

# APLICAÇÃO DA METODOLOGIA IWA PARA REDUÇÃO DAS PERDAS DE ÁGUA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DA REGIÃO LESTE DE MINAS GERAIS

Data de submissão: 14/09/2023

Data de aceite: 27/10/2023

### **Rosária Emília Lopes Pinto**

Universidade Santa Cecília (UNISANTA)  
Santos – SP  
<https://orcid.org/0009-0002-1407-4724>

### **Leonardo Vieira Rocha da Silva**

Faculdade Pitágoras  
Belo Horizonte – MG  
Leonardo Silvallinkedin

### **Fernando Mendes de Almeida**

Faculdade Pitágoras  
Belo Horizonte – MG  
<https://br.linkedin.com/in/fernando-mendes-de-almeida-48678867>

### **Jeferson Tadeu Alves de Almeida Júnior**

Pontifícia Universidade Católica de Minas  
Gerais  
Belo Horizonte – MG  
<https://orcid.org/0009-0001-1789-9599>

### **Saulo Soares Condé Júnior**

Escola de Engenharia Kennedy  
Belo Horizonte – MG  
<https://www.linkedin.com/in/saulo-soares-cond%C3%A9-junior-318251aa/>

### **Valter de Souza Lucas Júnior**

Centro Universitário Metodista Izabela  
Hendrix  
Belo Horizonte – MG  
<http://lattes.cnpq.br/1894630192103326>

**RESUMO:** O tema Perda de Água nos Sistemas de Abastecimento vem se tornando cada vez mais relevante nas últimas décadas, principalmente em função do aumento da frequência de eventos de escassez hídrica. Outro fator preponderante para a atenção aumentada sobre este tema é do ponto de vista econômico e financeiro, com as questões relacionadas aos altos custos de energia elétrica utilizada na produção e distribuição da água tratada e ao desperdício de recursos naturais, operacionais e de receita. Desta forma são fundamentais ações estruturantes e Plano de Ações de avaliação, controle e redução de perdas, consistentes, contínuos e efetivos para o alcance de resultados expressivos na redução das perdas de água. Para esta finalidade a *International Water Association* (IWA) recomenda a utilização da metodologia do balanço hídrico para o diagnóstico das perdas no sistema de distribuição de água. Por esta metodologia, as perdas se dividem em aparentes e reais. Essa distinção é importante, pois as ferramentas para a gestão e para o combate a cada uma das tipologias diferem substancialmente. Neste contexto, o presente trabalho apresenta a melhoria na performance da gestão das

perdas de água com o alcance efetivo de resultados na redução das perdas na região de abrangência da Unidade de Negócio Leste, operada pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais, a partir da utilização das técnicas e metodologias propostas por renomadas instituições que tratam do tema Perda de Água na Distribuição, associadas à aplicação de tecnologias inovadoras com custo/benefício compatível com a condição econômica do Sistema. Os resultados alcançados confirmam ser possível o controle e decréscimo no índice de perdas a partir do desenvolvimento de ações integradas nos níveis estratégico e operacional da governança, baseadas nas ferramentas propostas pela IWA e respeitando-se as realidades locais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Perda de água, Sistema de Abastecimento, Balanço Hídrico, IWA, Plano de Ação.

## APPLICATION OF THE IWA METHODOLOGY FOR REDUCING WATER LOSSES IN SUPPLY SYSTEMS IN THE EAST REGION OF MINAS GERAIS

**ABSTRACT:** The issue of Water Loss in Supply Systems has become increasingly relevant in recent decades, mainly due to the increased frequency of water scarcity events. Another preponderant factor for the increased attention on this topic is from the economic and financial point of view, with issues related to the high costs of electricity used in the production and distribution of treated water and the waste of natural, operational and revenue resources. In this way, consistent, continuous and effective structuring actions and Action Plans for the evaluation, control and reduction of losses are essential to achieve expressive results in the reduction of water losses. For this purpose, the International Water Association (IWA) recommends the use of the water balance methodology for the diagnosis of losses in the water distribution system. By this methodology, losses are divided into apparent and real. This distinction is important, as the tools for managing and combating each of the typologies differ substantially. In this context, the present work presents the improvement in the performance of water loss management with the effective achievement of results in the reduction of losses in the region covered by the East Business Unit, operated by the Sanitation Company of Minas Gerais, from the use of the techniques and methodologies proposed by renowned institutions that deal with the issue of Water Loss in Distribution, associated with the application of innovative technologies with a cost/benefit compatible with the economic condition of the System. The results achieved confirm that it is possible to control and decrease the loss rate based on the development of integrated actions at the strategic and operational levels of governance, based on the tools proposed by the IWA and respecting local realities.

**KEYWORDS:** Water loss, Supply System, Water Balance, IWA, Action Plan.

## INTRODUÇÃO

De acordo com o Sistema Nacional de informações sobre Saneamento (SNIS) 2020, as perdas são inerentes a qualquer sistema de abastecimento de água. Esse tema tem ganhado maior relevância nas últimas décadas, principalmente, em função do aumento da frequência de eventos de escassez hídrica. Além disso, do ponto de vista econômico e financeiro, têm-se ainda as questões relacionadas ao alto custo de energia elétrica

utilizada na produção e distribuição da água tratada e ao desperdício de recursos naturais, operacionais e de receita.

Como os custos decorrentes das perdas são repassados ao consumidor final, o direito humano de acesso a água potável, reconhecido pela Organização das Nações Unidas, e o princípio da universalização do acesso aos serviços de saneamento básico, estabelecido pela Lei nº 14.026/2020, podem ser prejudicados. Nesse cenário, são fundamentais ações estruturantes e Plano de Ações de avaliação, controle e redução de perdas contínuos e efetivos.

Com objetivo de se reduzir as perdas de água, a *International Water Association* (IWA) recomenda a utilização da metodologia do balanço hídrico para o diagnóstico das perdas no sistema de distribuição de água. Nessa metodologia, as perdas se dividem em aparentes e reais. Essa distinção é importante, pois as ferramentas para a gestão e para o combate a cada uma das tipologias diferem substancialmente.

Sendo Perda de Água um dos riscos inerentes ao negócio das companhias de saneamento, em 2020, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA MG, estruturou um plano de ação de modo a consolidar as ações de combate às perdas para a região Leste do Estado de Minas Gerais, contemplando na época 641.482 ligações de água operadas na abrangência de 6.098.863 metros de rede de distribuição. A priorização das ações foi precedida por análise crítica dos volumes perdidos e características das localidades abrangidas, de modo a garantir a efetiva redução de perdas.

Se faz importante ressaltar que a capacitação da equipe envolvida, a busca e aplicação de tecnologias inovadoras acessíveis, aderentes às condições e necessidades, e com custo/benefício adequado às realidades locais, foram pontos de alta relevância para o alcance expressivo na redução do índice de perdas.

## **OBJETIVOS DO TRABALHO**

Demonstrar a melhoria na performance da gestão das perdas de água, pela COPASA MG, na região leste de Minas Gerais, a partir da utilização das técnicas e metodologias propostas por renomadas instituições que tratam do tema Perda de Água na Distribuição, associadas à aplicação de tecnologias inovadoras com custo/benefício compatível com a condição econômica do Sistema de Abastecimento.

Analisar os dados dos Sistemas de Abastecimento de Água - SAA de maior relevância, dentre os 222 operados pela COPASA MG na abrangência das cinco Gerências Regionais da Unidade de Negócio Leste – UNLE, as quais assumem para si os nomes dos Municípios onde se localizam suas sedes, sendo então as Gerências de Almenara - GRAL, Caratinga - GRCA, Diamantina - GRDT, Ipatinga - GRIP e Teófilo Otoni – GRTO.

Confirmar que o efetivo controle e decréscimo no índice de perdas é resultante do desenvolvimento de ações integradas nos níveis estratégico e operacional da governança,

baseadas nas ferramentas propostas pela IWA.

## METODOLOGIA UTILIZADA

O modelo utilizado para o diagnóstico do índice de perdas de água, foi o Balanço Hídrico seguindo os conceitos expressos nas literaturas da Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento (AESBE) e *International Water Association* (IWA), cuja ferramenta tem como objetivo identificar, através de um equacionamento matemático, os volumes de perdas reais, perdas aparentes e de água não convertida em receita (ANCR).

Na fase inicial foram calculados os Balanços Hídricos da COPASA, da UNLE e de suas cinco Gerências Regionais, cujos resultados apresentados indicaram serem as perdas reais a principal responsável pelo índice de perdas, alcançando o patamar de 70% em relação ao volume perdido total.

Como ponto de partida foram então estudados os dados históricos de volume perdido anualizado ( $m^3$ /ano), por Sistema de Abastecimento, sendo os resultados fator relevante para a decisão quanto à priorização das ações.

Desde a fase de diagnóstico e em todo o desenvolvimento do Plano de Ação de Redução de Perdas, foi adotado o indicador de perdas em litros por ligação por dia anualizado, ou seja, para cálculo do indicador, cada mês utiliza o somatório de volumes dos 12 últimos meses e a quantidade de dias acumulados no período, sendo a unidade L/lig/dia.

A figura 1 apresenta o impacto do volume perdido anualizado em percentual, da UNLE em relação à COPASA, sendo esta Unidade responsável por 11% do volume total perdido da Companhia. De forma análoga são apresentados também os impactos dos volumes perdidos das Gerências Regionais para a UNLE, onde a GRIP apresenta o maior impacto com aproximadamente 59% do volume perdido total da Unidade, e as demais Gerências varia entre 6% e 14%.

Todos os resultados apresentados são anualizados e se referem ao período janeiro a dezembro de 2019.

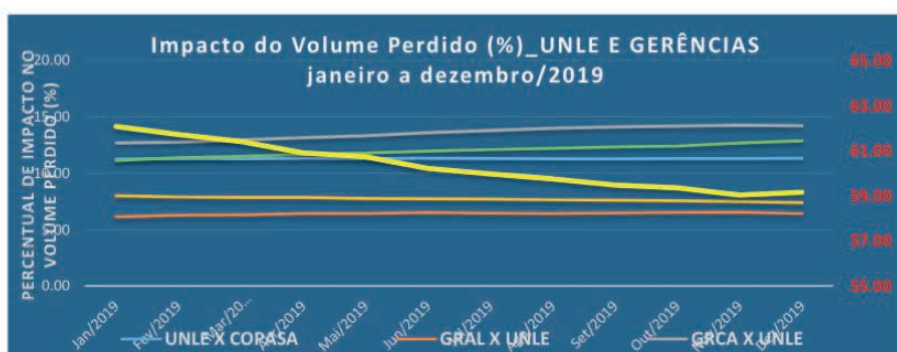


Fig 1 – Impacto Volume Perdido UNLE e Gerências (%)\_2019

Em razão da relevância apresentada pela GRIP para o indicador Perda na Distribuição da UNLE, com aproximadamente 59% do volume perdido total da Unidade, foram estudados também os comportamentos dos índices de Perdas dos Sistemas de Abastecimento desta Gerência, sendo confirmados os Sistemas de Coronel Fabriciano, Ipatinga e Timóteo como os principais potenciais para desenvolvimento do Plano de Ação a ser implantado na UNLE. Interessante ressaltar que estes três se tratam dos maiores Sistemas da GRIP e estão localizados na Região Metropolitana do Vale do Aço. Vale citar que um aspecto de interesse na Região Metropolitana do Vale do Aço foi o fato das equipes operacionais, especialmente nos SAA de Ipatinga e Timóteo já estarem realizando pesquisa de vazamentos não visíveis, apresentando, além da relevância, em relação à Gerência, tendência de queda no volume perdido, porém ainda inconsistente devido à ausência de uma gestão integrada com outras atividades necessárias ao controle e redução das perdas na distribuição.

A figura 2 apresenta o impacto, em percentual, dos volumes perdidos dos SAA de Coronel Fabriciano, Ipatinga e Timóteo em relação ao volume perdido da GRIP, sendo Ipatinga o de maior relevância, representando 40% do volume total perdido pela GRIP, seguido por Coronel Fabriciano com 21% e Timóteo com 16%.

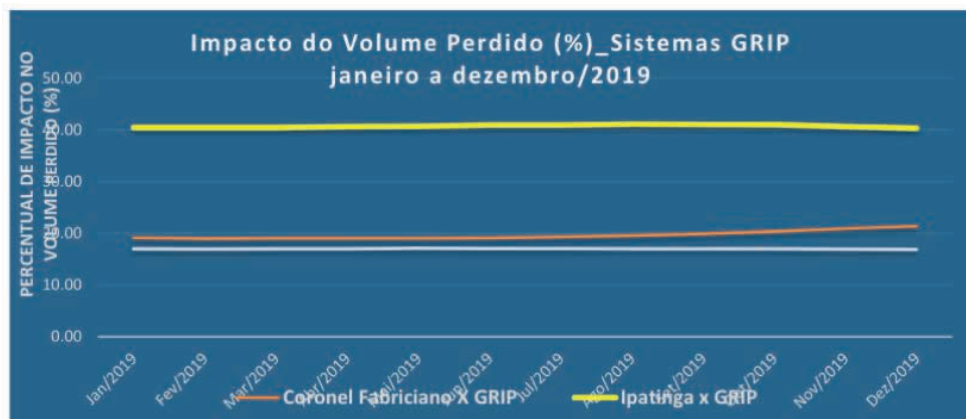


Fig 2 – Impacto Volume Perdido Sistemas GRIP (%)\_2019

Outra atividade realizada na fase de diagnóstico foi o cálculo dos Balanços Hídricos da UNLE, de suas cinco Gerências Regionais e dos SAA de Coronel Fabriciano, Ipatinga e Timóteo, cujos resultados apresentados confirmaram serem as perdas reais a principal responsável pelo índice de perdas, alcançando o patamar de 70% do volume perdido total.

Em nível estratégico, umas das ações de maior relevância desenvolvida de forma a alcançar resultados efetivos na redução das perdas de água, na COPASA, foi a implantação do Centro de Tecnologia da Medição de Água.

Desenvolvido sob a alçada da Unidade de Serviço de Hidrometria – USHM, o Centro

de Tecnologia da Medição de Água tem como premissa a Gestão de todos os processos operacionais inerentes à Macro e à Micromedição, tendo seus Técnicos o compromisso de trabalhar em sintonia com a estratégia definida pela Companhia e apoiar às Gerências Operacionais em todo o elenco de atividades ligadas ao processo Perdas, tais como, especificação e aquisição de equipamentos, de modo a garantir a aplicação dos recursos disponibilizados de forma consistente e responsável, treinamento para realização das atividades fins e a análise dos resultados alcançados.

Após conhecimento da realidade a ser enfrentada, foram definidas as ações de acordo com as realidades locais, sendo as de maior relevância a calibração dos principais macromedidores, pesquisa de vazamentos não visíveis e a renovação do parque de hidrômetros. A realização destas ações trouxe no contexto a aplicação de inovações tecnológicas de baixo custo e aderentes às realidades e necessidades locais, sendo:

1. Calibração de macromedidores: utilização do procedimento de mapeamento pitométrico com utilização de módulos de medição de pressão diferencial.

Especialmente o mapeamento pitométrico com utilização de módulo de medição de pressão diferencial é de alto interesse no desenvolvimento deste trabalho uma vez que se trata de tecnologia desenvolvida por Técnicos da COPASA em conjunto com empresa desenvolvedora de equipamentos de macromedição, se apresentando então como solução indicada à necessidade e custo benefício adequados à realidade operacional, podendo ser utilizado no laboratório ou em campo, conforme apresentado na figura 3.

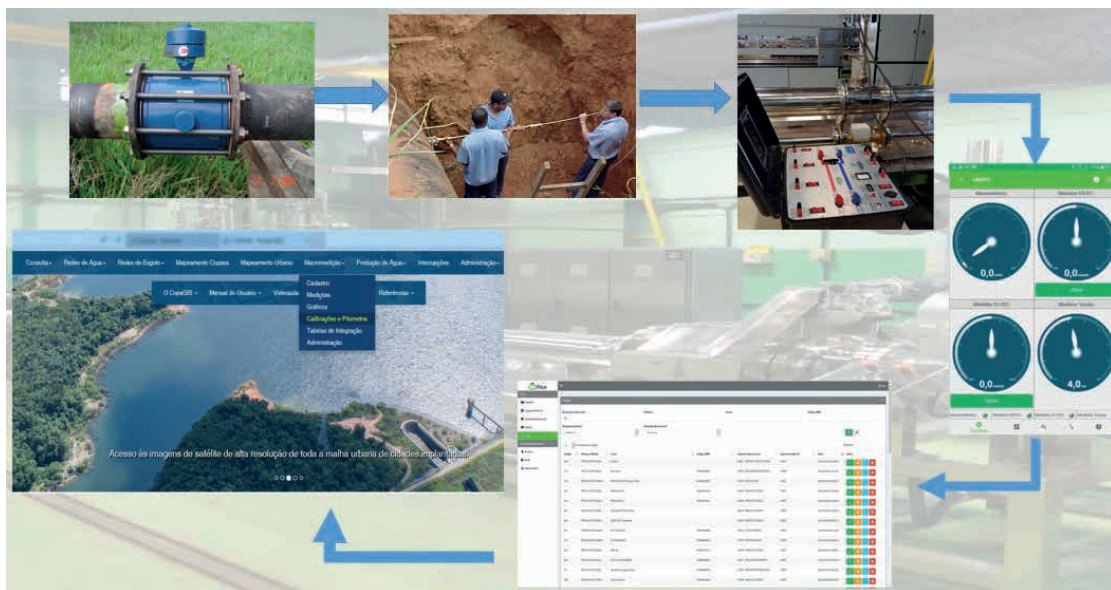


Fig 3 – Tecnologias Calibração de macromedidores

Esse sistema possui um supervisor o qual, através de algoritmos, fornece o

controle de aquisição de dados do posicionamento do tubo de Pitot, quando inserido nas tubulações para apuração das velocidades nos pontos das seções e conseqüentemente o levantamento das vazões. Assim, a Copasa detém de forma on-line os resultados e controles das calibrações de seus respectivos macromedidores.

2. Pesquisa de vazamentos não visíveis: desenvolvida em larga escala, tendo como modelo o Procedimento PR-051 da Norma abendi. Além da metodologia convencional, utilizando-se de haste de escuta e geofone, foi utilizada também tecnologia inovadora, de sistema automatizado, dotado de sensores móveis, coleta de dados georeferenciados e inteligência artificial.

Conforme citado anteriormente, a atividade de pesquisa de vazamentos não visíveis vinha sendo realizada no âmbito de algumas equipes operacionais da UNLE, tendo sido incorporada às atividades de rotina, não apenas com foco em redução de perdas de água, mas também nas situações de desabastecimento, principalmente das ligações localizadas em áreas mais elevadas e/ou distantes do Sistema Produtor.

Especialmente na GRIP, a pesquisa de vazamentos não visíveis já representava uma ação de controle às perdas de água nos SAA de Ipatinga e Timóteo, uma vez que era de total domínio da equipe operacional, que vinha de forma crescente desenvolvendo e disseminando a técnica entre seus colaboradores, porém ainda fora de um Plano de Ação de Gestão do índice de Perda na Distribuição.

Aliado ao contexto local, a fim de otimizar e garantir maior agilidade na realização desta atividade, foi adquirida pela Companhia uma tecnologia inovadora, de sistema automatizado, dotado de sensores móveis para coleta de sons georeferenciados e inteligência artificial capaz de analisar os sons coletados, indicando os locais com maior probabilidade de serem oriundos da presença de vazamentos não visíveis.

A figura 4 mostra a coleta georreferenciada de sons, que, após analisados por inteligência artificial, indicará tratar-se ou não de localização de possível vazamento, e acessórios utilizados para Pesquisa de vazamentos não visíveis no Sistema automatizado.



Fig 4 – Pesquisa de vazamentos não visíveis – Sistema automatizado

3. Renovação do parque de hidrômetros: a gestão realizada a partir de ferramenta digital (*Business Intelligence* - BI), desenvolvida dentro do Centro de Tecnologia da Medição de Água, especificamente para esta atividade, por empregados da Companhia, demonstrou ser um dos pilares de maior impacto na redução das perdas. A figura 5 ilustra o espaço de trabalho dos Técnicos desenvolvedores. Inclui-se aqui a capacitação de empregados envolvidos como fator determinante para alcance das metas inicialmente estabelecidas.



Fig 5 – Centro de Tecnologia da Medição de Água\_Postos de trabalho dos Técnicos responsáveis pela Micromedição e Laboratório de Hidrometria

O BI desenvolvido permite estabelecer o Planejamento Anual de Substituição de Hidrômetros a partir dos critérios adotados em função das características técnicas do medidor, do histórico de consumo do cliente e do tempo de instalação. Neste contexto, o Planejamento Anual de Substituição de Hidrômetros passou a incluir a segmentação dos hidrômetros a serem contemplados, distribuídos por regionalização (unidade de negócio,



gerência regional, localidade, setor- rota e zona de abastecimento), características do medidor (idade, tipo, modelo, classe metrológica e IDM previsto) e características do consumidor (consumo mensal, categoria e ramo de atividade), quando são elaborados os cronogramas de aplicação mensal, tornando-se assim uma ferramenta de Gestão da Micromedição.

Outro fator relevante para o sucesso do Plano de Ação de Redução de Perdas na UNLE foi a aplicação de recursos para substituição de ativos, quando diagnosticada reincidência de rompimentos de redes, e aquisição de equipamentos e novas tecnologias, para garantia das condições adequadas ao desenvolvimento das atividades necessárias ao cumprimento do Plano de Ação e alcance das metas estabelecidas. Importante ressaltar também que para a adequada capacitação da equipe envolvida no Plano de Ação de Redução de Perdas, a Companhia disponibilizou à mesma, o curso Formulação e Execução de Estratégia de Combate às Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água, que aborda a metodologia indicada pela IWA. Os conhecimentos adquiridos na capacitação foram aplicados tanto para o diagnóstico inicial quanto para o monitoramento dos resultados, no decorrer dos trabalhos.

A figura 6 apresenta a utilização das componentes do Balanço Hídrico sendo utilizadas para definição das ações em consonância com a realidade local.

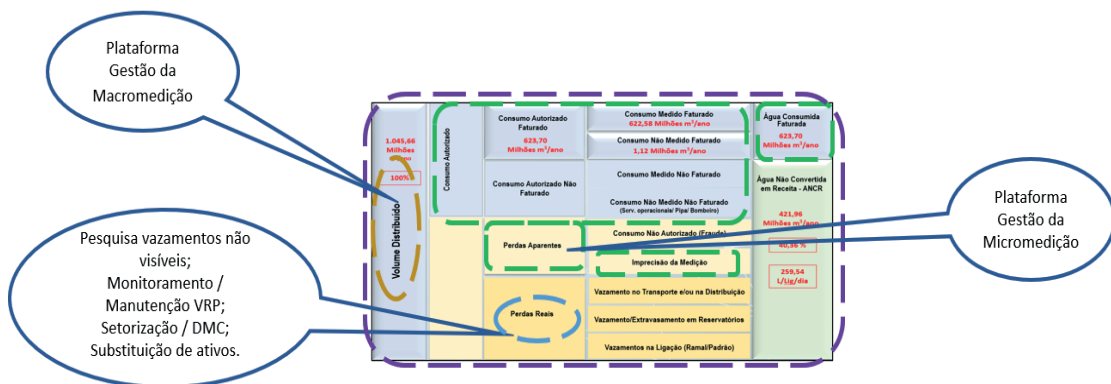


Fig 6 – Aplicação do cálculo do Balanço Hídrico na Governança do Processo Perdas de Água

Foi exercitado também o cálculo do Nível Econômico de Perdas – NEP, matéria de alta relevância na aprendizagem adquirida através da capacitação disponibilizada aos Técnicos envolvidos com o desenvolvimento do Plano de Ação de Redução de Perdas da Unidade de Negócio Leste.

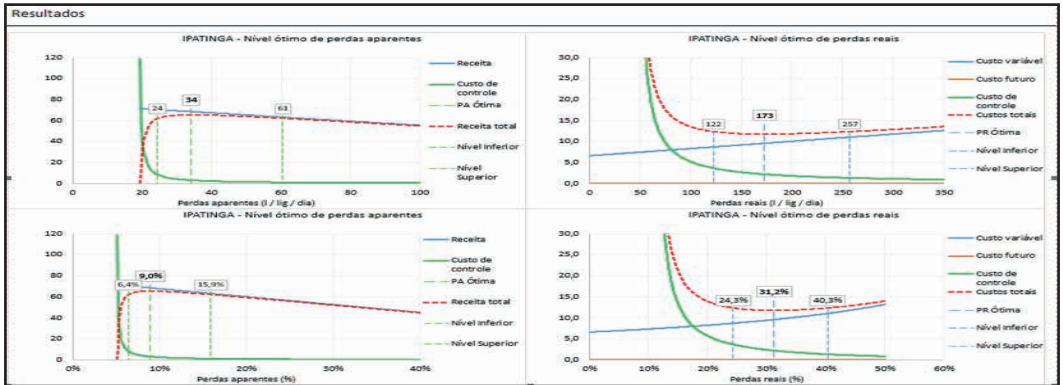


Fig 7 – Aplicação do cálculo do NEP na Governança do Processo Perdas de Água

## RESULTADOS OBTIDOS

Para o Plano de Ação de Redução de Perdas foi adotado o indicador anualizado, ou seja, para cálculo do indicador, cada mês utiliza o somatório de volumes dos 12 últimos meses e a quantidade de dias acumulados no período, sendo a unidade litros por ligação por dia (L/lig/dia).

Em janeiro de 2020, o índice de perda na distribuição na UNLE estava em 195,04 L/lig/dia chegando 173,48 L/lig/dia em setembro de 2022, período final descrito neste trabalho.

A meta estabelecida para o indicador Perda na Distribuição, a ser atingida até dezembro/2023, para a UNLE é de 171,94 L/lig/dia.

As figuras de 8 a 10 apresentam a evolução do resultado do indicador Perda na Distribuição em litros/ligação/dia, para o período de janeiro/2020 a setembro/2022.

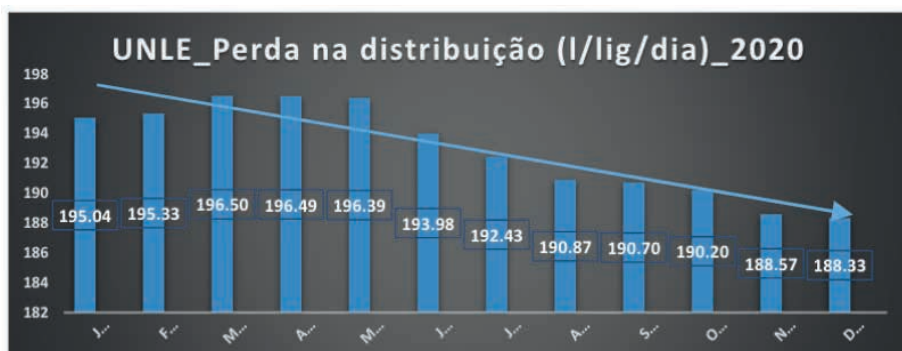


Figura 8: Resultado indicador Perda na distribuição/2020



Figura 9: Resultado indicador Perda na distribuição / 2021

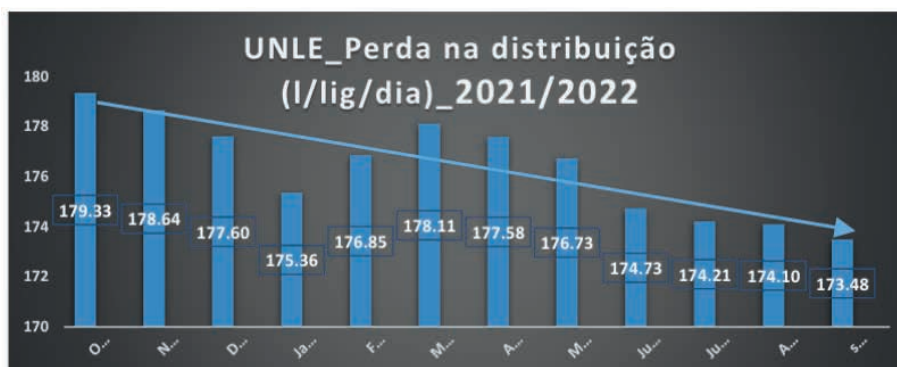


Figura 10 Resultado indicador Perda na distribuição - 2021/2022

## ANÁLISES DOS RESULTADOS

O decréscimo em 21,56 L/lig/dia, no indicador Perda na Distribuição, no período de janeiro/2020 a setembro/2022, confirmou a eficácia do Plano de Ação de Redução de Perdas desenvolvido pela COPASA na região localizada no Leste do Estado de Minas Gerais, contemplando em janeiro de 2020, 641.482 ligações de água operadas com uma população abastecida de 1.571.316 pessoas, em área de abrangência de 6.098.863 metros de rede de distribuição, com produção de 119.225.647 m<sup>3</sup>/ano e volume consumido na faixa de 74.495.131 m<sup>3</sup>/ano, sendo registrada a perda de 195,04 L/lig/dia, quando do início do Plano de Ação de Redução de Perdas de Água.

Na figura 11 é apresentado o decréscimo de 1.10 pontos percentuais do impacto do Volume Perdido Anual\_UNLE em relação ao Volume Perdido Anual\_COPASA e na sequência, a figura 12 apresenta o decréscimo de 1.84 pontos percentuais do impacto do Volume Perdido Anual\_GRIP em relação ao Volume Perdido Anual\_UNLE, para o período de janeiro/2020 a setembro/2022, ratificando o expressivo resultado na redução das perdas na Unidade de Negócio Leste, a partir do desenvolvimento das ações elencadas como prioritárias no Plano de Ação de Redução de Perdas desenvolvido naquela região.



Figura11: Decréscimo do impacto do Volume Perdido Anual\_UNLE em relação ao Volume Perdido Anual\_COPASA



Figura12: Decréscimo do impacto do Volume Perdido Anual\_GRIP em relação ao Volume Perdido Anual\_UNLE

## CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Conclui-se que é imprescindível a continuidade na realização e gestão das ações de calibração dos principais macromedidores, pesquisa de vazamentos não visíveis e renovação do parque de hidrômetros, neste Plano de Ação definidas como principais atividades, atuando de forma personalizada em cada Sistema de Abastecimento, de acordo com as componentes do Balanço Hídrico.

A pesquisa e aplicação de novas tecnologias, e, a adequada capacitação da equipe envolvida, são fatores que se mostraram primordiais no desenvolvimento das atividades com foco em redução de perdas de água na distribuição. Sendo o primeiro passo a identificação das reais necessidades, a partir de análise criteriosa da situação local, o que propicia a justa aplicação de recursos e o alcance do propósito.

## REFERÊNCIAS

1. abendi\_Estanqueidade - **Detecção de Vazamentos Não Visíveis de Líquidos Sob Pressão em Tubulações Enterradas Procedimento PR-051 Revisão: 4 (nov/2017)**

2. BÁGGIO, Mário Augusto. **Diagnóstico de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água**. Londrina. 1998.
3. BÁGGIO, Mário Augusto e MAÓSKI, Ary. **Manual de Implantação de Modelos de Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia de Processos**. Curitiba: Hoperações Consultoria em Gerenciamento, 2001. 63 p
4. BÁGGIO, Mário Augusto. **Planejamento e Controle da Qualidade da Operação de sistemas de abastecimento de água: o enfoque da Operação**. Curitiba: Publicação HOperações, 1.996. 100p.
5. BÁGGIO, M. A. **Termo de referência para implantação de modelo de gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia do processo operação de sistemas**. Curitiba, 1.997. 15 p.
6. BÁGGIO, M. A. **Termo de referência para implantação de modelo de gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia do processo comercialização de serviços**. Curitiba, 1.998. 15 p.
7. BÁGGIO, M. A. **Termo de referência para implantação do MASPP**. Curitiba, 2.004. 18 p.
8. Guia da Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento (AESBE) – Série Balanço Hídrico - Volumes 1 a 6 - (1ª Edição – 2015)
9. Relatório do Sistema Nacional de informações sobre Saneamento (SNIS) 2020