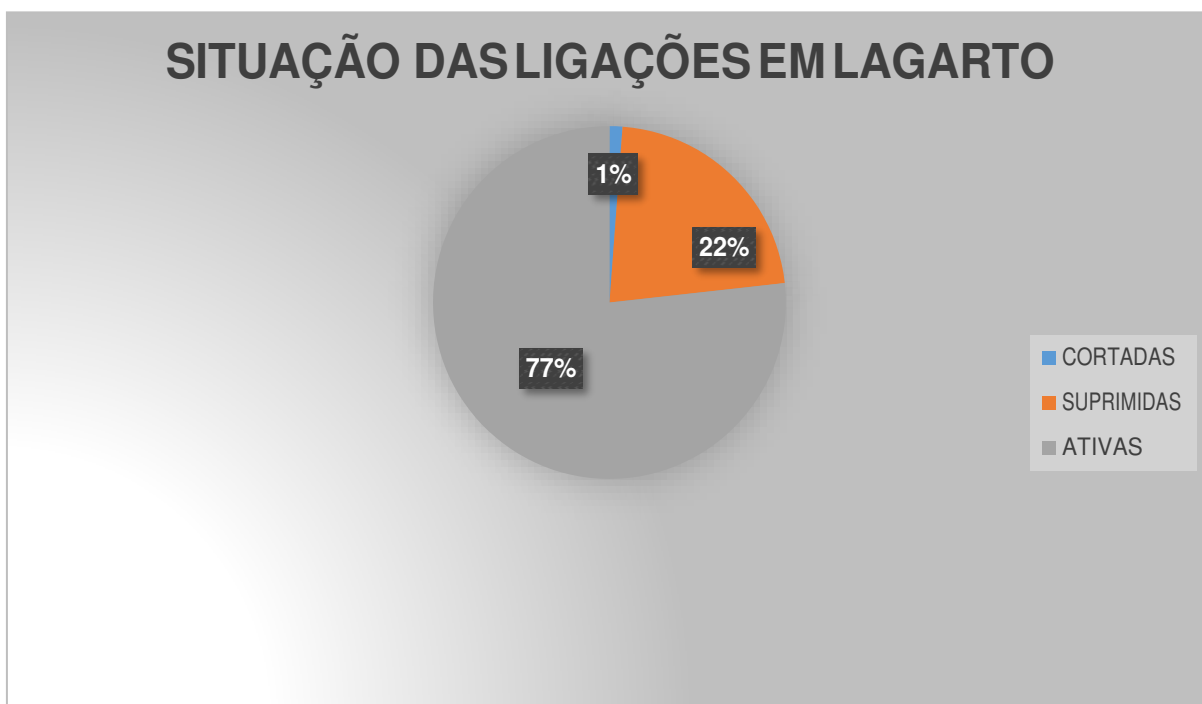
Fonte: Mário Leo, 2019.

Gráfico 4 - Situação das Ligações no Município de Salgado.



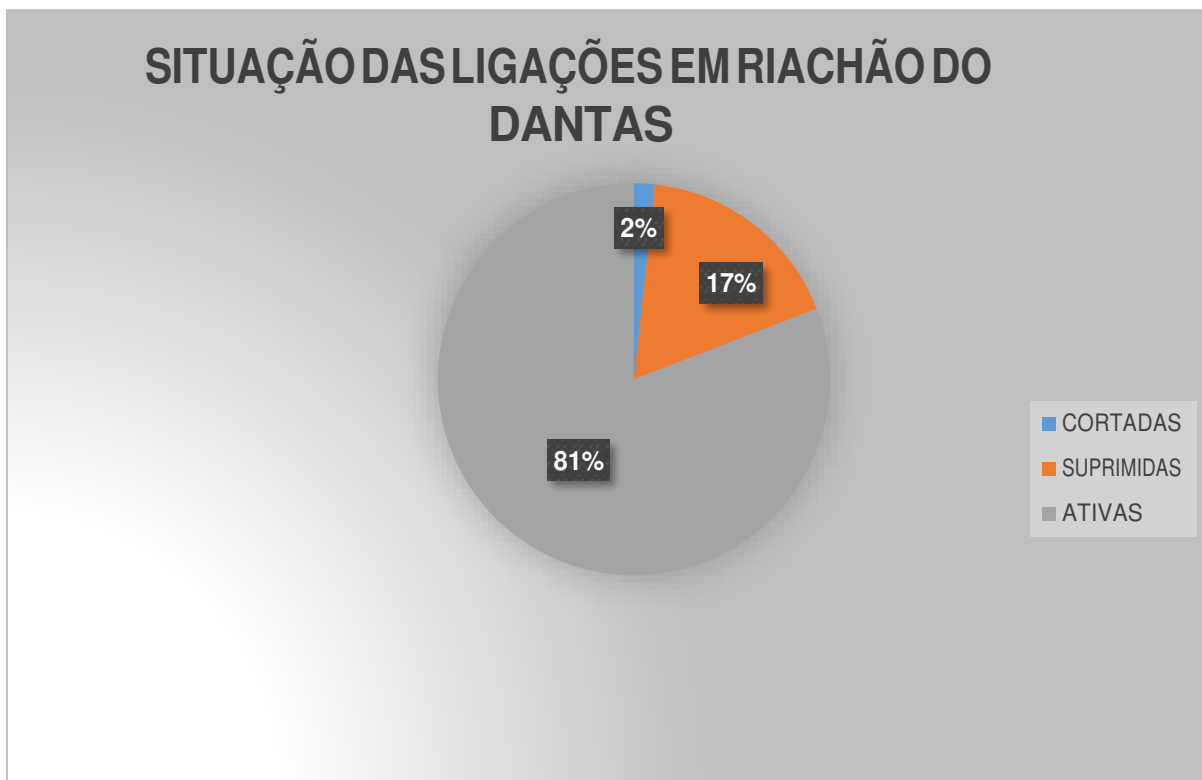
Fonte: Mário Leo, 2019.

Gráfico 5 - Situação das Ligações no Município de Lagarto.



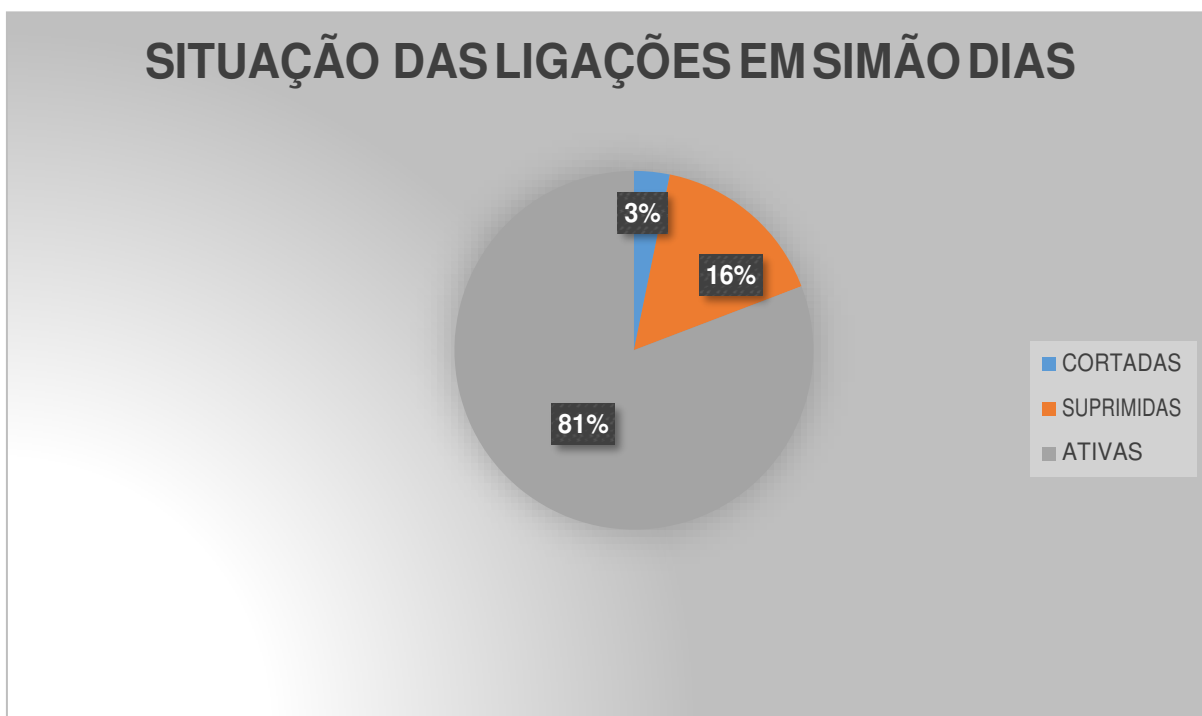
Fonte: Mário Leo, 2019.

Gráfico 6 - Situação das Ligações no Município de Riachão do Dantas.



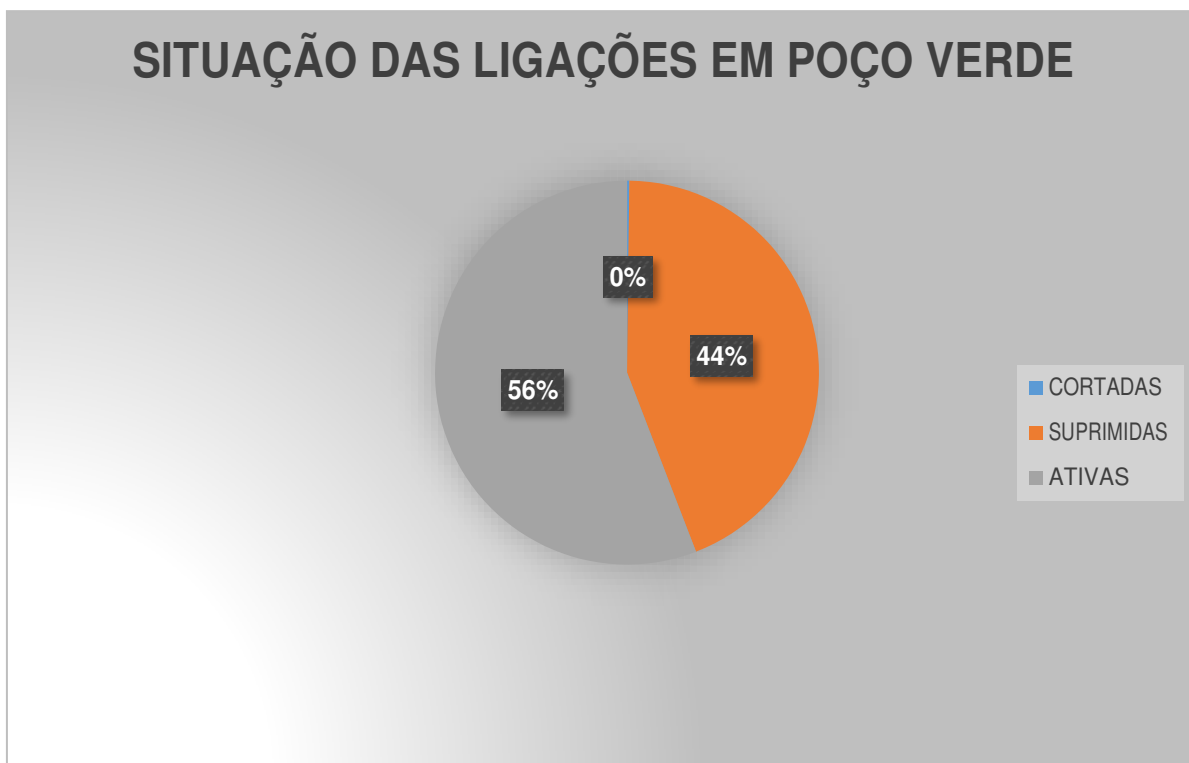
Fonte: Mário Leo, 2019.

Gráfico 7 - Situação das Ligações no Município de Simão Dias.



Fonte: Mário Leo, 2019.

Gráfico 8 - Situação das Ligações no Município de Poço Verde.



Fonte: Mário Leo, 2019.