

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
SANTA CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

**ANA PAULA HATSUMI CORRÊA**

**GERENCIAMENTO DE PERDAS DE ÁGUA EM AGLOMERADOS  
SUBNORMAIS: estudo de caso no Morro da Penitenciária,  
Florianópolis/SC**

**FLORIANÓPOLIS, 2020.**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
SANTA CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

**ANA PAULA HATSUMI CORRÊA**

**GERENCIAMENTO DE PERDAS DE ÁGUA EM AGLOMERADOS  
SUBNORMAIS: estudo de caso no Morro da Penitenciária,  
Florianópolis/SC**

Trabalho de Conclusão de Curso  
submetido ao Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia de Santa  
Catarina como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Engenheira Civil.

Orientador:  
Prof. Me. Ricardo Clemente de Lima  
Co-orientadora:  
Eng. Me. Sheila Karoline Kusterko

**FLORIANÓPOLIS, 2020.**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Corrêa, Ana Paula Hatsumi  
GERENCIAMENTO DE PERDAS DE ÁGUA EM AGLOMERADOS SUBNORMAIS  
: estudo de caso no Morro da Penitenciária, Florianópolis/SC  
/ Ana Paula Hatsumi Corrêa ; orientação de  
Ricardo Clemente de Lima; coorientação de Sheila  
Karoline Kusterko. - Florianópolis, SC, 2020.  
82 p.  
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal  
de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado  
em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico  
de Construção Civil.  
Inclui Referências.

1. Perdas de água. 2. Abastecimento de água. 3.  
Controle de perdas de água. 4. Aglomerados subnormais.  
I. Lima, Ricardo Clemente de . II. Kusterko, Sheila Karoline.  
III. Instituto Federal de Santa Catarina. Departamento  
Acadêmico de Construção Civil. IV. Título.

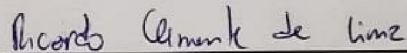
**GERENCIAMENTO DE PERDAS DE ÁGUA EM AGLOMERADOS  
SUBNORMAIS: estudo de caso no Morro da Penitenciária,  
Florianópolis/SC**

**ANA PAULA HATSUMI CORRÊA**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheira Civil e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 15 de outubro de 2020.

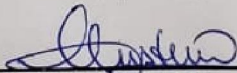
Banca examinadora:



Prof. Ricardo Clemente de Lima, Me.

Orientador

Instituto Federal de Santa Catarina



Eng. Sheila Karoline Kusterko, Me

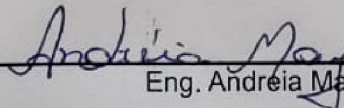
Co-orientadora

Companhia Catarinense de Águas e Saneamento



Prof. Rolando Nunes Cordova, Dr

Instituto Federal de Santa Catarina



Eng. Andreia May, Me

Companhia Catarinense de Águas e Saneamento

*Este trabalho é dedicado aos meus pais Carlos e Hatsue.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, por sempre terem investido na minha educação, apesar e acima de tudo, se não fossem eles eu não estaria aqui hoje. O tão sonhado diploma sempre será destinado a eles, às oportunidades que eles não puderam ter, aos sonhos adiados e principalmente a todo esforço e dedicação com a minha criação, destinados em sua maior parte para conquistar minha própria independência, alcançar meus objetivos e nunca sonhar pequeno demais.

Aos meus professores por todos os ensinamentos valiosos à minha formação. Pude conhecer muitos profissionais incríveis nessa instituição, que não apenas me prepararam para profissão, como também sempre estavam fornecendo aprendizados para a vida.

Aos meus orientadores, professor Ricardo Clemente, por ter aceitado o convite, sempre disposto a sanar minhas dúvidas e me ajudar a conseguir ter clareza e foco; e à engenheira Sheila Kusterko, por toda disponibilidade e atenção, de ter abraçado a ideia com a sugestão do tema específico e se esforçado bastante para trabalhar conosco. Agradeço pela paciência de ambos, por nunca desistirem de mim e me apoiarem, mesmo em meio a uma pandemia, o trabalho foi finalizado e somente isso já é satisfação suficiente. Espero que seja uma boa adição aos futuros trabalhos da CASAN na área de perdas de água.

Aos membros da banca, professor Rolando Nunes Cordova e engenheira Andreia May, por terem aceitado participar e por todas as correções e conselhos essenciais para elaboração deste trabalho.

Aos meus colegas de sala, em especial à minha amiga Carolina Dutra Nichele, que, por destino ou não, caminhamos juntas ao longo de seis anos, sendo uma o suporte da outra, sem ela não teria aguentado todos os acontecimentos que acompanharam essa graduação, obrigada por ser companhia de risos mesmo em meio a desastres.

À minha chefe, engenheira Marina de Souza Silveira, por ser tão solícita e paciente, sempre disposta a me ajudar e ensinar com gentileza e disponibilidade.

Às poucas e boas amigas que permaneceram depois de tantos anos de correria entre estudo, estágio e vida social. Obrigada por terem sempre sido meu porto de descanso nas férias, de alegrias e apoio incondicional, lembrando todas as belezas da vida e os motivos reais dos quais justificam lutar e ser feliz. Espero

que saibam que estou falando de vocês todas, independente da frequência de encontros e desencontros.

Por último, mas não menos importante, agradeço ao meu namorado, Giácomo Cristino de Souza, que tem sido meu maior apoiador dos últimos anos, grande incentivador deste trabalho e digno do mérito de eu não ter desistido nessa reta final. Descobriu minhas mil facetas e ainda assim permaneceu ao meu lado me dando todas as forças necessárias para eu continuar nesse caminho. Obrigada amor, você não só não desistiu de mim, como sempre me lembrou da minha própria capacidade, sendo meu pilar principal, acreditando em mim mais que eu mesma. A gente conseguiu!

*“Não é o que o mundo reserva para você, mas o que você traz para o mundo.”*

*(Lucy Maud Montgomery)*

## RESUMO

As perdas de água representam um importante índice para avaliação de desempenho de um sistema de abastecimento de água, e, quando são muito elevadas, refletem a falta de investimento na gestão desse sistema, ocasionando prejuízos econômicos e ecológicos. O objetivo do presente trabalho consiste em definir estratégias para controle e gerenciamento de perdas de água em aglomerados subnormais, aplicado ao objeto de estudo Morro da Penitenciária, localizado no município de Florianópolis, Santa Catarina. Embora tenham sido realizados projetos de intervenção nessa região, a realidade ainda encontrada é de áreas mais suscetíveis a possuírem elevados índices de perdas de água, normalmente decorrente da falta de cadastramento das habitações, ligações clandestinas e fraudes, além dos vazamentos ocasionados pela falta de manutenção das redes. Na área estudada foram analisados os volumes de água registrados e disponibilizados pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) durante o período de quatro meses e, após serem avaliados por meio de indicadores, foram encontrados altos níveis de perdas, como a média de 70% de perdas na distribuição de água, muito acima da média nacional e bem distante do recomendado que é de 20 a 25%. Na região estão sendo perdidos aproximadamente 728 l/dia/ligação, o que em um volume mensal representam mais de 3 mil m<sup>3</sup> de água perdidos. Em vista dessa situação, foram elaboradas ações de controle baseadas em pesquisas bibliográficas sobre situações similares, entre elas a instalação de novos medidores, revisão no cadastro comercial e técnico da rede e identificação de vazamentos. Medidas que podem ser aplicadas tanto na região estudada, quanto em áreas de características semelhantes a serem analisadas futuramente pela empresa. Com a redução desses índices é possível encontrar melhorias para comunidade, no aumento da qualidade de vida devido ao abastecimento regular e seguro de contaminações, e também para a operadora, reduzindo as perdas do recurso hídrico e financeiro.

Palavras-chave: Perdas de água. Abastecimento de água. Controle de perdas de água. Aglomerados subnormais.

## ABSTRACT

Water losses represent an important index for assessing the performance of a water supply system, and, when they are high, reflect the lack of investment in the management of this system, causing economic and ecological losses. The objective of the present work is to define strategies to control and manage water losses in subnormal agglomerates, applied to the object of study Morro da Penitenciária, located in the city of Florianópolis, Santa Catarina. Although intervention projects have been carried out in this region, the reality still found is that of areas more susceptible to having high levels of water losses, usually due to the lack of registration of housing, clandestine connections and fraud, in addition to leaks caused by the lack maintenance of networks. In the studied area, the volumes of water recorded and made available by Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) were analyzed during the period of four months and, after being evaluated through indicators, high levels of losses were found, such as the average of 70% of losses in water distribution, well above the national average and away from the recommended 20 to 25%. In the region, approximately 728 l/day/connection is being lost, which in a monthly volume represents more than 3.000 m<sup>3</sup> of water lost. In view of this situation, control actions were developed based on bibliographic research on similar situations, including the installation of new meters, review of the commercial and technical record of the network and identification of leaks. Measures that can be applied both in the studied region and in areas with similar characteristics to be analyzed in the future by the company. With the reduction of these rates it is possible to find improvements for the community, in the increase of the quality of life due to the regular and safe supply of contamination, and also for the operator, reducing the losses of the water and financial resources.

Keywords: Water loss. Water supply. Water loss control. Subnormal agglomerate.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Boas práticas para o combate às perdas reais .....	35
Figura 2 – Tipos de vazamentos e ações corretivas .....	36
Figura 3 – Método das vazões mínimas noturnas.....	37
Figura 4 – Componentes das perdas aparentes .....	38
Figura 5 – Maciço do Morro da Cruz .....	42
Figura 6 – ZEIS do Maciço do Morro da Cruz .....	43
Figura 7 – Localização do Morro da Penitenciária .....	51
Figura 8 – Ligações cadastradas no Morro da Penitenciária.....	51
Figura 9 – Entrada do Morro da Penitenciária .....	51
Figura 10 e 11 – Instalação do macromedidor .....	51
Figura 12 e 13 – Macromedidor .....	54
Figura 14 – Equipamentos externos.....	54

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Balanço Hídrico da IWA .....	24
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de referência IN049 .....	30
Tabela 2 – Valores de referência IN051 .....	32
Tabela 3 – Valores de referência IN013 .....	33
Tabela 4 – Vazão totalizada mês de fevereiro (m <sup>3</sup> ) .....	55
Tabela 5 – Parte das unidades consumidoras do mês de fevereiro .....	55
Tabela 6 – Dados da micromedição .....	56
Tabela 7 – Dados coletados de fevereiro a maio/2020 .....	56

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Índice de Perdas na Distribuição (IN049) .....	58
Gráfico 2 – Índice de Perdas por Ligação (IN051) .....	59
Gráfico 3 – Índice de Hidrometração (IN009) .....	60
Gráfico 4 – Índice de Perdas no Faturamento (IN013) .....	61
Gráfico 5 – Consumo micromedido por economia (IN014) .....	62

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental  
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento  
COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais  
DMC – Distritos de Medição e Controle  
ETA – Estação de Tratamento de Água  
IWA – International Water Association  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
PAC – Programa de Aceleração do Crescimento  
PMSS – Programa de Modernização do Setor de Saneamento  
SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo  
SNIS – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento  
SNS/MDR – Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional  
TFDI – Tarifa Fixa de Disponibilidade de Infraestrutura  
WLSG – Water Loss Specialist Group  
VRP – Válvula Redutora de Pressão  
ZEIS – Zonas Especiais de Interesse Social

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 Justificativa.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2 Definição do problema.....</b>	<b>18</b>
<b>1.3 Objetivo geral .....</b>	<b>20</b>
<b>1.4 Objetivos específicos.....</b>	<b>20</b>
<b>2 DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Abastecimento de água .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2 Perdas de água.....</b>	<b>22</b>
2.2.1 Histórico .....	23
2.2.2 Definição do conceito .....	24
2.2.3 Indicadores de perdas de água .....	27
2.2.3.1 Índice de perdas na distribuição (IN049) .....	29
2.2.3.2 Índice de perdas por ligação (IN051) .....	31
2.2.3.3 Índice de hidrometração (IN009).....	32
2.2.3.4 Índice de perdas no faturamento (IN013) .....	33
2.2.3.5 Consumo micromedido por economia (IN014).....	33
2.2.4 Limites técnicos e econômicos.....	34
2.2.5 Ações para controle das perdas de água .....	34
2.2.5.1 Ações para controle de perdas reais .....	35
2.2.5.2 Ações para controle de perdas aparentes .....	38
<b>2.3 Saneamento em aglomerados subnormais .....</b>	<b>40</b>
2.3.1 Definição de Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS).....	40
2.3.2 Contexto histórico do Maciço Morro da Cruz.....	41
2.3.3 Abastecimento de água no Maciço.....	43
2.3.4 Perdas de água em aglomerados subnormais .....	44
2.3.5 Estudos de gestão de perdas em aglomerados subnormais.....	45
2.3.5.1 Programa Água Legal (SABESP) .....	45
2.3.5.2 Diretoria Metropolitana de Belo Horizonte (COPASA) .....	45
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>50</b>
<b>3.1 Área de estudo .....</b>	<b>50</b>
<b>3.2 Coleta de dados.....</b>	<b>51</b>

3.2.1 Macromedição .....	53
3.2.2 Micromedição .....	55
<b>3.3 Cálculo dos indicadores .....</b>	<b>56</b>
<b>4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>57</b>
<b>4.1 Resultado dos indicadores .....</b>	<b>57</b>
4.1.1 Índice de Perdas na Distribuição (IN049) .....	57
4.1.2 Índice de Perdas por Ligação (IN051) .....	59
4.1.3 Índice de Hidrometração (IN009).....	60
4.1.4 Índice de Perdas no Faturamento (IN013) .....	60
4.1.5 Consumo Micromedido por Economia (IN014).....	61
<b>4.2 Gerenciamento das perdas de água .....</b>	<b>62</b>
4.2.1 Ações para redução de perdas .....	62
4.2.1.1 <i>Instalação de Macromedidores</i> .....	63
4.2.1.2 <i>Gestão Comercial</i> .....	64
4.2.1.3 <i>Identificação e reparo de vazamentos</i> .....	66
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>68</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>74</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil e no mundo ocorre um aumento da demanda dos recursos hídricos por conta do crescimento populacional, que, aliado ao uso excessivo e não controlado resulta em situações de escassez, no qual podem acabar encarecendo o fornecimento de água para população. A partir deste cenário, surge a necessidade de buscar soluções capazes de reduzir os desperdícios e perdas de água a fim de potencializar a utilização desse recurso de maneira mais sustentável possível.

O fornecimento de água para a sociedade é um direito básico dos cidadãos e este deve atender aos requisitos mínimos de potabilidade, portanto é dever das concessionárias distribuírem com eficácia e regularidade. Além de realizarem os tratamentos adequados para tornar potável a água captada dos mananciais, é necessário reduzir ao máximo o nível de perdas que pode ser ocasionado ao longo desse sistema (MIRANDA, 2010).

Uma das maiores problemáticas na distribuição de água é o alto volume de perdas nos sistemas de abastecimento de água. Essas perdas são definidas a partir da quantidade de água produzida e o que é medido nos pontos de consumo. Podem ser divididas em dois grupos: perdas reais e aparentes. Sendo a primeira resultante de falhas, como vazamentos e a segunda por conta de erros, como os de medições ou de gerenciamento, e até mesmo fraudes (KUSTERKO, et. al, 2018).

As perdas de água ocorrem em todas as redes de distribuição de água, o desafio consiste em reduzir esses valores para níveis mais aceitáveis, tendo assim menores impactos econômicos às operadoras de serviços e conseqüentemente à população geral. Quanto maior for o investimento na estrutura dos sistemas abastecimento de água, tais como manutenção, controle e gestão, menores as chances dos índices de perdas de água serem elevados (MIRANDA, 2010).

Em áreas mais periféricas da sociedade, os serviços de infraestrutura tendem a ser mais precários, visto que, todo o saneamento básico se torna mais dificultoso por conta da alta demanda aliada ao difícil acesso. Os aglomerados subnormais, também conhecidos como comunidades e favelas, por serem muitas vezes constituídos de habitações irregulares e localizados em áreas com restrição à ocupação, representam um maior risco para os operadores de serviço, que, como

consequência, devido ao menor atendimento e fiscalização acaba facilitando a prática de fraudes e ligações clandestinas (IBGE, 2019).

Quando há ausência de um fornecimento regular de água tratada, as chances de contaminação da água aumentam, um problema que pode ter graves consequências para as pessoas que a consomem. A regularização desse abastecimento reflete em melhorias à saúde pública. Segundo o estudo *Don't pollute my future* da Organização Mundial da Saúde, intervenções de melhoria ao acesso à água reduz a morbidade em crianças em 45% (ASBE apud OMS, 2017).

Além de ser um caso político-social, a distribuição eficaz de água para população é uma questão de saúde e é imprescindível estar sempre estudando e buscando formas de melhorias desse sistema, de acordo com a necessidade de cada região.

## **1.1 Justificativa**

As perdas de água impactam economicamente a produção dos sistemas de abastecimento, além de afetar a demanda hídrica que, conseqüentemente, pode gerar um problema ambiental, visto que há uma crescente recorrência de estiagens em diversas regiões, gerando uma falta de água e até mesmo conflitos pelo seu uso (MIRANDA, 2010).

Estudar e conhecer os valores dessas perdas é necessário para melhorar o serviço de atendimento das companhias de abastecimento de água. No Brasil, o índice de perdas de água é bastante elevado, com uma média próxima dos 40% de perdas em sistemas de distribuição de água, podendo, em algumas regiões, ultrapassar 60% de perdas (ABES, 2013).

Perdas de água elevadas impactam negativamente em diversos fatores: causam prejuízos às concessionárias devido à perda de faturamento, o que pode acabar, por consequência, elevando o custo desse serviço para os consumidores, além de evidentemente ocasionar um grande desperdício de água. É importante reduzir esses valores, uma vez que, em países com maiores níveis de desenvolvimento econômico, como no caso da Alemanha e Japão, possuem cidades com níveis por volta dos 10% de perdas de água. Esse fato pode ser observado, pois são realizados maiores investimentos nessa área de estudo e, por conseguinte,

possuem índices de desempenhos mais elevados nas áreas de saneamento (ABES, 2013).

O investimento em infraestrutura realizado pelos órgãos públicos muitas vezes é priorizado nos locais em que há maior concentração populacional, fazendo com que as áreas da periferia não recebam a mesma atenção. Entretanto, é nessas regiões mais desfavorecidas da sociedade que há uma maior ocorrência de perdas de água em níveis elevados. Portanto, é essencial investir neste aspecto para reduzir os altos índices de perdas atuais (REBOLLAR; SCHUCH; LOCH, 2013).

Desse modo, o problema tem relevância de caráter social e econômico, justificando a atuação de intervenções com a finalidade de regularizar essas áreas de aglomeração subnormal classificadas como Zonas Especiais de Interesse Social pelo município de Florianópolis. A redução das perdas nessas localidades gera inúmeros benefícios: reduz os volumes demandados de água; recupera o faturamento; evita a necessidade de aumento das tarifas para cobrir os custos das perdas; preserva a qualidade da água fornecida, diminuindo o número de doenças de veiculação hídrica. Todos esses fatores melhoram a qualidade do serviço de abastecimento de água prestado para a comunidade.

## **1.2 Definição do problema**

Em áreas empobrecidas o atendimento básico da população costuma ser mais deficiente e, além da falta de condições econômicas, o aspecto cultural também pode ser uma hipótese a ser estudada. No que tange o abastecimento de água, fatores negativos da obtenção irregular desse recurso podem ser observados, como a precariedade e contaminação dessa água, por conta de ligações clandestinas ainda existentes e defasagem da própria rede (PRIETO, 2011).

A falta de cadastramento das habitações dificulta o controle do sistema de abastecimento, o que gera uma busca por estratégias para contornar o problema. No entanto, a dificuldade de acesso das operadoras de serviço às comunidades torna a fiscalização mais custosa, interferindo também na realização de incumbências como consertos de vazamentos. Existem certos riscos para os trabalhadores executarem os serviços de controle operacional e manutenção *in loco*, como o poderio das favelas, que é comumente administrado pelo tráfico de drogas e

milícias, tornando o local mais arriscado para o acesso; além do fato de que muitas residências se localizam em áreas irregulares que oferecem risco de deslizamentos devido ao desmatamento ilegal (REBOLLAR; SCHUCH; LOCH, 2013).

Sem o devido controle fiscal de fraudes e irregularidades, propicia a facilidade da realização de ligações clandestinas em hidrômetros ou cavaletes. Contudo, essa prática além de ocasionar grandes valores de perdas de água, possibilita a contaminação da água distribuída nas redes públicas, gerando vetores de doenças. Outras consequências são a redução da pressão de serviço devido aos vazamentos, bem como reduções no faturamento (ABES, 2015).

O Morro da Penitenciária foi área de estudo escolhida para o trabalho por conta da capacidade de instalação de um medidor na entrada, facilitando o controle de medição e coleta de dados disponibilizados pela parceria com a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN). Neste local foi encontrado um número de unidades habitacionais superior ao constatado no cadastro comercial da empresa, fato que indica possível ocupação irregular ou falha no cadastro, o mesmo pode ser identificado também pela desatualização do sistema de cadastro imobiliário da prefeitura de Florianópolis. Devido aos altos índices de perdas de água encontrados no estudo, estima-se que este seja um dos principais fatores que prejudicam o abastecimento na região. O combate desse e outros problemas que ocorrem na comunidade devem ser realizados por meio de ações que atuem na sua resolução, mas que ainda representem uma realidade alcançável pelos meios possíveis da empresa.

### **1.3 Objetivo geral**

Definir estratégias para controle e gerenciamento de perdas de água no Distrito de Medição e Controle de aglomeração subnormal no localizado no município de Florianópolis, denominado Morro da Penitenciária.

### **1.4 Objetivos específicos**

- i. Identificar e quantificar o volume de água perdido na comunidade estudada;
- ii. Analisar as perdas de água de acordo com os indicadores previamente determinados para o estudo;
- iii. Identificar em bibliografias existentes ações para redução de perdas de água;
- iv. Apontar ações para redução e controle de perdas que possam ser executadas em aglomerados subnormais.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

Neste capítulo será apresentada a revisão bibliográfica dos temas mais relevantes a este trabalho. Sendo assim, serão abordados: o sistema de abastecimento de água; o histórico, definição de conceito das perdas de água; ações de controle às perdas; e os estudos sobre saneamento em comunidades.

### **2.1 Abastecimento de água**

A água é um elemento essencial para a vida e o desenvolvimento das sociedades humanas, porém, o crescimento populacional tem exigido uma disponibilidade desse recurso além da sua capacidade natural. Desse modo, os sistemas de abastecimento de água devem buscar fornecer de forma mais sustentável esse serviço, sem deixar de manter a qualidade e regularidade na distribuição (HELLER, 2010).

O abastecimento de água faz parte do conceito de saneamento, junto com o esgotamento sanitário, drenagem pluvial, limpeza pública e controle de vetores, que, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) é o que controla todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem estar físico, mental ou social. Para a FUNASA (1999), o saneamento deve conferir saúde à população, mantendo os níveis base de salubridade ambiental, por meio de ações socioeconômicas.

As instalações de abastecimento de água necessitam de um estudo de engenharia para serem aplicadas, mas principalmente de uma gestão adequada, a fim de atender satisfatoriamente toda a necessidade da sociedade. A utilização dos recursos hídricos não se limita apenas ao consumo doméstico humano, diversas atividades e serviços exigem uma determinada demanda de água, e em muitos casos atingem níveis altos, tais como a agropecuária e indústrias, que são setores considerados indispensáveis para população (HELLER, 2010).

O desequilíbrio entre a oferta e demanda de água tem se agravado ao longo dos anos; no Brasil e no mundo essa demanda tem sido exigida por conta do crescimento populacional, principalmente em áreas urbanas, incentivado pelo aumento da industrialização. Outro fator agravante, que contribui no aumento do

consumo de água, é o elevado nível de perdas de água em sistemas de abastecimento, consequência da falta de manutenção e fiscalização das redes, além do baixo investimento na área (HELLER, 2010).

## **2.2 Perdas de água**

Ao longo de todo o sistema de abastecimento de água para o consumo humano é comum ocorrerem perdas de água, oriundas por problemas na rede, como vazamentos; e falhas de sistema, como nos erros de medição, ou mesmo por fraudes e consumos não autorizados (OLIVEIRA et Al., 2019).

Essas perdas são definidas como a diferença do volume de água produzido pelo volume medido nos pontos de consumo, podendo ocorrer durante toda a extensão da rede de distribuição de água. São caracterizados como perdas reais, ocasionadas por vazamentos; ou aparentes, quando são geradas por problemas de gestão comercial, além de fraudes de usuários e erros de medição (KUSTERKO et al., 2015).

Os valores de perdas de água são bastante significativos ao ponto de influenciar o custo de operação do sistema e podem ser considerados como um índice de comparação de eficiência entre os operadores das redes de distribuição. Entretanto, não há atualmente viabilidade técnica e econômica de extinguir totalmente essas perdas, tornando assim a redução delas limitadas a valores determinados (OLIVEIRA et Al., 2019).

No Brasil essas perdas possuem valores bastante elevados e desiguais entre os estados, mostrando através de indicadores, que existe ainda muita ineficiência nos serviços de produção e distribuição de água. Essas perdas podem ser medidas por diversos índices, sendo os mais populares as perdas de faturamento e as perdas de distribuição de água, em que representam o índice do que é perdido no sistema e acaba não sendo faturado pela operadora de serviço e o que é perdido na distribuição sem ser registrado em medições, respectivamente (ABES, 2013).

O nível médio de perdas de faturamento de água no Brasil segundo o último SNIS (2018) é de 39,02% e de perdas na distribuição de 38,45%. O estado de Santa Catarina se localiza pouco abaixo da média, com 37% nas perdas de distribuição,

mas ainda é um valor elevado, quando comparados aos níveis de países mais desenvolvidos, que se aproximam dos 15% (OLIVEIRA et Al., 2019).

Esses dados mostram que é preciso melhorar o controle e gerenciamento das perdas de água. Desse modo, os estudos de controle de perdas de água devem procurar aproximar índices existentes àqueles estipulados como objetivo viável.

### 2.2.1 Histórico

O termo perda de água começou a ser difundido de fato a partir da criação de um grupo-tarefa da International Water Association – IWA, no ano de 1999, que seria responsável por estudar uma padronização de terminologia, conceitos e indicadores de perdas em sistemas de abastecimento de água, esse grupo ficou conhecido como Water Loss Specialist Group – WLSG (ABES, 2015).

A equipe WLSG conta hoje com mais de 65 membros ativos de 27 países e, com os estudos realizados ao longo dos anos, publicou livros que: definiram os indicadores de perdas, permitindo a comparação entre os índices de desempenho de diferentes empresas com suas variadas categorias; definiram métodos de redução de perdas de acordo com o tipo de sistema utilizado; reuniram informações sobre a tecnologia de micromedição, pesquisa e reparo de vazamentos. Eles também realizam eventos em diversos países para divulgação das pesquisas sobre o tema, além de manterem em seu *site* informações atualizadas (MELATO, 2010).

No Brasil esse estudo começou a chegar a partir dos anos 2000, pelo denominado Programa de Modernização do Setor de Saneamento – PMSS, do Ministério das Cidades, e pelo trabalho desenvolvido por diversas companhias estaduais e municipais de saneamento (ABES, 2015).

Apesar de a IWA ter composto parâmetros de avaliação de perdas em nível mundial, houve países que não adotaram esses conceitos. Mesmo assim, atualmente, os índices da IWA são ainda os mais utilizados. De todo modo, o tema ainda é amplamente debatido em pesquisas e trabalhos a fim de melhorar a administração das perdas de água (ABES, 2015).

### 2.2.2 Definição do conceito

Com os estudos de perdas de água realizados pela IWA, foi composto uma Matriz do Balanço Hídrico (Quadro 1) que é a base da análise de gestão de perdas nos sistemas de abastecimento de água (ALEGRE apud ABES, 2006).

O Balanço Hídrico caracteriza o volume de água que é produzido e distribuído em consumos autorizado ou perdas, sendo o consumo autorizado àquele que é de conhecimento da distribuidora, sendo medidos ou não, e as perdas a diferença entre ele e o volume de entrada de água (OLIVEIRA et Al., 2019).

**Quadro 1 – Balanço Hídrico da IWA**

<b>VOLUME DISPONÍVEL NO SISTEMA</b>	<b>CONSUMO AUTORIZADO</b>	<b>Consumo Autorizado Faturado</b>	Consumo medidos faturados (inclui água exportada)	<b>ÁGUA FATURADA</b>
			Consumos não medidos faturados (estimados)	
		<b>Consumo Autorizado Não Faturado</b>	Consumos medidos não faturados	<b>ÁGUA NÃO FATURADA</b>
			Consumos não medidos não faturados	
	<b>PERDAS DE ÁGUA</b>	<b>Perdas Aparentes (Comerciais)</b>	Consumos não autorizados	
			Falhas do sistema comercial	
			Submedição dos hidrômetros	
		<b>Perdas Reais (Físicas)</b>	Vazamentos e extravasamentos nos reservatórios	
Vazamentos nas adutoras e/ou redes de distribuição				
Vazamentos nos ramais prediais				

Fonte: Adaptado de ABES (2015).

De acordo com o balanço hídrico, tem-se a classificação do consumo autorizado (OLIVEIRA et Al., 2019):

a) Consumo Autorizado Faturado: i) Consumo faturado medido corresponde ao volume de água registrado nos hidrômetros, incluindo a água exportada; ii) Consumo faturado não medido são volumes contabilizados que utilizam consumos médios históricos ou consideram o volume mínimo de faturamento, nos casos onde há a ausência ou falha de hidrômetros determinados.

b) Consumo Autorizado não Faturado: trata de volumes operacionais e especiais, sendo esses medidos ou não, respectivamente. i) Consumo medido não faturado equivale ao volume de água utilizado em atividades operacionais como descargas, desinfecções, lavagem de reservatórios, uso por bombeiros e uso próprio; ii) Consumo não medido não faturado é o volume especial disponibilizado para atividades de caráter social, caminhões-pipa e chafarizes.

Enquanto para as perdas deve-se analisar a sua natureza, podendo ser dividida em duas classificações (ABES, 2015):

a) Perdas Reais ou Físicas: Correspondem aos volumes de água perdidos em vazamentos durante as diferentes etapas do sistema e extravasamentos em reservatórios da rede;

b) Perdas Aparentes ou Comerciais: São os volumes de água consumidos que não são faturados, podendo se originar de erros na medição dos hidrômetros, fraudes e ligações clandestinas.

Para compor os valores da tabela do Balanço Hídrico é necessário quantificar os volumes de água através de medições, podendo ser divididas em duas categorias: macromedição e micromedição. A macromedição é realizada na entrada de distribuição do sistema, podendo ocorrer em diversas partes da rede, abrangendo diversas economias, é a principal referência do Balanço Hídrico e a partir dela será possível definir ou estimar os diferentes consumos. Enquanto a micromedição registra os valores na entrada das economias, com leituras periódicas nos hidrômetros (ABES, 2015).

O cálculo do Balanço Hídrico para determinação das perdas de água irá comparar os valores lidos em cada uma das duas medições, em certo intervalo de tempo. Isto demonstra a importância da confiabilidade das medições, devendo assim dispor de medidores devidamente calibrados e em pleno funcionamento. Há de se ressaltar que esses valores de medição são exclusivamente volumes, portanto

devem ser investigadas também as pressões da rede em pontos críticos da distribuição e a medição dos níveis em reservatórios setoriais, para que os dados obtidos não sejam equivocados e poderem ser utilizados como medida de comparação de desempenho (ABES, 2015).

Entretanto, ainda há a ocorrência de inexatidão em locais onde não há a presença de medição individual, isto é, ausência de hidrômetros nas economias, deste modo, são estimados valores que acabam aumentando a imprecisão da avaliação. Portanto o indicado é que se obtenham equipamentos de medições adequados e que estes estejam devidamente calibrados, para que as interferências e desvios sejam os menores possíveis (ABES, 2015).

Ao determinar as perdas de água comparando os valores medidos na macromedição e micromedição, não há a distinção entre as perdas reais e aparentes. Para isso, é necessário efetuar métodos de medições ou estimativas mais precisas (ABES, 2015).

O método a se utilizar para determinar a natureza da perda deve ser definido com base na precisão que se deseja e o valor que será investido, sendo assim, existem dois principais métodos: *top-down* (de cima para baixo) e *bottom-up* (de baixo para cima).

O método *top-down* é denominado dessa maneira por encontrar os valores de volume de perdas “de cima para baixo”, isto é, a partir do volume de água de entrada do sistema, e a sua diferença com o que é consumido, serão estimadas através de dados genéricos as perdas aparentes e, reduzindo do valor total perdido, as perdas reais (MELATO, 2010).

Diferente do método anterior, o *bottom-up* é mais trabalhoso, pois ele será realizado em campo através de medições das vazões mínimas noturnas ou ainda por meio de submedições dos hidrômetros instalados. Com esses valores medidos e devidamente corrigidos por estimativas e correções de pressão, é possível encontrar as perdas reais, e por diferença, as perdas aparentes. Dessa forma, esse método é conhecido como sendo “de baixo para cima” e é mais preciso e oneroso (ABES, 2015).

A avaliação das perdas serve de orientação para as ações de redução e controle de perdas, além de tornar possível comparar os diferentes desempenhos dentro do sistema ou ainda entre diversos sistemas. Para isso é necessário conhecer o problema através de indicadores, como por exemplo, o volume e água

perdido dentro do sistema e a quantidade de economias, que irá fornecer a relação entre oferta e demanda da rede e o quanto essas perdas estão impactando na receita operacional (MIRANDA, 2010).

Dentre os fatores que influenciam no aumento de perdas de água estão o baixo índice de recursos financeiros para investimentos em equipamentos da rede de distribuição e controle de operação dos sistemas; o aumento do consumo individual e algumas vezes irregular, sem a preocupação de racionalização; a ausência de estudos prévios de engenharia para levar a água até as áreas periféricas do sistema, considerando a ampliação da carga hidráulica e a extensão dessas redes (MIRANDA, 2010).

### 2.2.3 Indicadores de perdas de água

A função dos indicadores é de gerenciamento das perdas em diferentes etapas do sistema. Partindo do planejamento, os indicadores servirão de linhas de ação de combate às perdas e controle de metas ou então se tratando de um nível mais operacional, eles servirão para contribuir no gerenciamento da demanda, como identificar as localidades de fugas ou usos operacionais excessivos (MIRANDA, 2010).

Desta forma, segundo Miranda (2010), os indicadores devem se adequar às especificidades de cada sistema, apesar de que a falta de padronização para termos e fórmulas dificultam as comparações de desempenho entre sistemas. Para isso, as medidas de comparação possuem duas correntes:

I. Indicadores que podem servir em variáveis comuns: extensão de rede, quantidade de economias ou ligações e pressão de operação das redes;

II. Conjunto de indicadores que se complementam, refletindo as condições de operação: macro e micromedição, consumo médio, ligações inativas.

Ainda, Miranda (2010) indica a divisão dos níveis de avaliação de indicadores:

a) Nível básico: Esses indicadores são derivados de informações técnicas mínimas exigíveis. Realizam a síntese da eficiência e eficácia do operador.

b) Nível intermediário: As informações técnicas são mais refinadas, permitindo uma análise mais profunda das perdas.

c) **Nível avançado:** Há um grande esforço de monitoramento e controle operacional, utilizando técnicas e equipamentos mais sofisticados, com detalhes específicos.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) estabelece diversos indicadores que identificam e avaliam a gestão dos prestadores de serviços brasileiros. O SNIS calcula indicadores com base em informações primárias coletadas, utilizando médias anuais de dados como: quantidade de ligações e economias ativas, extensão de rede, quantidade de empregados próprios e a população atendida (BRASIL, 2019).

Através do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, publicado uma vez por ano pela Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional (SNS/MDR) no *site* do SNIS, é possível verificar os valores calculadas na tabela completa de indicadores, que estão agrupados diversas categorias como: macrorregião, estado, total da amostra, etc. (BRASIL, 2019).

Os indicadores operacionais do SNIS mais utilizados para avaliação de gestão de perdas de água estão informados a seguir, com suas respectivas equações:

- **IN049 – Índice de perdas na distribuição (%):**

$$\frac{\text{Volume de água (produzido+ tratada importado)-Volume de água consumido}}{\text{Volume de água (produzido+tratada importado-serviço)}} \times 100 \quad (1)$$

- **IN050 – Índice bruto de perdas lineares (m<sup>3</sup>/dia/km):**

$$\frac{\text{Volume de água produzido+ tratada importado-consumido-serviço}}{\text{Extensão da rede de água}} \times \frac{1.000}{365} \quad (2)$$

- **IN051 – Índice de perdas por ligação (l/dia/ligação):**

$$\frac{\text{Volume de água produzido+ tratada importado-consumido-serviço}}{\text{Quantidade de ligações ativas de água micromedidas}} \times \frac{1.000.000}{365} \quad (3)$$

- **IN 009 – Índice de hidrometração (%):**

$$\frac{\text{Quantidade de ligações ativas de água micromedidas}}{\text{Quantidade de ligações ativas de água}} \times 100 \quad (4)$$

- **IN013 – Índice de perdas de faturamento (%):**

$$\frac{\text{Volume de água produzido+tratada importado- faturado- serviço}}{\text{Volume de água produzido+ tratada importado-serviço}} \times 100 \quad (5)$$

- **IN014 – Consumo micromedido por economia (m<sup>3</sup>/mês/economia):**

$$\frac{\text{Volume de água micromedido}}{\text{Quantidade de economias ativas de água micromedidas}} \times \frac{1000}{12} \quad (6)$$

- IN010 – Índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado (%):

$$\frac{\text{Volume de água micromedido}}{\text{Volume de água produzido+ tratada importado-consumido-serviço}} \times 100 \quad (7)$$

- IN022 – Consumo médio *percapita* de água (l/hab.dia)

$$\frac{\text{Volume de água consumido-Volume de água tratada exportado}}{\text{População total atendida com abastecimento de água}} \times \frac{1.000.000}{365} \quad (8)$$

- IN025 – Volume de água disponibilizado por economia (m<sup>3</sup>/mês/economia):

$$\frac{\text{Volume de água produzido+tratada importado-serviço}}{\text{Quantidade de economias ativas de água}} \times \frac{1.000}{12} \quad (9)$$

- IN052 – Índice de consume de água (%):

$$\frac{\text{Volume de água consumido}}{\text{Volume de água produzido+ tratada importado-serviço}} \times 100 \quad (10)$$

- IN053 – Consumo médio de água por economia (m<sup>3</sup>/mês/economia):

$$\frac{\text{Volume de água consumido-tratada exportado}}{\text{Quantidade de economias ativas de água}} \times \frac{1.000}{12} \quad (11)$$

No entanto, nem todos os índices listados são pertinentes ou possíveis de calcular para o estudo em questão. Sendo assim, os indicadores utilizados foram: IN049, IN051, IN009, IN013 e IN014. Cada um será detalhado separadamente a seguir.

### 2.2.3.1 Índice de perdas na distribuição (IN049)

Este indicador trará uma avaliação, em percentual, do volume que está sendo perdido na distribuição de água até os pontos de consumo. O volume perdido equivale às perdas totais do sistema, isto é, o somatório das perdas reais e aparentes (OLIVEIRA et. Al, 2020).

Pela definição direta do SNIS temos a fórmula da equação 1:

$$IN049 = \frac{\text{Volume de água(produzido+ tratada importado-serviço)}-\text{Volume de água consumido}}{\text{Volume de água(produzido+tratada importado-serviço)}} \times 100 \quad (1)$$

Onde, segundo Oliveira et. Al (2020) tem-se:

- O Volume de Água Produzido para o consumo compreende a água captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada, ambas tratadas nas ETAs, e os volumes de água captada pelo prestador de

serviço que forem disponibilizados para consumo sem tratamento, medidos nas respectivas entradas do sistema de distribuição;

- O Volume de Água Tratada Importada caracteriza o volume de água potável já previamente tratada em estações, recebido de outros agentes fornecedores;
- O Volume de Água de Serviço é a soma dos volumes de água utilizados para as atividades especiais e operacionais, já acrescidos do volume de água recuperado e não considerando o volume de lavagens das ETAs;
- E o Volume de Água Consumido sendo o total consumido pelos usuários, contendo o volume micromedido e o volume estimado de consumo de ligações sem hidrômetros, com acréscimo do volume de água tratada exportado para outro prestador.

Entretanto, de modo resumido e seguindo com os dados providos pelos medidores aplicados no estudo, o cálculo desse índice poderá ser feito a partir da obtenção dos valores do volume disponibilizado pela ETA, medido no macromedidor localizado na entrada do Distrito de Medição e Controle (DMC), e o volume utilizado pelas unidades consumidoras, assim, de acordo com a equação 12:

$$IN049 = \frac{\text{Volume disponibilizado (VD)} - \text{Volume utilizado (VU)}}{\text{Volume disponibilizado (VD)}} \times 100 \quad (12)$$

Para medida de comparação de valores desse índice é importante ressaltar as médias nacional, regional e estadual (Tabela 1), que ainda se encontram distantes do nível de referência considerado satisfatório, sendo menor ou igual a 20%, como sugere Oliveira et. Al (2020) valor que referencia os países mais desenvolvidos, mas mantém um cenário básico de comparação para a realidade atual brasileira (OLIVEIRA et Al., 2020).

**Tabela 1 – Valores de referência IN049**

Média Nacional	38,45%
Média Regional (Sul)	37,41%
Média Estadual (SC)	35%

Fonte: SNIS (2018)

Segundo os dados mais recentes do SNIS (2018), municípios que possuem um índice mais caótico têm perdas acima de 70%, como no caso de Manaus que possui 74,95% perdas na distribuição, e Porto Velho, considerado a capital com pior índice, com 77,68%. Em contrapartida, encontram-se ainda cidades com níveis de excelência como Nova Iguaçu e São Gonçalo, no Rio de Janeiro, com apenas 4,27% de perdas e 5,93%, respectivamente e ainda a cidade de Santos/SP, com valor ainda abaixo do nível ótimo de 15%, com 14,28% de perdas na distribuição (OLIVEIRA et. Al, 2020).

Apesar de este indicador apresentar uma avaliação útil, ele sozinho pode causar distorções em comparativo a diferentes empresas, pois o volume de serviço pode não ser definido de maneira igual, além de que baixos níveis de medições podem acabar prejudicando a fidelidade das informações (OLIVEIRA et. Al., 2020).

Para isso é importante considerar outros índices para se ter uma ideia mais aprofundada da situação.

#### 2.2.3.2 Índice de perdas por ligação (IN051)

A avaliação desse índice irá expressar o nível de perdas da água registrada nos pontos de consumo, apresentando um valor unitário em l/dia/ligação, sendo assim uma média do que está sendo perdido numa certa variação de tempo (OLIVEIRA et. Al, 2020).

Em medidas de cálculo, esse indicador irá considerar as mesmas informações que o IN049, com o acréscimo da Quantidade de Ligações Ativas de Água, que é dada pelo somatório das ligações feitas à rede pública, ainda em atividade, com a presença de hidrômetros ou não.

Normalmente, para esse indicador, é realizada a média aritmética dos valores referente ao ano de avaliação e ao ano anterior, mas, para critério de análise do presente trabalho, será referenciado como o número de dias, visto que o cálculo será efetuado para quatro meses de comparação.

Assim, pode ser calculado pela equação 13:

$$IN051 = \frac{\text{Volume disponibilizado (VD)} - \text{Volume utilizado (VU)}}{\text{Quantidade de Ligações Ativas de Água} \times \text{N}^\circ \text{ de dias}} \times 1000 \quad (13)$$

Desse modo, os valores de comparação estão exibidos na Tabela 2 a seguir.

**Tabela 2 – Valores de referência IN051**

Média Nacional	340,94 l/dia/ligação
Média Regional (Sul)	301,73 l/dia/ligação
Média Estadual (SC)	314 l/dia/ligação

Fonte: SNIS (2018)

Apesar de apresentar termo unitário, a comparação deste índice entre cidades pode não ser realizada eficientemente, pois deve-se considerar que cidades com maior verticalização possuirão indicadores maiores que as com menor população concentrada (OLIVEIRA et. Al., 2020).

Entretanto, para ter um melhor reconhecimento dos resultados encontrados, dentre as maiores cidades do país, o maior índice foi de Porto Velho/RO com 1817,09 l/dia/ligação e o menor, com 119,93 l/dia/ligação, de Campo Grande/MS (SNIS, 2018).

#### 2.2.3.3 Índice de hidrometração (IN009)

Índice mais básico, responsável por indicar a presença de medidores nas economias, ou seja, qual o percentual de existência de hidrômetros nas ligações. Podendo ser facilmente calculado seguindo a fórmula 4:

$$IN009 = \frac{\text{Quantidade de ligações ativas de água micromedidas}}{\text{Quantidade de ligações ativas de água}} \times 100 \quad (4)$$

O valor correspondente ideal para esse índice deveria ser de 100%, em que todas as ligações possuam hidrômetros, desse modo, fornecendo informações confiáveis para as operadoras de serviço, isentando a necessidade de estimativas. A média brasileira, segundo o SNIS (2018), é de 92,50% de índice de hidrometração.

O que não está sendo registrado pode refletir diretamente nas perdas aparentes, pois com a ausência dos hidrômetros a cobrança da fatura se baseia em estimativas, mascarando assim o real consumo, facilitando também a ocorrência de fraudes, por exemplo.

#### 2.2.3.4 Índice de perdas no faturamento (IN013)

Semelhante à IN049, mas substituindo os valores micromedidos pelo volume de água faturado, isto é, o valor referente ao que foi recebido pela concessionária. Este índice apresenta a proporção percentual do que a empresa não está faturando (OLIVEIRA et. Al, 2020).

Sendo assim, aplicando do mesmo modo que as Perdas na Distribuição tem-se, de maneira simplificada (Equação 14):

$$IN013 = \frac{\text{Volume disponibilizado (VD)} - \text{Volume faturado (VF)}}{\text{Volume disponibilizado (VD)}} \times 100 \quad (14)$$

Em casos em que há falta de hidrômetros, existe a estimativa do consumo realizado e o faturamento é baseado em cima desse valor, por conta disso, o indicador pode não representar a total realidade.

A média da região Sul está um pouco abaixo da média nacional (Tabela 3), mais ainda distante do desejado de 20% de perdas, como sugere Oliveira et. Al (2020).

**Tabela 3 – Valores de referência IN013**

Média Nacional	37,10%
Média Regional (Sul)	35,20%

Fonte: SNIS (2018)

Importante ressaltar que esse índice apresenta diretamente a influência econômica que as perdas de água podem representar no faturamento de uma operadora, pois esse volume de água não faturado está sendo de alguma forma utilizado, seja perdido em vazamentos ou mesmo consumido, mas não cobrado. Esse fato acarreta prejuízos financeiros que provavelmente serão cobrados pelos usuários em forma de aumento na fatura.

#### 2.2.3.5 Consumo micromedido por economia (IN014)

Como o próprio nome já diz, este índice irá determinar o consumo de água micromedido pelo número de economias, considerando apenas as ligações ativas. Para o presente trabalho será considerado o consumo mensal isoladamente, desse modo, expressa em m<sup>3</sup>/mês/economia, tem-se a equação 15:

$$IN014 = \frac{\text{Volume micromedido}}{\text{Quantidade de economias ativas de água micromedidas}} \quad (15)$$

A importância deste indicador para o estudo está em conhecer o perfil do usuário do serviço na região de controle estudada, uma vez que em áreas industriais o consumo tende a ser mais elevado do que áreas residenciais.

#### 2.2.4 Limites técnicos e econômicos

Mesmo as perdas de água sendo um grande problema que afeta diversos fatores do abastecimento de água, a IWA reconhece a impraticabilidade de eliminar totalmente as perdas e, desse modo, estipulou limites eficientes para reduzi-las. Sendo estes separados em duas esferas:

a) Limite econômico: É o limite máximo em que os custos para ações de combate às perdas não ultrapassam o valor de exploração e distribuição de água (ABES, 2015).

b) Limite técnico: Definido como o limite das perdas inevitáveis, pois é determinado conforme a capacidade da tecnologia dos materiais, ferramentas e equipamentos atualmente disponíveis (ABES, 2015).

Em resumo, esses limites estabelecem o ponto máximo em que é válido realizar investimentos para reduzir as perdas de água, uma vez que não é possível zerar essas perdas. Afinal, sempre haverá vazamentos não detectáveis, erros de cadastros ou fraudes, mesmo em menor escala, no qual o investimento inserido para detectar e resolver esses problemas será maior do que o retorno adquirido com a solução deles.

Ressaltando ainda que no Brasil o nível de perdas se encontra ainda bem distante desses limites, principalmente nas áreas periféricas como a do local de estudo, portanto dificilmente será necessário considerar estes pontos.

#### 2.2.5 Ações para controle das perdas de água

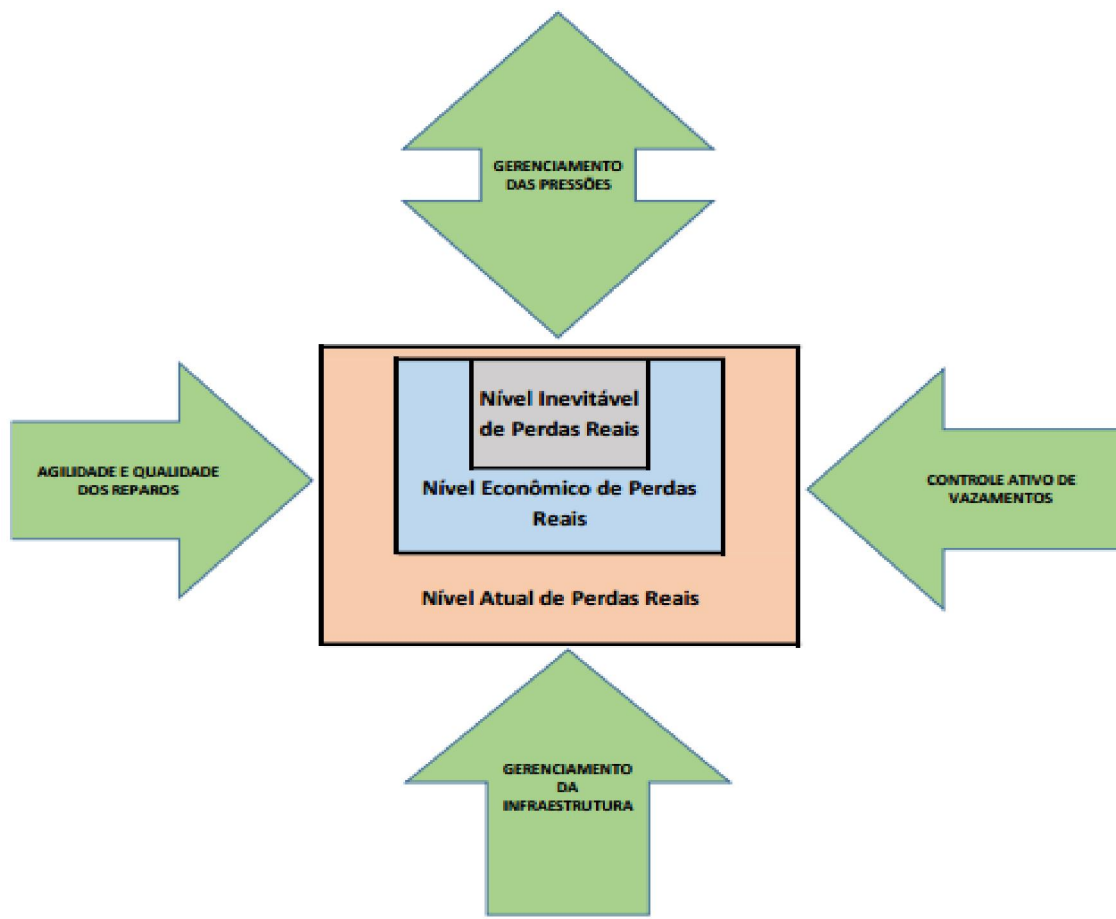
Para os dois diferentes tipos de perdas, existem métodos distintos para controlar os valores de perdas de água. A IWA estabelece as principais ações para controlar as perdas em sistemas de abastecimento de água.

### 2.2.5.1 Ações para controle de perdas reais

Primeiramente é necessário obter um Cadastro Técnico atualizado que consiga retratar de maneira confiável a infraestrutura do sistema de distribuição de água. Outro ponto é realizar a avaliação e resultados de redução das perdas em áreas menores, previamente delimitadas; o indicado é realizar essas análises em Distritos de Medição e Controle (DMC), em que possuem entre 2.000 e 5.000 ligações, e prover de um macromedidor na entrada para ser possível a obtenção dos valores das perdas (ABES, 2015).

As práticas para combate às perdas reais são principalmente resumidas em algumas ações (Figura 1) e podem ser descritas da seguinte maneira (ABES apud THORNTON, 2008; TARDELLI, 2014):

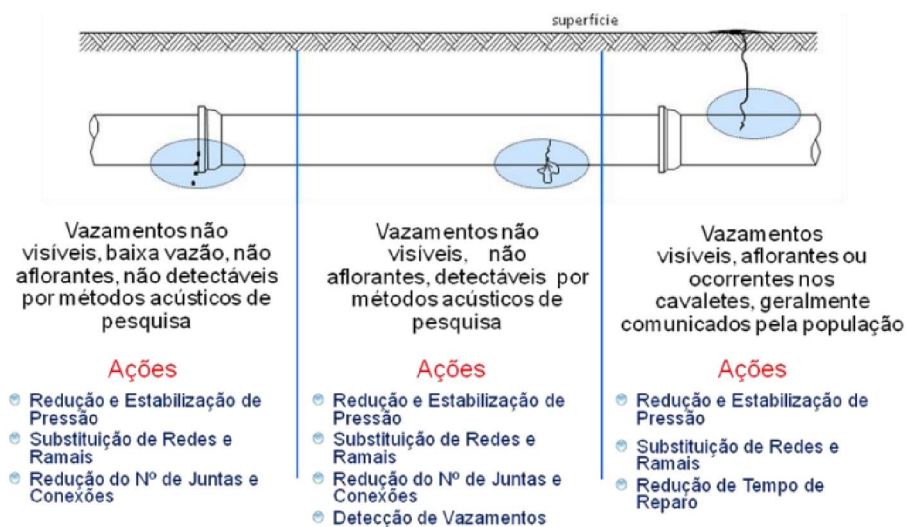
Figura 1 – Boas práticas para o combate às perdas reais



Fonte: ABES apud IWA (2015).

- O Gerenciamento de Pressões irá trabalhar através do zoneamento piezométrico e adoção de equipamentos para reduzir as pressões, ou aumentá-las (quando necessita atingir uma região mais elevada), possibilitando a obtenção de pressões adequadas de trabalho, de acordo às normas estabelecidas;
- Agilidade e Qualidade nos Reparos, em que a prestadora de serviço deve montar uma operação de reparação aos vazamentos (Figura 2), tornando-a mais ágil e eficiente possível, a fim de reduzir o retrabalho, quando não há o devido preparo;

**Figura 2 – Tipos de vazamentos e ações corretivas**



Fonte: Tardelli F° (2004).

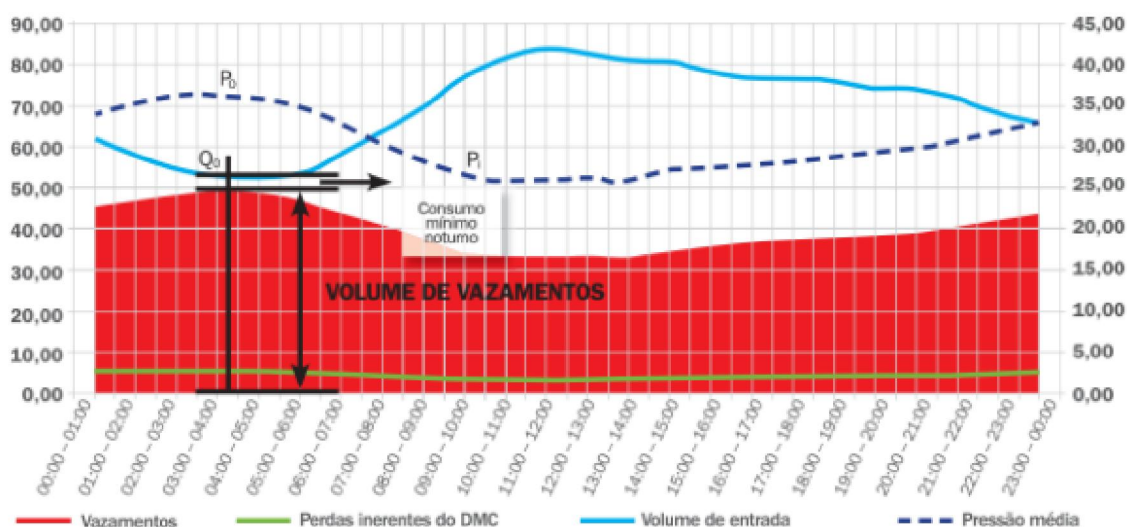
- Controle Ativo de Vazamentos, em que se busca identificar e reparar os vazamentos não visíveis, cuja eficácia depende de um planejamento, isto é, elevar a frequência de pesquisa em áreas com maior incidência de vazamentos ou elevada vazão mínima noturna; da qualidade da mão de obra e dos recursos técnicos e materiais disponíveis;
- E o Gerenciamento da Infraestrutura, que busca a boa execução das implantações e manutenções de tubulações, reduzindo as perdas de água devido a obsolescência dos materiais.

Importante ressaltar que para identificar a quantidade de perdas físicas, isto é, o volume de vazamentos que estão ocorrendo no local, é indicado utilizar um método mais específico de avaliação, e, como já foi abordado anteriormente, um dos mais recomendados para diferenciar as perdas reais das perdas aparentes é o Método das Vazões Mínimas Noturnas.

No entanto, para a aplicação deste método é necessário prover de um DMC bem monitorado, com sistema de abastecimento ininterrupto e pressurização normal. Com isso, é realizado utilizando o horário que costuma ter menor consumo, normalmente entre as 02:00h às 04:00h da manhã, e assim, dispendo da vazão de entrada do DMC registrada pelo macromedidor e monitorando a variação da pressão média, encontra-se o volume de vazamentos. Esse volume é calculado a partir da relação pressão/vazamento, que pode ser observado durante vazão mínima noturna (ASBE, 2015).

Na figura 3 é possível verificar o comportamento diário dessas variáveis. Sendo  $P_0$  e  $Q_0$ , respectivamente, a pressão e a vazão encontradas no horário que ocorre a vazão mínima noturna e tendo  $P_1$  como a vazão de entrada, é possível calcular a vazão de vazamentos a cada hora. Observa-se graficamente que a curva do volume de entrada (eixo vertical direito) se apresenta opostamente à curva da pressão média (eixo vertical esquerdo), demonstrando que o volume de vazamentos e a pressão média diminuem no período de maior consumo e o contrário ocorre durante o consumo mínimo noturno (ASBE, 2015).

Figura 3 – Método das vazões mínimas noturnas



Fonte: ASBE (2015).

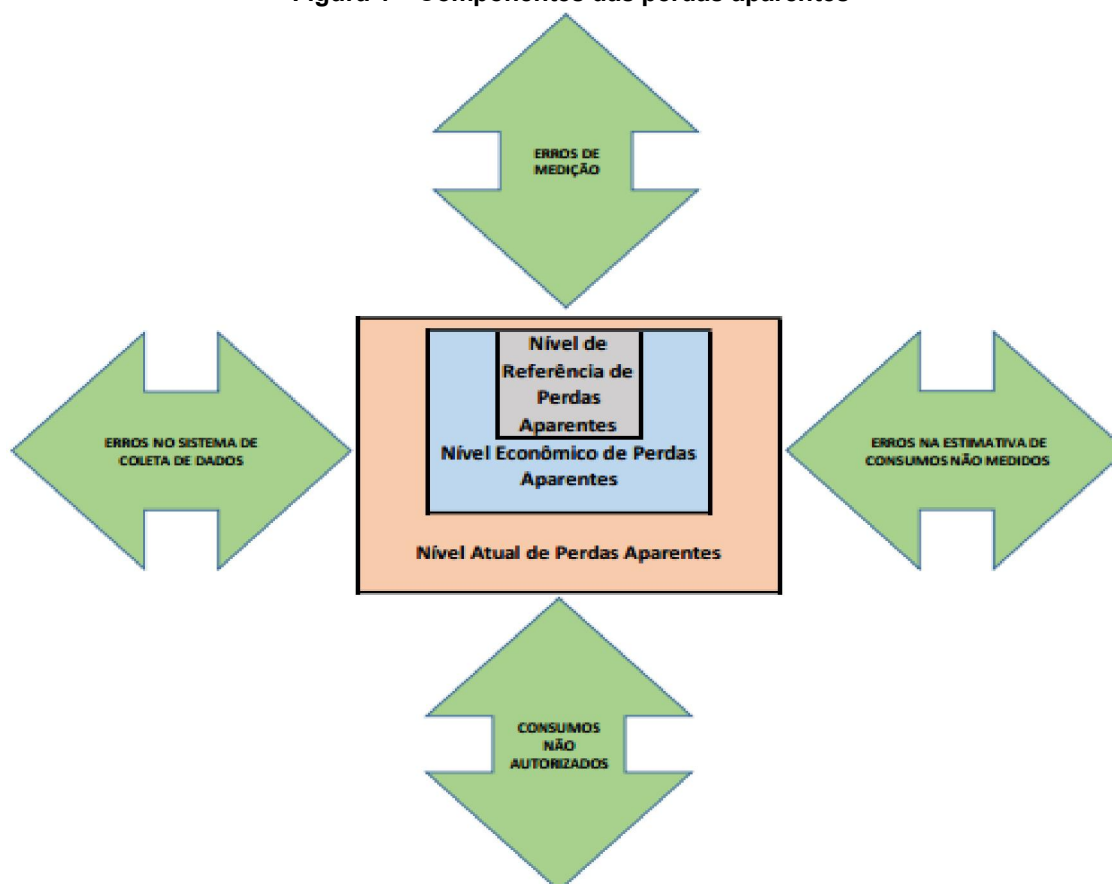
Segundo a ASBE (2015), com o monitoramento constante das vazões, é possível identificar a presença de um novo vazamento pelos picos diários, pois analisando uma sequência de dias encontra-se um controle de vazamentos já estabilizado, em que reconhece as vazões mínimas normais como o somatório das perdas inerentes do sistema e o consumo mínimo noturno, qualquer elevação anormal é considerada um vazamento que deve ser localizado, de acordo com as ações práticas estabelecidas pela IWA.

#### 2.2.5.2 Ações para controle de perdas aparentes

Para as perdas aparentes deve-se considerar a total inclusão da hidrometração, além de contar com um Cadastro Comercial devidamente atualizado, para apuração confiável dos valores micromedidos (ABES, 2015).

Os principais componentes das perdas aparentes são oriundos de erros ou consumos não autorizados, que são as fraudes e ligações clandestinas (Figura 4).

**Figura 4 – Componentes das perdas aparentes**



Fonte: ABES apud IWA (2015).

Os erros de medição podem se originar tanto no macromedidor como leituras incorretas dos hidrômetros, ou até mesmo da estimativa ocorrida na falta destes.

Segundo Vicentini (2012 *apud* TARDELLI F°, 2006), para macromedidores instalados de maneira adequada e operando com vazões adequadas possuem uma variação de precisão na faixa de 0,5% à 2%. Essas variações são decorrentes de problemas como: a instalação inadequada; a descalibração do medidor; o dimensionamento inadequado; a grande amplitude entre vazões máximas e mínimas; problemas na transmissão de dados; entre outros. Sua confiabilidade está diretamente relacionada a sua manutenção periódica.

Enquanto nos micromedidores, o envelhecimento de seus equipamentos é uma das principais causas de perda de precisão. Desse modo, as trocas de hidrômetros devem seguir às manutenções corretivas, quando este não exibe mais as condições básicas de funcionamento; às manutenções preventivas, que devem obedecer às regras estabelecidas pela operadora de serviço, de acordo ao tempo ou volume total decorrido; e ainda à adequação, em que é realizada a troca por conta da inadequação do hidrômetro instalado para o consumo efetuado (VICENTINI, 2012).

Segundo Vicentini (2012), o combate às fraudes pode ser realizado através de denúncias ou inspeções e análises periódicas nos hidrômetros. Após aferida a irregularidade, a medida de correção pode ser feita de maneira jurídica, visto que a realização de fraude num sistema é um crime, ou administrativa, quando é negociada entre o cliente e a operadora uma outra maneira de regularização. Os valores de consumo não autorizados podem ser reduzidos através de campanhas de conscientização da população local, além da utilização de lacres nos hidrômetros ou outro dispositivo que dificulte as fraudes.

Para diminuir os erros nas coletas de dados, deve-se também aperfeiçoar o sistema de gestão comercial, por meio da inserção de novos cadastramentos de ligações e a apuração dos consumos de clientes. Algumas soluções podem ser implantadas através de atividades que identifiquem falhas no cadastro e ligações clandestinas ou o reativamento de ligações canceladas sem o conhecimento da operadora; e por meio de inspeções em campo (VICENTINI, 2012).

## 2.3 Saneamento em aglomerados subnormais

O crescimento dos grandes centros urbanos é normalmente acompanhado pelo desenvolvimento da infraestrutura dessas cidades, entretanto este fato tende a não ocorrer em áreas periféricas. Por se tratar de regiões comumente ocupadas por população de baixa renda e muitas vezes localizadas em áreas irregulares e sujeitas a ameaças naturais, não recebem a devida atenção dos órgãos públicos, apesar de possuírem um aumento de população quase simultâneo às demais, não há o mesmo investimento. Sem fiscalização, essas comunidades crescem sem planejamento e conseqüentemente, sem saneamento básico adequado, o que se torna uma grande preocupação para os moradores, pois se torna um caso de saúde pública e sua abstinência pode decorrer em problemáticas maiores (REBOLLAR; SCHUCH; LOCH, 2013).

Pela definição do IBGE (2019), os aglomerados subnormais representam as habitações em áreas urbanas ocupadas de forma irregular em terrenos alheios.

(...) em geral, caracterizados por um padrão urbanístico irregular, carência de serviços públicos essenciais e localização em áreas com restrição à ocupação. No Brasil, esses assentamentos irregulares são conhecidos por diversos nomes como favelas, invasões, grotas, baixadas, comunidades, vilas, ressacas, loteamentos irregulares, mocambos e palafitas, entre outros (IBGE, 2019).

No município Florianópolis, em Santa Catarina, houve uma denominação especial para classificar essas áreas de habitações, com o intuito de realizar uma regulamentá-las, foram definidas como Zonas Especiais de Interesse Social, como será apresentado no item a seguir.

### 2.3.1 Definição de Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS)

No país inteiro houve uma grande migração de pessoas para as capitais dos estados e em Florianópolis não foi diferente. Conforme a população aumenta e novos projetos de modernização dessas cidades são implantados, surge a necessidade de encontrar outras áreas de habitação. Durante esse processo, muitas famílias que não dispõem de amplos recursos, acabam recorrendo a ocupar espaços não ideais para moradia, porém, sendo esta a única possibilidade, acabam permanecendo.

A partir do crescente aumento dos aglomerados em Florianópolis, tornou-se necessária a criação de leis e projetos para regulamentar e restabelecer as condições de infraestrutura dessas regiões (ALMEIDA; FERREIRA, 2017).

Com esse objetivo, as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) foram criadas junto à Lei Complementar Municipal 207/2005, que, segundo o Art. 1º, estabelece:

§ 2º As ZEIS só poderão ser demarcadas por Lei Complementar específica nas áreas de ocupação consolidadas em data anterior ao último levantamento aerofotogramétrico oficial de áreas carentes, nas quais predominarem as seguintes condições:

I - famílias com renda inferior a 3 (três) salários mínimos;

II - uso residencial;

III - existência de habitações rústicas e/ou improvisadas, com baixa qualidade dos materiais construtivos utilizados e inadequação e improvisação dos usos dos cômodos;

IV - existência de moradias com adensamento habitacional excessivo caracterizado pela superpopulação dos dormitórios e pela coabitação;

V - predominância de ocupações irregulares caracterizadas pelos loteamentos clandestinos e áreas de invasões;

VI - precariedade nas redes de infraestrutura urbana e comunitária;

VII - situadas fora da zona costeira definida pelo Decreto Federal no 5.300 de 2004; e

VIII - não localizadas sobre áreas destinadas a sistema viário ou equipamentos urbanos e comunitários (ACI, AVL, AVV, AST, ASE) previstas no Plano Diretor.

Sob essa perspectiva, as políticas públicas passaram a buscar melhoramentos para atender os serviços básicos das comunidades de Florianópolis, como ocorreu no caso do Projeto Maciço Morro da Cruz que será apresentado no tópico seguinte, garantindo condições de vida mais favoráveis à sociedade ali inserida.

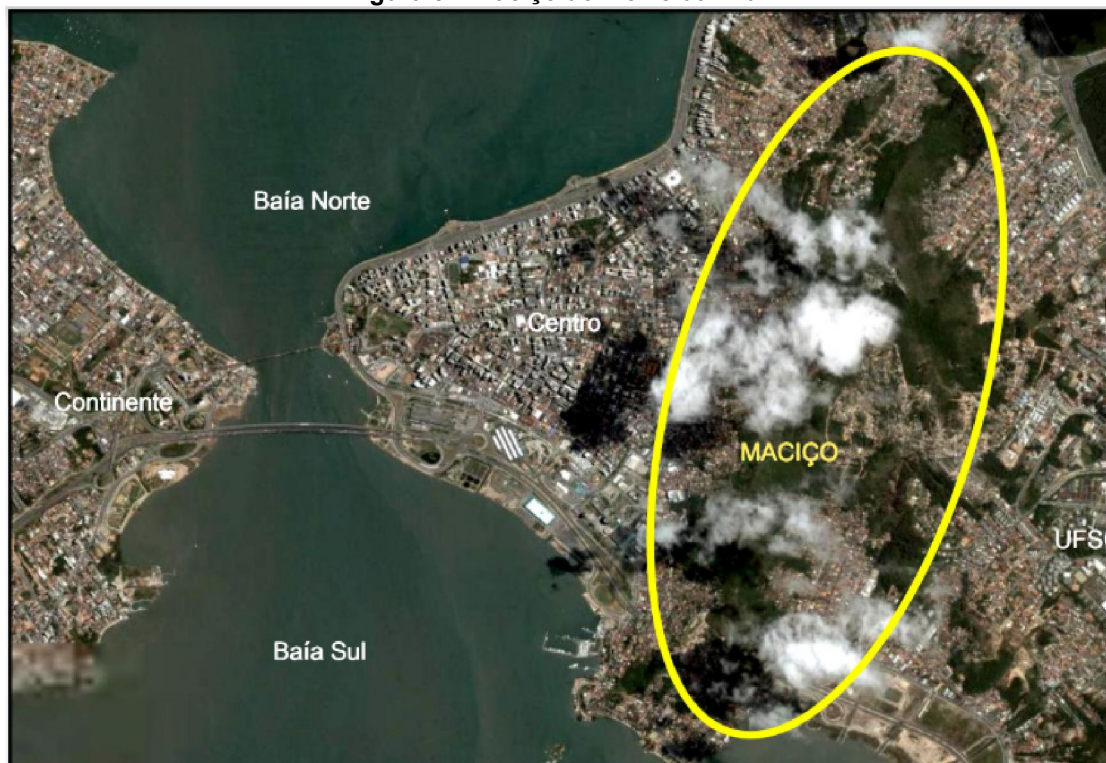
### 2.3.2 Contexto histórico do Maciço Morro da Cruz

A ocupação do Maciço do Morro da Cruz, no município de Florianópolis, tem início em meados do século XX, a partir da chegada de escravos recém libertos e da população de baixa renda que teve suas moradias tomadas por conta do movimento de reforma sanitária que ocorria no centro da cidade. Nos anos 40, houve uma operação de desmatamento da floresta existente no maciço, como um meio de minimizar a propagação da malária que assolava a região na época, facilitando assim o assentamento das primeiras famílias (REBOLLAR; SCHUCH; LOCH apud SAITO, 2013).

A concentração do crescimento populacional nas comunidades de Florianópolis ocorreu entre os anos de 70 e 90, quando houve uma grande migração de moradores para região da grande Florianópolis (ALMEIDA; FERREIRA apud CASAGRANDE, 2017).

O Maciço do Morro da Cruz (Figura 5) abrange um conjunto de 16 comunidades, delimitadas em contorno azul no mapa da Figura 6, e se localiza entre os aterros das baías Norte e Sul, próximo da região central de Florianópolis e, apesar da localização estratégica, a área é considerada periférica. A população atual estimada do Maciço Morro da Cruz é aproximadamente 23 mil habitantes (SECRETARIA DA HABITAÇÃO E SANEAMENTO AMBIENTAL, 2009).

**Figura 5 – Maciço do Morro da Cruz**



Fonte: SECRETARIA MUNICIPAL DA HABITAÇÃO E SANEAMENTO AMBIENTAL (2009).



projetos de infraestrutura saíram do papel em 2008, com o repasse dos recursos do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, lançado pelo Governo Federal (SECRETARIA DA HABITAÇÃO E SANEAMENTO AMBIENTAL, 2009).

O Projeto do Maciço do Morro da Cruz abrangeu serviços de: terraplanagem; pavimentação; contenção de encostas; transporte vertical; rede de distribuição de energia elétrica; construção de habitações; implantação do Parque do Maciço; e saneamento básico, sendo assim efetuados, além da drenagem pluvial, os sistemas de abastecimento de água e coleta de esgoto.

Apesar dos investimentos na região, o abastecimento de água nas favelas ainda é deficiente, decorrente do atraso no investimento para infraestrutura nessas regiões. É comum a ocorrência de habitações sem reservatórios de água e não cadastradas nos sistemas de distribuição de água, entretanto, visto que é extremamente necessária para sobrevivência humana uma fonte de água, a apropriação indevida de pontos de abastecimento é corriqueira (REBOLLAR; SCHUCH; LOCH, 2013).

Essas apropriações ilegais acabam afetando a qualidade da água recebida da concessionária, pois a forma de armazenamento e as condições das ligações não condizem com as normas sanitárias de higiene, podendo em muitos casos contaminar essa água com vetores causadores de doenças. Outras maneiras de obtenção de água também podem ser oriundas de fontes sem o devido tratamento, colocando em risco a saúde da população local (REBOLLAR; SCHUCH; LOCH, 2013).

#### 2.3.4 Perdas de água em aglomerados subnormais

As ligações clandestinas, fraudes nos hidrômetros e instalações de água oriundas de outras economias refletem como perdas aparentes na rede e geram uma grande defasagem do sistema de água, pois esse volume consumido não é totalmente contabilizado e desse modo, não faturado, gerando prejuízos para a população geral, em forma de tributos.

Nos aglomerados subnormais a ilicitude das ligações é um fato recorrente. A falta de cadastramento das residências no sistema atrapalha o controle dessas perdas. Esse tipo de ilegalidade muitas vezes não é visto com tanta importância dentro da comunidade, uma vez que é um fato historicamente cultural, pois antes

mesmo de haver qualquer intervenção social por parte do Estado, já existiam redes clandestinas para a sobrevivência desta população. Portanto, esse tipo de obtenção do recurso hídrico foi culturalmente adotado, quando toda a vizinhança já realiza dessa maneira e não é conhecida nenhuma forma de repreensão ou penalidade (PRIETO, 2011).

O trabalho da pesquisa de campo entra como desafio de encontrar esses valores de perda para poder encontrar formas de intervenção. Entretanto, durante essa apuração *in loco* são encontradas diversas barreiras pelos trabalhadores das empresas de saneamento, como, por exemplo, a forte presença e autoridade das milícias e do tráfico de drogas nas favelas brasileiras, criando um risco considerável de atuação para os operadores. Por consequência, se torna necessário o auxílio da prefeitura local para a realização deste trabalho, para aproximar e integrar a equipe junto com a assistência social e a liderança comunitária (REBOLLAR; SCHUCH; LOCH, 2013).

### 2.3.5 Estudos de gestão de perdas em aglomerados subnormais

Diversos estudos, principalmente no estado de São Paulo, indicam a recorrência de altos índices de perdas de água provirem de regiões mais empobrecidas. Esse fato tende a ocorrer principalmente por conta do menor investimento público na infraestrutura local. Para combater esses índices, algumas operadoras estão buscando meios de regularizar os serviços de abastecimento de água nessas áreas, que, conforme resultados já divulgados, conseguem recuperar um volume significativo de água perdida. Essa regularização demonstra resultados econômicos e ambientais claros, além de melhorar as condições de saúde da população local (ABES, 2017)

#### 2.3.5.1 Programa Água Legal (SABESP)

O Programa Água Legal criado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) é um dos mais reconhecidos e premiados no que tange o melhoramento da infraestrutura de abastecimento de água em áreas irregulares. Atuando desde 2017, o programa já beneficiou mais de 400 núcleos habitacionais no estado de São Paulo. A regularização do sistema atua em reduzir

as ligações clandestinas, cadastrar os usuários e melhorar a rede de abastecimento por meio da substituição de tubulações precárias, oferecendo mais condições aos usuários, distribuindo uma água de qualidade sem risco de contaminação. Por consequência essa ação diminui as perdas de água na região, estima-se que nos dois primeiros anos do programa houve uma redução de perdas de 20 bilhões de litros (ONU, 2018).

O contato do Programa com as comunidades é realizado a partir da apresentação dos benefícios da regularização do sistema para os líderes locais que incluem: a melhoria da saúde pública por conta do acesso à água com qualidade e regularidade, diminuindo a exposição a doenças; o cadastro realizado em tarifa social, que é inferior a tarifa comum, para atender as famílias de baixa renda; e a emissão de conta d'água em nome do morador que proporciona um comprovante de endereço para que o usuário possa utilizar em inscrições (como escolares e de trabalho) que necessitam de endereço. É comum também utilizarem a mão de obra local para a execução dos serviços da operadora, a partir da contratação dos moradores para auxiliar na implantação de redes e ligações e cadastramento de novos usuários. Para uma melhor compreensão da população é realizada visitas para conscientização do uso da água e as mudanças que ocorrerão. Todo o processo ocorre com a participação da prefeitura e do poder judiciário para garantir a instalação do saneamento ocorra mesmo com a existência da Lei federal que impede essa execução em áreas irregulares (ONU, 2018).

A licitação do Programa Água Legal ocorre por meio de um contrato de *performance*, que, diferente do contrato tradicional, depende do desempenho da empresa contratada (e não da operadora de saneamento), caso as metas não sejam atingidas a remuneração é menor devido à penalizações. Não é necessário ter disponibilidade inicial de capital, a remuneração ocorre de acordo com os serviços realizados e metas alcançadas (HORCAIO, 2019).

Dois trabalhos realizados por meio desse programa serão demonstrados a seguir como exemplificação.

- *Unidade de Gerenciamento Regional Santana – São Paulo (SABESP)*

O estudo, realizado pela Engenheira Horcaio (2019), abrangeu a área da Unidade de Gerenciamento Regional Santana, num período total de 48 meses, incluindo a fase de pré operação de implantação do escopo sem remuneração por 12 meses e apuração de *performance* com remuneração variável durante 18 meses, os últimos 18 meses possuem uma remuneração fixa.

O Programa Água Legal previa investimentos na gestão de perdas de água com objetivo de redução de 3 bilhões de litros perdidos por mês. Nesse projeto foram realizadas as seguintes ações: implantada a Tarifa Social, para a população local de baixa renda, que equivale a 1/3 da tarifa residencial normal; o treinamento de funcionários e a integração da governança colaborativa entre a empresa e a comunidade; o cadastramento dos moradores e imóveis; o assentamento de redes e ramais; a apuração de consumo; negociação de débitos em aberto; e divulgação de informações educativas à população por meio de diversos cursos (HORCAIO, 2019).

Os dados foram obtidos por meio de instalação de um macromedidor na entrada dos DMCs e os valores obtidos pelos hidrômetros regularizados. Sendo assim as perdas foram consideradas da diferença dos valores de entrada (macromedidor) e de saída (micromedidores) (HORCAIO, 2019).

Ao fim deste contrato, os resultados obtidos ultrapassaram o escopo mínimo de 7 mil ligações e 85.540 m<sup>3</sup>, com um total de 18 núcleos regularizados, foi atingido 131% de melhoria, com 9.375 unidades recuperadas (sendo 5.163 ligações novas, 2.225 religações inativas e 1.987 consumo zero) e um total de 112.387 m<sup>3</sup> recuperados, deixando de perder 20,6 m<sup>3</sup>/ligação. Dessa forma, os resultados gerais promoveram a inclusão social, a redução das perdas e o aumento da receita (HORCAIO, 2019).

- *Unidade de Gerenciamento Regional Interlagos (SABESP)*

De acordo com Colombini e Hauck (2019), esse trabalho foi realizado a partir de três contratos de *performance* com diferentes durações e áreas de atendimento, atuados pela empresa ENORSUL. Para esse contrato foi realizado o orçamento com base no escopo mínimo para obras e serviços, definindo uma meta de volume

medido e um valor unitário de remuneração do volume micromedido recuperado em R\$/m<sup>3</sup>. Em que o objeto do primeiro contrato n°22.553/15 era:

Prestação de serviços de engenharia para redução de perdas em áreas de alta vulnerabilidade social por meio de ações de regularização de ligações de água com supressão da infraestrutura irregular e recuperação de clientes por meio de contrato de performance visando o aumento da eficiência operacional na UGR Interlagos - Unidade de Negócio Sul (COLOMBINI; HAUCK, 2019).

Esse contrato, iniciado no ano de 2015 e finalizado em 2019, tinha como escopo mínimo realizar 8,5 mil ligações, que, com um consumo médio de 10,95 m<sup>3</sup>/ligação, resulta em uma meta de volume apurado de 93.075 m<sup>3</sup>/mês. A meta (de 75%) foi atingida, chegando a ultrapassar os 125% nos últimos meses de avaliação, com 12.312 ligações realizadas e mais de 115 mil m<sup>3</sup>/mês apurados. O contrato seguinte iniciou-se em 2017, com um prazo de 60 meses e, mesmo antes de encerrar o prazo já havia ultrapassado a meta (de 4.060 ligações, totais e 35.322 m<sup>3</sup>/mês), realizando 3.235 ligações de água, 128 consumos zero, religado 471 ligações inativas e ainda 693 ligações de esgoto. Após a regularização o perfil de consumo dos usuários baixou de 29,8 m<sup>3</sup>.mês/ligação para 11,1 m<sup>3</sup>.mês/ligação. O terceiro contrato ainda está em período de implantação. Cada contrato abrangeu pelo menos 30 áreas dentro da UGR Interlagos (COLOMBINI; HAUCK, 2019).

A adesão da comunidade foi realizada a partir do contato com os líderes da comunidade, reuniões com café da manhã para conscientização da população, implantação de base móvel para atendimento aos clientes na comunidade. Os serviços executados foram a implantação de rede água e esgoto, instalação de cavalete e ramal e corte nas ligações clandestinas remanescentes, tudo com o monitoramento *online* do sistema georreferenciado denominado EnorSig, que exibe as ocorrências e serviços operacionais e comerciais em campo como a alteração do consumo, inadimplência, erros no cadastro e acompanhamento das equipes de vistoria, garantindo a precisão e agilidade nos serviços. Ainda dentre as ações sociais foi criado o App Legal, um programa onde os participantes de escolas locais criam uma *startup* baseada em um aplicativo *mobile* que incentiva a melhoria de qualidade de vida e meio ambiente na comunidade (COLOMBINI; HAUCK, 2019).

### *2.3.5.3 Diretoria Metropolitana de Belo Horizonte (COPASA)*

Esse estudo foi realizado pela COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais em uma região que compreende 49 municípios, com mais de 4 milhões de habitantes. O trabalho publicado por Ronaldo de Melo Serpa Junior (2019) teve como enfoque os aglomerados subnormais existentes, que foi delimitado por um sistema georeferenciado com o acréscimo do conhecimento prático. As áreas que eram regiões de risco possuíam cadastramento comercial até certo ponto, pois a política comercial da empresa não era efetiva, mas ainda havia a existência de ocupações não reconhecidas pelo poder público, em que a quantidade de imóveis teve que ser considerada a partir de dados da prefeitura, entidades de mobilização e imagens aéreas. Essas áreas encontradas tinham um total 171.511 imóveis, sendo um percentual de 11,5% da região (de 1.487.432 ligações na região).

O cenário encontrado para aplicação do estudo de perdas continha um aumento do volume macromedido que não acompanhava o volume micromedido e tendo já realizado a estabilização e redução da quantidade dos vazamentos na região indicou que havia a presença de perdas aparentes, isto é, consumos não autorizados. A estimativa da macromedição foi, portanto, classificada em grupos, medindo vilas e fazendo extrapolação de valores. Os grupos eram de infraestrutura clandestina ou da operadora, com pressão menor igual a 50 mca ou maior. Sendo assim os resultados das perdas encontradas foram de 79,90%, ou, 4.089.282 m<sup>3</sup>/mês para as áreas de risco, correspondendo 20,11% das perdas totais da região (SERPA JUNIOR, 2019).

Como na publicação do estudo foram macromedidas apenas 14 vilas, ainda ficaram como próximas etapas a serem seguidas: aumentar a abrangência da macromedição; implementar um quinto grupo classificatório: as vilas verticais/ melhoria na apuração dos imóveis em ocupações; e a diferenciação das perdas reais e aparentes (SERPA JUNIOR, 2019).

### **3 METODOLOGIA**

O estudo de caso foi efetuado em conjunto com a Companhia Catarinense de Água e Saneamento (CASAN), unidade de Florianópolis, sendo realizado simultaneamente às coletas das medições feitas na área de estudo, portanto, utilizando as informações disponibilizadas pela operadora de serviço. A parceria foi feita através do fornecimento de dados pela Engenheira Sanitarista e co-orientadora Sheila Kusterko, empregada da empresa, concedidos à orientanda que realizou os cálculos necessários para os indicadores do estudo.

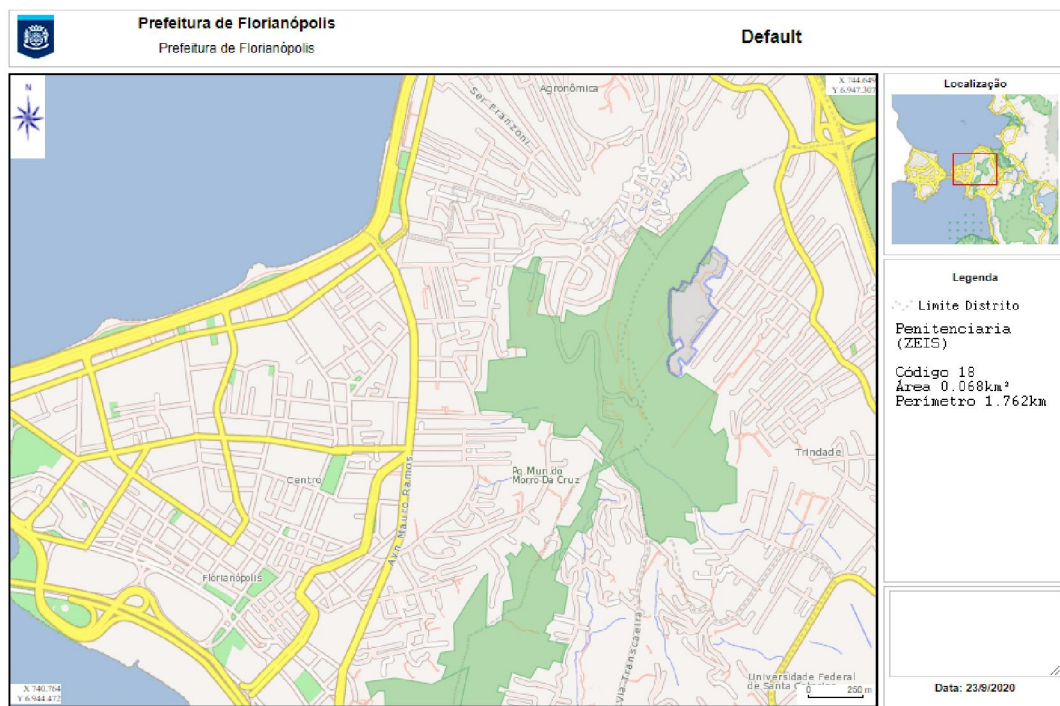
A partir das informações obtidas através do uso de medidores, foi possível quantificar o volume de água perdido na área de estudo durante os quatro meses de estudo e desse modo calcular os indicadores escolhidos no trabalho para analisar as perdas de água ocorridas. De acordo com os resultados obtidos, estratégias de controle e redução dessas perdas foram definidas, baseando-se na pesquisa bibliográfica realizada em estudos semelhantes sobre trabalhos de redução de perdas em áreas de vulnerabilidade social e aglomerados subnormais, como nos notórios resultados obtidos através do Programa Água Legal, no estado de São Paulo, pela SABESP. As ações utilizadas foram adaptadas, quando necessário, para ser possível aplicar na área estudada, dentro dos meios possíveis realidade encontrada.

O trabalho servirá como base de referência para as operações de análise e gestão de perdas de água em comunidades da cidade de Florianópolis, onde há a necessidade de ter conhecimento dos reais valores de perdas nestes locais, visto que tendem a ocorrer certas irregularidades no sistema e precariedade dos equipamentos, por conta da dificuldade de acesso dos operadores de serviços para realização de manutenção e fiscalização nessas regiões.

#### **3.1 Área de estudo**

Dentre as comunidades localizadas no Maciço Morro da Cruz, em Florianópolis, está o Morro da Penitenciária (Figura 7). Esse foi o local escolhido para o estudo devido a facilidade de implantação de um medidor de vazão na entrada do DMC, que pôde ser monitorado via telemetria.

**Figura 7 – Localização do Morro da Penitenciária**



Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS (2020).

O Morro da Penitenciária foi uma das regiões atendidas pelo Projeto do Maciço do Morro da Cruz que desenvolveu ações de infraestrutura na região a partir do ano de 2008, no entanto, os serviços de abastecimento de água foram realizados na parte mais baixa da comunidade, por conta da elevação da área superior ser considerada de risco (SECRETARIA DA HABITAÇÃO E SANEAMENTO AMBIENTAL, 2009).

No censo realizado pela Secretaria de Habitação e Saneamento Ambiental da Prefeitura de Florianópolis (2007) haviam registradas 290 habitações e estimada uma população 1.131 habitantes. Entretanto, como há uma diferença de 13 anos dessa pesquisa supõe-se que esses valores hoje sejam mais elevados. No Anexo 1 é possível verificar uma grande presença de habitações no local, identificadas pelo geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Florianópolis.

### 3.2 Coleta de dados

As informações sobre os dados populacionais da comunidade foram obtidos através do *site* de geoprocessamento da Prefeitura de Florianópolis e do banco de

dados da concessionária CASAN. Por se tratar de uma área mais empobrecida e com a presença de habitações em áreas de risco, há um número expressivo de residências sem cadastro. Na Figura 8 estão indicadas as residências cadastradas no sistema comercial da CASAN até o presente ano e a delimitação da área.

**Figura 8 – Ligações cadastradas Morro da Penitenciária**



Fonte: CASAN (2020).

Através das imagens de satélite GIS é possível identificar a existência de um número maior de unidades habitacionais que as cadastradas pela operadora, que possuía até o dia 11 de junho de 2020 o número de 151 economias ativas matriculadas (Anexo 2), podendo alcançar um valor de duas até três vezes maior que o documentado. O contato com outras redes de serviço como a CELESC ou diretamente com a prefeitura e possíveis líderes da comunidade para averiguar o número exato de residências locais foi inviabilizado devido à pandemia da COVID-19, em que o acesso remoto não foi capaz de disponibilizar os dados exatos sobre essa pequena região. Mas mesmo comparado ao último censo disponível do ano de 2007 as ligações de água cadastradas não representam o número de residências existentes.

Foram realizadas medições, macro e micro, para coleta dos valores do consumo de água, obtidas a partir da leitura desses medidores que fornecem dados como a vazão e a pressão de água no local de avaliação. O período analisado para o estudo foi de fevereiro a maio de 2020, sendo considerado o total consumido e disponibilizado a cada mês, em forma de planilhas e relatórios obtidos pelos *softwares* de análise da CASAN.

### 3.2.1 Macromedição

No mês de janeiro de 2020 a equipe técnica da CASAN realizou a instalação de um macromedidor na entrada do Morro da Penitenciária (Figura 9).

**Figura 9 – Entrada do Morro da Penitenciária**



Fonte: Arquivo pessoal (2020).

A partir da perfuração da pavimentação foi feita uma abertura na canalização onde se instalou o equipamento de medição (Figuras 10 e 11), o macromedidor (Figura 12 e 13). E este que irá conectar as instalações elétricas que proporcionam a comunicação da coleta de dados (Figura 14).

**Figura 10 e 11 – Instalação do macromedidor**



Fonte: Arquivo pessoal (2020).

Figura 12 e 13 – Macromedidor



Fonte: Arquivo pessoal (2020).

Figura 14 – Equipamentos externos



Fonte: Arquivo pessoal (2020).

O macromedidor entrou em operação no supervisório no dia 24 de janeiro de 2020, mas para acompanhar as datas de leituras dos hidrômetros da região, considerou o dia 12 de cada mês para registro, para que coincidisse as datas de leitura da micromedicação. Os dados disponibilizados pelo macromedidor são exibidos em relatórios (Anexos 3-6), em que estes apresentam valores de vazão e pressão da água de entrada para comunidade. Dentre os valores coletados, para o estudo foram utilizados somente os registros da vazão totalizada em  $m^3$  (Tabela 4) de onde se obteve o volume disponibilizado para aquela região.

Tabela 4 – Vazão totalizada mês de fevereiro (m<sup>3</sup>)

Registros	Início	Mínimo	Máximo	Média	Soma	Contagem		
VAZÃO TOTALIZADA	3.472,70	3.472,70	12/fev	7.585,70	11/mar	5.827,09	1,91	33635

O cálculo do volume disponibilizado é a diferença entre o volume máximo e mínimo medido naquele intervalo de tempo, no caso do trabalho, a cada mês. Abaixo está representada a Equação 16 como exemplo do cálculo realizado para o mês de fevereiro.

$$\text{Volume disponibilizado} = \text{Máximo} - \text{Mínimo} = 7585,7 - 3472,7 = \mathbf{4112,9 \text{ m}^3} \quad (16)$$

Esse valor do volume disponibilizado da macromedição entrará para os cálculos dos indicadores utilizados para o estudo.

### 3.2.2 Micromedição

A micromedição é realizada a partir dos valores de consumo registrados na companhia referente às unidades cadastradas no sistema. A presença de hidrômetros (HD) torna os dados confiáveis, pois eles que fornecerão as informações exatas dos volumes consumidos. Quando não há a presença desses medidores, não é possível ter certeza do que está sendo consumido, havendo assim a necessidade de uma estimativa que pode acabar camuflando o valor real do volume utilizado.

Os dados da micromedição são fornecidos pela operadora e arquivados em planilhas (Tabela 5), onde cada matrícula registrada exibe a situação em que esta se encontra e apresenta os valores de volume medido, faturado e número de economias de cada mês.

Tabela 5 – Parte das unidades consumidoras do mês de fevereiro

Ícone	Setor	Quadra	Categoria	Atendimento	Situação	Volume Medido 01-03-2020	Volume Faturado 01-03-2020	Economias 01-03-2020
Com HD	357	5	R	AGUA/ESGOTO	ATIVA	11	11	1
Com HD	357	5	R	AGUA/ESGOTO	ATIVA	1	10	1
Com HD	357	5	R	AGUA/ESGOTO	ATIVA	7	10	1
Com HD	357	5	R	AGUA/ESGOTO	ATIVA	11	11	1
Sem HD	357	5	R	AGUA	ATIVA			

Para a utilização desses dados nos cálculos dos indicadores, é necessário usar o somatório dos valores das unidades. Desse modo, para o mês de fevereiro, foram medidos os seguintes totais (Tabela 6):

**Tabela 6 – Dados da micromedição**

Volume medido	1119 m <sup>3</sup>
Volume sem HD	530 m <sup>3</sup>
<b>Volume utilizado</b>	<b>1649 m<sup>3</sup></b>
<b>Volume faturado</b>	<b>1998 m<sup>3</sup></b>
<b>Economias</b>	<b>149</b>
<b>Econ.</b>	<b>97</b>
<b>Micromedidas</b>	

Somente a soma dos volumes medidos não iria contabilizar todas as unidades, pois, como foi dito anteriormente, em muitos locais não há a presença de hidrômetros (HD). Dessa forma, foi adicionada ao volume medido a soma do volume faturado das unidades sem hidrômetro, obtendo assim o volume utilizado que será incluído no cálculo dos indicadores, além dos demais dados – volume faturado; economias; e economia micromedidas (aquelas que possuem HD).

### 3.3 Cálculo dos indicadores

O cálculo dos indicadores foi realizado utilizando os valores coletados dos medidores durante os meses de fevereiro a maio do ano de 2020 (Tabela 7).

**Tabela 7 – Dados coletados de fevereiro a maio/2020**

MÊS/ANO	Volume Disponibilizado (m <sup>3</sup> )	Volume Utilizado (m <sup>3</sup> )	Volume Faturado (m <sup>3</sup> )	Economias	Economias Micromedidas
<b>FEV/2020</b>	4.112,95	1.639	1.998	149	97
<b>MAR/2020</b>	4.031,08	1.036	1.036	148	97
<b>ABRIL/2020</b>	3.287,60	1.187	1.187	150	100
<b>MAIO/2020</b>	6.421,23	1.149	1.149	151	99

Os indicadores utilizados neste trabalho foram:

- Índice de Perdas na Distribuição (IN049)
- Índice de Perdas por Ligação (IN051)
- Índice de Hidrometração (IN009)

- Índice de Perdas no Faturamento (IN013)
- Consumo Micromedido por Economia (IN014)

Esses índices foram calculados de acordo com o que foi demonstrado no tópico 2.2.3 Indicadores de Perdas de Água e seus resultados serão exibidos e discutidos em sequência.

## **4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Ao longo de quatro meses foram coletadas medições do Distrito de Medição e Controle Morro da Penitenciária. Em cima dessas informações, realizaram-se os cálculos dos indicadores de perdas de água escolhidos para o estudo. A análise dos resultados dos indicadores será apresentada a seguir e, após eles, serão apontadas as estratégias de redução e controle de perdas sugeridas.

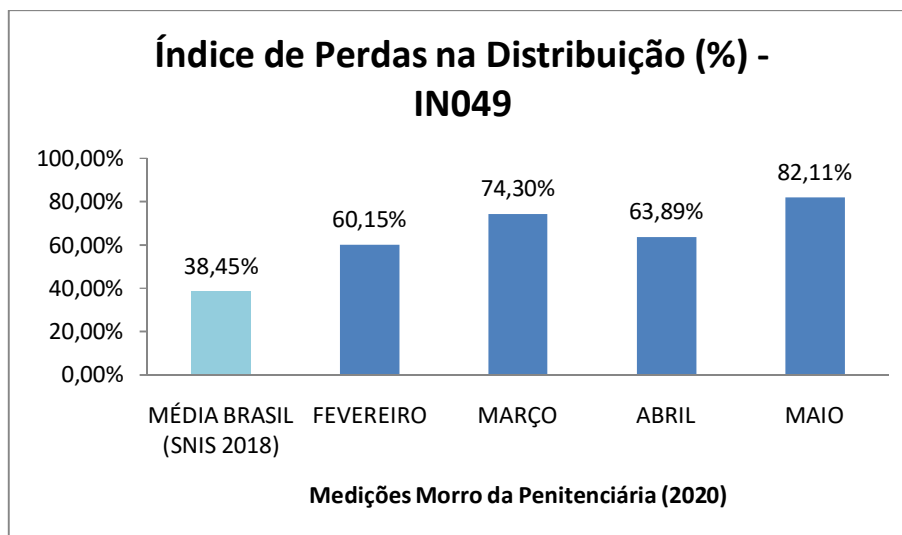
### **4.1 Resultado dos indicadores**

Calculados da maneira apresentada no presente trabalho, os resultados dos índices obtidos indicaram altos níveis de perdas de água. Cada um desses índices será analisado separadamente.

#### **4.1.1 Índice de Perdas na Distribuição (IN049)**

O primeiro indicador apresentou níveis elevados (Gráfico 1), ultrapassando até o dobro da média nacional no mês de maio e registrando uma média de 70,11% de perdas na distribuição de água, muito acima da média do estado de Santa Catarina, que é de 35% e mais que o triplo do nível ideal recomendado (20%).

Gráfico 1 – Índice de Perdas na Distribuição (IN049)



É perceptível que houve um aumento mais significativo no mês de maio (que também se repetirá nos demais índices), porém devido ao curto período de avaliação de dados não é possível afirmar o que pode ter ocasionado esse aumento. Pode-se, entretanto, supor que essa elevação de perdas seja oriunda de alguma nova interligação não informada, devido à estiagem, que chamou atenção no município após o mês de abril de 2020, ou até de algum vazamento mais significativo, afinal o volume utilizado não teve grande variação, enquanto o volume disponibilizado aumentou em 2 mil m<sup>3</sup>. As demais informações analisadas mantiveram-se semelhantes ao do mês anterior, como os dias de medição (sempre entre 28 e 30 dias) e o número de economias, portanto demonstra que a discrepância ocorreu somente na leitura do macromedidor.

É necessária uma revisão de cadastro das ligações e uma análise mensal contínua para verificar esse comportamento. Ainda que a hipótese não possa ser comprovada dentro dos meios disponíveis no período do presente trabalho, esta deverá ser melhor analisada posteriormente pela empresa.

Esse fato pode indicar a fragilidade dos sistemas de abastecimento nestes locais, que possuem o risco de estarem mais sujeitos a vazamentos devido à falta de manutenções e também a desconformidade no cadastro comercial, em consequência das habitações irregulares existentes, refletindo nas variações dos volumes fornecidos.

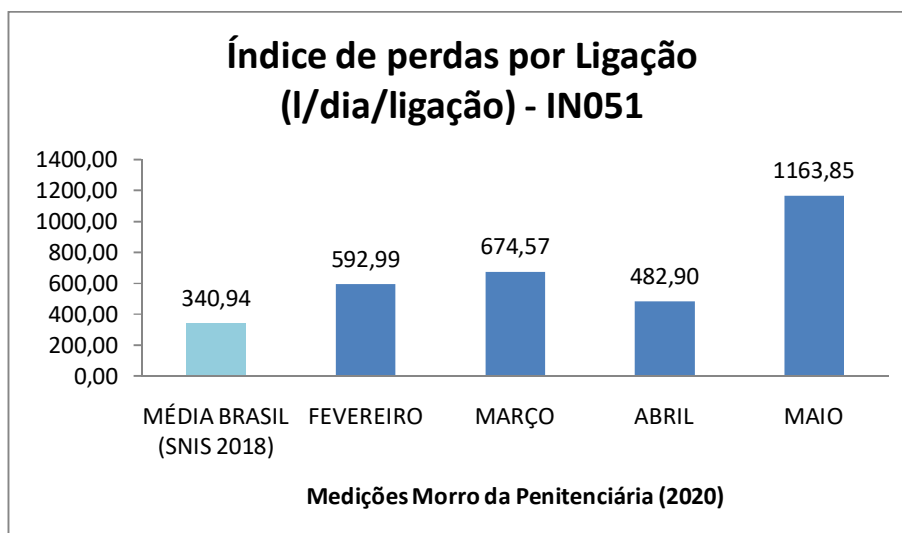
Desta forma, este indicador aponta que mais da metade da água que é encaminhada ao DMC se perde. Esse nível de perdas se aproxima das cidades brasileiras que possuem os piores desempenhos, com mais de 70% de perdas na distribuição.

Encontrar esse resultado é preocupante, porém necessário para reconhecer a verdadeira situação em que se encontra a região estudada, servindo também de base comparativa para demais comunidades do município de Florianópolis.

#### 4.1.2 Índice de Perdas por Ligação (IN051)

A média das perdas por ligação durante os meses estudados (Gráfico 2) foi de 728,58 l/dia/ligação, isto é, por mês pode estar sendo perdidos 21.857,25 l/ligação, ou, 21,86 m<sup>3</sup>/ligação. Considerando a existência de uma média de 150 economias, tem-se então 3.277,50 m<sup>3</sup> de água perdida em um único mês. Esse valor possibilitaria abastecer quase 100 pessoas, visto que, de acordo com a Organização das Nações Unidas, o necessário para atender as necessidades de uma pessoa é 3,3 mil litros de água por mês.

**Gráfico 2 – Índice de Perdas por Ligação (IN051)**



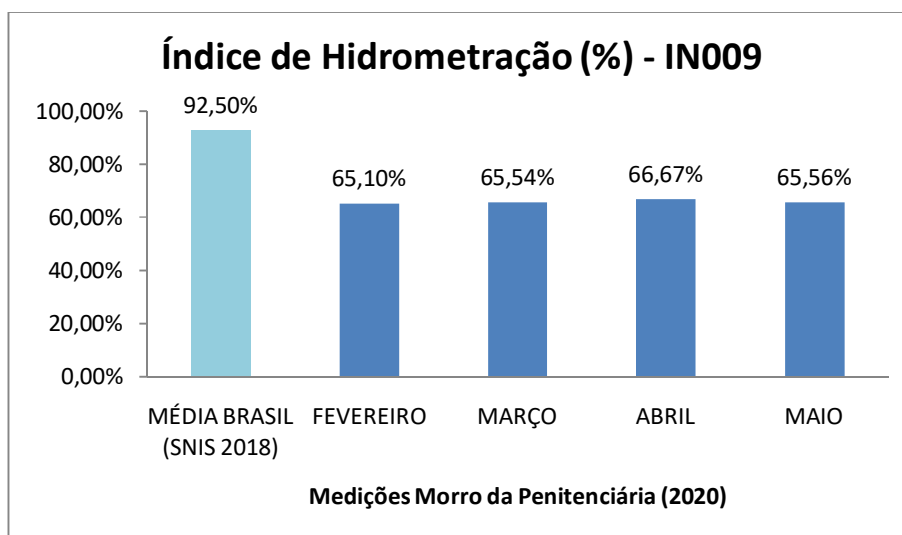
Assim como o índice anterior, o mês de maio teve um aumento significativo que, novamente, deve ser estudado posteriormente pela empresa. Embora não sejam resultados desejados, esses valores são importantes para demonstrar a

necessidade da continuação do estudo de perdas no local pela operadora de serviço.

#### 4.1.3 Índice de Hidrometração (IN009)

A falta de hidrômetros nas economias é um problema comum na comunidade estudada, visto que atinge um Índice de Hidrometração de apenas 66% (Gráfico 3), bem distante da média nacional de 92,5%. Demonstrando, portanto, que de 10 economias do DMC, apenas 6 possuem hidrômetros. Ressalta a necessidade de instalação de mais micromedidores nas economias de habitação regular para aumentar confiabilidade nas medições.

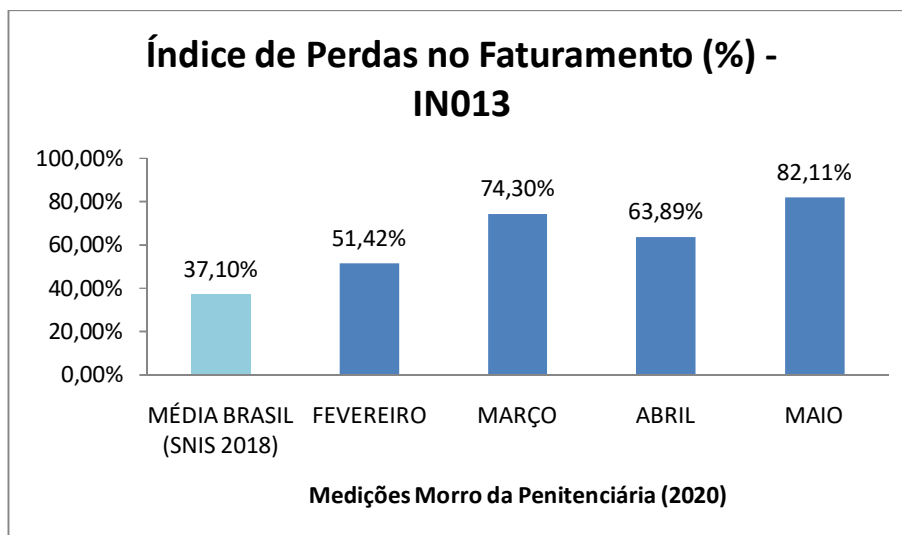
**Gráfico 3 – Índice de Hidrometração (IN009)**



#### 4.1.4 Índice de Perdas no Faturamento (IN013)

Assim como os demais índices, as perdas no faturamento também demonstraram níveis altos, muito acima da média do país (Gráfico 4).

Gráfico 4 – Índice de Perdas no Faturamento (IN013)

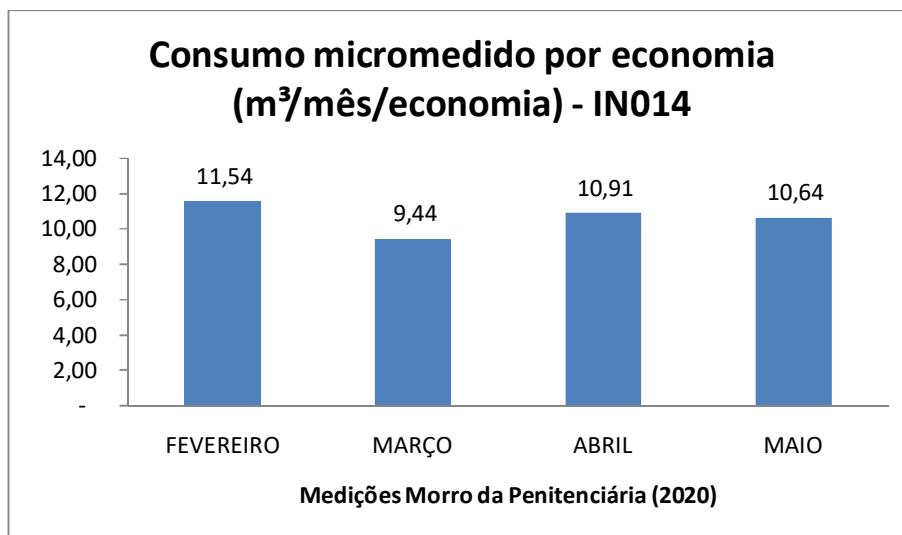


Para a concessionária CASAN esse indicador aponta o prejuízo financeiro que está sendo ocasionado na região, onde não está recebendo nem mesmo a metade do valor que deveria estar cobrando pelo serviço entregue. Resta apenas identificar se essas perdas estão sendo a maior parte oriunda de perdas reais ou aparentes e buscar as melhores maneiras para recuperá-las.

Outro estudo que poderia ser realizado no local seria determinar a influência da mudança tarifária no local de estudo, uma vez que esta foi implantada a partir do mês de março, e, por ter havido um aumento também nas perdas no faturamento neste mesmo período, podem estar ou não interligadas. Seria necessário analisar os próximos meses, já que a maior elevação também ocorreu no mês de maio, como os demais indicadores.

#### 4.1.5 Consumo Micromedido por Economia (IN014)

Por fim, o Consumo Micromedido por Economia da área estudada, exibido no Gráfico 5, obteve uma média de 10,63m<sup>3</sup>/mês/economia. Ressalta-se que esse índice considera apenas as economias que possuem hidrômetros.

**Gráfico 5 – Consumo micromedido por economia (IN014)**

Por se tratar de uma região residencial, o consumo por economia não costuma ser muito elevado, portanto esse resultado está dentro do esperado.

#### **4.2 Gerenciamento das perdas de água**

Para gerenciar as perdas de água com a finalidade de reduzi-las é necessária a criação estratégias e planos de ação. Essas ações foram definidas a partir da consulta dos trabalhos existentes de gerenciamento de perdas de água em áreas semelhantes à área de estudo e podem ser destinadas às perdas aparentes ou reais, e ambas demandam de investimentos técnicos e financeiros, que buscam a regularização do serviço e o retorno financeiro.

##### **4.2.1 Ações para redução de perdas**

Como os resultados dos indicadores: perdas na distribuição (IN049), perdas por ligação (IN051) e perdas no faturamento (IN013), encontraram altos níveis e algumas divergências no último mês, que deve ser melhor investigado pela empresa, a atualização do cadastro técnico de rede (Anexo 7) é identificada como uma ação primordial a ser realizada pela empresa.

De acordo com as bibliografias estudadas, a operadora de serviço pode contratar uma empresa de consultoria especializada em gestão de perdas de água,

que poderá tanto executar as ações de controle e redução, quanto fornecer treinamento e capacitação para equipe da operadora. A contratação da empresa terceirizada pode ser realizada pelo método tradicional, com o pagamento pré-estabelecido em cima dos serviços ofertados, ou então, acordada em cima dos resultados obtidos, por meio de um contrato de *performance*, assim, recebendo um proporcional da diminuição de perdas, como foi realizada nos trabalhos do Programa Água Legal da SABESP. Esse segundo contrato se mostra vantajoso por considerar apenas os resultados obtidos, uma vez que, estabelecendo uma meta no início dos trabalhos, caso esta não seja atingida ocorre uma penalização e caso ultrapasse o valor desejado pode haver uma bonificação.

Como a região estudada obteve elevados volumes de perdas de água, o retorno financeiro a partir da implantação das ações de redução dessas perdas pode ser significativo. Lembrando ainda que o mesmo trabalho realizado para a comunidade do Morro da Penitenciária tem a possibilidade de ser realizado em outras ZEIS do município de Florianópolis, portanto o contrato poderia abranger mais regiões, gerando mais resultados para a empresa.

Serão apresentadas nos tópicos seguintes as principais ações encontradas para serem aplicadas na área de estudo.

#### *4.2.1.1 Instalação de Macromedidores*

A primeira ação escolhida já foi em parte realizada, em que se instalou um macromedidor na principal entrada do DMC, entretanto, existem ainda divergências no cadastro da rede de água que precisam ser confirmadas e cuja verificação foi prejudicada por conta da pandemia COVID-19. Assim, fica como uma etapa a ser seguida: confirmar a existência de outro ponto de abastecimento no DMC e instalar um novo macromedidor ou adequar a delimitação do DMC, caso haja interligação com outros logradouros.

Como visto no estudo, as medições são essenciais para se obter um controle das perdas de água, então, torna-se necessário dispor de dados confiáveis para poder aferir de uma avaliação correta. A análise desses dados deve ser continuada pela operadora de serviço, conforme realizado ao longo do trabalho, pois assim será possível identificar as variações que podem ocorrer a cada mês e solucionar mais rapidamente os problemas encontrados. Para isso, a empresa, através da

terceirizada ou não, deve designar um setor ou funcionário específico para interpretar os dados fornecidos pelo macromedidor e saber avaliá-los.

Portanto, a operadora de serviço deve disponibilizar investimentos financeiros: aplicados em equipamentos de medição, seja para colocação de novos medidores ou a substituição e manutenção dos existentes, caso se mostre necessário; e ainda para implantação de equipe de análise e estudo dos dados.

#### *4.2.1.2 Gestão Comercial*

Por conta dos resultados elevados dos indicadores, além das características locais que puderam ser observadas na imagem da comunidade obtida pelo georreferenciamento, há de se supor que a falta de cadastramento das residências pode ser responsável por gerar altos níveis de perdas aparentes.

Para abordar as possíveis ações de melhoria quanto ao sistema comercial da operadora será necessário dividir em dois diferentes tipos de residências encontradas no local de estudo: residências regularizadas e residências irregulares.

Essa divisão se dá devido à impossibilidade da operadora CASAN de registrar habitações irregulares, visto que para solicitar uma ligação de água o usuário deve possuir uma documentação que o vincule ao imóvel, podendo ser: uma Escritura Pública, Matrícula Atualizada do Registro de Imóveis, Contrato de Compra e Venda ou Contrato de Locação Vigente. Ainda deve estar regulamentado junto à prefeitura, com IPTU ou Alvará de Construção, Habite-se e/ou Declaração de Manutenção Predial da Prefeitura.

Desse modo, é importante ressaltar que as ligações de água que não possuem cadastro tratam-se de fraudes no sistema e as ações possíveis a serem adotadas pela empresa dependerão da situação das residências na prefeitura. Essas possíveis ligações clandestinas ou falhas no cadastro deverão ser abordadas de acordo as estratégias cabíveis.

##### a) Residências regularizadas

As residências cuja situação se encontre regular são as de principal interesse da empresa, em virtude de serem potenciais clientes. Estas deverão ser encontradas através de um levantamento do número real de residências na região

para pedido de ligação e atualização cadastral da rede, que pode ser realizado por meio de um trabalho conjunto da CASAN com a prefeitura de Florianópolis.

Para realizar esse levantamento, pode ser combinada uma visita *in loco* com o intuito de conscientizar a população da importância de realizar esse cadastro, uma vez que quanto menores as interferências de fraudes, menor a chance de contaminação da água consumida.

Essa ação social poderia ocorrer através da capacitação da população a partir de debates coletivos e palestras com a presença de profissionais ou com a visita individual nas residências, onde o profissional pode abordar diretamente todos os pontos que poderiam contribuir na melhoria da saúde pública local. Também podem ser realizados informativos educativos como, por exemplo, panfletos e cartilhas ilustrativas que forneçam informações sobre saneamento básico e demonstrem a necessidade de possuir uma distribuição de água tratada regular, exibindo os riscos de doenças ocasionadas pela contaminação da água que seriam prevenidos (REBOLLAR; SCHUCH; LOCH, 2013).

Nesse contato poderiam ser informadas as condições tarifárias da empresa, que inclusive recebeu uma mudança esse ano onde as residências que possuem um baixo consumo se beneficiariam, não havendo um volume mínimo a ser cobrado, e, principalmente, a existência da Tarifa Social que possivelmente muitas residências se enquadrem nas condições necessárias. Essa Tarifa considera um valor de R\$0,37 por m<sup>3</sup> se utilizado até 10m<sup>3</sup>, que é aproximadamente a média encontrada no indicador do Consumo Micromedido por Economia (IN014), o que atenderia boa parte da população inserida no local, apresentando um desconto de mais de 80% do preço da tarifa residencial normal, e atende a todos os clientes que, comprovadamente: residam em imóvel residencial de até 70m<sup>2</sup>; tenham rendimento familiar igual ou inferior a dois salários mínimos até quatro habitantes ou renda familiar per capita de até 0,5 salários mínimos; e não possuam automóvel (CASAN, 2020).

Ainda durante essas visitas é recomendável identificar as economias já cadastradas que não possuam hidrômetros para realizar a sua instalação, uma vez que, foi identificado no Índice de Hidrometração (IN009) que estas representam cerca de 40% das economias e a ausência de medição nesses casos acaba mascarando os indicadores, pois como não há fiscalização o consumo tende a ser maior, podendo ocorrer de maneira desordenada sem que a distribuidora tenha

conhecimento. Analisar também se existe a necessidade de realizar trocas ou manutenções nos hidrômetros já existentes.

Como em outros estudos, essas ações podem contar com o apoio da população local por meio da contratação de moradores para realização de alguns serviços. Estabelecendo uma boa relação da empresa com a comunidade através da satisfação dos clientes com o fornecimento de água, este possuindo menos interrupções e maior qualidade devido ao melhoramento da rede, torna-se mais facilitada a aceitação da população ao combate das fraudes e ligações clandestinas, de modo que seja possível adotar uma fiscalização regular a partir de uma rotina estabelecida entre a liderança e a empresa.

#### b) Residências irregulares

Em contrapartida, é importante considerar a existência de residências irregulares na região. Essas representam a impossibilidade de operação da empresa, visto que muitas possam estar em uma área irregular ou possuir qualquer outro impedimento para regularizar a situação. Sendo assim, a empresa se encontra em um dilema entre não poder agir para cadastrar aquela habitação e também moralmente incapaz de retirar o abastecimento de água dos cidadãos. Desta forma, o mais indicado é adotar esse volume impossível de ser recuperado como um volume especial, considerando uma ação social para comunidade, em parceria com a Prefeitura Municipal, em que este volume não é mais classificado como uma perda de água e sim um volume autorizado não faturado não medido, reduzindo-se então o índice de perdas, uma vez que a responsabilidade pela regularização das áreas é da Prefeitura Municipal.

#### *4.2.1.3 Identificação e reparo de vazamentos*

Para controlar os vazamentos é necessário além do controle passivo (quando os vazamentos são visíveis e notificados pelos clientes), o controle ativo para detectar os vazamentos não visíveis ou ocultos, através de varreduras periódicas utilizando equipamentos de detecção acústica como, por exemplo, os geofones mecânicos e eletrônicos. Esse tipo de detecção é utilizado, pois permite auscultar o ruído do vazamento, que ocorre durante a passagem da água pressurizada por um furo ou fenda existente na tubulação ou conexão. As varreduras tem que ser

contínuas, em razão da detecção consistir em localizar primeiro os vazamentos de maior ruído, que em contrapartida tem menor porte, para depois encontrar os vazamentos maiores (MELATO, 2010).

Conforme os vazamentos são detectados, é importante que as equipes de manutenção sejam acionadas para que realização dos reparos ocorra o mais breve possível. Para alcançar essa eficiência é necessário dispor de relatórios diários da pesquisa de vazamentos, indicando, a partir do uso de plantas de cadastro da rede, o caminho já percorrido, a pressão instantânea nas áreas visitadas e a identificação dos vazamentos encontrados, se é visível ou não visível, junto com as suas localizações. Em caso de não disponibilidade de equipe própria, o serviço pode ser realizado por uma equipe terceirizada, recomendando apenas um fiscal funcionário da CASAN para acompanhar o processo (SANTOS; MONTENEGRO, 2014).

Importante também realizar o controle de pressões, para garantir que a operação do sistema seja eficaz, sem que ocasionar o aumento de vazamentos. O ideal é que haja um controle de medição de pressão em algum ponto crítico da região, comunicado ao booster que recalca água para a região, adequando a pressão de recalque para evitar desabastecimento e sobrepressão na região.

Em conjunto com essas ações, a reabilitação da infraestrutura pode estar ocorrendo onde houver necessidade, já que a troca e manutenção de tubulações obsoletas contribuem na melhoria do serviço ofertado.

## 5 CONCLUSÃO

O estudo de caso do Morro da Penitenciária indicou um grande volume de perdas de água, demonstrando uma realidade preocupante, mas em parte esperada devido às características da região. Através da análise dos indicadores foi possível conhecer e quantificar a presente situação, que devido aos valores elevados demonstram a urgência de buscar meios para diminuir e controlar essas perdas de água, uma vez que prejudicam tanto a comunidade quanto a operadora de serviço.

No gerenciamento das perdas de água deve-se atentar para que as ações de controle e redução respeitem as condições da área estudada. Por se tratar de um aglomerado subnormal algumas atividades tornam-se dificultosas, portanto é necessário o auxílio de outras entidades como a Prefeitura Municipal e de líderes comunitários. A aceitação da comunidade com a implantação desses serviços pode ser realizada através da apresentação dos benefícios que essas ações trariam, como, por exemplo, a disponibilidade de água tratada e não contaminada, reduzindo assim os perigos de doenças que podem ser ocasionadas pela contaminação dessa água e a melhoria da entrega desse serviço devido a menores interrupções.

Como os índices demonstraram grandes perdas de faturamento no local, os investimentos financeiros aplicados às estratégias sugeridas devem ser facilmente recuperados, uma vez destinado os recursos iniciais necessários para redução das perdas na área, o volume de água perdida através de fraudes e vazamentos tendem a diminuir e, a longo prazo, resultam em ganhos na receita. Ainda que, de acordo com os estudos consultados, optando por terceirizar o serviço a partir de um contrato de *performance* com uma empresa especializada, o pagamento é aplicado em cima dos resultados, não demandando vasto capital inicial, de modo que se espera lucro no investimento a partir do atendimento das metas estabelecidas. Se bem executado, o plano pode ser reproduzido em várias outras áreas semelhantes, que possivelmente devem repetir a mesma condição, gerando bons resultados para a CASAN e para a sociedade como um todo.

Por conta da pandemia de COVID-19 não foi possível realizar levantamentos de campo junto à comunidade, o que seria de grande valia para a condução deste trabalho. Propõe-se, portanto, a realização de um novo trabalho utilizando os dados de ocupação da prefeitura, onde serão obtidos novos componentes a serem aplicados nos cálculos dos indicadores que poderão influenciar nos resultados e

comparados aos já encontrados. Essa nova avaliação pode ser também realizada por meio da empresa contratada ou da própria CASAN, visto que quanto maior o conhecimento da área de estudo, melhor a precisão da atual realidade e necessidades da população inserida no local.

Outra sugestão é realizar a classificação das perdas, tipificando-as em perdas reais ou aparentes, utilizando um dos métodos específicos de avaliação para que seja possível comprovar qual tipo de perda ocorre em maior volume, correlacionando a ordem de importância das ações de gerenciamento de perdas. É também necessário analisar o motivo de elevação das perdas no último mês de avaliação e se esse quadro se mantém nos meses seguintes. Uma grande hipótese para esse aumento é a agravamento da situação de estiagens em Santa Catarina que ocorreu nesse mesmo período, que pode ter ocasionado algumas novas interligações.

Cenários de estiagem estão cada vez mais frequentes na região da Grande Florianópolis, o que gera preocupações para os sistemas de abastecimento, pois a falta de água afeta diretamente a vida dos moradores. Portanto, recuperar volumes de águas perdidos no sistema torna-se também uma ação preventiva, reduzindo a necessidade de realizar planos de urgência caso o volume de água disponível se torne insuficiente para atender a população.

Desse modo, foi identificado que o investimento na redução de perdas de água é potencialmente viável, pois a redução dos vazamentos, a atualização do cadastro comercial e a diminuição das fraudes conseqüentemente aumentam as receitas e traz melhorias em geral aos sistemas de distribuição de água.

## REFERÊNCIAS

ABES. **Controle e Redução de Perdas nos Sistemas Públicos de Abastecimento de Água:** Posicionamento E Contribuições Técnicas Da Abes. Porto Alegre, 2015.

ABES. **Perdas de Água nas Capitais do Brais!** Um Olhar Sobre as Áreas Irregulares. Rio de Janeiro, 2017.

ABES. **Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água:** Diagnóstico, Potencial de Ganhos com sua Redução e Propostas de Medias para o Efetivo Combate. São Paulo, 2013.

ALMEIDA, Igor T. L.; FERREIRA, Rafael L.. Ocupação Urbana e Degradação Ambiental: O Caso do Maciço Morro da Cruz em Florianópolis-SC. **Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**. Florianópolis: v. 11, n. 6, p.118-132, nov. 2017.

ASBE. Guia Prático: Para método direito de quantificação de perdas reais em sistemas de abastecimento hídrico. **Série Balanço Hídrico**, v. 6, e. 1, 2015. Disponível em: [http://www.aesbe.org.br/wp-content/uploads/2018/04/GUIA-6\\_V5-.pdf](http://www.aesbe.org.br/wp-content/uploads/2018/04/GUIA-6_V5-.pdf). Acesso em: 29 jun. 2020.

BRASIL. Lei Complementar nº 482, de 17 de janeiro de 2014. Dispõe sobre plano de zoneamento e uso de ocupação de solo no município de Florianópolis, SC. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-de-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solo-florianopolis-sc>. Acesso em: 15 nov. 2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2018**. Brasília: SNS/MDR, 2019. 180 p.

CASAN. **Nova Estrutura Tarifária**. Diretoria Financeira e de Relações com Investidores, Gerência Comercial, 2020.

CASAN. **Sistema de Informações Geográficas – GIS**. 2020.

COLOMBINI, Waldecir; HAUCK, Erick. **Programa Água Legal**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 30. Natal, 2019.

HELLER, Léo. Abastecimento de água, sociedade e ambiente. In: HELLER, L.; PÁDUA, V. (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2010. p. 29-63.

HORCAIO, Eliane R. M. **Redução de Perdas em Áreas de Alta Vulnerabilidade Social por Meio de Contrato de Performance**. São Paulo: Sabesp, 2019.

IBGE. **Aglomerados Subnormais** – O que é. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/15788-aglomerados-subnormais.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 25 de maio de 2020.

KUSTERKO, Sheila et al. Gestão de perdas em sistemas de abastecimento de água: uma abordagem construtivista. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [s.l.], v. 23, n. 3, p.615-626, jun. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v23n3/1809-4457-esa-23-03-615.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2019.

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. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-17082010-092608/pt-br.php>. Acesso em: 15 nov. 2019.

MIRANDA, Ermani Ciríaco de. Gerenciamento de perdas de água. In: HELLER, L.; PÁDUA, V. (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2010.

OLIVEIRA, Gesner et. Al. **Perdas de Água 2019 (SNIS 2017)**: Desafios para Disponibilidade Hídrica e Avanço da Eficiência do Saneamento Básico. São Paulo: Trata Brasil, 2019.

OLIVEIRA, Gesner et. Al. **Perdas de Água 2020 (SNIS 2018)**: Desafios para Disponibilidade Hídrica e Avanço da Eficiência do Saneamento Básico. São Paulo: Trata Brasil, 2020.

OMS. **Don't pollute my future**: the impact of the environment on children's health, 2017. p. 16.

ONU. **Cases Empresariais de Sucesso em Água e Saneamento**. Pacto Global Rede Brasil, 2018. Disponível em: <https://www.pactoglobal.org.br/>. Acesso em: 10 set. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. **Geoprocessamento Corporativo**. Disponível em: <http://geo.pmf.sc.gov.br/>. Acesso em: 20 de out. de 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. **Geoprocessamento Corporativo**. Disponível em: <http://geo.pmf.sc.gov.br/>. Acesso em: 20 de set. de 2020.

PRIETO, Gustavo Francisco Teixeira. **A sede do capital: o abastecimento de água em favelas da periferia da cidade do Rio de Janeiro**. (Mestrado em Geografia Humana) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

REBOLLAR, Nora Alejandra Patrícia; SCHUCH, Fernanda Simoni; LOCH, Carlos. Diagnóstico das Condições de Saneamento na Comunidade do Maciço do Morro da Cruz - Florianópolis – SC – Brasil. **Extensão em Foco**, [s.l.], v. 1, n. 8, p.1-14, 31 dez. 2013. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/ef.v0i8.35311>. Acesso em: 20 out. 2019.

SANTOS, Danielle Dionisia; MONTENEGRO, Suzana Marica Gico Lima. Avaliação da metodologia para controle de perdas de água em rede distribuição no Recife-PE. **Revista DAE**, Ed. 197, n.1571, set-dez. 2014. Disponível em: [http://revistadae.com.br/artigos/artigo\\_edicao\\_197\\_n\\_1571.pdf](http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_197_n_1571.pdf). Acesso em: 10 set. 2020.

SECRETARIA MUNICIPAL DE HABITAÇÃO E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico – PMISB**. Prefeitura Municipal de Florianópolis – PMF, 2009. Disponível em: [http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/06\\_06\\_2012\\_14.15.09.46c1f2dc15bee1982bd6d64f409a402.pdf](http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/06_06_2012_14.15.09.46c1f2dc15bee1982bd6d64f409a402.pdf). Acesso em: 23 set. 2020.

SECRETARIA MUNICIPAL DE HABITAÇÃO E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Caracterização das AIS**. Prefeitura Municipal de Florianópolis – PMFSC, 2007.

SECRETARIA MUNICIPAL DE HABITAÇÃO E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Projetos e Ações no Maciço do Morro da Cruz**. Prefeitura de Florianópolis, 2008. Disponível em: [http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/07\\_12\\_2009\\_17.54.05.21d784d2f1c7f6374536382850dda3da.pdf](http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/07_12_2009_17.54.05.21d784d2f1c7f6374536382850dda3da.pdf). Acesso em: 20 de out. de 2019.

SERPA JUNIOR, Ronaldo de Melo. **Perdas em Aglomerados Subnormais**. Diretoria Metropolitana de Belo Horizonte, 2019.

TARDELLI F°, J. **Controle e Redução de Perdas**. In: TSUTIYA, M. T. Abastecimento de Água. EPUSP, 1a Edição, 2004

VICENTINI, Liliana Pedroso. **Componentes do Balanço Hídrico para avaliação de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água**. 2012. 196 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São

Paulo, 2012. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-03072013-151444/publico/Dissertacao\\_Perdas\\_LPV.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-03072013-151444/publico/Dissertacao_Perdas_LPV.pdf). Acesso em: 15 nov. 2019.

YOSHIMOTO, Paulo Massato. **Programa de Redução de Perdas na Região Metropolitana de São Paulo**. SABESP, 2006.



## Anexo 2 – Unidades consumidoras cadastradas na CASAN: Morro da Penitenciária (fevereiro-maio/2020)

Ícone	Matrícula	Atendimento	Situação	Volume Medido 01-06-2020	Volume Faturado 01-06-2020	Economias 01-06-2020	Ícone	Volume Medido 01-05-2020	Volume Faturado 01-05-2020	Economias 01-05-2020	Ícone	Volume Medido 01-04-2020	Volume Faturado 01-04-2020	Economias 01-04-2020	Ícone	Volume Medido 01-03-2020	Volume Faturado 01-03-2020	Economias 01-03-2020
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	10	10	1	Com HD	10	10	1	Com HD	8	8	1	Com HD	11	11	1
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	0	0	1	Com HD	0	0	1	Com HD	0	0	1	Com HD	1	10	1
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	9	9	1	Com HD	12	12	1	Com HD	12	12	1	Com HD	7	10	1
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	13	13	1	Com HD	14	14	1	Com HD	13	13	1	Com HD	11	11	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	0	0	1	Com HD	0	0	1	Sem HD				Sem HD			
Com HD	N	AGUA	ATIVA	0	0	1	Com HD	18	18	1	Com HD	17	17	1	Com HD	9	10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	6	6	1	Com HD	0	0	1	Com HD	0	0	1	Com HD	9	10	1
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	20	20	3	Com HD	18	18	3	Com HD	15	15	3	Com HD	15	30	3
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	13	13	1	Com HD	16	16	1	Com HD	20	20	1	Com HD	15	15	1
Sem HD	N	AGUA/ESGOTO	CORTADA NO RAMAL		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	2	2	1	Com HD	4	4	1	Com HD	1	1	1	Com HD	3	10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	13	13	1	Com HD	20	20	1	Com HD	20	20	1	Com HD	15	15	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	3	3	1	Com HD	1	1	1	Com HD	1	1	1	Com HD	2	10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	43	43	1	Com HD	53	53	1	Com HD	53	53	1	Com HD	56	56	1
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	66	66	10	Com HD	0	0	10	Com HD	0	0	10	Com HD	0	100	10
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	20	20	1	Com HD	80	80	1	Com HD	127	127	1	Com HD	148	148	1
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	0	0	2	Com HD	0	0	2	Com HD	0	0	2	Com HD	0	20	2
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	3	3	1	Com HD	2	2	1	Com HD	1	1	1	Com HD	1	10	1
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	2	2	2	Com HD	2	2	2	Com HD	1	1	2	Com HD	5	20	2
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	2	2	1	Com HD	21	21	1	Com HD	8	8	1	Com HD	0	10	1
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	6	6	1	Com HD	7	7	1	Com HD	6	6	1	Com HD	5	10	1
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	79	79	6	Com HD	77	77	6	Com HD	79	79	6	Com HD	73	73	6
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	33	33	1	Com HD	29	29	1	Com HD	33	33	1	Com HD	46	46	1
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	18	18	2	Com HD	17	17	2	Com HD	18	18	2	Com HD	21	21	2
Com HD	N	AGUA	ATIVA	10	10	1	Com HD	10	10	1	Com HD	10	10	1	Com HD	10	10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	0	0	1	Com HD	0	0	1	Com HD	0	0	1	Com HD	0	10	1
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	0	0	1	Com HD	0	0	1	Com HD	0	0	1	Com HD	10	10	1
Sem HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA		6	1	Sem HD		6	1	Sem HD		10	1	Sem HD		10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	10	10	1	Com HD	10	10	1	Com HD	10	10	1	Com HD	10	10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	6	6	1	Com HD	0	0	1	Com HD	0	0	1	Com HD	0	10	1
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	11	11	1	Com HD	11	11	1	Com HD	0	0	1	Com HD	13	13	1
Sem HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA		10	1	Sem HD		10	1	Sem HD		10	1	Sem HD		10	1
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	8	8	1	Com HD	8	8	1	Com HD	0	0	1	Com HD	10	10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	8	8	1	Com HD	9	9	1	Com HD	0	0	1	Com HD	11	11	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	8	8	1	Com HD	8	8	1	Com HD	0	0	1	Com HD	10	10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	8	8	1	Com HD	8	8	1	Com HD	0	0	1	Com HD	0	10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	17	17	1	Com HD	18	18	1	Com HD	0	0	1	Com HD	22	22	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	2	Sem HD		0	2	Sem HD		0	2	Sem HD		20	2
Com HD	N	AGUA	ATIVA	8	8	1	Com HD	8	8	1	Com HD	0	0	1	Com HD	0	10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1

Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA		10	1	Sem HD		10	1	Sem HD		10	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	8	8	1	Com HD	8	8	1	Com HD	0	0	1	Com HD	10	10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	8	8	1	Com HD	8	8	1	Com HD	0	0	1	Com HD	5	10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	25	25	1	Com HD	24	24	1	Com HD	0	0	1	Com HD	28	28	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA		10	1	Sem HD		10	1	Sem HD		10	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA		10	1	Sem HD		10	1	Sem HD		10	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	136	136	1	Com HD	122	122	1	Com HD	123	123	1	Com HD	123	123	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	7	7	1	Com HD	0	0	1	Com HD	5	5	1	Com HD	7	10	1
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	13	13	1	Com HD	14	14	1	Com HD	0	0	1	Com HD	17	17	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	8	8	1	Com HD	8	8	1	Sem HD				Com HD	0	10	1
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	8	8	1	Com HD	10	10	1	Com HD	10	10	1	Com HD	7	10	1
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	8	8	1	Com HD	8	8	1	Com HD	0	0	1	Com HD	10	10	1
Sem HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA		2	1	Sem HD		2	1	Sem HD		10	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	CORTADA NO CAVALETE				Sem HD				Sem HD				Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA		10	1	Sem HD		10	1	Sem HD		10	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Com HD	10	10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	8	8	1	Com HD	8	8	1	Com HD	0	0	1	Sem HD			
Sem HD	N	INEXISTENTE	CANCELADA				Sem HD				Sem HD				Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Com HD	27	27	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	19	19	1	Com HD	21	21	1	Com HD	0	0	1	Com HD	0	10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	8	8	1	Com HD	8	8	1	Com HD	0	0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA		6	1	Sem HD		6	1	Sem HD		10	1	Com HD	11	11	1
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	10	10	1	Com HD	10	10	1	Com HD	10	10	1	Com HD	27	27	2
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	23	23	2	Com HD	23	23	2	Com HD	23	23	2	Com HD	2	10	1
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	8	8	1	Com HD	8	8	1	Com HD	0	0	1	Com HD	0	10	1

Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	8	8	1	Com HD	8	8	1	Com HD	0	0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA		10	1	Sem HD		10	1	Sem HD		10	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA		10	1	Sem HD		10	1	Sem HD		10	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA		6	1	Sem HD		6	1	Sem HD		10	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Com HD	0	10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	8	8	1	Com HD	8	8	1	Com HD	0	0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Com HD	10	10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	8	8	1	Com HD	8	8	1	Com HD	0	0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA		6	1	Sem HD		6	1	Sem HD		10	1	Com HD	59	59	5
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	70	70	5	Com HD	67	67	5	Com HD	91	91	5	Com HD	10	20	2
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	ATIVA	17	17	2	Com HD	18	18	2	Com HD	9	9	2	Com HD	0	10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	8	8	1	Com HD	8	8	1	Com HD	0	0	1	Com HD	10	10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	8	8	1	Com HD	8	8	1	Com HD	0	0	1	Com HD	10	10	1
Com HD	N	AGUA/ESGOTO	CORTADA NO CAVALETE	8	8	1	Com HD	8	8	1	Com HD	0	0	1	Sem HD		10	1
Sem HD	N	AGUA	ATIVA		0	1	Sem HD		0	1	Sem HD		0	1	Com HD	10	10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	0	0	1	Com HD	0	0	1	Com HD	0	0	1	Com HD	14	14	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	16	16	1	Com HD	16	16	1	Com HD	15	15	1	Com HD	10	10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	1	1	1	Com HD	10	10	1	Com HD	1	1	1	Com HD	0	10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	0	0	1	Com HD	0	0	1	Com HD	0	0	1	Com HD	0	10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	1	1	1	Com HD	2	2	1	Com HD	0	0	1	Com HD	27	27	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	24	24	1	Com HD	30	30	1	Com HD	28	28	1	Com HD	9	10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	6	6	1	Com HD	8	8	1	Com HD	8	8	1	Com HD	11	11	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	9	9	1	Com HD	9	9	1	Com HD	10	10	1	Com HD	5	10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	3	3	1	Com HD	5	5	1	Com HD	5	5	1	Com HD	1	10	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	0	0	1	Com HD	1	1	1	Com HD	1	1	1	Com HD	14	14	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	9	9	1	Com HD	13	13	1	Com HD	14	14	1	Com HD	18	20	2
Com HD	N	AGUA	ATIVA	20	20	2	Com HD	20	20	2	Com HD	18	18	2	Com HD	31	31	2
Com HD	N	AGUA	ATIVA	31	31	2	Com HD	23	23	2	Com HD	44	44	2	Com HD	15	15	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	18	18	1	Com HD	18	18	1	Com HD	16	16	1	Com HD	22	22	1
Com HD	N	AGUA	ATIVA	28	28	1	Com HD	32	32	1	Com HD	32	32	1				
<b>TOTAL</b>				<b>1053</b>	<b>1149</b>	<b>150</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1091</b>	<b>1187</b>	<b>151</b>	<b>TOTAL</b>	<b>916</b>	<b>1036</b>	<b>149</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1119</b>	<b>1998</b>	<b>147</b>
SEM HD				<b>96</b>	ECONO MIAS MICROM EDIDAS	<b>99</b>	SEM HD	<b>96</b>	ECONO MIAS MICROM EDIDAS	<b>100</b>	SEM HD	<b>120</b>	ECONO MIAS MICROM EDIDAS	<b>98</b>	SEM HD	<b>520</b>	ECONO MIAS MICROM EDIDAS	<b>97</b>
TOTAL VOLUME UTILIZADO				<b>1149</b>			TOTAL VOLUME UTILIZA DO	<b>1187</b>			TOTAL VOLUME UTILIZA DO	<b>1036</b>			TOTAL VOLUME UTILIZA DO	<b>1639</b>		

Anexo 3 – Dados do macromedidor no mês de fevereiro/2020

17/03/2020

ScadaBR



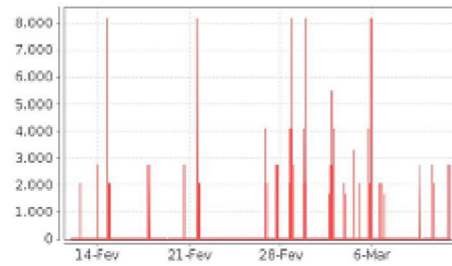
**DMC Penitenciária**

Início da execução 2020/03/17 17:39  
 Duração da execução 14,4s  
 Faixa de datas 2020/02/12 00:00 para 2020/03/12 00:00  
 Registros 126939

**Estatísticas**

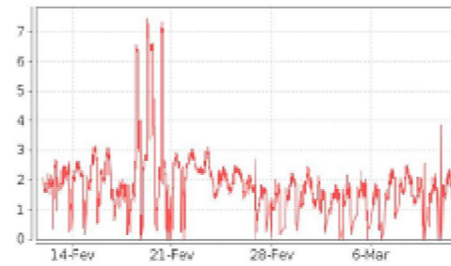
**Booster Alvaro Ramos - ACS355 - PressãoSucção**

Tipo de dados Numérico  
 Início 1,125  
 Mínimo 0,25 @ 2020/02/14 23:01  
 Máximo 8192,125 @ 2020/02/13 23:03  
 Média 20,656323236995664  
 Soma 825850,75  
 Contagem 31760



**Booster Alvaro Ramos - Conaut - Vazão Instantânea**

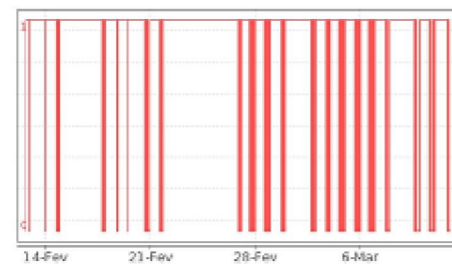
Tipo de dados Numérico  
 Início 1,615492394194007  
 Mínimo 0,0 @ 2020/02/12 15:54  
 Máximo 7,638285402208567 @ 2020/02/19 05:23  
 Média 1,6415682697346843  
 Soma 66754,88608080195  
 Contagem 32956



**Booster Alvaro Ramos - ACS355 - BombaLigada**

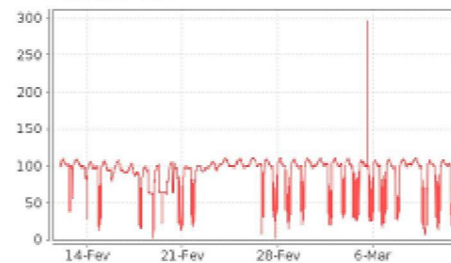
Tipo de dados Binário  
 Início 1

Valor Inicia em Tempo de execução  
 0 231 14,2%  
 1 230 85,8%



**Booster Alvaro Ramos - ACS355 - PressãoRecalque**

Tipo de dados Numérico  
 Início 98,29843000000002  
 Mínimo 0,815110000000042 @ 2020/02/19 10:44  
 Máximo 693,3953500000001 @ 2020/03/05 15:01  
 Média 87,44605199471887  
 Soma 2377796,0825299625  
 Contagem 28127

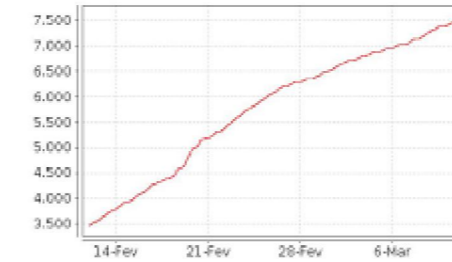


**Booster Alvaro Ramos - Conaut - Vazão Totalizada**

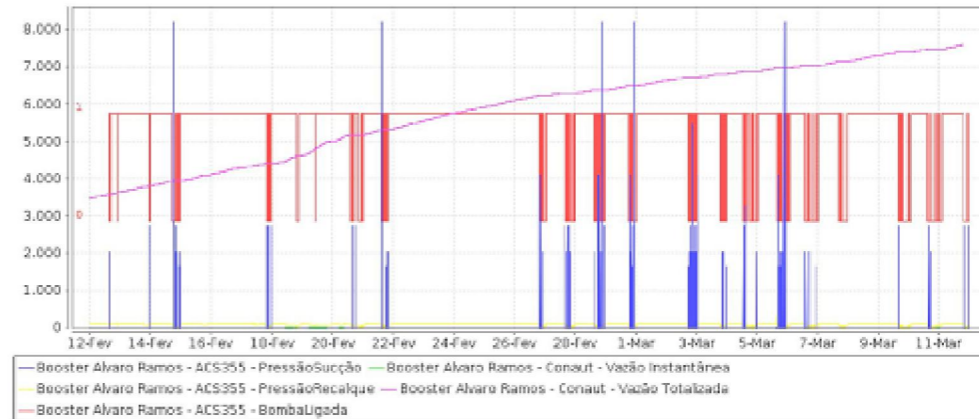
Tipo de dados Numérico  
 Início 3473,721464751564  
 Mínimo 3473,721464751564 @ 2020/02/12 00:00  
 Máximo 7585,668063098572 @ 2020/03/11 18:55  
 Média 5827,09477499911  
 Soma 1,9100630442729035E8  
 Contagem 33635

17/03/2020

ScadaBR



**Gráfico consolidado**



**Eventos**

Sem eventos para Estar

**Comentários do data point**

Sem comentário de data point para relacionar

©2006-2011 Sersten Software Technologies Inc., Todos os direitos reservados.

Anexo 4 – Dados do macromedidor no mês de março/2020

16/10/2020 ScadaBR

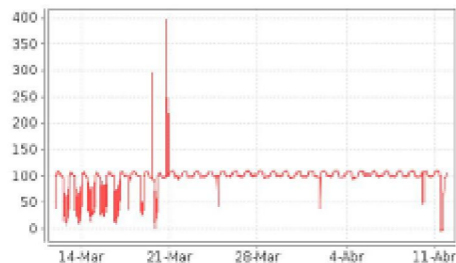
### DMC Penitenciária

Início da execução: 2020/10/16 13:17  
 Duração da execução: 35.8s  
 Faixa de datas: 2020/03/12 00:00 para 2020/04/12 00:00  
 Registros: 141394

Estadísticas

**Booster Álvaro Ramos - ACS355 - PressãoRecalque**

Tipo de dados: Numérico  
 Início: 37,72825000000001  
 Mínimo: -60,78865 @ 2020/03/19 20:56  
 Máximo: 693,3953500000001 @ 2020/03/19 16:01  
 Média: 94,78914587826172  
 Soma: 2738269,770309943  
 Contagem: 29461



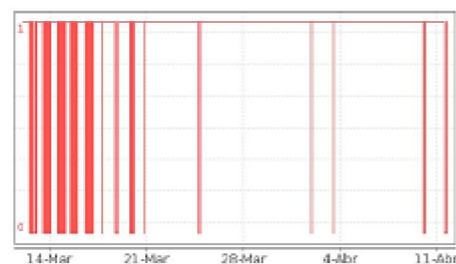
**Booster Álvaro Ramos - Conaut - Vazão Totalizada**

Tipo de dados: Numérico  
 Início: 7585,668063098572  
 Mínimo: 7585,668063098572 @ 2020/03/12 00:00  
 Máximo: 11616,747998233433 @ 2020/04/11 23:59  
 Média: 9510,149733834322  
 Soma: 3,7833426371575254E8  
 Contagem: 39099



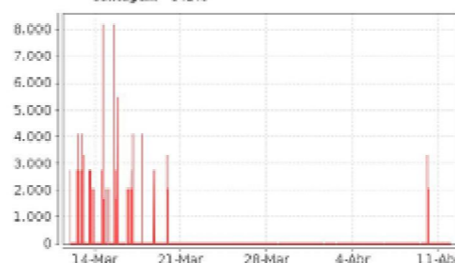
**Booster Álvaro Ramos - ACS355 - BombaLigada**

Tipo de dados: Binário  
 Início: 0  
 Valor Inicial em Tempo de execução:  
 0: 132 (9,3%)  
 1: 133 (90,7%)



**Booster Álvaro Ramos - ACS355 - PressãoSucção**

Tipo de dados: Numérico  
 Início: 1,25  
 Mínimo: 0,25 @ 2020/03/12 13:52  
 Máximo: 8192,125 @ 2020/03/12 15:27  
 Média: 14,811569043411364  
 Soma: 648481,5  
 Contagem: 14248

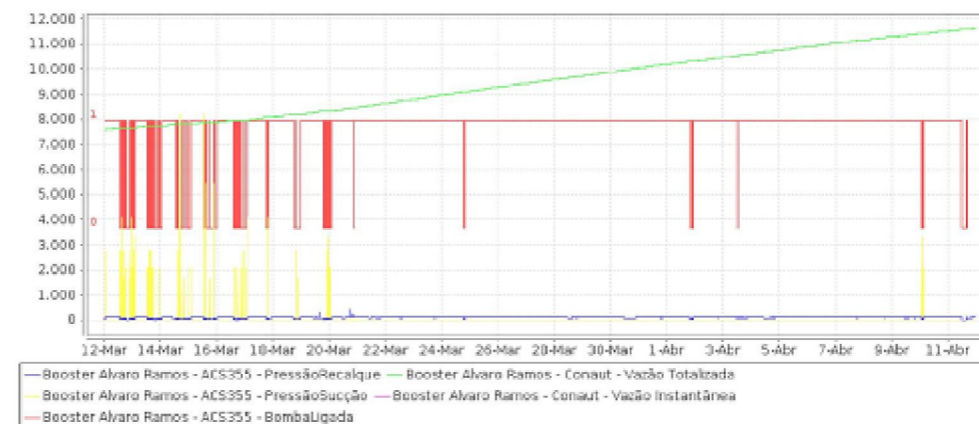


**Booster Álvaro Ramos - Conaut - Vazão Instantânea**

Tipo de dados: Numérico  
 Início: 0,0  
 Mínimo: 0,0 @ 2020/03/12 00:00  
 Máximo: 3,5670639481395483 @ 2020/04/11 16:43  
 Média: 1,5053028159721424  
 Soma: 65314,332492038375  
 Contagem: 38321



Gráfico consolidado



Eventos

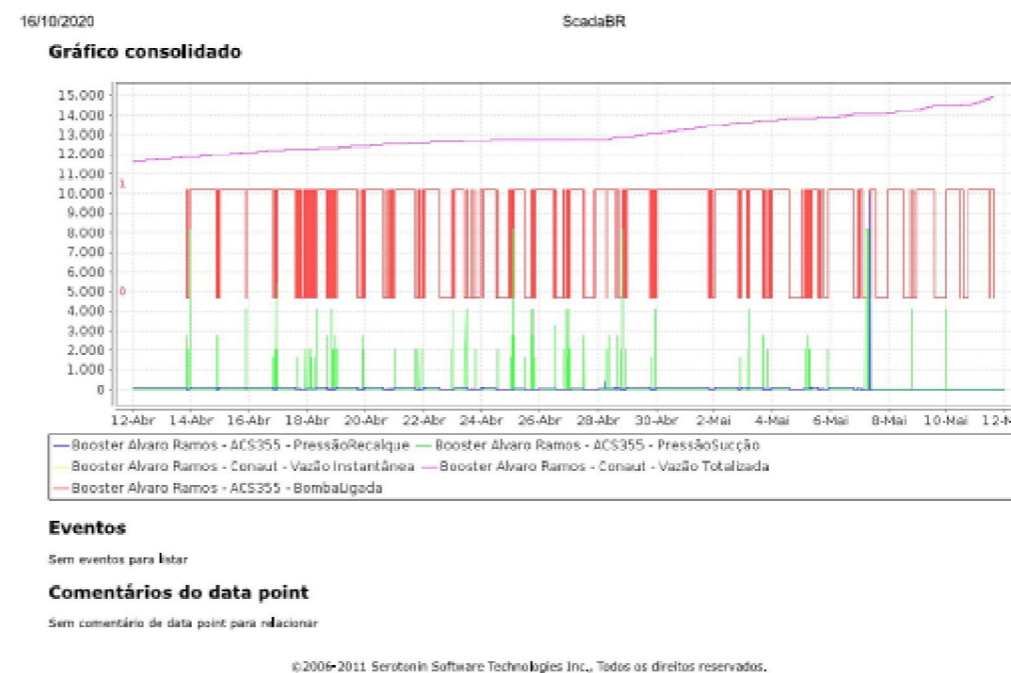
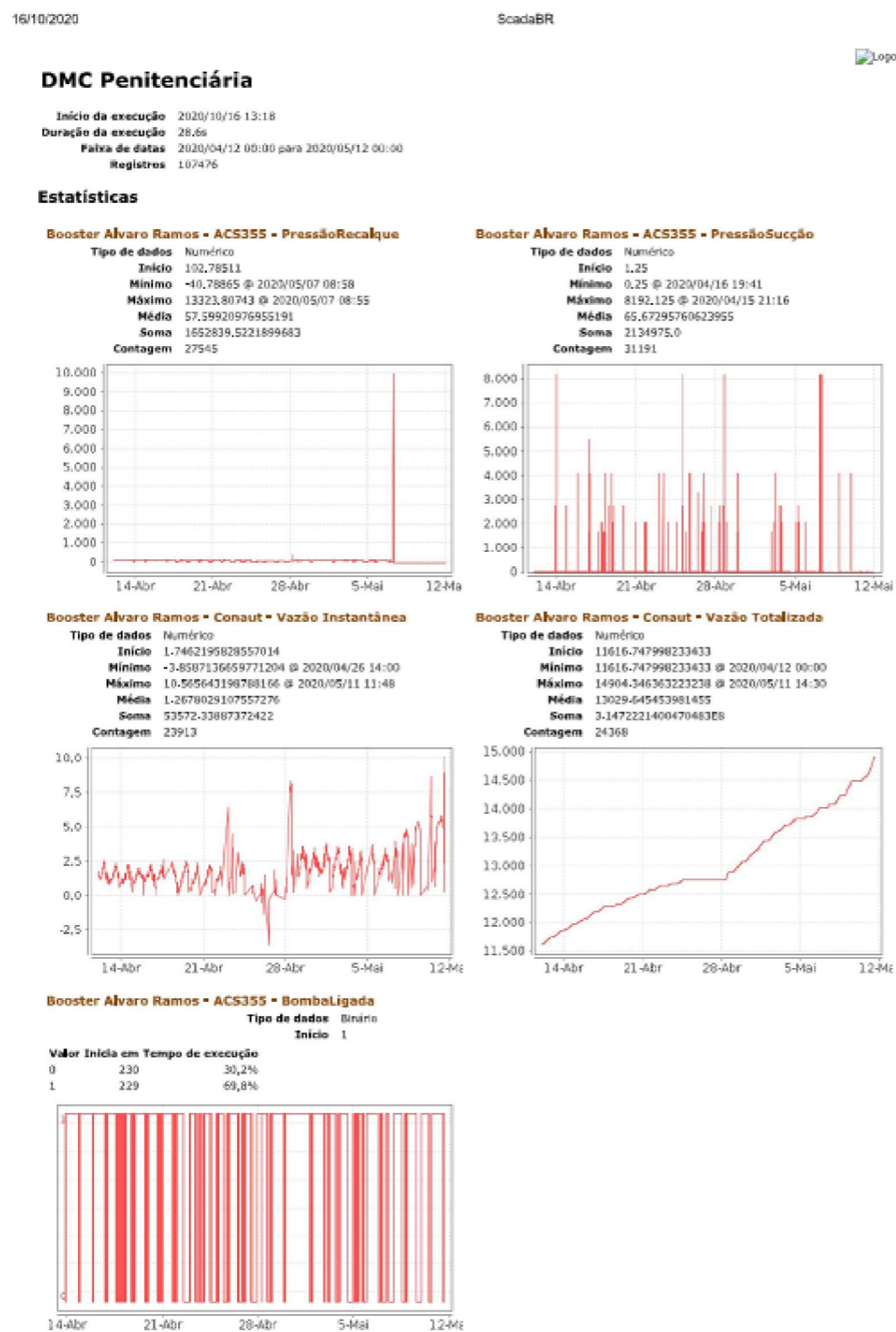
Sem eventos para listar

Comentários do data point

Sem comentário de data point para relacionar

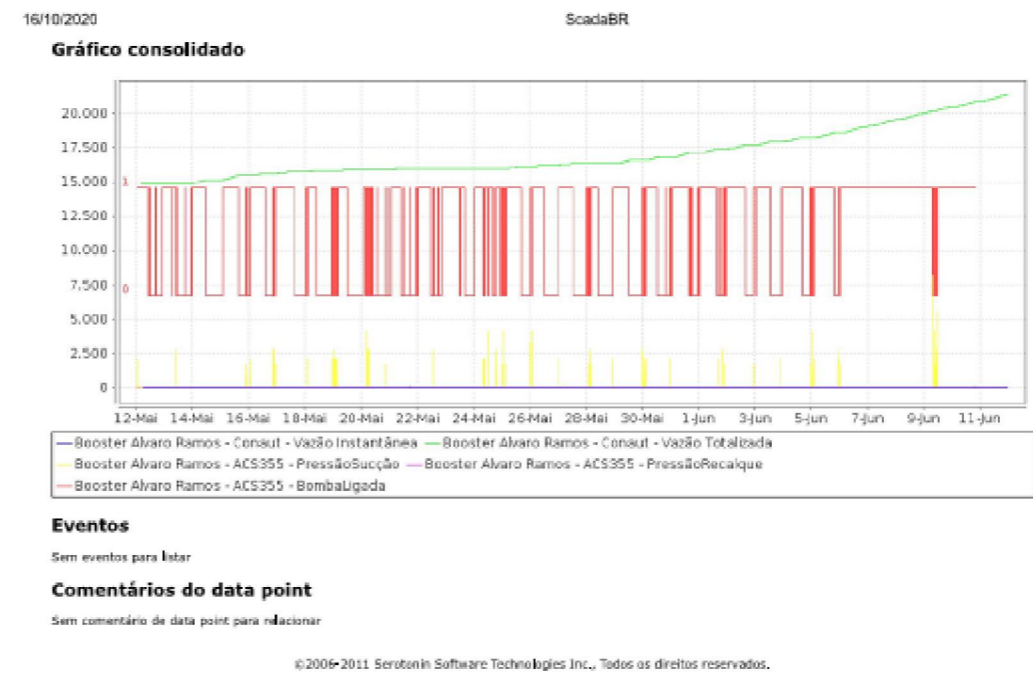
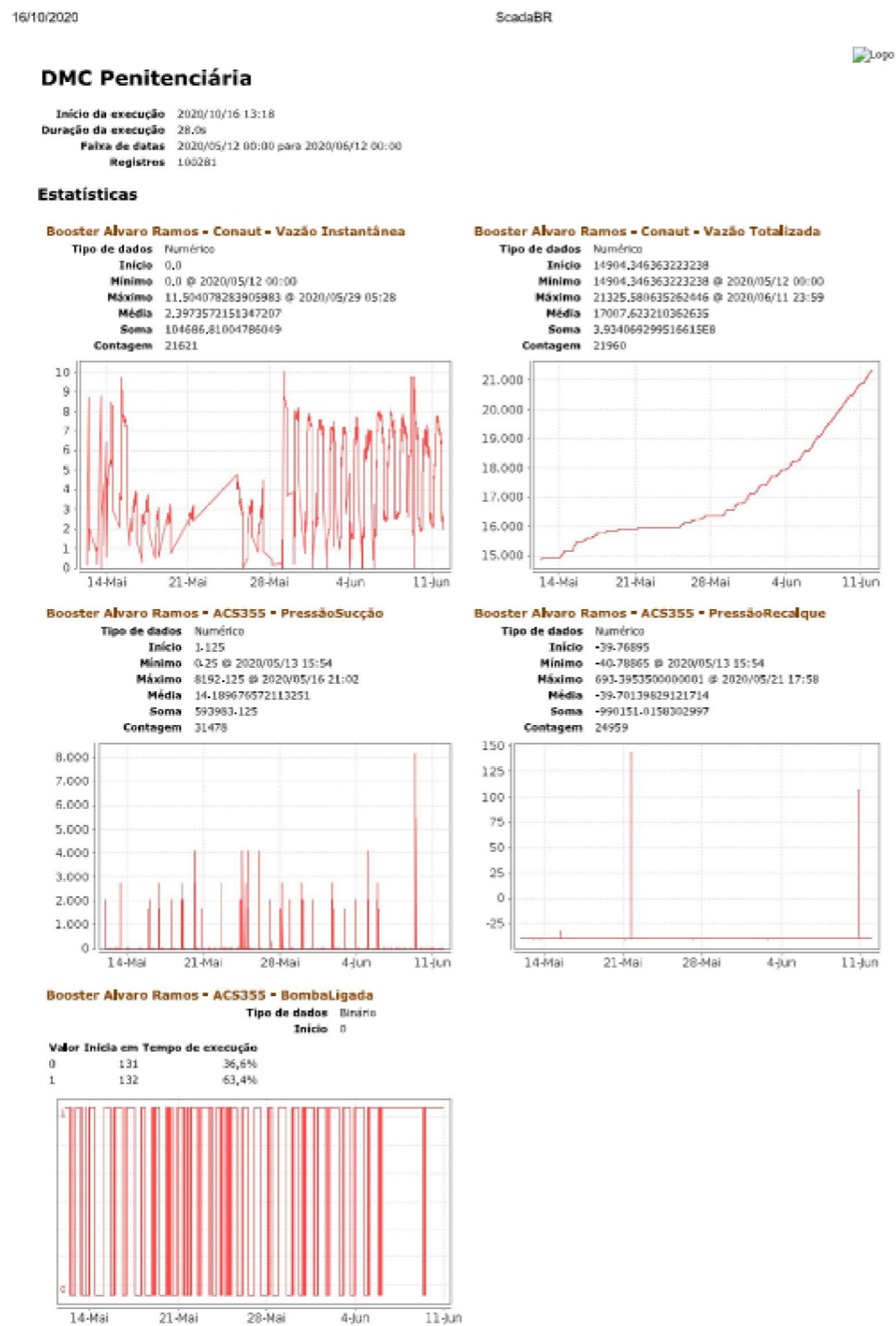
©2006-2011 Serotonin Software Technologies Inc., Todos os direitos reservados.

Anexo 5 – Dados do macromedidor no mês de abril/2020



©2006-2011 Serotonin Software Technologies Inc., Todos os direitos reservados.

Anexo 6 – Dados do macromedidor no mês de maio/2020



**Eventos**  
 Sem eventos para listar

**Comentários do data point**  
 Sem comentário de data point para relacionar

## Anexo 7 – Cadastro de rede existente CASAN

