

Minuta de Deliberação dos Comitês PCJ nº 515/25 de 29/08/2025

Aprova as "Diretrizes Gerais para Gestão de Perdas de Água e Eficiência no Abastecimento Público nas Bacias PCJ" para os municípios integrantes das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

Os Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, criados e instalados segundo a Lei Estadual (SP) nº 7.663/91 (CBH-PCJ), a Lei Federal nº 9.433/97 (PCJ FEDERAL) e o Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba e Jaguari, criado e instalado segundo a Lei Estadual (MG) nº 13.199/99 (CBH-PJ1), denominados Comitês PCJ, no uso de suas atribuições legais, em sua Xª Reunião Extraordinária, no âmbito de suas respectivas competências:

Considerando as atribuições dos Comitês PCJ na gestão integrada e participativa dos recursos hídricos, conforme disposto na Lei Federal nº 9.433/1997, no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e no Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – Plano das Bacias PCJ 2020-2035;

Considerando a Lei Federal nº 14.026/2020 (Novo Marco Legal do Saneamento), que estabelece metas de universalização dos serviços, incluindo a redução progressiva de perdas de água na distribuição;

Considerando a Portaria MDR nº 490/2021, que define indicadores obrigatórios para acesso a recursos federais e exige a inclusão de metas de controle de perdas nos Planos Municipais de Saneamento Básico - PMSB;

Considerando as diretrizes técnicas da *International Water Association* (IWA), que padronizam metodologias de balanço hídrico e categorização das perdas em reais e aparentes;

Considerando os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU, em especial o ODS 6, meta 6.4, que visa aumentar substancialmente a eficiência no uso da água em todos os setores;

Considerando a hierarquização dos municípios conforme critérios técnicos definidos no Plano de Bacias PCJ 2020 a 2035, priorizando investimentos em áreas com maior criticidade hídrica, maior densidade populacional e infraestrutura deficiente;

Considerando a criação do Grupo de Trabalho “Ação de Combate a Perdas de Água” (GT-Perdas) da Câmara Técnica de Saneamento dos Comitês PCJ (CT-SA), na modalidade transitório, como objetivo a criação de metodologia para redução de índice de perdas, instituído durante a 118ª Reunião Ordinária da CT-SA, ocorrida em 14/12/2023, no município de Louveira/SP;

Considerando o trabalho desenvolvido pelo GT-Perdas da CT-SA, que com a participação de representantes de várias entidades membras dos Comitês PCJ elaborou o documento anexo com diretrizes técnicas, ações prioritárias e critérios para as ações de combate às perdas;

Considerando que o assunto foi apreciado pela Câmara Técnica de Planejamento (CT-PL) dos Comitês PCJ durante a sua 59ª Reunião Extraordinária, realizada em 15/05/2025, no município de Indaiatuba/SP;

Deliberam:

Art. 1º Fica aprovado o documento “Diretrizes Gerais para Gestão de Perdas de Água e Eficiência no Abastecimento Público nas Bacias PCJ”, elaborado pelo GT-Perdas da CT-SA, como referência técnica e orientativa para os municípios, prestadores de serviços públicos de saneamento, agências reguladoras e órgãos de controle que atuam nas Bacias PCJ, constante do Anexo desta Deliberação.

Comitês PCJ

Criados e instalados segundo a Lei Estadual (SP) nº 7.663/91 (CBH-PCJ), a Lei Federal nº 9.433/97 (PCJ FEDERAL) e a Lei Estadual (MG) nº 13.199/99 (CBH-PJ1)



Art. 2º Fica à Fundação Agência das Bacias PCJ responsável pela ampla divulgação do documento em seu portal institucional e dos Comitês PCJ, com vinculação às normativas de acesso a recursos financeiros da cobrança pelo uso da água, quando cabível.

§ 1º Dará ciência aos municípios e prestadores de serviços para a adoção das diretrizes constantes do documento para a aplicabilidade das boas práticas na gestão de perdas de água, na formulação e revisão dos Planos Municipais de Saneamento Básico, nos Planos de Redução de Perdas e em projetos de eficiência hídrica, com foco nas metas diferenciadas por grupos populacionais.

§ 2º A Fundação Agência das Bacias PCJ poderá, caso entenda necessário, estabelecer regras específicas para a captação de recursos financeiros, por meio dos editais de seleção de empreendimentos dos Comitês PCJ, baseada nas Diretrizes Gerais para Gestão de Perdas de Água e Eficiência no Abastecimento Público nas Bacias PCJ, constante do Anexo desta Deliberação.

Art. 3º Estimular a articulação da CT-SA e Câmara Técnica de Integração e Difusão de Pesquisas e Tecnologias dos Comitês PCJ (CT-ID) com as Agências Reguladoras e outras instituições para realização de capacitações periódicas sobre as diretrizes e ferramentas de combate às perdas de água nos sistemas de abastecimento público.

§ 1º O não cumprimento das metas de redução de perdas estabelecidas poderá implicar restrições ao acesso a recursos financeiros geridos pelos Comitês PCJ, a seu critério.

§ 2º O documento “Diretrizes Gerais para Gestão de Perdas de Água e Eficiência no Abastecimento Público nas Bacias PCJ” será revisado sempre que necessário, no prazo máximo de 3 anos, pela CT-SA, no âmbito do GT-Perdas, podendo ser atualizado em função de inovações tecnológicas, mudanças legais e novas diretrizes estabelecidas no Plano das Bacias PCJ.

Art. 4º Esta deliberação entra em vigor na data de sua publicação no Diário Oficial.

(assinado digitalmente)

MYLENA NASCIMENTO RODRIGUES DE OLIVEIRA
Presidente do CBH-PJ1

(assinado digitalmente)

HÉLIO DONIZETE ZANATTA
Presidente do CBH-PCJ e do PCJ FEDERAL

(assinado digitalmente)

ADILSON RAMOS DE SOUZA
Secretário-executivo do CBH-PJ1

(assinado digitalmente)

DENIS HERISSON DA SILVA
Secretário-executivo do CBH-PCJ e do PCJ
FEDERAL

Comitês PCJ

Criados e instalados segundo a Lei Estadual (SP) nº 7.663/91 (CBH-PCJ), a Lei Federal nº 9.433/97 (PCJ FEDERAL) e a Lei Estadual (MG) nº 13.199/99 (CBH-PJ1)



ANEXO - Minuta de Deliberação dos Comitês PCJ nº 515/25 de 29/08/2025

DIRETRIZES GERAIS PARA GESTÃO DE PERDAS DE ÁGUA E EFICIÊNCIA NO ABASTECIMENTO PÚBLICO NAS BACIAS PCJ

(ABRIL/2024)

**DIRETRIZES GERAIS PARA GESTÃO DE PERDAS DE
ÁGUA E EFICIÊNCIA NO ABASTECIMENTO PÚBLICO
NAS BACIAS PCJ**

Piracicaba, março de 2025.



ELABORAÇÃO

FUNDAÇÃO AGÊNCIA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ

Sergio Razera

Diretor-Presidente

Patrícia Gobet de Aguiar Barufaldi

Diretora Técnica

Ivens de Oliveira

Diretor Administrativo e Financeiro

CÂMARA TÉCNICA DE SANEAMENTO – CT-SA

Mateus Bento Batista Arantes - Coordenador

Patrícia Regina Ferreira Calegari – Coordenadora Adjunta

GRUPO DE TRABALHO AÇÕES DE COMBATE A PERDAS DE ÁGUA (GT-PERDAS)

André Aukar Britschggy de Camargo - ARES PCJ	Marcio Arantes -DAEV SA
André Gatti Filho - Prefeitura de Louveira	Mariane Rodrigues Amuy - Agência PCJ
André Luiz Garcia Salva - Prefeitura de Indaiatuba	Mona Lisie Pavan Ribeiro - BRK Ambiental
Daniel Manzi – EEP/FUMEP	Paulo Roberto Szeligowski Tinel – ASSEMAE
Diogo Bernardo Pedrozo - Agência PCJ	Rafael Borgonovi Caravita - SAAE Capivari
Duarcides Ferreira Mariosa - PUC Campinas	Rodrigo Basso - DAEV SA
Eduardo Paniguel Oliveira - Consórcio PCJ	Rodrigo Sanches Garcia - GAEMA-PCJ/Campinas
Fábio de Melo Sotelo - ARES PCJ	Sabrina Rodrigues Coelho - ASSEMAE/SANASA
Fabio Tomasella Johansson - SEMOZEL	Sueli Keiko Higuchi – SANEBAVI
Flávia Travaglini Zulian - GAEMA-PCJ/Campinas	Tadeu Fabrício Malheiros - FSP/USP
Gabriel Fonseca - DAEV SA	Willian Pontes Vergilio - Prefeitura de Indaiatuba
Leandro Garcia da Costa - PUC Campinas	
Livia M. O. Modolo - Agência PCJ	
Luciano de Faria Novaes - UNAERP	
Luiz Roberto Gravina Pladevall – ABES-SP	

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	6
1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	8
2.1 Objetivos Gerais	8
2.2 Objetivos Específicos	9
3 JUSTIFICATIVA	10
3.1 Papel dos Comitês PCJ	11
3.2 Impacto Econômico e Ambiental	12
3.3 Municípios: metas e priorização do Plano das Bacias PCJ	12
3.3.1 Metas para redução de perdas	12
3.3.2 Hierarquização dos municípios	14
4 AÇÕES PRIMORDIAIS NA GESTÃO DE PERDAS	14
5 DIRETRIZES PARA A GESTÃO DAS PERDAS DE ÁGUA	16
5.1 Benefícios do Combate às Perdas de Água	16
5.2 Proposta de ações e ordem de execução	17
5.3 Ação Proposta	17
6 AÇÕES DE COMBATE ÀS PERDAS	20
6.1 Elaboração e Atualização do Plano de Saneamento Básico	20
6.1.1 Requisitos	21
6.1.2 Conteúdo Mínimo	21
6.1.3 Avaliação	21
6.2 Elaboração e Atualização do Plano de Combate às Perdas	22
6.2.1 Requisitos	22
6.2.2 Conteúdo Mínimo	22
6.2.3 Avaliação	22
6.3 Hidrometria e Medição de Entrada e Saída dos Sistemas De Abastecimento de Água (ETA's e Poços)	23
6.3.1 Requisitos	23
6.3.2 Conteúdo Mínimo	24
6.3.3 Avaliação	25
6.4 Balanço Hídrico Simplificado	26
6.4.1 Requisitos	26

6.4.2	Conteúdo Mínimo	26
6.4.3	Avaliação	27
6.5	Implantação dos Cadastros Técnico Informatizado e Georreferenciado e Comercial integrado	28
6.5.1	Requisitos.....	28
6.5.2	Conteúdo Mínimo	29
6.5.3	Avaliação	41
6.6	Substituição, modernização e manutenção de redes.....	41
6.6.1	Requisitos.....	42
6.6.2	Conteúdo Mínimo	42
6.6.3	Avaliação	43
6.7	Controle de Pressão na Rede	43
6.7.1	Requisitos.....	43
6.7.2	Conteúdo Mínimo	44
6.7.3	Avaliação	44
6.8	Setorização	44
6.8.1	Requisitos.....	45
6.8.2	Conteúdo Mínimo	45
6.8.3	Avaliação	45
6.9	Implantação/Aprimoramento da Macromedição de Setores, Sub-setores e Distritos de Medição.....	46
6.9.1	Requisitos.....	46
6.9.2	Conteúdo Mínimo	47
6.9.3	Avaliação	47
6.10	Telemetria dos Sistemas	47
6.10.1	Requisitos.....	48
6.10.2	Conteúdo Mínimo	48
6.10.3	Avaliação	49
6.11	Balanço Hídrico Detalhado	49
6.11.1	Requisitos.....	50
6.11.2	Conteúdo Mínimo	50
6.11.3	Avaliação	51
6.12	Modelagem Hidráulica Completa Operacional.....	52
6.12.1	Requisitos.....	52
6.12.2	Conteúdo Mínimo	53

6.12.3	Avaliação	54
6.13	Reparos, Adequações e Atualizações dos Sistemas Produtores de Água (ETA's e Poços)	55
6.13.1	Requisitos	55
6.13.2	Conteúdo Mínimo	56
6.13.3	Avaliação	57
6.14	Reparos, Adequações e Atualizações das ETEs influentes às captações ...	57
6.14.1	Requisitos	57
6.14.2	Conteúdo Mínimo	57
6.14.3	Avaliação	58
6.15	Elaboração do Plano Diretor de Reuso de Água	58
6.15.1	Requisitos	59
6.15.2	Conteúdo Mínimo	59
6.15.3	Avaliação	60
6.16	Qualificação da Mão de Obra	60
6.16.1	Requisitos	60
6.16.2	Conteúdo Mínimo	61
6.16.3	Avaliação	63
6.17	Criação de Estrutura Específica para Combate a Perdas	63
6.17.1	Requisitos	64
6.17.2	Conteúdo Mínimo	64
6.17.3	Avaliação	65
6.18	Controle Ativo dos Vazamentos	65
6.18.1	Requisitos	66
6.18.2	Conteúdo Mínimo	66
6.18.3	Avaliação	67
4	AVALIAÇÃO DE RESULTADOS	68
6.18.4	Dificuldades	70
5	ORDEM DE PRIORIDADE PARA EXECUÇÃO DAS AÇÕES	70
6.1	Grupo 1: Municípios com até 100.000 habitantes	71
6.2	Grupo 2: Municípios com mais de 100.000 habitantes	75
6	MEDIÇÃO DA EFICÁCIA DOS SERVIÇOS IMPLANTADOS	78
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

APRESENTAÇÃO

Este documento foi desenvolvido pelo Grupo Técnico Transitório de Perdas (GT Perdas) da Câmara Técnica de Saneamento (CT - SA) dos Comitês PCJ, discutido e aprovado pela CT-SA e pela Câmara Técnica de Planejamento (CT PL). O GT de Perdas foi criado com o objetivo de elaborar um documento que norteasse os municípios para uma gestão eficiente no tema de Perdas de Água. No geral os municípios carecem de uma gestão eficiente no tema Perdas de Água visto os índices apresentados no Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico - SINISA. A legislação e a natureza exigem um foco maior na redução das perdas de água, devido às metas estabelecidas pelo Novo Marco Regulatório de Saneamento (Lei Federal nº 14.026/2020) e pelo Plano das Bacias dos Comitês PCJ. Além disso, a disponibilidade hídrica está cada vez mais escassa, tornando essa questão ainda mais urgente. Com isso, o objetivo específico do GT foi desenvolver um Guia orientativo para os Prestadores de Serviços de Água das bacias PCJ. Foram realizadas 14 (quatorze) reuniões, divididas em assuntos construtivos e sequenciais, definidos pelo grupo, como: Apresentação de Boas Práticas, Apresentação de Dificuldades, Experiências de Itemização de Ações; Discussões sobre as Sequência das Ações definidas como fundamentais na Gestão de Perdas pelo GT; Discussões sobre os processos e conteúdo mínimo das Ações e Discussões e Considerações Técnicas desse documento. Por fim, do documento que resultou em um Guia orientativo para Prestadores de Serviços de Água, Órgãos reguladores e fiscalizadores, e

possível Guia para os processos de captação de recursos financeiros dos comitês PCJ.

1 INTRODUÇÃO

A gestão eficiente dos recursos hídricos é uma questão de suma importância para o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida da população. As perdas de água nos sistemas de abastecimento são um problema significativo que afeta tanto os recursos naturais quanto os financeiros dos municípios. O combate às perdas de água é essencial para garantir a disponibilidade de água potável, reduzir os custos operacionais, preservar o meio ambiente e promover a justiça social.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

Este documento visa orientar os Prestadores de Serviços de Água dos municípios inseridos na bacia dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ). Nele, estão listadas as principais ações para uma gestão eficiente no combate às perdas de água¹, baseando-se nas experiências de Técnicos e Prestadores de Serviços que já possuem conhecimento consolidado no tema.

Permitirá que os prestadores avaliem o nível de maturidade de suas companhias em relação ao tema de Perdas de Água.

Para os órgãos fiscalizadores este documento possibilitará que as ações de cobranças sejam realizadas de forma mais eficaz, pois orienta inclusive técnicos de outras áreas.

¹ As chamadas perdas reais são as associadas aos vazamentos, já as perdas aparentes são as relativas à ausência de hidrômetros, erros de medição, às ligações clandestinas e ao roubo de água

Para as Agências Reguladoras poderá ser um instrumento de desenvolvimento de medidas regulatórias em ações primordiais para uma gestão eficiente de perdas de água.

Para a Fundação Agência das Bacias PCJ poderá ser um documento de instrução no processo de seleção de empreendimentos na captação de recurso financeiro para o subprograma de Gestão Perdas do PDC 02.

2.2 Objetivos Específicos

- Fornecer diretrizes para o diagnóstico e monitoramento contínuo das perdas hídricas, recomendando tecnologias avançadas que identifiquem pontos críticos e acompanhem o desempenho dos sistemas de abastecimento.
- Orientar sobre a implementação de programas de manutenção preventiva e corretiva, com foco em minimizar vazamentos e falhas na infraestrutura.
- Estabelecer uma ordenação para a execução das ações propostas, das mais relevantes do ponto de vista estrutural até aquelas que requerem menos investimento e maior engajamento dos operadores envolvidos;
- Dar diretrizes para promoção do engajamento de operadores e da população na conservação de água, visando a uma gestão efetiva pelos prestadores e redução do desperdício pela população.
- Propor ações de capacitação técnica contínua para profissionais de saneamento.
- Destacar os benefícios do combate às perdas para a sustentabilidade hídrica e econômica nas Bacias PCJ.

- Servir como instrumento de orientação para os investimentos a serem feitos pelos Comitês PCJ e para o acompanhamento dos serviços pelas Reguladoras e pelo Ministério Público, no âmbito das Bacias PCJ.

3 JUSTIFICATIVA

Segundo o Plano das Bacias PCJ 2010 - 2020², as metas a serem alcançadas na temática de controle e redução de perdas nos municípios era de 25% de perdas que havia sido definida para o ano de 2020. Com base nos dados do diagnóstico realizado durante a elaboração do referido plano, foi demonstrado, em seu capítulo 11, que apenas 23% dos municípios alcançaram a meta prevista no ano de 2017. Nesse contexto, a estratégia do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035 foi manter a meta de 25% para o ano de 2020.

No entanto, para os municípios que não alcançaram essa meta em 2020, estão estabelecidas metas intermediárias e finais, as quais se constituem de eficiências mínimas a serem atingidas em determinados marcos (2025 e 2030 como meta intermediária e 2035 como meta final). Essas metas são baseadas em indicadores tendenciais utilizados nos cenários de planejamento, que consideram informações como a existência de Termos de Ajustamento de Conduta (TACs), Planos de Controle e Redução de Perdas, e investimentos previstos nesse setor, conforme é apresentado no Caderno Temático de Garantia do Suprimento Hídrico do Plano das Bacias PCJ.

² CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA. Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá: Relatório Final. Piracicaba, SP, 2020.

Diante desse cenário, se faz necessário que os municípios busquem alcançar as metas estabelecidas no Plano das Bacias PCJ e também do Novo Marco Regulatório do Saneamento (Lei Federal nº 14.026/2020), aprimorando a Gestão de Perdas dentro da companhia, buscando orientações e diretrizes assertivas. E que os Comitês PCJ busquem meios para acompanhar os avanços na temática de perdas, por meio de elementos técnicos que permitam analisar os impactos das ações que estão sendo implementadas, bem como, ter as referências necessárias para orientar os direcionamentos dos recursos financeiros disponíveis para aplicação.

3.1 Papel dos Comitês PCJ

Os Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ) desempenham um papel crucial na gestão integrada e na promoção de boas práticas para o combate às perdas de água. Através da articulação entre os diversos atores envolvidos, incluindo municípios, empresas de saneamento, órgãos reguladores e a sociedade civil, os Comitês PCJ promovem a implementação de políticas e ações coordenadas para enfrentar os desafios relacionados às perdas de água.

Ao desenvolver e disseminar este guia prático, os Comitês PCJ buscam fornecer aos gestores municipais e técnicos da área de saneamento ferramentas e diretrizes claras para a elaboração e implementação de planos de combate às perdas de água. Este esforço conjunto visa assegurar a sustentabilidade dos recursos hídricos, a eficiência dos sistemas de abastecimento e a qualidade de vida da população nas Bacias PCJ

3.2 Impacto Econômico e Ambiental

As perdas de água representam um desperdício de recursos naturais e financeiros. Quando a água tratada não chega ao consumidor final devido a vazamentos, fraudes ou erros de medição, os custos de tratamento e distribuição são elevados sem o correspondente retorno financeiro. Isso resulta em tarifas mais altas para os consumidores e na necessidade de maiores investimentos em infraestrutura.

Do ponto de vista ambiental, as perdas de água aumentam a demanda de captação de água bruta, sobrecarregando as fontes hídricas, especialmente em regiões onde a escassez de água já é um problema crítico. A captação excessiva de água para compensar as perdas pode levar à degradação dos mananciais e à redução da disponibilidade de água para futuras gerações.

3.3 Municípios: metas e priorização do Plano das Bacias PCJ

3.3.1 Metas para redução de perdas

O Caderno Temático “Garantia do Suprimento Hídrico e Drenagem” do Plano das Bacias PCJ 2020-2035 ³(Profill-Rhama 2020) estipula as metas intermediárias para o índice de perdas de água nos municípios que não alcançaram a meta de 25% no ano de 2020.

³ CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA. Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá: Relatório Final. Piracicaba, SP, 2020.

Destaca-se que alguns municípios, como Águas de São Pedro, apresentavam um índice inicial de 30% em 2020 e possuem meta para reduzi-lo para 24% até 2035. Outros, como Americana, começam com 26% em 2020 e possuem meta para atingir 21% até 2035. No entanto, alguns municípios enfrentam desafios mais significativos, como Analândia, que inicia com um alto índice de 50% em 2020 e possui meta para reduzi-lo para 41% até 2035. São Pedro se destacava como o município com o maior índice de perdas em 2020, atingindo 60%, e mesmo atingindo a meta de uma redução gradual ao longo dos anos, ainda manteria um índice substancialmente alto até 2035, com 49%.

Após o diagnóstico de cada município, torna-se imperativo estabelecer uma hierarquia para determinar quais ações financiáveis os Comitês PCJ apoiaram em cada caso.

Essas metas foram estabelecidas por meio de estudos e modelagem hidrológica para garantir a sustentabilidade hídrica das Bacias PCJ. Portanto, devem ser compatíveis com as metas definidas nos Planos Municipais de Saneamento Básico. Embora não devam ser tratadas como regras gerais rígidas, representam a condição mínima esperada para a bacia e podem ser superadas. Cada município enfrenta desafios específicos, e a abordagem pode ser adaptada conforme necessário, desde que as metas mínimas sejam atendidas. As ações paralelas em andamento e as particularidades locais devem ser consideradas. O objetivo final é a redução das perdas de água e a melhoria da eficiência no uso dos recursos hídricos nas Bacias PCJ, promovendo o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida da população.

3.3.2 Hierarquização dos municípios

O Plano das Bacias PCJ 2020-2035, com base em todo o diagnóstico realizado, traz também uma priorização, por município, para a realização de ações na temática de controle de perdas no sistema de abastecimento.

Tal priorização levou em consideração os aspectos de (i) incremento da demanda gerado pelo crescimento populacional do município, (ii) vazão mínima na AC em que ocorre a captação (Q95) e (iii) criticidade da AC em que o município se abastece. Ou seja, os municípios mais prioritários são aqueles em que as perdas de água causam maior impacto para as Bacias PCJ e não, necessariamente, aqueles com maior índice de perdas.

A priorização dos municípios serve como baliza para a aplicação de recursos financeiros advindos das Cobranças PCJ Federal e Paulista e da CFURH (Compensação Financeira pela Utilização dos Recursos Hídricos), sendo que os municípios com mais alta prioridade têm preferência na captação de recursos para execução de ações na temática de controle de perdas.

4 AÇÕES PRIMORDIAIS NA GESTÃO DE PERDAS

As ações julgadas primordiais para uma gestão eficiente no sistema de combate às perdas de água pelo GT-Perdas, através de discussões técnicas, seguem listadas a seguir:

- Elaboração e Atualização do Plano de Saneamento Básico;
- Elaboração e Atualização do Plano de Combate às Perdas;

-
- Hidrometria e Macromedição de Entrada e Saída dos Sistemas De Abastecimento de Água (ETA's e Poços);
 - Balanço Hídrico Simplificado;
 - Implantação dos Cadastros Técnico Informatizado e Georreferenciado e Comercial integrado;
 - Modelagem Hidráulica Simplificada;
 - Substituição, modernização e manutenção de redes;
 - Controle de Pressão na Rede;
 - Setorização;
 - Implantação/aprimoramento da Macromedição e Distrito e Medição;
 - Telemetria dos Sistemas;
 - Balanço Hídrico Detalhado;
 - Modelagem Hidráulica Completa Operacional;
 - Reparo, Adequações e Atualizações das ETAs;
 - Reparo, Adequações e Atualizações das ETEs;
 - Elaboração do Plano Diretor de Reuso de Água;
 - Qualificação da Mão de Obra;
 - Criação de Estrutura Específica para Combate a Perdas;
 - Controle Ativos dos Vazamentos;

A itemização foi elaborada de maneira sequencial, acompanhando a evolução do tema dentro da companhia. No entanto, as diferenças estruturais, financeiras, de quadro de pessoal e de tamanho dos municípios exigiram o desenvolvimento de uma metodologia específica para priorização das ações, considerando o porte dos municípios. Esta metodologia será apresentada posteriormente.

5 DIRETRIZES PARA A GESTÃO DAS PERDAS DE ÁGUA

O combate às perdas de água envolve a identificação e correção de diversas falhas no sistema de abastecimento, desde vazamentos em tubulações até problemas de medição e controle. Este processo requer uma abordagem multidisciplinar que inclui:

Diagnóstico e Monitoramento: Utilização de tecnologias avançadas para identificar pontos críticos e monitorar o desempenho do sistema.

Manutenção Preventiva e Corretiva: Implementação de programas de manutenção que previnam e corrijam falhas na infraestrutura.

Engajamento da Comunidade: Sensibilização e envolvimento dos consumidores para reduzir o desperdício e denunciar irregularidades.

Capacitação Técnica: Formação contínua dos profissionais envolvidos na operação e gestão do sistema de abastecimento.

5.1 Benefícios do Combate às Perdas de Água

Os benefícios de um programa eficaz de combate às perdas de água são múltiplos e abrangem diversos aspectos:

Sustentabilidade Hídrica: Redução do consumo de água e preservação dos recursos hídricos.

Eficiência econômica: Diminuição dos custos operacionais e aumento da receita dos serviços de abastecimento.

Qualidade do Serviço: Melhoria na confiabilidade e qualidade do abastecimento de água para a população.

Responsabilidade Ambiental: Contribuição para a conservação dos ecossistemas e redução do impacto ambiental.

5.2 Proposta de ações e ordem de execução

Para alcançar a eficiência no uso da água e a redução das perdas nos sistemas de abastecimento nas Bacias PCJ, foi estruturada uma listagem e descrição de ações prioritárias. Cada ação foi planejada para atender às necessidades específicas dos municípios, considerando a realidade local e as metas estabelecidas no Plano de Bacias.

As diretrizes gerais aqui especificadas serão norteadores para definição do escopo de trabalho na gestão de combate a perdas dos municípios. Em consonância a isso os Termos de Referências e documentos referenciais dos Comitês das Bacias PCJ, sempre que existentes, deverão ser respeitados e utilizados, dinamizando este documento e permitindo a melhoria nos indicadores de perdas.

5.3 Ação Proposta

Cada ação proposta necessita de um conteúdo mínimo para promover avanços significativos no combate às perdas de água nos sistemas de abastecimento.

Dessa forma, para cada ação foram listados os requisitos para sua execução, o conteúdo mínimo a ser seguido e o formato de avaliação.

Os **requisitos** são os itens técnicos que o órgão responsável deve cumprir para avançar até a etapa em questão. Representam os parâmetros essenciais que devem ser atendidos para garantir o progresso das etapas, assegurando que as próximas fases a serem implementadas ocorram de forma eficiente.

O **conteúdo mínimo** refere-se ao conjunto essencial de informações, critérios e práticas que devem estar presentes nas ações executadas, possibilitando, inclusive, criação de indicadores de avaliação, os quais poderão, futuramente, servir como subsídio para a definição de critérios de hierarquização e seleção no de obtenção de recursos.

A **avaliação** deve demonstrar de forma clara os resultados obtidos. Existem ações que tem impacto direto no índice de perdas e outras com impacto na gestão da melhoria do combate às perdas de água.

No caso de ações com impacto indireto no índice de perdas, a avaliação deve focar na melhoria da gestão, com ênfase na obtenção de dados reais, na análise dessas informações e no suporte fundamentado à tomada de decisões.

Para as ações de impacto direto ao índice de perdas (obras, setorização, troca de hidrômetros, dentre outros) como a implementação da ação melhorou o índice de perdas daquele município, respondendo principalmente às perguntas:

O investimento possui impacto no índice de perdas? e qual foi a redução diretamente alcançada com aquele investimento?

A análise deve quantificar a redução específica no índice de perdas após a implementação das práticas previstas. Isso inclui medir a diferença no Índice de Perda por Ligação (IPL) ou no Índice Linear Bruto de Perdas (ILBP), comparando os resultados obtidos antes e depois do investimento. A redução poderá ser expressa tanto em valores percentuais quanto volumétricos (m³ de água economizados), preferencialmente.

Qual foi o impacto financeiro e operacional da intervenção?

Avaliar os benefícios econômicos gerados pela diminuição das perdas, destacando a redução de custos com o tratamento e distribuição de água, além do aumento na receita proveniente da melhoria da eficiência no sistema de faturamento. Também devem ser considerados os impactos operacionais, como a maior durabilidade das redes de distribuição e a menor necessidade de reparos frequentes.

Quais outros benefícios foram observados?

Além da redução direta nas perdas de água, é importante relatar outros ganhos, como a melhoria na qualidade do serviço de abastecimento, a redução da pressão sobre os recursos hídricos e a maior sustentabilidade ambiental do sistema. Relatar também se houve uma melhoria na relação com a comunidade local, em termos de percepção do serviço.

Qual foi a viabilidade e retorno sobre o investimento?

Demonstrar a relação custo-benefício do investimento realizado. Para isso, deve-se calcular o retorno sobre o investimento (ROI), considerando tanto

a redução das perdas quanto os custos operacionais envolvidos. A análise deve comprovar que os recursos aplicados resultaram em uma melhoria sustentável e mensurável no longo prazo.

Quais metas futuras podem ser estabelecidas?

Com base nos resultados alcançados, devem ser definidas novas metas de redução de perdas para a próxima etapa, ajustando as práticas e estabelecendo um cronograma de reavaliação. Isso assegura que os avanços obtidos sejam contínuos e que a eficiência no uso dos recursos hídricos seja cada vez maior, inclusive a manutenção das metas do Plano de Bacias, respeitando a situação de criticidade hídrica de cada município.

No próximo item serão detalhadas as ações propostas seguindo os conceitos anteriormente apresentados.

6 AÇÕES DE COMBATE ÀS PERDAS

6.1 Elaboração e Atualização do Plano de Saneamento Básico

Item fundamental para estabelecer diretrizes gerais para o saneamento básico no município, incluindo o controle de perdas. Deve estar atualizado e aprovado em lei, servindo como base para a elaboração do Plano de Perdas.

Este plano deve estabelecer diretrizes gerais para o saneamento básico no município, incluindo abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana. A atualização deve incluir diagnóstico do sistema atual, metas de curto, médio e longo prazo, e estratégias de implementação com base em estudos de demanda e capacidade, respeitando as metas estabelecidas no Plano das Bacias, especialmente nos quesitos índice

de perdas e coleta e tratamento de esgotos, conforme determina a Lei federal nº 11.445 de 2007, bem como as atualizações previstas pela Lei nº 14.026 de 2020.

6.1.1 Requisitos

- Não possuir plano de saneamento básico ou estar desatualizado.

6.1.2 Conteúdo Mínimo

O conteúdo mínimo sugerido para elaboração ou revisão dos PMSB's podem ser consultados no modelo de Termo de Referência adotado pelos Comitês PCJ, disponível no site da Fundação da Agência das Bacias PCJ.

6.1.3 Avaliação

O município realizará uma avaliação anual das metas estabelecidas e resultados alcançados para todas as ações propostas, da forma que:

- Haja avaliação da Eficácia capacidade das ações implementadas de atingir as metas estabelecidas no plano;
- Haja avaliação da eficiência que mede a relação entre os recursos aplicados e os resultados alcançados, ou seja, avalia se as ações foram implementadas de forma otimizada em termos de custo-benefício;
- Haja avaliação da efetividade, que medirá o impacto das ações na qualidade de vida da população e no meio ambiente, considerando os efeitos a longo prazo;
- Que sejam criados indicadores de monitoramento e desempenho.

- Que permita, dentro do prazo estabelecido por Lei, revisar e atualizar seu Plano, de forma a progredir no alcance de metas reais.

6.2 Elaboração e Atualização do Plano de Combate às Perdas

Documento essencial que deve ser elaborado após a definição das metas gerais no Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Inclui diagnóstico das perdas atuais e balanço hídrico do sistema, identificação das principais causas, hierarquização de atividades e definição de indicadores e suas metas específicas de redução e estratégias detalhadas para alcançar essas metas, como substituição de tubulações e melhoria de sistemas de medição.

6.2.1 Requisitos

- O município não possuir plano de perdas.
- O Município possuir plano de perdas desatualizado.
- Possuir Plano de Saneamento Básico atualizado.

6.2.2 Conteúdo Mínimo

O conteúdo mínimo sugerido para elaboração ou revisão dos Planos de Perdas podem ser consultados no modelo de Termo de Referência adotado pelos Comitês PCJ, disponível no site da Fundação da Agência das Bacias PCJ.

6.2.3 Avaliação

- O plano considerou todas as diretrizes e metas do guia, respeitando minimamente:

- Redução de perdas Aparentes e Físicas;
- Percentual de Padronização das Unidades de Medição de Água;
- Medição nas unidades de captação (superficial e subterrânea) e ETA's;
- Percentual de aumento de receita com os novos hidrômetros;
- Aumento do número de Hidrômetros instalados no parque de hidrômetros.
- Percentual de Setorização e de DMC's do município;
- O plano considera as metas do PBH?
- O plano segue a estrutura recomendada pela Agência e Comitês?

6.3 Hidrometria e Medição de Entrada e Saída dos Sistemas De Abastecimento de Água (ETA's e Poços)

Implantação e/ou aprimoramento de sistemas confiáveis de macromedição de água, com ou sem transmissão remota de dados. Implantação de hidrômetros em todas as unidades consumidoras de água (residências, comércios, indústrias, prédios públicos, praças, unidades operadas pela prestadora de serviço, entre outras). Inclui também a calibração periódica e manutenção dos equipamentos de medição para garantir precisão.

6.3.1 Requisitos

- Possuir Plano de Combate às Perdas atualizado.

6.3.2 Conteúdo Mínimo

- Relatório detalhado dos hidrômetros a serem implantados e/ou substituídos, com cronograma de substituição, mapa e tabela de endereços, data da instalação do hidrômetro anterior, priorizando áreas com hidrômetros mais antigos e com maiores consumidores.
 - O programa deve especificar os tipos de hidrômetros a serem utilizados (e.g., hidrômetros multijato, velocimétricos ou volumétricos), levando em consideração a eficiência e a precisão de medição para diferentes perfis de consumo.
- Definir cronograma e orçamento para troca futura.
 - Indicada a substituição de 20% do parque de hidrômetros por ano, priorizando aqueles com mais de 5 anos de uso ou com sinais de ineficiência na medição.
 - Definir critérios de substituição baseados em indicadores de obsolescência, como tempo de vida útil, degradação na precisão da leitura e tipo de material.
- Apresentar projeto para medição das ETA's e unidades de captação (subterrâneas ou superficiais) com sistema de telemetria.
 - Detalhar as tecnologias de medição a serem utilizadas, tais como medidores eletromagnéticos ou ultrassônicos, garantindo alta precisão e confiabilidade.
- Medição de grandes consumidores por telemetria deve ser preferencial aos consumidores comuns.

- Deverá incluir a definição de "quem são esses grandes consumidores" com base no volume médio de consumo e a viabilidade de instalação de telemetria nesses pontos.
- Definir o tipo de hidrômetro a ser instalado de acordo com o tipo de usuário e consumo.
 - Preferencialmente, devem ser escolhidos hidrômetros que ofereçam baixa perda de carga, alta durabilidade e precisão, compatíveis com a realidade de uso da água em cada setor.
- Padronização da Unidade de Medição
 - Definição do padrão (desenho construtivo e orientativo, e definição de localização para lotes comuns, de esquina e edificações consolidadas);
 - Regulamentação do padrão definido através de normativa;
 - Implantação de lacre.

6.3.3 Avaliação

- Indicar o percentual de hidrometração referente ao número total das ligações existentes;
- Apresentar o índice de redução de perdas totais;
- Apresentar o percentual padronização das Unidades de Medição;
- Apresentar a medição nas unidades de captação e ETA's;
- Apresentar o percentual de aumento de receita com os novos hidrômetros;

6.4 Balanço Hídrico Simplificado

O balanço hídrico é a avaliação quantitativa da água que entra e sai de um sistema. Ele considera todas as fontes de água e todas as saídas. Em sistemas de distribuição de água, o balanço hídrico ajuda a identificar a eficiência do sistema e as áreas onde ocorrem perdas de água. O **balanço simplificado** deve incluir a quantificação das entradas e saídas de água no sistema, identificação das perdas TOTAIS e água não convertida em receita, e estabelecimento de um modelo inicial de balanço hídrico.

Modelagem com cronograma de evolução até o balanço hídrico completo, conforme previsto no Plano de Perdas, adaptado à realidade de cada município.

Junto a ele deverá sempre ser estabelecido e cumprido o cronograma de ações necessárias para que seja atingido o balanço de acordo com as diretrizes da International Water Association (IWA) com Identificação e Classificação das componentes em que se dividem as Perdas (Aparentes e Reais).

6.4.1 Requisitos

- Possuir um Plano de Combate às Perdas atualizado;
- Possuir Hidrometria e Medição de Entrada e Saída dos Sistemas de Abastecimento (ETA's e Poços).

6.4.2 Conteúdo Mínimo

Apresentar o modelo com as medições possíveis e existentes no modelo mais próximo possível do modelo preconizado pela IWA, contendo pelo menos a medição de entrada no sistema e a micromedição.

Deverá ser desenvolvido com as informações:

- Quantificação das Entradas e Saídas de Água do sistema;
- Cronograma de Ações para Evolução do Balanço Hídrico;
- Modelo de Balanço Hídrico.



Figura 1 - Modelo de Balanço Hídrico Simplificado – IWA.
Fonte: https://aesbe.org.br/novo/wp-content/uploads/2018/04/GUIA-5_V5.pdf

6.4.3 Avaliação

- A maturidade da companhia deve ser o ponto de partida para a avaliação dessa ação. Municípios que já possuem a ferramenta de balanço hídrico implementada devem considerar modelos mais avançados em seus cronogramas;
- O município deverá apresentar a metodologia e a origem dos dados inseridos, vinculado a metodologia ACERTAR quando disponível;

- Verificação do cumprimento das etapas e prazos do cronograma do Plano de Perdas e do balanço hídrico;
- Verificação da discrepância dos dados apresentados frente ao SINISA;
- Metas de redução de perdas totais no sistema;
- Aferição das informações para posterior cobrança do balanço completo.

6.5 Implantação dos Cadastros Técnico Informatizado e Georreferenciado e Comercial integrado

O cadastro técnico de água é um mapeamento do sistema de abastecimento de água da cidade. O cadastro é feito por meio de levantamentos de campo, que utilizam GPS para identificar a localização exata de cada elemento do sistema, como tubulações, bombas, válvulas e reservatórios.

O Cadastros Comercial integrado é um conjunto de dados e registros que permite o faturamento e a cobrança dos serviços, além de apoiar o planejamento, cadastro de rede e gestão das manutenções.

6.5.1 Requisitos

- Possuir um Plano de Combate às Perdas atualizado;
- Possuir Hidrometria e Medição de Entrada e Saída dos Sistemas de Abastecimento (ETA's e Poços);
- Possuir Balanço Hídrico Simplificado.

6.5.2 Conteúdo Mínimo

- **Cadastro Técnico:** Cadastro da Infraestrutura completa do sistema de abastecimento de água (tubulações, válvulas, reservatórios etc.) com georreferência em sistema GIS e seus identificadores (ID) atributos e anexos dos cadastros previamente existentes, conforme abaixo:
 - **Bombas**
 - Tipo de Bomba
 - Fabricante
 - Vazão Nominal
 - Pressão de Operação
 - Localização
 - Coordenadas Geográficas
 - Sistema Atribuído (ex: sistema de distribuição, recalque)
 - Potência
 - Eficiência
 - Ano de Instalação
 - Estado de Conservação
 - Frequência de Manutenção
 - **Tubulação**
 - Material (PVC, Ferro Fundido, PEAD, etc.)
 - Posição do tubo na via (eixo, terço, passeio, praça...)
 - Diâmetro (nominal, interno, externo)
 - Setor de Distribuição

-
- Comprimento do Trecho
 - Tipo de Junta (Soldada, Rosqueada, Flangeada)
 - Classe de Pressão
 - Ano de Instalação
 - Coordenadas Geográficas (X,Y - *automática dos metadados no DATUM utilizado*).
 - Profundidade de instalação;
 - Status (Operando, inativo, em projeto...)
 - **Reservatórios**
 - Tipo de Reservatório (Elevado, Apoiado, Enterrado...)
 - Capacidade de Armazenamento
 - Material (Concreto, Aço, Fibra de Vidro...)
 - Localização
 - Coordenadas Geográficas
 - Altura de Operação
 - Sistema Atribuído
 - Ano de Instalação
 - Status (Operando, inativo, em projeto...)
 - Nível Mínimo e Máximo de Operação
 - **Válvulas**
 - Tipo de Válvula (Gaveta, Esfera, Borboleta)
 - Material

- Diâmetro
 - Status (aberto, fechado)
 - Pressão Nominal
 - Localização
 - Coordenadas Geográficas
 - Função (Controle, Seccionamento, Alívio de Pressão)
 - Sistema Atribuído
 - Ano de Instalação
 - Condição operacional (localizado? sujo? obstruído?)
- **Hidrantes**
- Tipo de Hidrante (coluna, subterrâneo)
 - Material da rede em que está conectado
 - Diâmetro da rede
 - Pressão Nominal
 - Localização
 - Coordenadas Geográficas
 - Estado de Conservação
 - Sistema Atribuído
 - Tipo de Saída (Rosca, Flange)
- **Tê**
- Tipo de Tê (Simples, Redução)
 - Material (PVC, Ferro Fundido, PEAD, etc.)

- Diâmetro Principal
 - Diâmetro da Derivação
 - Padrão de Pressão (Classe)
 - Coordenadas Geográficas
 - Sistema Atribuído
 - Ano de Instalação
 - Método de Conexão (Soldada, Flangeada, Rosqueada)
 - Setor de Distribuição
-
- **Curva**
 - Tipo de Curva (90°, 45°, 30°)
 - Material (PVC, Ferro Fundido, PEAD, etc.)
 - Diâmetro Nominal
 - Raio de Curvatura
 - Padrão de Pressão (Classe)
 - Coordenadas Geográficas
 - Sistema Atribuído
 - Ano de Instalação
 - Método de Conexão (Soldada, Flangeada, Rosqueada)
 - Setor de Distribuição
-
- **Y (Derivação em Y):**
 - Tipo de Y (Redução, Simples)
 - Material (PVC, Ferro Fundido, PEAD, etc.)

-
- Diâmetro Principal
 - Diâmetro da Derivação
 - Padrão de Pressão (Classe)
 - Coordenadas Geográficas
 - Sistema Atribuído
 - Ano de Instalação
 - Método de Conexão (Soldada, Flangeada, Rosqueada)
 - Setor de Distribuição
-
- **Filtro**
 - Tipo de Filtro (Y-Strainer, Cesto, Tela)
 - Material (Aço Inox, Ferro Fundido, PVC)
 - Diâmetro Nominal
 - Tipo de Malha (Aço, Nylon, etc.)
 - Malha de Filtragem (Micragem)
 - Padrão de Pressão (Classe)
 - Coordenadas Geográficas
 - Sistema Atribuído
 - Ano de Instalação
 - Frequência de Manutenção
 - Método de Conexão (Soldada, Flangeada, Rosqueada)
 - Setor de Distribuição

 - **VRP (Válvula Redutora de Pressão)**

-
- Tipo de VRP (Automática, Manual)
 - Material (Aço Inox, Ferro Fundido, etc.)
 - Diâmetro Nominal
 - Marca/modelo
 - Faixa de Pressão de Operação
 - Pressão de Entrada
 - Pressão de Saída
 - Status (operando, não operando, desativada...)
 - Coordenadas Geográficas
 - Sistema Atribuído (Distribuição, Recalque)
 - Ano de Instalação
 - Frequência de Manutenção
 - Setor de Distribuição
 - Método de Conexão (Flangeada, Rosqueada)
 - **Hidrômetro**
 - Número de Série
 - Fabricante
 - Tipo de Hidrômetro (Volumétrico, Velocimétrico, Eletromagnético)
 - Diâmetro Nominal
 - Classe de Precisão
 - Leitura Inicial
 - Volume mensal consumido (vínculo com cadastro comercial baseado nas leituras)

-
- Data da Instalação
 - Coordenadas Geográficas
 - Estado de Conservação
 - Propriedade do Hidrômetro (Concessionária, Cliente)
 - Sistema Atribuído
 - **Lote**
 - Código do Lote
 - Área Total
 - Zoneamento
 - Número do Lote
 - Quadra
 - Coordenadas Geográficas
 - Proprietário do Lote
 - Infraestrutura Existente (Água, Esgoto, Energia, Pavimentação)
 - Região Administrativa (bairro, distrito...)
 - Distância ao Ponto de Abastecimento
 - **Logradouro**
 - Nome do Logradouro
 - Código do Logradouro (ID)
 - Tipo de Logradouro (Rua, Avenida, Praça...)
 - Bairro
 - Município

-
- Coordenadas Geográficas
 - Infraestrutura Existente (Água, Esgoto, Pavimentação, Iluminação)
 - Setor de Distribuição
 - **Consumidor**
 - Nome do Consumidor
 - Código de consumidor
 - Endereço Completo
 - Lote Vinculado
 - Tipo de Consumidor (Residencial, Comercial integrado, Industrial)
 - Categoria (especificidades igreja, casa com piscina, pequeno comércio...)
 - Informações de leitura (Última Leitura do Hidrômetro, Data da Última Leitura, Consumo Médio Mensal, Histórico de Consumo... obtidos da integração com o cadastro comercial)
 - Data de Cadastro
 - Sistema Atribuído
 - Status do Consumidor (Ativo, Inativo, Cortado)
 - **Macromedidor**
 - ID
 - Número de Série

-
- Tipo de Macromedidor (Ultrassônico, Eletromagnético, Turbina, Venturi)
 - Fabricante/Modelo
 - Diâmetro Nominal
 - Classe de Precisão
 - Faixa de Vazão
 - Informações de leitura
 - Pressão de Operação
 - Coordenadas Geográficas
 - Sistema Atribuído (Captação, Tratamento, Distribuição)
 - Data de Instalação
 - Data da Última Calibração
 - Tipo de Conexão (Flangeada, Rosqueada)
 - Status de Operação (Ativo, Inativo...)
 - Tipo de Comunicação (Telemetria, Manual)
 - Energia (Bateria, ligado à Rede)
- **Ordem de Serviço**
- ID;
 - Logradouro;
 - Tipo de Serviço;
 - Assunto (vazamento, falta d'água...);
 - Data da Solicitação;
 - Data de finalização do serviço;

- Status (aberta, fechada, andamento);
- Equipe ou responsável;
- Solicitante;
- Observações;
- Serviço executado;
- Fotos dos serviços executados.

Digitalização e organização de todos os registros técnicos em um software GIS.

Cadastro Comercial integrado: Cadastro das informações detalhadas dos usuários, histórico de consumo, registros de solicitações dos usuários e ordem de serviços. Informações integradas ao sistema de georreferenciamento, com os atributos mínimos abaixo:

- **Cadastro do Cliente**
 - Código do consumidor (CDC, ID...)
 - Nome Completo do Cliente
 - CPF/CNPJ
 - Número de Matrícula
 - Endereço de Instalação (Rua, Número, Bairro, Cidade, Estado, CEP)
 - Endereço de Faturamento (caso seja diferente do endereço de instalação)
 - Tipo de Cliente (Residencial, Comercial integrado, Industrial, Público)

-
- Categoria Tarifária (Social, Normal, etc.)
 - Telefone de Contato
 - E-mail
 - Data de Cadastro
 - Status do Cliente (Ativo, Inativo, Suspenso)
 - Fotos da instalação
 - Número do hidrômetro

 - **Cadastro do Imóvel**
 - Número do Imóvel/Matrícula
 - Endereço Completo do Imóvel
 - Zona de Cobertura (Setor/Região de Atendimento)
 - Tipo de Uso do Imóvel (Residencial, Comercial integrado, Industrial)
 - Situação do Imóvel (Ligado, Desligado, Suspenso)
 - Número de Economias (Unidades dentro do imóvel)
 - Histórico de Ligação (Data de ligação/desligamento, OS, ocorrências...)

 - **Consumo e Faturamento**
 - Data da Leitura
 - Leitura Atual
 - Leitura Anterior

-
- Consumo Faturado (m³)
 - Consumo Médio
 - Valor do Consumo de Água
 - Data de Vencimento
 - Forma de Pagamento (Boleto, Cartão, Débito Automático)
 - Valor Total da Fatura
 - Status da Fatura (Paga, Vencida, Pendente)
 - Histórico de Consumo
 - Histórico de Pagamentos
 - **Cobrança e Negociação**
 - Débitos Pendentes
 - Multas/Taxas Aplicadas
 - Juros por Atraso
 - Valor Negociado
 - Parcelamento
 - Status de Cobrança
 - Data de Pagamento
 - Notificações de Cobrança
 - **Transferência de Conhecimento:** Treinamento da equipe de manutenção e atualização contínua dos Cadastros Técnico Informatizado e Georreferenciado e comercial integrado, e apoio durante 12 meses de aplicação.

6.5.3 Avaliação

- Verificação da implantação dos cadastros por meio de software GIS conforme o cronograma estabelecido.
- Avaliação da completude e precisão dos dados técnicos e comerciais registrados.
 - Indicador de Ordem de Serviço (por assunto, quantidade, tempo de atendimento e setor);
 - Indicador de quantidade de croquis gerados para a alimentação do cadastro versus a quantidade de ordens de Serviços de Manutenção.
- Verificação da eficiência do Sistema Georreferenciado, seu funcionamento e confiabilidade do sistema GIS no acompanhamento das infraestruturas, atributos e clientes. (com anexo de indicadores)
- Apresentação do procedimento de como o órgão trabalha ou trabalhará para atualizar e manter os cadastros funcionando e atualizado, após a implantação.
- Que para os novos empreendimentos sejam apresentados os cadastros nos modelos adotados pelos operadores dos sistemas de abastecimento.

6.6 Substituição, modernização e manutenção de redes

A modernização de redes de água é o processo de substituição de tubulações antigas por estruturas mais resistentes e duradouras. O objetivo é

reduzir a ocorrência de vazamentos, garantir a qualidade da água e a disponibilidade para a população.

6.6.1 Requisitos

- Possuir um Plano de Combate às Perdas atualizado;
- Possuir Hidrometria e Medição de Entrada e Saída dos Sistemas de Abastecimento (ETA's e Poços);
- Possuir Balanço Hídrico Simplificado.
- Possuir os Cadastros Técnico Informatizado e Georreferenciado e Comercial Integrado.

6.6.2 Conteúdo Mínimo

- Elaboração de mapas indicando as redes que necessitam ser substituídas, com o tipo de material existente e o tipo de material adotado para as novas tubulações;
- Justificar a ação:
 - Se a justificativa é o excesso de rompimentos, colocar em mapa o apontamento dos rompimentos;
 - Se o problema é qualidade apontar em mapa onde estão os problemas;
 - Se a questão são redes antigas, colocar a informação da idade das redes.
 - Se o problema for no tipo de material (especialmente cimento amianto) apresentar em mapa as extensões.

- Detalhes construtivos do método adotado para a substituição, inclusive de ramais prediais;
- Optar por tubulações que necessitem de menos emenda, que sejam emendas resistentes;
- Optar por materiais que tenham durabilidade prolongada comprovada;

6.6.3 Avaliação

- Verificação do atingimento de redução das perdas físicas (quando houver o fechamento do distrito de medição e setorizado);
- Redução dos incidentes operacionais, como rompimentos de tubulações e intermitências no abastecimento;
- Se a área não é um DMC apresentar indicador de densidade de rompimentos antes e após as obras.

6.7 Controle de Pressão na Rede

O controle de pressão da água na rede é fundamental para a tomada de decisões de criação de novos DMCs, diminuição da pressão na rede sem prejuízo no abastecimento, manobras e detecção de vazamentos. Paralelamente, é possível realizar a setorização das áreas de controle e definir pontos críticos e de ajustes das estruturas.

6.7.1 Requisitos

- Possuir um Plano de Combate às Perdas atualizado;

- Possuir Hidrometria e Medição de Entrada e Saída dos Sistemas de Abastecimento (ETA's e Poços);
- Possuir Balanço Hídrico Simplificado.
- Possuir os Cadastros Técnico Informatizado e Georreferenciado e Comercial Integrado.

6.7.2 Conteúdo Mínimo

- Instalação de válvulas redutoras de pressão (VRP's) em áreas críticas determinadas.
- Integração das informações geradas pelas VRP's com o Cadastro Técnico.
- Mapeamento das zonas de pressão.
- Ferramentas de monitoramento e ajuste de pressões.

6.7.3 Avaliação

- Apresentação em relatório da real redução dos picos de pressão, avaliar a distribuição da pressão, pressão média, pressão dentro das normas na área de influência da VRP;
- Integração com Cadastro Técnico e Comercial integrado do projeto implantado e seus resultados.

6.8 Setorização

Divisão do sistema de abastecimento em setores menores, chamados Distritos de Medição e Controle (DMC's). A setorização facilita o monitoramento

e controle das perdas, permitindo a identificação rápida de problemas e a execução de manutenções preventivas e corretivas de forma mais eficiente.

6.8.1 Requisitos

- Possuir um Plano de Combate às Perdas atualizado;
- Possuir Hidrometria e Medição de Entrada e Saída dos Sistemas de Abastecimento (ETA's e Poços);
- Possuir Balanço Hídrico Simplificado.
- Possuir os Cadastros Técnico Informatizado e Georreferenciado e Comercial Integrado.

6.8.2 Conteúdo Mínimo

- Projeto a nível executivo de setorização com detalhes de topografia e hidráulica com fechamento de setor, entrada e saída em reservatórios, macromedição, vazão por trecho de rede, modelagem do setor, Perda de carga e demais aspectos particulares para cada região setorizada.
- Se concebido em conjunto com telemetria deverá contemplar todo o projeto para implementação de sensores e sistemas de telemetria para coleta automática e envio de dados sobre consumo, vazão, nível de reservatórios e pressão.

6.8.3 Avaliação

- Apresentação da implantação da setorização;
- Apresentação do percentual de ligações do município setorizado;

- Redução dos incidentes operacionais, como rompimentos de tubulações, variações de pressão e intermitências no abastecimento.
- Integração com Cadastro Técnico e Comercial integrado do projeto implantado.
- Garantia da verificação da estanqueidade do setor⁴.

6.9 Implantação/Aprimoramento da Macromedição de Setores, Sub-setores e Distritos de Medição

Instalação e/ou aprimoramento dos sistemas de macromedição (medição de grandes volumes de água) e medição em distritos específicos. Inclui a instalação de medidores em pontos estratégicos para monitorar a distribuição e consumo de água, auxiliando na identificação de perdas e ineficiências.

6.9.1 Requisitos

- Possuir um Plano de Combate às Perdas atualizado;
- Possuir Hidrometria e Medição de Entrada e Saída dos Sistemas de Abastecimento (ETA's e Poços);
- Possuir Balanço Hídrico Simplificado.
- Possuir os Cadastros Técnico Informatizado e Georreferenciado e Comercial Integrado.

⁴ Inserir nos anexos um guia prático para garantia da estanqueidade de novas redes e setorizações.

6.9.2 Conteúdo Mínimo

- Levantamento dos Pontos de Medição Existentes e Necessários.
- Especificação de Equipamentos de Medição.
- Plano de Instalação dos Medidores.
- Plano de Manutenção e Calibração Periódica.
- Instalação de macromedidores em pontos estratégicos da rede.
- Apresentar os estudos de setorização já implantados à medição de vazão na entrada para monitoramento detalhado.
- Projeto a nível executivo contendo todas as informações relevantes para a correta macromedição para monitoramento de Vazão.

6.9.3 Avaliação

- Apresentação da melhoria na precisão nas medições dos volumes⁵.
- Plano de Sustentabilidade do projeto especialmente quanto à manutenção e calibração periódica.
- Monitorar a qualidade dos dados coletados pela gestão da medição (consistência dos dados).
- Integração ao cadastro técnico.
- Avaliar a contribuição da macromedição na detecção de perdas de água no sistema.

6.10 Telemetria dos Sistemas

⁵ Conforme metodologia do ACERTAR.

Implementação de sistemas de monitoramento remoto da captação, tratamento, distribuição e consumo de água. A telemetria permite o controle em tempo mais próximo ao real (transmitido em intervalos pré-determinados) para a detecção precoce de problemas e a tomada de decisões informadas, melhorando a eficiência operacional e reduzindo perdas.

6.10.1 Requisitos

- Possuir um Plano de Combate às Perdas atualizado;
- Possuir Hidrometria e Medição de Entrada e Saída dos Sistemas de Abastecimento (ETA's e Poços);
- Possuir Balanço Hídrico Simplificado.
- Possuir os Cadastros Técnico Informatizado e Georreferenciado e Comercial Integrado.

6.10.2 Conteúdo Mínimo

- Projeto a nível executivo para instalação de sensores e dispositivos de monitoramento e/ou acionamento remoto.
- Permitir a visualização em intervalos pré-determinados dos dados e a configuração de alarmes automáticos para alertar sobre anomalias ou falhas no sistema.
- Plano de Sustentabilidade para Capacitação Técnica para Operação e Manutenção.
- Definição de um cronograma para manutenção periódica para todos os sensores e equipamentos de comunicação envolvidos na telemetria.

- Atualização contínua do software de gestão de dados para melhorar a eficiência, incluir novas funcionalidades, e garantir a segurança dos dados.

6.10.3 Avaliação

- Impacto da telemetria na identificação das perdas físicas (vazamentos) e/ou aparentes (fraudes, erros de medição)
- Criação de um procedimento para validação de forma a garantir a precisão e confiabilidade dos dados coletados e transmitidos pelos sensores.
- Aumento da eficiência da equipe técnica responsável pela operação e manutenção dos sistemas de telemetria.
- Criar mecanismo de validação da qualidade e velocidade dos dados transmitidos dos sensores para o sistema central de gestão.
- Integração com cadastro técnico operacional.

6.11 Balanço Hídrico Detalhado

Desenvolvimento de um balanço hídrico detalhado, que inclui a quantificação precisa de todas as entradas, saídas, componentes de perdas no sistema sobre os volumes. Este balanço deve ser atualizado regularmente (mínimo 1 vez ao ano) e servir como base para o planejamento e implementação de ações de redução de perdas, de acordo com as diretrizes da International Water Association (IWA).

6.11.1 Requisitos

- Possuir um Plano de Combate às Perdas atualizado;
- Possuir Hidrometria e Medição de Entrada e Saída dos Sistemas de Abastecimento (ETA's e Poços);
- Possuir Balanço Hídrico Simplificado.
- Possuir os Cadastros Técnico Informatizado e Georreferenciado e Comercial Integrado.
- Possuir Sistema de Controle de Pressão na Rede implantado;
- Possuir Setorização implantada;
- Possuir a implantação/aprimoramento da Macromedição e Distrito de Medição;

6.11.2 Conteúdo Mínimo

- Estruturação do Balanço Hídrico com divisão clara entre perdas reais e aparentes, seguindo a metodologia da IWA.
- Inclusão de todas as entradas e saídas de água, conforme o Guia IWA.
- Definição de limites operacionais e de controle, detalhando a origem e a destinação dos volumes de água.
- Georreferenciamento de locais com maior risco de vazamentos e perdas aparentes.
- Identificação e análise de componentes individuais do quadro da figura 2.
- Uso de medidores com precisão e calibrados periodicamente.
- Implementação de métodos de calibração e correção de medição.

- Monitoramento contínuo de macromedição e micromedição, integrando os dados no balanço hídrico.
- Definir um cronograma detalhado de ações para mitigar perdas, conforme o Plano de Perdas.
- Estabelecimento de marcos de curto, médio e longo prazo para alcançar um balanço hídrico eficiente.
- A elaboração de um procedimento para realização dos cálculos para melhor entendimento e comparação dos resultados.

6.11.3 Avaliação

- Garantir que o balanço hídrico alcance um nível de confiança de 95%, conforme recomendado pela IWA, com mensurações precisas.
- Integração eficiente entre os dados de medição de entrada e saída no sistema.
- Apresentação da informação do índice de perdas reais e aparentes após a implementação do projeto.
- Conformidade com os métodos e parâmetros definidos pela IWA para balanço hídrico e desempenho operacional.
- Implementação de todas as diretrizes e procedimentos da IWA, garantindo a precisão no controle de perdas e no gerenciamento dos sistemas de abastecimento.

VOLUME FORNECIDO AO SISTEMA	CONSUMO AUTORIZADO	CONSUMO AUTORIZADO FATURADO	CONSUMO MEDIDO FATURADO	ÁGUA FATURADA
			CONSUMO NÃO MEDIDO FATURADO	
	PERDAS DE ÁGUA	CONSUMO AUTORIZADO NÃO FATURADO	CONSUMO MEDIDO NÃO FATURADO	ÁGUA NÃO FATURADA
			CONSUMO NÃO MEDIDO NÃO FATURADO	
		PERDAS APARENTES	CONSUMO NÃO AUTORIZADO	
			IMPRECISÃO NOS HIDRÔMETROS E ERRO NO MANUSEIO DE DADOS	
		PERDAS REAIS	VAZAMENTOS NAS REDES	
			VAZAMENTOS E EXTRAVASSAMENTOS EM RESERVATÓRIOS	
			VAZAMENTO EM LIGAÇÕES ATÉ O HIDRÔMETRO	

Figura 2 - Modelo de Balanço Hídrico Detalhado – IWA. Fonte: Ministério das Cidades⁶

6.12 Modelagem Hidráulica Completa Operacional

Com base nos moldes elaborados pelo projeto piloto implantado pelos Comitês PCJ no município de Capivari, definição de um modelo abrangente para a operação hidráulica. Utilização de software de modelagem hidráulica avançada para simular o comportamento do sistema de abastecimento sob diferentes condições operacionais. A modelagem completa permite a otimização da operação, identificação de pontos de melhoria e planejamento de investimentos.

6.12.1 Requisitos

- Possuir um Plano de Combate às Perdas atualizado;

⁶ <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acao-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/pmss/projeto-com-agua/balanco-hidrico#:~:text=%C3%89%20composto%20de%20volumes%20medidos,lavagem%20de%20redes%20e%20de>

- Possuir Hidrometria e Medição de Entrada e Saída dos Sistemas de Abastecimento (ETA's e Poços);
- Possuir Balanço Hídrico Simplificado.
- Possuir os Cadastros Técnico Informatizado e Georreferenciado e Comercial Integrado.
- Possuir Sistema de Controle de Pressão na Rede implantado;
- Possuir Setorização implantada;
- Possuir a implantação/aprimoramento da Macromedição e Distrito de Medição;
- Possuir a Telemetria de nível e vazão dos reservatórios;
- Possuir o Balanço Hídrico Detalhado.

6.12.2 Conteúdo Mínimo

- Diagnóstico atual do sistema de medição com descrição detalhada das condições atuais dos medidores existentes e sua distribuição.
- Identificação de lacunas no sistema de macromedição atual, incluindo locais sem medição.
- Levantamento das informações técnicas disponíveis nos bancos de dados do MUNICÍPIO e consideradas relevantes para a implantação do Sistema.
- Proposta para instalação ou substituição de macromedidores em pontos estratégicos, como Estações de Tratamento de Água (ETAs), elevatórias e grandes consumidores.
- Detalhamento das tecnologias de medição a serem utilizadas e responsabilidades de fornecimento, gestão e manutenção.

- Relatório de compatibilidade com o software a ser utilizado e todos os softwares existentes na estrutura de saneamento ou outro sistema utilizado.
- Definição de cronograma de inspeções e manutenção dos medidores.
- Metodologia de implantação e conversão do cadastro existente para o novo cadastro e garantia de operacionalidade.
- Implantação do modelo hidráulico operacional.
- Simulação Hidráulica do Sistema de Distribuição de Água Existente,
- com Calibração do Modelo Matemático
- Medições de vazão/pressão, varredura e confirmação em campo dos
- limites operacionais
- Operação assistida e transferência de conhecimento para o corpo técnico do órgão.

6.12.3 Avaliação

- Cobertura do cadastro operacional em relação à rede de distribuição e infraestrutura de abastecimento.
- Precisão dos dados georreferenciados no cadastro técnico e sua integração com o sistema GIS.
- Consistência dos dados entre o cadastro técnico, o Cadastros Comercial integrado e os sistemas de telemetria e in loco.
- Frequência e eficiência na atualização dos dados do cadastro operacional.

- Todos os macromedidores e sensores devem estar devidamente integrados ao cadastro operacional, permitindo a visualização e análise dos dados em tempo real ou programado por faixas de tempo (a cada hora , por exemplo).
- Eficiência do cadastro operacional na identificação de áreas críticas (altas perdas, falhas de pressão, etc.).
- Impacto do cadastro operacional na redução de perdas e melhoria da eficiência operacional da rede de distribuição.

6.13 Reparos, Adequações e Atualizações dos Sistemas Produtores de Água (ETA's e Poços)

Melhorias nos processos das Estações de Tratamento de Água com foco na redução de perdas, como por exemplo, a reutilização de água da lavagem dos filtros e decantadores, bem como a adoção de tecnologias de tratamento mais eficientes. Nos poços, a melhoria e instalação de equipamentos modernos para o controle da pressão e adoção de processos para o monitoramento da qualidade da água.

Ampliação da eficiência das ETA, de forma possibilitar o tratamento de água bruta em pior qualidade, com eficácia, principalmente em situações de escassez hídrica.

6.13.1 Requisitos

- Possuir um Plano de Combate às Perdas atualizado;

- Possuir Hidrometria e Medição de Entrada e Saída dos Sistemas de Abastecimento (ETA's e Poços);
- Possuir Balanço Hídrico Simplificado.

6.13.2 Conteúdo Mínimo

- Diagnóstico atualizado, com análise completa da condição atual das unidades produtoras.
- Plano de Ação definido que identifique as áreas que necessitam de reparos, adequações e/ou atualizações.
- Elaboração do Projeto Completo a nível executivo de todas as competências necessárias.
- Garantia de equipe técnica qualificada e orçamento alocado para as intervenções planejadas.
- Relatório detalhado sobre o estado estrutural e funcional das unidades produtoras, incluindo a capacidade de tratamento, eficiência, e conformidade com as normas.
- Definição das intervenções necessárias, como substituição de equipamentos obsoletos, melhorias no tratamento e modernização de sistemas de controle.
- Cronograma de execução de reparos e adequações, com metas e prazos.
- Treinamento da equipe para operação e manutenção dos novos equipamentos e processos implementados.

6.13.3 Avaliação

- Indicador de melhoria na capacidade de tratamento e na eficiência da unidade (melhoria no índice do volume produzido por ligação ativa, dentre outros).
- Monitoramento da frequência de falhas e interrupções no funcionamento da unidade antes e após os reparos e atualizações.
- Verificação de que a água produzida atende aos padrões de qualidade e regulamentações ambientais.

6.14 Reparos, Adequações e Atualizações das ETEs influentes às captações

Melhorias nas Estações de Tratamento de Esgoto para melhorar a qualidade da água bruta que chega às ETA's.

6.14.1 Requisitos

- Possuir um Plano de Combate às Perdas atualizado;
- Possuir Hidrometria e Medição de Entrada e Saída dos Sistemas de Abastecimento (ETA's e Poços);
- Possuir Balanço Hídrico Simplificado.

6.14.2 Conteúdo Mínimo

- Avaliação da Qualidade do Efluente Tratado: Relatório sobre a qualidade dos efluentes gerados pelas ETE's e seu impacto nas captações de água.

- Plano de Intervenção: Definição das atualizações e adequações necessárias nas ETE's para melhorar o processo de tratamento e reduzir a contaminação de águas de captação.
- Monitoramento dos corpos receptores: Implementação de medidas para monitorar a qualidade da água nos pontos após os lançamentos dos efluentes tratados nos corpos receptores através dos sistemas implantados na bacia e com apoio dos comitês.
- Treinamento da equipe responsável pelas ETE's para operar os novos processos e sistemas implantados.

6.14.3 Avaliação

- Melhoria na Qualidade do Efluente nos indicadores que eram anteriormente analisados e ampliação da gama de análises de acordo com as portarias vigentes.
- Medição da redução dos impactos negativos nas águas de captação após as adequações nas ETE's.
- Avaliação da eficiência dos processos de tratamento de esgoto nas ETE's após as intervenções.
- Apresentar estudo de impacto e de viabilidade para eventual utilização da água de reuso após a implementação dos Retrofit das ETE's.

6.15 Elaboração do Plano Diretor de Reuso de Água

Desenvolvimento de um plano para promover o reuso de água, incluindo a identificação de fontes de água reutilizável, definição de normas e padrões

para o reuso, e implementação de projetos piloto para demonstrar a viabilidade e benefícios do reuso de água.

6.15.1 Requisitos

- Possuir um Plano de Combate às Perdas atualizado;
- Possuir Hidrometria e Medição de Entrada e Saída dos Sistemas de Abastecimento (ETA's e Poços);
- Possuir Balanço Hídrico Simplificado.
- Possuir os Cadastros Técnico Informatizado e Georreferenciado e Comercial Integrado.
- Possuir Sistema de Controle de Pressão na Rede implantado;
- Possuir Setorização implantada;
- Possuir a implantação/aprimoramento da Macromedição e Distrito de Medição;
- Possuir a Telemetria de nível e vazão dos reservatórios;
- Possuir o Balanço Hídrico Detalhado.

6.15.2 Conteúdo Mínimo

- Diagnóstico e avaliação das fontes de água que podem ser reaproveitadas, como efluentes tratados, águas pluviais e águas industriais.
- Análise detalhada da viabilidade do reuso de água em processos industriais, agrícolas e urbanos.

- Identificação das áreas onde o reuso de água pode ser aplicado, como irrigação, processos industriais e recarga de aquíferos.
- Cronograma e ações necessárias para implementar os sistemas de reuso de água, incluindo infraestrutura e tecnologias.
- Programas de capacitação para a equipe técnica e de conscientização para a população, destacando os benefícios e a importância do reuso de água.

6.15.3 Avaliação

- Apresentação dos dados de qualidade e melhoria dos corpos receptores do efluente tratado.
- Avaliação da conformidade dos sistemas de reuso de água com as regulamentações ambientais.

6.16 Qualificação da Mão de Obra

Capacitação contínua dos profissionais envolvidos na operação e gestão do sistema de abastecimento. Inclui a realização de treinamentos, workshops, cursos e programas de certificação para garantir que a equipe esteja atualizada com as melhores práticas e tecnologias do setor. Deve prever capacitações direcionadas para as áreas gerenciais e operacionais.

6.16.1 Requisitos

- Possuir Plano de Saneamento Básico atualizado.

6.16.2 Conteúdo Mínimo

- **Nível Operacional**

- Técnicas de Detecção de Vazamentos: Capacitação para uso de equipamentos como hastes de escuta, geofones, correlacionadores de ruídos, e dataloggers para identificar vazamentos visíveis e não visíveis.
- Manutenção Preventiva e Corretiva: Treinamento em manutenção de redes de distribuição e equipamentos de medição (macromedidores, VRPs etc.).
- Operação de Equipamentos de Telemetria: Instrução sobre o uso de sistemas de telemetria para monitoramento de pressão e vazão, com foco em interpretação de dados e resposta rápida a anomalias.
- Normas de Segurança: Capacitação em procedimentos de segurança para trabalhos em campo e operação de equipamentos hidráulicos e elétricos.

- **Nível Gerencial**

- Planejamento de Manutenção e Operação: Formação para o planejamento e organização de cronogramas de manutenção preventiva e corretiva da rede.
- Monitoramento e Controle de Perdas: Capacitação em análise de variáveis e indicadores na identificação, priorização e tomada de ação assertiva e ágil de macromedição e telemetria para identificar áreas críticas e tomar decisões rápidas sobre intervenções.

-
- Gestão de Equipes Operacionais: Treinamento em liderança, alocação de recursos, e coordenação de equipes operacionais para execução de ações de combate às perdas.
 - Ferramentas de Gestão e Software: Capacitação no uso de ferramentas de software para controle de perdas e gestão de recursos hídricos, como sistemas GIS, telemetria e plataformas de *Business Intelligence*.
 - Nível de Gestão
 - Elaboração e Implementação de Planos de Ação: Formação em estratégias de elaboração de planos de combate a perdas, com foco em metas de curto, médio e longo prazo.
 - Análise de Indicadores de Desempenho: Capacitação em análise de KPIs (Key Performance Indicators) para monitorar o desempenho do sistema de abastecimento, eficiência operacional, e redução de perdas.
 - Planejamento de Investimentos e Custos: Treinamento em planejamento orçamentário para ações de combate a perdas, considerando custo-benefício das intervenções e tecnologias adotadas.
 - Gestão Integrada de Sistemas: Capacitação para a integração de sistemas de macromedição, telemetria, cadastro técnico e comercial integrado, permitindo uma visão global do sistema e ações estratégicas.

6.16.3 Avaliação

- Avaliação do desempenho em conhecimento teórico e prático de todos os treinamentos realizados.

6.17 Criação de Estrutura Específica para Combate a Perdas

A criação de estrutura dedicada exclusivamente ao combate às perdas de água visando garantir eficiência no gerenciamento dos sistemas de abastecimento é um trabalho contínuo. Essa estrutura deverá ser composta por equipe especializada e multidisciplinar, com atribuições bem definidas, como monitoramento contínuo dos indicadores, análise de dados, manobras de registros, macromedidores e Válvulas Redutoras de Pressão (VRPs), Pesquisa de vazamento de forma contínua e proativa implementação de estratégias para redução de perdas físicas e comerciais, proporcionando maior foco, agilidade na tomada de decisões e coordenação das ações, resultando em um impacto direto na diminuição das perdas e no aumento da eficiência operacional dos sistemas.

A estrutura de combate às perdas deve ser prevista administrativamente e ser dotada de mecanismos de governança como os demais órgãos da mesma empresa, com dotação orçamentária, cargos e funções e recursos administrativos.

A estrutura deverá ser composta por pessoas do quadro efetivo do órgão quando se tratar de órgão público, com, no mínimo pessoal suficiente para:

- Gestão de dados, monitoramento e tomada de decisões junto aos outros membros do órgão/companhia;
- Cadastro técnico e operacional;

- Pesquisa de vazamentos ativa;
- Intervenção e manutenção de equipamentos de medição, VRP's e controle;
- Análise de desempenho dos hidrômetros, com cálculo de submedição, curva de consumo;
- Manobra de redes.

6.17.1 Requisitos

- Possuir Plano de Saneamento Básico atualizado;
- Possuir Plano de Combate às Perdas atualizado.

6.17.2 Conteúdo Mínimo

- Definir uma estrutura hierárquica com uma equipe dedicada, incluindo engenheiros, técnicos e operadores especializados na detecção e controle de perdas.
- Adquirir e utilizar equipamentos e ferramentas específicos para detecção de vazamentos e fraudes de acordo com o porte do município, dentre eles, geofones, correlacionadores de ruídos, dataloggers, sensores de pressão e software para análise de dados e monitoramento contínuo do sistema.
- Estruturação de equipes dedicadas ao monitoramento de perdas físicas e aparentes.
- Treinamento regular da equipe em novas tecnologias e melhores práticas para detecção e reparo de redes.

- Garantir que as estruturas específicas estejam integradas com outros sistemas, como o balanço hídrico e o cadastro técnico georreferenciado, para maximizar a eficácia das ações.
- Acompanhar os avanços das ações previstas nos Plano de Perdas.

6.17.3 Avaliação

- Redução das perdas físicas e aparentes.
- Capacidade das equipes em detectar e reparar vazamentos e fraudes em tempo real ou programado.
- Número de vazamentos identificados e reparados por mês, garantindo integração entre os setores de manutenção, operação e perdas.
- Número de horas de treinamento realizadas pela equipe especializada.
- Garantir cobertura das áreas críticas.
- Melhoria na gestão dos sistemas de gerenciamento e combate a perdas.

6.18 Controle Ativo dos Vazamentos

Implementação de sistemas de detecção e reparo de vazamentos ativa, em tempo real ou programado (independentemente da existência ou não de telemetria). Inclui o uso de sensores acústicos, câmeras e outras tecnologias de monitoramento para identificar rapidamente vazamentos e realizar reparos de

forma eficiente e ágil, bem como qualificação da mão de obra para execução especificamente destes serviços sem interrupções ou mudanças de rotinas.

6.18.1 Requisitos

- Possuir um Plano de Combate às Perdas atualizado;
- Possuir Hidrometria e Medição de Entrada e Saída dos Sistemas de Abastecimento (ETA's e Poços);
- Possuir Balanço Hídrico Simplificado.
- Possuir os Cadastros Técnico Informatizado e Georreferenciado e Comercial Integrado.
- Possuir Sistema de Controle de Pressão na Rede implantado;
- Possuir Setorização implantada;
- Possuir a implantação/aprimoramento da Macromedição e Distrito de Medição;
- Possuir a Telemetria de nível e vazão dos reservatórios;
- Possuir o Balanço Hídrico Detalhado.

6.18.2 Conteúdo Mínimo

- Monitoramento contínuo e detecção de vazamentos visíveis e não visíveis.
- Intervenções rápidas em áreas com recorrência de vazamentos.
- Utilização de métodos para detecção acústica de vazamentos ocultos e não visíveis.

- Definição que não apenas o setor de perdas é responsável pelo combate às perdas de água e sim todo o órgão, logo todos os colaboradores devem ser treinados no combate às perdas.
- Equipamentos adequados como geofones e dataloggers para monitorar variações de pressão.
- Profissionais treinados para realizar varreduras e reparos com rapidez e precisão.
- Identificação das áreas deficientes e realização de varreduras assertivas integradas as metodologias de controle e dados coletados indicando áreas de perdas, utilizando equipamentos adequados como geofone e outros equipamentos acústicos.
- Monitoramento e controle das pressões em pontos críticos e medições de vazão antes e depois das varreduras.
- Apresentação na ordem de serviço da realização de varredura e/ou formulário próprio para realização do reparo do vazamento localizado com relatórios das inspeções, incluindo quilometragem percorrida e características dos vazamentos e das tubulações.
- Definição de metas do tempo médio de reparo e apresentação de dados da evolução e monitoramento.

6.18.3 Avaliação

- Número de vazamentos detectados e reparados em cada ciclo de varredura.

- Redução do tempo médio entre a detecção e o reparo dos vazamentos.
- Verificar se os vazamentos localizados com a varredura foram suficientes monitorando a vazão mínima noturna.
- Percentual de redução de perdas reais, indicado no primeiro balanço hídrico realizado após o ciclo varredura.
- Controle da pressão média (dentro do normatizado) nas redes após a execução das ações de reparo.
- Apresentação de vazão mínima noturna atendendo ao padrão do DMC.

4 AVALIAÇÃO DE RESULTADOS

O avanço de cada município será medido a critério da Agência Reguladora, através de programas estabelecidos de auditoria, de forma anual pelas informações prestadas ao SINISA e auditados pelo Projeto Acertar da ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico).

Os Comitês PCJ planejam desenvolver uma plataforma de indicadores (Dashboard) para que os municípios possam atualizar constantemente, por meio de um canal de transmissão, as informações macro (volumes mensais medidos, na captação, na entrada e saída das ETA's e volumes medidos na micromedição) relacionadas ao sistema de combate às perdas.

Esses indicadores deverão ser compatíveis com as informações do SINISA (códigos, descrições e indicadores).

Os municípios que possuem um sistema de gestão integrado, através de cadastro georreferenciado e sistemas de telemetria com capacidade de transmissão de dados, deverão disponibilizar informações para os órgãos competentes para os seguintes fins:

- Agências Reguladoras: para fins regulatórios;
- Ministério Público/GAEMA-PCJ: para fins de acompanhamento das ações implementadas;
- Comitês PCJ e Fundação Agência das Bacias PCJ: para fins de acompanhamento dos resultados dos recursos disponibilizados pela cobrança pelo uso da água, quando as ações forem financiadas com recursos advindos das cobranças PCJ e CFURH.

Salienta-se que mesmo quando os dados são obtidos por meio de telemetria, eles passam por um processo rigoroso de análise e validação antes de serem considerados confiáveis para fins operacionais e estratégicos. Esse processo é essencial para identificar inconsistências, como divergências entre o medidor primário (localizado diretamente no ponto de medição) e o medidor secundário (cujo sinal é transmitido ao sistema supervisão).

Por esse motivo, a transmissão direta dos dados de telemetria para todos os órgãos envolvidos exige a presença de profissionais capacitados e com conhecimentos técnicos específicos para interpretar e analisar especificamente o que esses dados refletem. Embora a telemetria seja eficiente para coletar e transmitir informações em tempo real, é essencial contar com equipes técnicas treinadas para identificar anomalias, validar os dados e garantir a confiabilidade das informações.

Enquanto a plataforma de transmissão de dados não estiver desenvolvida, os órgãos mencionados poderão solicitar relatórios, dados de medição e cronogramas relacionados à implantação das ações dos prestadores de serviços.

Até que haja a adequação à tecnologia, estes municípios deverão informar aos Comitês PCJ e Fundação Agência das Bacias PCJ através de formulário a ser desenvolvido, as seguintes informações:

- Volume acumulado mensal captado;
- Volume acumulado mensal tratado;
- Volume micromedido mensal;
- Volume acumulado mensal macromedido.
- Responsável pelas informações.

6.18.4 Dificuldades

Os Prestadores de Serviços que enfrentarem dificuldades no aprimoramento da gestão de combate a perdas - seja na implantação das ações propostas, na criação de indicadores, na integração, entre outros aspectos - poderão propor, através da CT-SA, um termo de cooperação com municípios mais avançados no tema. Esta possibilidade se aplica inclusive após a implantação da plataforma, se for o caso.

5 ORDEM DE PRIORIDADE PARA EXECUÇÃO DAS AÇÕES

Durante as discussões do GT-Perdas, ficou evidente a diversidade das realidades das prestadoras de serviços de água, destacando-se especialmente

pela variação no número de habitantes do município. Em resumo, os obstáculos enfrentados em cada implementação de ação são diferentes; para um município maior, a grande dificuldade está relacionada a campo, manobras de setor e cadastro de ativos, já para os menores, as grandes dificuldades estão na implementação de softwares, tecnologias de transmissão remota de dados, análise de dados e técnicos qualificados. Com isso o grupo definiu as prioridades das ações de acordo com o número de habitantes de cada município.

De acordo com os dados populacionais do CENSO IBGE (2022) dos municípios das Bacias PCJ (Piracicaba, Capivari e Jundiaí), podemos dividir os municípios em dois grupos: aqueles com até 100.000 habitantes e aqueles que ultrapassam esse número.

6.1 Grupo 1: Municípios com até 100.000 habitantes

Este grupo é composto por 56 municípios cujas populações variam de 2.780 habitantes (Águas de São Pedro) a 93.617 habitantes (Mairiporã). Esses municípios representam as cidades que seriam diretamente impactadas pelo fluxograma proposto, pois se enquadram na faixa populacional para a qual o plano foi desenvolvido. No total, a população impactada neste grupo é de aproximadamente **2.551.583** habitantes.

Tabela 1 - Fluxograma de Priorização das Ações para municípios com menos de 100.000 habitantes.

Item	Descrição	Detalhamento	Antecessor	Sucessor
1	Elaboração e Atualização do Plano de Saneamento Básico	Item fundamental para estabelecer diretrizes gerais para o saneamento básico no município, incluindo o controle de perdas. Deve estar atualizado e aprovado em lei e norteará a elaboração do Plano de Perdas.	-	2, 16
2	Elaboração e Atualização do Plano de Combate às perdas	Documento essencial que deve ser priorizado após a definição das metas gerais no PMSB e deve nortear as intervenções que serão realizadas.	1	3, 17
3	Hidrometria e medição de entrada das ETAS	Consiste na implantação e/ou aprimoramento de sistemas confiáveis de medição de água (envolvendo a substituição de hidrômetros, padronização das ligações, combate às fraudes e ligações clandestinas, dentre outros).	2	4
4	Balanço hídrico simplificado	Modelagem com cronograma evolução até balanço hídrico completo. Até o modelo da IWA*** Previsto no Plano de Perdas de acordo com a realidade de cada município, Plano de bacias e PAP's.	3	5
5	Implantação dos Cadastros Técnico Informatizado e	Consiste na organização dos Cadastros Técnico Informatizado e	4	6, 7, 8, 9, 10

Item	Descrição	Detalhamento	Antecessor	Sucessor
	Georreferenciado e Comercial integrado	Georreferenciados e comerciais relacionados ao abastecimento de água e é primordial para se conhecer o sistema existente, permitindo intervenções para sua melhoria.		
6	Substituição, modernização e manutenção de redes	A modernização de redes de água é o processo de substituição de tubulações antigas por estruturas mais resistentes e duradouras	5	-
7	Controle de pressão na rede	Consiste na regulação da pressão da água na rede para reduzir vazamentos e danos. Esta ação permite a melhor definição dos setores na rede de abastecimento. As ações correlatas como substituição e modernização de redes.	5	12
8	Setorização	Consiste na divisão do sistema de abastecimento em setores para melhor controle e gestão. As ações correlatas como substituição e modernização de redes.	5	11
9	Implantação/Aprimoramento da Macromedicação e Distrito de Medição	Consiste na instalação e/ou aprimoramento dos sistemas de medição em pontos estratégicos do sistema de abastecimento. As ações correlatas como substituição e modernização de redes.	5	11

Item	Descrição	Detalhamento	Antecessor	Sucessor
10	Telemetria dos sistemas	Consiste na implementação de sistemas de monitoramento remoto da distribuição, captação e tratamento, permitindo um controle do sistema pelos operadores e melhor agilidade na identificação e resolução de problemas.	5	-
11	Balanço hídrico detalhado	Com estrutura desenvolvida pela IWA, o balanço hídrico apresentará as variáveis mais importantes para a composição dos fluxos e usos da água.	8,9	12,18
12	Modelagem hidráulica completa operacional	Moldes do elaborado pelo projeto piloto de Capivari.	7,11	15
13	Reparos, adequações e atualizações das ETAs	Consiste nas melhorias das Estações de Tratamento de Água com foco na redução de perdas no tratamento.	4	-
14	Reparos, adequações e atualizações das ETES influentes às captações	Consiste nas melhorias das Estações de Tratamento de Esgoto, visando melhorar a qualidade da água bruta que chega na ETA.	4	-
15	Elaboração do Plano Diretor de Reuso de Água	Desenvolvimento de um plano para promover o reuso de água, incluindo a identificação de fontes de água reutilizável, definição de normas e padrões para o reuso, e implementação de projetos piloto para demonstrar a viabilidade e benefícios do reuso de água.	12	-

Item	Descrição	Detalhamento	Antecessor	Sucessor
16	Qualificação da mão de obra	Consiste na busca contínua pela qualificação da mão-de-obra envolvida no processo, promovendo treinamentos, palestras, cursos, entre outros.	1	-
17	Criação de estrutura específica para combate a Perdas		2	-

6.2 Grupo 2: Municípios com mais de 100.000 habitantes

Este grupo inclui 20 municípios com populações que excedem 100.000 habitantes. Estes municípios não estão alinhados com o escopo de perdas proposto, devido às suas maiores populações e, conseqüentemente, maior estrutura administrativa e operacional, bem como qualquer melhoria nos seus índices de perdas impactam em volumes muito representativos de água para as bacias. Representam atualmente (IBGE, 2022) um total de aproximadamente **3.681.867** habitantes. Para esses municípios, seria necessário adaptar as diretrizes do fluxograma para atender às suas necessidades específicas. Conforme apresentado abaixo.

Tabela 2 - Fluxograma de Priorização das Ações para municípios com mais de 100.000 habitantes.

Item	Descrição	Detalhamento	Antecessor	Sucessor
1	Elaboração e Atualização do Plano de Saneamento Básico	Item fundamental para estabelecer diretrizes gerais para o saneamento básico no município, incluindo o controle de perdas. Deve estar atualizado e aprovado em lei e norteará a elaboração do Plano de Perdas.	-	2, 16
2	Elaboração e Atualização do Plano de Combate às perdas	Documento essencial que deve ser priorizado após a definição das metas gerais no PMSB e deve nortear as intervenções que serão realizadas.	1	3, 17
3	Hidrometria e medição de entrada das ETAS	Consiste na implantação e/ou aprimoramento de sistemas confiáveis de medição de água (envolvendo a substituição de hidrômetros, padronização das ligações, combate às fraudes e ligações clandestinas, dentre outros).	2	5,13,14
4	Balanco hídrico simplificado	Modelagem com cronograma evolução até balanço hídrico completo. Até o modelo da IWA*** Previsto no Plano de Perdas de acordo com a realidade de cada município, Plano de bacias e PAP's.	NÃO SE APLICA	NÃO SE APLICA
5	Implantação dos Cadastros Técnico Informatizado e Georreferenciado e Comercial integrado	Consiste na organização dos Cadastros Técnico Informatizado e Georreferenciados e comerciais relacionados ao abastecimento de água e é primordial para se conhecer o	3	6, 7, 8, 9, 10

		sistema existente, permitindo intervenções para sua melhoria.		
6	Substituição, modernização e manutenção de redes	A modernização de redes de água é o processo de substituição de tubulações antigas por estruturas mais resistentes e duradouras	5	-
7	Controle de pressão na rede	Consiste na regulação da pressão da água na rede para reduzir vazamentos e danos. Esta ação permite a melhor definição dos setores na rede de abastecimento. As ações correlatas como substituição e modernização de redes.	5	12
8	Setorização	Consiste na divisão do sistema de abastecimento em setores para melhor controle e gestão. As ações correlatas como substituição e modernização de redes.	5	11
9	Implantação/Aprimoramento da Macromedicação e Distrito de Medição	Consiste na instalação e/ou aprimoramento dos sistemas de medição em pontos estratégicos do sistema de abastecimento. As ações correlatas como substituição e modernização de redes.	5	11
10	Telemetria dos sistemas	Consiste na implementação de sistemas de monitoramento remoto da distribuição, captação e tratamento, permitindo um controle do sistema pelos operadores e melhor agilidade na identificação e resolução de problemas.	5	-

11	Balanço hídrico detalhado	Com estrutura desenvolvida pela IWA, o balanço hídrico apresentará as variáveis mais importantes para a composição dos fluxos e usos da água.	8,9	12,18
12	Modelagem hidráulica completa operacional	Moldes do elaborado pelo projeto piloto de Capivari.	7,11	15
13	Reparos, adequações e atualizações das ETAs	Consiste nas melhorias das Estações de Tratamento de Água com foco na redução de perdas no tratamento.	4	-
14	Reparos, adequações e atualizações das ETEs influentes às captações	Consiste nas melhorias das Estações de Tratamento de Esgoto, visando melhorar a qualidade da água bruta que chega na ETA.	4	-
15	Elaboração do Plano Diretor de Reuso de Água	Desenvolvimento de um plano para promover o reuso de água, incluindo a identificação de fontes de água reutilizável, definição de normas e padrões para o reuso, e implementação de projetos piloto para demonstrar a viabilidade e benefícios do reuso de água.	12	-
16	Qualificação da mão de obra	Consiste na busca contínua pela qualificação da mão-de-obra envolvida no processo, promovendo treinamentos, palestras, cursos, entre outros.	1	-
17	Criação de estrutura específica para combate a Perdas		2	-

6 MEDIÇÃO DA EFICÁCIA DOS SERVIÇOS IMPLANTADOS

Ao final de cada etapa de implementação, o prestador deverá realizar uma autoavaliação detalhada para aferir a eficácia das boas práticas aplicadas e os resultados alcançados com o investimento realizado. Essa autoavaliação deverá contemplar, entre outros aspectos:

Aplicação de Indicadores de Desempenho: Será utilizado um conjunto de indicadores de desempenho, de acordo com a normativa da ANA: Índice de perdas de água na distribuição por ligação ($I/lig \cdot dia$), Índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado de água (%), Índice de macromedição relativo ao volume disponibilizado de água (%) estabelecidos com base nas melhores práticas internacionais (benchmarking), para mensurar a eficácia das ações de controle de perdas de água. Indicadores como o "Índice de Perda por Ligação" deverão ser calculados anualmente ou período a ser fixado por agência reguladora.

Comparação de Desempenho: O desempenho de cada prestador deverá ser comparado com outros municípios e demais locais que implementaram práticas similares. Isso permitirá identificar padrões de sucesso e áreas de melhoria.

Análise das Práticas de Controle: Cada prestador deverá detalhar as práticas adotadas, como o gerenciamento de pressão, setorização, macromedição e controle de vazamentos.

Relatórios de Impacto: Após a autoavaliação, será necessário elaborar relatórios técnicos que demonstrem os impactos positivos obtidos, como a redução das perdas de água físicas e aparentes, o aumento da eficiência da rede

de distribuição e a economia de custos. Além disso, os relatórios deverão propor novas metas de redução de perdas para a próxima etapa.

Ajustes e Correções: Com base nos resultados obtidos, o prestador deverá propor ajustes nas práticas de controle de perdas, buscando sempre a otimização dos processos para atingir uma maior eficiência. A troca periódica de hidrômetros, a calibração adequada dos equipamentos e a setorização das redes são exemplos de práticas que precisam ser continuamente revisadas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION (IWA). Water Balance and Water Loss Reporting. London, 2000. Disponível em: <https://iwa-network.org>. Acesso em: 20 ago. 2023.

MACROMEDIÇÃO E TELEMETRIA. Volume 1: Guia técnico para implementação e aprimoramento de sistemas de macromedição e telemetria. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), 2023. Documento interno fornecido pelo usuário.

Manual e normas técnicas para a implantação de sistemas GIS integrados com dados operacionais. São Paulo: ABES, 2023. Documento fornecido pelo usuário.

GUIA DE BALANÇO HÍDRICO (GUIA-5). Guia técnico de balanço hídrico simplificado e completo segundo a IWA. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), 2023. Documento fornecido pelo usuário.

ARTIGO EDIÇÃO 197. Artigo técnico sobre controle ativo de vazamentos e estratégias de combate a perdas em sistemas de abastecimento. Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, n. 197, p. 23-30, 2022. Documento fornecido pelo usuário.

Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020: Atualiza o marco legal do saneamento básico e introduz novas metas para a universalização dos serviços de água e esgoto, incluindo mecanismos de redução de perdas. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm.

Decreto Federal nº 7.217, de 21 de junho de 2010: Regulamenta a Lei nº 11.445/2007 e dispõe sobre a organização da prestação dos serviços públicos de saneamento básico, a regulação de metas e qualidade. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7217.htm.

CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA. Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí: Relatório Final. Piracicaba, SP, 2020.

FUNDAÇÃO AGÊNCIA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ. Manual orientativo para seleção e indicação de empreendimentos de saneamento. PCJ.T.MA.001/2021. Piracicaba: Fundação Agência das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2021. Atualizado em jul. 2023.

SANASA - Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A. PROGRAMA DE CONTROLE DE PERDAS DE ÁGUA, 2020. Disponível em: https://www.sanasa.com.br/conteudo/conteudo2.aspx?f=l&par_nrod=1529&flag=TF. Acesso em: 06 set. 2024.

DAE S/A - Água e Esgoto. Plano Diretor de Controle de Perdas de Água. Jundiaí: DAE S/A - Água e Esgoto, 2017. Disponível em: <https://daejudiai.com.br/wp-content/uploads/2022/10/PLANO-DIRETOR-DE-PERDAS-DAE-JUNDIAI-1.pdf> Acesso em: 06 set. 2024.

WYATT, Alan. Overview of the Combined Real Loss Index (CRLI). s.l.: s.n., ago. 2024.

SANTI, Aline Doria. Benchmarking aplicado ao controle de perdas de água no contexto das bacias hidrográficas Piracicaba, Capivari e Jundiaí. 2018.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

TARDELLI FILHO, J. Aspectos relevantes do controle de perdas em sistemas públicos de abastecimento de água. Revista DAE. v.64, nº 201, 6-20. 2016.

SNSA - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Plano Nacional de Saneamento Básico – Mais saúde com qualidade de vida e cidadania. Brasília. 220 p. 2014. Disponível em:
https://cecol.fsp.usp.br/dcms/uploads/arquivos/1446465969_Brasil-PlanoNacionalDeSaneamentoB%C3%A1sico-2013.pdf