

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

Etec Prof. Camelino Corrêa Júnior

Curso Técnico em Meio Ambiente

Bruno Alexandre Zambeli Ferreira

Valter Antonio Tomaz Junior

**CONTROLE EM PERDAS DE ÁGUA TRATADA
EM FRANCA/SP**

Franca/SP

2022

Bruno Alexandre Zambeli Ferreira
Valter Antonio Tomaz Junior

CONTROLE EM PERDAS DE ÁGUA TRATADA
EM FRANCA/SP

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Meio Ambiente da Etec. Pro° Carmelino Corrêa Júnior, orientado pelo Prof. Márcio Fernando Silveira Rodrigues, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em Meio Ambiente.

Franca/SP

2022

Agradecimento, primeiramente a Deus pela vida, saúde e disposição para conclusão do trabalho diante de muito esforço e horas de pesquisa a minha esposa Nayara e meu filho Yago pela paciência, a todos professores em especial ao Márcio Fernando Silveira Rodrigues e Bruna Sousa Ferreira pelos comentários, correções e recomendações, que propiciaram o aprimoramento deste trabalho. À equipe de engenheiros da Sabesp Franca/SP, Alex Veronez, João Luiz Areias, Maria de Fátima Ferreira e Jose Marcius Marson Guidi, por todo o apoio e liberdade para ter acesso a números e dados para que o trabalho ficasse completo e cheio de informações.

Obrigado!

“A população global triplicou no século XX, mas o consumo da água aumentou sete vezes. Em 2050 quando teremos 3 bilhões de pessoas a mais, necessitaremos de 80% a mais de água somente para o uso humano; e não sabemos de onde ela virá”

Água: Pacto Azul Maude Barlow Especialista em água (ONU)

Resumo

As perdas de água nos sistemas de abastecimento correspondem à diferença entre o volume total de água produzido nas estações de tratamento e a soma dos volumes medidos nos hidrômetros instalados nos imóveis dos clientes. O nível de perdas de água num sistema de abastecimento é uma das principais referências da eficiência da companhia responsável junto a comunidade atendida. O controle das perdas de água é um grande desafio constante e que não permite relaxamento dos envolvidos companhia e colaboradores. No Brasil, em média, os sistemas de abastecimento perderam 38,5% do volume de água produzida em 2018. Assim, torna-se fundamental a definição de metas de redução de perdas de água e a realização da busca permanente por ferramentas, melhorias e qualificação profissional a necessidade de implementação equipamentos adequados, planejamento, treinamento dos envolvidos e cada vez mais a necessidade de tecnologia para ações necessárias para o seu alcance de metas.

Palavras-Chave: Perdas de água. saneamento básico. Sabesp. Meio ambiente.

Abstract

Water losses in the supply systems correspond to the difference between the total volume of water produced in the treatment stations and the sum of the volumes in the hydraulic meters installed in the clients' properties. The level of water loss in a supply system is one of the main sources of efficiency for the company responsible for the community served. The control of water losses is a great constant challenge and that does not allow those involved, companions and collaborators. In Brazil, on average, the supply systems lost 38.5% of the volume of water produced in 2018. Thus, it is essential to define goals to reduce water losses and to carry out a permanent search for tools, improvements and professional qualification the need to implement supervised equipment, planning, training those involved and increasingly the need for technology for actions necessary to reach goals.

Keywords: Water losses. sanitation. Sabesp. Environment.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. HISTÓRIA DA SABESP FRANCA/SP	10
2.1. Dados do Município de Franca/SP.....	11
2.2. Desafios da Sabesp Franca/SP	12
2.3 Sistemas de abastecimento Franca	14
2.3. Sistema de Tratamento de Água (E.T.A)	17
3. O QUE SÃO PERDAS DE ÁGUA	23
3.1. Tipos de perdas no sistema de distribuição de água tratada	23
3.2. Perdas físicas ou reais: tipos de vazamentos	24
3.3. Equipamentos e Técnicas para detectar vazamentos não visíveis	26
3.4. Controle de pressão em redes de distribuição	31
3.4. Perdas não físicas.....	33
3.5. A necessidade de inovação e padronização dos medidores	35
3.6. Fraudes mais comuns.....	36
4. IMPLANTAÇÃO DE TECNOLOGIAS PARA COMBATER PERDAS	38
4.1 Métodos tecnológicos para controle de perdas.....	38
5. CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	44

1. INTRODUÇÃO

O planejamento de ações em sistemas de abastecimento e esgoto, destacando quanto à redução de perdas e desperdícios de água, geralmente alguns grupos de pessoas e instituições com diferentes escopos, responsabilidades e interesses. Além disso, pode ser visto a grande variedade de alternativas para minimização das perdas de água, principalmente em termos de custo e desempenho.

O uso dos recursos hídricos tem se tornado, cada vez tema prioritário na sociedade moderna. A baixa disponibilidade de água doce acessível ao homem é agravada pelos impactos das mudanças climáticas nos padrões de precipitação e na sua distribuição territorial, o que afeta o perfil temporal das vazões dos rios (ANA, 2018). Isso tem levado ao aumento dos conflitos pelos seus usos múltiplos, até mesmo no Brasil, onde a demanda por água teve um crescimento de cerca de 80% nas duas últimas décadas, com previsão de aumento de 24% até 2030 (ANA, 2018, p. 29). Esse cenário torna urgente a adequada conservação e o uso eficiente dos recursos hídricos, com a redução de desperdícios como, por exemplo, as perdas de água nos sistemas de abastecimento.

A redução de desperdícios como, por exemplo, as perdas de água nos sistemas de abastecimento. No Brasil, em média, os sistemas de abastecimento perderam 38,5% do volume de água produzida em 2018 (MPMT, 2020). Assim, torna-se fundamental a definição de metas de redução de perdas de água e a realização das ações necessárias para o seu alcance.

O objetivo geral deste trabalho é mostrar os obstáculos da Companhia De Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), com regional em Franca/SP para se obter resultados, cumprir metas corporativas e de universalização do saneamento sem causar maior impacto a população atendida, conservando recursos Hídricos e incluindo a sustentabilidade em praticas e treinamentos para reduzir o volume de perdas em sua distribuição pós tratamento de água, usando o que há de moderno no mercado em equipamentos para detecção de vazamentos classificação dos mesmos e treinamentos para que seja cada vez menor o tempo de pesquisa e conclusão dos trabalhos.

No entanto, o objeto do estudo visa atender os incisos III e IV do Artigo 54 da Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007, como citado:

III - à redução de perdas de água e à ampliação da eficiência dos sistemas de abastecimento de água para consumo humano e dos sistemas de coleta e tratamento de esgoto; (Incluído pela Lei nº 13.329. de 2016) (Produção de efeito)

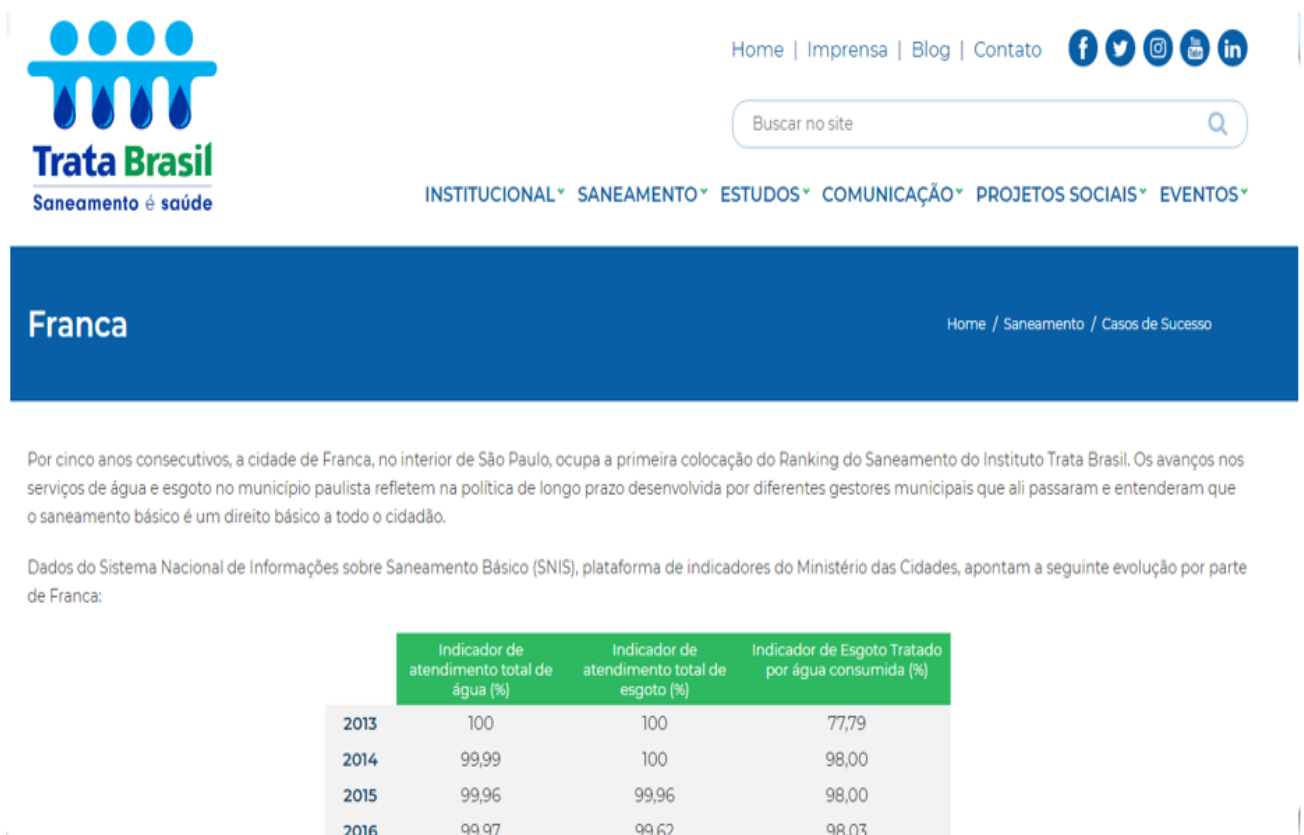
IV - à inovação tecnológica. (Incluído pela Lei nº 13.329. de 2016) (Produção de efeito)

2. HISTÓRIA DA SABESP FRANCA/SP

Franca é atendida pela Sabesp a 45 anos de bons serviços à população Francana. Com a finalidade de identificar as necessidades específicas do município de Franca, em abril de 2015, a Sabesp realizou pesquisa de satisfação, apresentando um resultado de aprovação de 96% da população considera satisfatório o abastecimento e tratamento dos esgotos de Franca/SP e região, além disso, por várias vezes ocupou lugar de destaque por 5 anos consecutivos a primeira posição no ranking de saneamento básico nacional.

Conforme figura abaixo retratada pelo site oficial Sabesp, onde com destaque a cidade em primeiro lugar, segundo revista Trata Brasil (O Instituto Trata Brasil é uma OSCIP – Organização da Sociedade Civil de Interesse Público, formado por empresas com interesse nos avanços do saneamento básico e na proteção dos recursos hídricos do país), como visto na Figura 1.

Figura 1: Pesquisa da Cidade de Franca/SP no site Trata Brasil



Fonte: Site Instituto Trata Brasil.

Para entender como o município chegou a esse patamar é preciso voltar à década de 30, quando um visionário prefeito compartilhou suas terras para a construção do primeiro sistema de captação, tratamento e distribuição de água da cidade. Além da construção da primeira estação de tratamento de água, o prefeito também foi responsável pelos avanços no esgotamento sanitário da região, investindo na construção de rede e da estação de tratamento de esgoto. Em 1976 foi a vez de outro governante reconhecer a importância do saneamento e travar uma grande batalha na Câmara dos Vereadores para aprovar a passagem de concessão dos serviços do município à Sabesp. Com isso, em 1º de março de 1977, Franca começou a ser atendida pela companhia.

Quando assumiu os serviços, o abastecimento não era regular e atingia apenas 70% dos imóveis; metade da população não tinha coleta de esgoto e não havia tratamento do esgoto coletado. Os investimentos universalizaram o saneamento básico em 1998. Franca hoje com cerca de 340 mil habitantes conta com 100% em todos os índices de atendimento, tornando-se referência em tecnologia nos serviços-prestados.

2.1. Dados do Município de Franca/SP

Franca é um município brasileiro no interior do estado de São Paulo. É a 77.^a cidade brasileira mais populosa e a 9.^a mais populosa do interior do estado de São Paulo. Sendo considerada a 5.^a cidade mais segura do Brasil, a 4.^a cidade com o melhor saneamento básico do país, a 5.^a melhor cidade para se viver no Brasil, a 41.^a mais desenvolvida e a 52.^a em qualidade de vida. Seguem alguns dados demográficos do município de Franca/SP:

Área do Município: 605,679 km² (Urbana 86,92 km²).

Latitude: 20°32'19" Longitude: 47°24'03" WRr; Atl. 1.040 m (E.T.A).

População: 358.539 mil

Clima: Tropical de altitude com inverno seco e verão úmido.

Planalto com vales profundos de solo arenosos e terra roxa, vegetação predominante de cerrado.

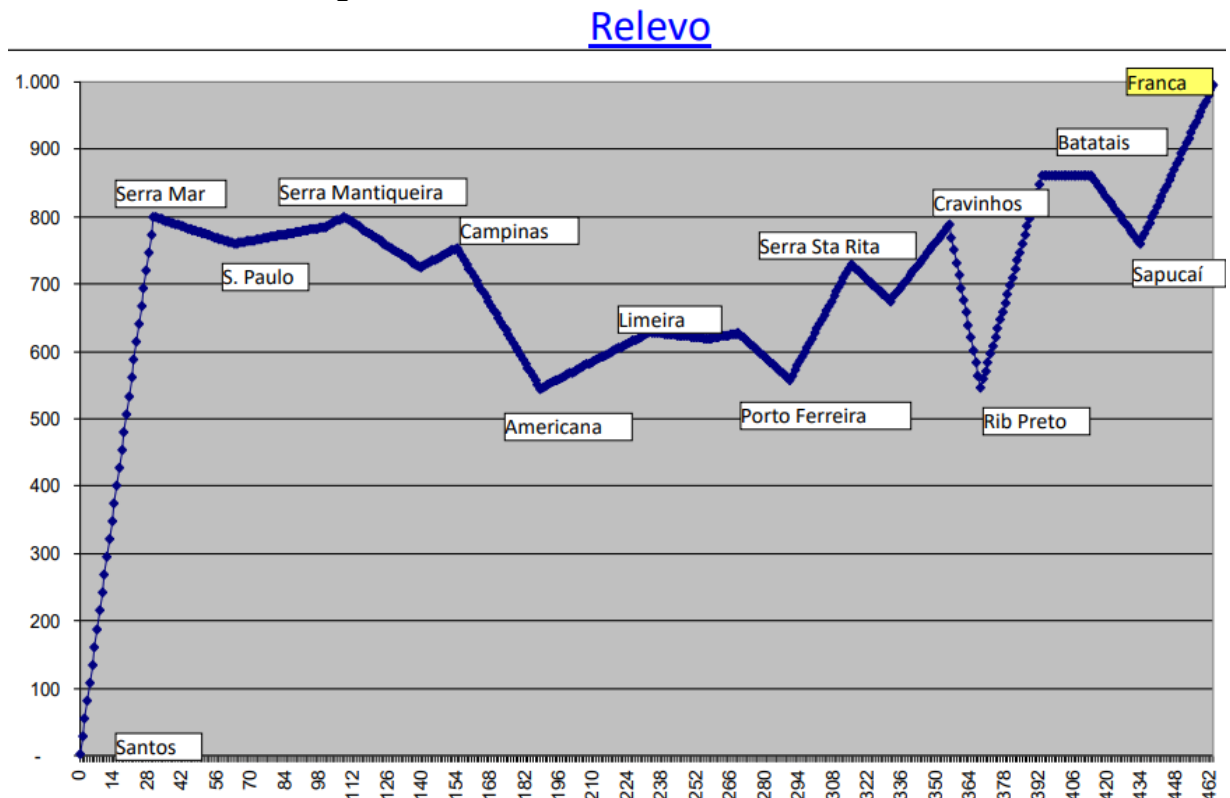
Temperatura: Máxima (média): 26°C e mínima (média): 22°C.

Recursos Hídricos: A hidrografia da região é caracterizada, de um lado pela bacia do rio Canoas, que constitui o principal escoadouro das águas de toda área e a bacia do rio Sapucaí-Mirim que também demanda o Rio Grande. Fonte: Plano de Saneamento Municipal cidade de Franca água/esgoto.

2.2. Desafios da Sabesp Franca/SP

A cidade de Franca vem passando por diversas dificuldades para captação de água nas últimas décadas, levando em conta sua altitude e a escassez de seus recursos hídricos a falta de chuvas e grandes ondas de calor aumentam o consumo e sacrificam cada vez mais seus recursos levam a companhia tomar medidas rápidas e investir cada vez mais em recursos para atender a grande população Falta de chuvas fez com que vazões dos rios caíssem até nove vezes em 2021, de acordo com números internos da Sabesp. A posição geográfica do município, altitude média de 996 m (está entre as cidades mais elevadas do estado de São Paulo), como relatado no gráfico 1, abaixo:

Gráfico 1: Relevo de algumas localidades do estado de São Paulo



Fonte: Arquivo interno Sabesp-Franca/SP.

Além disso, com a escassez de chuvas, o município registrou, de outubro de 2020 a março de 2021, o equivalente a 935,5 milímetros de chuva, volume 66% abaixo da média histórica. Em nota oficial divulgada nesta semana, a Sabesp, através de sua unidade de Franca, informou que a baixa pluviometria (poucas chuvas), registrada em Franca, no período úmido, entre outubro/2020 e março/2021, ocasionou a queda da vazão dos mananciais que abastecem a cidade (Rio Canoas e Córrego Pouso Alegre). Isso tem impactos a curto prazo, sendo que o abastecimento de água na cidade, passou pelo uso racional do produto. Neste período supracitado, foi o menor índice pluviométrico dos últimos 20 anos. Corroborando com baixa registrada, a média histórica deste período úmido é de 1.360 mm de água e, neste mesmo período, o volume constatado foi de 824 milímetros de água (PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA, 2021).

A escassez nesse período fez com que a companhia fosse destaque em todos os meios de comunicações locais, mostrando a gravidade do momento por falta de chuvas e as medidas da Sabesp para enfrentar o período considerado crítico. A figura 2 abaixo, a qual relata uma das medidas adotadas para mitigar período de seca.

Figura 2: Noticiário Local sobre racionamento de água



Sem chuvas, Sabesp prorroga racionamento de água até o dia 6 de outubro

Com expectativa de terminar nesta quarta-feira, 29, racionamento de água em Franca será prorrogado pela terceira vez e pode ser que seja estendido caso não haja...

Por [Heloísa Taveira](#) | 28/09/2021

Fonte: <https://gcn.net.br> > noticias > franca > 2021/09 > Sabesp...

A cidade está localizada em um divisor de águas:

- Próximo a zona urbana só existem corpos d'água de pequena vazão – Baixa Disponibilidade Hídrica;
- Estiagens rigorosas; como relata a figura abaixo do ano de 2014, como mostra a Figura 3, onde a companhia foi destaque nos jornais locais por medidas adotadas para amenizar a falta de abastecimento de água.

Figura 3: Jornal local com notícia sobre racionamento de água



Fonte: Jornal Diário da Franca, 2014.

- Abastecimento público complexo – Há registros de problemas com abastecimento desde o final do século XIX;
- Na década de 70 a situação ficou caótica; 1977 assunção da SABESP.

2.3 Sistemas de abastecimento Franca

Foi no período de 1979 a 1983 em que foi construído sistema de maior porte de captação de água bruta de Franca/SP, no Rio Canoa, passando a ser ampliado na década de 1990.

2.3.1. Captação Rio Canoas

Período úmido	Período seco
Capacidade: 780 a 980 l/s;	Rio Canoas – 520 l/s (2014)
EEAB 1: 3 x 1.350 CV;	
EEAB 2: 3 x 1.700 CV;	
Adutora 15.000 m – 700mm;	
Desnível geométrico até a ETA 330	

A Figura 4 trata-se de foto aérea da captação Rio Canoas e casa de bombas monitorada por colaborador da Sabesp na intenção de monitorar e acompanhar níveis fazer limpeza de grades, visando o bom funcionamento de bombas e prevendo algumas intercorrências com funcionamento 24h.

Figura 4: Foto da captação do Rio Canoas



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

A Figura 5 mostra visualmente o comparativo entre dois períodos seco e úmido do mesmo ano.

Figura 5: Foto da captação do Rio Canoas em período de chuva e de estiagem



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

2.3.2. O Sistema captação Pouso Alegre

O Sistema captação Pouso Alegre (menor porte) também foi ampliado, para auxiliar na demanda de abastecimento da cidade de Franca/SP

Captação Pouso Alegre	
Período úmido	Período seco
Capacidade 220 l/s;	77 l/s (2014)
EEAB PA1: 4 x 250 CV;	
EEAB PA2: 4 x 300 CV;	
EEAB PA3: 4 x 250 CV;	
Adutora 10.500 m – 400/450mm;	
Desnível geométrico até a ETA 274 m	

A Figura 6 mostra um período de ampliação e melhorias na parte de acesso e estrutura da Captação Pouso Alegre na década de 90.

Figura 5: Foto da Captação Pouso Alegre na década de 90



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

2.3. Sistema de Tratamento de Água (E.T.A)

A cidade de Franca/SP foi destaque pelo Instituto Trata Brasil no assunto de avanços em Saneamento Básico 2015, pelo desempenho positivo na expansão de serviços de saneamento do município. Além disso, por cinco anos consecutivos, a cidade de Franca/SP, ocupou a primeira colocação do Ranking do Saneamento pelo mesmo instituto, onde o principal responsável por esses resultados positivos é o tratamento de água.

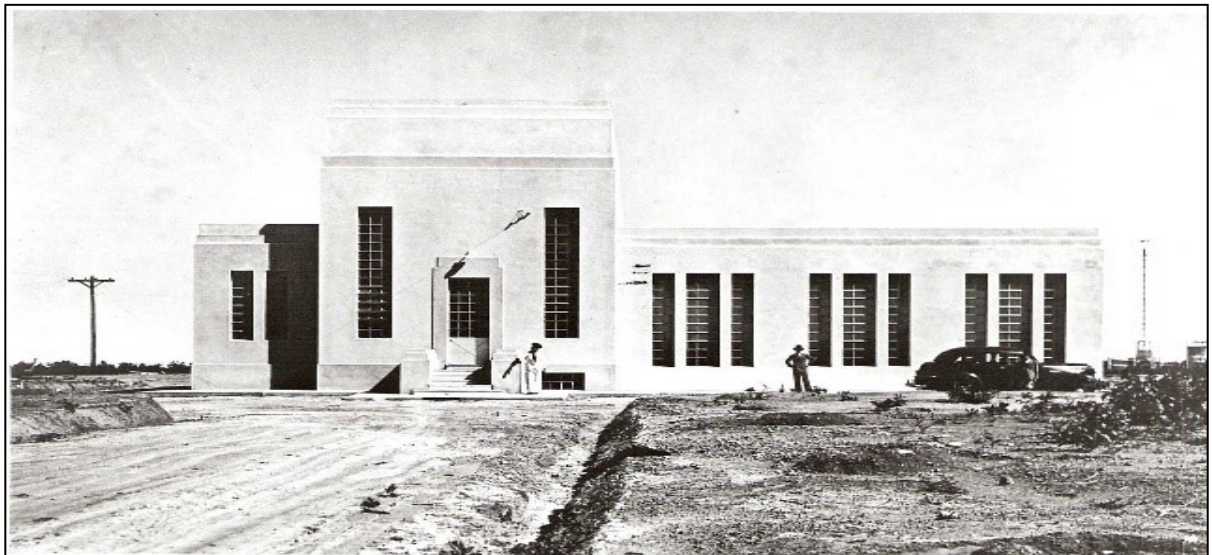
Em Franca/SP, o Sistema de Tratamento de Água (E.T.A) tem capacidade de tratamento de 1 m³ por segundo, onde mostram nas figuras 06 e 07 o início das obras da E.T.A para receber a água bruta e conseqüentemente fazer o tratamento e distribuição da mesma.

Figura 6: Início das obras da E.T.A da Sabesp Franca/SP



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

Figura 7: Início das obras da E.T.A da Sabesp Franca/SP



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

Conforme dados internos, atualmente o volume médio tratado é de 75 milhões de litros de água potável por dia, chegando a tratar 1.000 litros/segundo, com essa capacidade superior ao que comporta a armazenagem, forçando assim equipamentos a trabalharem em limite máximo para tratamento de expressivo consumo, já visando a

necessidade de outro suporte para suprir a necessidade de consumo de uma cidade em expansão como Franca/SP, e ainda com a construção de uma nova captação e sistema moderno de tratamento de água, denominados como novo sistema de Captação Sapucaí-Mirim e de tratamento E.T.A Sul, já em operação desde o início de 2022.

A figura 8 mostra a atual estrutura do sistema de tratamento de água Norte, que está em funcionando há mais de 45 anos, recebendo água bruta por meio de bombeamento e passando por etapas de tratamento para distribuição de água tratada situada região Norte da cidade de Franca com funcionamento 24hs e 100% automatizada.

Figura 8: Sistema de Tratamento de água Norte da Sabesp Franca/SP



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

2.3.1. Novo sistema de captação e Tratamento de água: Sapucaí Mirim

Desde o início das primeiras percepções da possível falta de abastecimento e expansão da cidade de Franca/SP, se discutia-se a ampliação dos sistemas de captação de água da Sabesp, com isso, em 1996 é marcado pelo início dos estudos e discussões para ampliação do sistema produtor de água de Franca/SP, localizada no Rio Sapucaí-Mirim e foi apenas treze anos depois, no ano de 2009, que se iniciou as obras, em que tinham previsão de término em 2018, porém, atrasou desta previsão cerca de três anos.

A figura 9 retrata a estrutura da nova captação de água, casa de bombas e toda estrutura necessária para o bom funcionamento da captação de água bruta do rio Sapucaí-Mirim.

Figura 9: Sistema captação de água bruta do rio Sapucaí-Mirim.



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

Toda estrutura robusta para ampliação da captação de água para o município de Franca/SP e região é composta, conforme abaixo:

- 3 estações elevatórias de água bruta;
- 21 km de adutora de água bruta;
- Estação de tratamento de água para 800 l/s;
- 8 km de adutora de água tratada;
- 5,2 km de linha de recalque para transferência de lodo;
- 2 estações elevatórias de água tratada;
- 3 reservatórios (6 mil m³).

- Estação de tratamento de água para 800 l/s;

A Figura 10 mostra a estrutura da estação de tratamento de água e casa de bombas, (E.T.A) situada na zona sul do município de Franca já em operação em 2022.

Figura 10: Estação de Tratamento de Água (E.T.A) na zona sul de Franca/SP



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

2.3.2. Setores de abastecimento e estrutura da Sabesp Franca/SP

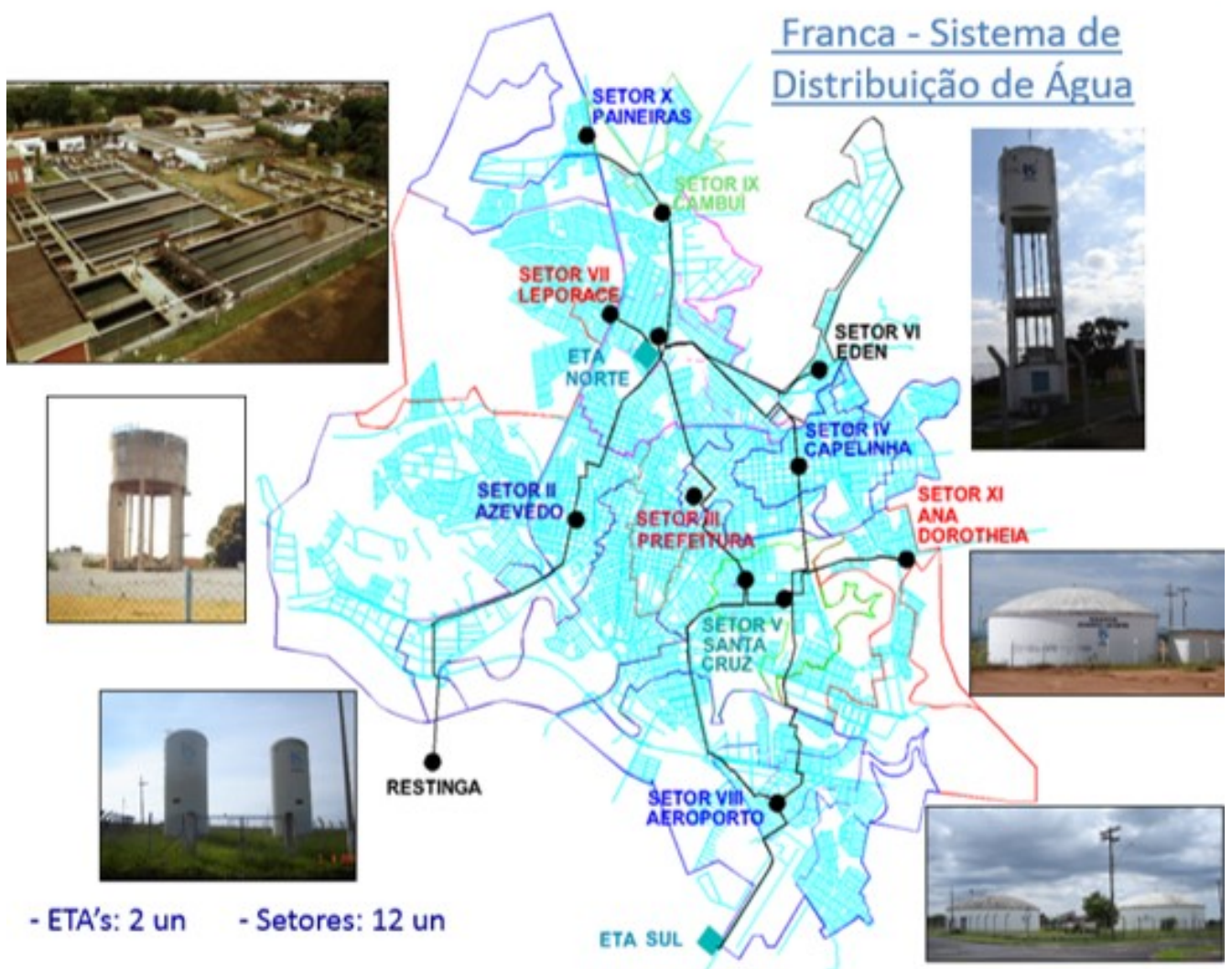
Atualmente a cidade de Franca possui 30 reservatórios, sendo estes com a capacidade de 41.740 m³, comportando 1.500 km de redes de distribuição, com mais de 140 mil de ligações de água e esgoto, possuindo 12 (doze) setores de abastecimento.

Nesses setores existem divisões por zonas de pressão (zona baixa, zona alta, zona média etc.), chegando a 30 zonas de pressão. A setorização tem como objetivo controle de volumes de água produzidos e consumidos, e infelizmente há o volume de perdas por setores de abastecimento. Para monitoramento destas perdas, é feito

o mapeamento com cada localização, para estabelecer ações rápidas de combate ao volume de água perdidos.

A figura retrata o sistema de distribuição de água tratada, dando início na estação de tratamento água (E.T.A) ate os reservatórios instalados em pontos estratégicos no município de Franca.

Figura 11: Mapa de sistema de distribuição da água tratada em Franca/SP



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

3. O QUE SÃO PERDAS DE ÁGUA

A primeira noção que vem em mente é de que “Perda” é toda água tratada que foi produzida e se perdeu no meio do caminho, não se chegando ao uso final pelos clientes, se perdendo através de vazamentos.

As “Perdas” ocorrem em todas as fases de um sistema de abastecimento de água, tais como na captação e adução de água bruta, no tratamento, na adução e reservatórios de água tratada e na distribuição (rede e ramais) (TARDELLI FILHO, 2006).

Em cada fase há condições específicas que fazem preponderar um ou outro tipo de perda, que ditarão as ações mais adequadas à prevenção e correção dos fatores que ocasionam o surgimento das “Perdas”. O controle de perdas envolve o acompanhamento de diversas ações especializadas, integradas e sequenciais, avaliando sempre o andamento e medindo resultados. Para chegar ao resultado necessita levantamento de campo e estimativas para chegar aos números representativos de cada setor, que definem as linhas de ação mais adequadas para cada caso.

3.1. Tipos de perdas no sistema de distribuição de água tratada

A gestão eficiente de perdas de água, diretamente associada a qualidade dos serviços prestados, deve ser almejada pelos prestadores de serviços de abastecimento de água, e monitorada pelas agências reguladoras.

Para Gupta e Kulat (2018), as perdas de água definidas como aparentes abrangem erros de medição, consumo não autorizado e fraudes. As perdas reais são caracterizadas por vazamentos ao longo do processo de distribuição.

Temos também a denominação, da Consultoria EOS, as perdas de água físicas (ou reais) consideram os vazamentos em todas as etapas do processo e os volumes utilizados para a limpeza das próprias estações de tratamento. Esse tipo de perda relaciona-se diretamente com a eficiência operacional da companhia e o estado das tubulações.

Já as perdas de água comerciais (ou aparentes) levam em conta as ligações clandestinas ou irregulares, ligações sem hidrômetros ou com hidrômetros com defeitos, erros de leitura e erros cadastrais. Essas perdas estão ligadas aos procedimentos da companhia, manutenções preventivas, adequação dos hidrômetros e monitoramento do sistema. É importante destacar que as perdas comerciais impactam consideravelmente o faturamento das empresas de saneamento.

Em suma, as perdas são classificadas de dois pontos iniciais:

1. Perdas físicas ou reais que entendemos como perdas reais de água.
2. Perdas não físicas ou aparentes correspondem as perdas aparentes relacionadas ao sistema comercial da empresa.

3.2. Perdas físicas ou reais: tipos de vazamentos

3.2.1. Perdas físicas ou reais

Correspondem aos volumes de água que não são consumidos, por serem perdidos através de vazamentos em seu percurso, desde as estações de tratamento de água até os pontos de entrega nos imóveis dos clientes. Esses vazamentos ocorrem, principalmente, devido ao desgaste das tubulações com seu envelhecimento e as elevadas pressões. E existem dois tipos de vazamentos, como descritos abaixo:

a. Vazamentos Visíveis

Os vazamentos visíveis são os mais impactantes na visão do cliente, visto que sua exposição é de forma direta e em alguns casos de volume de água desperdiçada é muito alta, principalmente em rompimento de redes e extravasamento de reservatórios. São vazamentos de fácil detecção e de comunicação rápida entre o cliente e empresa, além de curto prazo de duração entre informação de vazamento e tempo de conserto. Esse tipo de vazamento tem menor impacto na visão da companhia, pois é mais evidente, sem depender muito da identificação do local. Como em todo tipo de vazamento, depende do deslocamento de equipe, materiais usados para conserto, capacitação de profissional para qualidade na execução do trabalho,

setorização em alguns casos necessidade de fechamento pontual de distribuição e a ajuste da pressão de água no setor afetado.

A figura 12 mostra um vazamento visível, sendo de fácil identificação e provavelmente de rede de distribuição, classificado como vazamento grande e de necessidade de reparo urgente.

Figura 12: Tipo de vazamento visível em uma via



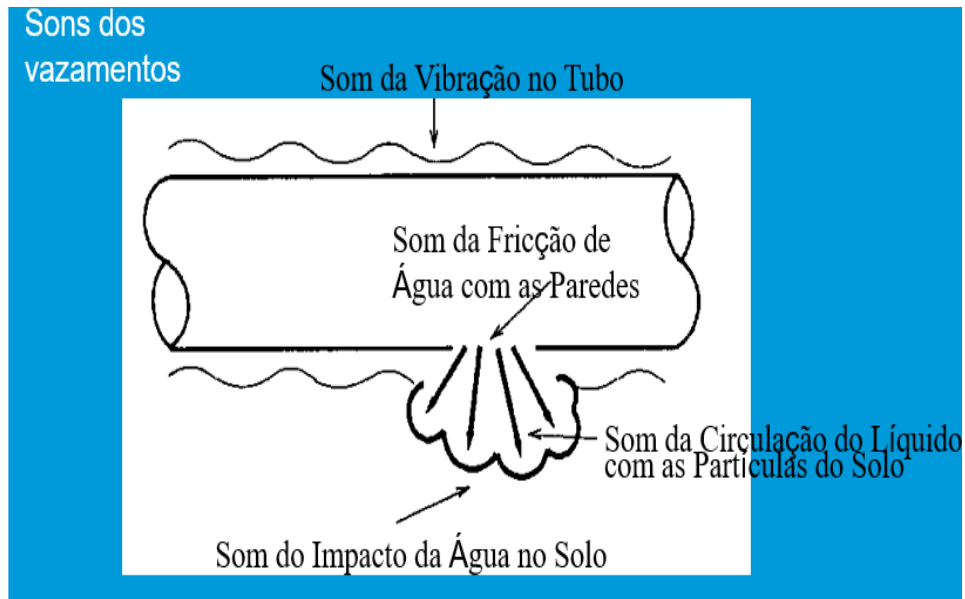
Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

b. Vazamentos não visíveis

São vazamentos que não afloram na superfície e cuja localização depende da realização de ações sistemáticas de varredura nas redes e ramais para sua localização, principalmente com a utilização de equipamentos por métodos acústicos. É de suma importância o treinamento especializado de equipe de trabalho. Além disso, dispõe da necessidade de compra de equipamentos específicos para detecção, sendo esses vazamentos de maior custo para companhia pois os mesmos são na sua maioria de vazões pequenas ou médias, porém de longa duração pela dificuldade de localização dos mesmos, em alguns casos os gastos envolvidos para detecção e conserto superam os custos perda, mais em todos os casos a necessidade de localizar e reparar para não perder a eficiência e o foco de minimizar os números do desperdício.

A figura 13 abaixo mostra a característica de vazamento não visível que reflete os sons pela pressão da água e impacto nas partículas do solo, sendo este tipo de vazamento só possível ser identificados através de aparelhos especializados de detecção de vazamentos.

Figura 13: Tipo de vazamento não visível e como é feita a identificação



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

3.3. Equipamentos e Técnicas para detectar vazamentos não visíveis

Cada vez mais a necessidade de técnicas específicas, equipamentos de alta precisão e introdução de tecnologias se faz necessário para detecção de vazamentos, na obtenção de metas e assim alcançar resultados, além de diminuir custos e perda de produto, ou seja, perda da água.

Visando a atualização e implantação de tecnologias mais inovadoras, a Sabesp atualiza seus sistemas para a maior eficiência e minimização do tempo de pesquisa ao tempo reparo, diminuindo seus custos e aumentando a confiança cliente e empresa.

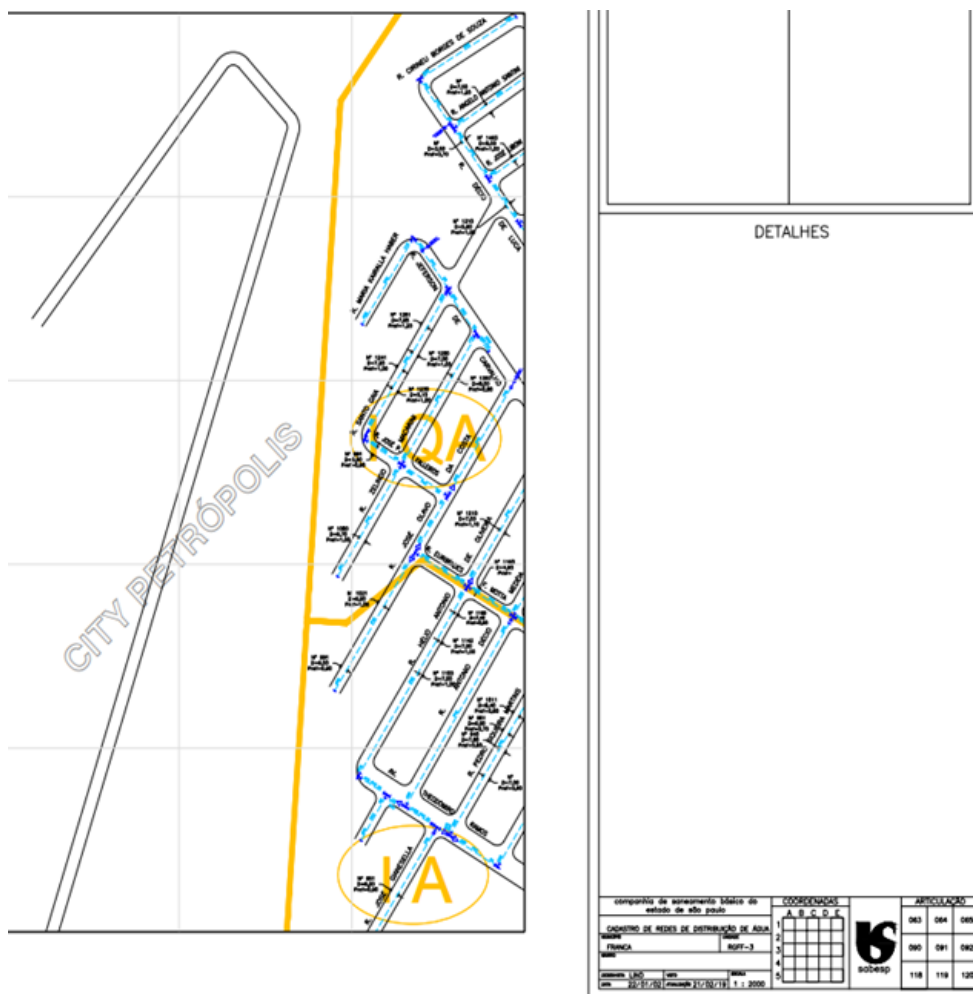
Outro ponto importante, é o cadastro sempre atualizado de redes de distribuição, e de conjunto de informações como distância de pontos, profundidades de rede diâmetros,

materiais e referencias, ajudam agilizar pesquisa de vazamentos com equipamentos acústicos.

A Sabesp também disponibiliza os mapas das redes em celulares corporativos cedidos a todas as equipes de colaboradores que necessitam, para informação e mapeamento dos trabalhos executados. Com o mapa de rede disponível à equipe de varredura e pesquisa de vazamentos, os colaboradores saem a campo, munidos de informações necessárias para início dos trabalhos de pesquisa utilizando haste de escuta.

A Figura 14 apresenta os detalhes do cadastro atualizado de rede de distribuição localizado no bairro City Petrópolis no município de Franca/SP, compondo a rede de abastecimento próxima a Etec. Prof. Carmelino Corrêa Jr.

Figura 14: Rede de distribuição próxima a Etec. Prof. Carmelino Corrêa Jr.



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

Com isso, abaixo está descrita a funcionalidade e importância de dois equipamentos mais utilizados para pesquisa dos vazamentos:

- a. **Haste de Escuta:** é um equipamento do tipo acústico, que detecta as vibrações nas tubulações geradas pelos vazamentos. É constituída de uma barra de metal que transmite as vibrações captadas nas peças da rede de distribuição de água (cavaletes, registros) para um amplificador mecânico, localizado em uma das suas extremidades, que permite a verificação auditiva do amplificador mecânico onde são captadas as vibrações geradas pelos vazamentos, distinguidos com a técnica do colaborador e a sensibilidade para distinguir ruídos de possíveis vazamentos. Esse equipamento seguido da técnica de que o utiliza e possível fazer a varredura de área no período diurno, ele necessita para do operador audição apurada, técnicas por cursos oferecidos pela companhia e muita atenção no momento da pesquisa. São necessários cuidados, pois equipamento necessita do contato direto com parte do cavalete ou registro que muitas vezes é localizado dentro do imóvel do cliente, além da necessidade do responsável pela coleta de dados ter boa comunicação para explicar ao cliente a necessidade do trabalho e atenção a perigos externos, como cachorros, para que dessa forma consiga operar o equipamento de forma correta e obter o resultado desejado. Após a pesquisa, se o ponto coletado for ponto suspeito de vazamento, ou identificado, é aberto o chamado para reparo com informações necessárias como: endereço, ponto de vazamento, tipo de solo, material e intensidade do vazamento. Após dados coletados, a equipe responsável pela distribuição dos trabalhos em campo analisa o grau de urgência para o reparo e encaminha equipe para a execução dele. Esses trabalhos ficam cadastrados em bancos de dados para análise de aceitabilidade de pontos e tempo, a conclusão do reparo, assim, com esses dados, o gerente consegue criar estatísticas inerentes e traçar estratégias para melhorias.

A Figura 15 demonstra como é composta a haste de escuta e como o colaborador a utiliza para pesquisa de vazamento não visíveis.

Figura 15: Funcionamento da Haste de Escuta



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

- b. Geofone eletrônico:** O geofone do modelo eletrônico conta com amplificador, sensores de ruídos, fones de ouvido e detector acústico de vazamento que capta o som do vazamento através de um sistema implantando, onde os sons são transmitidos para o fone do operador que está rastreando o vazando, que também tem a facilidade de acompanhar através de visor de LCD por onde são mostrados gráficos dos ruídos podendo ajustar volume seguindo suas necessidades do momento. Com este equipamento, o trabalho de localizar esse vazamento fica mais rápido. Na Sabesp, o geofone “eletrônico” substituiu o modelo mecânico, que era de pouca precisão. Esse procedimento geralmente é realizado no período noturno, facilitando eficácia do equipamento, pois o período noturno geralmente é mais tranquilo, com a diminuição de ruídos externos que dificultam a perícia do equipamento. Ressaltando que é necessário que o colaborador que for utilizar o geofone eletrônico tenha se capacitado e

treinado adequadamente, para aptidão para realizar o serviço com precisão e técnicas necessárias para o bom aproveitamento do equipamento.

Após a pesquisa com geofone, o colaborador responsável faz a identificação local, preenche dados para alimentar cadastros de possível reincidências e repassa para equipe de programação de serviços operacionais, para agendar e fazer o reparo necessário, que por sua vez com menor prazo para execução, pois o equipamento tem a propriedade de localizar vazamentos de classificação media e altas dependendo do caso. O reparo a ser realizado, tem que ser feito de imediato para não causar maiores danos e conseqüentemente o desabastecimento da população.

A figura 16 demonstra os dois tipos de geofones utilizados para pesquisa de vazamentos não visíveis, sendo que o eletrônico tem uma melhor precisão e acertos, facilitando os trabalhos posteriores de reparo e reposição do pavimento melhorando o custo x benefício da companhia.

Figura 16: Funcionamento dos Geofones Mecânico e Eletrônico



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

3.4. Controle de pressão em redes de distribuição

3.4.1. Válvula redutora de pressão (VRP)

A Válvula redutora de pressão (VRP), funciona reduzindo a quantidade de fluido que passa por um tubo. Os fluidos que estão sendo forçados através dos tubos em alta pressão antes da válvula são desacelerados após a válvula. Na cidade de Franca/SP, 100% da cidade é setorizada e possui controlador noturno com redução de pressões entre 0:00h e 5:00h, com a meta de 5,00 mca no ponto crítico. O Gerenciamento de Pressões é uma ação importante no controle de perdas, sendo necessária e realizada de forma planejada e sistemática. Os resultados da adoção da VRP no período de cinco anos apresentaram uma redução de aproximadamente 16,5% no Índice de perdas em Franca/SP

As pressões a que está submetido o sistema de distribuição de água são um dos principais fatores que influenciam a quantidade de vazamentos. Há uma relação direta entre a pressão do sistema de distribuição e a vazão dos vazamentos. O gerenciamento de pressões procura minimizar as pressões do sistema e a faixa de duração de pressões máximas, enquanto assegura os padrões mínimos de serviço para os consumidores (NBR 12.218/94). Pressões elevadas na rede não significa um bom padrão de atendimento dos serviços de suprimento de água potável. E lembrando, se não há setorização não há controle de pressão e gestão do abastecimento. Os principais parâmetros analisados são: Volume água disponibilizado, pressões de montante, jusante e ponto crítico acompanhamento de vazão mínima noturna, reclamações de falta de água ou muita pressão da mesma, mapeamento de pressões na área de influência, identificação de perdas de carga localizadas na rede, reforços de rede que permitam um comportamento mais homogêneo da variação da pressão.

A Figura 17 abaixo trata de VRP já instalada em ponto específico, regulada e em operação.

Figura 17: VRP instalada e regulada



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

A Figura 18 retrata o colaborador treinado realizando ajuste e calibrando a VRP. Esse trabalho tem uma rotina e equipe específica para realizá-la. Todos funcionários passam por treinamentos de reciclagem para o melhor aproveitamento do equipamento, melhorando a vida útil com realização de reparos preventivos.

Figura 18: Calibração de VRP



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

3.4. Perdas não físicas

3.4.1. Perdas não físicas ou aparentes

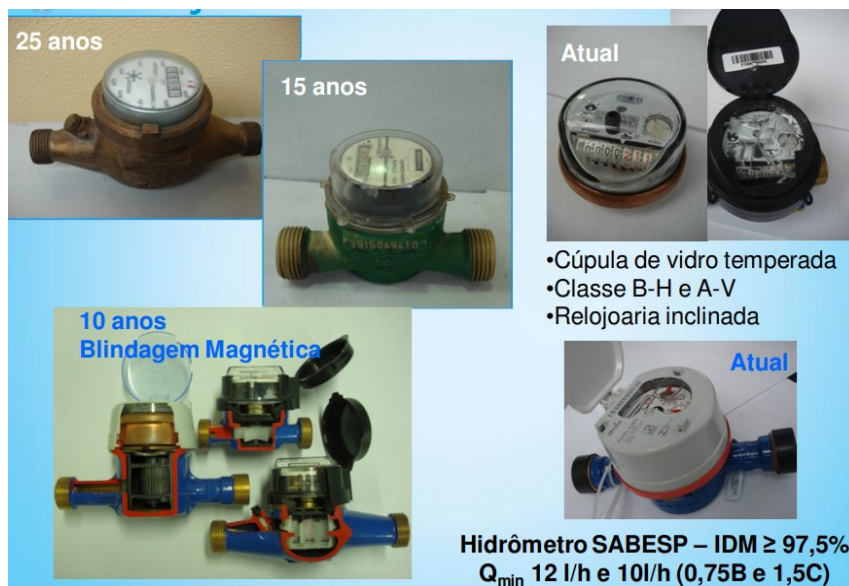
As perdas aparentes ou comerciais são os volumes de água consumidos, mas não contabilizados nem cobrados dos consumidores, sobretudo devido à submedição dos hidrômetros e/ou às irregularidades, como fraudes e furtos, ou seja, os famosos “gatos”. Do ponto de vista econômico, reduzem o faturamento da Sabesp. Por outro lado, vale destacar que o combate às perdas aparentes também tem impacto sobre o uso eficiente dos recursos hídricos pelos consumidores, uma vez que o uso sem o devido pagamento pela água acaba desmotivando o uso racional dos demais consumidores.

Portanto, o nível de perdas de água nos sistemas de abastecimento está diretamente ligado às condições da infraestrutura instalada e à eficiência operacional e comercial, sendo assim, algumas medidas para minimizar as perdas:

- **Trocas:** podem ser corretivas de hidros e/ou Gestão da hidrometria, com troca periódica dos hidrômetros.

A figura 19 mostra a evolução da hidrometria, com equipamentos modernos para melhor leitura e de formas de medição específicas para cada classe de consumo, podendo ser: residencial, comercial e industrial com cúpula de vidro dificultando manipulação do mesmo.

Figura 19: Evolução da hidrometria



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

- **Detecção de fraudes:** com equipes qualificadas e atuantes em campo para pesquisa de irregularidades/caça fraudes se faz necessário especialmente por tantas diferenças sociais, onde o crescimento descontrolado de áreas urbanas pressiona o sistema público de abastecimento, impulsionando a realização de fraudes, e o crescimento de ligações clandestinas.
- **Vistoria de Ligações:** Inativas (mínimo duas vezes ao ano).
- **Atualização:** Cadastro comercial confiável.
- **Acompanhamento:** A micromedição mensal, com análise das alterações de consumo

A Tabela 01 abaixo retrata uma sequência entre anos de 2014 a 2017 que foi bem representativo para companhia o acompanhamento da equipe especializada da Sabesp Franca/SP com trabalhos de vistorias de casos suspeitos, pós leitura mensal ou através de denúncias, são efetuadas as tratativas necessárias para conseguir obter resultados relevantes como mostra a tabela, tanto no aspecto de perda de recuso hídrico como econômico para a companhia. Além disso, é perceptível, que com decorrer dos anos, o número de fraudes diminuíram, devido as precauções, como acompanhamento de consumo, tanto de dados cadastrais, minimizando as fraudes, consequentemente as perdas.

Tabela 01: Levantamento de Vistorias irregulares da Sabesp Franca/SP

Ano	Vistorias Irregularidades			Valores Apurados	m ³ Recuperados	Litros Recuperados
	Realizadas	Fraudes	Média Mensal			
2014	1.157	831	69	R\$ 161.428,79	24.573	24.573.000
2015	993	689	57	R\$ 121.685,98	19.300	19.300.000
2016	5.387	1.043	87	R\$ 172.672,78	22.200	22.200.000
2017(*)	1.553	165	83	R\$ 47.246,73	6.641	6.641.000

Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

3.5. A necessidade de inovação e padronização dos medidores

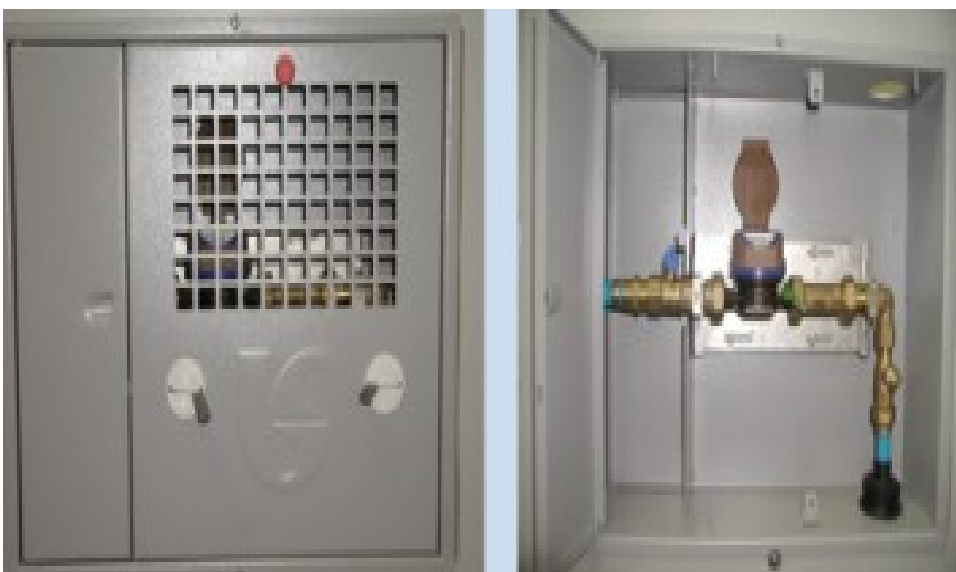
A empresa é atuante no sentido de inovar e padronizar, visando a necessidade de modernizar seu método de abastecimento, que antes era por cavalete e agora com implantação de caixa unidade de medição de água (UMA). Essa alteração melhorou tanto a qualidade do trabalho junto as profissionais da leitura, tanto a possibilidade de adulteração do medidos. A caixa padrão segue alguns critérios para sua instalação deixando do lado de fora do imóvel de frente para rua, com instrução de instalação da mesma e vistoria pós-instalada, deixando a visível, lacrada e assim impossibilitando o fraudador de manuseio do hidrômetro.

3.5.1. Ações pôs vistoria de irregularidade

É realizada análise do histórico de consumo e levantamento do prejuízo com cobrança da dívida, além da exigência da instalação da UMA com utilização de lacres.

A figura 20 retrata o modelo de unidade de medição caixa (UMA) padrão Sabesp utilizada para primeira ligação de água e solicitada a instalação da mesma após constatação de irregularidades como um dos critérios para restabelecimento de ligação, após acordo entre cliente e a Sabesp.

Figura 20: Modelo de unidade de medição caixa (UMA) padrão Sabesp



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

3.6. Fraudes mais comuns

A fraude é crime, e está sujeita a procedimentos jurídicos e processuais. O combate à fraude deve ser sistemático levando em conta denúncias e vistoria regulares, pois o relaxamento delas encoraja a atuação dos potenciais fraudadores e compromete o sucesso de todo trabalho da companhia.

A inúmeros tipos de fraudes, dependendo da ousadia do fraudador sempre com o mesmo propósito de manipular a marcação do hidrômetro, os mais comuns são:

1. O rompimento de lacres e inversão de hidrômetro;
2. Furar cúpula e inserir agulha ou outros objetos para travá-lo.

As imagens abaixo mostram como o fraudador consegue utilizando de ferramenta e/ou métodos diversos, é capaz de manipular o hidrômetro conseguindo alterar os valores de medida.

Figura 21: Tipos de fraudes mais realizadas em hidrômetros



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

3. Inserir arame através de torneiras e até mesmo retirando peças próximas ao hidrômetro, conseguindo assim impedir a rotação da turbina.

A imagem abaixo demonstra caso em que fraudador retira peças que compõe o cavalete para ter acesso ao hidrômetro e com um pedaço de arame, detém a turbina existente na parte interna do hidrômetro e travando o medidor.

Figura 21: Tipo de fraude mais realizadas em hidrômetros



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

4. O chamado by-pass é quando o fraudador localiza o tubo (ramal) utilizado para interligar rede com cavalete, adaptando peças e desviando parte ou toda a água que iria ser computada no hidrômetro.

A figura abaixo demonstra os artifícios que é utilizado para obter certa vantagem e manipular o consumo correto de residências, comercio ou indústrias.

Figura 22: Fraude tipo by-pass



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

4. IMPLANTAÇÃO DE TECNOLOGIAS PARA COMBATER PERDAS

A tecnologia sempre foi grande aliada ao combate a perdas de água, assim como, é de verdadeiro interesse da companhia se alinhar ao que a de mais moderno quando se trata de prestação de serviços de qualidade. Por esse motivo, a Sabesp sempre está presente em feiras, convenções, visando a melhoria dos serviços e a troca de experiências. Há 22 anos a Sabesp Franca conta com trabalho 24 horas de monitoramento de todo seu sistema de abastecimento, no intuito de captar água, tratar e fazer a distribuição por meio de setorização por toda a cidade, além do acompanhamento simultâneo de vazões e possíveis vazamentos, pressões em redes de distribuição e relatórios diários de vazões mínimas noturnas, são acompanhamentos que cria um banco de dados que permite criar grandes parâmetros para direcionamento de equipes de varreduras e pesquisas de vazamentos.

4.1 Métodos tecnológicos para controle de perdas

4.1.1. C.C.O (Centro de Controle Operacional).

O Centro de Controle trabalha on-line por meio de sistema supervisorio e telemetria 24 horas por dia, com acesso a todo histórico de vazões, bem como de entrada e saídas de água em reservatório, cadastros de capacidade de reservatórios, controle de setor de abastecimento, tendo base para análise do comportamento em relação a consumo diário de forma individual de cada setor de abastecimento.

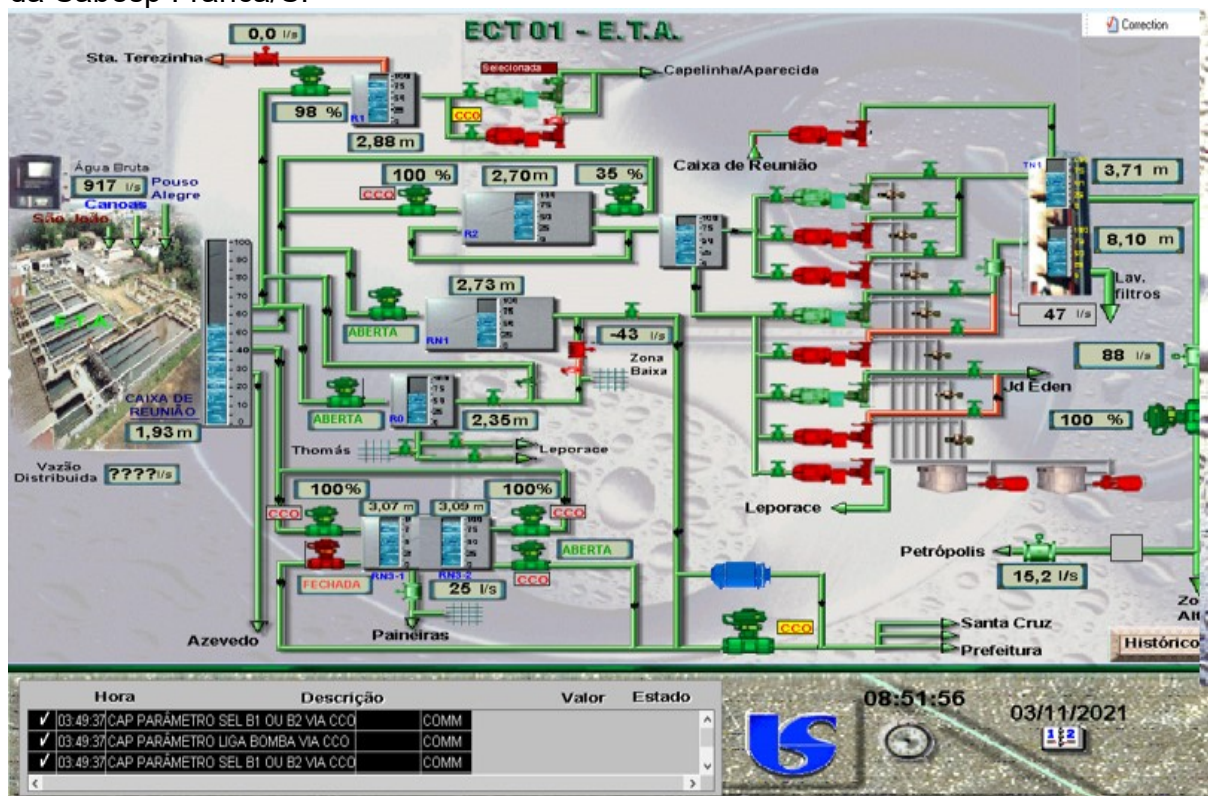
O Centro de Controle de Operação da Sabesp de Franca/SP com uso da tecnologia visando a melhor forma de fazer a distribuição de sua água tratada, faz o controle do município de Franca/SP e mais 14 cidades da região e seus distritos.

O colaborador responsável tem autonomia realizar comandos a distância e instantâneos de entradas e saídas de reservatórios, melhorando assim o serviço prestado e antecipando possíveis erros como desabastecimento ou extravasamentos de reservatórios, além do acompanhamento da pressão de redes de distribuição em tempo real, interrupção do abastecimento por problemas de paradas de equipamentos ou falta de energia elétrica, e ainda, poderá solicitar a intervenção de equipes especializadas de manutenção para restabelecer as condições de funcionamento. Além disso tudo, conta com a área de perdas, onde é mantido um boletim diário com

vazões mínimas noturnas, dando instruções e mapeando áreas de possíveis vazamentos.

A imagem abaixo retrata tela inicial do supervisório com acompanhamento instantâneo das vazões de entrada de água bruta na estação de tratamento e início de distribuição de água.

Figura 23: Tela do sistema de supervisão do Centro de Controle de Operações - C.C.O da Sabesp Franca/SP



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

4.1.2. Inteligencia artificial para combate de perdas

A Sabesp Franca/SP visando melhoria do uso das tecnologias disponíveis, vem incorporando em pesquisas de vazamentos, equipamentos de última geração, por meio de parcerias com empresas especializadas, gerando benefícios a curto e longo prazo, tanto econômicos quanto ambientais.

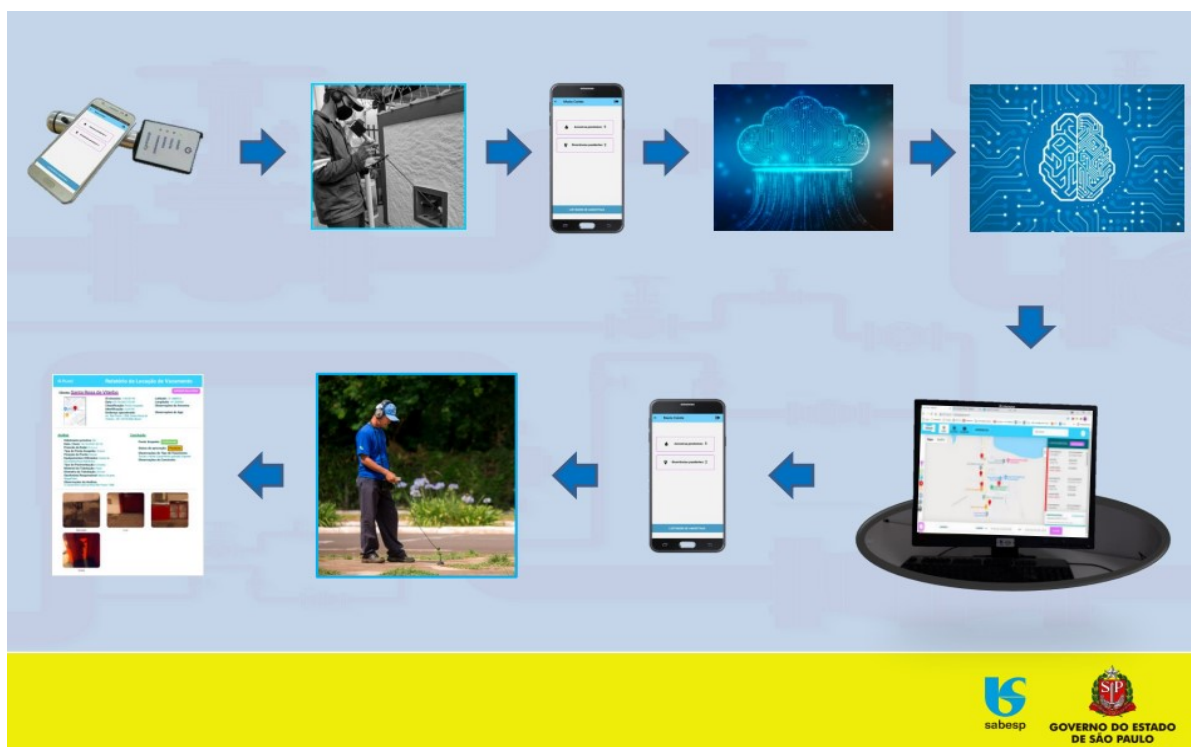
A utilização de equipamentos modernos pode levar a maior rapidez em levantamentos de pesquisa em campo e com grau de acertabilidade satisfatório, otimizando os trabalhos, auxiliando a equipe de geofonistas a mapear e diminuir a margem de erro de retrabalhos.

Os aparelhos que tem tecnologia de Inteligência Artificial, geralmente contem Haste, fone e sistema de coleta de ruidos por meio de aplicativo, filtros, e coleta de dados em nuvem, histórico de rotas por meio de (GPS) e lista para cadastro com pontos suspeitos, local do vazamento, intensidade de vazamento e tipo de material integrados em sistema de gestão. Oferecendo a possibilidade ferramentas de controle de quantidade e qualidade, levando a decisões e escolhas mais acertivas e lucrativas.

4.1.2.1. Etapas para adoção de inteligência artificial

Para adoção da Inteligência artificial para sistemas de controle é necessário: a sincronização via *wi-fi* ou dados móveis, fornecimento de dados pessoais do responsável pela coleta, contato direto com o objeto de coleta (no caso cavalete ou hidrômetro), classificação de suposto ponto suspeito de vazamento ou irregularidade, armazenamento de informações coletadas em nuvem, mapeamento de dados coletados para sistema informatizado com relatórios, classificação de coletas e grau de intensidade de vazamento liberação para técnico em geofonamento fazer confirmação com a localização de ponto feito por GPS, além do cadastro de todas a informação coletada e agendamento de tratativas.

Figura 24: Passo a passo da utilização do sistema que adota IA da Sabesp Franca/SP



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

A Figura 24 retrata o passo a passo da utilização do sistema por meio de haste de escuta desde a sincronização do aparelho, coleta, armazenamento de dados classificação e apontamento de ponto suspeito com programa de inteligência artificial.

Já a Figura 25 mostra o trabalho realizado na cidade de Buritizal/SP, cidade da regional de Franca/SP, com o mapeamento por meio de GPS da area coletada, e pontos suspeitos de vazamentos ou irregularidades na cidade pesquisada, mostrando pelos pontos vermelhos da imagem à direita quais foram os pontos identificados e qual o status da ocorrência.

Figura 25: Trabalho que utilizou IA na Sabesp Buritizal/SP



Fonte: Arquivo Interno Sabesp Franca/SP.

5. CONCLUSÃO

As perdas de água não se apresentam apenas como um problema técnico e econômico, restrito à esfera de atuação de uma companhia local ou regional de abastecimento de água. A questão objeto deste trabalho tem complicações maiores, com repercussões que podem gerar impacto em diversos aspectos, como político, econômico, social, tecnológico, legal e ambiental.

Ainda, gerenciar e reduzir perdas não é um problema somente da Sabesp Franca/SP, quiçá um problema nacional, como também mundial, visto diversos estudos internacionais, tampouco de fácil solução. É visto que todo sistema de água no mundo tem um certo volume de perdas reais, porém, também é sabido e comprovado que as perdas reais podem ser administradas de forma que fiquem dentro dos limites econômicos e ambientais aceitáveis. Como corrobora Moll (2019), os volumes de perda de água em um sistema de abastecimento de água também interagem em um contexto econômico da região e/ou país, visto que, para minimizar se torna necessário dimensionar captações, adutoras, ETA, reservatórios e redes de distribuição para um volume superior ao demandado pelo consumo dos usuários, além da adoção de tecnologia de ponta para diminuição de perdas visíveis e não visíveis.

Pelo estudo de caso, a Sabesp Franca/SP conseguiu na maior parte do tempo avaliar o sistema e implantar de forma planejada as ações para controle de perdas de água, agindo de forma sistemática, com apresentação de resultados reais e perceptíveis á todos os *stakeholders*. Além de investir continuamente em qualidade do serviços prestados, reciclagem dos colaboradores e treinamento com certificações e investimentos contínuos, principalmente em tecnologia de ponta.É visível o êxito, principalmente quando se analisa a Tabela 1 deste estudo, em que o número de perdas caiu de forma significativa entre os anos analisados.

Com todo trabalho desenvolvido, a Sabesp Franca/SP conseguiu minimizar o máximo possível as crises de desabastecimento. A meta do Programa de Perdas é atingir, até dezembro de 2022, o índice de perdas diárias comparável a sistemas de abastecimento de países desenvolvidos.

Algumas limitações do estudo são que o estudo foi direcionado para a Unidade da Sabesp do Município de Franca/SP. Para futuros trabalhos, é desejável realizar mais

estudos em unidades e/ou companhias de saneamento básico distintas ou até mesmo a análise comparativa dos sistemas de abastecimento entre países.

O presente estudo poderá contribuir para que novos estudos sejam realizados, possibilitando, assim, uma melhor compreensão e relevância das perdas do sistema de abastecimento tanto no aspecto ambiental, legal e econômico. É de suma importância o desenvolvimento de pesquisas que aprofundem as perdas nos sistemas de abastecimento com crises hídricas e questões ambientais.

REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018**: informe anual. Brasília: ANA, 2018.

CAROZZI, Eric Cerqueira. Avaliação de modelo para determinação do nível econômico de perdas de água como referência para o estabelecimento de metas/2020.

EOS. **Perdas De Água: Desafios Para Expansão Do Saneamento**. s/d. Disponível em: <<https://www.eosconsultores.com.br/perdas-de-agua-estudo-2019/#:~:text=As%20perdas%20de%20%C3%A1gua%20em,3%25%20de%20perdas%20no%20pa%C3%ADs>>. Acesso em 10 dez.2022.

GUPTA, A.; KULAT, K. D. A Selective Literature Review on Leak Management Techniques for Water Distribution System. **Water Resources Management**, v. 32, n. 10, p. 3247–3269, 2018.

MOLL, Anna Carolina Bonilauri. **Nível econômico de perdas em sistemas de abastecimento de água por distrito de medição e controle**. Curitiba, 2019.

PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA. **Franca/SP alerta para risco de falta d'água com chuvas 66% abaixo da média e queda em vazão de rios. Publicado em 07/05/2021**. Disponível em: <<https://tratamentodeagua.com.br/franca-sp-falta-dagua-chuvas-abaixo-media-rios/>>. Acesso em 01 nov. 2022.

MPMT. **O impacto das perdas de água**. Publicado em Portal do Saneamento Básico, na data 09 de novembro de 2020. Disponível em: <<https://www.mpmt.mp.br/portalcas/news/732/93477/o-impacto-das-perdas-de-agua/5>>. Acesso em 01 dez. 2022.

SABESP. **Sistema de Acompanhamento das Ações de Redução de Perdas**. São Paulo: Sabesp, 2019.

TARDELLI FILHO, Jairo. **Controle e Redução de Perdas**. In: TSUTIYA, Milton Tomoyuki. Abastecimento de água. 4. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. Cap. 10. p. 457-525.