INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO RIO GRANDE DO NORTE

BRUNO FELIPE MOURA RIBEIRO

DIAGNÓSTICO DAS PERDAS HÍDRICAS EM SISTEMA PRODUTOR INTEGRADO DE ÁGUA

NATAL
2022

BRUNO FELIPE MOURA RIBEIRO

DIAGNÓSTICO DAS PERDAS HÍDRICAS EM SISTEMA PRODUTOR INTEGRADO DE ÁGUA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, na linha de Saneamento Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Calazans Duarte.
Coorientador: Prof. Dr. André Luis Calado Araújo.

NATAL

2022

Ribeiro, Bruno Felipe Moura.
R484d Diagnóstico das perdas hídricas em sistema produtor integrado de água / Bruno Felipe Moura Ribeiro. – 2022.
56 f : il.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Natal, 2022.
Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Calazans Duarte
Coorientador: Prof. Dr. André Luis Calado Araújo.

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Gestão - Recursos hídricos. 3. Controle - Perdas de água. 4. Sistema Produtor Integrado. 5. Sertão Central Cabugi (Rio Grande do Norte). I. Duarte, Marco Antonio Calazans. II. Araújo, André Luis Calado. III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. IV. Título.

CDU 502.131.1

Catalogação na Publicação elaborada pela Bibliotecária Sandra Nery S Bigois – CRB-15/439
Biblioteca Central Sebastião Fernandes (BCSF) – IFRN

BRUNO FELIPE MOURA RIBEIRO

DIAGNÓSTICO DAS PERDAS HÍDRICAS EM SISTEMA PRODUTOR INTEGRADO DE ÁGUA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação de Recursos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, na linha de Saneamento Ambiental.

Dissertação aprovada em 04/03/2022 pela seguinte Banca Examinadora:

Prof. Dr. Marco Antonio Calazans Duarte - Orientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. André Luís Calado Araújo - Coorientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Jean Leite Tavares

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Profa. Dra. Juliana Delgado Tinoco

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

RESUMO

Este estudo tem como objetivo avaliar os índices de perdas hídricas nos trechos de distribuição de água do Sistema Produto Integrado Sertão Central Cabugi, no Estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil, e apresentar recomendações para melhoria do sistema. Os dados operacionais, comerciais e físicos foram coletados a partir da leitura de macromedidores, softwares gerenciais da prestadora de serviço e georreferenciamento da adutora com gps. Os resultados mostraram índice de perdas totais na distribuição na adutora de 39%. Sendo Riachuelo o município com maior índice de perdas na distribuição com 52% no qual foi realizado balanço hídrico e demonstrou que a maior parcela é de perda física. O envelhecido parque de hidrômetros, redes antigas, redes passando por terrenos particulares, falta de medição nas derivações e falta de distritos de medição de controle são os principais fatores para trazer elevados índices de perdas de água.

Palavras-chave: perdas de água; gestão; sistemas de distribuição; adutora. eficiência; avaliação; indicadores de desempenho.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the water loss rates in the water distribution sections of the Integrated Sertão Central Cabugi System, in the State of Rio Grande do Norte, Northeastern Brazil, and to present recommendations for improving the system. The operational, commercial and physical data were collected from the reading of macrometers, the service provider's management software and georeferencing of the water main with gps. The results showed a total loss rate in the distribution in the pipeline of 39%. Riachuelo being the municipality with the highest rate of losses in the distribution with 52% in which water balance was carried out and demonstrated that the largest portion is of physical loss. The aging water meter park, old networks, networks passing through private land, lack of measurement in derivations and lack of control measurement districts are the main factors to bring high rates of water losses.

Keywords: water losses; management; distribution systems; adductor; efficiency; assessment; performance indicators.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 6
2 OBJETIVOS 9
2.1 GERAL 9
2.2 ESPECÍFICOS..... 9
3 REFERENCIAL TEÓRICO 10
3.1 GOVERNANÇA 10
3.2 CONTROLE DE PERDAS DE ÁGUA 10
3.2.1 Perdas Reais 11
3.2.2 Perdas Aparentes 12
3.3 GESTÃO OPERACIONAL E COMERCIAL 13
3.4 PERDAS DE ÁGUA NO BRASIL 14
3.5 BALANÇO HÍDRICO 16
3.5.1 Matriz do Balanço Hídrico – IWA 18
3.5.2 Análise das Variáveis e Indicadores 20
3.5.3 Indicadores de desempenho 21
3.5.4 Índice de Perdas 22
4 METODOLOGIA 24
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA PRODUTOR INTEGRADO 25
4.2 LEVANTAMENTO DOS DADOS 27
4.3 ANÁLISES DOS ÍNDICES DE PERDAS 31
4.4 BALANÇO HÍDRICO 31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 32
5.1 VOLUMES PRODUZIDOS 32
5.2 VOLUMES CONSUMIDOS, FATURADOS E LIGAÇÕES ATIVAS 33
5.3 ÍNDICES DE PERDAS 35
5.4 BALANÇO HÍDRICO 41
5.5 IMPACTO FINANCEIRO 47
5.6 PROGNÓSTICO 49
6 CONCLUSÕES 50
REFERÊNCIAS 52

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de abastecimento de água (SAA) potável são importantes em todo o mundo para a melhoria das condições de qualidade de vida da população, fornecendo água para promover saúde, segurança hídrica, higiene e servir de base para o desenvolvimento econômico. Desde a idade antiga, as sociedades construíram infraestruturas para retirar água adequadamente, com quantidade e seguridade, de fontes disponíveis, tratá-la e distribuir para a população. Todavia, para suprir as necessidades humanas, a gestão da água potável ainda é operada com ineficiências consideráveis em termos de perdas de água e receita financeira (AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, 2009).

No Brasil cerca de 170 milhões de pessoas são atendidas com abastecimento de água, consumindo $10x10^9$ m³/ano, representando um consumo per capita de cerca de 160 l/hab.dia, porém para esse volume consumido são produzidos $16x10^9$ m³/ano, implicando em um índice de perdas de água (aparentes e físicas) em torno de 39,6% que varia dependendo da região do País. Na região Nordeste esse índice ainda é maior, com 45,7% de perdas de água na distribuição; a região só perde para Norte, com 55,2% de perdas. Quando a análise é na conjuntura municipal esses índices ainda são mais altos, chegando a 83,9% de perdas de água na distribuição na cidade de Porto Velho, Rondônia (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, 2020).

No mundo o Brasil está muito distante do índice de perdas dos países desenvolvidos que exibem índices inferiores a 20%. Quando comparado na esfera municipal a média das perdas das cem maiores cidades brasileiras é de 38% enquanto que em cidades como Tóquio (Japão), São Diego (EUA), Amsterdã (Holanda), Copenhague (Dinamarca), Melbourne (Austrália), as perdas situam-se abaixo de 8% (OLIVEIRA *et al*., 2020).

As perdas de água compõem um dos principais itens de ineficiência das operadoras de água. Ao comparar esse serviço com outros setores produtivos, verifica-se que não se perdem parcelas tão consideráveis quanto o setor de abastecimento de água, no processo de transporte e distribuição (ALEGRE, 2005).

Elevados índices de perdas de água acarretam elevados índices de perdas energéticas e de insumos, já que poderiam ser produzidos volumes menores de água para abastecer a mesma demanda populacional e, além disso, resultam em

maior custo na operação e manutenção do sistema.

As perdas são consequências, na maioria dos casos, de ineficientes técnicas no gerenciamento dos mesmos (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, 2020). Nesse sentido,

> É um tema de alta relevância frente a cenários de escassez hídrica e de altos custos de energia elétrica, além da sua relação direta com a saúde financeira dos prestadores de serviços, uma vez que podem representar desperdício de recursos naturais, operacionais e de receita. Dessa forma, os custos decorrentes das perdas devem ser minimizados e estar sujeitos a gerenciamento apropriado, pois são repassados ao consumidor.

A ação mais importante para as prestadoras de serviço passa a ser a redução e controle de perdas nos SAA, representando um aumento em eficácia e eficiência no controle operacional, além da redução das despesas, aumento do faturamento e postergação de novos investimentos. Além disso, representa também uma melhoria da imagem da prestadora diante dos consumidores e da sociedade, dos agentes fiscalizadores e organizações internacionais (MELATO, 2010).

Por outro lado, a gestão integral dos recursos hídricos nunca é exclusiva da operadora de água, mas sim de toda a sociedade (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHEIRA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2015). Existe o aspecto relacionado com a dimensão social das perdas de água, o qual destaca-se o papel que o cidadão comum pode desempenhar como agente ativo desse processo. Se devidamente informados e motivado a participar, pode prestar auxílio de grande valia na localização de fugas visíveis e no uso racional da água no ambiente doméstico (ALEGRE, 2005).

Os consumidores devem ter sua relevância evidenciada cada vez mais, em particular por meio de órgãos de comunicação social e das organizações não governamentais ligadas aos direitos do consumidor e à defesa do ambiente. Nesse sentido, as entidades gestoras irão demonstrar publicamente compromissos para atingir níveis de qualidade de serviço tão elevados quanto lhes é possível e desta forma o cidadão irá se tornar cada vez mais participativo na gestão das perdas (ALEGRE, 2005).

A gestão eficaz da água se torna cada vez mais necessária para a subsistência futura da sociedade. A variação dos índices pluviométricos tem justificado a diminuição das reservas hídricas de algumas regiões do Brasil,

principalmente nas regiões semiáridas como o Nordeste, onde as condições climáticas são caracterizadas por altas taxas de evaporação dos mananciais.

Neste contexto, o diagnóstico dos índices de perdas hídricas em SAA e, particularmente, em sistemas produtores integrados se torna cada vez mais necessário para uma atuação eficiente no combate às perdas hídricas.

O presente trabalho foi desenvolvido no Sistema Produtor Integrado (SPI) Sertão Central Cabugi da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) que apresenta índices de perdas na distribuição de 51,1%, acima da média nacional de outros prestadores de serviços, segundo dados do SNIS (2018).

A escolha do SPI Sertão Central Cabugi se deu pelas crescentes melhorias realizadas no sistema possibilitando a viabilização de estudos para ampliação do mesmo, afim de atender a mais uma cidade. Ademais, o mesmo está entre os dez maiores em funcionamento no estado do Rio Grande do Norte.

Esta pesquisa pretende avaliar os índices de perdas hídricas nos trechos de distribuição de água do SPI Sertão Central Cabugi e apresentar recomendações para melhoria do sistema, além de desenvolver um mapa temático relativo ao sistema produtor para a gestão e combate às perdas de água.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Diagnosticar as perdas hídricas no sistema produtor integrado de água Sertão Central Cabugi.

2.2 ESPECÍFICOS

1) Georreferenciar as unidades constituintes do sistema de abastecimento;
2) Estratificar e quantificar os volumes de água perdidos nos trechos de adução;
3) Determinar o impacto financeiro decorrente das perdas;
4) Elaborar mapa temático do sistema relativo as perdas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 GOVERNANÇA

A água é reconhecida por ser um recurso escasso, limitado e vulnerável pela sociedade. O crescimento da população, aumentando a demanda, com a poluição dos mananciais associado aos efeitos das mudanças climáticas relevam o debate sobre a vulnerabilidade e a natureza finita dos corpos hídricos (BEZERRA, 2019).

A proteção de sua integralidade significa não apenas cuidar dos aspectos quantitativos e qualitativos que garantem sua função no meio ambiente, mas, também, disciplinar seu uso, segundo regras que permitam uma partição adequada da água entre os diferentes setores, sempre observando os limites de sua utilização (MOURA, 2016).

A constituição brasileira estabelece que a dominialidade e o gerenciamento das águas envolve, além da esfera federal, os estados federados, em que diferentes instituições devem fazer a gestão dos recursos hídricos de forma integrada (Moura, 2016). Ademais, conforme Lei 14.026/2016, exercem a titularidade dos serviços públicos de saneamento básico: os municípios e o Distrito Federal, no caso de interesse local; o estado, em conjunto com os municípios, no caso de interesse comum; e também por gestão associada. Por fim, cabe a ANA (Agência Nacional das Águas) o estabelecimento de normas de referência sobre as metas que deverão ser alcançadas pelos titulares dos serviços e estes deverão incluir, sob pena de nulidade, nos contratos de prestação de serviço.

O Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) definiu como meta de perdas de água até 2033, para as regiões norte e nordeste, níveis entre 29 e 33% nas macrorregiões e 31% no país (BRASIL, 2019). Desse modo, exige que os prestadores de serviço possuam cada vez mais um aumento na eficácia e eficiência de sua prestação de forma a atingir as metas estabelecidas dos seus contratos, implicando diretamente na melhoria da qualidade de vida da sociedade.

3.2 CONTROLE DE PERDAS DE ÁGUA

O conceito de perda hídrica relaciona o volume de água que foi produzida e se perdeu no SAA, não chegando ao uso final pelos consumidores. Essa noção, no

entanto, trata a perda como algo físico, um volume de água perdido em um vazamento, por exemplo. Efetivamente tem-se aqui um caso concreto de um produto industrializado que se perde no transporte até o consumidor (TSUTIYA, 2006).

A ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHEIRA SANITÁRIA E AMBIENTAL (2015) conceitua que a perda corresponde à diferença entre o volume de água produzido nas estações de tratamento de água (ETA) ou entregue nos reservatórios setoriais e os consumos autorizados (volume de água autorizado pelo prestador de serviço) na adução ou distribuição, representando a soma da Perda Real (volume de água perdido devido a vazamentos) com a Perda Aparente (volume de água perdido decorrentes de erros de medição).

O conceito de perdas, todavia, é mais amplo, sob a perspectiva empresarial: ao entregar um certo volume do produto, e, por algum motivo, este não for faturado, tem-se um volume do produto onde foram incorporados todos os custos intrínsecos de produção industrial e transporte, mas que não está sendo contabilizado como receita e isso é perda também, só que de conotação diferente do caso anterior, relacionado ao aspecto comercial e financeiro do serviço prestado (TSUTIYA, 2006).

Segundo Tsutiya (2006), podem ser identificados dois tipos de perdas de água em SAA: a Perda física, corresponde ao volume de água produzido que não chega ao consumidor final, devido à ocorrência de vazamento nas adutoras, redes de distribuição e reservatórios, bem como de extravasamentos em reservatórios setoriais. De acordo com a nova nomenclatura definida pela International Water Association (IWA), esse tipo de perda denomina-se Perda Real; e a Perda não física, corresponde ao volume de água consumido, mas não contabilizado, decorrente de erros de medição nos hidrômetros e demais tipos de medidores, fraudes, ligações clandestinas e falhas no cadastro comercial. Nesse caso, a água é efetivamente consumida, mas não é faturada. De acordo com a IWA, denomina-se Perda Aparente, porém, há outra denominação frequentemente utilizada, que é Perda Comercial.

3.2.1 Perdas Reais

As perdas reais ocorrem em praticamente todo o SAA. Não é possível sua eliminação total e mesmo em uma rede de distribuição de água recém instalada pode ocorrer um volume mínimo de perdas reais (volume de perdas reais

inevitáveis). No entanto, o volume perdido de água depende das características gerais da rede de distribuição e da política de gestão de vazamentos empregada pela prestadora do serviço de abastecimento de água (THORNTON; STURM; KUNKEL, 2008).

Segundo Tsutiya (2006), os vazamentos aparecem em diversas partes do SAA, especialmente nas tubulações das ETA, nas tubulações das linhas de adução, da rede de distribuição e seus acessórios (juntas, registros, ventosas), nos ramais prediais e cavaletes, nas estruturas dos reservatórios setoriais e nos equipamentos das estações elevatórias.

A parcela das perdas totais de um SAA de identificação mais trabalhosa, e consequentemente mais onerosa, corresponde às perdas físicas, pois depende de atividades de campo e de escritório mais complexas do que aquelas relativas às perdas não físicas, além de estas últimas conduzirem a ações com menor investimento e retorno financeiro, via de regra, em prazos mais curtos (CONEJO, 1999).

Em termos técnicos, o controle de perdas reais é mais complexo que o das perdas aparentes: no caso das perdas aparentes, a estratégia é essencialmente a análise do balanço custo-benefício entre o investimento necessário para reduzir as perdas e os benefícios financeiros daí decorrentes (ALEGRE, 2005).

Para cada sistema de distribuição, em função dos materiais existentes, das características construtivas e locais, bem como das condições operacionais desse sistema, existe uma taxa natural de ocorrência de vazamentos, que determinará o nível de atenção e gestão dos serviços de reparo e busca dos vazamentos não visíveis. Elevadas taxas de surgimento, mesmo quando esgotadas todas as alternativas operacionais de intervenção (redução de pressão, por exemplo), podem definir como melhor solução a troca de tubulações da rede e dos ramais em um trecho do setor de abastecimento (TSUTIYA, 2006).

A intervenção necessária para controlar as perdas reais tem como componente principal a medição zoneada, através de distritos de medição, que seguem duas vias paralelas e complementares. A primeira é a gestão de pressões e a segunda é a localização e identificação de vazamentos para efetuar as reparações (ALEGRE, 2005).

3.2.2 Perdas Aparentes

As perdas aparentes de água incluem erros de medição, consumo não autorizado, erros de aquisição de dados e erros na estimativa do consumo não medido (VERMERSCH *et al*, 2016).

Em comparação às perdas reais, as perdas aparentes têm maior efeito negativo na geração de receitas, uma vez que afetam diretamente o faturamento (AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, 2009). Um fator importante em relação às perdas aparentes é que subestimar o volume resultará em superestimar as perdas reais na auditoria hídrica, prejudicando o correto planejamento do controle de perdas de água, focando-se em ações na área operacional (detecção e reparos de vazamentos, por exemplo) enquanto essas ações deveriam estar focadas na área comercial.

As perdas aparentes muitas vezes são influenciadas por fatores sociais, culturais, políticos e financeiros nas áreas de ocorrência. Além disso, devem ser consideradas de grande relevância no que se refere à problemática das perdas, podendo em alguns casos representar até mais da metade do total de volumes não contabilizados. Apesar de as medidas corretivas serem em sua maioria de caráter não estrutural, a grande dificuldade para controle e redução das perdas aparentes encontra-se em sua gestão, como por exemplo a falta de medição em determinadas áreas, utilização de medidores antigos, a falta de programas de gestão do parque de hidrômetros, fatores econômicos locais impedindo a utilização de tarifas mais onerosas e consequentemente inviabilizando investimento em novos hidrômetros.

A identificação e avaliação das perdas aparentes dependem de uma detalhada análise da sistemática de gestão comercial, além de pesquisas de campo em amostras selecionadas de consumidores típicos e de identificação de fraudes e ligações clandestinas, abrangendo, em linhas gerais, atualização do cadastro comercial, gestão de grandes consumidores, pesquisa de consumidores típicos, política de controle de cortes, supressões e ligações inativas, diagnóstico da gestão do parque de hidrômetros, pesquisa de fraudes, controle de áreas invadidas e de difícil acesso, além de consumos públicos e de prédios próprios.

3.3 GESTÃO OPERACIONAL E COMERCIAL

A redução significativa das perdas de água requer forte empenho da administração e dos setores operacionais. Iniciativas isoladas, de um indivíduo ou de um setor isolado, estão condenadas ao insucesso. É fundamental ter uma estratégia global, estabelecendo ciclos periódicos de atuação que passa da correta avaliação do problema, definição dos objetivos, estabelecimento e implementação global de atuação e pela avaliação dos resultados obtidos (ALEGRE, 2005).

Tsutiya (2006) relata que grande parte das perdas é causada por operação e manutenção deficientes das tubulações e inadequada gestão comercial.

O cadastro comercial representa o registro sistematizado dos consumidores, envolvendo os dados de localização da ligação, tipo de uso (residencial, comercial, industrial, etc.) e demais informações que permitem sua correta caracterização para apuração do consumo, aplicação da política tarifária e faturamento. As vezes acontece uma ligação de água ser ativada, mas o cadastramento demora meses a ser feito no sistema comercial. Assim, essa ligação não terá o seu consumo apurado nesse período, constituindo uma perda de faturamento.

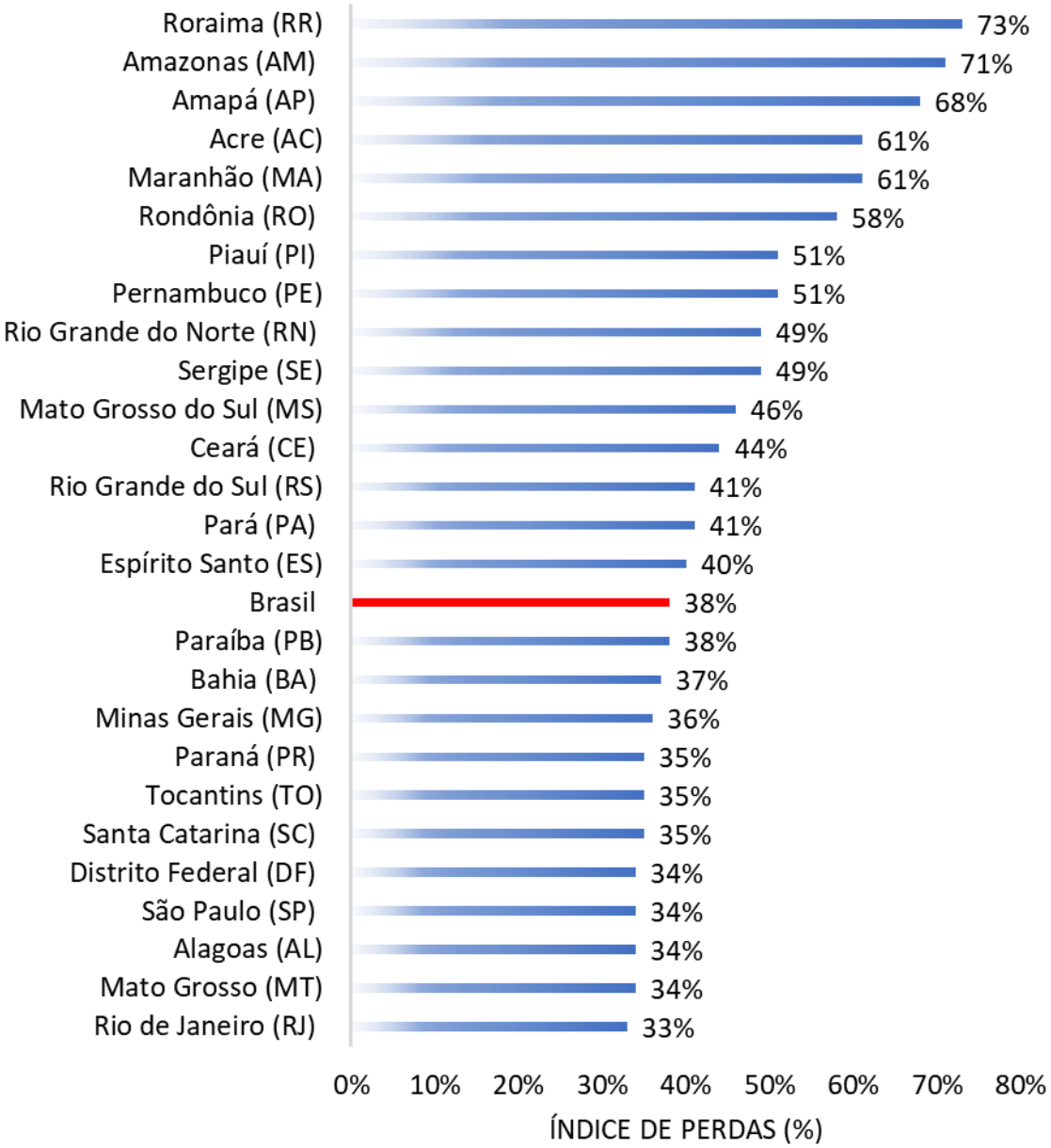
Uma situação muito comum é o caso das ligações inativas, que foram suprimidas do cadastro comercial por demolição do imóvel ou por solicitação do cliente, mas que se tornaram ativas novamente, por ação do cliente, sem que a prestadora de serviço tenha sido notificada.

Outros tipos de ligações clandestinas são as executadas na rede de distribuição, tais como tomada de água feita no próprio ramal predial antes do hidrômetro ou tomada de água feita diretamente na rede de distribuição. Essas podem ser feitas de forma grosseira, facilitando os trabalhos de identificação, ou de tal modo que fica difícil ser detectada, exigindo análises de consumo detalhadas ou pesquisas em campo para descobrir o fato (TSUTIYA, 2006).

3.4 PERDAS DE ÁGUA NO BRASIL

No Brasil, as perdas de água são muito elevadas e têm se mantido em níveis próximos a 40% nos últimos doze anos, ainda que seja possível notar uma leve tendência de queda nos últimos anos (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, 2019). O Gráfico 1 mostra a média dos índices de perdas na distribuição das Capitais brasileiras em 2019.

Gráfico 1 – Índice de perdas na distribuição nos Estados do Brasil em 2020

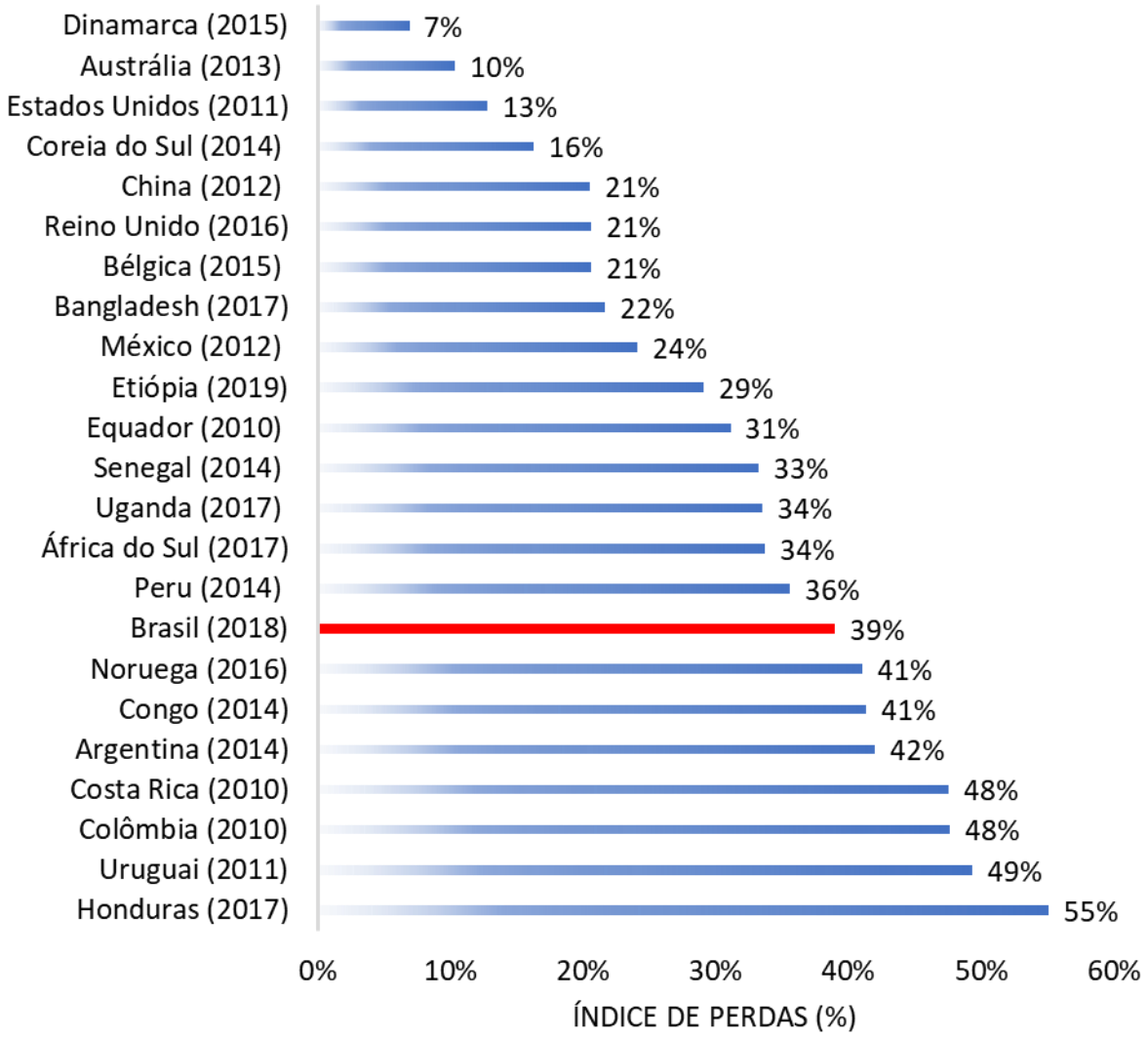


Fonte: Trata Brasil (2020).

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), o índice de perdas (IP) de água no Brasil foi de 39,6% (Ministério das Cidades, 2019). No ranking mundial, o Brasil está abaixo de países como Peru (35,6%), Etiópia

(29,1%), México (24,1%), China (20,5%), Portugal (18,4%). Já entre os com menor IP estão Estados Unidos (12,8%), Austrália (10,3%), Japão (8%) e Dinamarca (6,9%). O Gráfico 2 mostra a média dos índices de perdas na distribuição de alguns países no mundo.

Gráfico 2 – Índice de perdas em diversos países do mundo



Fonte: Trata Brasil (2020).

3.5 BALANÇO HÍDRICO

A análise do desempenho de perdas de um sistema de distribuição de água é feita através de vários indicadores e índices operacionais; a utilização dos dados leva a enxergar individualmente e/ou comparativamente um comportamento, uma

tendência ou um sistema sob diversos aspectos a fim de classificar o elemento estudado dentro de uma faixa de possibilidades.

Existem basicamente dois métodos para quantificação das perdas, o Top-down (cima para baixo) que corresponde ao balanço hídrico e o Bottom-up (baixo para cima) conhecido como avaliação da vazão mínima noturna.

O método do Balanço Hídrico consiste basicamente em avaliar o que entra no sistema menos o volume de água consumido. Nesse método se estimam as perdas aparentes e, pela diferença, calculam-se as perdas reais. As vantagens do método do Balanço Hídrico estão na facilidade de utilização, possibilidade de aplicação em sistemas maiores com tamanhos variados ou partes do sistema e custos reduzidos. Porém, possui a desvantagem da forte dependência das estimativas da perda aparente e consequentemente exibe baixa precisão nos resultados (MELATO, 2010).

O método da vazão mínima noturna consiste em medir em campo as vazões ao longo do dia, aplicando estimativas de consumo noturno e correções de pressão para avaliar as perdas reais, e por diferença, as perdas aparentes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHEIRA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2015). As vantagens desse método estão em uma maior confiabilidade nos dados, maior representatividade das perdas físicas e conhecimento das condições inerentes a cada SAA. Entretanto, não é vantajoso para grandes áreas, pois a extrapolação pode induzir a erros e, além disso, envolve maior custo com equipes e equipamentos (MELATO, 2010).

A International Water Association (IWA) desenvolveu o Balanço Hídrico e o adotou como um método de boas práticas e o comitê de controle de perdas de água da IWA recomenda que esse método seja utilizado para realizar a auditoria, razão pela qual este foi adotado no presente trabalho. O processo ocorre em três níveis para quantificar consumos e volumes de perdas reais e aparentes, cada um adicionando um refinamento crescente.

O nível 1 é a abordagem que se destaca por ser o processo inicial da área que será trabalhada, coletando informações dos macromedidores, procedimentos, dados e outros sistemas de informação e utiliza-se do balanço hídrico para chegar ao índice de perdas reais e aparentes.

O nível 2 é a análise de componentes que é uma técnica que modela volumes de vazamentos com base na natureza das ocorrências e durações de vazamentos.

O nível 3 é a etapa que valida os resultados do nível 1 com o campo real de medições a partir de distritos de medição de água (até 3000 ligações) com base nas medições noturnas.

Os critérios de tamanho utilizados para pôr em prática as abordagens descritas, segundo Lambert; Taylor (2010) estão descritos no Quadro 1.

Em um SPI, caracterizado por grandes extensões de rede e elevado número de imóveis, é mais indicado a utilização metodológica do balanço hídrico anual recomendado pela IWA.

Quadro 1 - Abordagens práticas para avaliar perdas hídricas em SAA

Sistema	**Número de Imóveis**	**Imóveis Medidos?**	**Métodos Recomendados**
Amplo	> 10000	Sim	Balanço hídrico anual com limites de confiança
		Não	Balanço hídrico anual com limites de confiança e monitoramento da zona de consumo noturno ou consumo residencial
Médio	2500 a 10000	Sim	Balanço hídrico anual com limites de confiança
		Não	Medições de fluxo noturno da zona para verificar o equilíbrio da água
Pequeno	< 2500	Sim	Fluxos noturnos na zona ou balanço hídrico anual
		Não	Medições de fluxo noturno da zona

Fonte: Lambert; Taylor (2010).

3.5.1 Matriz do Balanço Hídrico

A matriz do Balanço Hídrico foi a metodologia inicial para uma análise mais criteriosa das perdas de águas em todo o mundo, pois é objetiva, clara e fácil de ser compreendida, conforme Quadro 2 (ALEGRE, 2005).

Quadro 2 – Balanço Hídrico da IWA

<table>
<tr><td rowspan="4">VOLUME PRODUZIDO OU DISPONIBILIZADO</td><td rowspan="2">CONSUMO AUTORIZADO</td><td>Consumos Autorizados Faturados</td><td>Consumos medidos faturados
Consumos não medidos faturados</td><td>ÁGUAS FATURADAS</td></tr>
<tr><td>Consumos Autorizados Não Faturados</td><td>Consumos medidos não faturados
Consumos não medidos não faturados</td><td rowspan="3">ÁGUAS NÃO FATURADAS</td></tr>
<tr><td rowspan="2">PERDAS</td><td>Perdas Aparentes (Comerciais)</td><td>Consumos não autorizados
Falhas no sistema comercial
Submedição dos hidrômetros</td></tr>
<tr><td>Perdas Reais (Físicas)</td><td>Vazamentos nas adutoras e redes de distribuição
Vazamentos nos ramais prediais
Vazamentos e extravasamentos nos reservatórios setoriais e aquedutos</td></tr>
</table>

Fonte: AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (2009).

Seguindo o padrão do balanço hídrico proposto pela IWA, Alegre (2005) propôs nove passos para calcular a água não faturada e as perdas de água apresentados no Quadro 3. Além disso, recomenda que o balanço hídrico seja calculado para um período de 12 meses, de modo a minimizar os erros.

Quadro 3 - Metodologia para cálculo do Balanço Hídrico

Passo	Descrição
01	Definir os limites exatos do sistema a ser analisado, definindo as datas de referência.
02	Determinar o volume de água de entrada no sistema.
03	Determinar o consumo faturado medido e o consumo faturado não medido; introduzir o total destes como consumo autorizado faturado e como água faturada.
04	Definir o consumo não faturado medido e o consumo não faturado não medido; registrar o total em consumo autorizado não faturado.
05	Somar os volumes correspondentes ao consumo autorizado faturado e ao consumo autorizado não faturado; introduzir o resultado como consumo autorizado.
06	Calcular as perdas de água como a diferença entre a água de entrada no sistema e o consumo autorizado.
07	Avaliar, usando os melhores métodos disponíveis, as parcelas de uso não autorizado e dos erros de medição, soma-las e registrar o resultado em perdas aparentes.
08	Calculas as perdas reais subtraindo as perdas aparentes às perdas de água.
09	Avaliar as parcelas das perdas reais usando os melhores métodos disponíveis, soma-las e comparar o resultado das perdas reais.

Fonte: Alegre (2005).

3.5.2 Análise das Variáveis e Indicadores

Todos os dados associados aos cálculos de balanço hídrico e indicadores de desempenho incluem erros e incertezas. A confiabilidade dos dados tende a ser maior quando toda a água distribuída é medida por equipamentos de medição bem dimensionados, adequadamente seguros e calibrados (ALEGRE, 2005).

> Dados de números de ligações e extensão de redes de água são, naturalmente, mais fáceis de serem obtidos com boa precisão; por sua vez, volumes perdidos por fraudes são, pela sua própria natureza, praticamente impossíveis de serem definidos, requerendo estimativas (com alto nível de precisão) para a sua valoração em um balanço hídrico. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHEIRA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2015, p. 58).

Para cada componente medido e estimado do balanço hídrico, é possível definir bandas de exatidão dentro do qual o valor real tem o Limite de Confiança de 95%, conforme Tabela 1 com imprecisões utilizadas na infraestrutura de abastecimento público de água (GESELLSCHAFT, 2010). Os aspectos estatísticos mais importantes são a média, a variância, o desvio padrão e o limite de confiança de 95% (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHEIRA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2015).

Tabela 1 – Bandas de Exatidão para o Balanço Hídrico

Origem dos Dados	**Descrição**	**Bandas de Exatidão**
Volumes Medidos	Água que entra no sistema, consumos medidos, exportação medida	+- 0,1 a 2,0%
Volumes Estimados	Consumo não medido, perdas aparentes	+- 5 a 50%
Volumes Derivados	Água não faturada, perdas reais	Depende da exatidão dos dados de entrada medidos e estimados

Fonte: GESELLSCHAFT (2010).

3.5.3 Indicadores de desempenho

Desde o início dos anos 80, reconheceu-se que índices percentuais são inadequados para avaliar a eficiência operacional do gerenciamento de perdas reais (vazamentos e extravasamentos) nos SAA. Isso ocorre porque os índices percentuais calculados são fortemente influenciados pelo consumo de água em cada sistema individual e pela variação de seu consumo (LAMBERT, 2010). Por exemplo, quando o consumo aumenta, a tendência é de elevação das perdas aparentes e diminuir as perdas reais, sem ao menos ter feito realmente um trabalho de controle de vazamentos, apenas porque aumentou o consumo dos imóveis, ou seja, em índices percentuais a realidade fica disfarçada, ao contrário da representação em volume.

A IWA recomenda para análise do desempenho, o indicador por ramal, em redes que tenham um mínimo de 20 ramais por km, ou seja, não indicado para

sistemas rurais e o indicador de perdas expresso em termos de comprimento de tubo (ALEGRE, 2005).

PR = [(VA)/(SP * R * 365)]; sendo:

PR = Perdas reais (l/ramal/dia)

VA = Volume anual de perdas reais – m³/ano X 1000

SP = % ano sistema pressurizado

R = número de ramais

PR = [(VA)/(SP * C * 365)]; sendo:

PR = Perdas reais (l/km tubo/dia)

VA = Volume anual de perdas reais – m³/ano X 1000

SP = % ano sistema pressurizado

C = Comprimento dos tubos (m)

3.5.4 Índice de Perdas

O SNIS utiliza indicadores genéricos que permitem obter uma visão generalizada das perdas. Dentre os vários índices de perdas utilizados, alguns simplificam o modo de entender os problemas, os principais são o Índice de Perdas na Distribuição (IPD), Índice de Perdas no Faturamento (IPF) e Índice de Perdas por Ligação (IPPL).

O Índice de Perdas na Distribuição (IPD) avalia em termos percentuais do volume de água produzido quanto é efetivamente consumido no sistema de abastecimento e é calculado da seguinte forma:

IPD (%) = [(VP – VU) / VP] * 100; sendo:

VP = Volume de água Produzido medido nas saídas das EB's ou na chegada dos reservatórios.

VU = Volume de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micromedido real mais o volume micromedido estimado mais o volume estimado das ligações sem hidrômetro.

O Índice de Perdas no Faturamento (IPF) é um balanço econômico que baliza as perdas pelo seu potencial retorno em capital e é calculado da seguinte forma:

IPF (%) = [(VP – VF) / VP] * 100; sendo:

VP = Volume de água Produzido medido nas saídas das EB's ou na chegada dos reservatórios.

VF = Volume de água debitado ao total de economias (medidas e não medidas), para fins de faturamento.

O Índice de Perdas por Ligação (IPPL) é a comparação entre as perdas e a quantidade de ligações ativas e é calcula da seguinte forma:

IPPL (l/lig/dia) = [(VP – VU) / L] * [1000/30]; sendo:

VP (m^3/mês) = Volume de água Produzido medido nas saídas das EB's ou na chegada dos reservatórios.

VU (m^3/mês) = Volume de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micromedido real mais o volume micromedido estimado mais o volume estimado das ligações sem hidrômetro.

L = Quantidade de ligações ativas

O Consumo per capita é um valor correspondente a quantidade de água média em litros consumida por habitante por dia e é calculado da seguinte forma:

Consumo Per Capita (l/hab/dia) = PA/VU; sendo:

PA = População atendida com abastecimento de água compreendendo o produto da quantidade de economias residenciais ativas de água pela taxa média de habitantes por município, segundo dados do IBGE.

VU = Volume de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micromedido real mais o volume micromedido estimado mais o volume estimado das ligações sem hidrômetro.

4 METODOLOGIA

O presente estudo avaliou as perdas hídricas no SPI Sertão Central Cabugi (SCC) que abastece os municípios de Angicos, Fernando Pedroza, Pedro Avelino, Lajes, Pedra Preta, Caiçara do Rio dos Ventos, Jardim de Angicos, Riachuelo e diversas comunidades rurais, no período de julho/2018 a maio/2020.

A principal motivação para a escolha do SPI SCC se deu pelas crescentes melhorias realizadas no sistema possibilitando a viabilização de estudos para ampliação do mesmo, afim de atender a mais uma cidade (Santa Maria, RN). Ademais, o mesmo está entre os dez maiores em funcionamento no Rio Grande do Norte, teve seu início de operação em setembro de 1997, atualmente, tem uma produção diária média de 8310 m³, abastecendo uma população de aproximadamente 49.643 habitantes, totalizando um consumo per capita de 167 l/hab.dia.

Tabela 2 – Municípios atendidos pelo SPI Sertão Central Cabugi e Vazão estimada para o ano de 2019

Município	**População (IBGE 2019)**	**Vazão[1] (m³/h)**
Angicos	11.714	73,21
Fernando Pedroza	3.054	19,09
Pedro Avelino	6.716	41,98
Lajes	11.277	70,48
Pedra Preta	2.458	15,36
Caiçara do Rio dos Ventos	3.684	23,03
Jardim de Angicos	2.612	16,33
Riachuelo	8.128	50,80
Total	49.643	310,27

1 - Adotando Consumo Per capita de 150 l/hab.dia
Fonte: Elaboração própria (2020).

Trata-se de uma pesquisa de forma aplicada, quali-quantitativa, composta de coleta e análise de dados da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) através de seus sistemas gerenciais Pentaho, GSAN, SacadaBR e

Siscope; caracterização do sistema, mapeamento, quantificação de todos os pontos críticos de perdas de água, medições, balanço hídrico e análise de dados.

Os sistemas gerenciais da CAERN proporcionaram uma visão global do SPI SCC. O Pentaho é um software de código aberto utilizado para gerar relatórios gerenciais baseados nas informações do GSAN que, por sua vez, é um sistema integrado de gestão de serviços de saneamento. No GSAN são obtidos os dados de entrada como cadastro do cliente, consumo, emissão de contas, emissão de ordens de serviços de corte, ligação, dentre outras funções das quais com o Pentaho é possível agrupar e organizar melhor os dados comerciais. O ScadaBR e Siscope são softwares operacionais que permitem a obtenção de dados por telemetria de diversas variáveis de um sistema adutor de água, como vazão de produção, corrente dos conjuntos moto-bombas das estações elevatórias, horímetros, pressões, dentre outras variáveis operacionais.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA PRODUTOR INTEGRADO

O SPI SCC teve seu início de operação em setembro de 1997, é responsável pelo abastecimento de 8 municípios e 25 comunidades rurais. Com aproximadamente 204,9 quilômetros de extensão de adutoras, população estimada em 49.643 habitantes (IBGE, 2019) e 15.693 ligações cadastradas (2020), fica localizado na região do Sertão Central do Rio Grande do Norte.

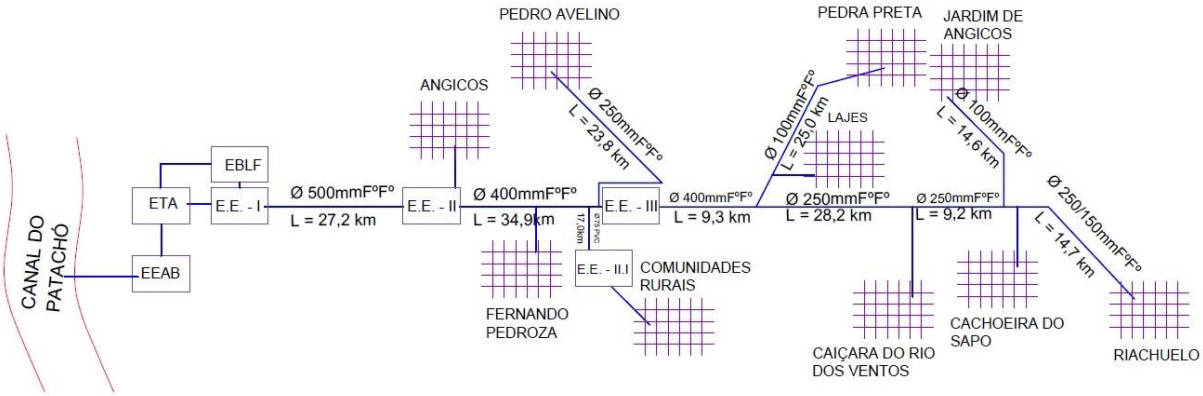
A captação é feita no Canal do Pataxó, interligado à Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, no município de Itajá, onde se localiza a ETA e a EEAT01 (estação elevatória de água tratada) que recalca água para a EEAT 02 e depois para a EEAT 03, a qual recalca para um reservatório de transição apoiado localizado no Pico do Cabugi e transporta por gravidade para as cidades a jusante, conforme esquema horizontal (Figura 1) e georreferenciamento (Figura 2). A Tabela 3 apresenta os dados e características das estações elevatórias, onde estão instalados em cada uma 3 conjuntos motor bomba, sendo 2 operados em paralelo e 1 de reserva.

Tabela 3 – Características das estações elevatórias do SPI Sertão Central Cabugi

Estações Elevatórias			
Nome	Vazão Q (m³/h)	Altura Manométrica AMT (mca)	Potência (CV)
EEAB	246	12	20
EBLF	375	15	25
EEAT1	234	150	200
EEAT2	174	135	150
EEAT3	146	146	200

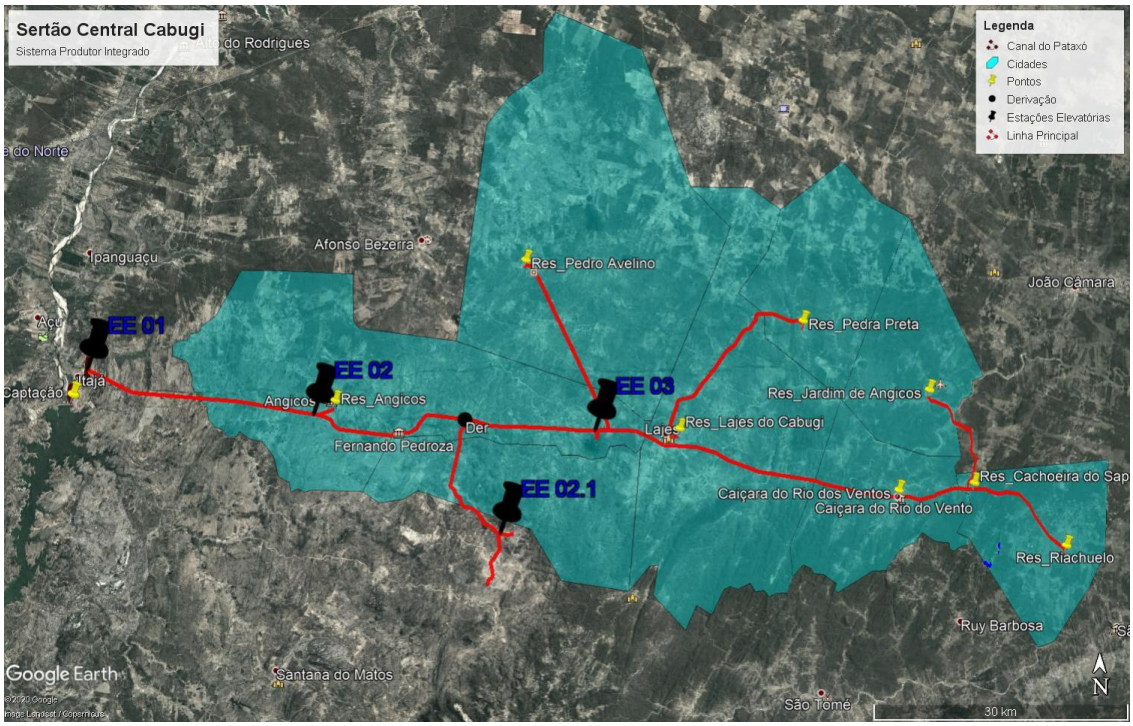
Fonte: CAERN (2020).

Figura 1 – Esquema Horizontal do SPI SCC



Fonte: Elaboração própria em 2020.

Figura 2 – Georreferenciamento do Sistema Produtor Integrado Sertão Central



Fonte: Elaboração própria em 2020.

4.2 LEVANTAMENTO DOS DADOS

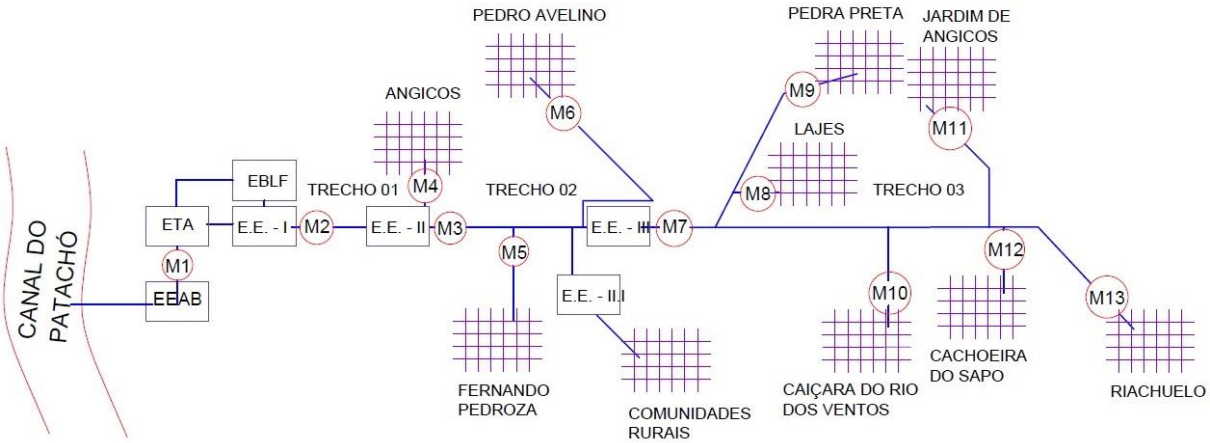
O levantamento físico do SPI foi feito com a utilização de GPS, a partir do georreferenciamento das linhas principais e secundárias (adutoras e subadutoras) e a coleta dos pontos de derivação. Com os dados coletados, utilizou-se o software Google Earth para desenhar o sistema e em seguida o arquivo foi exportado para o software AutoCad para uma melhor representação gráfica.

Os dados operacionais de produção foram coletados in loco a partir da medição volumétrica dos macromedidores instalados nos trechos de adutoras e nos sistemas gerenciais SISCOPE (sistema de controle operacional) e SCADABR (software de controle de automação e supervisório operacional). Os dados comerciais foram coletados observando os setores e rotas de cada derivação e separados por trecho de adução (EEAT01 – EEAT02), para depois serem filtrados no sistema gerencial, PENTAHO, software BI (Business Intelligence) utilizado para análise e manipulação de dados. Os dados populacionais foram coletados no portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

4.2.1 Dados Operacionais

Os dados de volume produzido foram coletados e filtrados os que estavam em pleno funcionamento. O filtro resultou em 13 macromedidores principais para análise, conforme Figura 3 e Tabela 4 com dados de todos os macromedidores analisados.

Figura 3 – Macromedidores analisados no SPI SCC



Fonte: Elaboração própria em 2020.

Tabela 4 – Descrição técnica dos macromedidores instalados no SPI SCC

Medidor	**Descrição**	**Modelo**	**Data de Instalação**	**Status**
M1	EEAB 02 - Canal/ETA	SL1168	31/01/2019	Ativo
M2	EEAT 01			Erro
M3	EEAT 02			Erro
M7	EEAT 03	D2	21/05/2014	Ativo
M4	Angicos	GAT-100	31/01/2019	Ativo
M5	Fernando Pedrosa	MUT 2200 / MC 608B	31/01/2019	Ativo
M6	Pedro Avelino	MUT 2200 / MC 608B	31/03/2019	Ativo
M10	Caiçara do Rio do Vento	SL 1168	04/06/2014	Ativo
M11	Jardim de Angicos	SL 1168	24/05/2019	Ativo
M8	Lajes	MUT 2200/EL	11/07/2014	Ativo

Continua...

M9	Pedra Preta	UNIJATO	15/08/2019	Ativo
M13	Riachuelo	SL 1168	29/05/2019	Ativo
M12	São José do Potengi (Cahcoeira do Sapo)	MUT 2200/EL	16/07/2014	Ativo

Fonte: CAERN (2020).

O período de coleta dos dados foi de julho de 2018 a maio de 2020, sendo calculada a média dos 23 meses para definição do volume de produção adotado para cada macromedidor.

4.2.2 Dados Comerciais

A coleta dos dados cadastrais foi realizada em campo através das informações dos setores e rotas para cada derivação e posteriormente no sistema gerencial PENTAHO de forma a coletar os dados durante os 23 meses, foram avaliados: Volume Consumido de Água, Volume Consumido Estimado de Água, Volume Consumido de Água com Medição Real, Volume Faturado de Água, Volume Faturado de Água (Medido), Volume Faturado de Água (Não Medido), Quantidade de Ligações Ativas de Água, Quantidade de Economias Ativas de Água e Índice de Hidrometração.

O volume consumido de água compreende a soma dos volumes consumidos estimados (sem hidrômetro ou com hidrômetro parado) com o volume consumido de água com medição real (com hidrômetro funcionando). O volume faturado de água compreende a soma dos volumes faturados de água medidos e não medidos (estimados). O índice de hidrometração é um percentual que corresponde a comparação entre quantidade de ligações ativas micromedidas com a quantidade de ligações de água totais.

A coleta de dados de campo permitiu separar quais setores e rotas pertenciam as comunidades rurais (Tabela 5) e quais pertenciam a área urbana, permitindo uma comparação comercial com operacional próximo da realidade para cada localidade. Entretanto, não foi constatado nenhum macromedidor localizado nas derivações existentes na linha principal, por isso não foi possível a análise pontual das perdas para as comunidades rurais, ou seja, os macromedidores estão

ligados diretamente aos setores e rotas da área urbana e algumas comunidades rurais que são abastecidas após o reservatório da localidade.

Nessa análise, foram detectadas comunidades pertencentes aos municípios de Santana do Matos, Bento Fernandes e São Paulo do Potengi dos quais as áreas urbanas são abastecidas por outro sistema produtor de água e parte da zona rural pelo Sistema Produtor Integrado Sertão Central Cabugi.

A definição dos trechos de adutora foi utilizada para distinguir qual estação elevatória de água cada cidade/comunidade é abastecida, sendo o trecho 01 (T1) entre as estações elevatórias 01 e 02, o trecho 02 entre as estações elevatórias 02 e 03 e trecho 03 após a estação elevatória 03.

Tabela 5 – Setores e rotas comerciais abastecidas pelo SPI SCC

Leg.	Trecho	Localidades	Área	Setores/Rotas
M4	T1	Angicos	Urbana	S01R01 a R13; S02R04 e S03R01
			Rural	S02R01 a R03
M5	T2	Fernando Pedrosa	Urbana	S01R01 a R05
			Rural	SESR01[1]; SPCR01[2]
M6	T2	Pedro Avelino	Urbana	S01R1 a R06 e R20; S02R01; S03R20
			Rural	S03R01
M10	T3	Caiçara do Rio do Vento	Urbana	S01R01 a R08
			Rural	-
M11	T3	Jardim de Angicos	Urbana	S01R01 a R03; S01R05; S01R07 e S01R10
			Rural	S01R04
M8	T3	Lajes	Urbana	S01R01 a R11; S02R01, R02 e R05
			Rural	S02R03 e R04
M9	T3	Pedra Preta	Urbana	S01R01 a R03
			Rural	-
M13	T3	Riachuelo	Urbana	S01R01 a R05;
			Rural	S01R06 e R07; PB[3]R01

M12	T3	São José do Potengi (Cachoeira do Sapo – zona rural de Riachuelo)	Rural	S02R01 a R03
	T2	Santana do Matos	Rural	S02R01 a R03
	T3	Bento Fernandes	Rural	S03R01
M13	T3	São Paulo do Potengi	Rural	S02R05

Legenda: 1 – Setor Estrada Santana; 2 – Setor Pico do Cabugi; 3 – Setor Pedra Branca

Fonte: CAERN (2020).

4.3 ANÁLISES DOS ÍNDICES DE PERDAS

A análise dos índices de perdas deve ser separada por distrito de medição de controle que é uma área de um sistema de distribuição, geralmente criada pelo fechamento de válvulas em que as quantidades de água que entram e saem da área são medidas (INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION, 2007).

Para isso, na análise dos dados, procura-se dividir a adutora em trechos de adução distintos, aqueles onde os volumes de água distribuída podem ser contabilizados através de macromedidores e onde o cadastro comercial fosse fechado, permitindo a medição dos demais dados por ligação.

Os índices genéricos levantados foram índice de hidrometração, índice de perdas na distribuição, índice de perdas no faturamento, índice de perdas por ligação e o consumo per capita em cada trecho, cidade ou localidade de abastecimento.

4.4 BALANÇO HÍDRICO

O projeto de pesquisa utilizou a matriz do Balanço Hídrico pelo método top-down proposto pela International Water Association – IWA, reconhecido como a melhor prática atual de gerenciamento de perdas de água pela AWWA (Associação Americana de Obras Hídricas).

A partir dos índices de perdas mais genéricos (distribuição e faturamento) permitiu saber qual o trecho de adução, cidade ou localidade que teve o maior índice, baseado nisso, nesse trecho especificamente escolhido, o balanço hídrico foi realizado, seguindo o passo a passo proposto pelo autor Alegre (2005).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 VOLUMES PRODUZIDOS

Os dados apresentados na Tabela 6 permitem mostrar um volume acumulado dos macromedidores distribuídos em toda a linha de adução (cidades e comunidades) de 199.158 m³/mês enquanto o volume produzido na EEAB02 (M1) é de 230.887 m³/mês, resultando em uma perda na distribuição da linha principal de adução de 31.728 m³/mês (13%) que se retirado 5% (Lavagem de Filtro) resulta em 20.184 m³/mês (9%).

Tabela 6 – Volumes de água médios produzidos no SPI SCC, no período de julho/2018 a maio/2020

Med.	Trecho	Localidades	Área	VP (m³/mês)
M1		EEAB 02 - Canal/ETA		230.887
M2		EEAT 01		217.034
M3		EEAT 02		180.138
M7		EEAT 03		138.717
M4	T1	Angicos	Urbana	60.090
			Rural	-
M5	T2	Fernando Pedrosa	Urbana	15.038
			Rural	-
M6	T2	Pedro Avelino	Urbana	14.489
			Rural	1.306
M10	T3	Caiçara do Rio do Vento	Urbana	15.246
			Rural	-
M11	T3	Jardim de Angicos	Urbana	4.422
			Rural	-
M8	T3	Lajes	Urbana	37.975
			Rural	3.623

Continua ...

M9	T3	Pedra Preta	Urbana	4.931
			Rural	-
M13	T3	Riachuelo	Urbana	27.648
			Rural	6.550
M12	T3	São José do Potengi (Cachoeira do Sapo – zona rural de Riachuelo)	Rural	4.149
	T2	Santana do Matos	Rural	-
	T3	Bento Fernandes	Rural	-
	T3	São Paulo do Potengi	Rural	-

Fonte: CAERN (2020).

A pesquisa de campo no local e uma análise feita em conjunto com núcleo de perdas da regional responsável pelo sistema permitiu perceber uma avaria no medidor da EEAT 02, ficando o mesmo impossibilitado de ser utilizado no estudo. Ademais, a falta de macromedidores nas derivações da linha de adução fez com que a análise se voltasse aos medidores instalados na entrada dos reservatórios das cidades abastecidas pelo SPI.

5.2 VOLUMES CONSUMIDOS, FATURADOS E LIGAÇÕES ATIVAS

Os dados comerciais apresentados na tabela 7 permitem verificar um volume total médio consumido de 128.608 m³/mês, comparando com o volume total médio produzido na EEAB02 (M1) resulta em uma perda total na distribuição de 102.279 m³/mês (44%), se considerarmos que a Estação Elevatória de Água Tratada utiliza em média 5% de seu volume para lavagem de filtros, resulta uma perda na distribuição de 41%.

Normalmente as entidades gestores dos serviços de saneamento cobram por faixas de consumo, ou seja, o volume faturado sempre será maior do que o volume consumido, pois caso o usuário consuma 8 m³, será cobrado o “consumo” de 10m³. O total do consumo faturado de acordo com a tabela 10 é de 171.022 m³/mês, quando comparado com o total produzido na EEAB02 (M1), resulta em uma perda média de faturamento de 59.866 m³ (21%).

A perda na distribuição da linha principal de adução foi de 9% (comparada

com os macromedidores), a perda de água geral considerando o volume consumido das localidades abastecidas foi de 41%. Mesmo que não existam macromedidores nas derivações para as comunidades rurais, esse dado nos permite deduzir que as maiores parcelas de perdas estão após os macromedidores das principais localidades abastecidas, ou seja, dos 41% de perdas, 9% está na linha principal e cerca de 32% estão nas áreas urbanas e comunidades rurais abastecidas após o reservatório de distribuição.

Tabela 7 – Volumes Médios Consumidos, Faturados e Ligações Ativas, no período de julho/2018 a maio/2020

Med.	**Trecho**	**Localidades**	**Área**	**LA (un)**	**VC (m^3/mês)**	**VF (m^3/mês)**
M4	T1	Angicos	Urbana	3.959	41.470	53.662
			Rural	102	1.598	1.968
M5	T2	Fernando Pedrosa	Urbana	975	7.961	11.639
			Rural	20	441	517
M6	T2	Pedro Avelino	Urbana	1.269	11.140	15.935
			Rural	55	470	658
M10	T3	Caiçara do Rio do Vento	Urbana	972	10.053	13.282
			Rural	0	0	0
M11	T3	Jardim de Angicos	Urbana	448	3.992	5.634
			Rural	9	377	415
M8	T3	Lajes	Urbana	2.634	25.707	34.083
			Rural	100	2.348	2.741
M9	T3	Pedra Preta	Urbana	350	3.435	4.683
			Rural	0	0	0
M13	T3	Riachuelo	Urbana	1.388	13.390	17.903
			Rural	165	1.868	2.379
M12	T3	São José do Potengi (Cachoeira do Sapo – zona rural de Riachuelo)	Rural	274	2.307	3.284

Continua...

	T2	Santana do Matos	Rural	4	1.315	1.315
	T3	Bento Fernandes	Rural	28	525	642
M13	T3	São Paulo do Potengi	Rural	23	209	283

Legenda: VC - Média dos Volumes Médios Consumidos; VF - Faturados; LA - Ligações Ativas
Fonte: CAERN (2020).

5.3 ÍNDICES DE PERDAS

Os índices de perdas foram analisados para os macromedidores das áreas urbanas de cada cidade com o objetivo de elencar qual a localidade com maior índice de perdas na distribuição, faturamento, bem como o índice de perdas por ligações ativas.

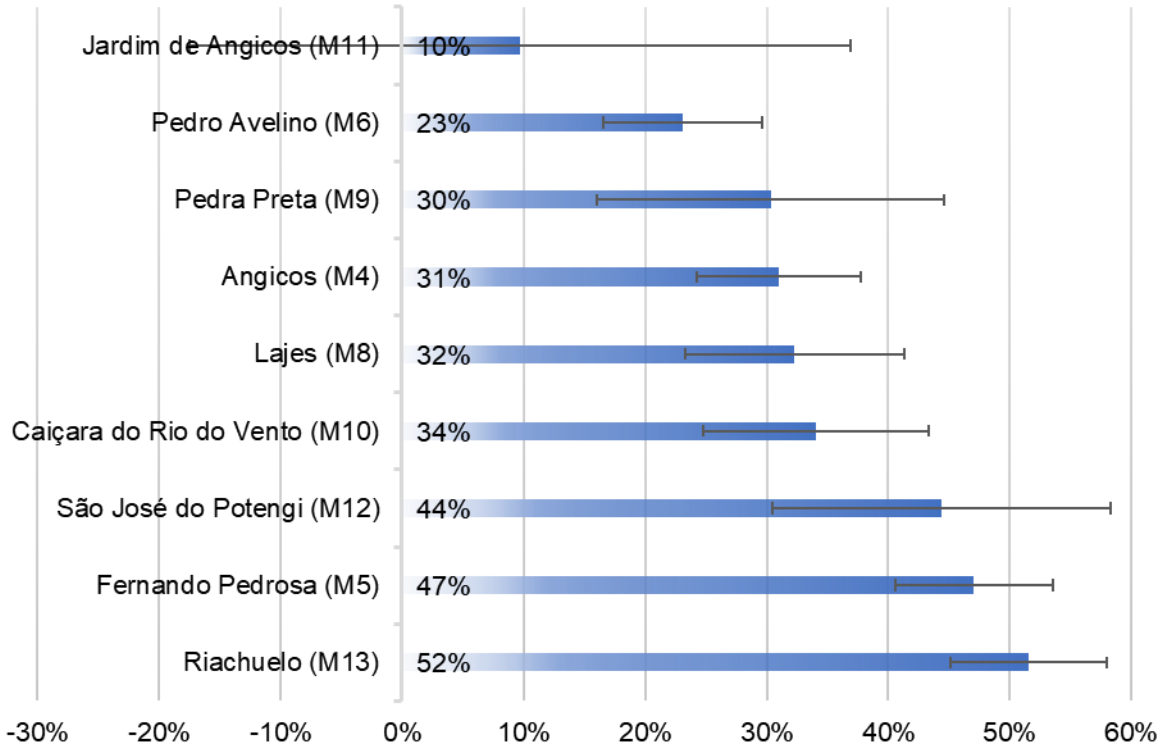
O Gráfico 3 demonstra que a localidade com maior índice de perdas na distribuição é Riachuelo com 52% que representa um volume de 14.258 m³/mês, suficiente para abastecer quase em sua totalidade as cidades de Fernando Pedrosa, Pedro Avelino ou Caiçara do Rio do Vento. Uma realidade que diverge dos padrões normais em que geralmente em um sistema produtor integrado as cidades situadas mais a montante da fonte de captação exibem índices de perdas maiores pela elevada oferta de água, enquanto que as de pontas de rede e localidades a jusante exibem menores índices.

Outros locais com elevados índices de perdas são Fernando Pedrosa (47%) e São José do Potengi (Cachoeira do Sapo, zona rural de Riachuelo, 44%), entretanto para a localidade de São José do Potengi foi percebida inconsistência no macromedidor da entrada do reservatório, sendo medido em sua maioria das vezes um volume produzido proporcional (estimado). Para a cidade de Fernando Pedrosa o macromedidor mantém uma média regular desde sua instalação em 2019 e até mesmo antes quando era usado outro macromedidor, indicando um dado confiável e consequentemente um índice de perda na distribuição elevado, chegando a 7.077 m³/mês, volume suficiente para abastecer a cidade de Pedra Preta.

O baixo índice de perdas na distribuição da cidade de Jardim de Angicos (10%) e Pedro Avelino (23%) pode está ligado ao distanciamento dessas cidades da linha principal e serem pontas de rede, no entanto essa mesma característica de ponta de rede é encontrada na cidade de Riachuelo e, ao contrário, tem o maior índice de perdas. Ademais, a cidade de Jardim de Angicos apresentou desvio padrão

muito elevado o que dificulta uma conclusão mais assertiva sobre os baixos índices de perdas do município.

Gráfico 3 – Índice de Perdas (%) na Distribuição das localidades abastecidas pelo SPI SCC, média do período de julho/2018 a maio/2020



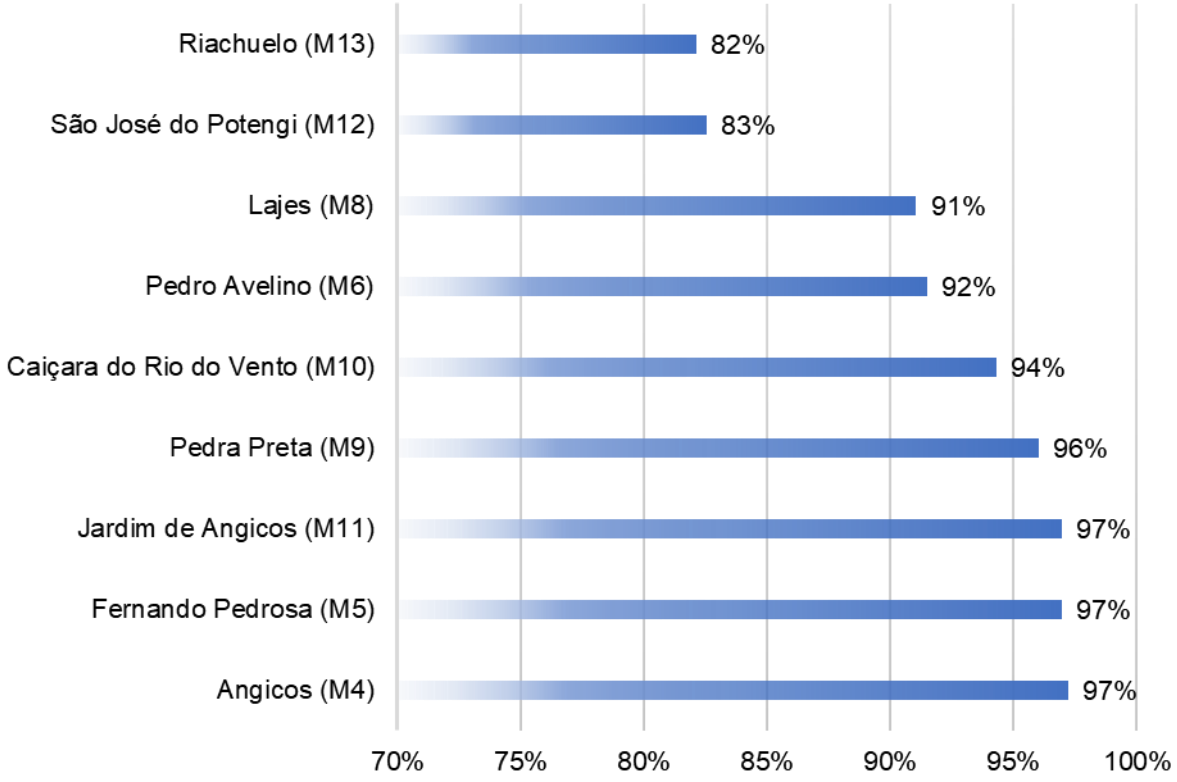
Fonte: CAERN (2020).

O Gráfico 4 demonstra o índice de Hidrometração das cidades abastecidas pelo SPI SCC. Percebe-se que o menor índice de hidrometração é exatamente da cidade de Riachuelo com maior índice de perdas na distribuição (82%). O hidrômetro é um importante fator para a diminuição das perdas aparentes, provocadas pela submedição, a falta deste acarreta perdas no faturamento, pois nestes casos é cobrado uma tarifa de 10m³, mesmo que o consumo ultrapasse esse volume. O aumento do índice de hidrometração na cidade de Riachuelo poderá diminuir bastante as perdas na distribuição e no faturamento consequentemente aumentará a arrecadação.

Ao contrário, a cidade de Jardim de Angicos exibe o menor índice de perdas na distribuição (10%) e consequentemente um dos maiores índices de hidrometração (97%).

No entanto, essa correlação não é possível ser observada em Fernando Pedrosa, pois mesmo com 97% de hidrometração as perdas de água na distribuição são de 47%, o que é sugestivo para o combate das perdas reais.

Gráfico 4 – Índice de Hidrometração (%) das cidades abastecidas pelo SPI SCC, média do período de julho/2018 a maio/2020

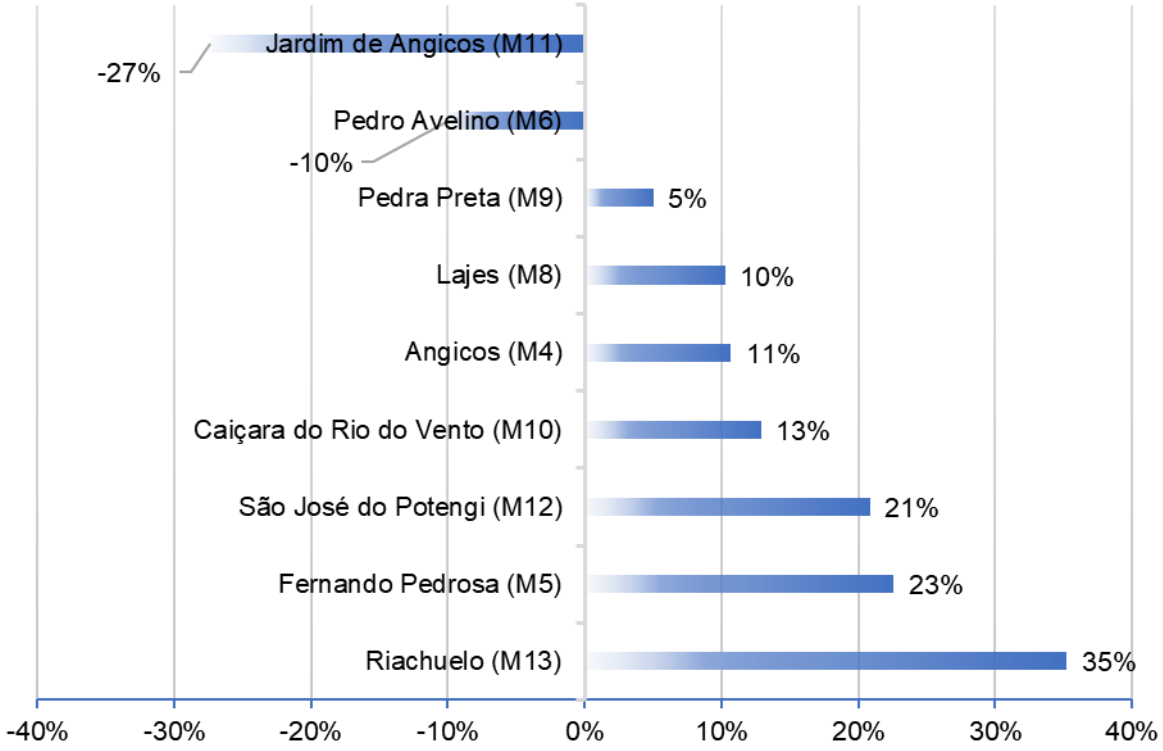


Fonte: CAERN (2020).

O Gráfico 5 apresenta o índice de perdas no faturamento que é inferior ao índice de perdas na distribuição devido a cobrança por faixas de consumo. Vale destacar que as cidades de Jardim de Angicos e Pedro Avelino que apresentaram os menores índices de perdas na distribuição, apresentaram índice negativo de perdas no faturamento, ou seja, nessas cidades a quantidade de água cobrada é maior do que a quantidade consumida.

A consequência de índices de perdas no faturamento com valores negativos é que as entidades gestores, por não ter prejuízo financeiro, não manifesta o interesse no combate às perdas na distribuição. Entretanto, existe a perda do bem natural que pode gerar um prejuízo social e ambiental, pois esse volume perdido poderia ser convertido no abastecimento de mais pessoas.

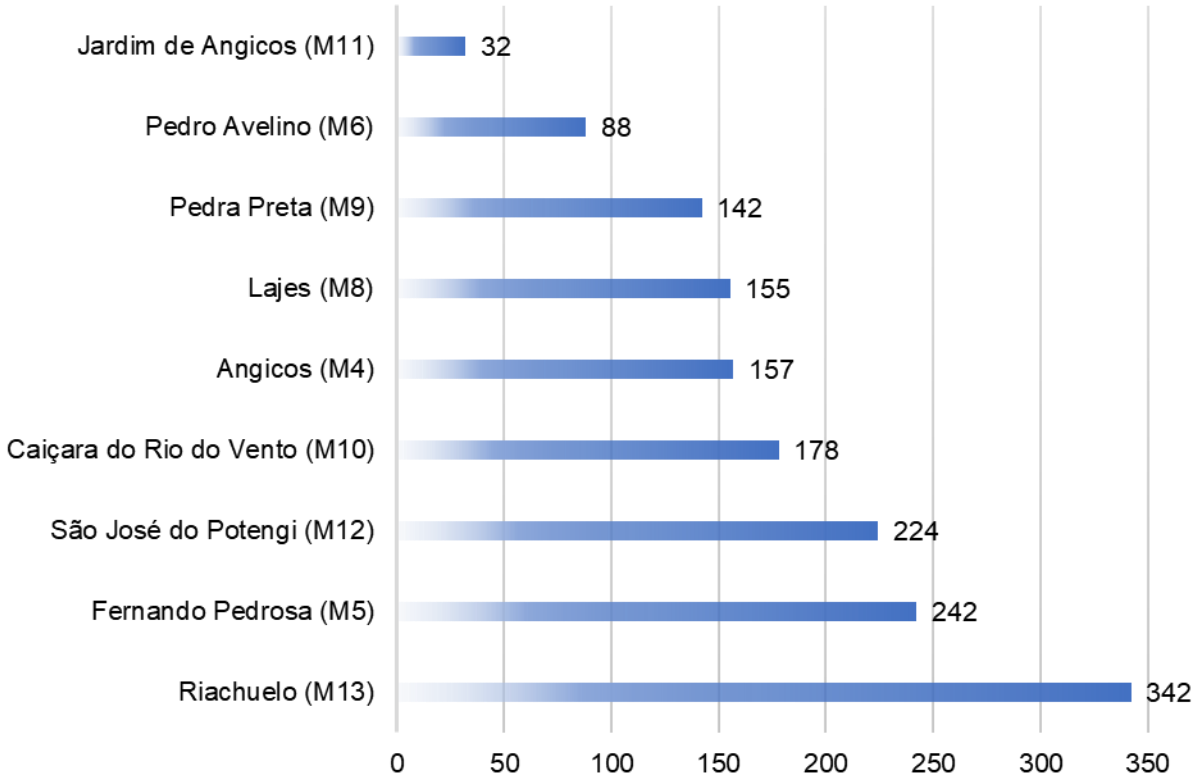
Gráfico 5 – Índice de Perdas no Faturamento (%) das localidades abastecidas pelo SPI SCC, média do período de julho/2018 a maio/2020



Fonte: CAERN (2020).

O Gráfico 6 apresenta o índice de perdas por ligações com Riachuelo chegando a 331,72 litros por ligação/dia, quase 4 vezes maior do que o consumo per capita recomendado pela Organização das Nações Unidas de 100 litros por habitante/dia. Entretanto, quando comparado o índice de perdas por ligação dos prestadores de serviço no Brasil com média de 339,3 litros por ligação/dia (SNIS, 2018), a cidade com maior índice ainda fica abaixo da média brasileira.

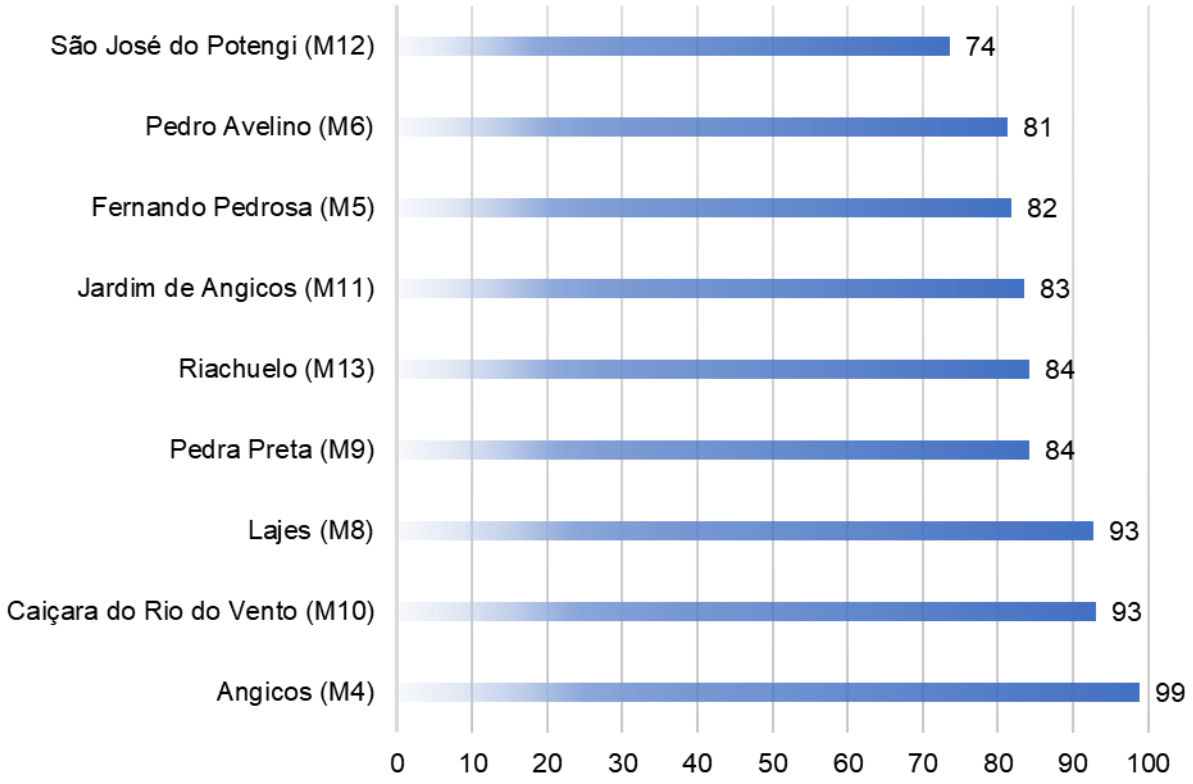
Gráfico 6 – Índice de Perdas por Ligação (l/lig/dia) das localidades abastecidas pelo SPI SCC, média do período de julho/2018 a maio/2020



Fonte: CAERN (2020).

O Gráfico 7 apresenta o consumo per capita comparando o volume consumido com o número de habitantes. Apenas a cidade de Angicos com 99 l/hab/dia atingiu o consumo per capita recomendado pela Organização das Nações Unidas de 100 l/hab.dia. Sendo o menor valor na localidade de São José do Potengi com 74 l/hab.dia, zona rural da cidade de Riachuelo.

Gráfico 7 – Consumo per capita (l/hab/dia) das localidades abastecidas pelo SPI SCC, média do período de julho/2018 a maio/2020



Fonte: CAERN (2020).

Diante dos resultados analisados pode-se dizer que nas localidades mais relevantes abastecidas pelo SPI SCC, as perdas de água na distribuição estão acima da média brasileira (38,5%) apenas nas localidades de Fernando Pedrosa (47%), Riachuelo (51%) e São José do Potengi (44%). A grande maioria das localidades encontram-se abaixo da média nacional de perdas de água na distribuição.

Porém o fato da maioria das localidades não apresentarem índice de perdas acima da média nacional não deixam de caracterizar grave desperdício deste precioso recurso natural e ainda promove reflexos negativos na qualidade do serviço de abastecimento que é prestado à população, a qual, em última instância, acaba sofrendo com a falta de água para suas necessidades básicas, pois nas cidades abastecidas ainda existe o fornecimento por rodízio de dias de oferta de água. Sobretudo a população mais pobre, a qual muitas vezes nem possuem caixas d ‘água para armazenar a pouca água que recebe e assim amenizar esse problema.

5.4 BALANÇO HÍDRICO

A partir dos resultados de índices de perdas obtido nos tópicos anteriores, a cidade de Riachuelo, mais precisamente a área urbana abastecida a partir do macromedidor M13, foi escolhida para a realização de Balanço Hídrico pelo método top-down proposto pela IWA, para isso uma análise mais criteriosa da cidade foi realizada afim de buscar soluções para o combate as perdas hídricas no sistema.

Em campo foi constatado que o macromedidor M13 não media apenas a área urbana de Riachuelo, mas também parte da área rural denominada Pedra Branca (setor PB, rota 01) e parte da área rural do município de São Paulo do Potengi (setor 02, rota 05).

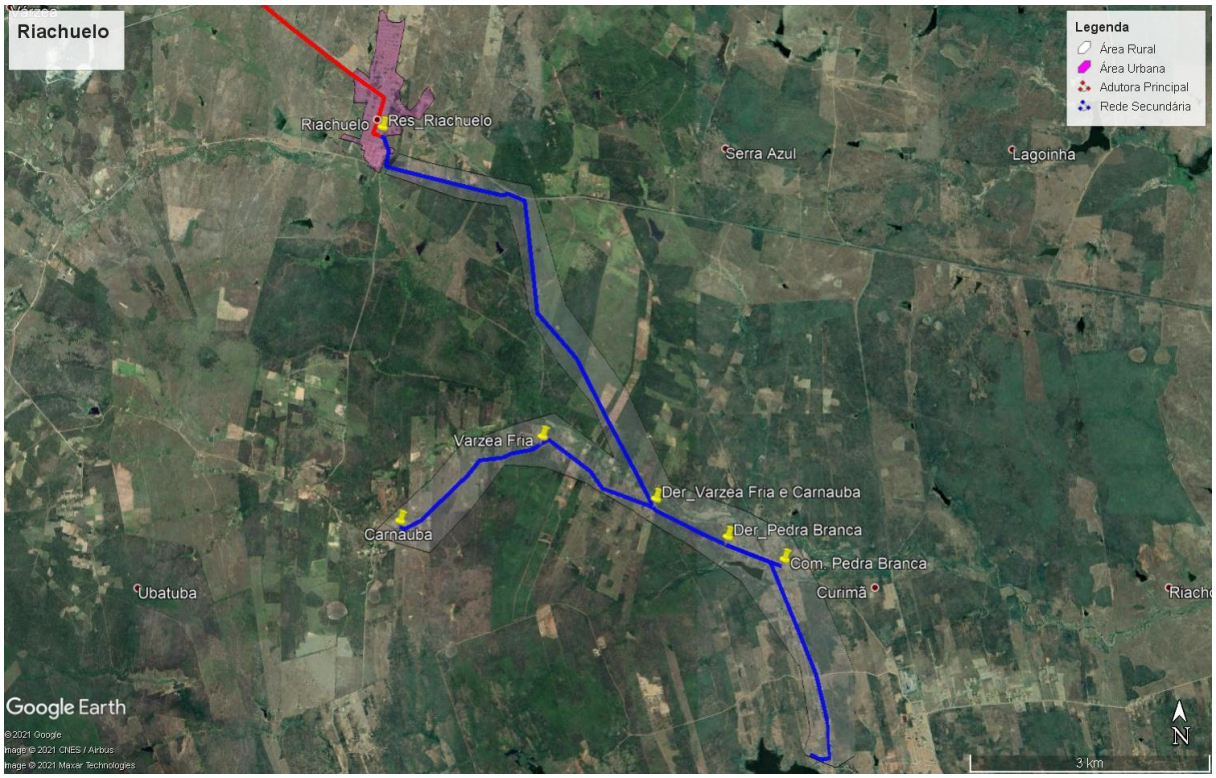
Quando foram contabilizados os volumes consumidos e faturados para determinação dos índices, estes resultaram em IPD = 49%, IPF = 32%, IPPL = 313,8 l/lig/dia, valores um pouco menores dos apresentados nos gráficos 3, 5 e 6 respectivamente. O balanço hídrico foi realizado seguindo o passo a passo proposto por Alegre (2005).

Passo 1: A área urbana e parte da zona rural da cidade de Riachuelo é o limite do sistema a ser analisado, sendo as datas de referência analisadas de junho/2018 a maio/2020. Mais precisamente os setores de Riachuelo 01 (rotas 01 a 05), PB (rota 01) e o setor de São Paulo do Potengi 02 (rota 05).

Passo 2: O volume de água que entra no sistema (VP) foi a média dos volumes mensais produzidos no período de referência de 27.648 m³/mês.

Passo 3: O consumo faturado medido (CFM) e consumo faturado não medido (CFNM) correspondem ao volume de água com medição real e volume de água com medição estimada. Os valores foram coletados no sistema PENTAHO e correspondem a 10.926 m³/mês de CFM e 3.092 m³/mês de CFNM, totalizando 14.018 m³/mês de Consumo Autorizado Faturado (CAF).

Figura 4 – Setores de Riachuelo a serem contemplados no balanço hídrico



Fonte: Elaboração própria em 2021.

Passo 4: O consumo autorizado não faturado (CANF) corresponde a soma dos consumos não faturado medido (CNFM) e consumos não faturados não medidos (CNFNM). Em campo não existiu nenhum caso de CNFM, mas sim de CNFNM, são eles a imprecisão de consumo pela ausência de hidrômetros e o uso da água pelo escritório administrativo local.

A falta de hidrômetros em determinadas localidades faz com que o consumo seja faturado pela cota básica 10 m³, sem que sejam realmente medidos, no entanto sabe-se que essas ligações sem medidores tendem a consumir mais que o necessário. Diante disso, foi feito levantamento do consumo médio por ligação com hidrômetro e comparado com o consumo médio por ligação sem hidrômetro. O resultado demonstrou que a média do consumo de água com hidrômetro é de 9,63 m³/mês e sem hidrômetro é de 10 m³/mês, a diferença entre os volumes multiplicado pela quantidade de ligações ativas sem hidrômetros (187 ligações) resulta em CNFNM de 69,19 m³/mês.

O consumo de água no escritório local foi considerado como a média de consumo de água sem hidrômetro de 10 m³/mês que somados a 69,19 m³/mês, resultando em 79,10 m³/mês de CANF.

Passo 5: A soma dos volumes CANF (79,19 m³/mês) com CAF (14.018 m³/mês) resulta no consumo autorizado (CA) de 14.097,19 m³/mês.

Passo 6: A perda de água pode ser calculada pela diferença entre VP (27.648 m³/mês) e CA (14.097,19 m³/mês) que resulta em 13.550,81 m³/mês, representado 49% de perda de água.

Passo 7: A determinação das perdas aparentes consistiu basicamente na estimativa de dois principais parâmetros, o consumo não autorizado provocados por meio de ligações clandestinas, e a submedição dos medidores provocados pela faixa de idade avançada do parque de hidrômetros. Outro parâmetro que se soma a perda aparente é a falha comercial, no entanto não foi encontrada.

O consumo não autorizado foi estimado por um índice de irregularidade constatado em contratos de fiscalização da CAERN. Os serviços de fiscalização foram realizados no período de fevereiro/2019 a maio/2020, porém os meses de novembro/2019 e dezembro/2019 foram excluídos devido a inconsistência dos dados. Nesse período constatou-se que de 13.535 visitas realizadas, 4.571 imóveis apresentaram irregularidades/fraudes, resultando em um índice de 34%.

Subtraindo o número de ligações cadastradas (1.752 ligações) do número de ligações ativas (1.418 ligações), tem-se as ligações que podem estar irregulares (334 ligações) que multiplicando pelo índice de irregularidade (34%) tem-se o número de imóveis potencialmente irregulares de 114 ligações. Considerando o consumo per capita (incluindo as perdas) como volume produzido divido pela população, sendo a população, o número de ligações ativas multiplicado pela taxa de habitantes por imóvel do IBGE (3,82 hab/imóvel), tem-se 170 l/hab/dia. O consumo não autorizado resultante é de 2220,95 m³/mês.

A submedição dos medidores foi calculada através de relatório da oficina de aferição de hidrômetros da CAERN. Dentro de uma amostra de aferição 1668 medidores, foram divididos por faixa de idade e calculado a média ponderada dos erros nas vazões nominais, transição e mínima. Com o resultado procurou-se obter uma linha de tendência para determinação do índice de desempenho de medição (IDM), conforme Tabela 8 e Gráfico 8.

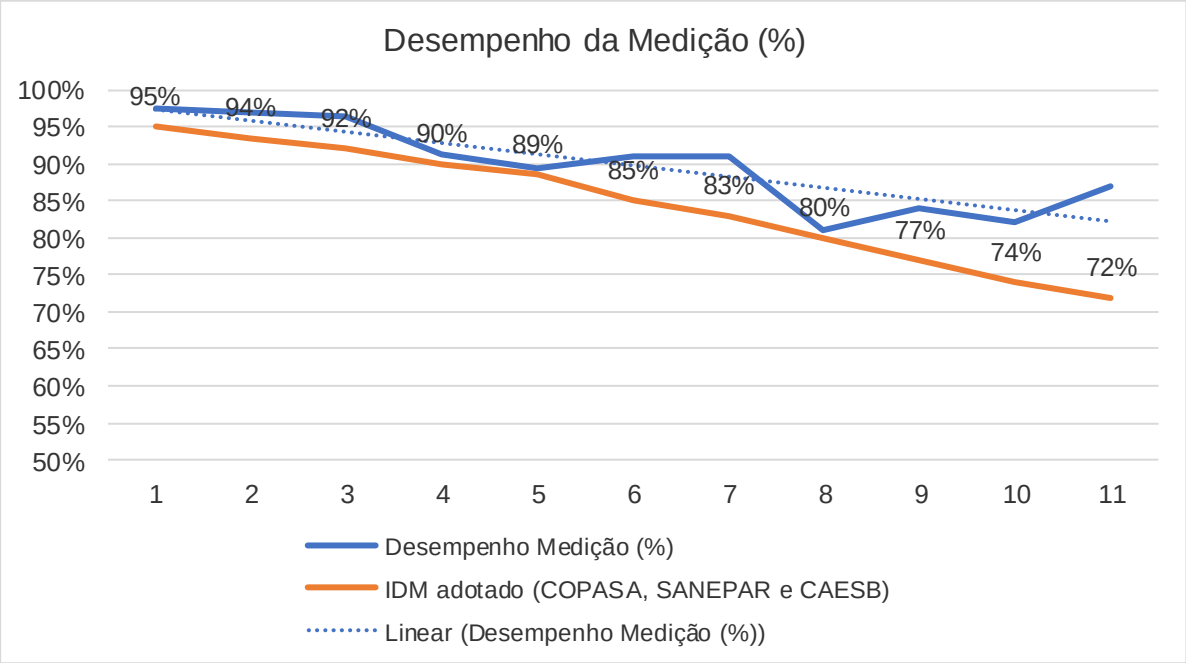
Tabela 8 – Desempenho dos medidores na aferição

Tempo de Instalação (ano)	Qtd. de Hidrômetros Aferidos	Vazão Nominal (%)	Vazão Transição (%)	Vazão Mínima (%)	Média Ponderada Erros (%)	Desempenho Medição (%)	IDM - Adotado (%)
1	119	-0,87	-2,47	-4,11	-1,84	98%	95%
2	173	-1,57	-3,33	-4,60	-2,58	97%	94%
3	191	-1,77	-3,86	-5,15	-2,94	97%	92%
4	219	-2,80	-15,47	-8,24	-8,16	92%	90%
5	224	-6,75	-10,36	-14,42	-8,99	91%	89%
6	232	-4,58	-10,02	-12,34	-7,51	92%	85%
7	218	-6,46	-9,60	-11,31	-8,19	92%	83%
8	148	-12,26	-20,31	-24,14	-16,64	83%	80%
9	71	-8,00	-17,16	-22,51	-13,10	87%	77%
10	20	-8,03	-19,77	-26,04	-14,50	85%	74%
mais de 10 anos	53	-10,95	-12,67	-15,92	-12,17	88%	72%

Fonte: Elaboração própria em 2021.

Apesar do índice de desempenho de medição de aferição de hidrômetro da oficina ser maior, foi adotado o índice de desempenho de medição sugerido pelas companhias de saneamento COPASA, SANEPAR e CAESB (AESBE, 2015).

Gráfico 8 – Desempenho da Medição (%)



Fonte: Elaboração própria em 2021.

Com os dados do desempenho dos micromedidores foi levantado o número de medidores por faixa de idade, consumo por faixa de idade e calculado o volume de submedição.

Na Tabela 9 é importante observar o consumo dos medidores acima de 5 anos em que eles perdem 10% de precisão e vai diminuindo ano após ano até chegar ao ponto de apenas 74% de desempenho com 10 anos de utilização.

Tabela 9 – Volume estimado de submedição em Riachuelo, por quantidade e tempo de instalação de hidrômetro

Tempo de Instalação (ano)	**Qtd. de Hidrômetros**	**Consumo médio (m^3/mês)**	**IDM adotado (%)**	**Volume estimado de submedição (m^3)**
1	147	1571	95%	83
2	206	2110	94%	135
3	167	1861	92%	162
4	146	2514	90%	279
5	91	850	89%	105
6	133	1180	85%	208
7	563	5232	83%	1072
8	58	553	80%	138
9	49	397	77%	119
10	14	60	74%	21
mais de 10 anos	18	37	72%	14
Total	1592	16365		2336

Fonte: Elaboração própria em 2021.

Conforme Tabela 9, para volume consumido de 16.365 m^3/mês observou-se volume submedido de 2.336 m^3/mês, 14% de submedição. Sabendo que o volume consumido das ligações com hidrômetro foi de 10.926 m^3/mês, com a porcentagem de 14% estima-se o volume submedido de 1.529,64 m^3/mês.

As perdas aparentes, soma do consumo não autorizado (CNA) com o volume de submedição (VSM), resulta em 3.750,59 m^3/mês.

Passo 8: A perda real corresponde à diferença entre a perda total (13.550,81 m^3/mês) e a perda aparente (3.750,59 m^3/mês), resultando em 9.800,22 m^3/mês.

Passo 9: As perdas reais resultaram em 9.800,22 m^3/mês, volume quase três vezes maior que a perda aparente.

Diante dos resultados pode-se constatar que, apesar do parque de

hidrômetros ser bastante envelhecido, a maior parcela das perdas de água nesses setores da cidade de Riachuelo é devida as perdas reais que são vazamentos na rede de distribuição, nos ramais prediais e extravasamento de reservatório.

A Tabela 10 organiza os dados na matriz do balanço hídrico proposto pela IWA e apresenta de forma clara as parcelas mais significativas a serem consideradas nos setores de abastecimento analisados, e em um plano de redução de perdas hídricas.

Tabela 10 – Balanço hídrico do SAA Riachuelo, no período de jan/2018 a mai/2020

<table>
<tr><td rowspan="8">VP (m³)
27.648,00
100%</td><td rowspan="4">CA (m³)
14.097,19
51%</td><td rowspan="2">CAF (m³)
14.018,00
51%</td><td>CFM (m³)
10.926,00
40%</td><td rowspan="2">AF (m³)
14.018,00 51%</td></tr>
<tr><td>CFNM (m³)
3.092,00
11%</td></tr>
<tr><td rowspan="2">CANF (m³)
79,19
0,2%</td><td>CNFM (m³)
69,19
0,2%</td><td rowspan="6">ANF (m³)
13.630,00 49%</td></tr>
<tr><td>CNFNM (m³)
10,00</td></tr>
<tr><td rowspan="4">PA (m³)
13.550,81
49%</td><td rowspan="2">PAP (m³)
3.750,59
13%</td><td>CNA (m³)
2.220,95
8%</td></tr>
<tr><td>SUB (m³)
1.529,64
5%</td></tr>
<tr><td colspan="2">PR (m³)
9.800,22
36%</td><td>VAZAMENTOS</td></tr>
</table>

Legenda: VP – Volume produzido; CA – Consumo autorizado; PA – Perdas de água; CAF – Consumo autorizado faturado; CANF – Consumo autorizado não faturado; CFM – Consumo faturado medido; CFNM – Consumo faturado não medido; AF – Água faturada; CNFM – Consumo autorizado não faturado medido; CNFNM – Consumo autorizado não faturado não medido; ANF – Água não faturada; PAP – Perdas aparentes; PR – Perdas reais; CNA – Consumo não autorizado; SUB – Submedição de hidrômetro.
Fonte: Elaboração Própria em 2021.

Em uma análise física da rede de distribuição do SAA de Riachuelo, tem-se uma extensão de rede de 15 km para o abastecimento de 98 ligações, localizadas no setor de Pedra Branca e no setor 02, rota 05, de São Paulo do Potengi. Como pode ser percebido na Figura 4, a rede que abastece esses imóveis passa por grandes lotes de terra, ficando difícil a mensuração do consumo não autorizado ou de vazamentos. Para isso, deve ser criado e separado um distrito de medição de

controle apenas para essa região de forma a entender melhor o comportamento das perdas nessa região.

Um agravante maior é que para abastecer as 98 ligações situadas na zona rural de Riachuelo e São Paulo do Potengi, é necessária uma estação elevatória de reforço de pressão (booster). Nesses casos, deve-se ter na estação elevatória um controle operacional eficaz pelo fato de estar pressurizando direto na rede secundária, sem reservatório para controle de pressão. Recomenda-se a instalação de inversor de frequência no conjunto motor bomba para possibilitar controle das pressões, principalmente na hora de menor consumo em que se elevam e, por ser zona rural, os vazamentos são difíceis de ser encontrados.

O parque de hidrômetros está envelhecido, conforme Tabela 9. Recomenda-se que os hidrômetros sejam substituídos a partir de cinco anos, porém mais da metade dos medidores passaram do prazo de validade recomendado.

Ademais, mesmo que o desempenho de medição dos hidrômetros nas aferições (Tabela 8) seja considerado superior à média da literatura, deve-se atentar para o perfil de consumo de cada imóvel, pois caso a maioria dos imóveis demande vazões mínimas, haverá aumento do erro de medição, consequentemente da submedição e perdas aparentes. Portanto, torna-se importante realizar o levantamento do perfil de consumo dos imóveis em todos os setores de abastecimento do SAA de Riachuelo.

5.5 IMPACTO FINANCEIRO

A análise financeira tem o objetivo de apresentar o déficit real de faturamento que as perdas na distribuição estão ocasionando. Primeiramente foi calculada a tarifa média, dividindo o valor faturado liquido pelo volume faturado líquido, conforme Tabela 11.

Tabela 11 – Tarifa média de água de 2018 a 2020

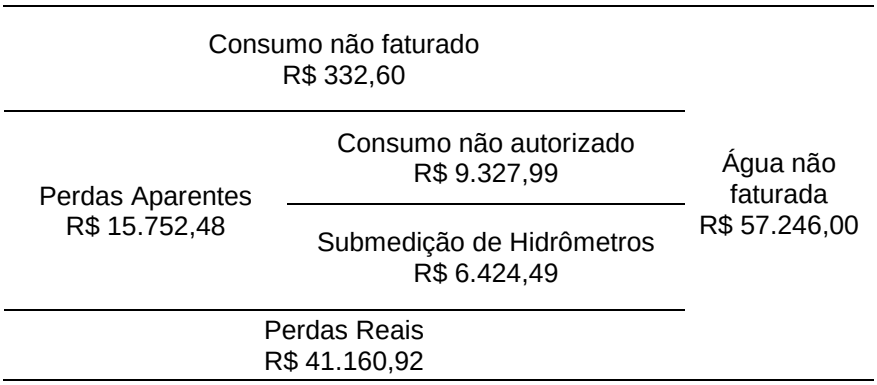
Setor Comercial	Rota	VOL. Liquido Faturado de Agua (m³/mês)	VLR. Faturamento Líquido - Agua (R$)	Tarifa (R$)
PEDRA BRANCA	Rota 1	8.446	R$ 28.359,15	R$ 3,36
SETOR 001 RIACHUELO	Rota 1	123.104	R$ 561.231,00	R$ 4,56
	Rota 2	186.180	R$ 1.069.450,64	R$ 5,74
	Rota 3	120.925	R$ 481.783,88	R$ 3,98
	Rota 4	156.252	R$ 570.749,68	R$ 3,65
	Rota 5	32.491	R$ 147.907,26	R$ 4,55
SETOR 002 SAO PAULO DO POTENGI	Rota 5	9.925	R$ 35.307,26	R$ 3,56
			Tarifa média (R$/m³) =	**R$ 4,20**

Fonte: Elaboração Própria em 2021.

Os setores com mais dificuldades de abastecimento são os que possuem as tarifas mais baratas. No entanto, isso está relacionado ao perfil do imóvel do SAA que na área urbana prevalecem imóveis maiores, com consumo maior, além de comerciais e industriais, diferente das áreas rurais, onde prevalecem imóveis de pequeno porte.

Aplicando a tarifa ao volume de perdas mensais médias ao longo do período de referência (julho/2018 a maio/2020) resulta em R$ 57.246,00 de água não faturada em que R$ 41.160,92 são de perdas reais e R$ 15.752,48 de perdas aparentes, conforme Tabela 12.

Tabela 12 – Impacto financeiro mensal decorrente de perdas hídricas no SAA de Riachuelo, no período de julho/2018 a maio/2020



Fonte: Elaboração Própria em 2021.

A priorização do investimento nas localidades estudadas deve ser nas perdas reais com a intensificação do trabalho de retirada de vazamentos visíveis e não visíveis, utilizando equipamentos de geofone e georadares.

Uma das dificuldades encontradas é o alto investimento a ser realizado para diminuição das perdas reais, no entanto existem alternativas como contratos de performance em que os prestadores de serviço não precisam se endividar, ficando à cargo da contratada o investimento, o qual será amortizado de acordo com a redução do volume de perdas.

Em paralelo, deve ser feito investimento no parque de hidrômetros, pois o volume subestimado dos medidores acima de 5 anos resulta em perda mensal de aproximadamente 1.120 m³, R$ 4.704,00 de perda de faturamento. Considerando o custo médio de um hidrômetro de R$ 81,00, seria possível adquirir 58 medidores por mês com os valores perdidos decorrentes da submedição.

5.6 PROGNÓSTICO

A partir do presente estudo a cidade de Riachuelo foi indicada para o desenvolvimento de um projeto chamado “Água Justa”, a partir da união de vários setores da CAERN entre unidades de operação, comerciais e de controle de combate a perdas. O objetivo do projeto é identificar setores com maiores desperdícios para direcionar ações de controle e, assim, promover a distribuição racional da água.

Atualmente foram criados 3 distritos de medição e controle (Alto da Conceição, Pedra Branca e Centro), e estão sendo instalados macromedidores para acompanhamento de volumes de água distribuídos nos setores. Ademais, está previsto pelo setor comercial a instalação e substituição de hidrômetros. Logo, com todos os setores medidos a companhia poderá combater as perdas de água com ações comerciais e operacionais mais acertivas visando o consumo racional da água.

O estudo de perdas deve ter abrangência em todo o sistema produtor integrado para que se possa priorizar as piores áreas. Assim como devem ser levantados os setores e rotas pertencentes diretamente aquele distrito de medição para que os índices de perdas não fiquem disfarçados da realidade.

6 CONCLUSÕES

O sistema produtor integrado Sertão Central Cabugi possui um índice de perda geral na distribuição de 39%, próximo a média nacional de 38%, que representa um volume perdido de 90.045,93 m³/mês, suficiente para abastecer uma cidade com até 25.000 habitantes (consumo per capita 120 l/hab.dia), população duas vezes maior do que a maior cidade do sistema.

O controle de perdas de água em sistemas produtores integrados é de suma importância para entender o comportamento das localidades e definir uma estratégia de combate priorizando as localidades com os maiores índices de perdas na distribuição. O estudo demonstrou que a localidade de Riachuelo é a que apresenta o maior índice de perdas na distribuição, com 49% de água não faturada.

O índice de hidrometração está intimamente ligado ao índice de perdas na distribuição e faturamento, o que pode ser constatado na cidade de Riachuelo com maior perda e menor índice de hidrometação e na cidade de Jardim de Angicos com maior índice de hidrometração (97%) e menor índice de perdas na distribuição (10%).

O estudo demonstrou que não se pode concluir que os maiores índices de perda estão nas cidades mais próximas das captações, pois a cidade de Riachuelo mais a jusante, ponta de rede, que apresentou o maior índice de perdas na distribuição (52%). Logo, deve ser feito uma análise minuciosa em cada caso para entender o comportamento do sistema produtor como um todo e não priorizar o combate às perdas apenas nas cidades mais a montante, que recebe água com mais pressão.

Recomenda-se para o SPI Sertão Central Cabugi:

a) macromedir todas as derivações direto da adutora com instalação de válvulas reguladoras de pressão, principalmente nas derivações próximas de Estações Elevatórias;
b) substituir os macromedidores das Estações Elevatórias 02 e 03, assim como outros que possuam medições estimadas ou inconsistentes;
c) instalar reguladores de nível em todos os reservatórios, assim como inversores de frequência nas pequenas estações elevatórias, visto que as estações principais já possuíam, com exceção da EEAT 02.1 que recalca para as comunidades rurais de Santana do Matos.

Recomenda-se para as localidades:

a) criação de distritos de medição de controle (DMC) através da melhor setorização do abastecimento, como por exemplo um DMC para a zona rural abastecida após o reservatório de Riachuelo de forma a separar e controlar melhor as perdas na área urbana e rural, pois os perfis de consumo são diferentes;
b) aumento do índice de hidrometração principalmente nas localidades de Pedro Avelino (92%), Lajes (91%), Riachuelo (82%) e São José do Potengi (83%);
c) renovação do parque de hidrômetros para diminuição da submedição nas localidades;
d) controlar as pressões nos setores de abastecimento de água, principalmente aqueles ligados diretamente a linha de adução ou abastecidos por pequenas estações elevatórias
e) promoção de campanhas contínuas de divulgação interna e externa sobre perdas, além de eventos como seminários para que a problemática esteja presente no dia a dia de todos os funcionários.

Por fim, a recomendação para estudos futuros deve ser feito o balanço hídrico em todas as outras localidades e calcular a viabilidade dos investimentos necessários para o efetivo controle e combates as perdas.

REFERÊNCIAS

ALEGRE, H.; COELHO, S.T.; ALMEIDA, M.C. E VIEIRA, P. **Controlo de perdas de água em sistemas públicos de adução e distribuição.** 1. ed. Lisboa: [*s. n.*], 2005.

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. **Manual of water supply practices M36 - water audits and loss control programs**. 3. ed. USA: AWWA, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS ESTADUAIS DE SANEAMENTO. **Guia prático de procedimentos para estimativa de submedição no parque de hidrômetros:** série balanço hídrico. [*S. l.*]: Aesbe, 2015. Disponível em: https://aesbe.org.br/wp-content/uploads/2018/04/GUIA-3_V5-.pdf. Acesso em: 18 fev. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHEIRA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água**: posicionamento e contribuições técnicas da ABES. Porto Alegre: ABES, 2015. Disponível em: http://abes- dn.org.br/pdf/ 28Cbesa/Perdas_Abes.pdf. Acesso em: 4 fev. 2020.

AZEVEDO NETTO. J. M; FERNANDEZ Y FERNANDEZ, M; ARAUJO, R.; ITO, A. E. **Manual de hidráulica.** 8. ed. São Paulo: Edgard Blücher**,** 1998.

BEZERRA, S. T. M.; PERTEL, M.; MACÊDO, J. E. S. de. Avaliação de desempenho dos sistemas de abastecimento de água do Agreste brasileiro. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 19, n. 3, p. 249-258, jul. / set. 2019. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212019000300336. Acesso em: 20 fev. 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Plano Nacional de Saneamento Básico. Subsídios para a definição do Projeto Estratégico de elaboração do PLANSAB. [*S. l.*]: PLANSAB, julho 2019.

BRASIL. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água**: Documentos Técnicos de Apoio - DTA C3. Brasília: SEDU, 1999. 31 p.

COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO GRANDE DO NORTE. **Sistema Integrado de Gestão de Serviços de Saneamento**. Rio Grande do Norte: CAERN, Disponível em: http://gsan.caern.govrn/. Acesso em: 20 fev. 2020.

CONEJO, J. G. L., LOPES, A. R. G., MARCKA, E. **Medidas de redução de Perdas – Elementos para planejamento.** Documentos Técnicos de Apoio C3 - Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Brasília: Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, 1999.

GESELLSCHAFT FUR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT. **Guia para la Reducción de las Pérdidas de Agua**: un enfoque em la gestión de la presión. Alemanha: GIZ, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010** Disponível em: http://www.ibge.gov.br. Brasília: IBGE. Acesso em: 8 jul. 2020.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Saneamento no Brasil**. [*S. l.*]: ITB. Disponível em: http://tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil Acesso em: 30 jan. 2019.

INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION. **Leak location and repair**: guidance notes. USA: IWA, 2007.

LAMBERT, Allan; TAYLOR, Richard. **Water Loss Guidelines:** Water New Zealand. New Zealand: [*s. n.*], 2010.

MELATO. Débora Soares. **Discussão de uma metodologia para o diagnóstico e ações para redução de perdas de água:** aplicação no sistema de abastecimento de água da região metropolitana de São Paulo. 2010. Monografia (Curso de Saneamento) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

MOURA, Adriana Maria Magalhães de. **Governança ambiental no Brasil**: instituições, atores e políticas públicas. [*S. l.*]: Ipea, 2016. 352 p.

MOURA FILHO, Caio César Araújo de. **Avaliação das perdas hídricas no sistema de abastecimento de água do bairro de Cajupiranga em Parnamirim/RN**. 2018. 20 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

OLIVEIRA, Gesner; MARCATO, Fernando S.; SCAZUFCA, Pedro; MARGULIES, Beatriz Nogueira. **Perdas de Água 2020 (SNIS 2018)**: desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico. São Paulo: Trata Brasil, 2020. Disponível em: http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/Relat%C3%B3rio_Final_-_Estudo_de_Perdas_2020_-_JUNHO_2020.pdf. Acesso em: 6 jul. 2020.

PAZ. A. R. da. **Hidrologia aplicada.** Rio Grande do Sul, 2004.

PERTEL, Monica; AZEVEDO, José Paulo Soares de; VOLSCHAN JUNIOR, Isaac. Uso de indicadores de perdas para seleção de um benchmarking entre as companhias estaduais de serviço de distribuição de água no Brasil. **Eng. Sanit. Ambient**., v.21, n.1, p.159-168, mar 2016.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos**. [*S. l.*]: SNIS, 2020. Disponível em: http://www.snis.gov.br. Acesso em: 21 mar. 2022.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Ministério das Cidades**. [*S. l.*]: SNIS. Disponível em: http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/. Acesso em: 21 mar. 2022.

THORNTON, J.; STHURM, R.; KUNKEL, G. **Manual de controle de perda de água.** 2. ed. New York: Mc Graw-Hill, 2008. 632 p.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 643 p.

VERMERSCH M., CARTEADO F., RIZZO A., JOHNSON E., ARREGUIF; LAMBERT A. **Notas de orientação sobre perdas aparentes e planejamento de redução de perdas de água**. [S. l,: s. n.], 2016.