

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E SANEAMENTO

LUIS OTÁVIO DO AMARAL MARQUES

**Plataforma digital de *benchmarking* para controle de perdas  
em sistemas de abastecimento de água**

Versão Corrigida

São Carlos  
2021

LUIS OTÁVIO DO AMARAL MARQUES

**Plataforma digital de *benchmarking* para controle de perdas  
em sistemas de abastecimento de água**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento do Departamento de Hidráulica e Saneamento.

Orientador: Prof. Dr. Tadeu Fabrício Malheiros

São Carlos

2021

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues  
Fontes da EESC/USP

M357p

Marques, Luis Otávio do Amaral

Plataforma digital de *benchmarking* para controle de perdas em sistemas de abastecimento de água / Luis Otávio do Amaral Marques; orientador Tadeu Fabrício Malheiros. -- São Carlos, 2021.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento e Área de Concentração em Hidráulica e Saneamento -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2021.

1. *Benchmarking*. 2. Saneamento. 3. Perdas de água. 4. Indicadores de desempenho. 5. Plataforma digital.  
I. Título.

Elaborado por Elena Luzia Palloni Gonçalves – CRB 8/4464

## FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Engenheiro **LUÍS OTAVIO DO AMARAL MARQUES**.

Título da dissertação: "Plataforma digital de Benchmarking para controle de perdas em sistemas de abastecimento de água".

Data da defesa: 15/09/2021.

### Comissão Julgadora

### Resultado

Prof. Associado **Tadeu Fabricio Malheiros**  
**(Orientador)**  
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC-USP)

APROVADO

Prof. Dr. **Erich Kellner**  
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

APROVADO

Profa. Dra. **Rebecca Moreira Dziedzic**  
(Concordia University)

APROVADO

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento:

Prof. Dr. **Luiz Antonio Daniel**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:  
Prof. Titular **Murilo Araujo Romero**

## **DEDICATÓRIA**

À minha avó, Corina Caçapava do Amaral.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Tadeu Fabrício Malheiros, pela oportunidade de desenvolvimento deste projeto e por ter me envolvido em tantas outras atividades que contribuíram e contribuem para minha formação pessoal e profissional.

Aos membros do Núcleo de Pesquisa e Extensão em Sustentabilidade e Saneamento, por terem colaborado diretamente com esta pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo financiamento do presente projeto (Processo 88887.339547/2019-00).

A todos os competentes professores e colaboradores do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC – USP), especialmente os que se dedicam ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento (PPGSHS), por toda a aprendizagem e infraestrutura oferecidas a fim de viabilizar a execução deste estudo.

Por último, mas não menos importante, à minha família e amigos, pelo constante e presente apoio às minhas intenções e decisões.

„Phantasie ist wichtiger als Wissen.  
Wissen ist begrenzt,  
Phantasie aber umfaßt die ganze Welt.“  
Albert Einstein

## RESUMO

MARQUES, L.O.A. **Plataforma digital de benchmarking para controle de perdas em sistemas de abastecimento de água.** Dissertação de Mestrado em Ciências: Engenharia Hidráulica e Saneamento – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2021.

O Brasil é um país que ainda carece de serviços adequados de saneamento básico para a sua população. As elevadas perdas de água, às quais recentemente se deu destaque no Novo Marco Regulatório do setor, acabam por encarecer as tarifas, dificultando o acesso ao serviço, além de comprometer os recursos hídricos, exigindo deles muito além do demandado para o consumo da população. Atualmente as perdas de água no Brasil estão em um patamar de, aproximadamente, 40%. Isso representa bilhões de reais sendo desperdiçados por ano por conta da ineficiência dos sistemas atuais, o que gera urgência na adoção de medidas de gestão que possam minimizar esses índices. Uma ferramenta adotada por muitos países referências em serviços de saneamento é o *benchmarking*. Essa prática permite que, através da comparação entre processos e indicadores das prestadoras de serviço, haja uma melhoria de desempenho dessas organizações, gerando conseqüente aperfeiçoamento dos serviços oferecidos à população. A prática é, inclusive, regulamentada por legislação vigente em algumas localidades. Sua efetiva aplicação no setor de saneamento no Brasil tem como desafio o desenvolvimento de ferramentas mais acessíveis, especialmente as que apresentam baixo custo e facilidade operacional. Além disso, é necessário fortalecer a percepção da importância do processo de *benchmarking* frente às operadoras e agências reguladoras, destacando-se melhoras em aspectos de transparência e credibilidade decorrentes de seu uso. Assim, esta pesquisa teve como objetivo o desenvolvimento de uma plataforma digital de *benchmarking* para controle de perdas em sistemas de abastecimento de água. Para tal, foi realizado um projeto executivo dividido em três etapas, contando com um pré-projeto e mais cinco módulos de atividades de pesquisa e desenvolvimento. Esse processo se deu de maneira participativa, destacando-se a avaliação por parte dos potenciais usuários de seus aspectos funcionais como facilidade e interatividade. Foi possível obter uma ferramenta dinâmica dotada de indicadores de perdas de água e que possibilita comparar as práticas de combate às perdas adotadas pelas prestadoras de serviço das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. A versão final da plataforma de *benchmarking* foi submetida a registro de produto e será, posteriormente, disponibilizada gratuitamente às prestadoras de serviço da região para ser utilizada no combate às perdas e na página da Universidade de São Paulo, como apoio às pesquisas do setor.

**Palavras-chave:** *Benchmarking*. Saneamento. Perdas de água. Indicadores de desempenho. Plataforma Digital.

## ABSTRACT

MARQUES, L.O.A. **Digital benchmarking platform for loss control in water supply systems.** Dissertation submitted to the School of Engineering of São Carlos, University of São Paulo, in order to obtain the title of Master of Science in Hydraulic Engineering and Sanitation. São Carlos, 2021.

Brazil is a country that still lacks adequate water treatment and sanitation services for its population. The high levels of water losses, recently highlighted in the new Brazilian Law 14.026/2020 for the sector, make tariffs more expensive, which could make access to these services difficult. It can also damage the water resources, demanding from them much more than what is required for the population's consumption. Currently, water losses in Brazil are approximately 40%. This represents billions of reais being wasted every year due to the inefficiency of current water systems, which makes it urgent to adopt management measures that can minimize these rates. Benchmarking is a management tool adopted by many countries in their water supply systems. This practice allows that, through the comparison between processes and key performance indicators from water utilities, there is an improvement in the performance of these organizations, improving the services offered to the population. The practice is even regulated by the current legislation in some of these locations. Its effective application in the water industry in Brazil requires development of more accessible tools, especially those with low cost and operational ease. In addition, it is necessary to strengthen the perception of the importance of the benchmarking process with water utilities and regulatory agencies, highlighting gains in transparency and credibility resulting from its use. Thus, this research aimed to develop a digital benchmarking platform to control losses in water supply systems. To this end, an executive project was planned, divided into three stages, with a pre-project and five modules of research and development activities. This project was made in a participatory way, with evaluations from potential users of its functional aspects such as ease and interactivity. It was possible to obtain a dynamic tool containing indicators of water losses and which makes it possible to compare the practices to combat losses adopted by water utilities in the hydrographic basins of the Piracicaba, Capivari and Jundiaí rivers. The final version of the benchmarking platform was submitted for product registration and will later be made available free of charge to service providers in the region to be used to avoid water losses and on the University of São Paulo website, as a support for researchers.

**Keywords:** *Benchmarking*. Water Supply System. Water losses. Key Performance Indicators (KPIs). Digital Platform.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA .....	9
2. OBJETIVOS .....	12
3. REVISÃO DA LITERATURA .....	13
3.1. O SANEAMENTO NO BRASIL E NO MUNDO .....	13
3.2. INDICADORES DE DESEMPENHO E DE PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....	20
3.3. <i>BENCHMARKING</i> : O QUE É (OU MAIS IMPORTANTE: O QUE NÃO É) .....	29
4. METODOLOGIA .....	36
5. PROJETO EXECUTIVO .....	42
5.1. PRÉ-PROJETO: DEFINIÇÃO DA ABRANGÊNCIA TERRITORIAL.....	42
5.2. MÓDULO I: PANORAMA DE MODELOS JÁ UTILIZADOS NACIONAL E INTERNACIONALMENTE E ESTRUTURAÇÃO OPERACIONAL DO PROTÓTIPO .....	46
5.2.1. PAÍSES BAIXOS.....	46
5.2.2. ALEMANHA.....	48
5.2.3. PORTUGAL .....	50
5.2.4. ÁUSTRIA .....	51
5.2.5. DINAMARCA .....	53
5.2.6. CANADÁ.....	54
5.2.7. ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA .....	56
5.2.8. EUROPA.....	56
5.2.9. APLICAÇÃO EM NÍVEL GLOBAL.....	58
5.2.10. PANORAMA BRASILEIRO E PERSPECTIVAS.....	61
5.2.11. DEFINIÇÃO DA ESTRUTURA DA PLATAFORMA DESENVOLVIDA .....	63
5.2.12. INFLUÊNCIA DA ADOÇÃO DO <i>BENCHMARKING</i> NAS PERDAS DE ÁGUA DOS PAÍSES REFERÊNCIA .....	69
5.3. MÓDULO II: DEFINIÇÃO DAS MÉTRICAS DO PROTÓTIPO E DOS MUNICÍPIOS PARTICIPANTES .....	71
5.3.1. DEFINIÇÃO DOS INDICADORES DE PERDAS DA PLATAFORMA .....	71
5.3.2. DEFINIÇÃO DAS MÉTRICAS QUALITATIVAS DA PLATAFORMA .....	77
5.3.3. DEFINIÇÃO DOS MUNICÍPIOS NAS SEÇÕES E DOS FATORES DE INFLUÊNCIA .....	81
5.4. MÓDULO III: DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO .....	87
5.4.1. INTERFACE FIXA .....	87
5.4.2. SEÇÃO INÍCIO.....	90
5.4.3. SOBRE O PROJETO.....	91
5.4.4. SEÇÃO QUANTITATIVA .....	92
5.4.5. SEÇÕES QUALITATIVAS .....	94
5.4.6. SEÇÕES DE ANÁLISE INTEGRADA.....	98
5.4.7. CADASTRAMENTO DE NOVOS DADOS.....	103
5.4.8. MANUAL DO USUÁRIO – SEÇÃO AJUDA .....	105
5.4.9. BASE DE DADOS .....	106
5.4.10. SEÇÕES DE TABELAS DINÂMICAS PARA PROCESSOS E PRÁTICAS..	108
5.4.11. MAPAS E INFORMAÇÕES DE PERDAS POR REGIÃO BRASILEIRA .....	109

5.4.12. CONSIDERAÇÕES ACERCA DO DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO .....	111
5.5. MÓDULO IV: TESTES DE APROVAÇÃO DO PROTÓTIPO POR AGENTES DO SETOR .....	112
5.5.1. <i>WORKSHOP</i> PILOTO NUPS .....	112
5.5.2. <i>FEEDBACKS</i> E ALTERAÇÕES REALIZADAS .....	113
5.5.3. <i>WORKSHOP</i> USP PCJ .....	115
5.5.4. <i>FEEDBACKS</i> E ALTERAÇÕES SUGERIDAS .....	123
5.6. MÓDULO V: FINALIZAÇÃO DA PLATAFORMA .....	130
5.6.1. SEÇÃO QUANTITATIVA .....	130
5.6.2. SEÇÕES QUALITATIVAS .....	134
5.6.3. SEÇÕES DE ANÁLISE INTEGRADA .....	135
5.6.4. CADASTRAMENTO DE NOVOS DADOS .....	136
5.6.5. MANUAL DO USUÁRIO – SEÇÃO AJUDA .....	137
5.6.6. VANTAGENS E LIMITAÇÕES DA VERSÃO FINAL DA PLATAFORMA ..	139
5.6.7. REGISTRO, DISPONIBILIZAÇÃO E PERSPECTIVAS DE USO DO PRODUTO .....	142
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	144
REFERÊNCIAS .....	146

## 1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

No ano de 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) reuniu líderes de Estado de 193 países para adotar uma agenda internacional, baseada na adoção de políticas públicas, a fim de se aumentar a qualidade de vida em nível mundial, gerando resultados que trouxessem maior dignidade às vidas humanas. Foram estabelecidos, então, os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), gerando comprometimento desses países em atingi-los até o ano de 2030. Um deles foi introduzido tendo-se ciência da carência de água potável e serviços de esgotamento sanitário em nível mundial e da sua importância para a saúde e o bem-estar humano: "Assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e saneamento para todos" (ONU, 2015).

Cerca de um terço da população mundial em 2017 (2,2 bilhões de pessoas) carecia de serviços de água potável gerenciados de forma segura (UNICEF; OMS, 2019). Segundo Lima (2001), é sintomático que o consumo de água doce no planeta aumente em nível superior ao crescimento populacional. No século XX, no entanto, a população mundial aumentou quatro vezes, enquanto o consumo de água cresceu sete vezes.

O Brasil é um país que possui, sozinho, cerca de 12% das reservas de água doce superficial do planeta (ANA, 2019); com uma disponibilidade hídrica *per capita* de 33 mil m<sup>3</sup>/hab/ano, é considerado um país rico nesse sentido (ANA, 2005). Porém, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2018), no ano de 2018 cerca de 24,5 milhões de pessoas (o que representa 11,7% da população do país) não dispunham diariamente de água tratada. Em regiões mais desfavorecidas economicamente, como o Norte brasileiro, esse número passa a ser 42,5%, enquanto na região mais rica do país, sudeste, essa parcela é de 8,7%.

Os altos índices de perdas de água no Brasil é um dos fatores responsáveis por ainda se falar em população sem atendimento de água potável nesse país cujo potencial hídrico é tão grande. O índice de perdas de faturamento brasileiro de 39,2% (SNIS, 2017) é superior ao de países muito pobres como Senegal (33,2%), Uganda (33,5%) e Etiópia (38,0%). Isso impacta, também, na expansão de serviços de esgotamento sanitário no país, devido ao aumento nos custos de operação e perdas de receita das instituições (ITB, 2019).

---

Segundo o CEBDS (2018), uma simples redução de 10% das perdas físicas de água tratada do país acarretaria em uma economia de 1,3 bilhão de reais, considerando um valor médio de custos, o que representa quase metade do investimento brasileiro total em abastecimento de água no ano de 2010. Na cidade de São Paulo, por exemplo, cerca de 250 milhões de reais são aplicados anualmente para diminuir as perdas, mas esse valor ainda é insuficiente frente à necessidade de reparos. Por isso, as perdas de água dos sistemas de abastecimento têm sido cada vez mais objetos de atenção dos agentes do setor.

O Novo Marco Legal do Saneamento Básico, Lei 14.026/2020, estabelece em seu artigo 11, “a inclusão, no contrato, das metas progressivas e graduais de expansão dos serviços, de redução progressiva e controle de perdas na distribuição de água tratada” (BRASIL, 2020), caracterizando, assim, a questão das perdas de água como um dos principais desafios referentes à expansão das redes de distribuição de água no país.

Sabe-se que uma rede de distribuição de água sem perdas não é algo viável tecnicamente e economicamente, mas concentrar esforços para que haja um limite nos volumes de perdas é tarefa possível e benéfica para a sociedade como um todo (ITB, 2019). Ainda segundo a pesquisa do Instituto Trata Brasil (2019), algumas cidades brasileiras são referência nesse aspecto, como Campinas que possui um índice de perdas de faturamento de 13,0%, mantendo-se à frente de capitais como Estocolmo (15,0%), Helsinque (17,0%), Oslo (22%) e Londres (24%). Assim, pode-se dizer que esse índice de perdas de água desse município é um *benchmark*.

A adoção de práticas de organizações cujos índices de desempenho são superiores por aquelas que possuem índices não tão satisfatórios pode e deve ser considerada como um potencial caminho para o seu aperfeiçoamento. Esse processo, inclusive, já é feito em escala mundial, o qual é denominado *benchmarking* (PETENATE, 2019).

No que se refere aos índices de perdas de águas em sistemas de abastecimento, tanto as perdas físicas como as de faturamento, o compartilhamento de informações das prestadoras de serviço é considerado importante instrumento de gestão em países que adotam a prática, uma vez que influenciam diretamente nas tomadas de decisão e podem ser efetivos na redução desses índices.

Portugal, Áustria e Canadá são exemplos de locais que já implementaram o *benchmarking* em suas prestadoras de serviço, visando à melhoria contínua de suas

---

atividades. Em algumas entidades, inclusive, essa ferramenta é utilizada em níveis regionais e mundiais, como a Fundação Europeia de Cooperação em *Benchmarking* (EBC) e a plataforma IBNET do Grupo Banco Mundial - IBRD (EUREAU, 2015).

Há países em que a prática de *benchmarking* aplicada ao saneamento é mandatória - Países Baixos (BRAADBAART, 2007), enquanto há locais em que sua adoção é voluntária, mas recomendável por parte do governo - Alemanha (VEWSAAR, 2017). A confidencialidade dos dados pode ser tratada como sigilosa - Estados Unidos (AWWA, 2020) ou aberta ao público - Dinamarca (DANVA, 2017). Além disso, o serviço pode ser ora custeado pelas próprias prestadoras de serviço participantes - Áustria (NEUNTEUFEL, 2017), ora pelo Estado - Portugal (ERSAR, 2020). De qualquer forma, o Brasil é um país que carece de iniciativas de *benchmarking* no setor de saneamento, as quais podem acarretar em grandes melhorias nos serviços prestados, especialmente no que se refere ao controle de perdas em sistemas de abastecimento de água (SANTI, 2018).

Assim, faz-se necessário o reconhecimento da possibilidade de se obter melhorias de desempenho nesse aspecto através da adoção de práticas de *benchmarking*, as quais incluem investimentos em tecnologia e inovação, que permitam o desenvolvimento de ferramentas digitais de compartilhamento de informações relativas a indicadores de desempenho e práticas de controle de perdas.

Mas qual seria a melhor maneira de se estruturar uma plataforma de controle de perdas? Quais seriam suas contribuições para a questão e suas limitações operacionais? Sua estrutura seria adequada perante os agentes do setor?

As respostas para as questões acima propostas foram obtidas nas diferentes etapas do desenvolvimento dessa ferramenta, a qual foi testada, apresentada às partes interessadas, além de se ter procedido com seus procedimentos de registro e, posterior, disponibilização *online* no *site* da Universidade.

Além disso, a partir da apresentação da ferramenta e de suas potenciais contribuições para os agentes da região para a qual ela foi estruturada, foram aprovados recursos para se desenvolver um curso de capacitação para municípios da região em questão, envolvendo a utilização da plataforma. Assim, pode-se destacar como contribuição científica o incentivo a investimentos em tecnologia e informação na questão das perdas de água, além da aplicação do *benchmarking* no setor, aproximando-se mais dos países referência na área.

---

## 2. OBJETIVOS

O objetivo principal da presente pesquisa foi desenvolver uma plataforma digital de *benchmarking* para controle de perdas em sistemas de abastecimento de água, na qual constassem indicadores desempenho e práticas de combate às perdas, a ser utilizada por prestadoras de serviço atuantes em bacias hidrográficas que se mostrem relevantes no contexto brasileiro.

Para isso, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Definição do recorte territorial a ser abrangido pela ferramenta bem como dos aspectos funcionais e das métricas qualitativas e quantitativas mais adequadas para constar na plataforma com base em pesquisa bibliográfica abrangendo modelos de *benchmarking* já aplicados no setor de saneamento que se mostraram bem sucedidos em nível anternacional.

- Desenvolvimento do protótipo da ferramenta, nos seus aspectos técnicos e operacionais: implementação de rotinas de programação, *layout* interativo e testes de compatibilidade com diferentes sistemas operacionais.

- Realização de testes na ferramenta por agentes do setor atuantes no contexto local escolhido e obtenção de *feedbacks* quanto ao uso da plataforma.

- Incorporação de mudanças sugeridas que se mostraram viáveis operacionalmente, além de procedimentos de registro e posterior disponibilização da ferramenta no site da Universidade para ser utilizada para fins acadêmicos, servindo como incentivo também para as prestadoras de serviço adotarem o *benchmarking* como técnica de gestão para auxílio na tomada de decisão.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1. O SANEAMENTO NO BRASIL E NO MUNDO

O saneamento ambiental é um importante termo que pode ser definido como "o conjunto de medidas que visam a preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde, melhorando a qualidade de vida da população." (ITB, 2012). Possui relação direta com a salubridade ambiental e com a saúde pública, uma vez que visa a alcançar um ambiente com condições favoráveis à saúde de seus indivíduos. Inclui questões de preservação ambiental, tais como qualidade do ar, da água, do solo, destinação de resíduos sólidos, impactos e educação ambiental (AQUINO, 2014).

Já o saneamento básico, refere-se ao acesso aos serviços mais fundamentais do saneamento ambiental, para que se garanta condições mínimas que protejam a saúde pública, especialmente de doenças de veiculação ambiental. Assim, pode-se entendê-lo como "a prevenção de doenças por eliminação ou controle dos fatores ambientais que formam os elos da cadeia de transmissão" (EHLERS, 1961, p. 1). A Lei Federal 11.445/2007 define saneamento básico como:

O conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

- a) Abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição,
- b) Esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente,
- c) Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas,
- d) Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas (BRASIL, 2007a).

---

Essa mesma regulamentação estabelece que é de competência comum da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios a promoção de programas que visem à expansão e à melhoria do saneamento básico no país, sendo necessária e desejável uma ação integrada das três esferas de poder para tal. Da mesma forma, é determinado pela Constituição vigente que sejam produzidos Planos Municipais de Saneamento Básico, importantes instrumentos de planejamento de serviços do setor, a serem elaborados individualmente por cada município. Nesses planos devem constar os objetivos e metas nacionais e regionais do setor, com programas e ações concretas a serem adotados, devendo ser revisados a cada quatro anos (ITB, 2012).

Dá-se o nome de prestadoras de serviço às organizações responsáveis por serviços como o de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no Brasil. Elas classificam-se como companhias regionais/estaduais (públicas, privadas ou de economia mista), autarquias municipais (entidades públicas com autonomia jurídica, administrativa e financeira) ou de administração municipal direta, através de departamentos de secretarias municipais (FUNASA, 2001). Segundo o Sistema Nacional de Informações de Saneamento - SNIS (2017), cerca de 70% dos municípios brasileiros são atendidos por prestadoras de serviço do tipo regional pública.

Atuam, também, no setor de saneamento básico os órgãos ou entidades reguladoras, cujo objetivo é, nos termos do artigo 22 da Lei Federal 11.445/2007:

Estabelecer padrões e normas para a adequada prestação dos serviços e para a satisfação dos usuários, garantir o cumprimento das condições e metas estabelecidas nos contratos e planos de saneamento, prevenir e reprimir o abuso do poder econômico e definir tarifas que assegurem tanto o equilíbrio econômico e financeiro dos contratos como a modicidade tarifária (BRASIL, 2007a).

Ademais, pode-se citar o Ministério Público e os Comitês de Bacia Hidrográfica como agentes operantes nesse setor. O Ministério Público é um órgão que pode atuar no saneamento básico não somente em defesa daqueles que consomem esses serviços, mas também enquanto agente de defesa do meio ambiente. Já os Comitês de Bacia Hidrográfica, com suas atribuições de caráter normativas, consultivas e deliberativas, têm a função de integrar as ações governamentais de todas as esferas, de modo a garantir a utilização racional e sustentável dos recursos hídricos (ITB, 2012).

---

Rubinger (2008) aponta que, embora o saneamento básico se refira às quatro esferas citadas anteriormente (tratamento e distribuição de água, coleta e tratamento de esgotos, recolhimento e destinação adequada de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais urbanas), há diferentes percepções do significado desse termo por parte de diferentes setores.

É recorrente no Brasil, por exemplo, que a mídia ou até mesmo instituições do próprio setor utilize "saneamento (básico)" como sinônimo de esgotamento sanitário, uma das quatro esferas do saneamento, como por exemplo: "O nível e a velocidade de expansão do saneamento básico têm sido inferior à oferta de outros serviços públicos como rede geral de água, coleta de lixo e eletricidade" (NERI, 2007, p. 5). No trecho fica claro que o autor desconsiderou os serviços públicos de água e coleta de lixo como partes constituintes do saneamento básico, contrariando a definição trazida pela Lei Federal anteriormente citada.

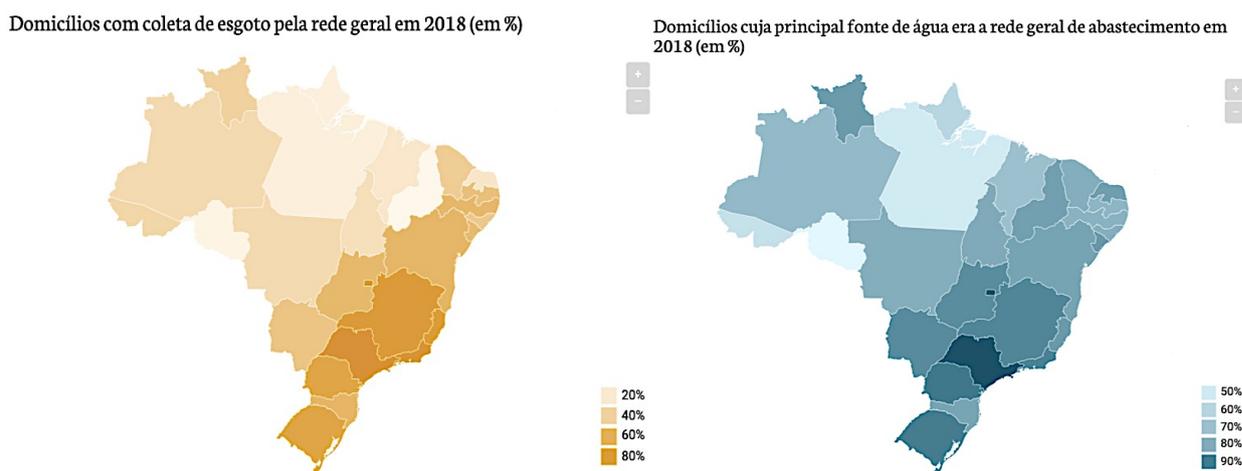
Um motivo mencionado por Rubinger (2008) pelo qual essa associação errônea é feita refere-se à tradução literal das falsas cognatas "*sanitation*" e "*saneamiento*", do inglês e do espanhol. Nesses idiomas, os termos de fato referem-se apenas a serviços de esgotamento sanitário, gerando confusão e equívoco na conversão de textos desses idiomas para o português (VALENTE, 2006; PNUD, 2006; ONU-BRASIL, 2006).

É comum, no entanto, que em diferentes abordagens do tema saneamento básico no Brasil, incluindo publicações acadêmicas, haja ênfase nas esferas de tratamento e distribuição de água e de coleta e tratamento de esgotos (OPAS, 2000; MOREIRA, 1996; JUSTO, 2004; TV GLOBO, 2005; WHO, 2006; MENDONÇA e MOTTA, 2005; NERI, 2007). Essas esferas são de importância inquestionável para a saúde pública e, embora sejam serviços obrigatórios previstos por lei no país, grande parte da população ainda carece deles.

Segundo o IBGE (2019), cerca de 24,5 milhões e meio de pessoas (que residem em 11,7% dos domicílios brasileiros) não dispõem diariamente de água tratada e mais de 70 milhões (habitantes de 33,7% dos domicílios) não possuem acesso a serviços de coleta e tratamento de esgoto sanitário. Além disso, há uma grande disparidade regional entre os níveis de acesso a esses serviços. Na região Norte, por exemplo, há estados como Pará e Rondônia, que possuem taxa de atendimento pela rede de abastecimento de água menor que 50% e, em se tratando da rede de esgoto, esse percentual cai para cerca de 20%. Enquanto nos estados das

regiões Sul e Sudeste, como São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, esses percentuais chegam a mais de 90% para serviços de água e 80% ou mais para serviços de esgotamento sanitário. Esse panorama de acesso a serviços de saneamento por estado pode ser observado nas Figuras 1 e 2.

Figuras 1 e 2 - Porcentagem de domicílios por estado brasileiro com redes coleta de esgoto e de abastecimento de água



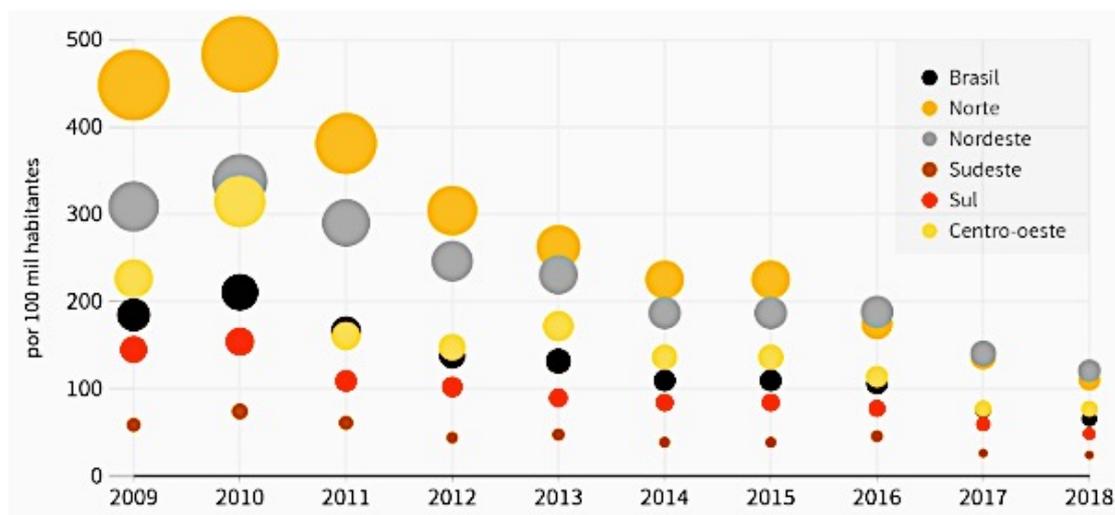
Fonte: IBGE, 2018.

É, portanto, urgente a adoção de políticas públicas efetivas que garantam a expansão do acesso de todos aos serviços de água e esgotamento sanitário, usualmente apresentada na literatura como "universalização do saneamento".

Segundo Teixeira (2014), as doenças relacionadas à deficiência de saneamento básico adequado no Brasil foram responsáveis por, em média, 13.449 óbitos por ano no país entre os anos de 2001 e 2009. Nesse período, foram observadas aproximadamente meio milhão de consultas e mais de 750 mil internações hospitalares relacionadas a doenças de notificação compulsória associadas ao saneamento, como a dengue, a hepatite, esquistossomose e a leptospirose, resultando em uma despesa total de 2,141 bilhões de reais no período.

A Figura 3 apresenta as taxas de internação por carência de saneamento básico no Brasil, por região e em média como um todo, no período de 2009 a 2018.

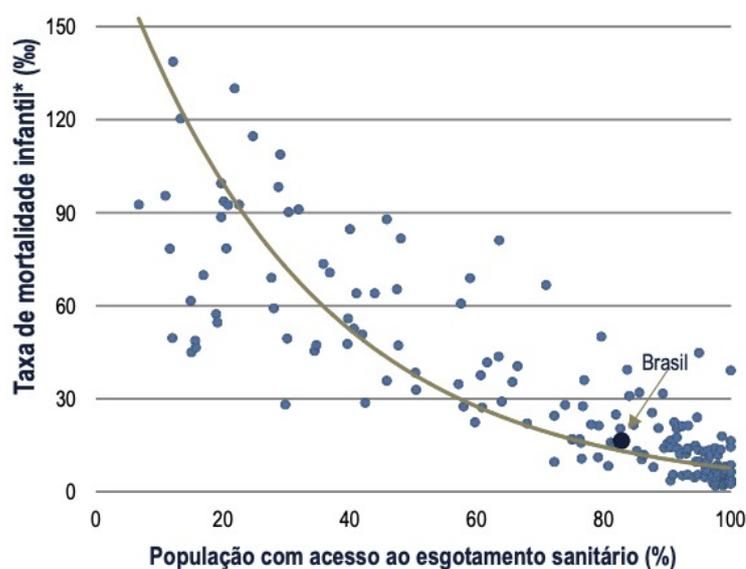
Figura 3 - Taxas de internações hospitalares devido à falta de saneamento básico por região brasileira e no país como um todo



Fonte: DATASUS, 2019.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) prevê que para cada dólar investido em serviços de água e esgoto, são economizados 4,3 dólares em custos de saúde no mundo (ONU, 2014). Além disso, é notável a relação entre o acesso a serviços de esgotamento sanitário e redução da taxa de mortalidade infantil, ilustrada na Figura 4, na qual cada ponto representa um país.

Figura 4 - Relação entre acesso a serviços de esgotamento sanitário e mortalidade infantil nos países



Fonte: UNICEF; OMS, 2015.

(\*) Crianças de até 5 anos de idade falecidas por 1.000 nascidos vivos.

O problema é global: de acordo com o Fundo das Nações Unidas para a Infância – UNICEF (2019), cerca de um terço da população mundial no ano de 2017 (2,2 bilhões de pessoas) carecem de um serviço de água potável gerenciado de forma segura. Enquanto isso, o consumo de água doce no planeta aumenta em nível superior ao crescimento populacional: no século XX, a população mundial aumentou 4 vezes, enquanto o consumo de água cresceu 7 vezes. (LIMA, 2001).

Segundo Buchholz (2019), o consumo de água advinda de fontes não seguras foi responsável por um número expressivamente maior de mortes no mundo do que conflitos e desastres naturais no período de 1980 a 2015, como pode-se observar na Figura 5.

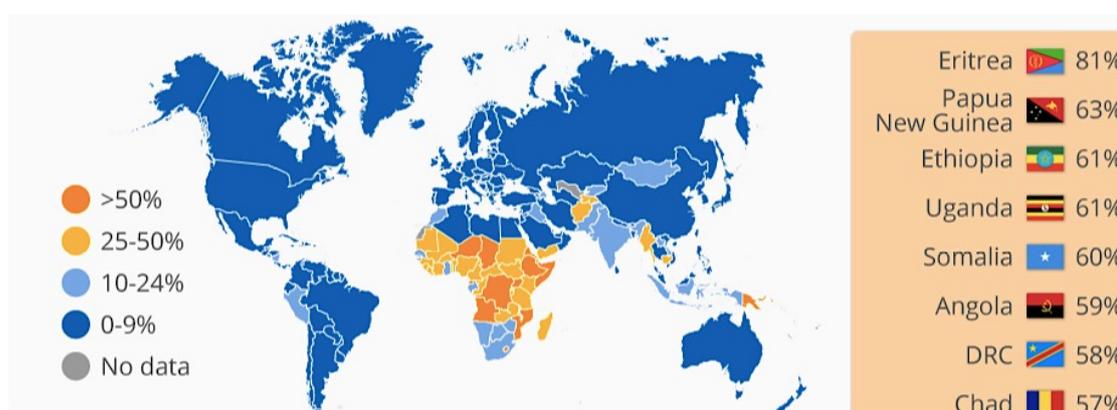
Figura 5 - Número médio óbitos por determinadas causas em nível mundial



Fonte: BUCHHOLZ via UNICEF, 2019.

Em alguns países, especialmente os pertencentes ao continente africano, o percentual de pessoas sem acesso a um serviço básico que forneça água potável chega a ser mais de 60%, como ilustra a Figura 6.

Figura 6 - Porcentagem de pessoas sem acesso à água potável por país em 2015

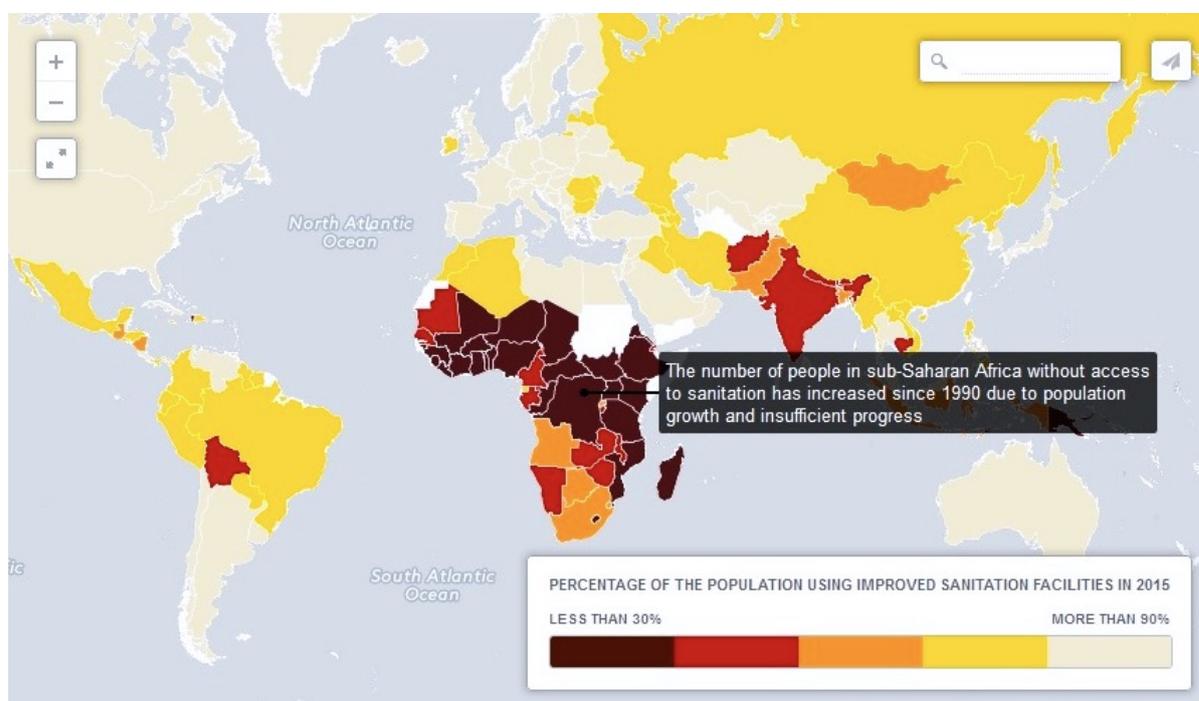


Fonte: BUCHHOLZ via UNICEF, 2019.

Em se tratando de esgotamento sanitário, a situação é ainda mais alarmante: é estimado que, ao redor do mundo, cerca de 2,4 bilhões de pessoas carecem de um serviço de coleta e tratamento de esgoto adequado. Essas pessoas vivem

majoritariamente na Ásia, na África Subsaariana, na América Latina e no Caribe. Na Indonésia, 20% da população defeca a céu aberto; em Eritreia, país africano, esse número chega a 77% dos habitantes. Essa prática, além de levar à contaminação de águas que são potenciais fontes de utilização para beber, pode levar à disseminação de doenças como cólera, hepatite A e febre tifoide (UNICEF, 2019). A Figura 7 apresenta a porcentagem da população, por país, que fez uso de um serviço adequado de esgotamento sanitário em 2015:

Figura 7 - Porcentagem da população por país com acesso a serviços adequados de esgotamento sanitário



Fonte: UNICEF, 2019.

De acordo com o UNICEF (2019), a Etiópia, país africano vizinho de Eritreia, apresentou a maior queda na proporção de pessoas que defecavam a céu aberto: de 92% em 1990 para 29% em 2015. Essa redução se deu devido a um conjunto de esforços por parte de várias esferas do governo, que adotou políticas públicas de saneamento adequadas ao longo desses anos.

No contexto da atual pandemia de Covid-19, Wu e al. (2020) sugerem a possibilidade de presença do novo coronavírus nas fezes de pacientes por até cinco semanas após testarem negativo, o que contribui para uma maior disseminação da doença em ambientes com menor cobertura de serviços de esgotamento sanitário.

---

Essa hipótese é considerada uma vez que os vírus do SARS-CoV e MERS-CoV foram encontrados em esgotos de locais em que a transmissão feco-oral era facilitada (YEO; KAUSHAI; YEO, 2020).

Ainda há muito a ser feito em níveis nacional e internacional para que se garanta que o maior número possível de pessoas tenha acesso a serviços adequados de saneamento básico, prevenindo doenças e aumentando sua qualidade de vida. Uma integração entre políticas públicas adotadas pelos governos vigentes, de estudos de universidades e instituições de pesquisa e uma maior consciência ambiental e social pela própria população certamente levaria a expressivas melhoras no panorama de saneamento básico nessas esferas, contribuindo para um desenvolvimento sustentável.

### **3.2. INDICADORES DE DESEMPENHO E DE PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

Os indicadores de desempenho, conhecidos como *Key Performance Indicators (KPIs)* na língua inglesa, são instrumentos de gestão utilizados amplamente para acompanhar de maneira simplificada e direta uma entidade no avanço de seus objetivos e metas. Cardoso (2002) refere-se à palavra “indicador” como uma estatística válida que traz informações sobre um determinado fenômeno social, considerando as mudanças que ele pode sofrer no tempo. Ainda segundo esse autor:

Podemos dizer que indicadores, de um modo geral, são construções teóricas elaboradas para se compreender melhor a realidade. Representam uma mediação que se faz entre a realidade, complexa, caótica e mutante (características que a tornam difícil de ser compreendida) e a limitada mente humana, seja na forma de percepção, seja na forma de cognição dos acontecimentos (CARDOSO, 2002).

Como se tratam de instrumentos de apoio à tomada de decisão, pode-se dizer que a implementação de um sistema de indicadores em uma organização justifica-se, sobretudo, pela necessidade de mudança das rotinas até então utilizadas nos procedimentos de gestão, passando a ser sustentadas por análises mais diretas e verossímeis de resultados. Além disso, indicadores de desempenho configuram importante papel no monitoramento, ao longo do tempo, de características específicas de uma instituição (ALEGRE, 1995).

---

Neves (2012) cita a importância de que um sistema de indicadores reúna, principalmente, aqueles que se mostrem rentáveis para quem os adota, para que o custo de recolhimento e análise dos dados seja justificável em função da utilidade dos resultados obtidos. Logo, dificilmente haverá em uma organização indicadores não associados a objetivos ou metas definidos por sua gestão.

Em se tratando de prestadoras de serviços de água e esgotamento sanitário, nota-se que elas não se encontram no mesmo grau de desenvolvimento, em comparação com outros setores industriais, no que se refere à utilização de indicadores de desempenho, devido à sua natureza de serviço público e de monopólio natural (ALEGRE, 1995).

A consciência dos potenciais benefícios dessas ferramentas começou a se expandir no setor de saneamento de maneira relativamente recente: em 1990, a organização francesa "*Association Générale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux*" (AGHTM) apresentou a primeira iniciativa na adoção de indicadores de desempenho dos serviços de saneamento (AGHTM, 1990).

De lá para cá, grandes instituições internacionais do setor desenvolveram sistemas de indicadores, como a *International Water Association* (IWA), que publicou, em 2000, o "*Performance indicators for water supply services*". Trata-se de um manual com sugestões para a avaliação do desempenho de sistemas de abastecimento de água, no qual constam inúmeros indicadores (KANAKOUDIS; TSITSIFLI, 2010).

Quando efetivamente aplicados nos serviços de saneamento básico, os indicadores de desempenho são ferramentas através das quais podem ser estabelecidas prioridades de novos investimentos por parte das entidades financiadoras, bem como a avaliação da eficácia daqueles já realizados (ALEGRE, 1995).

O Quadro 1, adaptado de Alegre et al. (2000) por Santi (2018), mostra as vantagens da utilização desse instrumento na gestão das entidades pertencentes a sistemas de saneamento básico.

Quadro 1 - Vantagens da utilização de indicadores de desempenho por diferentes agentes do setor de saneamento básico

<b>VANTAGENS DO USO DE INDICADORES DE DESEMPENHO EM SISTEMAS DE SANEAMENTO POR AGENTES DO SETOR</b>	
Entidades Gestoras	Melhor monitoramento dos efeitos das decisões da gestão;
	Fornecer informações chave de suporte às ações proativas de gestão, baseadas nas disfunções aparentes dos sistemas;
	Destaca os pontos fortes e fracos dos setores do sistema;
	Facilita a implementação de rotinas de " <i>benchmarking</i> ", internamente (comparando o desempenho dentro do próprio sistema) ou externamente (comparando o desempenho com outras entidades);
Administração nacional ou regional	Fornecer um quadro de referências para comparação do desempenho de diferentes entidades gestoras;
	Possibilita o suporte à formulação de políticas públicas para o setor da água no contexto da gestão integrada dos recursos hídricos;
Reguladores	Confere instrumentos de monitoramento para apoio dos interesses dos consumidores;
	Propicia a verificação da conformidade com os objetivos pré-estabelecidos;
Entidades Financiadoras	Possibilita avaliar as primazias de investimento e apoiar a seleção de projetos;
Consumidores	Traduz processos complexos em informação objetiva e de fácil interpretação, transmitindo uma medida da qualidade do serviço prestado;
Organizações supranacionais	Permite identificar, mediante linguagem apropriada, as principais assimetrias entre regiões do mundo, possibilitando assim dar suporte ao estabelecimento de estratégias.

---

Uma família de indicadores operacionais de alta relevância na gestão dos sistemas de abastecimento de água são os relacionados ao controle de perdas de água. O Brasil possui *índices* (valores numéricos dos indicadores em um determinado contexto) de perdas próximos de 40% (SNIS, 2017), quase 25% acima da média dos países desenvolvidos, que é de 15%.

Segundo o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável - CEBDS (2018) via ITB (2018), uma redução de 10% das perdas físicas de água tratada do país acarretaria em uma economia de 1,3 bilhão de reais, valor que representa quase metade do investimento brasileiro em abastecimento de água no ano de 2010. Ainda segundo o ITB (2019), o volume total da água não faturada em 2016 (6,4 bilhões de m<sup>3</sup>) é equivalente a seis vezes o volume útil do Sistema Cantareira ou 6.991 piscinas olímpicas perdidas ao dia ao longo de um ano.

A literatura técnica classifica as perdas em sistemas de abastecimento de água em dois tipos principais: perdas reais ou físicas e perdas aparentes ou comerciais (também chamado de por alguns autores de perdas de faturamento).

Segundo Silva et al. (1998), as perdas físicas correspondem aos volumes de água não contabilizados por conta de vazamentos no sistema, os quais podem estar presentes desde a captação até a distribuição da água, e de práticas operacionais inadequadas que acarretam em consumos além do necessário. As perdas físicas afetam tanto os custos de produção da água tratada como a disponibilidade dos recursos hídricos superficiais.

As perdas comerciais, porém, relacionam-se com volumes de água utilizados por ligações clandestinas ou não cadastradas, os quais não foram contabilizados devido a hidrômetros fraudados, parados ou apresentando submedição, dentre outros fatores que impedem o faturamento dessas águas (SILVA et al., 1998). O impacto das perdas aparentes é direto sobre as receitas das prestadoras de serviço, reduzindo sua capacidade financeira e, logo, limitando os recursos disponíveis para ampliar a oferta, melhorar a qualidade dos serviços e realizar a manutenção de sua infraestrutura (ITB, 2019).

O Quadro 2 apresenta as principais características das perdas reais e aparentes de água em sistemas de abastecimento, considerando diferentes âmbitos.

Quadro 2 – Principais características das perdas de água reais e aparentes

	<b>Perdas Reais</b>	<b>Perdas Aparentes</b>
Tipo de ocorrência mais comum	Vazamentos	Erros de medição
Custos associados ao volume de água perdido	Custo de produção	- Tarifa - Receita Operacional
Efeitos no meio ambiente	- Desperdício do Recurso Hídrico - Necessidade de ampliação de mananciais	(não observado)
Efeitos na Saúde Pública	Risco de contaminação	(não observado)
Efeitos empresariais	Perda do produto, Imagem negativa (ineficiência e desperdício)	Perda de receita
Efeitos consumidor	- Repasse para a tarifa - Desincentivo ao uso racional	- Repasse para a tarifa - Incitamento a roubos e fraudes

Fonte: ITB, 2019

Além dos tipos de perdas supracitados, também há volumes de água que são autorizados, porém não faturados, que podem ser medidos ou estimados: usos próprios, caminhão-pipa, corpo de bombeiros, abastecimento de comunidades, etc. Alguns autores como Silva et al. (1998), além de AESBE e ASSEMAE (1998), excluem esse volume no cálculo das perdas físicas, considerando-os como perdas comerciais, e contribuindo para a disparidade entre esses índices, a qual não costuma ser expressiva. Alegre et al. (2020), contudo, enquadram esses volumes em uma categoria à parte, não incluindo-o nas perdas físicas nem nas comerciais. Esses autores denominam esse volume de "consumos autorizados não faturados".

A Associação Internacional de Água (IWA) estruturou uma Matriz de Balanço Hídrico (Quadro 3), a qual apresenta os processos pelos quais a água pode passar

desde que ingressa no sistema de captação até sua efetiva distribuição aos consumidores, classificando-a segundo o faturamento e a autorização do consumo, segundo o elucidado nos parágrafos anteriores.

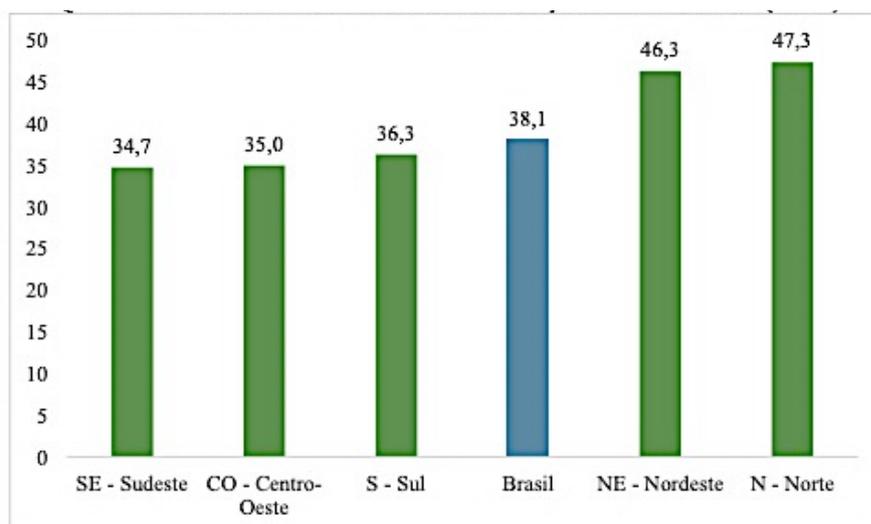
Quadro 3 - Matriz de balanço hídrico de perdas de água

<b>VOLUME DE ENTRADA NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO</b>	<b>CONSUMOS AUTORIZADOS</b>	Consumos autorizados faturados	Consumos medidos faturados	<b>ÁGUAS FATURADAS</b>	
			Consumos não medidos faturados (estimados)		
		Consumos autorizados não faturados	Consumos medidos não faturados (usos próprios, caminhão-pipa, etc)		<b>ÁGUAS NÃO FATURADAS</b>
			Consumos não medidos e não faturados (corpo de bombeiros, abastecimento de comunidades, etc)		
	<b>PERDAS DE ÁGUA</b>	Perdas Aparentes (Comerciais)	Consumos não-autorizados (fraudes e falhas de cadastro)		
			Imprecisão dos medidores (hidrômetros)		
		Perdas Reais (Físicas)	Vazamentos nas adutoras e/ou redes de distribuição		
			Vazamentos nos ramais prediais até o hidrômetro		
			Vazamentos e extravasamentos nos aquedutos e reservatórios de distribuição		

Fonte: Traduzido pelo autor de IWA, 2000

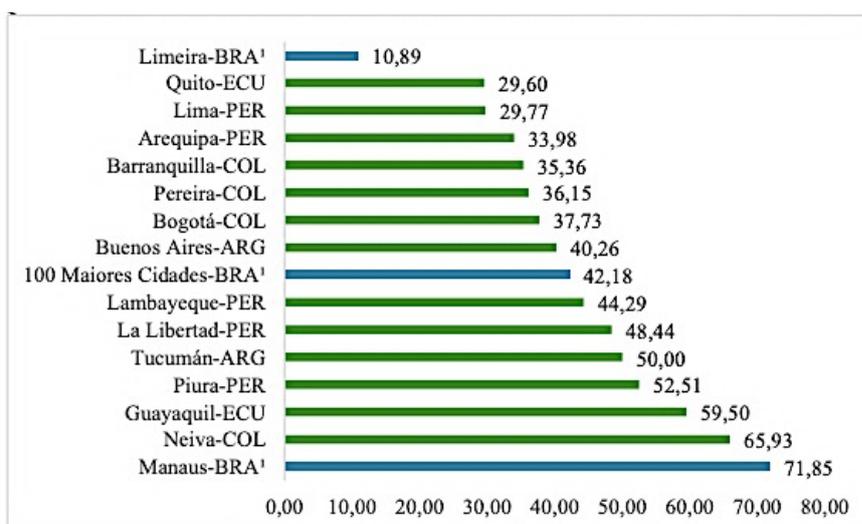
As Figuras 8 e 9 ilustram, respectivamente, os índices de perdas físicas (%) por região do Brasil em 2016 e o índice de perdas de faturamento total (%), referente às perdas comerciais e aos consumos autorizados não faturados, em alguns municípios da América Latina, no mesmo ano.

Figura 8 - Índices de perdas físicas por região brasileira e total



Fonte: ITB, 2019

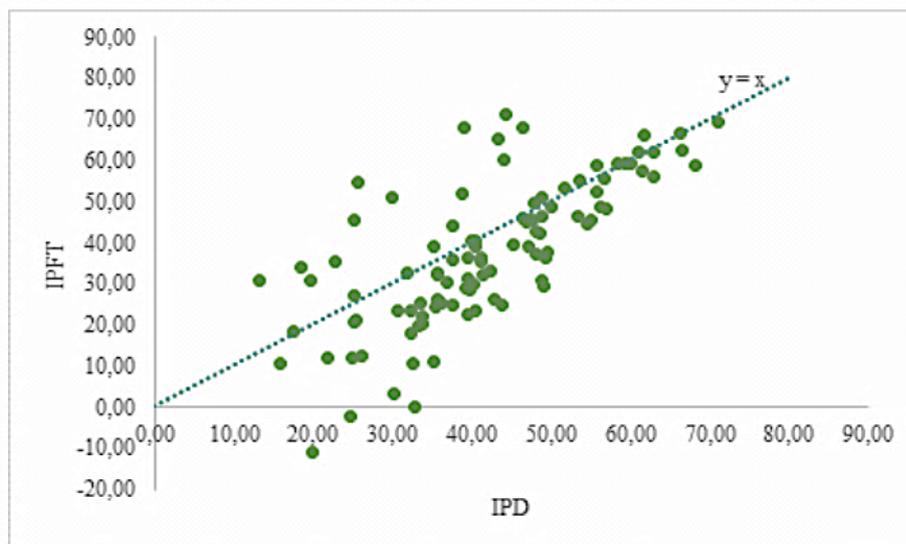
Figura 9 - Índices de perdas de faturamento total em municípios da América Latina



Fonte: ITB, 2019

Segundo o Instituto Trata Brasil (2019), não se pode dizer que há necessariamente uma correlação entre os indicadores “perdas de distribuição” e “perdas de faturamento total”, embora os pontos do gráfico apresentado na Figura 10, referentes às cidades brasileiras da pesquisa, concentrem-se relativamente próximos à reta  $y=x$ .

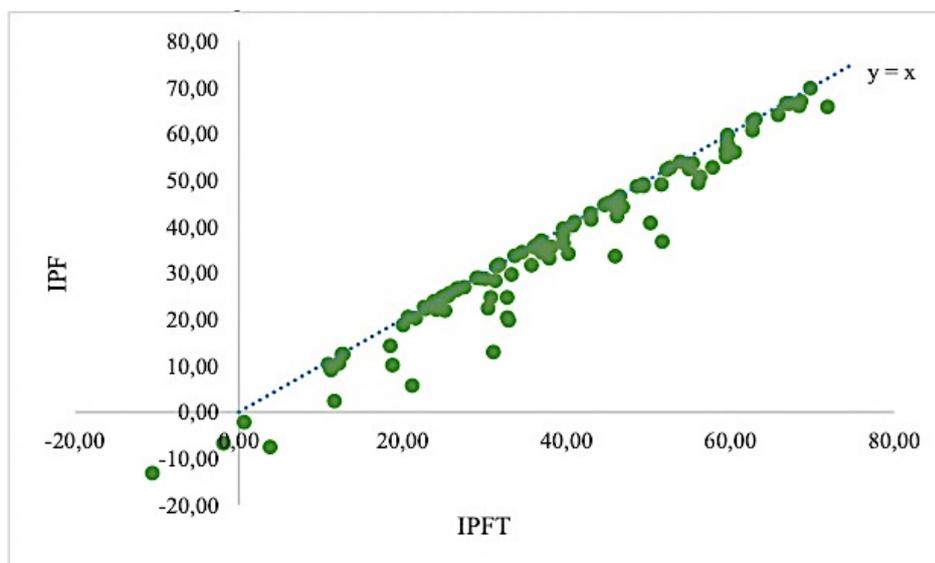
Figura 10 - Relação entre perdas por distribuição e de faturamento total por município



Fonte: ITB, 2019

Quanto aos dados referentes às perdas comerciais (IPF), em comparação com os de faturamento total (IPFT), pode-se dizer que possuem boa aderência à reta  $y=x$  (Figura 11). Nota-se que o indicador IPFT é sempre maior ou igual ao IPF, pois ele considera tantos os efeitos das perdas comerciais como os consumos autorizados não faturados explicados anteriormente:

Figura 11 - Relação entre perdas comerciais e de faturamento total por município



Fonte: ITB, 2018

A Associação Brasileira de Engenharia Sanitária - ABES (2015) alerta que, na ausência de medidas que de fato combatam as perdas de água, elas tendem a crescer naturalmente, uma vez que:

- Com o contínuo deterioramento das tubulações, o número de vazamentos na rede e nos ramais tende a aumentar;

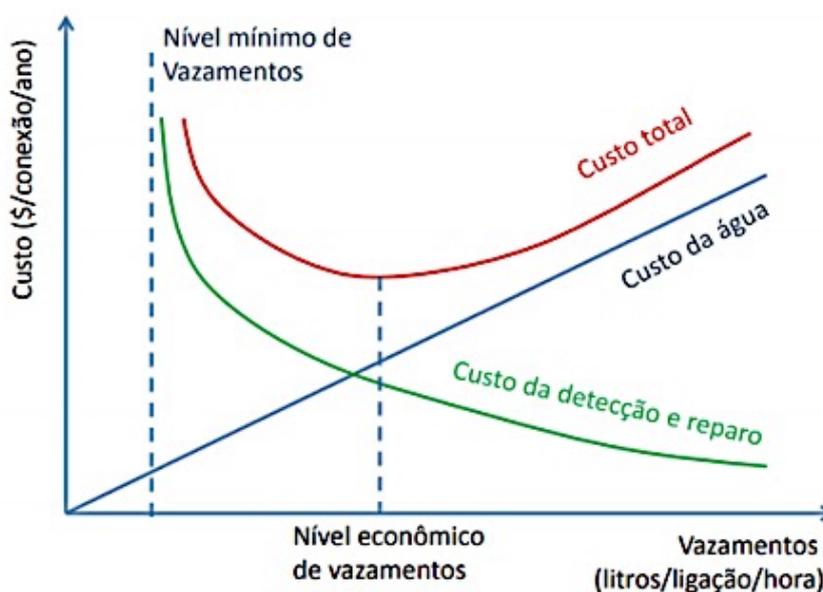
- O desgaste natural dos hidrômetros ao longo do tempo prejudica o funcionamento dos mecanismos internos do seu medidor de consumo, aumentando a submedição; e

- Há um incentivo a novas fraudes quando um consumidor a pratica e nota que isso não suscitou nenhuma reação por parte da prestadora de serviço.

No entanto, há limites técnicos e econômicos (ou eficientes) para os índices de perdas. O limite técnico de um sistema refere-se às perdas inevitáveis do mesmo, ou seja, é o volume intrínseco às tecnologias utilizadas por uma prestadora de serviço. O limite econômico pode ser definido como "o volume a partir do qual os custos para reduzir as perdas são maiores do que o valor intrínseco dos volumes recuperados. Varia de cidade para cidade, em função das disponibilidades hídricas, dos custos de produção, etc." (ITB, 2018).

A Figura 12 ilustra a determinação do nível econômico de perdas para um sistema de abastecimento de água potável, geralmente definido em 15%.

Figura 12 - Custos relacionados à quantidade de vazamentos em um modelo de sistema de abastecimento de água



Fonte: ITB, 2018

---

De qualquer forma, o Brasil ainda está longe de alcançar esse nível econômico de perdas de águas. Assim, fazem-se necessárias medidas, especialmente de gestão dos recursos hídricos, que combatam todos os tipos de perdas. A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP, 2014) recomenda que sejam adotados, para tal, sistemas de informação de suporte operacional e de gestão de perdas. Nesse sentido, os indicadores de perdas permitem às entidades gestoras implementar rotinas de *benchmarking*, incentivando a comparação interna e externa desses indicadores e criando-se uma competição saudável, a qual certamente levará a uma progressiva melhoria dos resultados (ALEGRE, 2000).

### 3.3. **BENCHMARKING: O QUE É (OU MAIS IMPORTANTE: O QUE NÃO É)**

O termo *benchmarking* é um anglicismo que deriva da palavra *benchmark*, a qual significa, no âmbito da agrimensura, marca ou referência feita em pedra para se determinar uma posição ou altitude de algo, muito utilizada no registro de marés (DIAS, 2018).

No contexto da administração de organizações, trata-se de uma importante ferramenta de gestão utilizada mundialmente, visando à melhoria de desempenho. O *benchmarking* consiste em basear-se em práticas já existentes e não utilizadas pela organização que a adota como um todo ou por um setor em específico dela (elas não necessariamente advêm de concorrentes), a fim de se identificar o que pode ser adotado como referência para incrementar a performance relativa a produtos, serviços, processos e/ou estratégias. É um processo pedagógico, no qual avalia-se o que pode ser incorporado de outros agentes e adaptado para aplicação em um determinado contexto.

Spendolini (1993, p. 10), define *benchmarking* como “um processo contínuo e sistemático para avaliar produtos, serviços e processo de trabalho de organizações que são reconhecidas como representantes das melhores práticas, com a finalidade de melhoria organizacional”.

O *benchmarking* parte do princípio de que nenhuma organização possui desempenho superior às outras em todos os aspectos, o que implica no reconhecimento de que sempre há práticas potencialmente benéficas a serem adotadas.

Embora haja relatos de práticas de *benchmarking* desde a Segunda Guerra Mundial, quando era comum empresas americanas realizar comparações entre si,

---

determinando padrões de carga de trabalho, pagamento, segurança e higiene, o termo em si surge na década de 1980 com a *Xerox*, pioneira da aplicação dessa ferramenta de gestão não somente nos Estados Unidos, mas no mundo. Desde então, a palavra passou a constar nas literaturas técnicas/científicas.

O caso da *Xerox* é referência de sucesso na aplicação do *benchmarking*, pelo seu pioneirismo e pelos resultados conquistados. Segundo Petenate (2019), cerca de 80% do mercado de copiadoras no final da década de 1960 era dominado pela *Xerox*. Quando a japonesa *Cannon* entrou no mercado em meados de 1980, as copiadoras oferecidas por essa possuíam qualidade similar às da *Xerox*, porém eram oferecidas com preços inferiores no varejo. A empresa americana enviou, então, uma equipe ao Japão, a fim de se compreender o processo produtivo desses produtos mais acessíveis, concorrentes em potencial. Ao retornarem aos EUA, a *Xerox* criou metas que resultaram no aumento de performance da sua linha de produção: se antes eram identificados 91 defeitos a cada 100 máquinas produzidas, após o processo de *benchmarking* foram contabilizados, em média, apenas 14. As falhas na linha de produção também diminuíram de 30 mil por milhão de peças produzidas para 1,3 mil por milhão. Além disso, houve uma redução de 66% no tempo médio de produção dos equipamentos. Todas essas mudanças só foram possíveis por conta da correta aplicação do *benchmarking*.

A Figura 13 apresenta o ranqueamento das principais ferramentas de gestão utilizadas por organizações em nível mundial. A pesquisa foi realizada pela multinacional de consultoria estratégica *Bain & Company* em diferentes anos. Nota-se que o *benchmarking* ocupa lugares de destaque, situando-se sempre nas primeiras posições.

Figura 13 – Ranqueamento das principais ferramentas de gestão utilizadas mundialmente por organizações

2007	2010	2012	2014	2017
1. Planejamento Estratégico	1. <i>Benchmarking</i>	1. Planejamento Estratégico	1. Gestão de Relacionamento com o Cliente (CRM)	1. Planejamento Estratégico
2. Gestão de Relacionamento com o Cliente (CRM)	2. Planejamento Estratégico	2. Gestão de Relacionamento com o Cliente (CRM)	2. <i>Benchmarking</i>	2. Gestão de Relacionamento com o Cliente (CRM)
3. Gestão da Demanda	3. Declarações de Missão e Visão	3. Medidas de Engajamento de Funcionários	3. Medidas de Engajamento de Funcionários	3. <i>Benchmarking</i>
4. <i>Benchmarking</i>	4. Gestão de Relacionamento com o Cliente (CRM)	4. <i>Benchmarking</i>	4. Planejamento Estratégico	4. Análise Avançada de Dados
5. Declarações de Missão e Visão	5. Terceirização de Processos	5. Indicadores Balanceados de Desempenho (BSC)	5. Terceirização de Processos	5. Gestão da Cadeia de Suprimentos
6. Competências Essenciais	6. Indicadores Balanceados de Desempenho (BSC)	6. Competências Essenciais	6. Indicadores Balanceados de Desempenho (BSC)	6. Satisfação do Cliente
7. Terceirização de Processos	7. Gestão da Mudança	7. Terceirização de Processos	7. Declarações de Missão e Visão	7. Gestão da Mudança
8. Reengenharia de Processos	8. Competências Essenciais	8. Gestão da Mudança	8. Gestão da Cadeia de Suprimentos	8. Gestão da Qualidade Total (TQM)

Fonte: Traduzido e adaptado pelo autor de *Bain & Company*, 2017.

Mas quais os processos envolvidos efetivamente na sua aplicação? Quais etapas seguir? Primeiramente, é necessário compreender os tipos de *benchmarking* que existem para escolha de qual será adotado visando à melhoria de performance.

Carpinetti (2016) classifica o *benchmarking* segundo o objeto de estudo, ou seja, o que se propõe analisar e adotar e quanto à natureza da organização referência ao longo do processo. No que se refere à classificação quanto à natureza da organização, há algumas divergências na literatura: autores como Spendolini (1993), Araújo Júnior (2001) e Araújo (2000) consideram iguais os *benchmarkings* dos tipos funcional e genérico, devido ao seu aspecto não interno e ao mesmo tempo de não concorrência. Porém, o fato dessa ferramenta ser adotada entre empresas de um mesmo ou de diferentes setores pode ser definitivo na sua caracterização, como sugerem Camp (1998) e Amaral Júnior (1993). O Quadro 4 traz uma breve descrição dos tipos de *benchmarking* supracitados.

Quadro 4 - Tipos de *benchmarking* por categoria

<b>Classificação</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
<b>Do objeto de estudo</b>	<b>Produto</b>	Voltado para o aprimoramento de produtos. Práticas de engenharia reversa comumente utilizadas. Atenção à proteção legal das patentes.
	<b>Processo</b>	Inclui processos produtivos e de gestão a serem adotados. Sua aplicação requer análise de viabilidade e eventual adaptação de estruturas funcionais.
<b>Da natureza da organização referência</b>	<b>Interno</b>	Do tipo processual, ocorre entre diferentes setores de uma mesma organização. Prática viável e eficaz devido ao baixo custo associado, bem como à facilidade da troca de informações.
	<b>Competitivo</b>	Pode abranger produtos e/ou processos e envolve comparação entre os concorrentes diretos. Cooperação difícil de ocorrer pela visão de que pode ser uma ameaça ao sucesso da organização.
	<b>Funcional</b>	Comparação com organizações do mesmo setor, mas não concorrentes, por exemplo, bancos públicos ou operadoras estatais de saneamento. Facilidade de se firmar parcerias.
	<b>Genérico</b>	Comparação com empresas de diferentes setores, geralmente de seus processos. Requer atenção às adaptações na adoção de algum deles, devido às grandes diferenças de estruturas funcionais.

Fonte: O autor.

---

No que se refere à estruturação do processo de *benchmarking*, vale dizer que ele deve ser muito bem planejado para que seja ferramenta de melhoria de desempenho. Segundo Camp (1998), o *benchmarking* possui, no geral, cinco fases: planejamento, levantamento de dados, análise, adaptação e implementação. Para que ele seja realizado de maneira eficaz, o autor recomenda a adoção das seguintes etapas:

1. Identificação de organizações comparativas;
2. Definição do método e coleta de dados;
3. Determinação da lacuna de desempenho;
4. Projeções de níveis de desempenho futuro viáveis;
5. Estabelecimento de metas funcionais;
6. Desenvolvimento de planos de ação;
7. Implementações de ações específicas e monitoramento de progressos; e
8. Recalibragem dos marcos de referência.

Um *benchmarking* malfeito ou com equívocos em seu planejamento pode acarretar em consequências nocivas para a organização e muitos aplicam-no sem previamente estruturá-lo, ou realizando-o de maneira errônea.

Sendo assim, é de extrema importância definir o que **não é *benchmarking***:

- Não se trata de uma cópia ou imitação: o aprender com as práticas alheias faz parte do processo, mas entender que cada organização possui suas próprias características funcionais é fundamental e, assim, considerar adequações antes de se adotar uma prática. Inclusive, é sabido que qualquer semelhança de plágio pode levar à descredibilidade da organização, prejudicando-a de diversas formas. Adotar como referência é recomendável, mas tentar igualar todos os processos aos de outra companhia é uma estratégia equivocada e que certamente levará a efeitos adversos em diversos âmbitos.

- Não deve ser encarado como um ato isolado a ser adotado em cenários adversos: trata-se de um evento contínuo de aprimoramento. Gestores de uma organização não devem considerar o *benchmarking* como um remédio para um mal passageiro; por vezes, não há sequer algo prejudicial em específico a ser resolvido ao se adotar essa ferramenta. O próprio processo de *benchmarking* apontará as potenciais práticas a serem aprimoradas para a melhoria de performance. Pode ser

---

que algumas delas estejam, inclusive, funcionando bem até então, mas seu aperfeiçoamento é sempre desejável. O contínuo monitoramento dos processos de outras organizações deve ser considerado como algo que auxilia constantemente na adaptação frente às tão frequentes mudanças nos contextos produtivos, como a inserção de novas tecnologias.

- Não é uma constatação de fatos: reduzir o *benchmarking* a uma simples forma de se confirmar as supostas práticas adotadas por outras organizações significa limitar o que será observado. Uma visão abrangente dos processos analisados é fundamental para que se possa entender os motivos pelos quais o funcionamento foi definido daquela maneira e se, naquele contexto, seria o ideal a ser feito. Além disso, não utilizar o *benchmarking* tendo como finalidade potenciais adaptações e incorporações de processos, mas sim como uma forma de espionar as práticas alheias a fim de confirmá-las, denota uma percepção de que não há nada a ser aprendido ou aprimorado por quem o utiliza. Será que há organização com processos inteiramente otimizados e que não precisa aprender absolutamente nada com outras, apenas espreitá-las?

- Não é uma forma de se formar ou de se reinventar a identidade: o *benchmarking* não é uma ferramenta que deve ser utilizada para essa finalidade, sob risco da organização se tornar um verdadeiro "*Frankenstein*", sem identidade, valores e práticas próprias, inteiramente composta por fragmentos de outras. Isso enfraqueceria a cultura organizacional de quem o fizer, cujos clientes e/ou membros podem, inclusive, migrar para outras organizações, uma vez que a antiga já não oferece mais nenhum diferencial em seus produtos e serviços. A perda do diferencial competitivo é muito nociva e consequência da dependência de se olhar para fora a todo momento, até mesmo para definir sua cultura interna.

- Não se trata de um compartilhamento de informações entre empresas específicas visando à negociação de preços, quando forem do mesmo ramo. O *benchmarking* representa, de fato, um incentivo à troca de conhecimento entre organizações, mas o foco dele é no aprimoramento dos processos e produtos; logo, não deve intervir na livre concorrência. A formação de cartel, união secreta de empresas do mesmo ramo de negócios, que estabelecem entre si acordos para fixar um mesmo preço para seus produtos, é proibida pela Lei federal nº 12.529/2011. Além disso, é importante salientar que o truste, fusão de várias empresas de modo a formar um monopólio com o intuito de dominar determinada oferta de produtos e/ou serviços,

---

é prática igualmente proibida no Brasil, não devendo, portanto, sequer ser cogitada enquanto conclusão de um processo de *benchmarking*.

- Ele também não deve ser visto como um inconveniente modismo de gestão, praticado por gestões pouco criativas e que visam à cópia das que já desfrutam de sucesso no setor. É necessário que haja uma verdadeira mudança de cultura nas organizações mais conservadoras no que se refere ao compartilhamento de informações. O *benchmarking* é uma troca e benéfica a todos que participam do seu processo, inclusive à própria referência (*benchmark*) em determinado aspecto. Muitas vezes as organizações acomodam-se e consideram que a prática de *benchmarking* as servirá apenas como um atestado de excelente desempenho em determinado aspecto, ignorando o que pode ser aprendido e aperfeiçoado com outras do mesmo ramo ou de ramos diferentes. Tempos depois, um outro agente que não parecia resultar em êxito, acaba superando o anterior por ter adotado um diferencial que aquele sequer considerou em sua condição de acomodação com os seus bons resultados. Em uma época na qual as mudanças, especialmente as tecnológicas, ocorrem em velocidades que muitas vezes não se acompanham, a não verificação de perto dos processos que vêm sendo incorporados por outras organizações de grande ou pequeno porte pode ser um tiro no pé para as gestões mais acomodadas. E esse acompanhamento não será efetivo se vier apenas de um lado: a troca de informações deve ser reciprocamente honesta dentre os que utilizam o *benchmarking* visando à melhoria de desempenho. Afinal, ele é um mecanismo de entendimento de causas e de apoio às tomadas de decisão.

No que se refere à aplicação do *benchmarking* no setor de abastecimento de água, há inúmeros estudos a serem citados que o apontam como potencial ferramenta de melhoria de serviços, como os realizados por Wibowo e Alfen (2015), Marques, Berg e Yane (2014), Storto (2014), Picazo-Tadeo, Sáez-Fernández e Gonzáles-Gómez (2008), Corton e Berg (2009) e Lin (2005).

A aplicação dessa ferramenta no saneamento permite comparar aspectos de gestão, como processos adotados e a observação dos impactos de decisões estratégicas em melhorias, além de simular ambientes de concorrência, identificando e medindo-se ineficiências (SEPPÄLÄ, 2015; ROMERO; FERRO, 2008). A sua utilização é observada em muitos países para tal; em alguns deles o *benchmarking* é, inclusive, obrigatório e regulamentado pelo governo, como apresentado no módulo II (item 5.2) deste projeto.

#### 4. METODOLOGIA

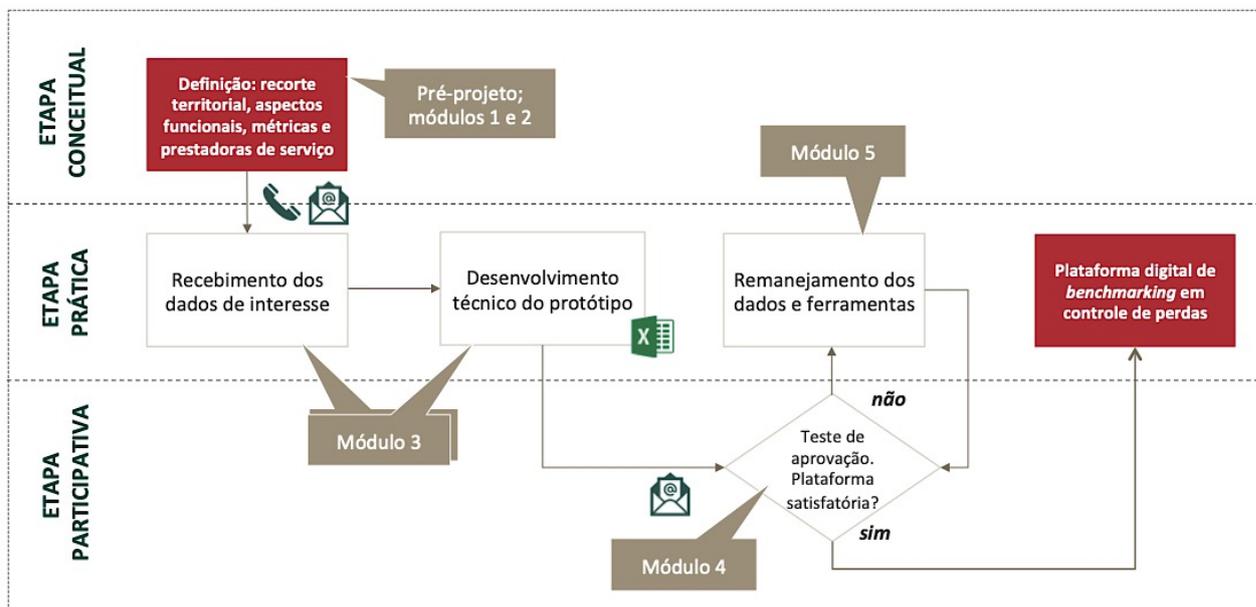
A plataforma digital de controle de perdas foi hospedada no *software Microsoft Excel*, embora seu *layout* não se mostre como o usual desse programa: a ferramenta desenvolvida resultou em um *layout* dinâmico, o qual contém botões de redirecionamento, filtros de dados e *layout* interativo de *website*, garantindo uma usabilidade alta, sem a necessidade de acesso à internet e utilizando-se um programa altamente comum e amplamente utilizado para tarefas profissionais. Para tal, foi utilizada programação em *Visual Basic for Applications (VBA)*, linguagem de programação de diversos *softwares* da *Microsoft*.

Sabe-se que há diferenças de funcionamento do *Microsoft Excel* segundo o Sistema Operacional em que é executado; logo, houve o cuidado de se utilizar ferramentas que também operem de maneira satisfatória em outros Sistemas Operacionais. A priori, a ferramenta foi desenvolvida em Sistema Operacional *Windows*, por ser o mais frequentemente utilizado no Brasil. Posteriormente, foi possível realizar testes no sistema *MacOS* e os resultados de desempenho foram satisfatórios, aumentando, ainda mais, a acessibilidade da plataforma.

O processo de desenvolvimento da ferramenta seguiu um cronograma com cinco módulos de projeto, os quais são detalhados a seguir, além de uma fase de pré-projeto. Os módulos foram organizados em três diferentes etapas: a etapa conceitual diz respeito à fase de pesquisa do projeto, a partir da qual foram definidos aspectos como recorte territorial e métricas envolvidas no protótipo; a etapa prática refere-se ao período de desenvolvimento da plataforma digital em si e na etapa participativa estabeleceu-se a comunicação com agentes do setor, integrando-se ao projeto os seus *feedbacks* com relação aos testes do protótipo.

A Figura 14 apresenta o fluxograma relativo ao desenvolvimento do produto. Após ela, pode-se apreciar a descrição e o detalhamento metodológico relativos a cada módulo que integra as etapas do presente projeto. A obtenção de sucesso no desenvolvimento da plataforma foi resultado da efetiva realização de seus módulos nos períodos estipulados para cada um deles.

Figura 14 – Fluxograma do procedimento metodológico do projeto



Fonte: O autor.

## PRÉ-PROJETO

- **Atividades e detalhamento metodológico:** Definição do recorte territorial a ser considerado na plataforma, conforme sua relevância no estudo. Análise de aspectos relativos à disponibilidade hídrica da região, abastecimento populacional e taxas de perdas. Como a plataforma adotou o *benchmarking*, foi fundamental que houvesse, na região definida, municípios que fossem referência em indicadores de perdas de água e também aqueles cujo desempenho nesse aspecto estivessem aquém do desejado. A escolha de uma área para a qual haja disponibilidade de dados suficientes para a pesquisa foi igualmente importante para a alimentação da ferramenta.

## MÓDULO I

- **Atividades:** Estudo de modelos de *benchmarking* já aplicados no setor de saneamento por outros países e definição da estrutura do protótipo. A reunião e análise desses modelos foram realizadas através de revisão bibliográfica e documental não somente de publicações em plataformas científicas, mas também

---

considerando-se dados de instituições públicas e privadas que aplicassem o *benchmarking* no setor em questão, seja através de plataforma digital ou de quaisquer outros meios. As análises relativas à implementação das práticas de *benchmarking*, bem como da maneira como cada instituição organiza e dispõe as informações compartilhadas, foi fundamental para que se avaliasse e definisse a melhor maneira de fazê-lo neste projeto, adequando-se a ferramenta, naturalmente, às circunstâncias do país.

- **Detalhamento Metodológico:** A escolha dos países e instituições regionais que já obtiveram sucesso na aplicação do *benchmarking* no saneamento foi realizada com base nos destaques citados por CABRERA (2014) em seu livro *Benchmarking Water Services: guiding water utilities to excellence*. A investigação dos aspectos funcionais dessa aplicação exigiu buscas mais detalhadas nas páginas *web* de cada instituição local responsável pela prática, por não estarem sempre reunidos e disponíveis na literatura científica. Enquanto exemplos de aspectos funcionais buscados, pode-se citar, dentre outros, a obrigatoriedade de participação via lei local vigente, a forma disponibilização dos dados (relatório online, plataforma, etc), bem como seu grau de interatividade, além da cobrança pelo serviço de *benchmarking*. Foi elaborado um quadro-resumo ao final desta etapa (Quadro 5), com comparação visual dos aspectos funcionais adotados neste projeto com cada um dos adotados pelas localidades em questão.

## MÓDULO II

- **Atividades:** Definição dos indicadores de perdas de água, bem como das práticas de controle mais adequadas para constar no protótipo, considerando o recorte territorial definido e a análise de outros modelos de *benchmarking* no saneamento, conforme as duas etapas anteriores. Adequação do modelo à realidade das bacias pertencentes à região definida. Obtenção de um panorama representativo dessa região por meio da seleção de uma quantidade razoável de municípios para os quais houvesse dados disponíveis relativos às perdas de água e com características relevantes para o processo de *benchmarking* nos aspectos de interesse da pesquisa.

---

- **Detalhamento Metodológico:** Foi realizado um levantamento bibliográfico dos tipos de indicadores de perdas de água que constassem na literatura técnica e fossem utilizados na região. A partir disso, foi feita a escolha daqueles que estarão presentes na plataforma de *benchmarking*. A seleção dos municípios participantes se deu a partir da análise da credibilidade das variáveis envolvidas nos cálculos dos indicadores de perdas, além da própria disponibilidade de informações no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Além disso, para que se pudesse estruturar um processo de *benchmarking*, foi necessário identificar pelo menos um município que fosse referência em cada um dos indicadores considerados e que os demais apresentassem resultados minimamente heterogêneos nesse aspecto.

### MÓDULO III

- **Atividades:** Desenvolvimento do protótipo da plataforma segundo a estruturação mais adequada, definida por meio das etapas anteriores. Constante aperfeiçoamento de técnicas por parte dos desenvolvedores e realização de testes de cadastramento de novos dados, dentre outros operacionais como por exemplo compatibilidade da ferramenta com diferentes sistemas operacionais. Definição e criação de layout interativo, garantindo que neles constassem todos os indicadores e práticas de controle definidos no módulo anterior. Produção, ao final desta etapa, de um manual de utilização da ferramenta, disponível nela mesma e de fácil acesso, a fim de facilitar o seu uso.

- **Detalhamento Metodológico:** Foram implementados no protótipo diferentes ferramentas de controles de formulário, como botões de links e de atualização de dados, filtros de dados, além de botões de seleção. O *layout* da plataforma foi adequado de modo a não apresentar aparência padrão do *software* utilizado, mas sim a de algum site ou programa mais interativo com o usuário. Além disso, foram criadas macros em *Visual Basic for Applications*, programando a ferramenta para realizar o que se propõe. Testes de compatibilidade foram feitos em diferentes computadores.

---

## MÓDULO IV

- **Atividades:** Realização de eventos para treinamento e avaliação do protótipo desenvolvido por parte de diferentes agentes do setor, atuantes na região definida. Obtenção de *feedback* quanto aos aspectos técnicos e operacionais da plataforma. Reunião de eventuais alterações sugeridas pelos *stakeholders*, obtendo-se um panorama dos principais pontos de destaque, bem como as limitações da plataforma.

- **Detalhamento Metodológico:** Foram aplicados questionários *online* (ferramenta *Google Docs*) aos participantes do *Workshop* de Perdas de Água, os quais eram respondidos na medida em que se realizavam as atividades propostas na plataforma, com o acompanhamento de seus desenvolvedores. As questões abordaram aspectos técnicos e operacionais da plataforma, como facilidade de utilização, interatividade do layout e percepção sobre o tempo de resposta. Foram atribuídos conceitos, em uma escala que variava de 1 a 5 na maioria das questões, para cada item perguntado. Os *feedbacks* obtidos foram, então, reunidos e apresentados na forma de gráficos, para que análises e conclusões pudessem ser realizadas.

## MÓDULO V

- **Atividades:** Finalização da plataforma, mediante incorporação das alterações operacionalmente viáveis conforme o que foi relatado pelos agentes que a testaram no módulo anterior. Obtenção da versão final do produto, após novos testes internos de funcionamento em diferentes sistemas operacionais. Avaliação da realização de registro do produto para posterior disponibilização da ferramenta às instituições participantes, bem como no site da Universidade para ser utilizada para fins acadêmicos, servindo como incentivo também para a incorporação do *benchmarking* tanto em pesquisas de domínio público quanto por prestadoras de serviço a fim de melhorarem seus serviços.

- **Detalhamento Metodológico:** Foram realizados levantamentos e exposição gráfica dos pontos positivos e negativos avaliados. Novas macros em *Visual Basic for Applications* foram gravadas, incorporando à ferramenta alterações sugeridas. Também foram realizados novos testes de rodagem em diferentes computadores. Além disso, foi solicitada uma avaliação formal do registro do produto desenvolvido junto à Agência USP de Inovação (AUSPIN), nas modalidades patente e desenho industrial.

## 5. PROJETO EXECUTIVO

### 5.1. PRÉ-PROJETO: DEFINIÇÃO DA ABRANGÊNCIA TERRITORIAL

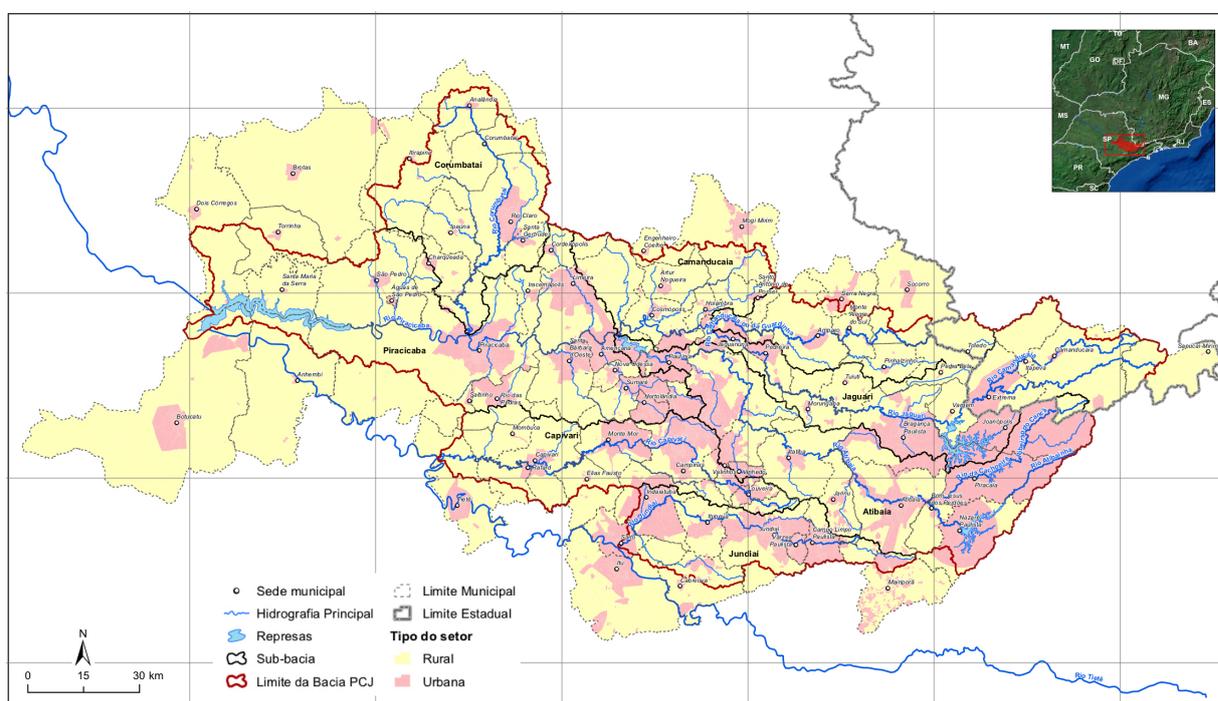
O recorte territorial definidos para ser utilizado na presente pesquisa refere-se às bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ), as quais constituem a Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos 5 (UGRHI 5), definida pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos (Lei Estadual 9.034/94). O desenvolvimento do projeto voltado para essa região justifica-se pela sua relevância em nível nacional (abordada de maneira mais detalhada nos parágrafos seguintes desta seção), considerando seus aspectos de abastecimento público, de disponibilidade hídrica e de índices de perdas, além da disponibilidade de informações. Também pela facilidade de acesso por ser relativamente próxima da Universidade de São Paulo - *Campus* São Carlos, local onde o presente projeto foi desenvolvido.

As Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs) constituem unidades territoriais “com dimensões e características que permitam e justifiquem o gerenciamento descentralizado dos recursos hídricos” (art.20 da Lei Estadual 7663 de 30/12/1991). Como citado acima, as bacias hidrográficas PCJ constituem a UGRHI 5, a qual engloba a região metropolitana de Campinas e possui área de 15.377,82 km<sup>2</sup>, sendo 92,45% no Estado de São Paulo (SP) e 7,55% no Estado de Minas Gerais (MG). Essa unidade de gerenciamento hídrica apresenta extensão aproximada de 100 km no sentido Norte-Sul e de 300 km no sentido Leste-Oeste, além de uma população de mais de 5,5 milhões de habitantes, sendo 96,7% urbana (COBRAPE, 2018).

No Estado de São Paulo, as bacias hidrográficas pertencentes à UGRHI 5, as quais representam uma extensão de 14.216,57 km<sup>2</sup>, são todas afluentes do Rio Tietê e podem ser divididas segundo suas três grandes áreas de influência, cada qual referente a um rio principal: Piracicaba (11.492,84 km<sup>2</sup>), Capivari (1.568,68 km<sup>2</sup>) e Jundiaí (1.155,06 km<sup>2</sup>). Os principais acessos terrestres a essas regiões são a Rodovia dos Bandeirantes (SP-348), Anhanguera (SP-330), Santos Dumont (SP-75), Dom Pedro I (SP-65), Luiz de Queiroz (SP-304) e Adhemar de Barros (SP-340). Já no Estado de Minas Gerais, a área pertencente à UGRHI 5 é de 1.161,24km<sup>2</sup> e situa-se completamente na região de influência do Rio Piracicaba. Seu principal acesso terrestre é a Rodovia Fernão Dias (BR-381) (COBRAPE, 2018).

Em termos hidrográficos, há sete sub-bacias principais na UGRHI 5, cinco delas pertencentes à Bacia do Rio Piracicaba, além das bacias dos próprios rios Capivari e Jundiá. A Figura 15 ilustra essas subdivisões, evidenciando a rede hidrográfica da região. Nela, pode-se notar, também, as divisões de municípios, suas zonas rurais e urbanas, as delimitações das sub-bacias e o Rio Tietê, afluente dos três rios principais da área em questão.

Figura 15 - Rede hidrográfica referente à UGRHI 5 (PCJ), dividida em áreas urbanas e rurais, constando as sub-bacias e seus municípios.



Fonte: Adaptado de COBRAPE, 2018.

As áreas de drenagem das sub-bacias do Piracicaba, bem como as parcelas das bacias em cada um dos estados da região em questão e seus percentuais relativos à área total são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Áreas de drenagem das bacias PCJ por estado federativo

Bacias	Sub-bacias	Área SP (km <sup>2</sup> )	Área MG (km <sup>2</sup> )	Área total (km <sup>2</sup> )	Parcela territorial PCJ (%)
Rio Piracicaba	Camanducaia	903,98	136,73	1040,71	7%
	Jaguari	2322,62	979,97	3302,59	21%
	Atibaia	2773,96	44,54	2818,5	18%
	Corumbataí	1717,59	-	1717,59	11%
	Piracicaba	3774,	-	3774,69	25%
Rio Capivari	Capivari	1568,68	-	1568,68	10%
Rio Jundiá	Jundiá	1155,06	-	1155,06	8%
<b>Total PCJ</b>		<b>14216,58</b>	<b>1161,24</b>	<b>15377,82</b>	<b>100%</b>

Fonte: COBRAPE, 2018.

O Sistema Produtor de Água Cantareira (Figura 16) é considerado um dos maiores do mundo, sendo responsável por 46% do abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo. Dos cinco reservatórios que compõem esse importante sistema de abastecimento de água, quatro deles estão situados nas Bacias PCJ (denominados Sistema Equivalente), conectados por túneis subterrâneos e canais e representando aproximadamente 94% do volume de água que abastece o Sistema Cantareira (ANA, 2020).

Figura 16 - Ilustração do Sistema Cantareira.



Fonte: ANA, 2020.

---

Essa transposição de água das Bacias PCJ para a Bacia do Alto Tietê, através do Sistema Cantareira, afeta a disponibilidade hídrica da região, a qual, embora seja privilegiada pela quantidade de mananciais, possui histórico de comprometimento de atividades em termos de disponibilidade hídrica. Segundo o Relatório da Situação dos Recursos Hídricos (CBH-PCJ, 2018), em 2017 cerca de 42% da demanda de água na UGRHI 5 adveio do Sistema Cantareira, ficando apenas pouco mais da metade na região. Desse volume remanescente de 58%, cerca de 34% foi redirecionado para abastecimento público, 20% para uso industrial e 4% para uso agrícola.

Pelo fato da região das Bacias PCJ ser atrativa para os setores produtivos industriais e rurais, o constante aumento na demanda de água desse tipo de consumidor é cada vez mais expressivo, além do aumento da demanda observado em termos de abastecimento público, causada pelo contínuo crescimento populacional da região. Esses fatores levam a um comprometimento cada vez maior da disponibilidade hídrica da UGRHI 5, podendo ocorrer, a médio prazo, situações de escassez hídrica.

Assim, mostra-se importante, dentre outros fatores, o controle dos índices de perdas de água nas Bacias PCJ, temática fortemente tratada pelas instituições de saneamento locais e alvo de investimentos federais e estaduais, segundo o Relatório da Situação dos Recursos Hídricos (COBRAPE, 2018). Esse aspecto é de grande relevância em termos de abastecimento e disponibilidade hídrica: embora o índice de abastecimento da região seja considerado satisfatório (em média 98% nos últimos anos), os índices de perdas são elevados, tendo muitos municípios pertencentes à UGRHI 5 uma taxa acima de 30% de perdas de água. O Plano das bacias PCJ da década de 2010 definiu como meta o alcance de índices de perdas na ordem de 25% até o ano de 2020. Não tendo obtido sucesso nessa meta, foi estabelecido um objetivo de todos os municípios da região reduzirem suas perdas para valores inferiores a 35% até o ano de 2033.

Essa redução representaria uma economia anual de bilhões de reais e litros de água, que são desperdiçados por conta de vazamentos, roubos e ligações clandestinas, falta de medição ou medições incorretas de consumo (ITB, 2017).

## 5.2. MÓDULO I: PANORAMA DE MODELOS JÁ UTILIZADOS NACIONAL E INTERNACIONALMENTE E ESTRUTURAÇÃO OPERACIONAL DO PROTÓTIPO

Neste módulo foram reunidos e analisados os modelos de *benchmarking* aplicados no setor de saneamento pelos principais países e instituições regionais que o fizeram. A investigação desses sistemas em seus aspectos funcionais foi importante ao servir de apoio para que fosse definida a estrutura da plataforma desenvolvida para a UGRHI 5 brasileira.

A avaliação dos esforços públicos e privados referentes à aplicação do *benchmarking* no saneamento brasileiro até então também se mostrou importante para que se propusesse um modelo otimizado e inovador no país.

Ao final deste módulo (subseção 5.2.11) constam e são explicados os aspectos funcionais dos processos de *benchmarking* analisados nessas localidades. Para cada um deles foram definidas as características estruturais referentes à plataforma. Também é exibido um quadro-resumo referente à comparação entre si dos modelos apresentados a seguir em seus aspectos funcionais, constando, também, os que foram adotados no protótipo.

### 5.2.1. PAÍSES BAIXOS

Os Países Baixos são referência internacional em saneamento: possuem taxa de atendimento da população maior que 99% em serviços de água e esgoto e aplicam, também, muita tecnologia no setor. Além disso, são pioneiros na utilização do *benchmarking* em águas de abastecimento em nível mundial. Sua primeira aplicação foi realizada na década de 1980, enquanto comparação interna de práticas de diferentes companhias, ficando os resultados resguardados aos participantes. Na década de 1990, ocorreu a primeira prática de *benchmarking* de domínio público, com participação voluntária das prestadoras de serviço.

Braadbaart (2007) aponta que o *benchmarking* nesse local não afetou a performance até que os resultados se tornassem públicos. Em 2012, uma lei federal tornou obrigatória a prática de *benchmarking* pelas prestadoras de serviço de água dos Países Baixos. Até os dias atuais, observou-se uma melhora de eficiência das companhias de 35%, o que justifica a importância dada pelo setor público a práticas relacionadas (GOEDE, 2016). "Eu só posso concluir que benchmarking funciona!", afirmou a Primeira Ministra Holandesa de Moradia, Planejamento Urbano e Meio

Ambiente em seu discurso para a Associação Internacional de Águas (CRAMER, 2007).

Nos Países Baixos, o *benchmarking* aplicado em águas de abastecimento é publicado pela Associação de Companhias de Água Holandesas (VEWIN) na forma de relatórios de abrangência federal a cada dois ou três anos, com conteúdo que aumenta a cada ano e majoritariamente informativo sobre a situação atual hídrica do país e do mundo. Nesses documentos públicos, são poucos os indicadores que comparam a performance das prestadoras de serviço, mas neles estão explícitos quais valores referem-se a quais companhias, como pode-se ver na Figura 17, na qual constam os preços pelo m<sup>3</sup> da água fornecida por cada empresa em diferentes anos. Há, também, relatórios comparativos privados, enviados para cada uma das dez prestadoras de serviços de águas do país, contendo informações mais detalhadas (maior número de indicadores) e explicitando sua posição perante as outras empresas, cujos nomes não são explicitados nesses documentos (Blokland, 2010). Os relatórios públicos estão disponíveis também em versão interativa na página *web* da União das Companhias de Água (WAVES).

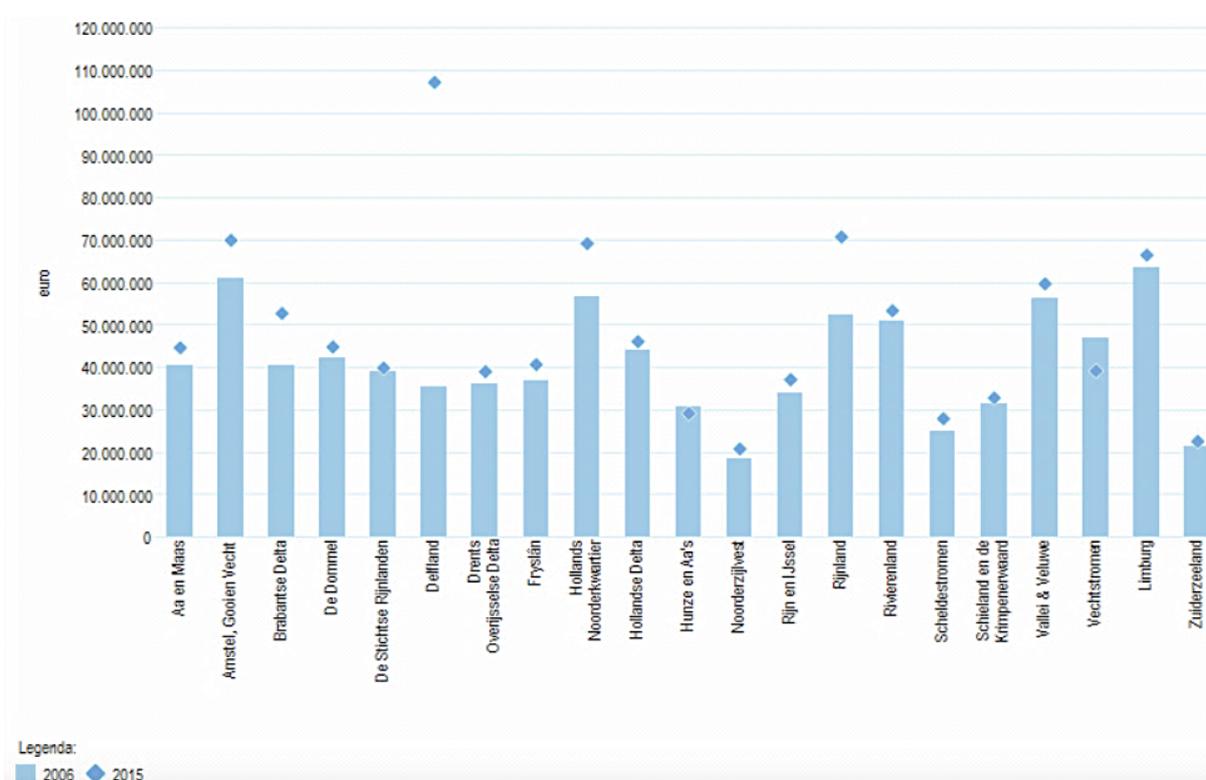
Figura 17 - Preços do m<sup>3</sup> de água holandês por prestadora de serviço em anos distintos

	2005	2010	2015	2016
	cents / m <sup>3</sup>			
Groningen	2.00	1.11	1.68	1.68
Friesland	1.13	1.13	1.13	1.13
Drenthe	1.00	1.06	1.15	1.12
Overijssel	1.36	1.36	1.36	1.50
Flevoland	1.71	1.14	1.41	1.41
Gelderland	1.30	1.30	1.30	1.30
Utrecht	1.50	1.53	1.53	1.53
Noord-Holland	0.81	0.85	0.85	0.85
Zuid-Holland	1.13	1.13	1.13	1.13
Zeeland	2.54	2.75	3.17	2.92
Noord-Brabant	1.90	1.90	1.90	1.90
Limburg	1.13	1.39	1.52	1.54
<b>Average</b>	<b>1.46</b>	<b>1.39</b>	<b>1.51</b>	<b>1.50</b>

Fonte: VEWIN, 2017.

Segundo as Autoridades de Água Holandesas - DWA (2018), o *benchmarking* em sistemas de esgotamento sanitário é realizado há mais de vinte anos, com participação voluntária, mediante pagamento e com relatórios disponibilizados *online*, nos quais pode-se observar dados referentes às organizações participantes. A Figura 19 é um exemplo de *benchmarking* em esgotamentos sanitários, ela apresenta o custo total de tratamento dos mesmos por cada prestadora de serviço, em dois anos distintos.

Figura 19 - Custos totais de tratamento de esgoto por prestadora de serviço holandesas em anos distintos



Fonte: DWA, 2018.

### 5.2.2. ALEMANHA

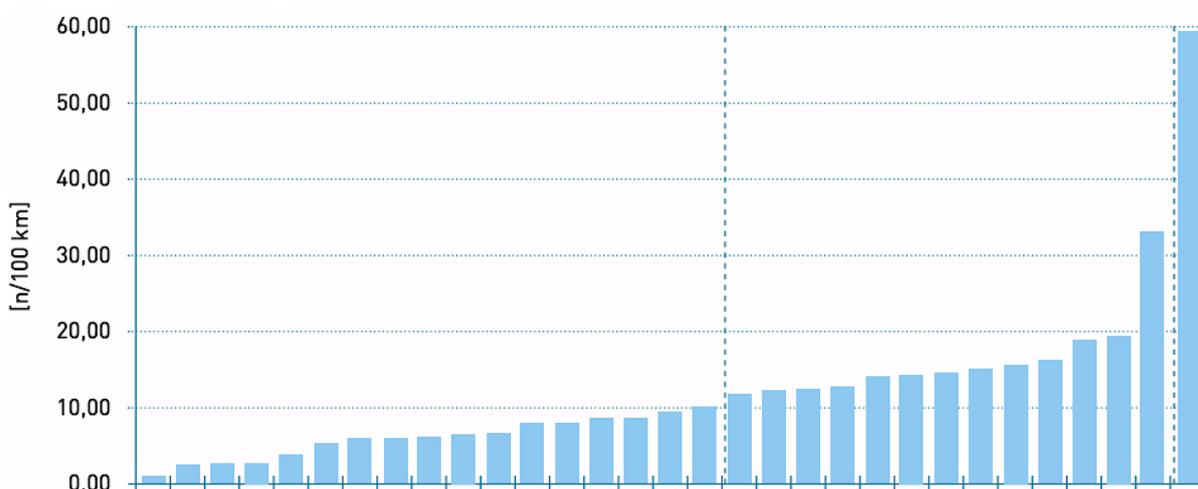
Nesse país, em que a cobertura dos serviços de água e esgoto abrange mais de 99% da população, o *benchmarking* está presente há quase 20 anos e em mais de 800 empresas públicas e privadas (Rödl, 2020). É considerado importante instrumento de otimização e modernização dos serviços, consolidando-se como um instrumento efetivo de identificação de potenciais melhorias, as quais rapidamente são postas em prática.

O *benchmarking* aplicado ao saneamento na Alemanha caracteriza-se pela garantia de anonimidade e segurança dos dados fornecidos e pela participação voluntária por parte das prestadoras de serviço, as quais estão presentes nos estudos em sua maioria, uma vez que são dotadas da visão de que trata-se de algo benéfico para todos os envolvidos, com potencial aperfeiçoamento dos serviços. Há apoio e incentivo por parte do governo para que se realize.

A estruturação do *benchmarking* é feita através de relatórios estaduais, nos quais constam indicadores que podem variar segundo o estado, mas sempre divididos em cinco esferas: eficiência econômica, qualidade do fornecimento, segurança do fornecimento, serviço ao cliente e sustentabilidade. Esses documentos são anuais e disponibilizados *online*, na forma de relatório público. Neles, as comparações dos indicadores de desempenho entre as prestadoras de serviço são realizadas de maneira anônima, isto é, não há como saber qual índice pertence a cada uma delas, como pode-se observar na Figura 20, referente aos danos físicos da rede por comprimento e sem referências no eixo das abscissas.

Em muitos dos indicadores, inclusive, a visão é generalizada e os dados resultantes aparecem na forma de percentual de empresas com determinado valor médio, ou seja, nota-se que, por vezes, os dados discretos não são necessários de serem expostos. Há sempre uma interpretação nesses relatórios do que os resultados de cada indicador significam em nível estadual.

Figura 20 - Índice de danos da rede por extensão da mesma em 2017 por prestadora de serviço do estado de Saarland (Alemanha)



Fonte: VEWSaar, 2017.

### 5.2.3. PORTUGAL

Em Portugal, a acessibilidade física ao serviço de água, ou seja, o percentual do número total de alojamentos localizados na área de intervenção da entidade gestora para os quais as infraestruturas do serviço de distribuição de água se encontram disponíveis ou para as quais existem infraestruturas ligadas ou com possibilidade de ligação ao sistema é de 92% a 94% (ERSAR, 2020).

A utilização de indicadores que avaliassem o sistema de distribuição de água no país data do final da década de 1990, os quais foram utilizados em ambiente académico, ainda não por instituições públicas do setor (ALEGRE, 1995 e COELHO, 1997).

Em 2005, o Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR) entendeu que era necessário que houvesse a publicação anualmente de relatórios nacionais nos quais contivessem indicadores de serviço, a fim de se obter uma visão geral do panorama de saneamento no país e, assim, colaborar com a gestão dos recursos hídricos. A partir desse ano, foram publicados documentos anuais em quatro volumes, cada qual abrangendo diferentes aspectos dos serviços de saneamento: Volume 1 – Caracterização geral do setor, Volume 2 – Caracterização econômica e financeira do setor, Volume 3 – Avaliação da qualidade do serviço aos utilizadores e Volume 4 – Avaliação da qualidade da água para consumo humano. A partir de 2015, o Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (RASARP) foi reestruturado para dois volumes apenas: Volume 1 - Caracterização do setor de águas e resíduos e Volume 2 - Controle da qualidade da água para consumo humano (ERSAR, 2020).

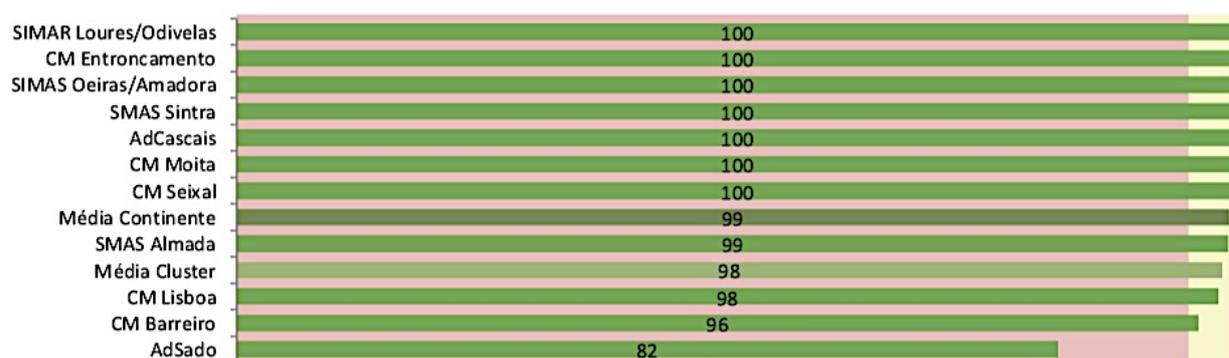
No primeiro deles, há um capítulo nomeado "Avaliação e *benchmarking* da qualidade do serviço prestado aos utilizadores". Nele, observa-se que a incorporação do *benchmarking* através da comparação dos indicadores das prestadoras de serviço é feita de maneira explícita, como pode-se notar na Figura 21, onde é mostrada a acessibilidade física aos sistemas de tratamento de água em áreas predominantemente urbanas, considerando-se a região do país Centro e Lisboa.

As análises são realizadas considerando-se 14 indicadores divididos em três categorias: Adequação da interface com os utilizadores, Sustentabilidade da gestão do serviço e Sustentabilidade ambiental. Pode-se notar, também, para cada indicador, uma comparação da média ponderada do mesmo com os resultados dos anos anteriores, denotando a evolução do serviço no país como um todo.

Os dados que compõem o RASARP são, também, disponibilizados publicamente na página *web* da Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) no formato de planilha eletrônica (*Microsoft Excel*), podendo ser utilizados para análises de diversos tipos por diversos agentes.

Conclui-se que o *benchmarking* no setor de saneamento em Portugal é feito com a participação obrigatória de todas as empresas prestadoras de serviço no país, uma vez que o relatório faz parte das políticas públicas de melhorias dos serviços de saneamento adotadas pelo governo do país. No entanto, observa-se que o número de indicadores é baixo em comparação com os de outros países cuja participação é eletiva.

Figura 21 - Índice de acessibilidade física aos sistemas de tratamento de água em áreas predominantemente urbanas de Centro e Lisboa (Portugal) em 2017



Fonte: ERSAR, 2020.

#### 5.2.4. ÁUSTRIA

A Associação Austríaca de Gás e Água (ÖVGW) conduz desde 2002 projetos de benchmarking no setor de abastecimento de água. Os resultados do projeto piloto de 2004 foram publicados em dois tipos de relatórios: um público e um individual para cada companhia participante (NEUNTEUFEL et. al, 2004). Os dados fornecidos são confidenciais e podem ser utilizados em pesquisas da Universidade de Recursos Naturais e Ciências da Natureza de Viena e da Universidade Técnica de Graz, parceiras do projeto. A participação é voluntária e mediante pagamento de taxa, cujo valor mínimo é 1950 Euros.

Os projetos não possuem periodicidade definida. Até a atual data, foram feitos apenas cinco projetos, nos anos de 2002, 2004, 2007, 2012 e 2015. Aproximadamente 120 diferentes operadoras de grandes e pequenas cidades participaram até hoje

---

desses estudos, as quais fornecem mais de 50% da água potável para a população do país.

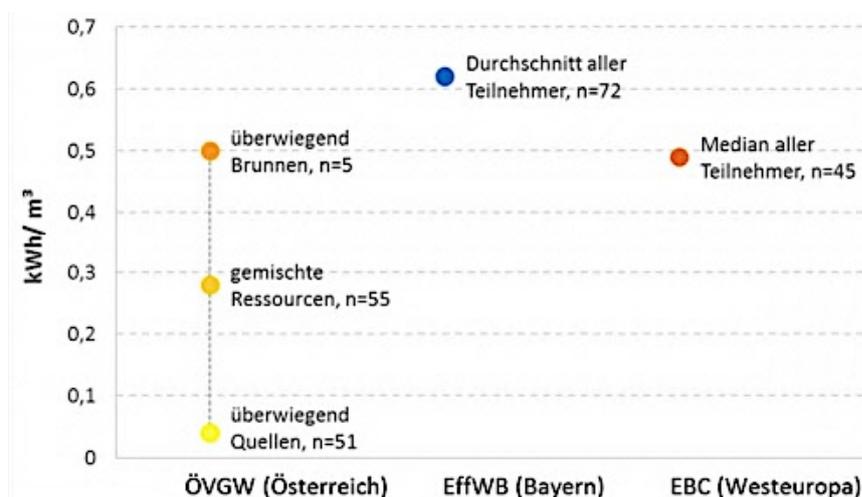
Os relatórios são feitos com base em dois importantes aspectos: confidencialidade e transparência. Neles, não são explícitos os valores discriminados por empresa, apenas uma visão estatística geral dos participantes, bem como comparações com os valores médios de projetos externos de *benchmarking* em saneamento, como o do Estado de Bayern (Alemanha) e da Fundação EBC (Europa). Na Figura 22, por exemplo, pode-se comparar o consumo de energia elétrica médio por volume de água produzida de prestadoras de serviço austríacas (advindas de fontes subterrâneas, mistas e superficiais) com as do estado de Bayern (Alemanha) e do oeste europeu (base de dados da EBC, melhor explicado posteriormente).

Os indicadores são categorizados nas mesmas cinco categorias dos projetos estaduais de *benchmarking* da Alemanha: eficiência econômica, qualidade do fornecimento, segurança do fornecimento, serviço ao cliente e sustentabilidade (NEUNTEUFEL, 2017).

Em se tratando de esgoto sanitário, a Liga Austríaca de Água e Esgoto (ÖWAV), em parceria com a Universidade Técnica de Viena, a Universidade de Recursos Naturais e Ciências da Natureza de Viena e o Instituto *Quantum*, oferecem um modelo de *benchmarking* para esgoto diferente do citado acima para água de abastecimento.

Trata-se de uma plataforma online de acesso restrito às instituições integrantes, cuja participação é voluntária e sob custos que dependem do pacote escolhido e variam entre 1000 e 17500 Euros. Os relatórios físicos são disponibilizados sem explicitar os nomes das companhias ao final do processo de *benchmarking*, o qual envolve uma visita pessoal de um agente nas instituições para acompanhar os processos e verificar a verossimilhança dos dados fornecidos (ÖWAV, 2017).

Figura 22 - Consumo de energia elétrica médio em 2017 por volume de água produzida de prestadoras de serviço austríacas (advindas de fontes subterrâneas, mistas e superficiais), do estado de Bayern (Alemanha) e do oeste europeu.



Fonte: NEUNTEUFEL, 2017.

### 5.2.5. DINAMARCA

A Agência Dinamarquesa de Água e Esgoto (DANVA) possui um programa intitulado de "DANVA Benchmarking", de participação voluntária e que começou com um estudo piloto em 2001, envolvendo algumas companhias de saneamento. É dividido em cinco categorias de indicadores: custos, serviço, qualidade, satisfação do cliente e impacto ambiental.

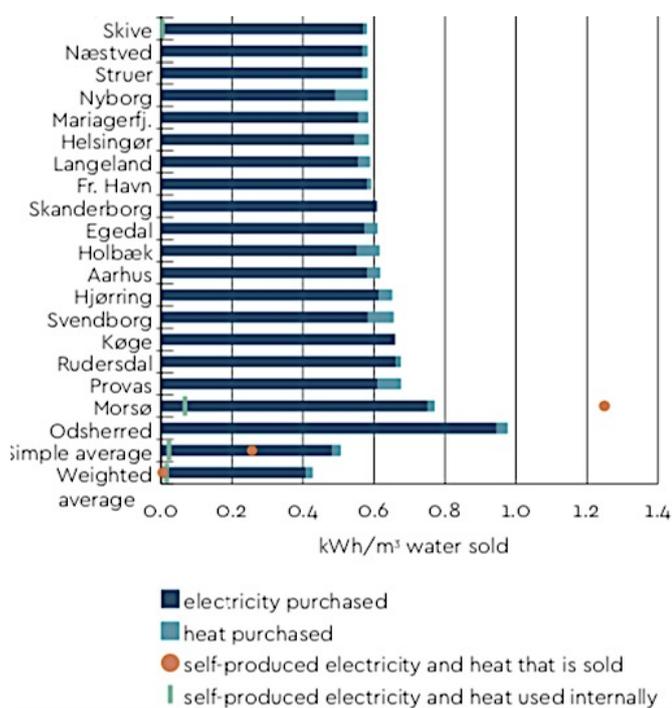
Os resultados eram confidenciais até o ano de 2004, a partir do qual um relatório público é disponibilizado anualmente. Também nesse ano, os processos de coleta de dados e disponibilização deles comparados começou a ser inteiramente online, através de uma plataforma de acesso restrito às instituições participantes. A inserção dos dados pode ser feita a qualquer instante e os indicadores são atualizados no mesmo instante, tornando a plataforma dinâmica e condizente com as circunstâncias reais do momento. Os relatórios públicos anuais não deixaram de ser feitos e disponibilizados.

A partir de 2008 e 2010, respectivamente, tornaram-se obrigatórios por lei os compartilhamentos de dados sobre a eficiência econômica e de performance relativa a parâmetros ambientais com setores públicos regulamentadores de saneamento, ações denominadas de "TOTEX Benchmarking" e "Performance benchmarking". O Programa "DANVA Benchmarking" continuou existindo, abordando outros variados

aspectos da área. A participação deste último continua a ser voluntária, sob o pagamento de uma taxa de 1500 Euros (DANVA, 2020).

A Figura 23 faz parte do relatório público dinamarquês de 2016, podendo-se observar as perdas de faturamento de cada empresa em percentual e em kWh/m<sup>3</sup>.

Figura 23 - Consumo de energia elétrica médio por volume de água produzida de prestadoras de serviço dinamarquesas em 2016



Fonte: DANVA, 2017.

### 5.2.6. CANADÁ

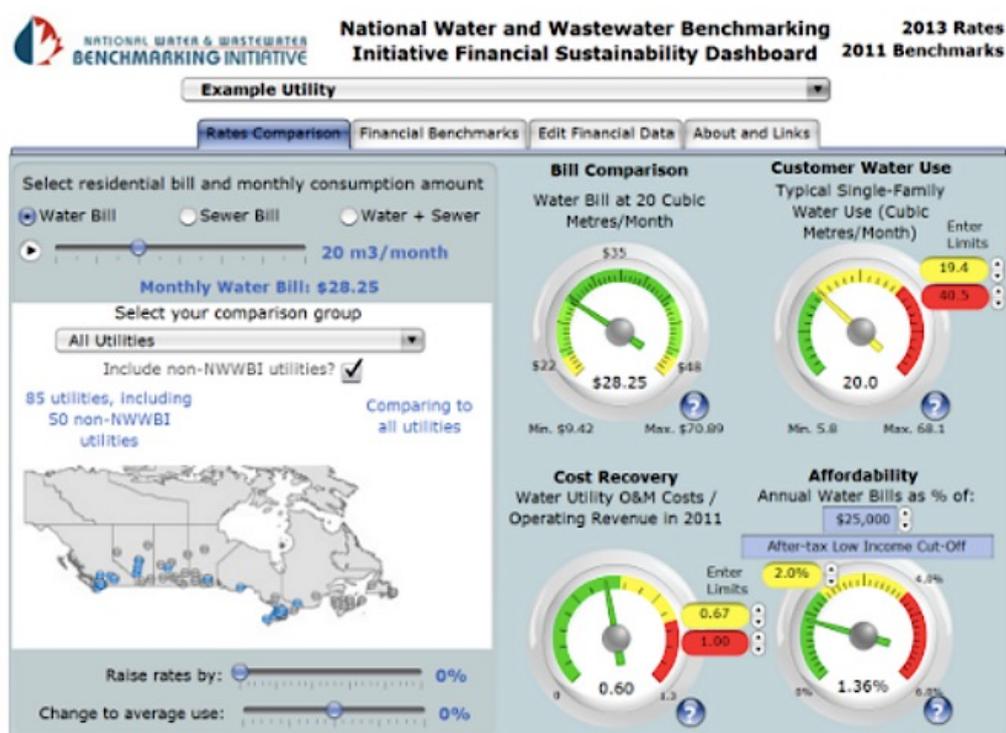
O modelo de *benchmarking* aplicado no setor de saneamento nesse país faz parte da Iniciativa Nacional Canadense de *Benchmarking* em Água e Esgoto (NWWBI), cujas atividades iniciaram-se em 1998 e, desde então, cresceu em participação das prestadoras de serviço, atingindo mais de 50 empresas participantes, responsáveis pelo abastecimento de água de mais de 70% da população do Canadá. É uma iniciativa de uma empresa privada americana de engenharia (AECOM) e não gratuita

Em suas práticas de *benchmarking*, além de águas de abastecimento e esgotamentos sanitários, estão envolvidos indicadores referentes a águas pluviais (MAIN, 2016).

É utilizado uma plataforma digital (Figura 24) atualizada anualmente com indicadores financeiros e operacionais das prestadoras de serviço, os quais são verificados com visitas em campo. A participação é voluntária e as informações fornecidas são comercialmente confidenciais, fazendo com que a plataforma ativa tenha acesso restrito aos membros participantes, os quais também recebem relatórios privados com o detalhamento de sua performance frente aos demais membros. Há alguns relatórios públicos no *site* da NWWBI, referentes a anos aleatórios, sem seguir uma frequência de publicação. Sabe-se que há, também, workshops anuais organizados pela NWWBI, nos quais os participantes podem discutir diretrizes e resultados do *benchmarking* no setor de saneamento do país.

A divisão dos indicadores é feita em sete esferas, encaradas como metas a serem alcançadas por parte das prestadoras de serviço de saneamento: proteção ao meio ambiente, confiabilidade e sustentabilidade, proteção pública (saúde e segurança), ambiente de trabalho seguro e produtivo, clientes satisfeitos e informados, custo mínimo sustentável e suficiência da capacidade (AECOM, 2018).

Figura 24 - Ilustração do *dashboard* utilizado por prestadoras de serviço canadenses



Fonte: NWWBI, 2013.

### 5.2.7. ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

A Associação Americana de Trabalhos com Água (AWWA) reconhece a importância do *benchmarking* no setor de saneamento e, portanto, possui um programa no qual indicadores de performance são comparados com os das instituições participantes, a fim de se identificar as áreas em que podem ser melhoradas. Os indicadores analisados são divididos em cinco esferas: desenvolvimento organizacional, operações de negócios, serviço ao cliente, operações - água e operações - esgoto.

A participação é feita através de um questionário que recolhe os dados das instituições participantes anualmente, às quais são fornecidas posteriormente um relatório gratuito com o desempenho de cada uma delas em comparação com a média do setor.

O acesso a informações mais detalhadas, como os valores históricos de cada indicador pode ser adquirido através da compra do relatório anual de benchmarking no saneamento. Os participantes do questionário em um determinado ano possuem desconto na aquisição deste, tendo de pagar um valor de 399 dólares. Por 570 dólares, qualquer pessoa física ou jurídica pode ter acesso ao relatório, no qual não são explicitados os nomes das prestadoras de serviço participantes junto aos seus indicadores de desempenho (AWWA, 2020).

### 5.2.8. EUROPA

A Fundação Europeia de Cooperação em *Benchmarking*, EBC Foundation, é uma instituição autodenominada sem fins lucrativos, a qual institui o uso do *benchmarking* no setor de saneamento em países europeus através do oferecimento do seu Programa de *Benchmarking*.

Esse programa consiste na orientação das prestadoras de serviço participantes para melhorias de seus serviços e indicadores, oferecendo-as relatórios exclusivos nos quais há a comparação de seu desempenho com os das outras instituições participantes, não explicitando quais dados se referem a quais empresas, apenas o da receptora do relatório.

Há, também, um relatório público disponibilizado anualmente, com indicadores gerais. Além disso, é oferecido às organizações participantes o acesso a uma plataforma online de *benchmarking* (Figura 6), com o mesmo critério de

confidencialidade dos relatórios escritos fornecidos às prestadoras de serviço. Nessa plataforma constam indicadores de serviços de água e esgoto, na qual é possível acessar e exportar dados históricos e a navegação na mesma é considerada fácil e sugestiva. (EBC, 2020).

Para se obter acesso aos serviços acima citados, as empresas participantes têm de firmar um contrato com a EBC, na qual elas se comprometem a pagar pelo serviço escolhido. Há três modalidades de serviços oferecidos: básico, padrão e avançado. Cada um desses níveis de participação dá direito a um determinado número de indicadores analisados e comparados. As empresas que atingirem bons níveis de participação no programa de *benchmarking* da EBC, bem como indicadores que denotam bom desempenho e ações visando à melhoria de seus serviços podem receber um certificado com uma, duas ou três estrelas, estando autorizados a utilizarem o selo da EBC referente ao certificado recebido em seus canais de mídia. Na Figura 25 pode-se observar os três tipos de selos possíveis de serem obtidos.

Figura 25 - Selos da EBC concedido a prestadoras de serviço europeias



Fonte: EBC, 2020.

Em 2018, mais de 40 empresas de 20 países fecharam contrato com a EBC, garantindo o seu acesso à plataforma online e aos relatórios individuais. Em 80% dos países participantes, o número de empresas foi de apenas uma ou duas. Embora a EBC contenha Europa em seu próprio nome e tenha foco em prestadoras de serviço desse continente, 25% das empresas participantes do seu relatório de 2018 eram de países situados em outros continentes: Omã, Singapura, Iraque, Emirados Árabes Unidos e Estados Unidos da América.

Figura 26 - Plataforma online de *benchmarking* da EBC

Fonte: EBC, 2020.

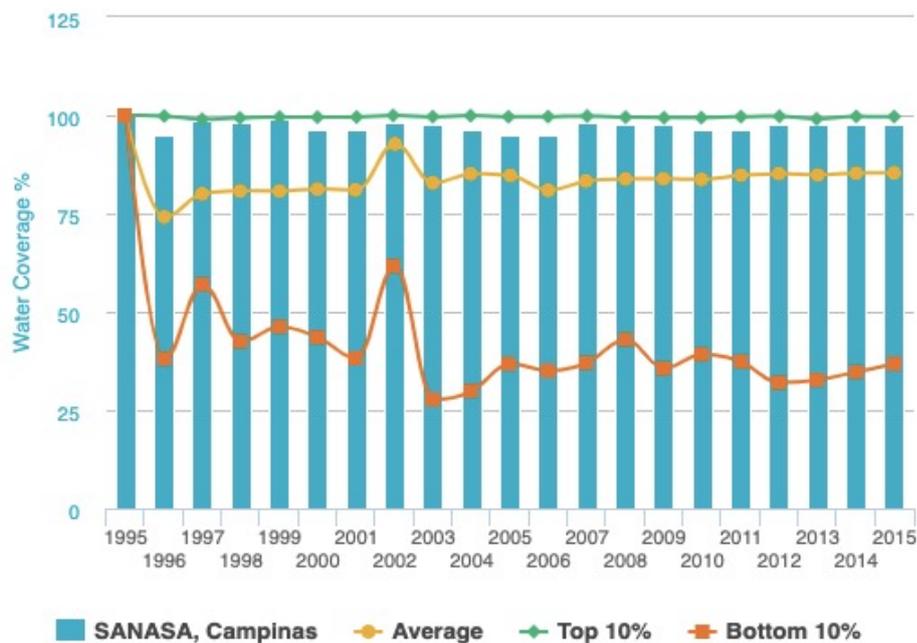
### 5.2.9. APLICAÇÃO EM NÍVEL GLOBAL

A Fundação de Pesquisa em Água (WRF), instituição americana, desenvolveu uma ferramenta *online* de *benchmarking* para avaliar os níveis atuais e desejados de performance de organizações de saneamento. Prestadoras de serviço do mundo todo podem participar mediante pagamento (WRF, 2019). A estrutura da plataforma não é divulgada, tampouco o número de empresas participantes de cada país.

O destaque em nível internacional é certamente a plataforma online da Rede Internacional de *Benchmarking* para Prestadoras de Serviço de Água e Esgoto (IBNET). Trata-se de uma iniciativa do Grupo Banco Mundial (IBRD) que reúne dados de prestadoras de serviço do mundo todo, cujas participações são gratuitas e voluntárias. Essas informações são reunidas em gráficos interativos na página *web* da plataforma, podendo ser acessados para se comparar indicadores de prestadoras da própria região, do próprio país ou até mesmo de toda a base de dados. Há, também, a exibição do avanço temporal dos indicadores, ao longo de todo o período em que a prestadora de serviço disponibilizou os dados.

A Figura 27 ilustra os resultados do indicador Cobertura dos Serviços de Água da Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento (SANASA), prestadora da cidade de Campinas - SP, entre os anos de 1995 e 2015. Pode-se observar, também, a comparação de valores dessa prestadora com a média e as parcelas de 10% superior e inferior das participantes em nível nacional, regional ou global. Para o gráfico da Figura 27, foi escolhido o filtro de comparação nacional.

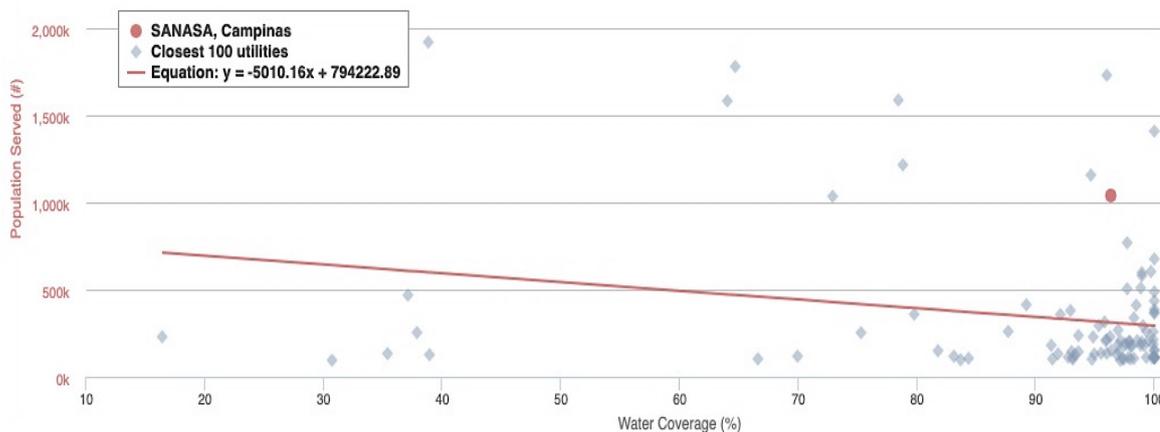
Figura 27 - Cobertura dos serviços de água da SANASA (Campinas-SP) entre 1995 e 2015



Fonte: IBRD, 2016.

A plataforma IBNET permite, também, que se faça a correlação entre indicadores de um determinado recorte territorial em um determinado ano. Por exemplo, no gráfico da Figura 28, escolheu-se correlacionar a população atendida, em números absolutos, por cem prestadoras de serviço brasileiras, com a porcentagem de cobertura dos serviços de água para essa população, destacando-se a SANASA. Os filtros dos gráficos permitem que o usuário selecione para a correlação até 500 prestadoras de serviço ao mesmo tempo, podendo pertencer ao mesmo país (como o caso do gráfico da Figura 28), mesma região ou em nível global. Nota-se que, além disso, é fornecida, uma equação de correlação linear a qual denota a tendência da correlação entre esses indicadores. As prestadoras de serviço com pontos no gráfico podem ser visualizadas passando-se o cursor sobre eles, bem como seus valores referentes a ambos os indicadores correlacionados.

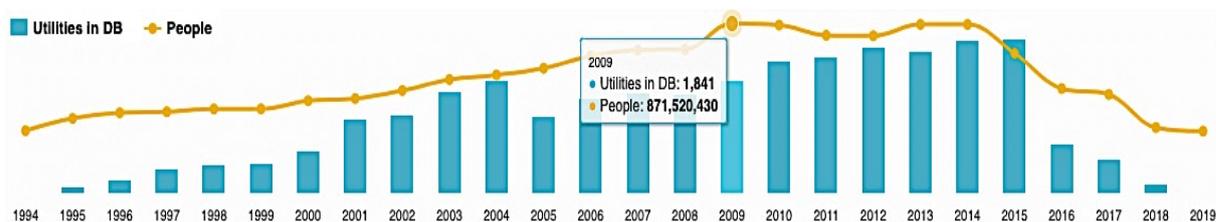
Figura 28 - Relação entre população atendida e cobertura dos serviços de água de prestadoras de serviço brasileiras em 2015



Fonte: IBRD, 2016.

O número de prestadoras de serviço na base de dados da IBNET era de apenas 12, as quais atendiam quase 4 milhões de pessoas. O número de empresas fornecendo dados à plataforma teve o seu máximo em 2015, com 2510 participantes. Em termos de número de pessoas atendidas, o máximo foi em 2009, com mais de 871 milhões de pessoas. A partir de 2016, no entanto, esses números caíram drasticamente, como pode-se observar na Figura 29, cujo gráfico não possui escala vertical por ser interativo, ou seja, pode-se observar os valores movendo-se o cursor sobre ele na sua página *web*.

Figura 29 - Número de prestadoras de serviço da plataforma IBNET ao longo dos anos

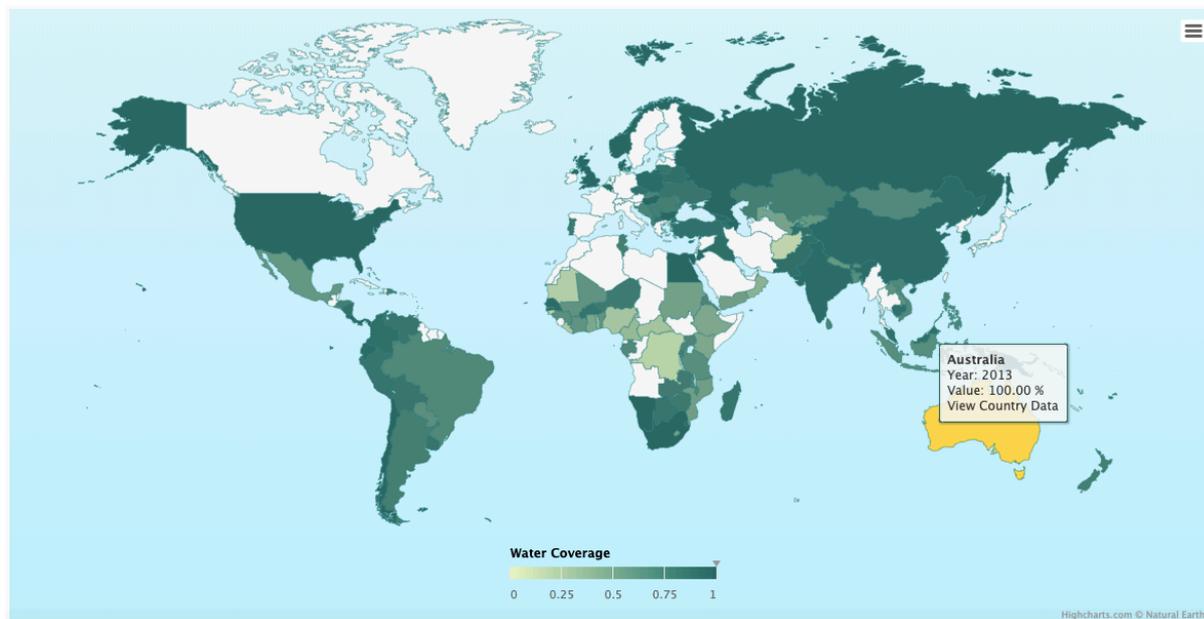


Fonte: IBRD, 2016.

A plataforma IBNET permite, também, que mapas comparativos de países sejam criados para um determinado indicador, como pode-se observar na Figura 30, na qual o cursor foi movido sobre a Austrália, exibindo o valor do indicador e seu respectivo ano de referência. Uma limitação desse recurso é o fato de a comparação ser realizada utilizando-se dados de diferentes anos, podendo levar a equívocos

interpretativos. Outro limitante é a ausência de informações para inúmeros países, destacando-se os europeus.

Figura 30 - Índice de cobertura de água em nível mundial em diferentes anos



Fonte: IBRD, 2016.

### 5.2.10. PANORAMA BRASILEIRO E PERSPECTIVAS

O Brasil carece de iniciativas concretas e acessíveis que estimulem o *benchmarking* junto às prestadoras de serviços do país, uma vez que não há plataformas ou relatórios gratuitos desenvolvidos pelas agências reguladoras, nos quais a prática pode ser vista, embora a mesma tenha ganhado relevância em pesquisas aplicadas a esse setor (CETRULO, 2019).

No contexto acadêmico, há estudos que envolvem técnicas de *benchmarking* na análise de características do setor de saneamento do país, como o de Santi (2018), no qual foi avaliado, através da aplicação dessas técnicas, o desempenho de operadoras de saneamento referente ao controle de perdas de água. Coelho (2004) utilizou o *benchmarking* para analisar a relação entre a eficiência dos sistemas cadastrais de prestadoras de serviço de saneamento e seus respectivos índices de perdas de faturamento. Guimarães (2013) analisou as distintas abordagens regulatórias aplicadas nas revisões tarifárias sobre os indicadores de *benchmarking* no contexto brasileiro, mais especificamente no estado de São Paulo.

---

Em termos práticos, pode-se citar o Prêmio Nacional de Qualidade em Saneamento (PNQS), instituído em 1997 pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária (ABES) a fim de destacar anualmente as empresas do setor que se distinguem pela boa gestão de seus serviços. Trata-se de um concurso de cases de participação voluntária das prestadoras de serviço e pago, com taxas de inscrição que variam entre 6, 7 mil reais e 80 mil reais. Há um relatório que permite comparar os participantes premiados através de indicadores, além de premiações dos destaques em práticas que variam conforme a categoria de inscrição. Dias antes do evento de premiação, há o Seminário de *Benchmarking*, no qual algumas instituições premiadas podem compartilhar seus cases de sucesso com as demais (PNQS, 2020).

Além disso, existiu até 2013 o Programa *Benchmarking* Brasil (PBB), organizado pela empresa privada Mais Projetos Corporativos (MPC), que oferecia um selo de sustentabilidade para as melhores práticas socioambientais de instituições brasileiras. O PBB teve duração de mais de uma década e possuía as categorias Senior, Junior e Hackathon (MPC, 2013). Os projetos tinham inscrições gratuitas e online, mas havia contrapartidas financeiras para os cases que atingem notas para a certificação *benchmarking*.

Ante a necessidade de iniciativas brasileiras que vão além das premiações e possam eventualmente entrar em prática de maneira regulamentada por entidades do setor de abastecimento de água, é de suma importância que sejam realizados estudos de desenvolvimento e viabilidade de ferramentas de *benchmarking*.

A construção e operacionalização da plataforma digital de compartilhamento de informações, tal qual realizado nesta pesquisa, é, portanto, um feito que pode gerar grandes melhorias de desempenho não somente no âmbito das perdas de água, mas também com relação a outros aspectos. É importante que o acesso a essa ferramenta seja livre, uma vez que plataformas fechadas, apesar de serem úteis no compartilhamento de informações, dificultam a pesquisa e a transparência. É possível que esse produto seja usado, até mesmo, sob uma perspectiva pedagógica, enquanto ferramenta de aprendizagem e trocas de informações por parte de seus usuários, podendo ser incluída, até mesmo, em fóruns e cursos *online* relacionados ao tema.

### 5.2.11. DEFINIÇÃO DA ESTRUTURA DA PLATAFORMA DESENVOLVIDA

A partir dos dados detalhados nos itens anteriores deste módulo, mais especificamente os que envolvem sistemas de abastecimento de água, foram definidos os aspectos funcionais da aplicação do *benchmarking* para a plataforma desenvolvida. A seguir, descreve-se todos esses aspectos, bem como define-se as características adotadas para o protótipo.

- **Frequência da atividade:** refere-se à periodicidade das aplicações do *benchmarking* em sistemas de abastecimento de água. Nota-se que algumas localidades o utilizam anualmente, enquanto outras apresentam frequência ora maior, ora menor que a anual. Algumas delas não possuem sequer uma frequência definida, pois dependem da participação voluntária das prestadoras de serviços, a qual pode até mesmo em alguns anos não ser suficiente para se desenvolver um estudo de *benchmarking*.

Escolheu-se, para este projeto, uma frequência de alimentação da plataforma anual. Essa frequência permitirá que a ferramenta de *benchmarking* seja dinâmica e atualizada, conforme a proposta. Como se trata de um instrumento de apoio à tomada de decisão, é importante que não haja longos períodos na identificação de uma métrica que se mostra insatisfatória em comparação com as de outras prestadoras.

- **Regulamentação:** a participação nos projetos de *benchmarking* por parte das localidades abordadas pode ser regulamentada, parcialmente regulamentada ou voluntária. As regulamentadas são aquelas em que há obrigatoriedade legal de participação por parte do governo da região de atuação das prestadoras de serviço. Participações parcialmente regulamentadas são aquelas em que apenas uma esfera do saneamento ou então uma subdivisão dessa esfera possui a obrigação legal de estar inserida no *benchmarking* da região. Participações voluntárias não estão sujeitas a obrigação por parte do governo local, elas ocorrem a critérios das prestadoras de serviço.

Para este estudo, propôs-se uma plataforma de participação voluntária, pois diante de uma proposta de obrigatoriedade do compartilhamento de dados internos das prestadoras de serviço, a percepção dessas quanto à ferramenta desenvolvida pode ser alterada, tornando a recepção da plataforma de *benchmarking* potencialmente tendenciosa e até mesmo baixa, não resultando em uso efetivo, tampouco em um *feedback* que corresponda com o que de fato se experienciou ao

utilizá-la. Porém, é importante salientar que é interessante por parte dos governos locais que incentivem a participação de prestadoras em projetos de *benchmarking*, pois quanto mais se pode comparar com os processos adotados por outras entidades, melhor fundamentada se torna a adoção ou não de práticas de controle de perdas de água pelos municípios.

- **Início das atividades de *benchmarking*:** as localidades citadas anteriormente foram divididas em regiões que começaram as atividades de *benchmarking* nos setores de água e esgoto na década de 1990, na década de 2000 e na década de 2010.

Esse aspecto, naturalmente, não envolve uma escolha para a plataforma desenvolvida: a iniciativa data do início da década de 2020. Essa é uma característica mais informativa, que permite que se saiba os períodos de tempo nos quais os avanços referentes à adoção do *benchmarking* podem ser observados. Assim, pode-se, também, fazer projeções para o desenvolvimento do setor a partir da adoção dessa ferramenta de gestão.

- **Confidencialidade:** refere-se à apresentação dos nomes de cada prestadora de serviço do projeto junto aos seus valores de indicadores de desempenho ou de outras métricas, em comparação com as outras entidades participantes. Pode ser classificada como total ou ausente. Nas regiões em que a confidencialidade é total, não se sabe, nos gráficos e tabelas comparativas, quais dados referem-se a quais prestadoras de serviço; cada uma pode apenas ver a sua situação com relação às demais. Quando a confidencialidade, no entanto, é ausente, não há preocupação em se ocultar os nomes das companhias junto às suas métricas de desempenho.

Para este projeto, escolheu-se adotar confidencialidade ausente para a seção quantitativa da plataforma, exibindo-se os indicadores de cada município. Essa escolha fundamenta-se no fato de que os dados numéricos apresentados advieram do site do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento, do governo federal. Logo, são dados que já se caracterizam por serem de domínio público.

Na seção qualitativa da plataforma, as práticas de controle de perdas adotadas pelos municípios das bacias PCJ envolvidos no projeto foram aleatoriamente alteradas, caracterizando-se como confidencialidade total. Isso ocorreu, embora os dados reais estivessem disponíveis a partir da pesquisa de Santi (2018), pois não foi obtida, ao longo do desenvolvimento da ferramenta, autorização formal por parte das prestadoras de serviço participantes do estudo anterior para que esses dados internos

---

fossem divulgados. Isso não representou dano ao processo de desenvolvimento da ferramenta, uma vez que seu aspecto operacional representou o objetivo deste projeto. Uma vez autorizada posteriormente a divulgação desses dados, ou até mesmo sendo regulamentada a ferramenta na região, a substituição por dados qualitativos verdadeiros é simples de ser realizada.

- **Custos:** sabe-se que os custos envolvidos na participação de prestadoras de serviço em projetos de *benchmarking* são elevados, da ordem de milhares de euros para os avaliados nos itens anteriores. Esses custos estão relacionados ao desenvolvimento de plataforma ou à elaboração de relatórios, além dos processos de recebimentos dados, verificação da veracidade dos mesmos, análises técnicas, dentre outros. Nas localidades em que o *benchmarking* é regulamentado, os custos do processo costumam ser assumidos pelos governos locais, caracterizando-se gratuidade para as prestadoras de serviço. Em alguns locais, o serviço é pago pelas que escolheram participar; o investimento justifica-se pelo retorno que essa prática oferece, apresentando possibilidades reais de melhoria de desempenho.

Aspecto também informativo considerando-se o atual projeto, uma vez que ele visa a desenvolver uma plataforma a ser oferecida de maneira gratuita às prestadoras de serviço, como resultado de projetos de pesquisa da Universidade de São Paulo.

- **Produto final:** ao final dos processos de *benchmarking*, os resultados podem ser apresentados na forma de relatórios públicos, relatórios privados, ambos os documentos e/ou plataforma digital, que também pode ser de domínio público ou privado. O fornecimento de relatórios públicos é importante na medida em que serve de apoio para pesquisas da área, além de que, através deles, cada cidadão pode se informar de como o dinheiro despendido nas tarifas está sendo aplicado nesse aspecto. Os relatórios privados são fornecidos a cada prestadora de serviço participante; neles, elas podem comparar o seu desempenho com os de outras entidades de maneira confidencial. Em alguns casos, a organização que promoveu o *benchmarking* faz até mesmo uma espécie de consultoria nos relatórios privados, sugerindo mudanças com base na performance observada e comparada com determinados indicadores-chave. Em algumas localidades, são fornecidos ambos os tipos de relatório: nos públicos constam mais informações gerais e indicadores mais abrangentes; nos privados, há um detalhamento maior e possíveis sugestões de mudanças.

---

A utilização de plataforma digital como produto final foi a escolha deste projeto, uma vez que é uma forma mais dinâmica e intuitiva de se observar os resultados, além de poder ser atualizada frequentemente, sem a necessidade de se elaborar todo um documento para tal. A aplicação de tecnologia em análise de dados costumava ser mais frequentemente aplicada por organizações nos processos de análise em si; porém, cada vez mais observa-se avanço tecnológico na apresentação dos resultados finais: na forma de *dashboards*, por exemplo.

- **Interatividade:** termo que não costuma constar em muitos dicionários devido à sua adoção recente; amplamente utilizado por empresas de tecnologia, refere-se às possibilidades de comunicação com o usuário de um produto. É definida por Jensen (1998) como "potencial de habilidade de uma mídia de permitir que o usuário exerça influência sobre o conteúdo ou a forma da comunicação mediada". Em se tratando do processo de *benchmarking*, refere-se aos produtos finais fornecidos, os quais podem apresentar interatividade alta, média ou baixa. Uma maior interatividade é desejável para que se facilite as análises advindas das comparações do processo de *benchmarking*, bem como eventuais tomadas de decisão. Além disso, um produto interativo permite que a plataforma seja alimentada por funcionários que não obrigatoriamente tenham elevado grau de conhecimento do setor.

Logo, a plataforma desenvolvida neste projeto apresenta interatividade alta com o usuário. É importante salientar que a interatividade do produto resultante da aplicação do *benchmarking* não necessariamente está relacionada com o tipo de produto. Um bom contra exemplo desse equívoco é o caso dos Países Baixos, localidade na qual não há plataforma digital, mas os relatórios públicos são fornecidos, além de escritos, de maneira *online* e interativa na página *web* da organização que realiza o *benchmarking* nesse país. Da mesma forma, uma plataforma digital, se mal planejada, pode oferecer baixa interatividade com o usuário, embora plataformas digitais sejam potencialmente interativas por si só.

No Quadro 5 foram apresentados esquematicamente os aspectos funcionais descritos nesta seção, integrando as estruturas já utilizadas nas localidades referência de aplicação do *benchmarking* em saneamento, mais especificamente em sistemas de abastecimento de água com o modelo definido para a UGRHI 5 brasileira. Pode-se observar, também, as perdas médias totais de água (*Non Revenue Water - NRW*) nesses sistemas para o ano de 2018, segundo Liemberger e Wyatt (2018).

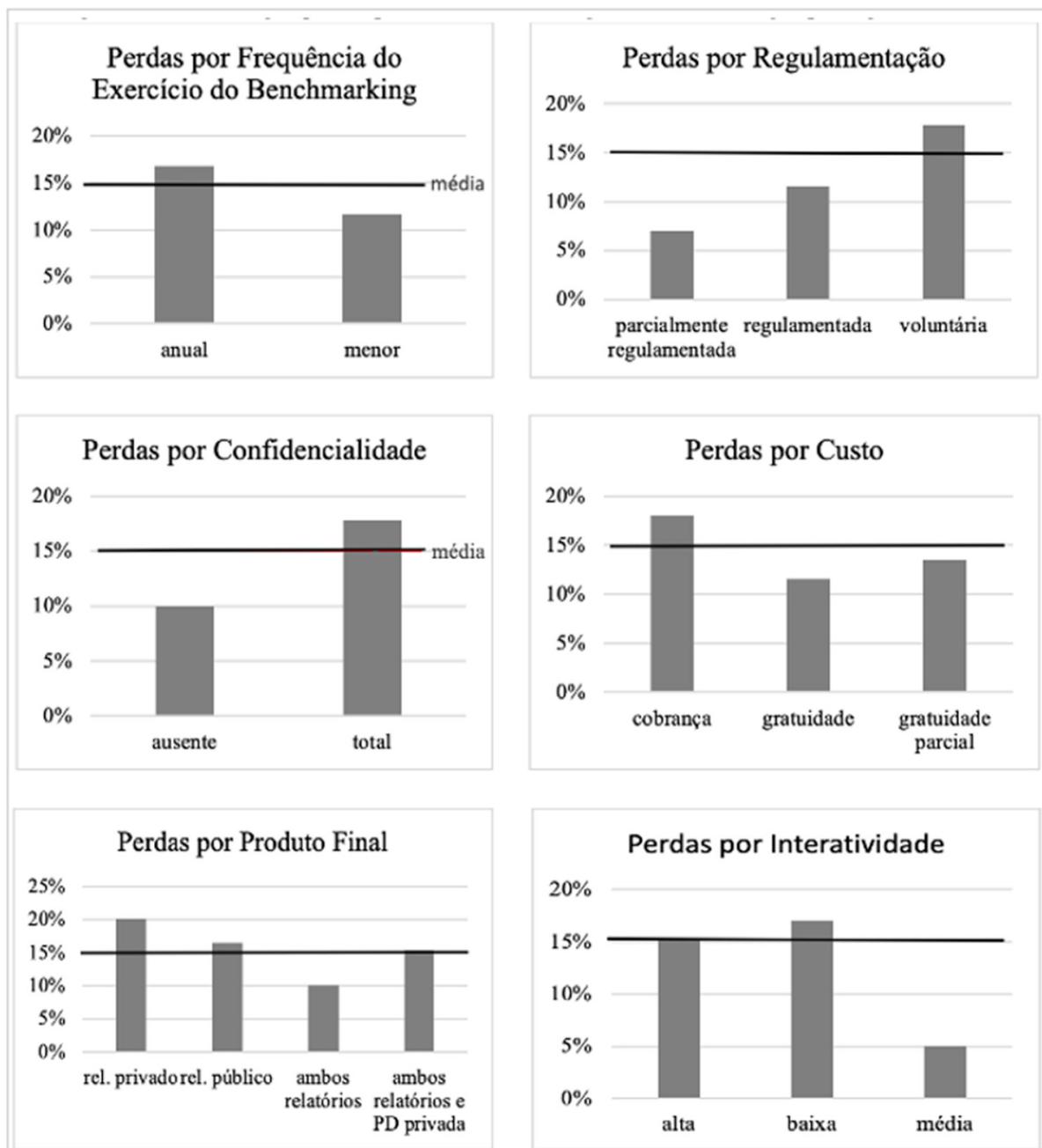
Quadro 5 - Quadro-resumo comparativo dos modelos de *benchmarking* aplicados nas localidades referência de aplicação e neste projeto

Localidades	Frequência	Regulamentação	Início das Atividades	Confidencialidade	Custos para as prestadoras	Produto Final	Interatividade	Perdas Água
<b>Países Baixos</b>	menor	regulamentada	Década de 1980	ausente	gratuidade	relatórios público e privado	média	5%
<b>Dinamarca</b>	anual	parcialmente regulamentada	Década de 2000	ausente	gratuidade parcial	relatórios público e privado e plataforma digital privada	alta	7%
<b>Alemanha</b>	anual	voluntária	Década de 2000	total	*	relatório público	baixa	15%
<b>Áustria</b>	menor	voluntária	Década de 2000	total	cobrança	relatórios público e privado	baixa	15%
<b>Canadá</b>	menor	voluntária	Década de 1990	total	cobrança	relatórios público e privado e plataforma digital privada	alta	15%
<b>Portugal</b>	anual	regulamentada	Década de 1990	ausente	gratuidade	relatório público	baixa	18%
<b>EUA</b>	anual	voluntária	*	total	gratuidade parcial	relatório privado	baixa	20%
<b>EBC Foundation (Europa)</b>	anual	voluntária	Década de 2000	total	cobrança	relatórios público e privado e plataforma digital privada	alta	24%
<b>Presente Projeto (Bacias PCJ - Brasil)</b>	anual	voluntária	Década de 2020	ausente (seção quantitativa) e total (seção qualitativa)	gratuidade	plataforma digital pública	alta	Meta: 35% (2033)
							<b>Média localidades referência</b>	15%

\*: sem dados.  
Fonte: O autor.

A Figura 31 foi produzida pensando em se obter um modelo ideal de estruturação dos aspectos qualitativos da aplicação do *benchmarking* em sistemas de abastecimento de água, com base nas perdas das localidades do Quadro 5.

Figura 31 – Variação dos índices de perdas totais de água segundo cada aspecto funcional de aplicação do *benchmarking*



Fonte: O autor.

Segundo os gráficos da Figura 31, os modelos que apresentaram melhor desempenho de minimização das perdas de água incluem frequência de aplicação dessa ferramenta menor que uma vez por ano, regulamentação parcial, confidencialidade ausente, gratuidade, relatórios públicos e privados às prestadoras de serviço e interatividade média no que se refere à demonstração dos resultados da prática.

Uma vez que o *benchmarking* se trata da adoção de práticas externas que obtiveram sucesso e respectiva adaptação à realidade de quem está realizando, pode-se dizer que a estrutura ideal obtida representa um mecanismo norteador para uma localidade que está se planejando para sua aplicação. No entanto, é importante citar que, embora essas sejam as localidades destaque em termos de utilização dessa ferramenta em sistemas de abastecimento de água, o espaço amostral ainda é baixo para poder inferir que uma estruturação nesses moldes é de fato o ideal a ser seguido. Também pelo fato de cada localidade possuir suas características, leis e circunstâncias próprias, as quais inevitavelmente interferem no processo.

Faz parte do processo de *benchmarking* adequar os modelos à realidade da região em que será aplicado. Logo, seus aspectos funcionais foram mantidos neste projeto como definidos anteriormente, segundo as justificativas apresentadas, como pode-se observar no Quadro 5.

#### **5.2.12. INFLUÊNCIA DA ADOÇÃO DO *BENCHMARKING* NAS PERDAS DE ÁGUA DOS PAÍSES REFERÊNCIA**

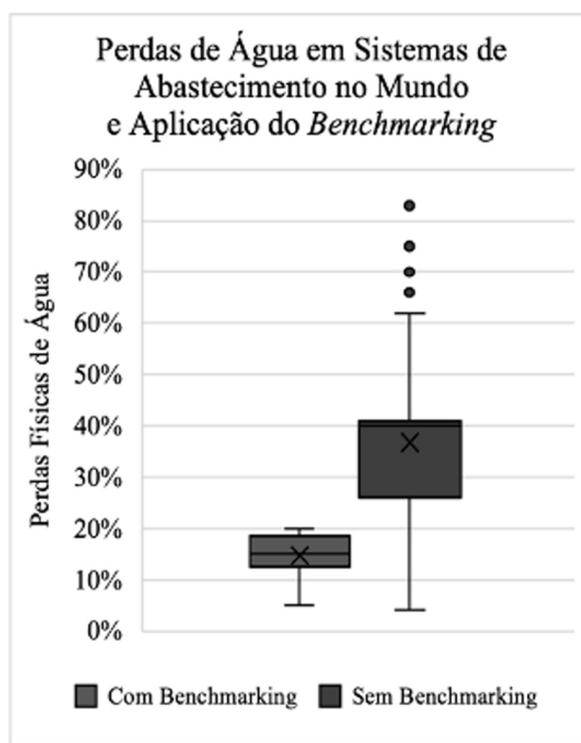
Nota-se que a porcentagem média de perdas de água considerando-se as localidades do Quadro 5 é exatamente de 15%, valor considerado pela Agência Internacional de Águas (IWA) como econômico para esse índice, levando-se em conta os custos de detecção e reparo das perdas e o da própria água perdida.

É importante salientar que países ricos possuem melhores condições de tratar da questão das perdas, por obterem mais recursos e é o caso da maioria dos países das localidades do Quadro 5.

Porém, não se pode deixar de citar que a adoção do *benchmarking* enquanto ferramenta de melhoria de desempenho, não somente no que se refere às perdas de água, contribui para que esses resultados sejam otimizados como são atualmente, além de fornecer a muitas dessas localidades mais transparência no serviço de abastecimento de água para com a sua população.

A Figura 32 explicita a contribuição do *benchmarking* enquanto ferramenta de melhoria de desempenho referente às perdas totais de água, na medida em que compara os valores médios das perdas para 223 países do mundo no ano de 2018, segundo os dados reunidos por Liemberger e Wyatt (2018).

Figura 32 – Comparativo internacional de perdas de água destacando-se a utilização do *benchmarking* enquanto ferramenta de melhoria de desempenho em 2018



Fonte: Liemberger e Wyatt (2018)

Logo, pode-se observar indicativo de que a aplicação do *benchmarking* é potencialmente benéfica na redução de perdas totais em sistemas de abastecimento de água.

### **5.3. MÓDULO II: DEFINIÇÃO DAS MÉTRICAS DO PROTÓTIPO E DOS MUNICÍPIOS PARTICIPANTES**

Neste módulo, foram definidos os indicadores de perdas utilizados no desenvolvimento da plataforma digital (seção quantitativa), com base no que a literatura técnica considera como representativo para o tema em questão, permitindo identificar por quem utiliza a ferramenta potenciais aspectos em que melhorias podem ser aplicadas, bem como eventuais associações entre os diferentes tipos perdas de água para um ou mais municípios.

Além disso, aspectos qualitativos foram considerados por complementarem a questão das perdas de água. No caso, foram reunidas e classificadas práticas de controle de perdas a serem monitoradas na plataforma digital quanto à sua aplicação por parte das prestadoras de serviço, além de características dos municípios consideradas como fatores de influência para as perdas da região.

Também consta, neste módulo, a definição dos municípios cujos dados compõem cada seção da plataforma, com sua devida justificativa.

#### **5.3.1. DEFINIÇÃO DOS INDICADORES DE PERDAS DA PLATAFORMA**

No que se refere à seleção de indicadores representativos de determinado aspecto de sistemas de saneamento, Alegre (1994) sugere que:

"É aconselhável começar por calcular apenas um pequeno conjunto de indicadores, considerados "chave". Com o tempo e a experiência se poderá progressivamente aumentar o número de indicadores, o que corresponde a aumentar a complexidade e o volume de informação a manipular. Na opinião da autora os indicadores do grupo "níveis de serviço" e os indicadores financeiros associados ao custo do serviço e à sustentabilidade económica da organização deverão ter prioridade de cálculo máxima, pois traduzem os resultados globais da actividade da organização."

Diante disso, Santi (2018) reuniu os diferentes indicadores relativos a perdas de água utilizados por importantes instituições nacionais e internacionais. Esses indicadores, bem como suas fórmulas e unidades de medidas são apresentados no Quadro 6.

Quadro 6: Indicadores de perdas em sistemas de abastecimento de água utilizados por organizações em nível nacional e internacional

	INDICADOR	CÁLCULO	VARIÁVEIS	UNIDADE
IWA	Perdas de água por ramal	$\frac{A15 \times 365}{\frac{H1}{C24}}$	A15: Perdas de água (m³) H1: Duração do período de referência C24: nº de ramais	m³/ramal/ano
	Perdas de água por comprimento de conduta	$\frac{A15}{\frac{H1}{C8}}$	A15: Perdas de água (m³) H1: Duração do período de referência C8: Comprimento de condutas (km)	m³/km/dia
	Perdas aparentes	A16+A17	A16: Consumo total não autorizado A17: Consumo total de água não contabilizada	m³
	Perdas aparentes por ramal	$\frac{A18}{(A3-A5-A7)} \times 100$	A3: água entrada no sistema (m³) A5: água bruta exportada (m³) A7: água tratada exportada (m³) A18: Perdas aparentes (m³)	%
	Perdas aparentes por volume de água entrada no sistema	$\frac{A18}{A3} \times 100$	A3: água entrada no sistema (m³) A18: Perdas aparentes (m³)	%
	Perdas reais por ramal	$\frac{A19 \times 1000}{C24 \times \frac{H2}{24}}$	A19: Perdas reais (m³) C24: Número de ramais H2: Tempo de pressurização do sistema	l/ramal/dia
	Perdas reais por comprimento de conduta	$\frac{A19 \times 1000}{C8 \times \frac{H2}{24}}$	A19: Perdas reais (m³) C8: Comprimento de condutas (km) H2: Tempo de pressurização do sistema	l/km/dia
AGHTM	PP – Porcentagem das perdas na distribuição	$\frac{VP}{VD} \times 100$	VP: volume de perdas na distribuição VD: Volume disponibilizado para distribuição	%
	PV- Porcentagem de vazamentos	$\frac{Vv}{VD} \times 100$	Vv: volume de vazamentos VD: volume disponibilizado para distribuição	%
IBNET	NRW- Non Revenue Water	$(AF - AV) \times 100$	AF: água fornecida AV: água vendida	%
	NRW -Non Revenue Water	$\frac{AF-AV}{\text{Extensão da Rede} \times \text{nº de dias}}$	AF: água fornecida AV: água vendida	m³/km/dia
	NRW- Non Revenue Water	$\frac{AF-AV}{\text{nº de ligações} \times \text{nº de dias}}$	AF: água fornecida AV: água vendida	l/lig/dia
AESBE/ASSEMAE	IPA – Índice de perdas de água	$\frac{VP-VU}{VP} \times 100$	VP: Volume Produzido VU: Volume utilizado	%
	IPF – Índice de Perda de Faturamento	$\frac{VP-VF}{VP} \times 100$	VP: Volume Produzido VF: Volume Faturado	%
	Índice de Perda de Água por Extensão de Rede	$\frac{VP-VU}{\text{Extensão da Rede} \times \text{nº de dias}}$	VP: Volume Produzido VU: Volume utilizado Extensão da rede (km)	l/km/dia
	Índice de Perda de Água por Ligação	$\frac{VP-VU}{\text{nº total de ligações} \times \text{nº de dias}}$	VP: Volume Produzido VU: Volume utilizado	l/lig/dia
PNCDA	IPD – Índice de Perda na Distribuição	$\frac{VD-VU}{VD} \times 100$	VD: volume disponibilizado para distribuição VU: Volume utilizado	%
	IPF – Índice de Perda de Faturamento	$\frac{VD-VF}{VD} \times 100$	VD: volume disponibilizado para distribuição VF: Volume faturado	%
	ILB – Índice Linear Bruto de Perdas	$\frac{VD - VU}{EP \times ND}$	VD: volume disponibilizado para distribuição VU: Volume utilizado EP: Extensão Parcial da Rede ND: nº de dias	m³/Km/dia
	IPL – Índice de Perda por Ligação (IPL)	$\frac{VD - VU}{LA \times ND}$	VD: volume disponibilizado para distribuição VU: Volume utilizado LA: nº de ligações ativas ND: nº de dias	m³/Lig/dia

SNIS	IN013 - Índice de perdas faturamento	$\frac{AG006+AG018-AG011-AG024}{AG006+AG018-AG024} \times 100$	AG006: Volume de água produzido AG011: Volume de água faturado AG018: Volume de água tratada importado AG024: Volume de serviço	%
	IN049 - Índice de perdas na distribuição	$\frac{AG006+AG018-AG010-AG024}{AG006+AG018-AG024} \times 100$	AG006: Volume de água produzido AG010: Volume de água consumido AG018: Volume de água tratada importado AG024: Volume de serviço	%
	IN050 - Índice bruto de perdas lineares	$\frac{AG006+AG018-AG010-AG024}{AG005} \times \frac{100}{365}$	AG005: Extensão da rede de água AG006: Volume de água produzido AG010: Volume de água consumido AG018: Volume de água tratada importado AG024: Volume de serviço	m <sup>3</sup> /dia/Km
	IN051 - Índice de perdas por ligação	$\frac{AG006+AG018-AG010-AG024}{AG002} \times \frac{10^6}{365}$	AG002: Quantidade de ligações ativas de água AG006: Volume de água produzido AG010: Volume de água consumido AG018: Volume de água tratada importado AG024: Volume de serviço	L/dia/lig.

Fonte: SANTI (2018), adaptado de AESBE/ASSEMAE (1998), ALEGRE et. al (2000), PNCDA (2003), Brasil (2014) e IBNET (2016).

No contexto brasileiro, os indicadores clássicos de perdas em sistemas de abastecimento de água são os utilizados pelo SNIS: Índice de perdas no faturamento (código SNIS: IN013), Índice de perdas na distribuição (IN049), Índice de perdas por ligação (IN051) e Índice Bruto de Perdas Lineares (IN050). Como os dados quantitativos da plataforma foram obtidos através do SNIS, adotou-se seus quatro indicadores no desenvolvimento da ferramenta. As variáveis e fórmulas matemáticas envolvidas nos cálculos desses indicadores são apresentadas a seguir:

### - Índice de Perdas no Faturamento (%)

É responsável por aferir a água produzida, mas não faturada. Refere-se às perdas comerciais e seu cálculo é realizado conforme a Expressão 1.

$$\frac{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço)} - \text{Volume de Água Faturado}}{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço)}} \quad (1)$$

Segundo as definições do SNIS: o “Volume de Água Produzido (AG006)” é o volume de água disponível para consumo no período de um ano; o “Volume de Água Tratado Importado (AG018)” é o volume de água potável recebido de fornecedores externos no período de um ano; o “Volume de Água De Serviço (AG024)” corresponde à quantidade anual de água (não faturada) utilizada para atividades operacionais e especiais, como lavagem das Estações de Tratamento de Água; o “Volume de Água

Faturado (AG011)” é a quantidade de água que foi efetivamente faturada no período de um ano.

É importante salientar que várias prestadoras de serviço adotam um faturamento mínimo (geralmente de 10m<sup>3</sup>/mês) em suas estruturas tarifárias; assim, uma residência desocupada, por exemplo, que consome menos que essa quantidade mensalmente, terá de pagar como se tivesse consumido o volume mínimo. Isso pode levar, em escalas maiores, a certas distorções no índice de perdas comerciais, que pode ser ligeiramente menor que o índice de perdas físico de uma região, considerando esses casos.

### **- Índice de Perdas na Distribuição (%)**

Refere-se às perdas do tipo físicas ou reais e seu cálculo é realizado através da Expressão 2:

$$\frac{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado – de Serviço)} - \text{Volume de Água Consumido}}{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado – de Serviço)}} \quad (2)$$

O que muda dessa expressão para a anterior é que o volume de água subtraído na segunda parcela do numerador deixa de ser o volume de água faturado e passa a ser o volume de água consumido. O SNIS define “Volume de Água Consumido (AG010)” como a quantidade de água anualmente consumida por todos os usuários, considerando, inclusive, o volume de consumo estimado para as ligações com hidrômetro parado ou ausente.

### **- Índice de Perdas por Ligação (L/dia.ligação)**

Relaciona as perdas físicas com as ligações ativas da rede pública de água. Seu cálculo é realizado a partir da Expressão 3.

$$\frac{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado – de Serviço)} - \text{Volume de Água Consumido}}{\text{Quantidade de Ligações Ativas de Água}} \times \frac{1.000.000}{365} \quad (3)$$

O que muda dessa expressão para a anterior, além da adequação matemática de unidades de medidas ao final, é o denominador: ele passa a ser a "Quantidade de Ligações Ativas de Água (AG002)", as quais estavam em funcionamento adequado no último dia do ano de referência. O cálculo dessa variável pelo SNIS é feito considerando-se a média aritmética das ligações ativas do ano anterior e do ano de referência.

#### **- Índice Bruto de Perdas Lineares (m<sup>3</sup>/dia.km)**

Relaciona as perdas físicas com a extensão da rede de água e é calculado pela Expressão 4.

$$\frac{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado – de Serviço)} - \text{Volume de Água Consumido}}{\text{Extensão da rede de água}} \times \frac{100}{365} \quad (4)$$

O que muda dessa expressão para a anterior, além da adequação matemática de unidades de medidas ao final, é o denominador: ele passa a ser a "Extensão da rede de água (AG005)", as quais estavam em funcionamento adequado no último dia do ano de referência. O cálculo dessa variável pelo SNIS é feito considerando-se a média aritmética das extensões do ano anterior e do ano de referência.

Uma vez definidos os indicadores de perdas a serem utilizados na plataforma desenvolvida, é importante que se observe suas limitações e cuidados interpretativos que devem ser tomados nas interpretações realizadas. Assim, convém atentar-se às considerações a seguir.

A IWA apresenta limitações quanto ao uso do segundo Índice de perdas na distribuição, expresso via porcentagem, uma vez que seu cálculo pode levar a equívocos interpretativos. Esses advêm dos diferentes padrões de consumo per capita de água, os quais podem levar a índices de perdas muitos distintos para um mesmo volume de água perdido.

A Tabela 2 exemplifica essa situação: considera-se uma cidade com 10 mil habitantes que tenha um sistema de abastecimento de água com um volume diário de perdas de 300m<sup>3</sup>. O consumo *per capita* dos habitantes dessa cidade influenciará nos volumes totais produzidos e consumidos diariamente. Quanto maior forem esses

volumes, menos representativa se torna essa perda de 300m<sup>3</sup>, levando a porcentagens que podem variar significativamente entre si.

Tabela 2: Índices de perdas para mesma cidade e população, variando-se o consumo *per capita*:

Cidade fictícia			
População: 10.000 habitantes			
Volume Perdido: 300 m <sup>3</sup> /dia (Perdas Físicas)			
Consumo <i>per capita</i> (L/hab.dia)	Consumo Total Diário (m <sup>3</sup> /dia)	Volume Produzido (m <sup>3</sup> /dia)	Índice de Perdas (%)
100	1.000	1.300	23
200	2.000	2.300	13
500	5.000	5.300	5,7

Fonte: Adaptado de Tardelli, 2013.

No entanto, deve-se levar em conta que exemplos como esse citado anteriormente partem do princípio de que um mesmo volume perdido em um sistema de abastecimento de água deveria resultar em um mesmo índice de perdas para uma mesma população, independente de seu consumo. Mas se o volume demandado e, logo, o volume produzido pelo sistema dessa cidade for muito superior (como no exemplo acima que aumentou em 500%) e ainda assim o volume perdido tenha se mantido o mesmo, isso pode ser interpretado como uma eficiência do sistema em se manter resiliente frente a essas perdas, não apresentando aumento no volume perdido como consequência do aumento de volume consumido. Logo, o sistema está sendo eficaz em não deixar que as perdas aumentem, o que justifica os valores inferiores no índice de perdas. O equívoco interpretativo que não se pode cometer nesses casos é relacionar índices de perdas distintos (de populações distintas, inclusive) com volumes de perdas distintos, os quais pensa-se erroneamente que serão maiores quando os índices de perdas forem altos. Mas eles dependem muito do consumo *per capita* de cada população.

Atentando-se a esses pontos, pode-se utilizar esse indicador para comparar sistemas distintos com consumos distintos.

Por outro lado, para se analisar o quão eficaz uma rede de distribuição de água está sendo em comparação com outras no que se refere a volumes totais perdidos, pode-se utilizar o indicador adimensional proposto pela IWA Índice de Vazamentos da Infraestrutura (IVI), cujo cálculo é apresentado na Expressão 5.

$$\frac{\text{Perdas Reais Anuais (m}^3\text{/lig.dia)}}{\text{Perdas Inevitáveis Anuais (m}^3\text{/lig.dia)}} \quad (5)$$

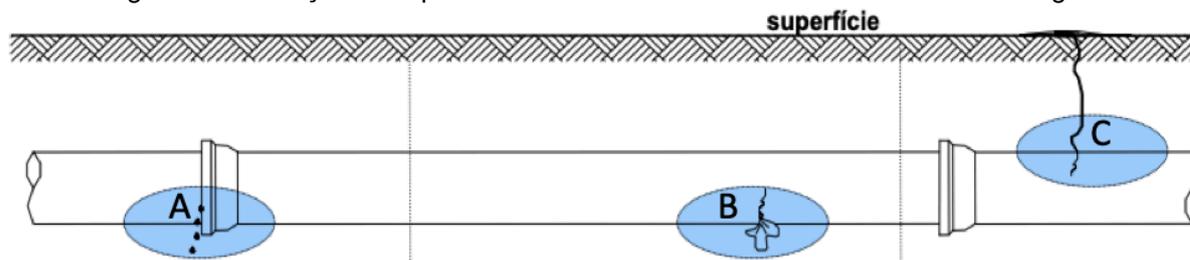
Esse indicador mede o quão um determinado sistema de abastecimento de água distancia-se do volume de perdas mínimo possível para ele, tecnicamente falando. Assim, o IVI correlaciona o volume atual de perdas físicas com o volume considerado "inevitável" para um sistema, que depende de sua pressão média. Não é recomendável que se aplique esse indicador em áreas com menos de 5 mil ligações, pressão menor que 20 mca e baixa densidade de ligações (<10lig/km). Pelo fato de também envolver o presente projeto cidades pequenas, onde os números de ligações potencialmente podem exceder o limite recomendável, e também pela dificuldade de se obter uma estimativa verossímil de perdas inevitáveis junto às prestadoras de serviço, optou-se por não utilizar esse indicador neste momento. Reconhece-se, no entanto, a sua importância em termos de análise de eficiência de sistemas de abastecimento de água e, assim, sugere-se a realização de projetos futuros que visem a integrá-lo nas aplicações de *benchmarkings* nesses sistemas.

### 5.3.2. DEFINIÇÃO DAS MÉTRICAS QUALITATIVAS DA PLATAFORMA

É importante compreender as reais causas das perdas de água para que se possa definir as práticas de controle de perda adequadas no monitoramento das prestadoras de serviço.

No que se refere às perdas físicas (ou reais) de água, elas se dão devido a vazamentos, sejam eles da rede de coleta e distribuição ou de ramais prediais. Segundo a ABES (2015), há três principais tipos de vazamentos em sistemas de abastecimento público de água, os quais estão ilustrados na Figura 33 e representados por letras.

Figura 33: Ilustração dos tipos de vazamentos em redes de abastecimento de água



Fonte: SABESP, 2006.

a. **Vazamentos Inerentes:** não afloram à superfície do terreno, possuem baixas vazões, porém longa duração; não são identificados pelos equipamentos atuais de detecção acústica e causados por zonas de pressão superior.

b. **Vazamentos Não Visíveis e Detectáveis:** também não afloram à superfície, porém são detectáveis por aparelhos acústicos; a duração e, logo, o volume perdido do vazamento estão diretamente associados ao intervalo de tempo determinado entre duas varreduras de pesquisa de vazamentos.

c. **Vazamentos Visíveis:** possuem altas vazões e afloram à superfície do terreno; geralmente são percebidos rapidamente pela população e comunicados à prestadora de serviço para reparo.

Segundo a ABES (2015), os volumes perdidos através dos vazamentos do tipo visíveis representam uma parcela pequena frente aos demais, embora suas vazões sejam geralmente maiores. Isso ocorre devido à sua fácil identificação, que leva a rápidos comunicados a respeito e, logo, reparos imediatos pelas prestadoras de serviço.

Assim, nota-se que no Brasil, as perdas que não afloram à superfície dos terrenos são responsáveis pela maior parte do volume extraviado do sistema. Avaliações de perdas reais realizadas mostraram que a maior parte da ocorrência dos vazamentos e também os maiores volumes perdidos se localizam em ramais prediais, que comumente são feitos com tubos plásticos (PEAD ou PVC) no país. A eles pertencem peças e juntas que, com frequência, apresentam problemas quanto à qualidade de seus materiais e também na mão de obra empregada em sua implantação. Além disso, há redes de distribuição antigas, propícias a vazamentos, especialmente as que contêm juntas de chumbo ou de cimento amianto (ABES, 2015).

Em se tratando de perdas comerciais (ou aparentes), referentes aos volumes de água não contabilizados por pertencerem a ligações clandestinas ou não cadastradas, a SABESP (2014) elenca os quatro principais fatores que as geram:

---

a. **Erros de Medição:** aqueles em que o consumo apurado pelos hidrômetros é menor que o efetivo, por conta de alguns fluxos que se situam em faixas de baixa precisão dos hidrômetros, levando à submedição. Essa pode ser agravada pelo tempo de instalação do hidrômetro, pela inclinação do mesmo na instalação e pela existência de caixas d'água com boia. Arregui (2007) promoveu ensaios com hidrômetros residenciais Classe B, com tempos de instalações que variavam entre seis e oito anos, e observou que o percentual de submedição com caixas d'água domiciliares (17%) representava mais que dobro das perdas por submedição (7%) em residências sem caixas d'água domiciliares.

b. **Consumos Não Autorizados:** referentes aos roubos de água em hidrantes públicos e às fraudes e ligações clandestinas em hidrômetros ou cavaletes. Representam uma parcela das perdas difícil de ser avaliada, fazendo-se uso de estimativas para tal.

c. **Erros no Sistema de Coleta de Dados:** causados por falhas no cadastro comercial dos consumidores, bem como nos sistemas de macromedição e de apuração (leitura e processamento) dos consumos, dentre outros equívocos relacionados às operações do sistema comercial das prestadoras de serviço.

d. **Erros na estimativa de Consumo Não Medidos:** equívocos inerentes ao sistema, uma vez que as estimativas utilizadas para valorar os consumos de imóveis desprovidos de hidrômetros podem, porventura, se distanciar dos de fato ocorridos.

A ABES (2015) sugere que práticas sejam adotadas por prestadoras de serviço no controle das perdas em sistema de abastecimento de água, tanto físicas quanto comerciais. Dentre elas, destaca-se a obtenção de um diagnóstico operacional, a inserção de tecnologia nos projetos e no monitoramento de redes, a capacitação profissional dos funcionários e a renovação de ativos referentes à infraestrutura das redes, como adutoras, ramais de distribuição, válvulas de bloqueio, macromedidores e hidrômetros.

Santi (2018) levantou as principais práticas de controle de perdas de água presentes na literatura técnica e as classificou segundo oito processos, como pode-se observar no Quadro 7.

Essas 54 métricas são práticas que possibilitam monitorar e avaliar as ações de controle de perdas por evitarem efetivamente os tipos de perdas acima explicados. Todas elas adequam-se ao tema desta pesquisa e, logo, foram incorporadas na plataforma digital de *benchmarking* desenvolvida enquanto métricas qualitativas a

serem comparadas em termos de adoção pelas diferentes prestadoras de serviço participantes do projeto.

Quadro 7: Práticas de combate a perdas de água em sistemas de abastecimento (continua)

<p><b>PROCESSO 1</b> <b>Gerenciamento de pressão</b></p>	<p>P1. Utilização de medidores de pressão e acompanhamento das pressões na rede. P2. Centro de telecontrole para acompanhar as pressões na rede. P3. Utilização de válvulas redutoras de pressão. P4. Redução da pressão de água no período noturno. P5. Pressão média da rede dentro do estabelecido pela NBR 12218/1994 <sup>1</sup> (100 KPa (10 mca) de pressão dinâmica e 500 KPa (50 mca) de pressão estática). P6. Reservatórios automatizados.</p>
<p><b>PROCESSO 2</b> <b>Gerenciamento de infraestrutura</b></p>	<p>P7. Substituição de ramais prediais antigos. P8. Macromedição. P9. Cadastro georreferenciado das tubulações. P10. Plano de manutenção anual da rede (Limpeza/Reabilitação). P11. Controle de qualidade dos materiais e equipamentos utilizados na manutenção da rede. P12. Estabelecimento de procedimentos operacionais padrões. P13. Calibragem periódica dos equipamentos da rede (medidores, válvulas). P14. Treinamento para a equipe de manutenção e operação (Certificação).</p>
<p><b>PROCESSO 3</b> <b>Controle da corrosão em tubulações</b></p>	<p>P15. Revestimento interno da tubulação. P16. Revestimento externo da tubulação. P17. Priorização do uso de tubulação de material não metálico.</p>
<p><b>PROCESSO 4</b> <b>Controle de vazamentos</b></p>	<p>P18. Utilização de escutas de solo para detectar vazamentos não visíveis. P19. Definição da melhor frequência de pesquisa de vazamentos. P20. Equipe que atua em tempo integral no reparo dos vazamentos. P21. Utilização de modelos computacionais/matemáticos de simulação para detecção de fugas. P22. Utilização de método de consumo zero para detectar vazamentos não visíveis. P23. Utilização de método de consumo mínimo noturno para detectar vazamentos não visíveis. P24. Organização do sistema em zonas de medição (setorização, DMC). P25. Equipe exclusiva para “caça vazamentos”. P26. Teste de estanqueidade nos hidrômetros. P27. Canal de comunicação para que o usuário possa alertar sobre vazamentos nas ruas (visíveis).</p>
<p><b>PROCESSO 5</b> <b>Controle de erros de medição</b></p>	<p>P28. Troca corretiva de hidrômetros. P29. Troca preventiva otimizada de hidrômetros. P30. Fiscalização de hidrômetros para verificar erros de medição. P31. Utilização de hidrômetros de maior precisão. P32. Utilização de hidrômetros com telemetria através de rádio frequência. P33. Treinamento adequado da equipe de leitura dos hidrômetros.</p>

<sup>1</sup> De acordo com a atualização dessa norma (NBR 12.218/2017), a pressão estática estabelecida passa de 50 mca para 30mca

<p><b>PROCESSO 6</b></p> <p><b>Controle de fraudes e ligações clandestinas</b></p>	<p>P34. Conscientização da população sobre o problema das fraudes e ligações clandestinas.</p> <p>P35. Inspeção regular de ligações suspeitas e inativas.</p> <p>P36. Reparo de hidrômetros inclinados.</p> <p>P37. Utilização de tecnologias para detectar ligações clandestinas.</p> <p>P38. Acompanhamento do consumo mensal dos usuários para detectar fraudes.</p> <p>P39. Atuação em áreas de pobreza para controlar as fraudes.</p> <p>P40. Denúncia de fraudes pela comunidade.</p> <p>P41. Atualização anual do cadastro dos usuários.</p>
<p><b>PROCESSO 7</b></p> <p><b>Planejamento Estratégico</b></p>	<p>P42. Estabelecimento de um Plano/Programa de combate as perdas de água.</p> <p>P43. Definição de uma meta de redução de perdas.</p> <p>P44. Departamento/Seção específica da organização voltado ao controle de perdas.</p> <p>P45. Diagnóstico da situação das perdas no município.</p> <p>P46. Uso de indicadores para avaliar o desempenho no controle de perdas.</p> <p>P47. Desenvolvimento de estudos de priorização de zonas mais críticas para o controle de perdas.</p> <p>P48. Análises de custo benefício para ações no controle de perdas.</p> <p>P49. Reunião periódicas para análise dos resultados das ações de controle e planejamento das consecutivas</p>
<p><b>PROCESSO 8</b></p> <p><b>Investimento e inovação</b></p>	<p>P50. Investimento em tecnologias voltadas ao controle de perdas.</p> <p>P51. Adoção de metodologias como MASPP e Six Sigma.</p> <p>P52. Investimento em cursos de capacitação/treinamento dos funcionários voltados ao controle de perdas.</p> <p>P53. Uso de SIG no auxílio ao controle de perdas.</p> <p>P54. Investimento na elaboração de manuais de gerenciamento de perdas.</p>

Fonte: SANTI, 2018.

### 5.3.3. DEFINIÇÃO DOS MUNICÍPIOS NAS SEÇÕES E DOS FATORES DE INFLUÊNCIA

Segundo a Fundação Agência das Bacias PCJ (2019), as bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá abrangem 76 municípios, sendo 71 deles no estado de São Paulo e 5 em Minas Gerais. A água advinda dessa região garante o abastecimento de mais de 5,7 milhões de habitantes dessa localização, além de mais de 9 milhões de habitantes da região metropolitana de São Paulo.

Segundo o Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá da Fundação Agência das Bacias PCJ (2018), 51% dos sistemas de abastecimento de água da região (35 municípios) são operados pelos próprios municípios. As companhias estaduais estão presentes em 43% deles (30 municípios), sendo a SABESP responsável por 25 municípios. Os 6% restantes, (4 municípios) são operados por empresas privadas. Essa divisão pode ser observada espacialmente na Figura 34.

Quanto à natureza jurídica das prestadoras de serviço, 49% são sociedades de economias mista com administração pública (34 municípios), 25% autarquias municipais (17 municípios), 20% possuem administração pública direta (14

municípios) e 6% são empresas privadas - 4 municípios (Fundação Agência das Bacias PCJ, 2018).

Figura 34: Mapa da distribuição dos prestadores de serviço de abastecimento de água por tipo e por município



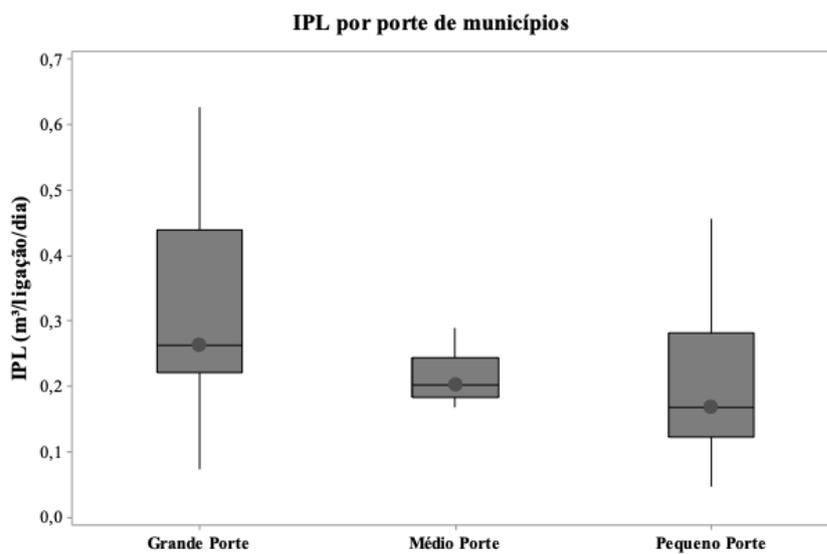
Fonte: Fundação Agência das Bacias PCJ, 2018.

Para que o processo de *benchmarking* pudesse ser efetivamente realizado pelos usuários da plataforma apoiando-se a tomada de decisão, considerou-se importante apresentar na ferramenta os dados quantitativos e qualitativos citados nos itens anteriores deste módulo junto a informações que caracterizassem os municípios e pudessem ser relevantes na adoção de uma determinada prática de controle de perdas. Assim, definiu-se que as variáveis porte do município e natureza jurídica das prestadoras de serviço seriam incluídas em todas as seções da plataforma.

A influência do porte dos municípios das bacias PCJ nos seus índices de perdas foi estudada por Santi (2018), que utilizou os dados do Índice de Perdas por Ligação (IPL) dessas localidades e concluiu que há diferença significativa entre os valores medianos de perdas entre municípios de grande e pequena parte. Esse estudo sugere que seja mais simples gerenciar sistemas de abastecimento de água de portes pequenos do que aqueles com maior complexidade, o que explicaria o fato de alguns municípios maiores, mesmo adotando a maioria das práticas de controle, possuírem índices de perdas superiores a municípios de menor porte onde isso não ocorre.

A Figura 35 apresenta os índices de perdas dos municípios das bacias PCJ agrupados pelos portes. Foram considerados de pequeno porte aqueles com população de até 25 mil habitantes. De 25 a 100 mil, porte médio. A partir de 100 mil habitantes, porte grande.

Figura 35: Índice de perdas por ligação por porte dos municípios das Bacias PCJ



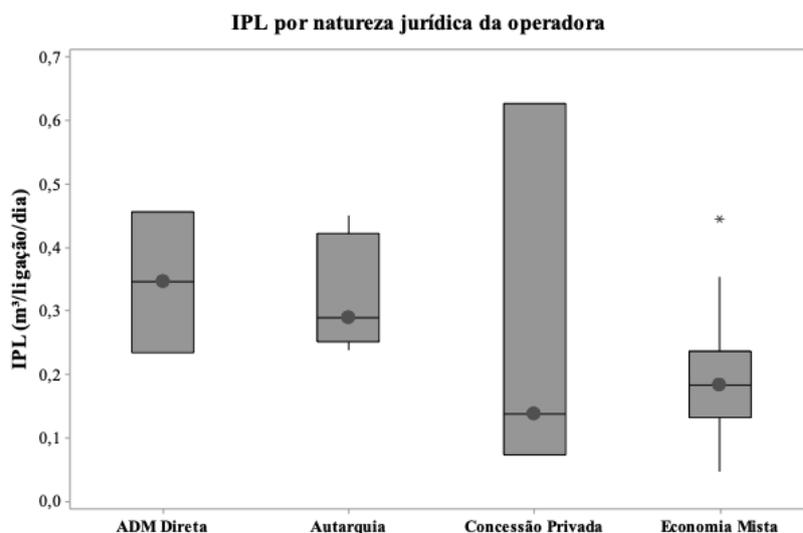
Fonte: SANTI, 2018.

De qualquer forma, é intuitivo que, nos processos de tomada de decisão que envolvam adotar práticas de municípios vizinhos com potencial de melhorar o desempenho de um determinado sistema de abastecimento, sejam analisadas as práticas de controle de perdas que obtiveram sucesso em municípios de porte semelhante. Afinal, a adoção de critérios do tipo é uma das premissas do próprio processo de *benchmarking*.

O outro fator de influência utilizado no desenvolvimento da plataforma, natureza jurídica das prestadoras de serviço, também foi contemplado pela pesquisa de Santi (2018), a qual concluiu que há diferença significativa entre o IPL mediano de municípios com sistemas de abastecimento autarquiados para aqueles cujas prestadoras são de economia mista, sendo os índices de perdas analisados para o primeiro tipo consideravelmente superiores ao do segundo. A autora sugere que pode haver uma economia de escala envolvida na atuação da única empresa de economia mista da região, a SABESP, o que possibilita a realização de investimentos nas práticas de controle de perdas, diminuindo-as nos municípios em que atua.

A Figura 36 apresenta os índices de perdas dos municípios das bacias PCJ agrupados pelas naturezas jurídicas das prestadoras de serviço. Foram considerados quatro tipos de natureza jurídica, segundo apresentado pelo SNIS: administração pública direta, autarquia, concessão privada e empresa de economia mista.

Figura 36: Índice de perdas por ligação por natureza jurídica das operadoras das Bacias PCJ



Fonte: SANTI, 2018.

Dentre os municípios das bacias PCJ, apenas 17 deles possuíam os quatro indicadores de perdas supracitados na plataforma do SNIS para o ano de 2019 (ano base: 2017). Para que fosse possível manter a verossimilhança da seção quantitativa da plataforma, optou-se pela utilização de somente esses municípios nessa seção, os quais constam no Quadro 8.

Porém, é importante salientar que a ferramenta foi desenvolvida de modo a permitir, a qualquer momento, o cadastramento de dados de todos os 76 municípios da região, referentes a qualquer ano até o limite de 2035, prazo final para o qual o Plano de Bacias atual dessa localidade foi elaborado. Essa adição de dados pode ser realizada inclusive de maneira retroativa, a critério do usuário.

Quadro 8: Municípios e operadoras cujos dados constam na seção quantitativa da plataforma

<b>Município</b>	<b>Operadora</b>
Americana	DAE
Atibaia	SAAE
Campinas	SANASA
Cordeirópolis	SAAE
Cosmópolis	DAE
Indaiatuba	SAAE
Jundiaí	DAE Jundiaí
Limeira	BRKL
Louveira	PML
Nova Odessa	CODEN
Piracicaba	SEMAE
Salto	SAAE
Santa Gertrudes	BRK
São Pedro	SAAESP
Sumaré	BRK
Valinhos	DAEV
Vinhedo	SANEBAVI

Fonte: O autor.

A seção qualitativa da plataforma, por sua vez, é composta pelas práticas de controle adotadas em 41 municípios das bacias PCJ, exibidos juntos de seus fatores de influência no Quadro 9.

Em um primeiro momento, a plataforma foi desenvolvida com informações verídicas acerca da adoção das práticas de controle de perdas nessas localidades. Porém, esses dados internos das organizações advieram de projeto anterior do grupo de pesquisa e, não havendo autorização formal por parte das prestadoras de serviço para que fossem divulgados, foram substituídos por dados fantasia. Optou-se, no entanto, por manter os mesmos municípios pertencentes a essa seção.

Como já citado anteriormente, isso não representou dano ao processo de desenvolvimento da ferramenta, pois o seu funcionamento operacional foi o almejado para este projeto. Uma vez autorizada a divulgação desses dados, ou até mesmo sendo regulamentada a ferramenta, a substituição por dados qualitativos reais é simples de ser realizada. A diferença entre a quantidade de municípios para os quais se dispõe de dados quantitativos e qualitativos foi, inclusive, encarada como fator que aproxima mais a plataforma de uma aplicação em situações reais.

Quadro 9: Informações dos municípios que constam na seção qualitativa da plataforma

<b>Município</b>	<b>Porte</b>	<b>Natureza Jurídica da Operadora</b>
Águas de São Pedro	Pequeno	Economia Mista
Americana	Grande	Autarquia
Atibaia	Grande	Autarquia
Bragança Paulista	Grande	Economia Mista
Cabreúva	Pequeno	Economia Mista
Campinas	Grande	Economia Mista
Campo Limpo Paulista	Médio	Economia Mista
Charqueada	Pequeno	Economia Mista
Cordeirópolis	Pequeno	Autarquia
Cosmópolis	Médio	Administração Pública Direta
Elias Fausto	Pequeno	Economia Mista
Hortolândia	Grande	Economia Mista
Indaiatuba	Grande	Autarquia
Itatiba	Grande	Economia Mista
Itupeva	Médio	Economia Mista
Jarinu	Pequeno	Economia Mista
Joanópolis	Pequeno	Economia Mista
Jundiaí	Grande	Economia Mista
Limeira	Grande	Concessão Privada
Louveira	Médio	Administração Pública Direta
Mairiporã	Médio	Economia Mista
Mombuca	Pequeno	Economia Mista
Monte Mor	Médio	Economia Mista
Morungaba	Médio	Economia Mista
Nazaré Paulista	Pequeno	Economia Mista
Nova Odessa	Médio	Economia Mista
Paulínia	Grande	Economia Mista
Pedra Bela	Pequeno	Economia Mista
Pinhalzinho	Pequeno	Economia Mista
Piracaia	Pequeno	Economia Mista
Piracicaba	Grande	Autarquia
Salto	Grande	Autarquia
Santa Gertrudes	Pequeno	Concessão Privada
Santa Maria da Serra	Pequeno	Economia Mista
São Pedro	Pequeno	Autarquia
Socorro	Pequeno	Economia Mista
Sumaré	Grande	Concessão Privada
Valinhos	Grande	Autarquia
Vargem	Pequeno	Economia Mista
Várzea Paulista	Grande	Economia Mista
Vinhedo	Médio	Autarquia

Fonte: O autor via SNIS, 2018.

## 5.4. MÓDULO III: DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

A primeira versão da plataforma contou com as seções exibidas ao usuário, nas quais a navegação é livre e se dá através de botões de redirecionamento, e também com seções ocultas, de acesso restrito aos desenvolvedores da ferramenta. As seções de navegação do protótipo foram: início, informações do projeto, seção quantitativa, seções qualitativas, seções de análise integrada, cadastramento de novos dados e manual do usuário. Dentre as seções ocultas, pode-se citar a base de dados, a seção de tabelas dinâmicas para processos e práticas, além de mapas e informações de perdas por região brasileira.

A seguir, foram apresentados variáveis, processos e considerações acerca do desenvolvimento de cada uma das seções, exibidas e ocultas.

### 5.4.1. INTERFACE FIXA

A plataforma digital de controle de perdas possui painéis na sua parte superior e esquerda, os quais auxiliam a navegação, mantêm a ferramenta com *layout* de *website* e foram fixados através do congelamento de linhas e colunas no *software* que a hospeda.

Os painéis da parte superior possuem logotipos que, ao serem clicados, redirecionam o navegador para a página *web* da instituição correspondente, que incluem a Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, instituto em que a ferramenta foi desenvolvida, o Núcleo de Pesquisa e Extensão em Sustentabilidade e Saneamento, grupo de pesquisa que assumiu os projetos de desenvolvimento da plataforma, além dos Comitês e da Agência de Bacias PCJ, que representam as principais partes interessadas no produto e cuja participação foi fundamental para a realização do Módulo IV (item 5.5 deste relatório), referente à Etapa Participativa do desenvolvimento, a qual incluiu avaliações da ferramenta e sugestões de alterações do protótipo.

Além disso, todos os painéis superiores trazem o nome da plataforma em destaque e qual a sua seção (e respectivo processo, para as seções com mais de uma página) em que o usuário se encontra no momento.

Todos esses recursos podem ser observados na Figura 37, a qual apresenta três painéis superiores, referentes, respectivamente, às seções início, manual do

usuário e Processo 1 (gerenciamento de pressão) das seções qualitativas e de análise integrada.

A seguir, são apresentados os links as páginas para as quais o usuário é redirecionado ao clicar nos botões dos painéis superiores:

- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC): <https://eesc.usp.br/>
- Núcleo de Pesquisa e Extensão em Sustentabilidade e Saneamento (NUPS): <http://nups.shs.eesc.usp.br/>
- Comitês e da Agência de Bacias PCJ: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/>

Figura 37: Painéis superiores da plataforma



Fonte: O autor.

Já os painéis laterais, que se localizam à esquerda das seções da plataforma, têm o objetivo de redirecionar o usuário para as suas diferentes seções; logo, ao se clicar sobre qualquer um dos botões de redirecionamento, são acessadas essas áreas e seus recursos.

Considerou-se importante exibir, logo na parte superior do painel lateral, os acessos para as seções início, sobre e manual do usuário. Utilizou-se ícones correspondentes a essas seções para permitir uma melhor visualização e um acesso simplificado a essas, cujo acesso é fundamental para o entendimento do projeto e a navegação pela ferramenta. Ao serem clicados, esses botões mudam de cor, de ciano para verde, exibindo ao usuário qual a seção da plataforma em que ele se encontra.

Abaixo desses três botões fundamentais, encontram-se ao lado esquerdo, aqueles que redirecionam para qualquer um dos oito processos, referentes às

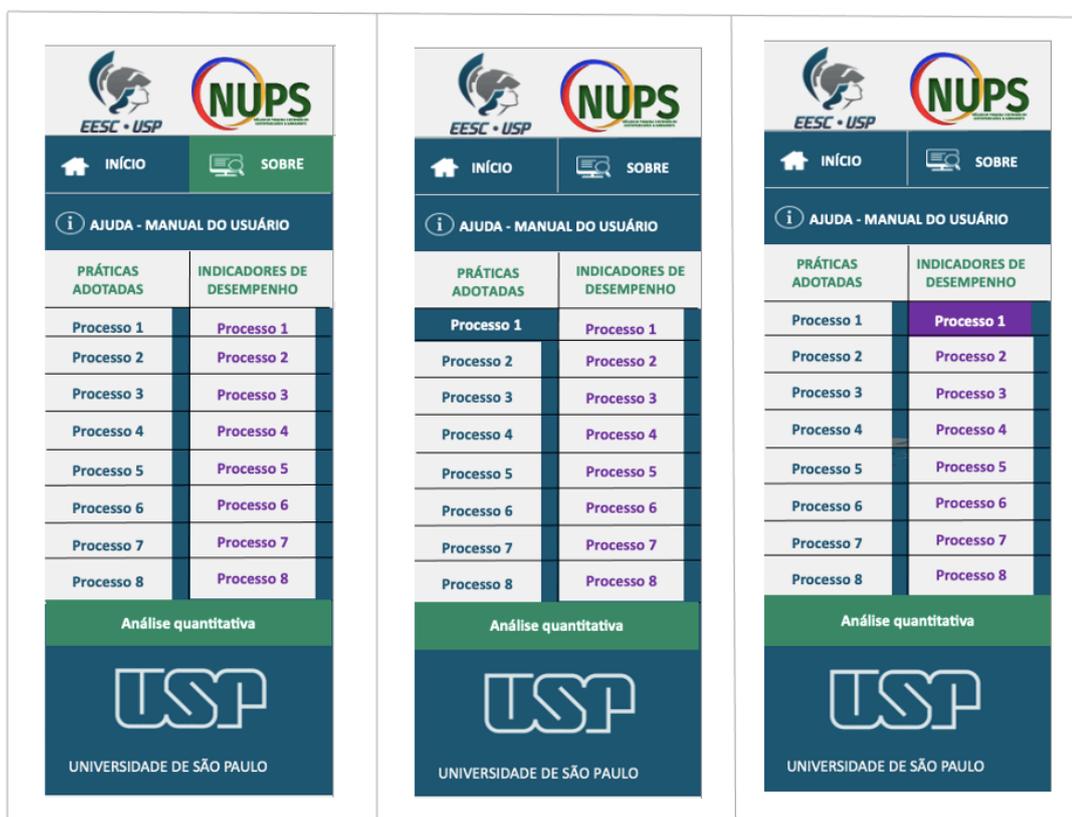
práticas adotadas de combate às perdas de água (seções qualitativas). À direita, no entanto, localizam-se os botões redirecionadores para os indicadores de desempenho exibidos de forma gráfica incluindo as práticas adotadas em seus filtros de dados (seções integradas).

Na parte inferior desse painel, existe o botão de análise quantitativa, referente a essa seção da plataforma, e no extremo inferior pode-se observar um botão redirecionador para a página *web* da Universidade de São Paulo (USP), cujo *site* é:

- <https://www5.usp.br/>

Todos esses recursos podem ser observados na Figura 38, a qual apresenta três painéis laterais, referentes, respectivamente, às seções informações sobre o projeto, Processo 1 (gerenciamento de pressão) das seções qualitativas (práticas adotadas) e de análise integrada (indicadores de desempenho). Para as duas últimas, observa-se que os botões clicados mudam de cor de cinza para ciano e de cinza para violeta, respectivamente, indicando em qual seção da plataforma o usuário se encontra. Ao se deslizar o cursor sobre os processos, são exibidas janelas com informações sobre seus conteúdos.

Figura 38: Painéis laterais da plataforma



Fonte: O autor.

Dentre as seções da ferramenta que são exibidas ao usuário, a única que não é acessada através do painel lateral é a de cadastramento de novos dados, a qual pode ser acessada clicando-se no botão referente a ela que consta na seção início, sendo apresentado, portanto, logo que se abre a plataforma. Nota-se nas duas figuras anteriores que os botões redirecionadores para os *websites* da EESC e do NUPS integram tanto os painéis superiores quanto os laterais da plataforma.

#### 5.4.2. SEÇÃO INÍCIO

A seção início é a primeira que o usuário tem acesso ao abrir a plataforma, uma vez que é ela a exibida ao fazê-lo. É importante citar que se deve clicar em “Ativar Conteúdo” (em Sistemas Operacionais *Windows*) ou em “Ativar Macros” (em Sistemas Operacionais *MacOS*) logo ao abrir a ferramenta no *Excel*, para que a programação em *VBA* da plataforma seja ativada.

Além disso, pode ser que algumas versões do *software* exibam uma mensagem de “Atualizar Dados (Externos)”. Deve-se clicar “Continuar” ou “Continuar sem Habilitar Conteúdo Externo” em Sistemas Operacionais *Windows* ou então em “Não Atualizar (Conteúdo Externo)” em Sistemas Operacionais *MacOS* para garantir o bom funcionamento da ferramenta. Uma mensagem semelhante consta na própria seção inicial, sugerindo ao usuário que, caso ele não tenha feito isso ao abrir a plataforma, que a feche e então a abra novamente, fazendo-o.

Figura 39: Seção início da plataforma

Seja bem-vind(a) ao ambiente da Plataforma Digital de Controle de Perdas desenvolvida pela Universidade de São Paulo. Recomenda-se, antes de seu uso, ler cuidadosamente seu Manual do Usuário, clicando-se no botão à esquerda. Nele, você encontrará informações importantes sobre os seus conteúdos. Quaisquer dúvidas ou problemas relativos à utilização desta, favor entrar em contato com o nosso grupo de pesquisa: clicando-se no logo NUPS no canto superior esquerdo, você será direcionado para o site que contém todas nossas formas de contato.

É importante que qualquer usuário desta plataforma clique em "Ativar Macros" ao abri-la, bem como em "Não Atualizar Dados" conforme fonte externa (caso utilize MacOS) ou em "Habilitar Conteúdo" e, em seguida, "Continuar" (caso utilize Windows). Se você não fez isso ao iniciá-la, basta fechá-la e abri-la novamente, fazendo-o.

Ainda nessa seção, ilustrada na Figura 39, é exibida uma mensagem de boas-vindas ao usuário, indicando onde na plataforma podem ser encontrados os contatos de seus desenvolvedores, caso seja necessário para qualquer finalidade.

À esquerda do texto dessa seção, consta um botão azul com o escrito “cadastro novos dados”, no qual deve-se clicar para acessar a seção de cadastramento da plataforma.

Na parte inferior, foram inseridos os logotipos com links redirecionadores para os sites da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), agências que fomentaram as pesquisas de desenvolvimento da ferramenta, além do Departamento de Hidráulica e Saneamento (SHS) da EESC - USP:

- <https://www.gov.br/capes/pt-br>
- <https://www.gov.br/cnpq/pt-br>
- <http://www.shs.eesc.usp.br/>

#### **5.4.3. SOBRE O PROJETO**

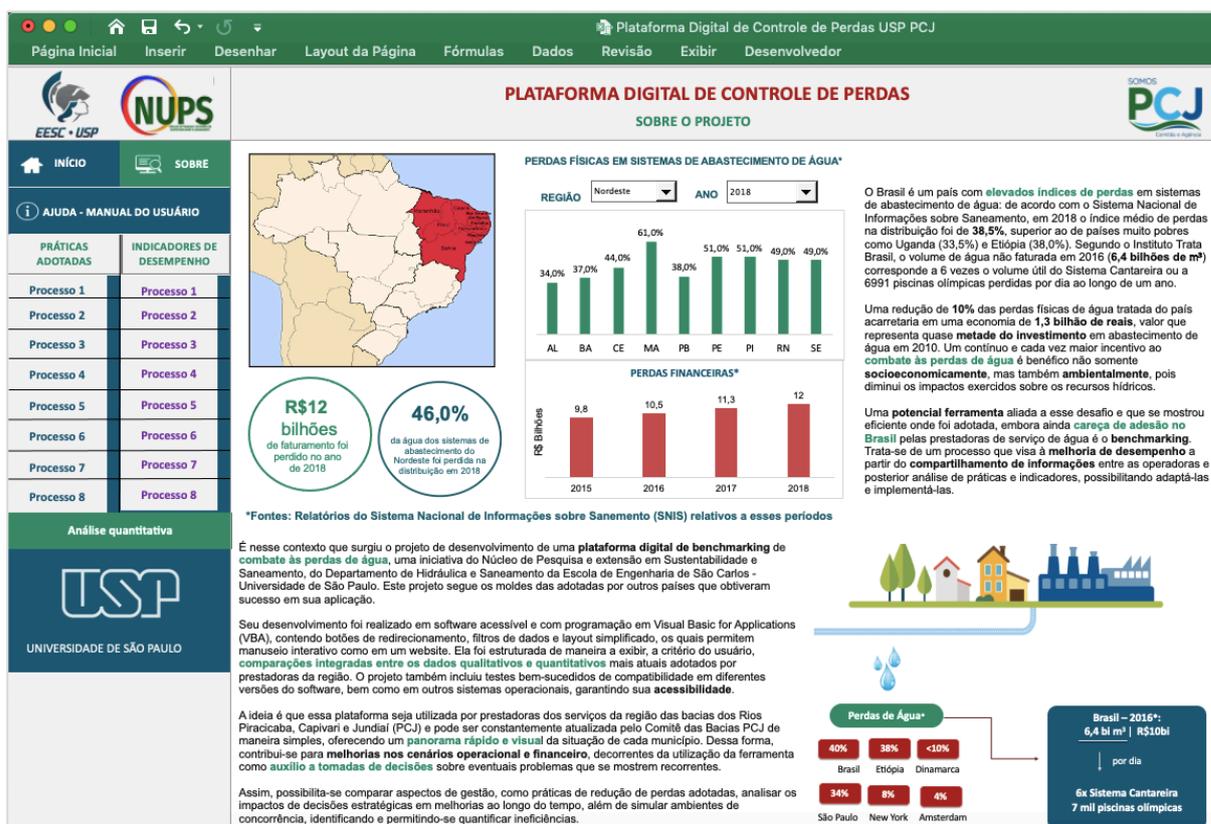
A seção informações do projeto, ou “sobre”, visa fornecer ao usuário um panorama acerca da questão das perdas de água no Brasil, auxiliando no entendimento de sua concepção.

Além de textos e imagens que abordam a questão e introduzem o conceito da ferramenta, está presente nessa seção um mapa dinâmico que ilustra a região brasileira escolhida no botão de seleção à sua direita, bem como um gráfico dinâmico que ilustra a porcentagem de perdas físicas por estado dessa região para o ano escolhido no outro botão de seleção dessa seção.

Os dois círculos abaixo do mapa do Brasil exibem informações a respeito da porcentagem de perdas de faturamento de água, sendo um deles fixo com a porcentagem total brasileira perdida no ano de 2018 e o outro dinâmico, cuja informação se altera por região e ano conforme o escolhido nos botões de seleção.

A Figura 40 apresenta o que é exibido ao usuário da plataforma nessa seção.

Figura 40: Seção informações do projeto



Fonte: O autor.

#### 5.4.4. SEÇÃO QUANTITATIVA

A seção quantitativa da plataforma tem como objetivo fornecer ao usuário um panorama comparativo de um município em termos de indicadores de perdas de água com os demais das bacias PCJ.

Para tal, foi programada uma tabela dinâmica, exibida ao longo do seu gráfico de radar dinâmico correspondente. Esses recursos apresentam os índices de perdas de um determinado município escolhido no botão de seleção para o ano base do projeto (SNIS 2019, ano base 2017), representado pela linha azul do gráfico.

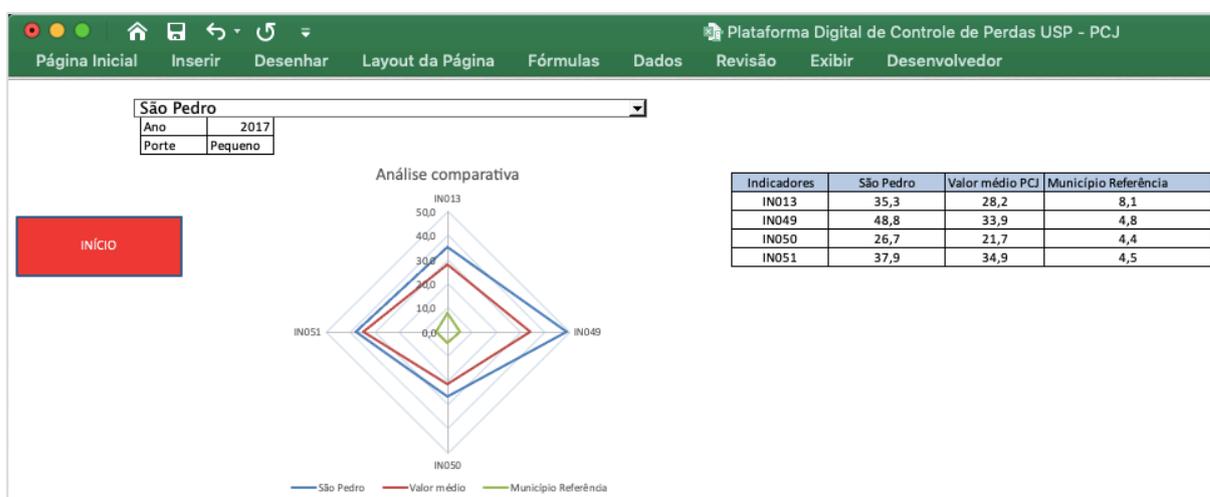
Na coluna seguinte da tabela, pode-se observar os valores médios desses indicadores considerando-se todos os municípios das bacias PCJ no ano em questão, representados pela linha vermelha do gráfico.

Além disso, a tabela exhibe os valores considerados *benchmarks* para cada indicador, os quais constam na coluna “Município Referência” e são representados pela linha verde no gráfico. Tratam-se dos menores índices de perdas considerando-se todos os municípios da UGRHI 5 no respectivo ano de referência. Logo, pode-se

dizer que esse município fictício é o que possui volumes de perdas de água a serem alcançados pelos demais.

Assim, o usuário pode alterar a seu critério o município em questão e comparar seus índices de perdas com os índices médios da região, além de observar seu porte e os menores valores de perdas dessas bacias, colocando em prática processos de *benchmarking* para esses sistemas. Tais recursos são apresentados na Figura 41, utilizando-se como referência o município de São Pedro – SP.

Figura 41: Seção quantitativa da plataforma



Fonte: O autor.

É importante salientar que, como já apresentado anteriormente, que o projeto, por motivos operacionais, utilizou nesta seção apenas municípios que possuíam os quatro indicadores de perdas para o ano base na plataforma do SNIS, os quais são exibidos no Quadro 8.

Embora haja, no filtro de seleção, os nomes de outros municípios da UGRHI 5, a programação da plataforma não conseguirá encontrar seus índices no banco de dados se forem eventualmente selecionados, retornando um símbolo de erro caso isso seja feito.

Isso não acarretaria em travamento da ferramenta, apenas não seriam exibidos esses valores, podendo o usuário simplesmente alterar o município para qualquer outro do Quadro 8 para que seus dados voltem a constar no gráfico e na tabela dinâmica.

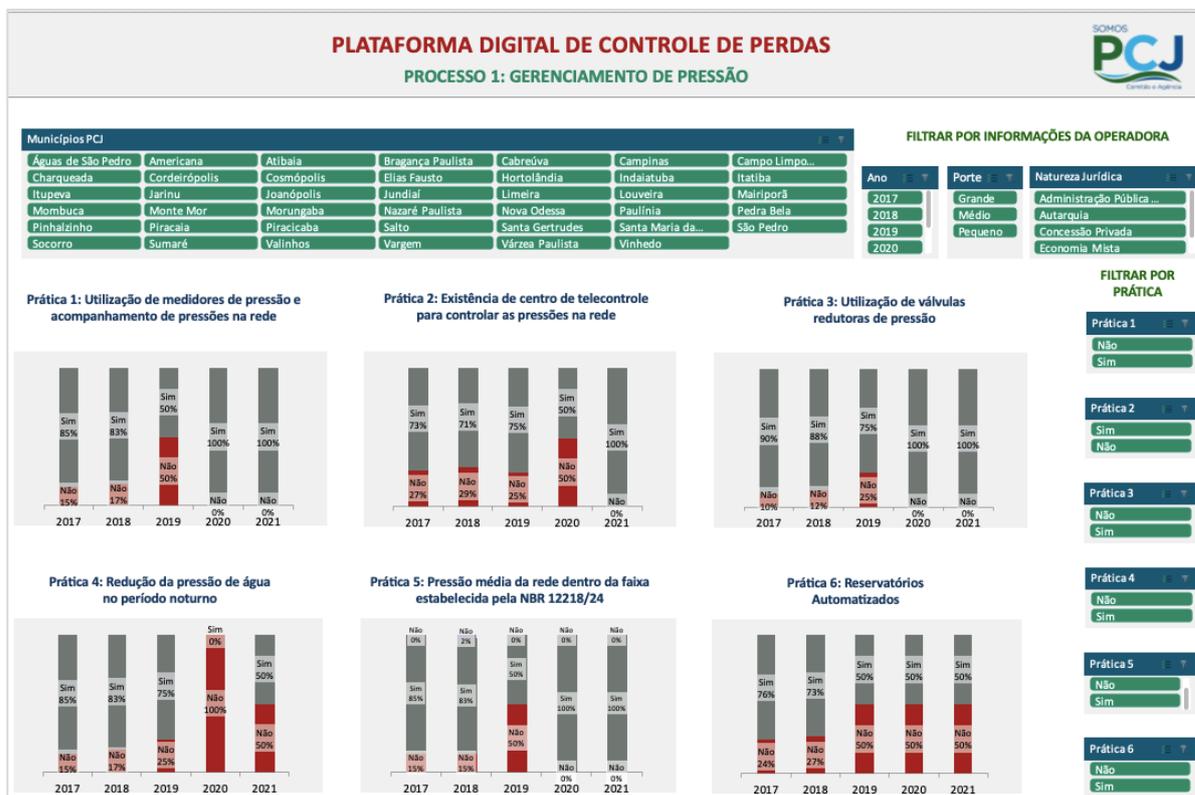
### 5.4.5. SEÇÕES QUALITATIVAS

Há oito seções qualitativas na plataforma desenvolvida, cada qual referente a um processo com suas respectivas práticas, conforme exibidos no Quadro 7. No painel superior consta a que se refere cada processo segundo a seção navegada e na parte superior de cada gráfico constam os nomes de cada prática referente a ele, dentre as que compõem o processo escolhido.

Estas seções têm por objetivo fornecer ao usuário um panorama sobre a adoção das práticas de controle às perdas de água adotadas pelas prestadoras de serviço atuantes nos municípios. Para tal, são exibidos gráficos dinâmicos de colunas empilhadas, os quais apresentam a porcentagem dentre os 41 municípios apresentados no Quadro 9.

Para mostrar como eventuais novos dados cadastrados como pertencentes a anos seguintes seriam apresentados na plataforma, que é o que esse espera na prática, em algumas seções de diferentes processos foram adicionados dados fantasia para alguns municípios, correspondentes aos anos de 2018, 2019, 2020 e/ou 2021. Pode-se observar esses gráficos na Figura 42, referente ao Processo 1.

Figura 42: Seção qualitativa da plataforma

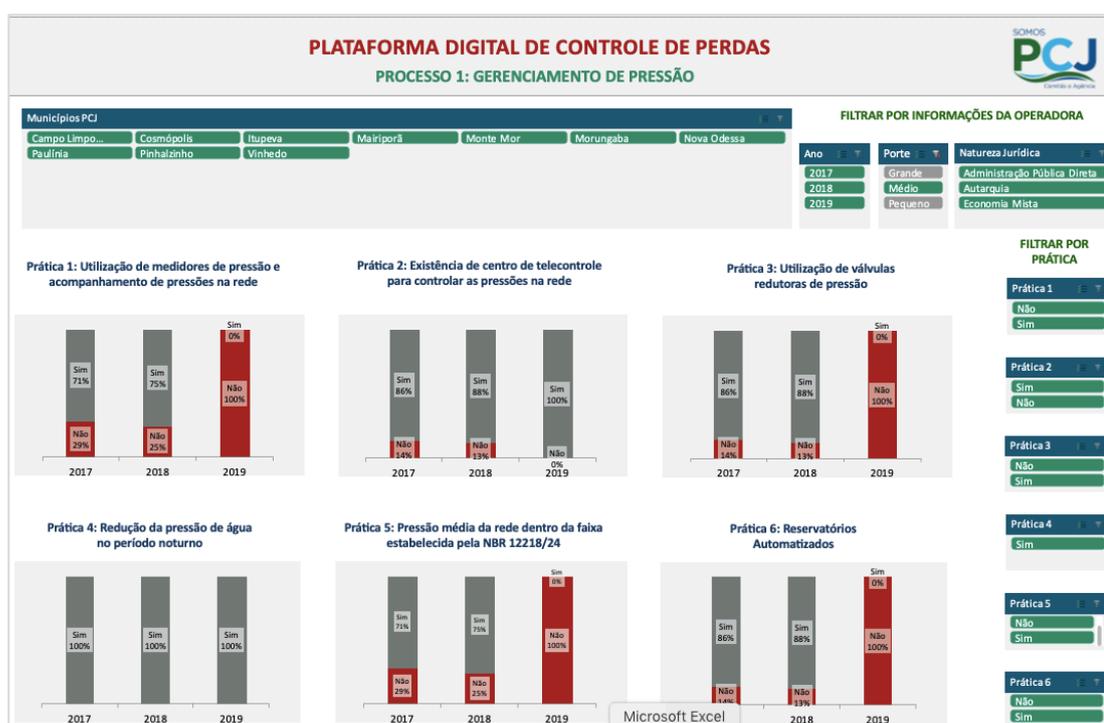


Essa seção ainda conta com filtros de dados que permitem seleção única e múltipla de fatores que filtram as porcentagens exibidas nos gráficos dinâmicos. Esses filtros de dados consideram os municípios pertencentes a essas seções, os anos para os quais há dados cadastrados em cada uma delas, os fatores de influência do processo de *benchmarking* porte do município e natureza jurídica da prestadora, além das próprias práticas do processo em questão.

Essas variáveis podem ser concomitantemente selecionadas para exibir diferentes resultados a critério do que o usuário achar pertinente para sua análise. Na Figura 43, por exemplo, são exibidos os gráficos do Processo 1 referentes a apenas municípios de porte médio, conforme selecionado no filtro de dados correspondente.

Pode-se notar que os outros filtros são atualizados automaticamente: os dez municípios exibidos são justamente os que possuem porte médio, cujos dados referem-se aos anos 2017, 2018 e 2019. A ausência do botão “Concessão Privada” no filtro de dados “Natureza Jurídica” indica que nenhuma prestadora de municípios de porte médio caracteriza-se como tal, bem como a ausência do botão “Não” no filtro “Prática 4” indica que todos os municípios desse porte a adotam, como pode ser também observado no gráfico correspondente.

Figura 43: Adoção das práticas do Processo 1 para municípios de médio porte



Fonte: O autor.

Faz parte do processo de *benchmarking* a análise por parte do usuário do que é adotado por municípios de características semelhantes, como já citado anteriormente. Assim, pode-se selecionar na plataforma informações para municípios de um determinado porte com uma mesma natureza jurídica.

A Figura 44 mostra um exemplo de aplicação de filtros de dados que fazem com que os gráficos dinâmicos e os outros filtram exibam essas informações apenas para municípios de porte médio e cuja natureza jurídica da prestadora é “Economia Mista”.

Nota-se que, nesse caso, são apresentadas apenas informações para os anos de 2017 e 2018. Isso significa que as informações disponíveis para o ano de 2019 exibidas na Figura 43 pertenciam a prestadoras de natureza jurídica distinta da selecionada.

Pode-se observar, também, dois municípios a menos no filtro de dados correspondente e que os filtros de dados referentes a todas as práticas desse processo mostram-se como “Sim”, o que também é exibido nos gráficos, indicando a adoção e todas as práticas de combate às perdas desta seção.

Figura 44: Adoção das práticas do Processo 1 para municípios de médio porte e com prestadora de serviço de economia mista

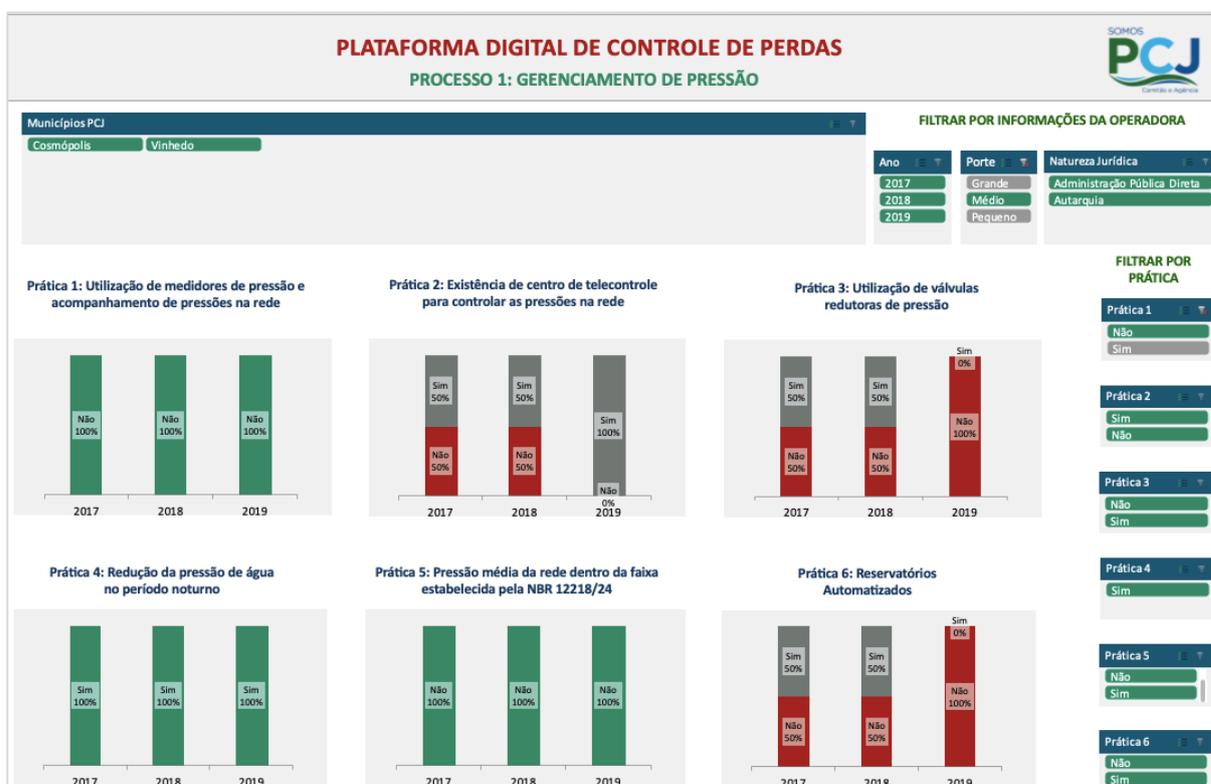


Fonte: O autor.

A Figura 45 apresenta o que é exibido na plataforma quando os dados são filtrados por prática utilizando-se os filtros de dados que se localizam à direita dos gráficos. No caso desse exemplo, além de se ter filtrado previamente os municípios de médio porte, foi selecionado o botão “Não” da Prática 1. Conclui-se, então, que somente as prestadoras de Cosmópolis e Vinhedo caracterizam-se por se situarem em municípios de médio porte e não utilizarem medidores de pressão para acompanhamento de pressões na rede.

Quando um filtro de dados referente às práticas é adotado e isso faz com que todos os gráficos de uma mesma prática apresentem o mesmo resultado, seja ela “Sim” ou “Não”, esses passam a ser exibidos na cor verde. Essa limitação operacional da plataforma manteve-se no protótipo e foi incluída para tentar ser alterada para as cores padrão na versão final da ferramenta, por motivos de tempo. Os dados exibidos nas legendas e nos filtros, no entanto, não deixam de condizer com os que constam no banco de dados.

Figura 45: Municípios de médio porte que não adotam a Prática 1 e suas porcentagens de adoção das outras práticas do Processo 1



Fonte: O autor.

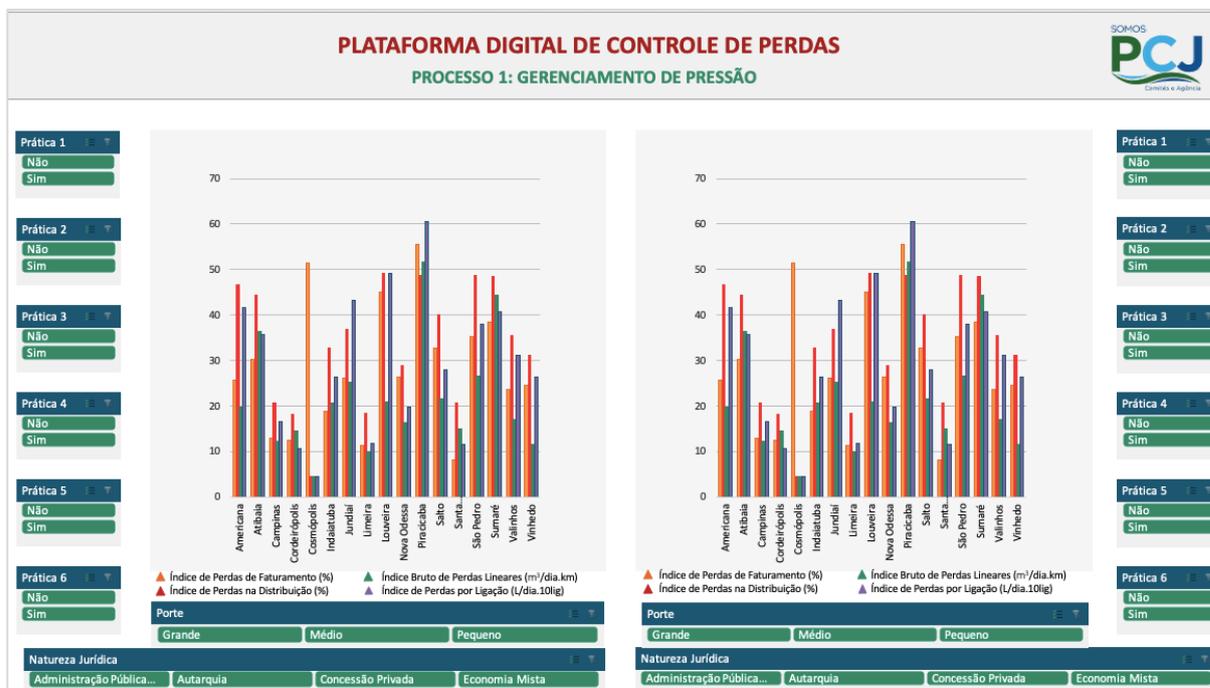
#### 5.4.6. SEÇÕES DE ANÁLISE INTEGRADA

Assim como nas seções qualitativas, há oito seções de análise integrada (quantitativa e qualitativa) na plataforma desenvolvida, cada qual referente a um processo com suas respectivas práticas, conforme exibidos no Quadro 7. No painel superior consta a que se refere cada processo segundo a seção navegada.

Estas seções têm por objetivo integrar as informações acerca da adoção das práticas de controle às perdas de água adotadas pelas prestadoras de serviço atuantes nos municípios com seus respectivos índices de perdas para o ano base de 2017, permitindo que sejam feitas análises de como os fatores de influência e a adesão às práticas de combate em questão se relacionam com os índices de perdas.

Para tal, definiu-se que seriam exibidos sempre dois gráficos dinâmicos de colunas para cada processo, os quais permitem a obtenção visual de um panorama acerca dos 17 municípios envolvidos nestas seções, apresentados no Quadro 8. Nas partes lateral e inferior desses gráficos, foram inseridos filtros de dados referentes aos fatores de influência desse processo de *benchmarking*, bem como às práticas pertencentes ao processo, como pode-se observar na Figura 46.

Figura 46: Seção de análise integrada da plataforma



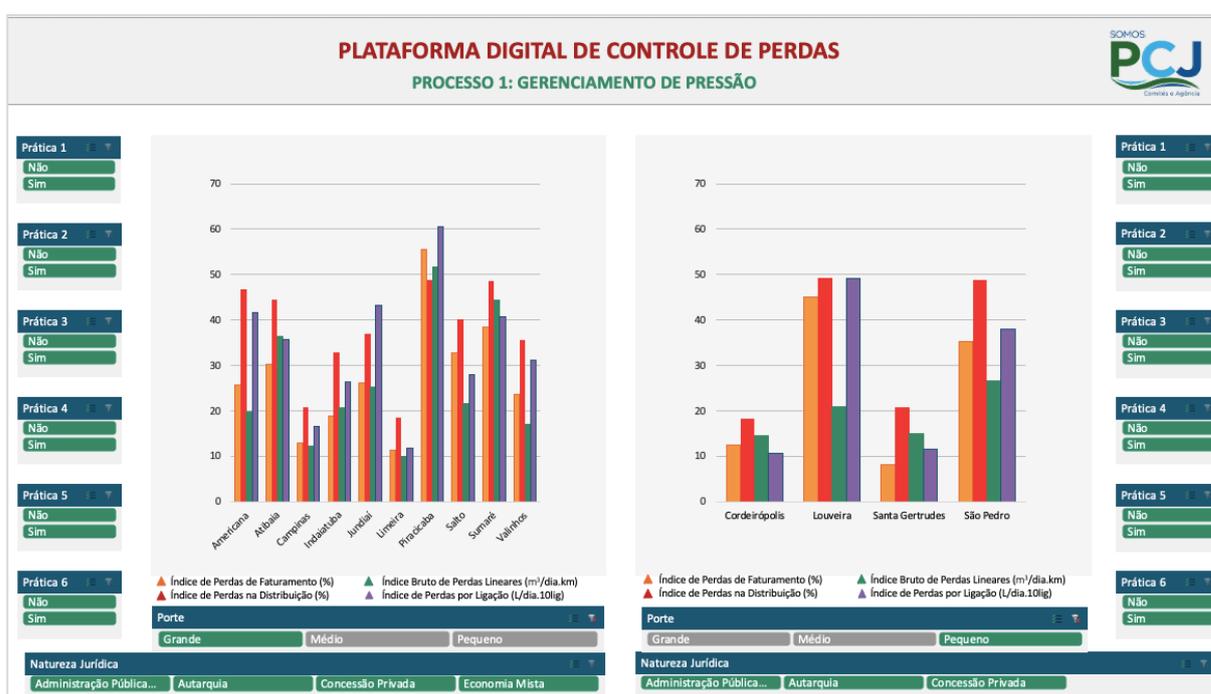
Fonte: O autor.

A disposição de dois gráficos iguais lado a lado tem por objetivo permitir a comparação dos resultados exibidos por cada um deles conforme são selecionados

diferentes filtros de dados para cada um, conforme o que o usuário considerar pertinente para sua análise.

Na seleção apresentada pela Figura 47, por exemplo, aplicou-se filtros referentes ao porte dos municípios em questão, a fim de se obter um resultado visual da relação desse fator de influência com os indicadores de perdas de água nessas localidades. Assim, no gráfico da esquerda foi aplicado “Grande” no filtro de dados “Porte”, enquanto no gráfico à direita foi selecionado “Pequeno”.

Figura 47: Índices de perdas para municípios de portes grande e pequeno



Fonte: O autor.

Por vezes, a heterogeneidade dos dados permitirá que o usuário sempre chegue a uma exata conclusão considerando somente o aspecto visual dos gráficos. Nesses casos, recomenda-se mover o cursor sobre as colunas de cada indicador para cada município e visualizar o seu exato valor. Com a ajuda de simples conta, pode-se obter valores que poderão dar fundamentos mais sólidos para a análise.

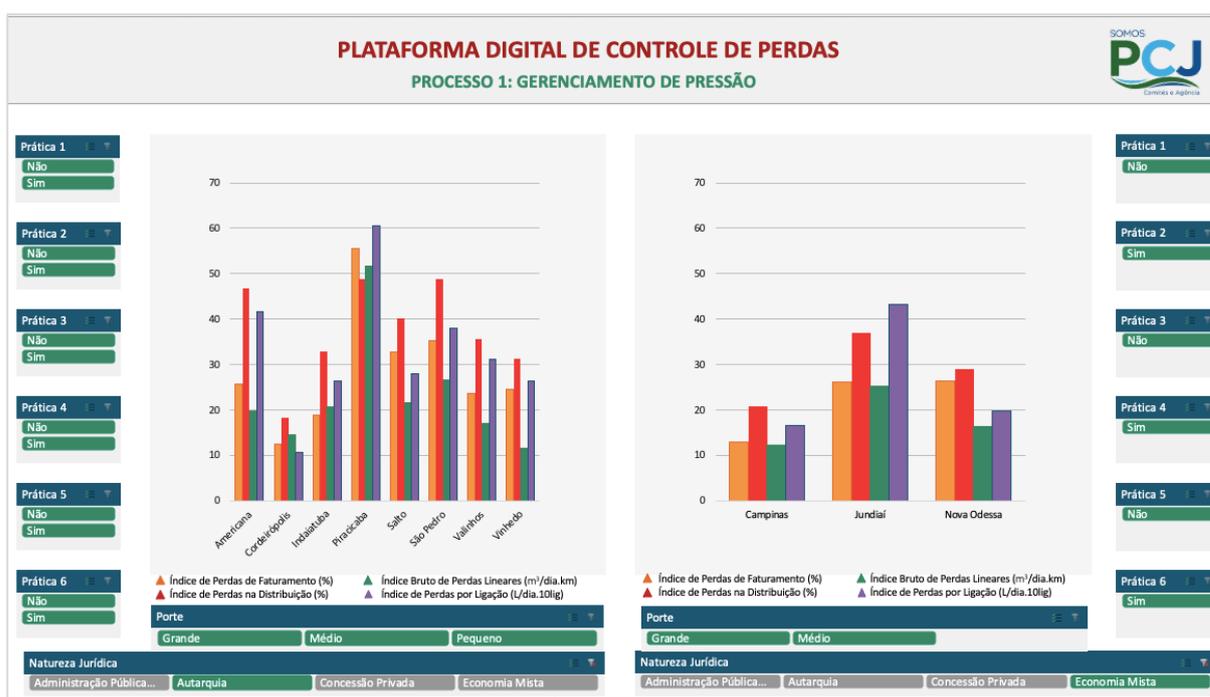
A Figura 47 é um exemplo de situação semelhante à citada: a mera visualização de seus gráficos não permite uma conclusão precisa sobre o pertencimento dos maiores índices de perdas de água a municípios de grande ou de pequeno porte. No entanto, o movimento do cursor sobre qualquer índice, permite a

visualização de seus valores, viabilizando um cálculo de média simples, caso o usuário ache conveniente para sua análise.

Dessa maneira, foi realizado o cálculo da média dos índices de perdas por ligação (IPL) dos gráficos à esquerda e à direita da Figura 47. A média do IPL para os municípios de grande porte foi de 33,6 L/dia.10lig e a média desse índice para os de porte pequeno foi de 27,3 L/dia.10lig. Esse resultado é condizente com o apresentado por Santi (2018) na Figura 35, que sugere a associação de maiores perdas de água a municípios de grande porte considerando-se as bacias PCJ.

Na Figura 48, foram aplicados filtros de dados referentes ao fator de influência “Natureza Jurídica”: no gráfico à esquerda são, então, exibidos índices de municípios cujas prestadoras de serviço classificam-se como “Autarquias”, enquanto no gráfico à direita selecionou-se a natureza jurídica “Economia Mista”.

Figura 48: Índices de perdas para municípios com prestadoras de serviços de naturezas jurídicas do tipo autarquia ou economia mista



Fonte: O autor.

Nesse caso, é possível identificar visualmente que as companhias de economia mista apresentam menores índices de perdas associados no geral que as autarquias.

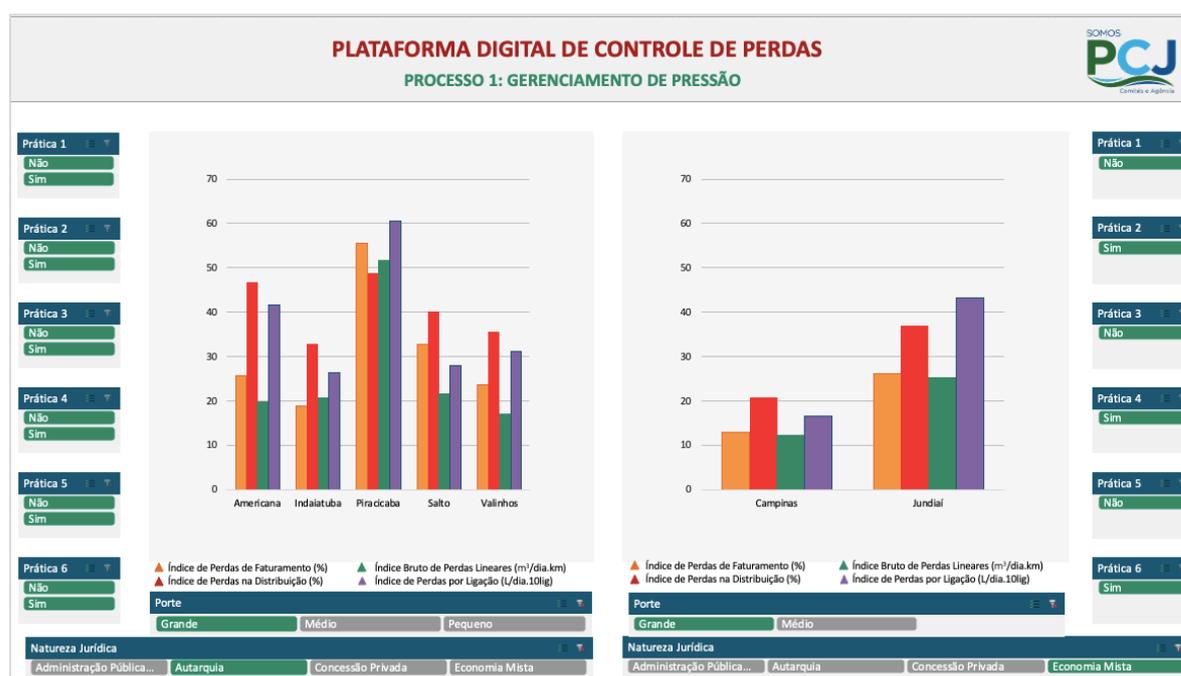
Para fins de verificação, o cursor foi movido sobre os IPLs desses dois gráficos e suas médias calculadas: para as autarquias, a média de IPL foi de 32,8 L/dia.10lig e para as companhias de economia mista 25,6 L/dia.10lig.

Esse resultado também é condizente com o apresentado por Santi (2018) na Figura 36, que sugere a associação de menores índices de perdas a prestadoras de economia mista em comparação com autarquias.

É importante salientar, no entanto, que os resultados exibidos pela plataforma desenvolvida podem, por vezes, não ser totalmente condizentes com os de Santi (2018), uma vez que sua pesquisa foi realizada para 41 municípios das bacias PCJ, utilizando-se o IPL do NCDA (conforme Quadro 6) e com ano de referência 2016, equanto o presente projeto utiliza dados de 17 municípios, IPL do SNIS e ano base 2017 para todos os dados.

Esta seção da plataforma também permite análises concomitantes dos fatores de influência “Porte” e “Natureza Jurídica”. Para tal, basta o usuário escolher quais filtros de dados aplicar em cada gráfico. A Figura 49 apresenta um exemplo relacionado com o anterior exibido na Figura 38. Nela, pode-se observar a diferença dos índices de perdas para autarquias e companhias de economia mista, mas dessa vez somente as atuantes em municípios de grande porte.

Figura 49: Índices de perdas para municípios de grande porte com prestadoras de serviços de naturezas jurídicas do tipo autarquia ou economia mista

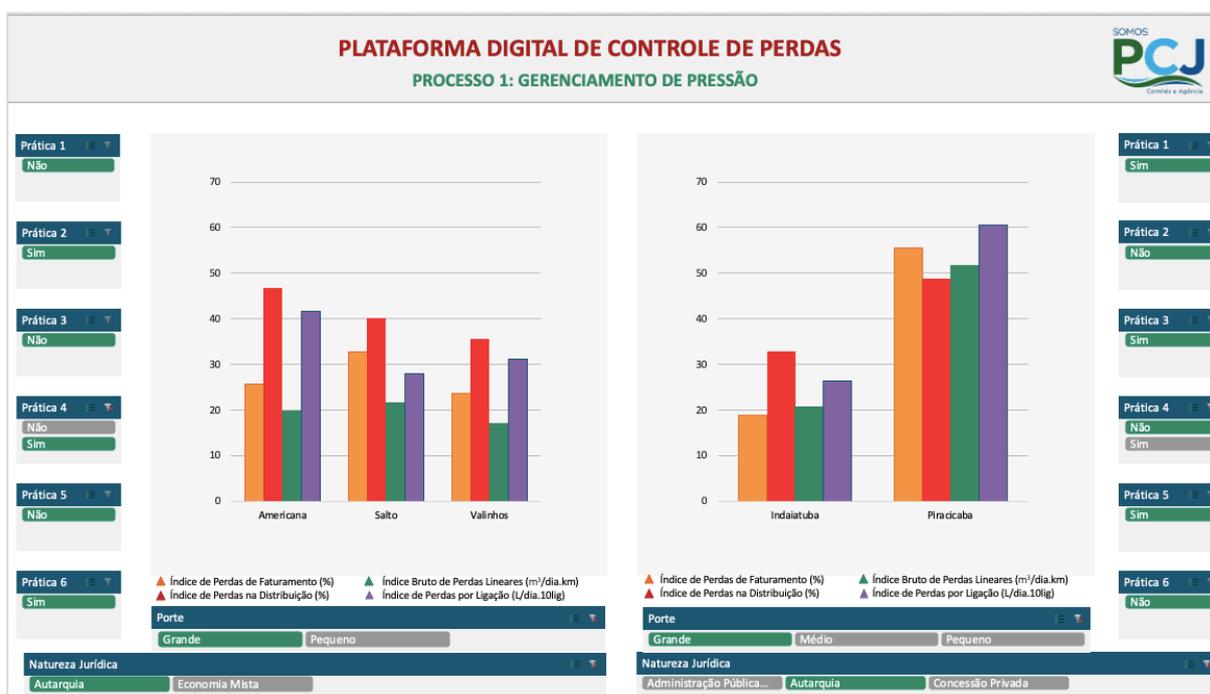


Fonte: O autor.

Nesse caso, pode-se observar ainda melhor que as médias dos índices de perdas do gráfico da esquerda são maiores que as da direita, especialmente considerando-se o IPF e o IPD, nas cores laranja e vermelho, respectivamente.

A Figura 50 integra a adoção das práticas de combate às perdas de água às análises anteriores, que consideram os fatores de influência “Porte” e “Natureza Jurídica”. Nela, simulou-se uma situação em que um município de porte grande e com prestadora do tipo autarquia gostaria de analisar se os outros municípios da mesma UGRHI com essas mesmas características possuíam maiores ou menores índices de perdas segundo a adoção da Prática 4. Para tal, foram aplicados filtros de dados correspondentes a essas situações.

Figura 50: Índices de perdas para municípios de grande porte com prestadoras de serviços de naturezas jurídicas do tipo autarquia e que não adotam a Prática 4



Fonte: O autor.

Pode-se concluir visualmente, pelos gráficos exibidos na Figura 50, que a adoção da Prática 4 está associada a menores índices brutos de perdas lineares, por exemplo.

Dessa forma, são inúmeras as análises que podem ser realizadas nessa seção da plataforma, as quais podem envolver quaisquer critérios qualitativos, integrando-os com os parâmetros quantitativos das perdas de água.

É importante lembrar que, como já citado no Módulo II (item 5.3 deste projeto), os dados referentes à aplicação das práticas são irreais; portanto, podem parecer inconclusivos a priori. Isso não representou, porém, dano ao processo de desenvolvimento da ferramenta, pois o presente projeto almejou o seu funcionamento operacional. Uma vez autorizada a divulgação desses dados, ou até mesmo sendo regulamentada a ferramenta, a substituição por dados qualitativos reais é simples de ser realizada.

#### 5.4.7. CADASTRAMENTO DE NOVOS DADOS

O ambiente de cadastramento de novos dados da plataforma pode ser acessado através do botão que consta na seção início, como explicado anteriormente. Trata-se de uma seção de *layout* mais limpo, sem painéis, programada pensando-se na facilidade dos usuários de manter a plataforma sempre atualizada com novos dados. O retorno ao ambiente inicial é feito clicando-se no botão vermelho “Início”, localizado à esquerda dos formulários de cadastramento.

Assim, para um novo cadastro ser realizado, basta encontrar a tabela dinâmica referente ao processo ou à seção desejada. Como apresentado na Figura 51, as tabelas de cadastramento estão dispostas lado a lado por processo, localizando-se o cadastro dos dados quantitativos na tabela da extrema direita.

Cada qual possui um botão de seleção que permite a escolha de qualquer município da seção correspondente e, ao um deles ser selecionado, suas informações do ano imediatamente anterior são resgatadas e apresentadas, para facilitar o preenchimento. Naturalmente elas podem ser substituídas por outras e, ao se clicar no botão inferior “Cadastrar!”, os dados automaticamente são enviados para o banco de dados e uma mensagem de sucesso da operação é exibida.

Figura 51: Ambiente de cadastramento de novos dados na plataforma

The screenshot displays the user interface of the 'Plataforma Digital de Controle de Perdas USP - PCJ'. It features a navigation bar at the top with options like 'Página Inicial', 'Inserir', 'Desenhar', 'Layout da Página', 'Fórmulas', 'Dados', 'Revisão', 'Exibir', and 'Desenvolvedor'. A search bar is located on the right. The main area contains three registration forms for 'PROCESSO 1', 'PROCESSO 2', and 'PROCESSO 3'. Each form includes a dropdown menu for 'Seleção' (Município) and a table for data entry. A red 'INÍCIO' button is positioned on the left side of the interface.

Seleção	São Pedro
Município	São Pedro
Natureza Jurídica	Autarquia
Porte	Pequeno
Ano	
P1	Não
P2	Sim
P3	Não
P4	Sim
P5	Não
P6	Sim
	Cadastrar!

Seleção	Jundiaí
Município	Jundiaí
Natureza Jurídica	Economia Mista
Porte	Grande
Ano	
P7	Sim
P8	Parcial
P9	Não
P10	Sim
P11	Não
P12	Sim
P13	Não
P14	Não
	Cadastrar!

Seleção	Valinhos
Município	Valinhos
Natureza Jurídica	São Pedro
Porte	Socorro
Ano	Sumaré
P15	Valinhos
P16	Vargem
P17	Várzea Paulista
	Vinhedo

Fonte: O autor.

Para que essas funcionalidades fossem operacionalmente possíveis, a plataforma contou com códigos de programação em VBA que permitem o rastreamento de dados anteriores para serem exibidos assim que um município qualquer for selecionado (Figura 52), além da programação referente às inserções automáticas dos novos dados cadastrados no banco de dados (Figura 53).

Figura 52: Código de rastreamento de dados anteriores

```

Range("F9").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=VLOOKUP(R[-1]C,'Base de Dados'!R[-5]C[-4]:R[35]C[-2],3,FALSE)"
Range("F10").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IFERROR(IFERROR(IFERROR(IFERROR(VLOOKUP(MAX('Base de Dados'!R[-6]C[1]:R[179]C[1])&Formulários!
R[-1]C,'Base de Dados'!R[-6]C[-3]:R[181]C[-1],3,FALSE),VLOOKUP((MAX('Base de Dados'!R[-6]C[1]:R[179]C[1])-1)&Formulários!R[-1]C,'Base de
Dados'!R[-6]C[-3]:R[181]C[-1],3,FALSE)),VLOOKUP(MAX('Base de Dados'!R[-6]C[1]:R[179]C[1])&Formulários!
R[-1]C,'Base de Dados' &
    "!"R[-6]C[-3]:R[181]C[-1],3,FALSE)),VLOOKUP((MAX('Base de Dados'!R[-6]C[1]:R[179]C[1])&Formulários!
R[-1]C,'Base de Dados'!R[-6]C[-3]:R[181]C[-1],3,FALSE)),VLOOKUP((MAX('Base de Dados'!R[-6]C[1]:R[179]C[1])&Formulários!
R[-1]C,'Base de Dados'!R[-6]C[-3]:R[181]C[-1],3,FALSE)),VLOOKUP((MAX('Base de Dados'!R[-6]C[1]:R[179]C[1])&Formulários!R[-1]C,'Base de
Dados'!R" &
    "!"R[-6]C[-3]:R[181]C[-1],3,FALSE)))" & _
    ""

```

Fonte: SÁ, 2021a.

Figura 53: Código de inserção de novos dados cadastrados no banco de dados

```

ActiveWindow.SmallScroll Down:=6
Range("F19").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=Porte&R[-10]C"
Range("F19").Select
Selection.Copy
Range("F22").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-3
Range("F9:F18").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
ActiveWindow.SmallScroll Down:=6
Range("F23").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Range("F22").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Base de Dados").Select
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-42
ActiveWindow.ScrollRow = 1
Range("C4").Select
Selection.End(xlDown).Select
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("A1").Select
ActiveSheet.Paste
Sheets("Formulários").Select
Range("F23:F32").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-12
Sheets("Base de Dados").Select
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-75
Range("D4").Select
Selection.End(xlDown).Select
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("A1").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteAll, Operation:=xlNone, SkipBlanks:= _
    False, Transpose:=True
ActiveWindow.SmallScroll Down:=6
Range("F94").Select
Sheets("Formulários").Select
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-18
Range("F9:F123").Select
Selection.ClearContents
Range("G12").Select
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-3

```

Fonte: SÁ, 2021a.

## 5.4.8. MANUAL DO USUÁRIO – SEÇÃO AJUDA

Considerou-se de extrema importância constar na própria plataforma um Manual do Usuário (Figuras 54 e 55), para ser acessado a qualquer momento no painel lateral, caso o usuário precise de ajuda com alguma operação. Esse manual também foi feito em versão pdf, permitindo sua leitura antes mesmo de se abrir e começar a trabalhar com a plataforma desenvolvida. Ele possui informações de navegação das principais seções exibidas (qualitativa, quantitativa, de análise integrada e de cadastramento), além de explicações sobre a compatibilidade da ferramenta com diferentes versões do programa e de sistemas operacionais e o contato da equipe que desenvolveu o projeto.

Figura 54: Manual do Usuário

**PLATAFORMA DIGITAL DE CONTROLE DE PERDAS**  
 MANUAL DO USUÁRIO

### PRÁTICAS ADOPTADAS

Referem-se à seção qualitativa da plataforma e podem ser acessadas a partir do menu da barra lateral esquerda, clicando-se nos processos temáticos que organizam os gráficos do mesmo natureza.

Prática de existência de centros de telecontrole para controlar as perdas na rede

Os números e nomes de uma determinada prática de combate às perdas de água são exibidos no seu respectivo gráfico. Cada prática possui apenas um gráfico qualitativo com seus resultados separados por ano e referente a um determinado processo (ex: Processo 1 - Gerenciamento do Pressão).

A adoção da prática sempre aparece com a legenda "Sim" no gráfico, ao contrário de sua não adoção, cuja legenda constará como "Não". Ainda há, para as práticas 7, 9 e 17, a possibilidade de legenda "Parcial", representando sua adoção parcial pelos prestadores.

Os filtros de dados (abacos) permitem ao usuário realizar comparações segundo o que se deseja, obtendo automaticamente os gráficos ao serem clicados, os quais passam a mostrar a porcentagem de adoção das práticas dentro as prestadoras que se enquadram nas informações filtradas, não mais no total.

É importante atentar-se aos símbolos exibidos na parte superior dos filtros de dados (podendo-se aplicar um zoom para tal, se necessário). O símbolo ao lado significa que foram feitas seleções múltiplas em filtros diferentes, o que é possível de ser realizado a critério do usuário.

Analogamente, o símbolo ao lado significa que não há aplicação de filtros, o que pode ser feito a qualquer momento pelo usuário, segundo o que se quer analisar. Para que um ou mais filtros de dados sejam cancelados, é necessário que se clique nos símbolos com um "x" vermelho, como apresenta, por exemplo, a imagem do parágrafo anterior.

É importante salientar que os dados qualitativos utilizados nessa seção do projeto são fictícios, mas semelhantes em termos de frequência com os dados reais, dos quais o grupo de pesquisa dispõe através da pesquisa de SAN TI (2018), mas cuja divulgação não foi formalmente autorizada pelos prestadores. Mais embora o perfil de benchmarking (compartilhamento de dados visando à identificação e eventual adoção das melhores práticas) tenha sido consolidado em muitas organizações no Brasil e no mundo, sabe-se que no setor de saneamento do país ele não é devidamente incentivado, podendo haver, portanto, risco por parte de algumas prestadoras em disponibilizar suas práticas publicamente.

No entanto, esta plataforma em si, produto do MATRIZ de MARQUES, L.O.A. e da iniciativa científica de SA, M. O. M., financiada pelo Governo Federal através do CAPES e do CNPq, tem por objetivo justamente incentivar o compartilhamento de dados entre as prestadoras. Logo, permite ao usuário inserir dados mais recentes através dos formulários e a atualização é automática, para uma melhor visualização de como ficaram dados do outro ano inseridos na plataforma, utilizando, apenas para o Processo 1, dados fictícios para alguns municípios referentes aos anos de 2018, 2019 e 2020.

### CADASTRO DE NOVOS DADOS

O cadastro de práticas e mais recentes e, portanto, atualizadas é possível na plataforma, através do botão de cadastramento contido na seção Início da plataforma:

O mesmo redirecionará o usuário para o ambiente dos formulários, os quais são separados por processos e aparecem inicialmente em branco. Uma vez selecionado o município, seus dados mais recentes se preenchem automaticamente no formulário, com exceção do ano. Cabe ao usuário incluir o período referente às práticas adotadas e modificações em seus campos. Após isso, clicando-se no botão "Cadastrar" (figura abaixo), os novos dados irão automaticamente para o banco de dados da seção quantitativa da plataforma e os gráficos e filtros de dados de todos os processos dessa seção serão atualizados.

Analogamente podem ser feitas as atualizações dos 4 indicadores de perdas contidos na plataforma, cujo formulário localiza-se à direita do último formulário qualitativo (Processo 9). Para que os dados qualitativos (adoção de práticas) sejam atualizados na seção de Indicadores de Desempenho, é necessário que os mesmos sejam atualizados também no formulário quantitativo.

É extremamente recomendável atentar-se às unidades de medida que constam no formulário ao inserir os indicadores. De todas elas, a única que se diferencia marcadamente de utilização oficialmente pelo SINIS é a do indicador INIS1 que, por motivos de adequação aos gráficos de radar que exibem as 4 práticas juntamente, foi alterada de "Litros/litragem" para "Litros/litragem".

Para a efetiva atualização dos gráficos desse último formulário que contém os indicadores (seção Indicadores de Desempenho) é necessário que, por motivos de desempenho técnico da plataforma, o usuário faça o seguinte procedimento: clicar em Dados > Atualizar tanto no menu superior do Excel.

Observa-se que, devido ao tamanho do banco de dados, essa atualização pode levar alguns segundos (dependendo da velocidade de processamento do computador), em média 15. Recomenda-se esperar após essa atualização sem clicar em nada. Como a atualização da plataforma é algo a previsto para ser feito a cada um ano, esse tempo maior de atualização não representa menor dinamismo ou praticidade para o mesmo, pois seu impacto nos áreas de análise não é prejudicado.

### INDICADORES DE DESEMPENHO

Nessa seção da plataforma, que integra dados qualitativos e quantitativos, são exibidos gráficos com os 4 indicadores de desempenho utilizados atualmente pelo Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SINIS) para quantificar as perdas de água em sistemas de abastecimento. Abaixo de cada um deles, estão indicadas quais cores se referem a qual indicador, bem como suas respectivas unidades de medida. Os dados exibidos são sempre os mais recentes de cada município cadastrado, podendo, em um mesmo gráfico, ser exibidos dados referentes a anos distintos, conforme informação fornecida por cada prestador.

Nota-se, para cada processo, há 2 gráficos exibidos, isso ocorre para que o usuário de uma prestadora ou mesmo do comitê de bacias possa comparar os 4 diferentes tipos de perdas segundo as características dos municípios ou tipo de municípios escolhidos. Assim, os eixos verticais de ambos os gráficos foram fixados em uma escala constante:

Os filtros de dados em torno dos gráficos têm a função de integrar os índices de perdas exibidos (aspectos quantitativos) com informações sobre o município e a prestadora de serviço, os quais incluem a adoção das práticas de controle de perdas de água. Assim, pode-se realizar uma análise integrada e comparativa de ambos os aspectos. Nos gráficos da imagem acima, por exemplo, foram selecionados a esquerda apenas os municípios de grande e pequeno e com gráfico à direita, no qual foram filtrados os municípios cuja prestadora é uma autarquia. Esse exemplo não necessariamente é representativo, como a plataforma é uma ferramenta de apoio à tomada de decisão, cabe ao usuário definir os critérios que fazem mais sentido de serem comparados para um determinado contexto. Munido da plataforma, a possibilidade é infinita.

Nota-se os eixos de lado superior dos filtros exibem que eles estão aplicados e de qual maneira, segundo a explicação da seção anterior (práticas adotadas). Como se tratam de gráficos para comparar diferentes classes de município de um mesmo processo em termos de seus indicadores de perdas, o que difereix esses elementos são os próprios filtros aplicados: se todos foram desativados, os gráficos voltarão a ficar iguais lado a lado. No caso desta versão do software, foram aplicados, automaticamente, alguns filtros para fins de exemplificação; os mesmos podem ser alterados a critério do usuário a qualquer momento.

### COMPATIBILIDADE DA PLATAFORMA

A Plataforma Digital de Controle de Perdas foi testada em diferentes versões do software que a hospeda e é compatível com todas as mais atuais. Também foi testada em diferentes sistemas operacionais (Windows e MacOS, apresentando um bom desempenho em ambos). No entanto, a transferência de um arquivo de um para outro pode comportar a formatação e até mesmo a inclusão de novos dados via formulários, por isso recomenda-se que se utilize apenas um Sistema Operacional Padrão. Por ser mais comumente utilizado e ser mais adequado para o Microsoft Excel, recomenda-se a utilização em computadores que tenham Windows como Sistema Operacional.

É importante salientar que, em alguns casos (dependendo da velocidade do processador), pode ocorrer alguns segundos de delay na atualização dos gráficos ao se aplicar filtros de dados. Nos testes, o delay foram comumente de 2 segundos, mas podem chegar a até 10 segundos dependendo do(s) filtro(s) selecionado(s) e do processador utilizado. Isso se dá devido à grande quantidade de dados na plataforma e ao tempo de execução das macros. Se ocorrer, não é sugerido clicar em nada, tampouco fechar a plataforma enquanto ela carrega, para não travar a mesma. Computadores com maiores desempenhos operacionais acabam tendo menores chances de apresentarem problemas do tipo.

Esta plataforma não exige qualquer tipo de conexão à internet para ser acessada e manipulada. Uma vez no computador do usuário, pode ser totalmente utilizada, permitindo suas análises.

Fonte: O autor.

Figura 55: Manual do usuário – Parte 2

### ANÁLISE QUANTITATIVA

Refere-se à seção de comparação de indicadores de perdas da plataforma sem envolver as práticas de combate às mesmas, a qual pode ser acessada a partir do menu da barra lateral esquerda, clicando-se no botão localizado no extremo inferior, próximo ao símbolo da USP.

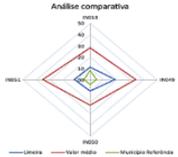
Nesse ambiente constam um gráfico de radar e uma tabela dinâmicos, os quais exibem, a partir de uma barra de seleção de município disponível para o usuário, o número exato dos 4 indicadores de perdas do SNI3 para o mesmo no último ano. Além disso, esses indicadores são comparados na tabela e no gráfico com duas outras categorias de valores: uma delas referente à média dos indicadores de todos os municípios da bacia no último ano e outro referente ao benchmark da bacia, ou seja, o município referência segundo seus índices no

Limiteza

Porte

Estado

Análise comparativa



Indicadores	Limiteza	Valor médio	Município Referência
INDI1	13,3	26,5	6,3
INDI2	18,0	34,0	4,8
INDI3	20,0	23,7	4,4
INDI4	13,8	30,4	4,5

Essa comparação permite que um diagnóstico quantitativo seja feito pelos municípios, podendo atentar-se para as perdas dos mesmos, bem como o ano de referência, possibilitando-se a prática do benchmarking, a qual levará a uma investigação, por meio das outras seções da plataforma, das melhores práticas de combate às perdas que vêm sendo adotadas por municípios de características semelhantes.

Essa seção da plataforma, assim como a de cadastramento de novos dados, não permite redirecionamento para qualquer outra a partir da mesma, devendo ser clicado o botão "Início" ou "Home" para que o usuário retorne ao ambiente inicial e, então, possa voltar a navegar pela plataforma.

### CONTATO

**EQUIPE:**

Prof. Dr. Tadeu Fabrício Malheiros (Departamento de Hidráulica e Saneamento - Escola de Engenharia de São Carlos – USP)  
E-mail: [tmalheiros@usp.br](mailto:tmalheiros@usp.br)

Luís Otávio do Amaral Marques (Engenheiro Civil e Mestrando em Engenharia Hidráulica e Saneamento - Escola de Engenharia de São Carlos - USP)  
E-mail: [luis.otavio.marques@usp.br](mailto:luis.otavio.marques@usp.br)

Marcelo Otani Marques de Sá (Graduando em Engenharia Elétrica - Escola de Engenharia de São Carlos - USP)  
E-mail: [marcelo.otani@usp.br](mailto:marcelo.otani@usp.br)

Fonte: O autor.

Recomenda-se fortemente a cuidadosa leitura do manual desenvolvido por qualquer usuário da plataforma, antes do seu efetivo uso.

#### 5.4.9. BASE DE DADOS

A base de dados da plataforma desenvolvida é uma seção oculta ao usuário, de acesso somente de seus desenvolvedores. Ela é composta por nove tabelas dispostas lado a lado: uma para cada processo qualitativo e outra que integra os quatro indicadores de perdas de água. Todas as tabelas possuem uma cor própria, além da relação de municípios e suas informações de porte, natureza jurídica da prestadora e ano dos dados, a fim de facilitar a organização de seus dados.

Há, também, em todas elas, uma coluna denominada “Refe” e outra chamada “Concat”, localizadas à esquerda. Tratam-se de colunas que auxiliam nas macros de rastreamento dos dados anteriores e de inserção de novos códigos, apresentados nas Figuras 52 e 53.

Para cada prática, foi feita uma coluna de nome “PX”, sendo “X” o número referente a ela. Nessas colunas, há somente as palavras “Sim”, “Não” e “Parcial”, relativas à adoção da prática por determinado município.

Assim, as Figuras 56 e 57 exibem o que consta no banco de dados para os Processos 3 e 8, respectivamente das seções qualitativas. A Figura 58, por sua vez, apresenta a tabela da base de dados referente à seção qualitativa da plataforma. É importante salientar que novas linhas são automaticamente inseridas nessas tabelas, à medida que o usuário registra novos dados na seção de cadastramento.

Figura 56: Base de dados – Processo 3

Plataforma Digital de Controle de Perdas USP - PCJ								
Layout da Página		Fórmulas	Dados	Revisão	Exibir	Desenvolvedor		
PROCESSO 3								
Refe	Concat	Município	Natureza Jurídica	Porte	Ano	P15	P16	P17
1	2017	Águas de São Pedro	Economia Mista	Pequeno	2017	Sim	Não	Parcial
2	2017	Americana	Autarquia	Grande	2017	Não	Sim	Parcial
3	2017	Atibaia	Autarquia	Grande	2017	Sim	Não	Sim
4	2017	Bragança Paulista	Economia Mista	Grande	2017	Não	Sim	Não
5	2017	Cabreúva	Economia Mista	Pequeno	2017	Sim	Não	Parcial
6	2017	Campinas	Economia Mista	Grande	2017	Não	Sim	Parcial
7	2017	Campo Limpo Paulista	Economia Mista	Médio	2017	Sim	Não	Sim
8	2017	Charqueada	Economia Mista	Pequeno	2017	Não	Sim	Não
9	2017	Cordeirópolis	Autarquia	Pequeno	2017	Sim	Não	Parcial
10	2017	Cosmópolis	Administração Pública Direta	Médio	2017	Não	Sim	Parcial
11	2017	Elias Fausto	Economia Mista	Pequeno	2017	Sim	Não	Sim
12	2017	Hortolândia	Economia Mista	Grande	2017	Não	Sim	Não
13	2017	Indaiatuba	Autarquia	Grande	2017	Sim	Não	Parcial
14	2017	Itatiba	Economia Mista	Grande	2017	Não	Sim	Parcial
15	2017	Itupeva	Economia Mista	Médio	2017	Sim	Não	Sim
16	2017	Jarinu	Economia Mista	Pequeno	2017	Não	Sim	Não
17	2017	Joanópolis	Economia Mista	Pequeno	2017	Sim	Não	Parcial
18	2017	Jundiaí	Economia Mista	Grande	2017	Não	Sim	Parcial
19	2017	Limeira	Concessão Privada	Grande	2017	Sim	Não	Sim
20	2017	Louveira	Administração Pública Direta	Pequeno	2017	Não	Sim	Não
21	2017	Mairiporã	Economia Mista	Médio	2017	Sim	Não	Parcial
22	2017	Mombuca	Economia Mista	Pequeno	2017	Não	Sim	Parcial
23	2017	Monte Mor	Economia Mista	Médio	2017	Sim	Não	Sim
24	2017	Morungaba	Economia Mista	Pequeno	2017	Não	Sim	Não
25	2017	Nazaré Paulista	Economia Mista	Pequeno	2017	Sim	Não	Parcial
26	2017	Nova Odessa	Economia Mista	Médio	2017	Não	Sim	Parcial
27	2017	Paulínia	Economia Mista	Médio	2017	Sim	Não	Sim
28	2017	Pedra Bela	Economia Mista	Pequeno	2017	Não	Sim	Não
29	2017	Pinhalzinho	Economia Mista	Pequeno	2017	Sim	Não	Parcial
30	2017	Piracaia	Economia Mista	Pequeno	2017	Não	Sim	Parcial
31	2017	Piracicaba	Autarquia	Grande	2017	Sim	Não	Sim
32	2017	Salto	Autarquia	Grande	2017	Não	Sim	Não
33	2017	Santa Gertrudes	Concessão Privada	Pequeno	2017	Sim	Não	Parcial
34	2017	Santa Maria da Serra	Economia Mista	Pequeno	2017	Não	Sim	Parcial
35	2017	São Pedro	Autarquia	Pequeno	2017	Sim	Não	Sim
36	2017	Socorro	Economia Mista	Pequeno	2017	Não	Sim	Não
37	2017	Sumaré	Concessão Privada	Grande	2017	Sim	Não	Parcial
38	2017	Valinhos	Autarquia	Grande	2017	Não	Sim	Parcial
39	2017	Vargem	Economia Mista	Pequeno	2017	Sim	Não	Sim
40	2017	Várzea Paulista	Economia Mista	Grande	2017	Não	Sim	Não
41	2017	Vinhedo	Autarquia	Médio	2017	Sim	Não	Parcial

Fonte: O autor.

Figura 57: Base de dados – Processo 8

Plataforma Digital de Controle de Perdas USP - PCJ										
Layout da Página		Fórmulas	Dados	Revisão	Exibir	Desenvolvedor				
PROCESSO 8										
Refe	Concat	Município	Natureza Jurídica	Porte	Ano	P50	P51	P52	P53	P54
1	2017	Águas de São Pedro	Economia Mista	Pequeno	2017	Não	Sim	Não	Sim	Sim
2	2017	Americana	Autarquia	Grande	2017	Não	Sim	Não	Sim	Não
3	2017	Atibaia	Autarquia	Grande	2017	Sim	Não	Sim	Não	Não
4	2017	Bragança Paulista	Economia Mista	Grande	2017	Não	Sim	Sim	Não	Sim
5	2017	Cabreúva	Economia Mista	Pequeno	2017	Não	Sim	Não	Sim	Não
6	2017	Campinas	Economia Mista	Grande	2017	Sim	Não	Não	Sim	Não
7	2017	Campo Limpo Paulista	Economia Mista	Médio	2017	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
8	2017	Charqueada	Economia Mista	Pequeno	2017	Não	Sim	Sim	Não	Não
9	2017	Cordeirópolis	Autarquia	Pequeno	2017	Sim	Não	Não	Não	Não
10	2017	Cosmópolis	Administração Pública Direta	Médio	2017	Não	Sim	Não	Sim	Sim
11	2017	Elias Fausto	Economia Mista	Pequeno	2017	Não	Sim	Sim	Sim	Não
12	2017	Hortolândia	Economia Mista	Grande	2017	Sim	Não	Sim	Sim	Não
13	2017	Indaiatuba	Autarquia	Grande	2017	Não	Sim	Não	Não	Sim
14	2017	Itatiba	Economia Mista	Grande	2017	Não	Sim	Não	Não	Não
15	2017	Itupeva	Economia Mista	Médio	2017	Sim	Não	Sim	Sim	Não
16	2017	Jarinu	Economia Mista	Pequeno	2017	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
17	2017	Joanópolis	Economia Mista	Pequeno	2017	Não	Sim	Não	Sim	Não
18	2017	Jundiaí	Economia Mista	Grande	2017	Sim	Não	Não	Não	Não
19	2017	Limeira	Concessão Privada	Grande	2017	Não	Sim	Sim	Não	Sim
20	2017	Louveira	Administração Pública Direta	Pequeno	2017	Não	Sim	Sim	Sim	Não
21	2017	Mairiporã	Economia Mista	Médio	2017	Sim	Não	Não	Sim	Não
22	2017	Mombuca	Economia Mista	Pequeno	2017	Não	Sim	Não	Sim	Sim
23	2017	Monte Mor	Economia Mista	Médio	2017	Não	Sim	Sim	Não	Não
24	2017	Morungaba	Economia Mista	Pequeno	2017	Sim	Não	Sim	Não	Não
25	2017	Nazaré Paulista	Economia Mista	Pequeno	2017	Não	Sim	Não	Sim	Sim
26	2017	Nova Odessa	Economia Mista	Médio	2017	Não	Sim	Não	Sim	Não
27	2017	Paulínia	Economia Mista	Médio	2017	Sim	Não	Sim	Sim	Não
28	2017	Pedra Bela	Economia Mista	Pequeno	2017	Não	Sim	Sim	Não	Sim
29	2017	Pinhalzinho	Economia Mista	Pequeno	2017	Não	Sim	Não	Não	Não
30	2017	Piracaia	Economia Mista	Pequeno	2017	Sim	Não	Não	Sim	Não
31	2017	Piracicaba	Autarquia	Grande	2017	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
32	2017	Salto	Autarquia	Grande	2017	Não	Sim	Sim	Sim	Não
33	2017	Santa Gertrudes	Concessão Privada	Pequeno	2017	Sim	Não	Não	Não	Não
34	2017	Santa Maria da Serra	Economia Mista	Pequeno	2017	Não	Sim	Não	Não	Sim
35	2017	São Pedro	Autarquia	Pequeno	2017	Não	Sim	Sim	Sim	Não
36	2017	Socorro	Economia Mista	Pequeno	2017	Não	Sim	Não	Sim	Não
37	2017	Sumaré	Concessão Privada	Grande	2017	Não	Sim	Não	Sim	Sim
38	2017	Valinhos	Autarquia	Grande	2017	Não	Sim	Não	Não	Não
39	2017	Vargem	Economia Mista	Pequeno	2017	Sim	Não	Sim	Não	Não
40	2017	Várzea Paulista	Economia Mista	Grande	2017	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
41	2017	Vinhedo	Autarquia	Médio	2017	Não	Sim	Não	Sim	Não

Fonte: O autor.

Figura 58: Base de dados – Seção quantitativa

refe	concat	Município	Natureza Jurídica	Porte	Ano	RD13 - Índice de perdas taxatamento	RD45 - Índice de perdas na distribuição	RD39 - Índice bruto de perdas lineares	RD11 - Índice de perdas a cada 10 ligadas
1	2017Americana	Americana	Autarquia	Grande	2017	25,62	46,89	19,82	41,602
2	2017Atibaia	Atibaia	Administração Pública Direta	Grande	2017	30,22	44,5	36,47	35,837
3	2017Campinas	Campinas	Economia Mista	Grande	2017	12,86	20,91	12,18	16,674
4	2017Cosmópolis	Cosmópolis	Autarquia	Pequeno	2017	12,43	18,3	14,58	10,704
5	2017Cosmópolis	Cosmópolis	Administração Pública Direta	Médio	2017	53,35	6,76	6,64	4,547
6	2017Indaiatuba	Indaiatuba	Autarquia	Grande	2017	18,87	32,94	20,67	26,342
7	2017Jundiaí	Jundiaí	Economia Mista	Grande	2017	26,19	37,07	25,34	43,301
8	2017Limeira	Limeira	Concessão Privada	Grande	2017	11,31	18,62	10,04	11,808
9	2017Louveira	Louveira	Administração Pública Direta	Pequeno	2017	45,14	49,37	20,85	46,118
10	2017Nova Odessa	Nova Odessa	Economia Mista	Médio	2017	26,46	39	16,31	19,286
11	2017Piracicaba	Piracicaba	Autarquia	Grande	2017	55,46	48,85	53,75	60,614
12	2017Salto	Salto	Autarquia	Grande	2017	32,85	40,26	21,68	28,054
13	2017Santa Gertrudes	Santa Gertrudes	Concessão Privada	Pequeno	2017	8,1	20,75	14,91	11,646
14	2017São Pedro	São Pedro	Autarquia	Pequeno	2017	35,34	48,76	26,74	37,932
15	2017Sumaré	Sumaré	Concessão Privada	Grande	2017	38,67	48,53	44,36	40,789
16	2017Valinhos	Valinhos	Autarquia	Grande	2017	23,59	35,52	17,06	31,183
17	2017Vinhedo	Vinhedo	Autarquia	Médio	2017	24,51	31,2	11,61	26,424

Fonte: O autor.

## 5.4.10. SEÇÕES DE TABELAS DINÂMICAS PARA PROCESSOS E PRÁTICAS

A seção de tabelas dinâmicas para processos e práticas também é de acesso restrito aos seus desenvolvedores e tem como objetivo dinamizar as tabelas do banco de dados, originando os gráficos dinâmicos e os filtros de dados que são exibidos em todas as seções de navegação do protótipo.

Para tal, foram utilizadas ferramentas de tabelas dinâmicas do *Excel* e elas foram separadas, também, por processo. A Figura 59 exhibe parte dessa seção, referente aos dados do Processo 4. É importante citar que, no protótipo, a atualização de dados da base para essas tabelas dinâmicas e, conseqüentemente, nos gráficos das seções exibidas, é feita mediante atualização manual no programa, seguindo o caminho Dados > Atualizar Dados.

Figura 59: Tabelas dinâmicas – Processo 4

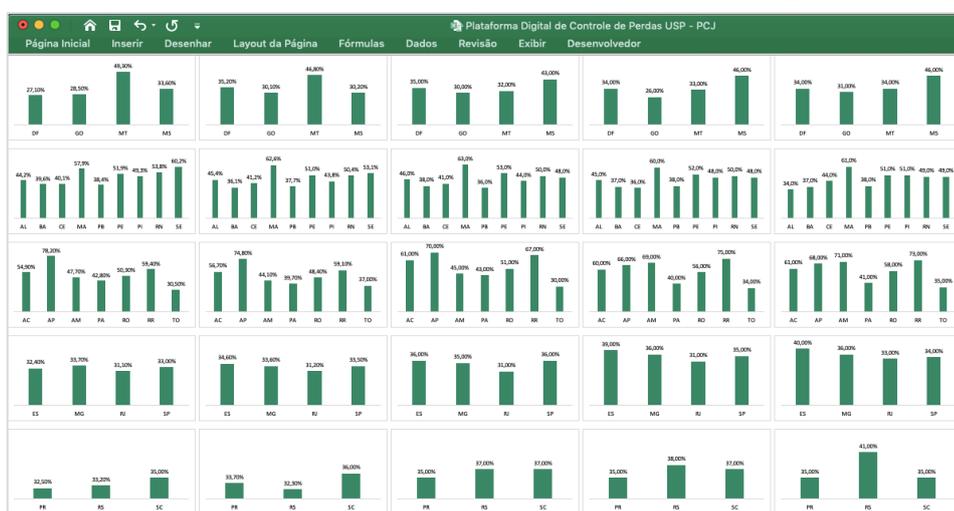
PROCESSO 4										Contagem de Município2						
P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	Natureza Jurídica	Porte	Ano	Contagem de Município2	P18	P19	
Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Autarquia	Grande	2017	1			
Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Concessão Privada	Grande	2017	1			
Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Economia Mista	Grande	2017	1	2017	31,71%	68,29%
Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Autarquia	Grande	2017	1			
Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Economia Mista	Médio	2017	1			
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Economia Mista	Pequeno	2017	1			
Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Concessão Privada	Grande	2017	1			
Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Autarquia	Médio	2017	1			
Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Economia Mista	Pequeno	2017	1	P18	Contagem de Município2	
Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Economia Mista	Médio	2017	1	Sim	0,878	
Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Economia Mista	Pequeno	2017	1	Não	0,122	
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Economia Mista	Pequeno	2017	1			
Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Economia Mista	Pequeno	2017	1			
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Administração Pública Direta	Médio	2017	1			
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Economia Mista	Pequeno	2017	1			
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Economia Mista	Grande	2017	2			
Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Autarquia	Grande	2017	1			
Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Autarquia	Grande	2017	1			
Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Economia Mista	Médio	2017	1			
Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Economia Mista	Pequeno	2017	1			
Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Autarquia	Grande	2017	1			
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Economia Mista	Grande	2017	1			
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Administração Pública Direta	Pequeno	2017	1			
Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Concessão Privada	Pequeno	2017	1			
Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Economia Mista	Médio	2017	1			
Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Autarquia	Grande	2017	1			
Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Economia Mista	Médio	2017	1			
Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Autarquia	Pequeno	2017	1			
Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Economia Mista	Médio	2017	1			
Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Economia Mista	Pequeno	2017	1			
Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Economia Mista	Grande	2017	1			
Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Economia Mista	Grande	2017	1			
Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Economia Mista	Pequeno	2017	1			
Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Economia Mista	Pequeno	2017	1			
Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Economia Mista	Pequeno	2017	1			

Fonte: O autor.

### 5.4.11. MAPAS E INFORMAÇÕES DE PERDAS POR REGIÃO BRASILEIRA

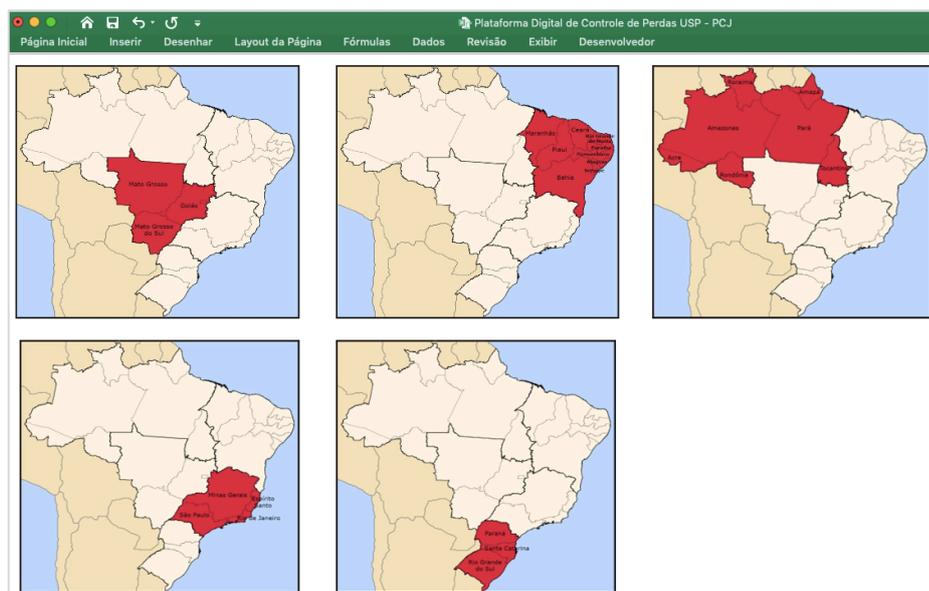
As planilhas pertencentes a essa seção, que também é restrita aos desenvolvedores da plataforma, são compostas por gráficos, mapas e informações cuja exibição se altera à medida em que o usuário seleciona a região e o ano dos dados de perdas de água que deseja saber, na seção “Sobre o Projeto”. As Figuras 60, 61 e 62 apresentam os gráficos, mapas e informações que se alternam em sua exibição na seção supracitada.

Figura 60: Gráficos com perdas de faturamento por região brasileiras em anos distintos



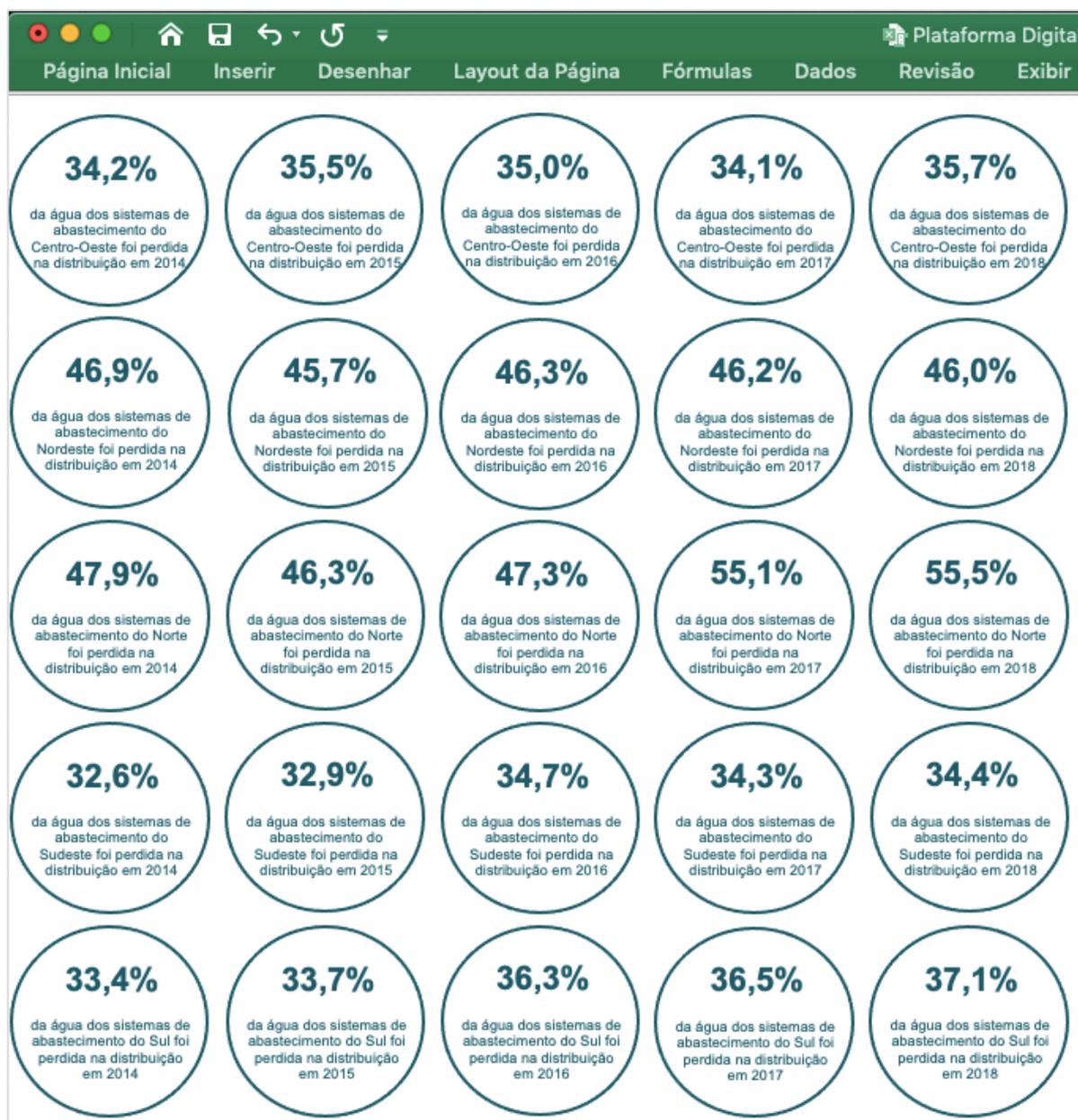
Fonte: O autor.

Figura 62: Regiões brasileiras e seus estados



Fonte: O autor.

Figura 61: Informações de perdas de faturamento por região brasileiras em anos distintos



Fonte: O autor.

Foram realizadas programações de macros em VBA que permitem que apenas um gráfico, um mapa e um círculo com informações sejam exibidos conforme o usuário escolha por região e ano. Os dados dos gráficos da Figura 60 são de perdas físicas de água por estado brasileiro e advêm dos relatórios anuais publicados pelo SNIS entre os anos de 2014 e 2018. Os dados apresentados nos círculos informativos da Figura 61 possuem a mesma fonte; porém, são relativos a perdas de faturamento.

---

#### 5.4.12. CONSIDERAÇÕES ACERCA DO DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

O desenvolvimento do protótipo seguiu um cronograma de 7 meses entre sua concepção, programação e seus testes de funcionalidade. Foi possível obter uma primeira versão da ferramenta, a qual foi posteriormente modificada segundo os *feedbacks*.

Esta etapa do projeto contou com participação do aluno de iniciação tecnológica Marcelo Otani Marques de Sá (EESC - USP), bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI – CNPq), cuja colaboração foi fundamental para viabilizar a parte de programação em *VBA* da plataforma. Foram realizadas reuniões periódicas nas quais eram discutidos aspectos técnicos, operacionais e de *layout* da ferramenta, obtendo-se, por fim, o protótipo cujas seções foram descritas neste Módulo do projeto.

É importante lembrar que esta representa a versão inicial da plataforma, a qual sofreu algumas alterações antes de se chegar à versão final descrita no Módulo V para ser disponibilizada publicamente no *site* da Universidade. Assim, ao se navegar pela última versão da plataforma, há funcionalidades e até mesmo dados distintos dos exibidos neste Módulo III. Todas essas diferenças foram descritas, ilustradas e justificadas, posteriormente, neste projeto.

## 5.5. MÓDULO IV: TESTES DE APROVAÇÃO DO PROTÓTIPO POR AGENTES DO SETOR

Este módulo refere-se aos testes operacionais com a ferramenta desenvolvida, os quais foram realizados através de *workshops* com diferentes agentes da área de saneamento básico e ambiental.

Primeiramente, considerou-se importante haver um *workshop* piloto interno, do qual pertenceram membros do Núcleo de Pesquisa e Extensão em Sustentabilidade e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos. Esses integrantes do grupo de pesquisa conduzem seus respectivos projetos relacionados direta ou indiretamente aos setores de saneamento básico e ambiental; logo, puderam fornecer percepções acadêmicas da ferramenta e seus aspectos operacionais.

Após a coleta de seus *feedbacks*, foram reunidas sugestões a serem realizadas na plataforma, classificadas por seção e prioridade, para serem implementadas até o *workshop* realizado com os agentes do setor, membros do comitê de bacias PCJ e que atuam diretamente na área de saneamento em seus ambientes profissionais.

Assim, foi possível integrar visões acadêmicas e práticas acerca da plataforma de perdas com o objetivo de se elencar as alterações viáveis de serem implementadas em sua versão final, antes de se proceder com o registro e a disponibilização desse produto, otimizando-o.

### 5.5.1. WORKSHOP PILOTO NUPS

A versão da plataforma disponibilizada aos integrantes do NUPS para os testes internos refere-se exatamente ao protótipo detalhado no Módulo III.

Dentre os membros participantes, todos alunos de programas de mestrado, doutorado e pós-doutorado da Universidade de São Paulo, pode-se citar profissionais com formação em engenharias civil e ambiental, gestão ambiental, sociologia e direito, todos responsáveis por pesquisas envolvendo saneamento e áreas correlatas.

Pelo perfil dos participantes desse primeiro *workshop* ser altamente acadêmico na respectiva área de estudo, os testes puderam ser conduzidos sem apresentação prévia do assunto, pois a questão das perdas de água já era de conhecimento geral dos membros. Foi, então, enviado por e-mail para todos os integrantes que confirmaram presença o protótipo da plataforma. A navegação pela ferramenta deu-

se através de atividades apresentadas informalmente pelos ministrantes do *workshop* no decorrer de sua realização.

Foram efetuados testes operacionais que incluíram habilitação das macros, cadastramento de novos dados, além de busca e análise de dados nas seções qualitativas, quantitativa e integradas.

Houve, ao final, uma discussão sobre as funcionalidades, facilidades, dificuldades e *layout* da plataforma, além do registro de *feedbacks* por escrito através do preenchimento de formulários, os quais possibilitaram obter diferentes sugestões de mudança para o próximo *workshop*.

### **5.5.2. FEEDBACKS E ALTERAÇÕES REALIZADAS**

As propostas de alteração foram reunidas e organizadas por seção da plataforma. A cada uma delas foi atribuído um número referente a sua prioridade de execução a partir da percepção dos integrantes do grupo de pesquisa, significando “1” prioridade alta e “2” prioridade média ou baixa. Todas as alterações propostas junto de suas respectivas prioridades de realização podem ser observadas no Quadro 10.

Por motivos de viabilidade técnica-operacional e também de tempo hábil para realização, nem todas as propostas se mostraram viáveis de ser totalmente implementadas, como também é apresentado na última coluna do Quadro 10, onde a presença de um símbolo verde significa realização plena da alteração sugerida, enquanto o símbolo amarelo refere-se a realização parcial e, por fim, o vermelho denota a não realização da respectiva alteração.

Foi possível, porém, implementar totalmente 73% das mudanças sugeridas na plataforma, conseguindo cobrir 75% das alterações de prioridade alta e 67% das alterações de prioridade média ou baixa.

Assim, pode-se se dizer que o *workshop* piloto realizado para o NUPS permitiu com que a ferramenta se tornasse mais operacional e sofisticada do ponto de vista acadêmico, fazendo com que uma versão otimizada fosse desenvolvida para ser apresentada e avaliada pelos agentes do setor que no dia a dia atuam profissionalmente nas Bacias PCJ.

Quadro 10: Alterações sugeridas pelo *workshop* do NUPS

Seção	Alteração Proposta	Prioridade	Realização
Geral	Congelar as caixas de texto (se possível, os gráficos também)	1	✓
	Inserir senhas de acesso a seções da plataforma não navegáveis	1	!
Seção Análise Quantitativa	Verificar no banco de dados cidades cadastradas com 2 portes ou 2 naturezas jurídicas (ex: Louveira, Nova Odessa, Pedra Bela). Deixar somente com 1 porte e 1 natureza jurídica cada	1	✓
	Alterar tabela dinâmica: inserir uma coluna antes das siglas com o nome completo e unidade de medida de cada indicador	1	✓
	Inserir formatação condicional na coluna de indicadores do município escolhido na tabela, alterando suas cores segundo média PCJ	2	✓
	Inserir informação abaixo da tabela: média brasileira para os indicadores (40%) e meta do plano de bacias PCJ mais atual (35% - 2035)	2	✓
	Inserir botão de seleção de dados para o ano abaixo do botão de seleção de município	1	✓
	Fazer uma observação abaixo do gráfico de radar, dizendo que quanto mais perto de seus eixos, melhor para o município, pois menos água se perde	2	✓
Seções Integradas	Para todos os processos, adicionar ao gráfico o filtro de dados "Indicador de Desempenho"	1	✗
	Exibir no gráfico indicadores do(s) ano(s) anterior(es) para os municípios com algum dado de cadastramento nulo	1	✗
	Inserir botão de seleção de municípios e conforme cada um é selecionado, seu gráfico é automaticamente destacado (ex: hachurado)	2	!
	Acrescentar o ano referente àqueles dados (preferencialmente na forma de filtro de dados)	1	✓
	Exibir no gráfico a média dos valores da bacia (ou o valor ideal) para cada indicador	2	✗
	Destacar que os filtros de dados referente à adoção das práticas são baseados em dados fictícios	1	✓
Seções Análise Qualitativa	Destacar que foram utilizados dados fictícios abaixo dos gráficos de todos os processos	1	✓
Cadastramento	Permitir que sejam cadastrados dados referentes a qualquer cidade da bacia, em todas as seções	1	✓
	Permitir que sejam cadastrados valores nulos de indicadores (talvez de práticas também), constando no banco de dados seus dados valores anteriores, quando houverem.	1	✗
Manual do Usuário	Inserir todas as mudanças no Manual do Usuário	1	✓
	Verificar se as imagens de exemplo no manual são da versão da plataforma com os dados fictícios	2	✓
	Inserir a classificação dos municípios segundo o seu porte (<25.000 pequeno, 25.000 - 100.000 médio, > 10.000 grande)	1	✓
	Destacar se o ano dos dados é o real ou de referência (SNIS)	1	✓
	Apontar a discrepância entre a quantidade de municípios nas diferentes seções e justificá-la	1	✓

Fonte: O autor.

Além das mudanças implementadas na própria plataforma, foram listadas pela equipe de desenvolvimento da ferramenta, atividades a serem realizadas antes do próximo *workshop*, as quais constam no Quadro 11, junto de sua classificação quanto à prioridade e de seus *status* de realização, ambos de acordo com o já exibido no Quadro 10.

Quadro 11: Atividades a serem realizadas para o *Workshop* de Perdas USP PCJ

	Atividade a ser realizada	Prioridade	Realização
Workshop Perdas USP PCJ	Preparar apresentação introdutória sobre a questão das perdas	1	✓
	Estar munido do último plano de bacias/diagnóstico de perdas realizado para a região	2	✓
	Propor formalmente atividades propostas	1	✓
	Criar uma planilha de respostas para as atividades a ser enviada para os participantes	1	✓
	Verificar os valores do indicadores de perdas divulgados pelo SNIS	1	✓
	Realizar breve simulação após a apresentação teórica e antes das atividades, como se eu fosse um município e quisesse passar por todas as etapas da plataforma	1	✓

Fonte: O autor.

### 5.5.3. WORKSHOP USP PCJ

O I *Workshop* de Perdas de Água USP PCJ foi um evento *online* de caráter científico e tecnológico que teve como objetivo fornecer uma formação aos agentes do setor relacionada ao tema, bem como apresentar a ferramenta desenvolvida e realizar atividades fazendo-se uso dela para, ao final, se obter *feedbacks* quanto a sua utilização para os fins propostos.

A ocorrência do evento foi abordada na 101ª Reunião Ordinária da Câmara Técnica de Saneamento (CT-SA) dos Comitês PCJ e sua formalização se deu através de convite encaminhado por e-mail para o GT Água das Bacias PCJ, solicitando aos membros confirmação de presença.

No convite, constavam informações sobre a plataforma em que o evento foi realizado (*Google Meets*), sua programação, a ausência de custos, os requisitos para participação e o perfil esperado dos participantes.

A fim de motivar a participação voluntária dos membros do GT Água, foi informado por e-mail a emissão de certificados de participação do evento, ressaltando

---

a ausência de custos e a importância de ações que integrem os ambientes de pesquisas acadêmicas com aqueles em que os demais *stakeholders* atuem em seu dia a dia profissional no setor de saneamento básico, mais especificamente em sistemas de abastecimento de água.

Como requisito para participação, foi citada apenas a necessidade de se ter à disposição o *software Microsoft Excel*, por se tratar do ambiente em que a plataforma foi hospedada, independente se sua versão ou do sistema operacional do computador utilizado.

No que se refere ao perfil esperado dos integrantes do evento, foi esclarecido que não era necessário que o participante comprovasse formação acadêmica ou conhecimento prévio em perdas de água, porém, se fosse o caso, seria oportuno para agregar conhecimentos práticos do assunto. Considerou-se ideal, mas não imprescindível, que os colaboradores atuassem em cargo de gestão e tivessem alguma noção sobre a política de perdas de água adotada pela própria instituição representada.

Foi previsto um cronograma que se iniciou com o registro de presença dos membros e o repasse de informações gerais acerca do desenvolvimento do evento. Logo após, foi realizada uma exposição e discussão teórica a respeito do tema sob o ponto de vista científico, seguida de apresentação da ferramenta desenvolvida. Posteriormente, procedeu-se com as atividades programadas envolvendo diferentes seções da plataforma e suas respectivas avaliações através do preenchimento de formulários (Apêndice I) no *Google Forms*. Por fim, uma discussão na qual todos os participantes puderam apontar suas principais percepções da ferramenta foi conduzida; neste momento, foi possível trocar experiências e reunir mais sugestões relacionadas à operação da plataforma.

As quatro atividades apresentadas a seguir representaram os procedimentos realizados pelos integrantes do *workshop* para navegar por todas as funcionalidades da ferramenta realizando análises práticas relacionadas a perdas de água através dessa ferramenta. É altamente aconselhável que qualquer usuário da plataforma siga, primeiramente, esse roteiro proposto ao utilizá-la, a fim de se familiarizar com suas funcionalidades e as possíveis análises que podem ser feitas a partir de cada uma delas.

- **Atividade 1**

O objetivo desta primeira atividade é obter um **diagnóstico de um determinado município** quanto aos 4 índices de perdas utilizados pelo SNIS para avaliar as suas perdas de água, notadamente:

IN013 - Índice de Perdas de Faturamento (%)

IN050 - Índice Bruto de Perdas Lineares (m<sup>3</sup>/dia.km)

IN049 - Índice de Perdas na Distribuição (%)

IN51 - Índice de Perdas por Ligação (L/dia.10lig)

**Roteiro:** Na **Seção Início** da Plataforma Digital de Controle de Perdas, clique em **“Análise Quantitativa”**, botão localizado no canto esquerdo inferior, próximo ao logotipo da USP.

Nesta seção, selecione um dos municípios do Quadro 8 para representar (Americana, Atibaia, Campinas, Cordeirópolis, Cosmópolis, Indaiatuba, Jundiaí, Limeira, Louveira, Nova Odessa, Piracicaba, Salto, Santa Gertrudes, São Pedro, Sumaré, Valinhos, Vinhedo), pois são os que possuem dados no SNIS referentes aos quatro indicadores supracitados para o ano base de 2017. Por fim, preencha a planilha enviada com os resultados observados relativos aos dois primeiros índices (Figura 62).

Figura 62: Atividade 1 – Parte 1

<b>Atividade 1</b>		<b>Município:</b>	<b>BOM (&lt; 25%)</b>	<b>REGULAR (25% - 40%)</b>	<b>RUIM (&gt; 40%)</b>
Classificação atual segundo o Plano de Bacias PCJ 2020 - 2035					
	Índice de perdas de faturamento (%)				
	Índice de perdas na distribuição (%)				

Fonte: O autor.

**Diagnóstico:** Qual a situação do município escolhido em comparação com os outros da própria bacia, com a média nacional e com o valor ideal? Maiores investimentos em perdas seriam necessários e com qual urgência? Preencha a tabela com suas considerações (Figura 63).

Figura 63: Atividade 1 – Parte 2

Classificação segundo a média PCJ para o ano	BOM	RUIM
Índice de perdas de faturamento		
Índice de perdas na distribuição		

Classificação segundo a Média Nacional (~40%)	BOM	RUIM
Índice de perdas de faturamento		
Índice de perdas na distribuição		

Classificação segundo a Meta PCJ 2035 (25%)	BOM	RUIM
Índice de perdas de faturamento		
Índice de perdas na distribuição		

Fonte: O autor.

### • Atividade 2

O objetivo da segunda atividade é obter um **panorama comparativo do município escolhido com relação aos demais municípios** das bacias PCJ para os quais há todos os dados de perdas, permitindo que seja realizada uma comparação segmentada com municípios de portes e naturezas jurídicas das prestadoras semelhantes e distintas.

**Roteiro:** A partir da seção “**Análise Quantitativa**” em que foi realizada a atividade anterior, clique no botão vermelho “**Início**” localizado no canto superior esquerdo da página para retornar à seção inicial da plataforma. No menu lateral esquerdo, clique em qualquer um dos oito processos abaixo de “**Indicadores de Desempenho**”, à direita, para ter acesso às seções de análise integrada da ferramenta.

**Comparação com municípios semelhantes:** Na seção referente ao processo escolhido, selecione no filtro de dados do gráfico da esquerda o porte do município representado para obter um panorama dos indicadores de perdas referentes aos municípios de **mesmo porte**.

De acordo com esse gráfico, como você avalia a situação do município em questão em comparação com os outros de **mesmo porte** das bacias PCJ? Repita o processo para a variável **Natureza Jurídica** e avalie a situação dos indicadores. Por

fim, filtre **tanto o porte quanto a natureza jurídica (análise integrada dos fatores de influência)** e obtenha um panorama comparativo do município avaliado para esta terceira situação. Preencha a tabela com essas informações (Figura 64).

Figura 64: Atividade 2 – Parte 1

<b>Atividade 2</b>		
Comparação geral dos indicadores com municípios de mesmo porte e natureza jurídica		
<b>Municípios de Mesmo Porte</b>	<b>BOM</b>	<b>RUIM</b>
<b>Municípios de Mesma Natureza Jurídica da Prestadora</b>	<b>BOM</b>	<b>RUIM</b>
<b>Municípios de Mesmo Porte e Mesma Natureza Jurídica da Prestadora</b>	<b>BOM</b>	<b>RUIM</b>

Fonte: O autor.

**Comparação com municípios de características distintas:** Compare agora a situação dos municípios selecionados na atividade anterior (semelhantes quanto ao porte e à natureza jurídica) com aqueles que possuem **portes e naturezas jurídicas diferentes** (utilize, para tal, o gráfico da direita, bem como os filtros de dados abaixo dos gráficos. Há um padrão observado de valores para os índices de perdas segundo essas características ou esse aspecto parece ser heterogêneo para a análise em questão? No primeiro caso, quais características apresentam, no geral, menores índices de perdas? Preencha a tabela com suas conclusões (Figura 65).

Figura 65: Atividade 2 – Parte 2

Comparação geral dos indicadores com municípios de portes e naturezas jurídicas diferentes	<b>Portes e Naturezas Jurídicas Distintos</b>	<b>BOM</b>	<b>RUIM</b>

Fonte: O autor.

- **Atividade 3**

O objetivo da terceira atividade é **quantificar a adoção dos dados qualitativos** que alimentam a Plataforma, notadamente das 54 práticas de combate às perdas de água reunidas na literatura científica e que estão divididas em oito macroprocessos. Também objetiva-se verificar a **relação das práticas adotadas** pelos municípios com seus **índices de perdas**.

**Roteiro:** Na mesma seção “**Indicadores de Desempenho**” (de análise integrada) em que foi realizada a atividade anterior, clique no botão “**Processo 1**”.

**Análise da relação das práticas com os índices de perdas:** Utilize os dois gráficos para estabelecer a relação entre a adoção ou não de uma prática (selecionando **sim** no filtro de dados do gráfico **à esquerda** referente à uma determinada prática e **não** no filtro de dados do gráfico **à direita** referente à **mesma prática**). Clique em outros processos para verificar outras práticas. Há indicativo de melhora nos índices de perdas segundo a adoção das mesmas? Quais delas? Preencha a tabela com as 3 principais segundo a análise feita (Figura 66).

Figura 66: Atividade 3 – Parte 1

<b>Atividade 3</b>			
Verificação da influência das práticas de combate às perdas adotadas nos índices de perdas			
Práticas que parecem influenciar nos índices	Processo:	Processo:	Processo:
	Prática:	Prática:	Prática:

Fonte: O autor.

**Análise da adoção das práticas:** Identifique nos gráficos referentes às práticas da seção “**Análise Qualitativa**” se a **maioria das prestadoras de serviço** adota de forma total, parcial ou não adota as três práticas de combate ao controle de perdas anotadas no exercício anterior como indicativo de menores índices de perdas. Preencha a tabela com as porcentagens (Figura 67).

Figura 67: Atividade 3 – Parte 2

Verificação da porcentagem dos municípios que adotam as práticas observadas			
Quantidade de municípios que adotam as práticas (%)	Prática:	Prática:	Prática:

Fonte: O autor.

A partir do filtro de dados “Município” da parte superior dessa seção, verifique a adoção dessas três práticas pelo município em questão e anote na tabela os resultados (Figura 68).

Figura 68: Atividade 3 – Parte 3

Verificação da situação do município quanto à adoção dessas práticas			
Sim, Não ou Parcial	Prática:	Prática:	Prática:

Fonte: O autor.

Verifique, também, a porcentagem de aplicação dessas práticas para os municípios semelhantes, preenchendo a tabela com os resultados de aplicação e essas porcentagens. Compare com o município analisado e preencha a tabela com suas conclusões (Figura 69).

Figura 69: Atividade 3 – Parte 4

Comparação com municípios de características semelhantes			
Maioria: Sim, Não ou Parcial	Prática:	Prática:	Prática:
Porcentagem			

Fonte: O autor.

- **Atividade 4**

O objetivo da quarta e última atividade é realizar o **cadastro de novos dados** na plataforma, bem como verificar sua respectiva atualização.

**Roteiro:** A partir de qualquer seção utilizada na atividade anterior, clique em “**Início**” no canto superior esquerdo do menu lateral e, nessa seção, clique no botão azul com um ícone de “**Cadastro de Novos Dados**”. Simule um novo cadastro para um determinado ano base posterior ao ano base dos dados já cadastrados (2017), selecionando, para cada processo, o município correspondente (ou algum diferente). Uma vez selecionado, seus dados qualitativos (adoção de práticas) referentes ao último ano de cadastro aparecerão na plataforma. **Altere os dados a seu critério**, nos processos em que achar conveniente e clique em “**Cadastrar!**” Anote os dados alterados na tabela para posterior verificação.

Cada tabela de cadastro qualitativo localiza-se à direita de sua predecessora. À extrema direita, após as tabelas de cadastro de todos os processos, há a tabela intitulada de “**Relação entre Dados Quantitativos e Qualitativos**”, na qual o município em questão deve ser selecionado, os novos dados referentes aos índices de perdas digitados e as mudanças de dados qualitativos das tabelas anteriores também devem ser realizadas.

No próprio menu superior do *Excel*, clique em **Dados > Atualizar Dados** para que as novas informações inseridas no banco de dados sejam exibidas nos gráficos dinâmicos e insira os novos dados na tabela (Figura 70).

Figura 70: Atividade 4 – Parte 1

<b>Atividade 4</b>			
Cadastro de novos dados na plataforma			
Município	Porte	Nat. Jurídica	Ano
Perdas de Faturamento (%)	Perdas na Distribuição (%)	Perdas Brutas Lineares (m3/dia.km)	Perdas por Ligação (L/dia.10lig)

Fonte: O autor.

Verifique, ao final, se os dados digitados (tanto qualitativos quanto quantitativos) são corretamente exibidos nas diferentes seções da plataforma. Preencha a tabela segundo a verificação realizada (Figura 71).

Figura 71: Atividade 4 – Parte 2

Verificação da atualização com os novos dados na plataforma		
Constam na seção análise quantitativa?	SIM	NÃO
Constam na seção indicadores de desempenho?	SIM	NÃO
Constam na seção práticas adotadas?	SIM	NÃO

Fonte: O autor.

#### 5.5.4. FEEDBACKS E ALTERAÇÕES SUGERIDAS

Considerou-se importante saber o perfil dos integrantes do *workshop* para compreender se as avaliações e as sugestões de alteração à ferramenta representam de fato a visão de diferentes agentes do setor de abastecimento de água das Bacias PCJ.

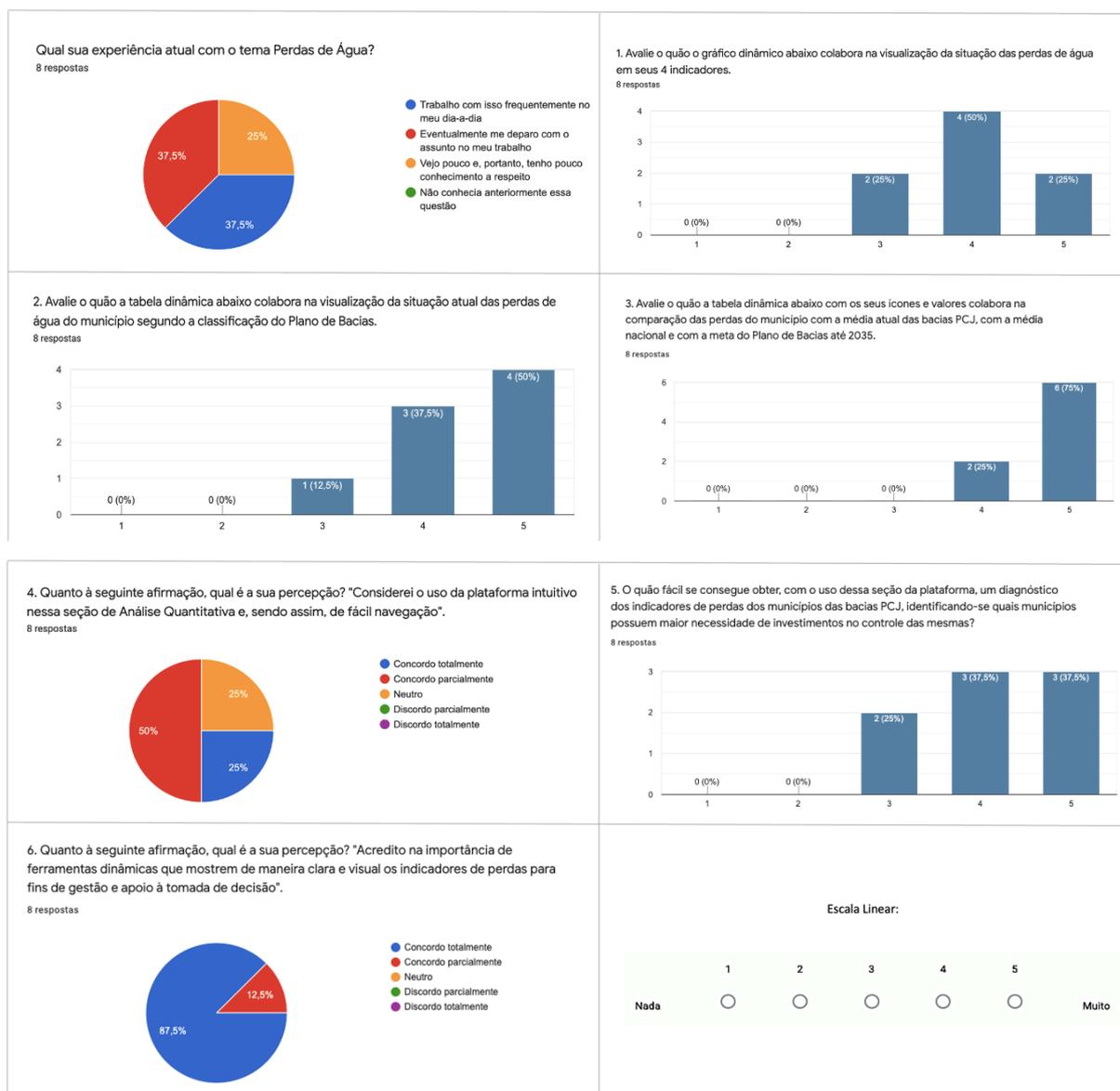
Da mesma forma, julgou-se pertinente que os membros do *workshop* se sentissem livres para responder os formulários de avaliação incluindo suas percepções. Para tanto, foram utilizados recursos do *Google Forms* de modo a permitir que todas as perguntas pudessem ficar eventualmente sem resposta, com exceção das informações de cargo e experiência com o tema, consideradas essenciais para a presente etapa do projeto.

Ainda assim, pode-se considerar representativa a adesão dos agentes do setor aos formulários avaliativos (Apêndice I) da ferramenta, uma vez que, para os quatro formulários que compõem este módulo, os dois primeiros obtiveram respostas de todos os membros para todas as questões e nos dois últimos a maioria, embora não a totalidade, tenha respondido a todas as questões também.

Dentre os cargos dos oito participantes do workshop pode-se citar técnico, engenheiros, assessores ambientais, diretor de prestadora de serviço e agentes do ministério público, todos atuantes ativamente nas bacias PCJ.

Na Figura 72 podem ser observadas suas respostas ao Formulário 1, referente à seção quantitativa da plataforma.

Figura 72: Avaliação seção quantitativa – Atividade 1



Fonte: O autor.

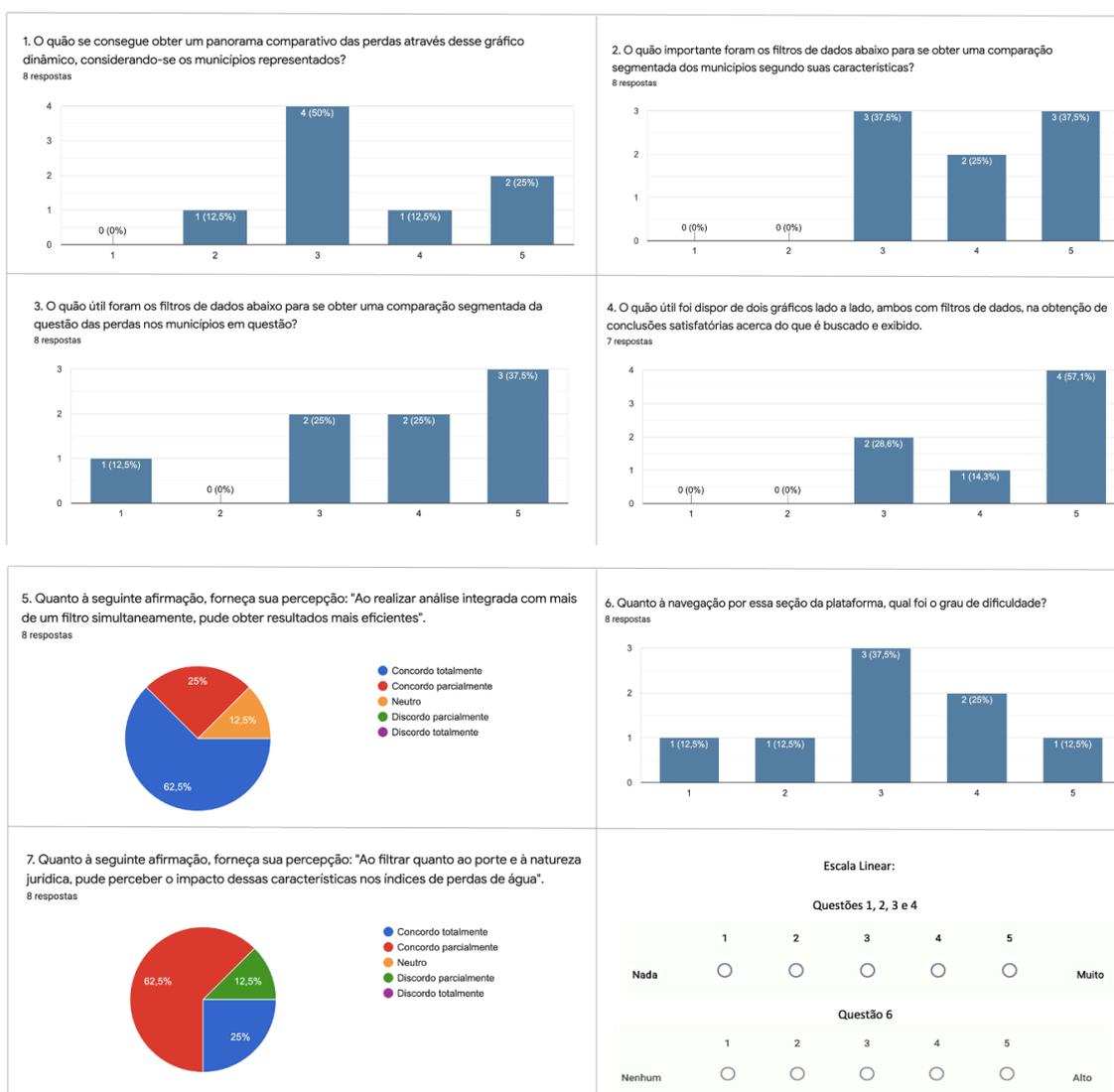
Através das respostas obtidas neste formulário, observou-se que 75% dos participantes estavam envolvidos com a questão das perdas de água em seus ambientes de trabalho, metade desses de maneira recorrente no dia-a-dia profissional. Nenhum agente era alheio ao tema, mas 25% deles não se deparava

com essa questão com muita frequência. Assim, considerou-se significativa a representatividade dos integrantes do *workshop* para avaliar a ferramenta.

Pode-se concluir, também, que os recursos da seção quantitativa da plataforma mostraram-se efetivos em seus objetivos, sendo que a tabela dinâmica foi considerada melhor que o gráfico dinâmico na avaliação de perdas de água. Quanto à navegação por essa seção da ferramenta, observou-se que nenhum usuário a considerou não intuitiva, embora 25% tenha se mostrado neutro com relação a esse aspecto, o que reforça a necessidade de se ler previamente o manual do usuário presente na própria plataforma antes de usá-la.

Na Figura 73, podem ser observadas as respostas do Formulário 2, referente às seções de análise integrada da plataforma.

Figura 73: Avaliação seções de análise integrada – Atividade 2



Fonte: O autor.

---

Considerou-se, através das respostas obtidas, que essas seções da plataforma apresentam maior dificuldade de navegação com relação à anterior. Acredita-se que isso tenha ocorrido devido ao maior número de recursos dinâmicos como filtros de dados. De qualquer forma, recomenda-se treinamento prévio dos elementos dessas seções antes de serem navegadas.

Foi discutido no *workshop* que o fato dos gráficos não apresentarem rótulos de dados era algo que dificultava na obtenção do panorama quanto aos indicadores de perdas. Muitos integrantes não notaram a priori que, movendo-se o cursor sobre as colunas, os valores eram exibidos. A isso é atribuído o resultado da Questão 1.

Além disso, considerou-se que os filtros de dados “Porte” e “Natureza Jurídica” são um pouco mais relevantes na comparação segmentada dos municípios que os próprios filtros “Município” e “Ano”, sendo que o impacto dos dois primeiros nos índices de perdas foi algo que 87,5% dos usuários pôde perceber. Espera-se que, à medida que a plataforma disponha de novos dados de municípios das bacias, a influência desses fatores se mostre mais clara.

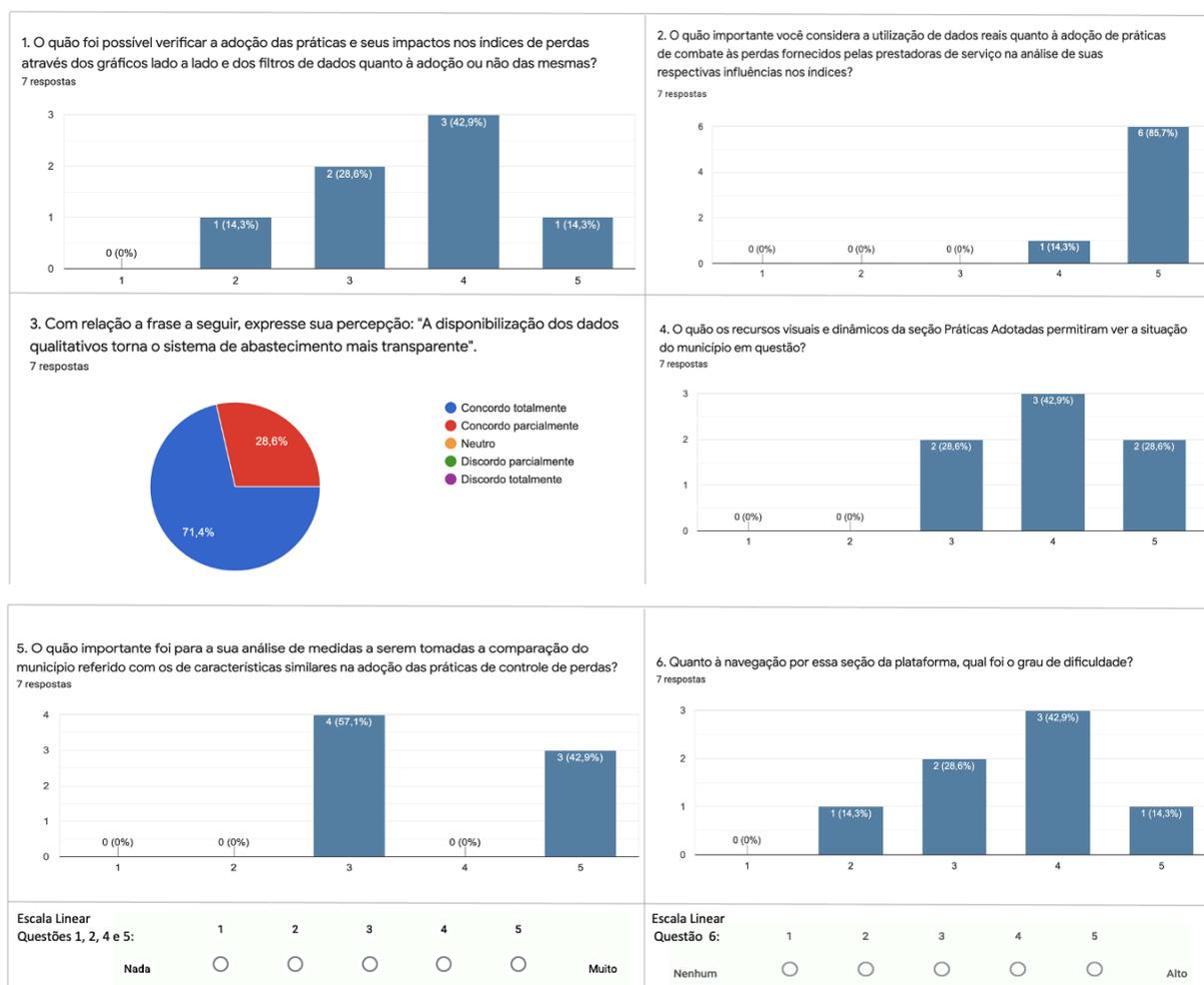
Nenhum participante discordou de que as análises realizadas com mais de um filtro simultaneamente geravam resultados mais eficientes, o que reforça a necessidade de manutenção dessas informações e de comparações segmentadas e que integrem aspectos qualitativos e quantitativos nas análises de perdas de água.

A disposição de dois gráficos lado a lado, inicialmente iguais, nessas seções foi bem recebida pelos usuários da plataforma, considerada, inclusive, de importância muito alta pela maioria deles.

Na Figura 74, podem ser observadas as respostas do Formulário 3, referente às seções qualitativas da plataforma. Nela constam as avaliações dos integrantes do *workshop* referente às seções qualitativas, além dos filtros de dados referentes às práticas nas seções de análise integrada.

Nota-se que nem todos os usuários consideraram possível verificar os impactos das práticas consideradas nos índices de perdas. Isso certamente ocorreu pelo fato dos dados qualitativos (referentes à adoção das práticas) serem dados fantasia, os quais, sendo assim, acabaram não refletindo de maneira correta a importância de adoção de cada prática no controle das perdas de água. Esse fato confirma a grande importância da utilização de dados reais nesse aspecto, tal qual é considerado pelos membros do *workshop* segundo as respostas da Questão 2.

Figura 74: Avaliação seções qualitativas – Atividade 3



Fonte: O autor.

Também foi considerada importante a disponibilização dos dados referentes às práticas adotadas por parte das prestadoras de serviço em termos de transparência desses sistemas de abastecimento de água, o que reforça o incentivo à prática de *benchmarking*.

Nenhum usuário considerou de baixa importância os recursos das seções qualitativa da plataforma no que se refere à avaliação dos municípios, porém, a maioria dos integrantes posicionou-se de forma neutra quanto à comparação das práticas adotadas pelos municípios por aqueles de características semelhantes. Acredita-se que esse aspecto também possa ter sido influenciado pela falta de verossimilhança dos dados qualitativos, o que pode ter feito com que municípios com fatores de influência e até mesmo índices de perdas similares se mostrassem muito divergentes na adoção das práticas de controle.

Quanto à navegação pelas seções qualitativas, observou-se maior dificuldade em comparação com as anteriores. Foi previsto que o nível de dificuldade aumentasse conforme os usuários navegassem da seção quantitativa, pelas integradas e, por fim, pelas seções qualitativas. Justamente por esse motivo as Atividades de 1 a 3 foram planejadas nessa sequência, em nível crescente de dificuldade. Previu-se que, quanto mais recursos uma seção da plataforma tivesse, mais complexa seria a sua navegação. Por isso, recomenda-se que, ao se utilizar a ferramenta pela primeira vez, esse mesmo caminho seja seguido pelos usuários.

Na Figura 75, podem ser observadas as respostas do Formulário 4, referente à seção de cadastramento de novos dados na plataforma.

Figura 75: Avaliação cadastramento de novos dados – Atividade 4



Fonte: O autor.

Observa-se que foi considerado importante em termos de praticidade o auto preenchimento dos dados dos municípios aos serem selecionados nos botões seleção da seção de cadastramento da plataforma, o que justifica a elaboração das macros em *VBA* para tal.

Nenhum usuário se manifestou a favor da diminuição do tempo de processamento através do botão “Cadastrar!” dos formulários. Muito embora ninguém não tenha considerado o tempo de atualização dos dados após o cadastramento alto, 60% dos usuários mantiveram-se neutros com relação a esse processo, o que sugere que mudanças que sejam viáveis nesse processo manual de atualização seriam bem-vindas.

Segundo os *feedbacks* obtidos ao final do *workshop*, esse procedimento de atualização manual dos dados no *Excel* após o cadastramento para que eles passem a constar nas tabelas e gráficos dinâmicos da plataforma foi considerado, por alguns, não intuitivo. Isso justifica, segundo os participantes do *workshop* que assinalaram “Neutro” na Questão 4, essa escolha. A maioria, no entanto, se ateuve a esse procedimento ao receber a Atividade 3 e conseguiu fazer, por conta própria, que os novos dados fossem atualizados nas diferentes seções da plataforma.

Exatos 80% dos usuários não consideraram que a navegação pela plataforma no geral possa ser considerada intuitiva, requerendo conhecimento prévio na questão das perdas de água. Isso reforça a necessidade de um treinamento prévio a ser realizado antes de se ter contato com a ferramenta, além da leitura cuidadosa do Manual do Usuário antes de navegar por ela, o que acabou não ocorrendo no *workshop*.

Todos os agentes do setor presentes no evento, no entanto, concordaram plenamente com o importante papel da plataforma desenvolvida no que se refere ao combate às perdas de água, caso seja atualizada anualmente e com os dados de todas as prestadoras de serviços das bacias PCJ, fato que reforça a necessidade de incentivo e, eventualmente, de regularização da prática de *benchmarking* entre as instituições desse setor atuantes nesse recorte territorial.

A nota final atribuída à ferramenta como um todo foi de 7,8 em uma escala de 0 a 10. Considerou-se, portanto, que, embora a plataforma possua recursos que já ajudariam no combate às perdas da maneira como estão, há alterações que, se operacionalmente viáveis, podem melhorar ainda mais o seu desempenho. Tais alterações compõem o Módulo V de finalização da ferramenta.

## 5.6. MÓDULO V: FINALIZAÇÃO DA PLATAFORMA

Este módulo refere-se às alterações realizadas no protótipo descrito no Módulo III a partir das avaliações dos agentes do setor obtidas nos *workshops* do Módulo IV.

A possibilidade de adoção das mudanças propostas foi analisada pela equipe de desenvolvimento e as respectivas justificativas de implementação foram descritas nesta etapa. Por motivos de tempo e limitações do *software* que hospeda a ferramenta, nem todas as sugestões puderam ser realizadas. Não era pretendido, no entanto, implementar todas as mudanças obtidas, mas sim as consideradas relevantes para a otimização do protótipo e viáveis do ponto de vista operacional.

As seções que contaram com mudanças na versão final da plataforma são apresentadas a seguir junto a imagens que ilustram o antes e depois da ferramenta a partir disso. É importante citar que a interface fixa, bem como as seções início, sobre o projeto, banco de dados, tabelas dinâmicas para processos e práticas, planilhas de mapas e informações de perdas por região brasileira não sofreram alterações a partir do protótipo desenvolvido.

Ao final deste módulo, foram apresentados os procedimentos adotados para o registro do produto, bem como os relativos à sua disponibilização e suas perspectivas de adoção pelas prestadoras dos municípios das Bacias PCJ.

### 5.6.1. SEÇÃO QUANTITATIVA

Pode-se dizer que esta seção da ferramenta foi a que sofreu maiores alterações a partir do seu protótipo. Se anteriormente eram exibidos no formulário de seleção de municípios apenas aqueles 17 do Quadro 8, para os quais se possuía dados no ano base (2017) do banco de dados, a versão final da plataforma conta com a opção de exibir os valores para todos os 70 municípios pertencentes às bacias PCJ segundo Santi (2018).

Essa expansão de seleção para os municípios com ausência de dados no SNIS, a qual pode ser observada na Figura 76, foi considerada importante na medida em que a presente ferramenta prevê a inserção futura de novos dados a serem exibidos nessa seção. No caso de seleção desses municípios em questão, foi programado para que a ferramenta para que não exibisse mensagem de erro, mas sim a informação “sem dados” em suas tabelas dinâmicas.

Figura 76: Formulário de seleção dos municípios

**ANTES**

**DEPOIS**

Fonte: O autor.

Também foi alterada a possibilidade de seleção do ano base de apresentação dos dados quantitativos: enquanto o protótipo contava apenas com índices de perdas referentes ao ano de 2017, a versão final da ferramenta permite que sejam selecionados diferentes anos entre 2017 (ano base da plataforma) e 2035 (ano final do Plano de Bacias PCJ), como pode ser observado na Figura 77.

Essa alteração foi considerada importante de ser realizada, pois aumenta a usabilidade da plataforma no contexto temporal, incentivando, ainda mais, sua utilização por parte dos municípios das bacias em questão.

Figura 77: Formulário de seleção dos anos

**ANTES**

**DEPOIS**

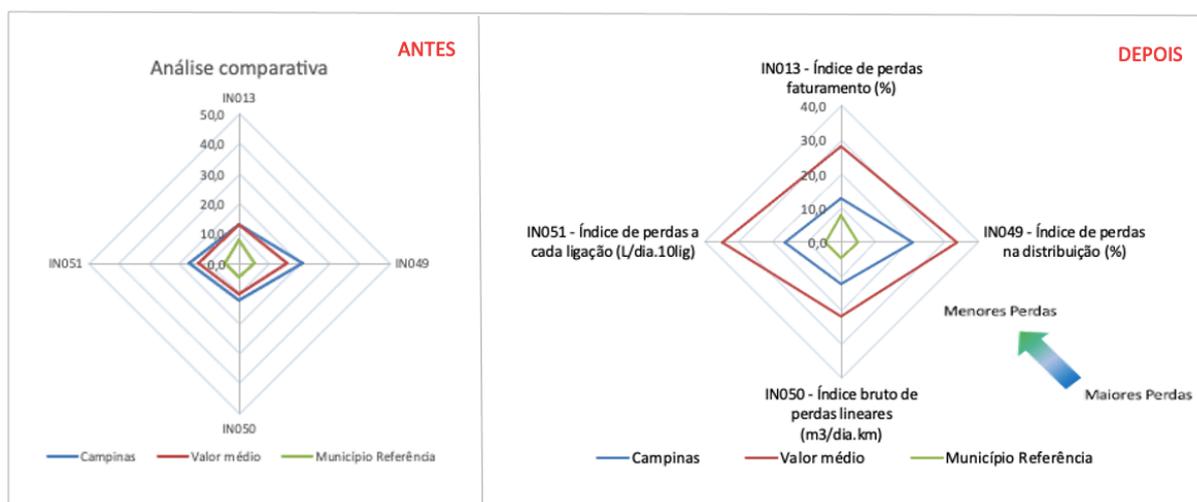
Fonte: O autor.

Considerou-se pertinente, também, exibir nos eixos do gráfico com os quatro índices de perdas o nome de cada indicador e não somente seu código SNIS.

As respectivas unidades de medida foram também apresentadas, bem como uma seta que auxilia na leitura visual do gráfico, indicando que quanto mais perto dos eixos um município estiver, menores perdas ele apresenta e vice-versa.

Essas alterações podem ser observadas na Figura 78.

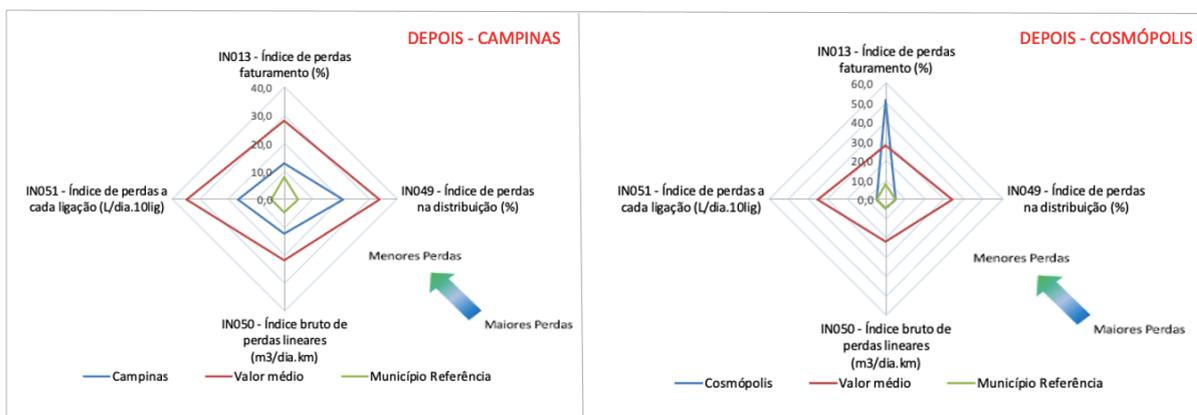
Figura 78: Gráfico dinâmico comparativo



Fonte: O autor.

Além disso, a escala dos eixos desse gráfico de radar, outrora fixada em 50, foi ajustada para variável, a fim de facilitar sua leitura. Na Figura 79 pode-se observar a diferença de escala de dois municípios com diferentes valores de indicadores de perdas, Campinas - SP e Cosmópolis - SP.

Figura 79: Escala variável dos gráficos dinâmicos



Fonte: O autor.

No que se refere à primeira tabela dinâmica apresentada nessa seção, a coluna de indicadores foi ajustada para exibir, além do código SNIS, os nomes e as unidades de medida referentes a cada um deles.

Os valores médios de cada indicador, bem como do município referência não sofreram alterações, uma vez que novos dados não foram cadastrados. No entanto, ambos estão ajustados para atualizar automaticamente conforme novos dados quantitativos sejam inseridos na plataforma.

Foi aplicada, também, uma segmentação de dados nos dois primeiros indicadores de perdas (índices percentuais de perdas de faturamento e na distribuição), indicando a classificação desses valores segundo o Plano de Bacias PCJ 2020-2035, o qual considera ruins valores acima de 40%, regulares valores de 25% a 40% e bons valores inferiores a 25%. A respectiva legenda foi inserida logo ao lado dessa tabela dinâmica. O Plano de Bacias supracitado não classifica os índices de perdas lineares e por ligação, o que justifica a ausência de segmentação de dados para as últimas duas linhas da tabela.

Todas essas alterações podem ser observadas na Figura 80.

Figura 80: Tabelas dinâmicas e referências

				ANTES
Indicadores	São Pedro	Valor médio PCJ	Município Referência	
IN013	35,3	28,2	8,1	
IN049	48,8	33,9	4,8	
IN050	26,7	21,7	4,4	
IN051	37,9	34,9	4,5	

				DEPOIS
Indicadores	Campinas	Valor médio	Município Referência	
IN013 - Índice de perdas faturamento (%)	12,9	28,2	8,1	Classificação Perdas de Água Segundo Plano de Bacias PCJ 2020-2035 <span style="color: red;">■</span> Ruim (>40%) <span style="color: orange;">■</span> Regular (25%-40%) <span style="color: green;">■</span> Bom (<25%)
IN049 - Índice de perdas na distribuição (%)	20,9	33,9	4,8	
IN050 - Índice bruto de perdas lineares (m3/dia.km)	12,2	21,7	4,4	
IN051 - Índice de perdas a cada ligação (L/dia.10lig)	16,7	34,9	4,5	

Fonte: O autor.

Uma segunda tabela dinâmica foi inserida ainda nesta seção, a qual apresenta um diagnóstico dos dois primeiros indicadores de perdas dos municípios com relação a diversos parâmetros: à média desses índices considerando-se os dados disponíveis

de toda a bacia, a média nacional de 40% para ambos e a meta do Plano de Bacias PCJ de, no máximo, 35% de perdas até 3035. Para tal, foram utilizados ícones de bandeiras, que sinalizam a cor verde caso o índice de perdas esteja abaixo de cada parâmetro e vermelho caso contrário, como pode ser observado na Figura 81, a qual ilustra a situação de Campinas - SP, que possui ambos os índices abaixo de todos os parâmetros considerados.

Figura 81: Diagnóstico dos indicadores segundo cada parâmetro

Indicadores	Campinas	Média PCJ	Média Nacional (40%)	Meta PCJ 2035 (35%)
IN013 - Índice de perdas faturamento (%)	12,9			
IN049 - Índice de perdas na distribuição (%)	20,9			

 Perdas **abaixo** do parâmetro  
 Perdas **acima** do parâmetro

Fonte: O autor.

### 5.6.2. SEÇÕES QUALITATIVAS

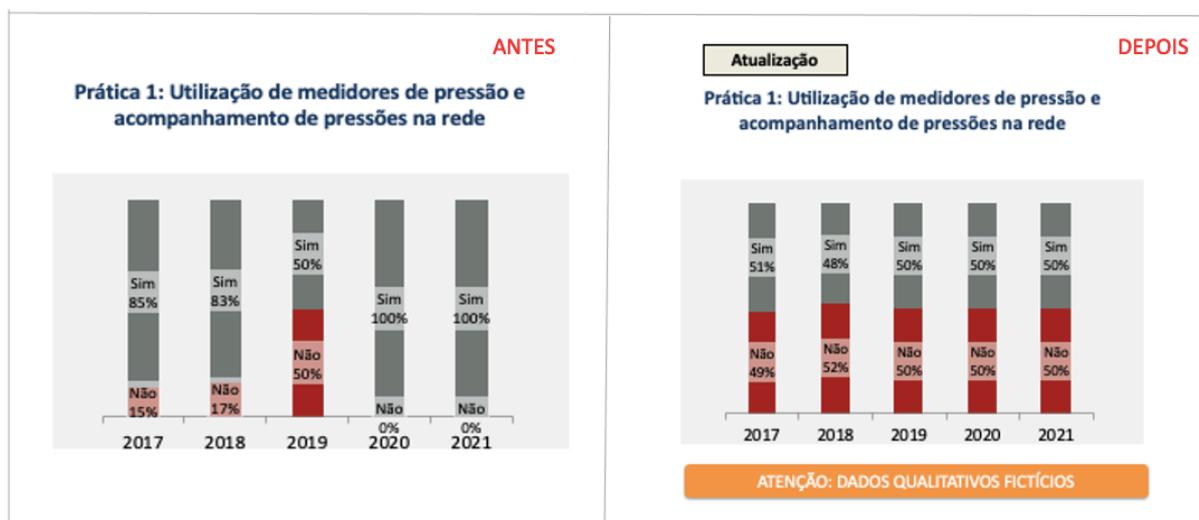
Nestas seções, considerou-se importante exibir uma mensagem abaixo de cada gráfico referente às práticas de controle de perdas, indicando que os dados qualitativos utilizados nesta versão da plataforma são fictícios. Isso foi feito no intuito de evitar que imagens sejam feitas dos gráficos em geral e, porventura, sejam utilizadas fora de contexto, dando a impressão de que os dados são reais.

É importante salientar que se decidiu alterar os dados qualitativos da plataforma, que já eram fictícios, mas utilizando-se uma lógica de maior aleatoriedade no banco de dados, por isso os resultados apresentados pelos gráficos dos oito processos podem se mostrar diferentes dos exibidos no protótipo, o que justifica a alteração das porcentagens de adoção da Prática 1 na Figura 82.

Ademais, considerou-se importante adicionar um botão de atualização de dados na parte superior dos gráficos dessas seções qualitativas para evitar que o usuário precise acessar as configurações do *Excel* para fazê-lo. Com esses botões agora disponíveis nessas seções da plataforma, é possível que, após o cadastramento de novos dados, eles sejam atualizados nos gráficos e tabelas dinâmicos pelo usuário a partir das próprias seções, otimizando-se a ferramenta em termos de usabilidade.

Essas alterações podem ser observadas na Figura 82.

Figura 82: Seção qualitativa da plataforma



Fonte: O autor.

### 5.6.3. SEÇÕES DE ANÁLISE INTEGRADA

Nas seções de análise integrada, foram inseridos, nos oito processos, filtros de dados referentes aos municípios que constam nos gráficos, cujos indicadores de perdas constavam todos na plataforma do SNIS, bem como filtros relacionados com os anos de origem desses dados.

Essa expansão temporal está em consonância com o descrito no item 5.6.1, no qual é apresentada a possibilidade de exibição dos índices de perdas referentes a todos os anos para os quais se dispõe de dados quantitativos, não somente ao ano base (2017).

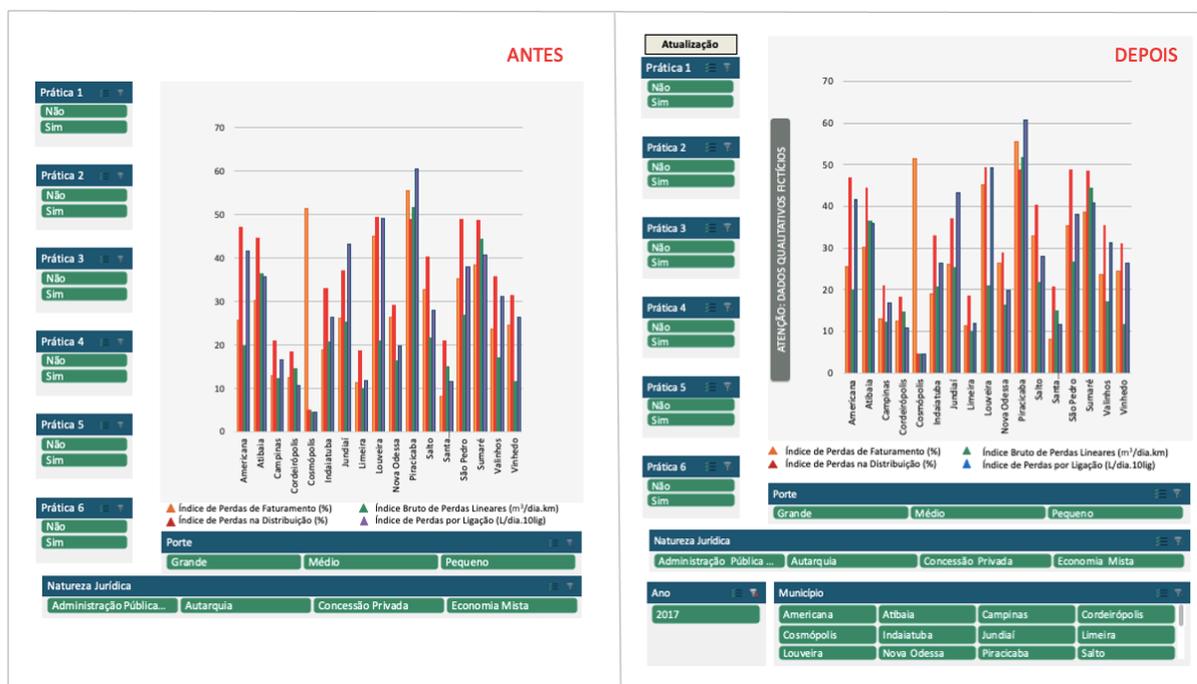
Assim como nas seções qualitativas, foram adicionados botões de atualização de dados na parte superior dos gráficos dessas seções de análise integrada para evitar que o usuário precise acessar as configurações do *Excel* para fazê-lo, otimizando-se a ferramenta em termos de usabilidade.

É importante salientar que, ao serem cadastrados novos dados quantitativos referentes a anos diferentes de um município que já possui dados nessas seções da plataforma, optou-se por não exibir os municípios de maneira duplicada, o que poderia causar dificuldade na visualização dos gráficos. Sendo assim, a ferramenta foi programada de maneira a exibir somente um valor para cada indicador de perdas de cada município, inicialmente correspondente à média dos dados cadastrados.

Para que se veja somente os índices referentes a um determinado ano, é

possível filtrar os dados para tal, como feito para o ano de 2017 na Figura 83, a qual exhibe todas as alterações acima descritas.

Figura 83: Seção de análise integrada da plataforma



Fonte: O autor.

#### 5.6.4. CADASTRAMENTO DE NOVOS DADOS

O ambiente de cadastramento de novos dados da versão final da plataforma contou com alterações quanto ao número de municípios possíveis de serem escolhidos nos formulários de seleção: se no protótipo eram exibidos apenas os municípios para os quais havia dados em suas respectivas seções, a versão final da plataforma permite que sejam exibidos dados anteriores de todos os 70 municípios pertencentes às bacias PCJ, segundo Santi (2018), em todos os formulários de cadastramento. Tal mudança pode ser observada na Figura 84, na qual podem ser observados mais municípios que na versão anterior da ferramenta, estando esses em ordem alfabética.

Essa expansão de seleção para os municípios com ausência de dados foi considerada importante na medida em que a presente ferramenta prevê a inserção futura de novos dados a serem exibidos nas seções qualitativas, quantitativa e de análise integrada.

Figura 84: Formulários de cadastramento de novos dados

ANTES		DEPOIS	
PROCESSO 1		PROCESSO 1	
Seleção	Águas de São Pedro	Seleção	Águas de São Pedro
Município	Águas de São Pedro	Município	Águas de São Pedro
Natureza Jurídica	Americana	Natureza Jurídica	Americana
Porte	Atibaia	Porte	Amparo
Ano	Bragança Paulista	Ano	Analândia
P1	Cabreúva	P1	Arthur Nogueira
P2	Campinas	P2	Atibaia
P3	Campo Limpo Paulista	P3	Bom Jesus dos Perdões
P4		P4	
P5		P5	
P6	Sim	P6	Sim
Cadastrar!		Cadastrar!	

Fonte: O autor.

Para tal, foram executados códigos de programação em VBA que permitem o rastreamento de dados anteriores para serem exibidos assim que um município qualquer for selecionado (Figura 85).

Figura 85: Código de rastreamento de dados anteriores

```

Range("BB65").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
"=IFERROR(IFERROR(IFERROR(VLOOKUP(MAX('Base de Dados'!R[-61]C[51]:R[133]C[51])&Formulários!R[-57]C,'Base de Dados'!R[-61]C[47]:R[206]C[52],6,FALSE),VLOOKUP((MAX('Base de Dados'!R[-61]C[51]:R[133]C[51])-1)&Formulários!R[-57]C,'Base de Dados'!R[-61]C[47]:R[206]C[52],6,FALSE)),VLOOKUP((MAX('Base de Dados'!R[-61]C[51]:R[133]C[51])-2)&Formulários!R[-57]C,'" &
"Base de Dados'!R[-61]C[47]:R[206]C[52],6,FALSE)),VLOOKUP((MAX('Base de Dados'!R[-61]C[51]:R[133]C[51])-3)&Formulários!R[-57]C,'Base de Dados'!R[-61]C[47]:R[206]C[52],6,FALSE)),VLOOKUP((MAX('Base de Dados'!R[-61]C[51]:R[133]C[51])-4)&Formulários!R[-57]C,'Base de Dados'!R[-61]C[47]:R[206]C[52],6,FALSE)),VLOOKUP((MAX('Base de Dados'!R[-61]C[51]:R[133]C[51])-5)&Formulários!R[-57]C,'" &
"ios!R[-57]C,'Base de Dados'!R[-61]C[47]:R[206]C[52],6,FALSE))" & _
""
Range("BB66").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
"=IFERROR(IFERROR(IFERROR(IFERROR(VLOOKUP(MAX(Tabela10[Ano])&Formulários!R[-58]C,'Base de Dados'!R[-62]C[47]:R[93]C[53],7,FALSE),VLOOKUP((MAX(Tabela10[Ano])-1)&Formulários!R[-58]C,'Base de Dados'!R[-62]C[47]:R[93]C[53],7,FALSE)),VLOOKUP((MAX(Tabela10[Ano])-2)&Formulários!R[-58]C,'Base de Dados'!R[-62]C[47]:R[93]C[53],7,FALSE)),VLOOKUP((MAX(Tabela10[Ano])-3)&Formulários!R[-58]C,'" &
"ormulários!R[-58]C,'Base de Dados'!R[-62]C[47]:R[93]C[53],7,FALSE)),VLOOKUP((MAX(Tabela10[Ano])-4)&Formulários!R[-58]C,'Base de Dados'!R[-62]C[47]:R[93]C[53],7,FALSE)),VLOOKUP((MAX(Tabela10[Ano])-5)&Formulários!R[-58]C,'Base de Dados'!R[-62]C[47]:R[93]C[53],7,FALSE))" & _
""

```

Fonte: SÁ, 2021b.

Se, porventura, for selecionado um município para o qual não há dados anteriormente cadastrados na plataforma, sejam esses qualitativos ou quantitativos, os formulários foram programados para não exibir mensagens de erros, mas sim deixá-los simplesmente em branco para que o usuário possa inserir manualmente seus primeiros dados a serem cadastrados no banco de dados.

### 5.6.5. MANUAL DO USUÁRIO – SEÇÃO AJUDA

O Manual do Usuário disponibilizado como documento (Apêndice II) e presente em uma seção na própria plataforma sofreu alterações para estar de acordo com as funcionalidades de sua versão final (Figuras 86 e 87). Assim, é possível que o usuário

navegue por todos os recursos da ferramenta estando ciente de suas possibilidades e limitações.

Ainda é fortemente recomendável a cuidadosa leitura do manual desenvolvido por parte de qualquer usuário da plataforma, antes do seu efetivo uso.

Figura 86: Manual do usuário – parte 1

## PLATAFORMA DIGITAL DE CONTROLE DE PERDAS

### MANUAL DO USUÁRIO



#### SEÇÕES QUALITATIVAS - PRÁTICAS ADOTADAS

Referir-se à seção qualitativa da plataforma e podem ser acessadas a partir do menu da barra lateral esquerda, clicando-se nos processos temáticos que organizam as práticas de mesma natureza.

**Prática 2: Estabilização de centro de telecentro para controlar as perdas na rede**



Os números e nomes de uma determinada prática de combate às perdas de água são exibidos no seu respectivo gráfico. Cada prática possui apenas um gráfico qualitativo com seus resultados separados por ano e pertence a um determinado processo (ex: Processo 1 - Gerenciamento de Pressão).

A adoção da prática sempre aparecerá com a legenda "Sim" no gráfico, ao contrário de sua não adoção, cuja legenda constará como "Não". Ainda há, para algumas práticas, a possibilidade de legenda "Parcial", representando sua adoção parcial pelas prestadoras.

Os filtros de dados (slicers) permitem ao usuário realizar comparações segundo o que se deseja, alterando automaticamente os gráficos ao serem clicados, os quais passam a mostrar a porcentagem de adoção das práticas dentre as prestadoras que se enquadram nas informações filtradas, não mais no total.

Um dos filtros é o porte dos municípios. Foram considerados de porte pequeno os municípios de população até 25 mil habitantes. De 25 a 100 mil, porte médio. A partir de 100 mil habitantes, porte grande.

É importante atentar-se aos símbolos exibidos na parte superior dos filtros de dados (podendo-se aplicar um zoom para tal, se necessário). O símbolo ao lado significa que foram feitas seleções múltiplas em filtros diferentes, o que é possível de ser realizado a critério do usuário.

Analogamente, o símbolo ao lado significa que não há aplicação de filtros, o que pode ser feito e desfeito a qualquer momento pelo usuário, segundo o que se quer analisar. Para que um ou mais filtros de dados sejam cancelados, é necessário que se clique nos símbolos com um "x" vermelho, como apresenta, por exemplo, a imagem do parágrafo anterior.

É importante salientar que os dados qualitativos utilizados nessa seção do projeto são fictícios, mas semelhantes em termos de frequência com os dados reais, dos quais o grupo de pesquisa dispõe através da pesquisa de SANTI (2018), mas cuja divulgação não foi formalmente autorizada pelas prestadoras. Muito embora a prática de benchmarking (compartilhamento de dados visando à identificação e eventual adoção das melhores práticas) tenha uso consolidado em muitas organizações no Brasil e no mundo, sabe-se que no setor de saneamento do país ela não é devidamente incentivada, podendo haver, portanto, receio por parte de algumas prestadoras em disponibilizar suas práticas publicamente.

No entanto, esta plataforma em si, produto do mestrado de MARQUES, L.O.A. e da iniciação científica de SÁ, M. O. M., financiada pelo Governo Federal através da CAPES e do CNPq, tem por objetivo justamente incentivar o compartilhamento de dados entre as prestadoras. Logo, permite ao usuário inserir dados mais recentes através dos formulários e a atualização é automática, para uma melhor visualização de como ficaram dados de outros anos inseridos na plataforma, utilizou-se, em alguns processos, dados fantasia para alguns municípios referentes a anos de posteriores.

Por vezes, ao se clicar para filtrar os dados por práticas nessas seções, os gráficos podem apresentar a cor verde quando eles forem 100% sim ou 100% não para alguma prática, o que constitui limitação operacional da ferramenta. Os rótulos de dados, não somente as cores dos gráficos.

#### SEÇÕES DE ANÁLISE INTEGRADA - INDICADORES DE DESEMPENHO

Nessa seção da plataforma, que integra dados qualitativos e quantitativos, são exibidos gráficos com os 4 indicadores de desempenho utilizados atualmente pelo Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) para quantificar as perdas de água em sistemas de abastecimento. Abaixo de cada um deles, estão indicadas quais cores se referem a quais indicadores, bem como suas respectivas unidades de medida. Os dados exibidos quando nenhum filtro temporal é aplicado representam sempre a média de cada município cadastrado. Para se observar dados referentes a anos distintos, sugere-se sempre aplicar filtros de dados segundo o ano que se deseja analisar.

Foram utilizados dados reais de perdas de água, advindos do SNIS 2019 (Ano Base: 2017). Porém, nessa seção o número de municípios das bacias PCJ é limitado a 17 municípios, pois optou-se por utilizar somente aqueles que possuíam os 4 indicadores disponibilizados pelo SNIS 2019. Há a possibilidade de se cadastrar dados retroativamente por alguns anos, até o ano limite de 2035, prazo final para o qual o Plano de Bacias atual dessa localidade foi elaborado.

Note que, para cada processo, há 2 gráficos exibidos. Isso ocorre para que o usuário de uma prestadora ou mesmo do comitê de bacias possa comparar os 4 diferentes tipos de perdas segundo as características dos municípios ou tipo de municípios escolhidos. Assim, os eixos verticais de ambos os gráficos foram fixados em uma escala constante:



Os filtros de dados em torno dos gráficos têm a função de integrar os índices de perdas exibidos (aspectos quantitativos) com informações sobre o município e a prestadora de serviço, as quais incluem a adoção das práticas de combate às perdas de água. Assim, pode-se realizar uma análise integrada e comparativa de ambos os aspectos. Nos gráficos da imagem acima, por exemplo, foram selecionados à esquerda apenas os municípios cuja prestadora de serviço é do tipo autarquia e comparou-se com o gráfico à direita, no qual foram filtrados os municípios cuja prestadora são empresas privadas. Esse exemplo não necessariamente é representativo, como a plataforma é uma ferramenta de apoio a tomadas de decisão, cabe ao usuário definir os critérios que fazem mais sentido de serem comparados para um determinado contexto. Munido da plataforma, a possibilidade ele possui.

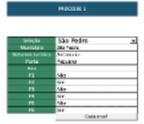
Note se os sinais do lado superior dos filtros exibem que eles estão aplicados e de qual maneira, segundo a explicação da seção anterior (práticas adotadas). Como se tratam de gráficos para comparar diferentes classes de município de um mesmo processo em termos de seus indicadores de perdas, o que definirá essas diferenças são os próprios filtros aplicados: se todos forem desaplicados, os gráficos voltarão a ficar iguais lado a lado. No caso desta versão da plataforma, foram aplicados, aleatoriamente, alguns filtros para fins de exemplificação; os mesmos podem ser alterados a critério do usuário a qualquer momento.

#### CADASTRAMENTO DE NOVOS DADOS

O cadastro de práticas e mais recentes e, portanto, atualizadas é possível na plataforma, através do botão de cadastramento contido na seção Início da plataforma:



O mesmo redirecionará o usuário para o ambiente dos formulários, os quais são separados por processos e aparecerão inicialmente em branco. Uma vez selecionado o município, seus dados mais recentes se preencherão automaticamente no formulário, com exceção do ano. Cabe ao usuário incluir o período referente às práticas adotadas e modificá-las em seus campos. Se o preenchimento automático não ocorrer, significa que não há dados anteriores para esse município das bacias PCJ e, logo, terão de ser inseridos manualmente. Após isso, clicando-se no botão "Cadastrar" (figura abaixo), os novos dados irão automaticamente para o banco de dados da seção qualitativa da plataforma.



Para a efetiva atualização dos gráficos e filtros de dados de todos os processos dessa seção é necessário que o usuário clique em qualquer botão "Atualizar" presente nas seções qualitativas e de análise integrada.

Analogamente podem ser feitas as atualizações dos 4 indicadores de perdas contidos na plataforma, cujo formulário localiza-se à direita do último formulário qualitativo (Processo 8).

É extremamente recomendável atentar-se às unidades de medida que constam no formulário ao inserir os indicadores. De todas elas, a única que se diferencia minimamente da utilizada oficialmente pelo SNIS é a do indicador INDS1 que, por motivos de adequação aos gráficos que exibem as 4 práticas juntamente, foi alterada de "Litro.ligação" para "Litro.ligação/ha".

Observa-se que, devido ao tamanho do banco de dados, essa atualização pode levar alguns segundos (dependendo da velocidade de processamento do computador), em média 15. Recomenda-se esperar após essa atualização sem clicar em nada. Como a atualização da plataforma é algo a previsto para ser feito a cada um ano, esse tempo maior de atualização não representa menor dinamismo ou praticidade para a mesma, pois seu manuseio nas áreas de análise não é prejudicado.

#### SEÇÃO DE ANÁLISE QUANTITATIVA

Referir-se à seção de comparação de indicadores de perdas da plataforma sem envolver as práticas de combate às mesmas, a qual pode ser acessada a partir do menu da barra lateral esquerda, clicando-se no botão localizado no extremo inferior, próximo ao símbolo da USP.

Nesse ambiente constam um gráfico de radar e tabelas dinâmicas, os quais exibem, a partir de uma barra de seleção de município disponível para o usuário, o número exato dos 4 indicadores de perdas do SNIS para o mesmo ano selecionado. Além disso, esses indicadores são comparados na tabela e no gráfico com duas outras categorias de valores: uma delas referente à média dos indicadores de todos os municípios da bacia no último ano e outro referente ao benchmark da bacia, ou seja, o município referência segundo seus índices no último ano:



Indicador	São Pedro	Média Bacia	Benchmark Bacia	Qualificação (de acordo com o Plano de Bacias PCJ)
ND1 - Índice de perdas por consumo (litros/ha/dia)	10,1	11,1	11,1	Vermelha
ND2 - Índice de perdas por vazão (litros/ha/dia)	10,1	11,1	11,1	Vermelha
ND3 - Índice de perdas por vazão (litros/ha/dia)	10,1	11,1	11,1	Vermelha
ND4 - Índice de perdas por vazão (litros/ha/dia)	10,1	11,1	11,1	Vermelha

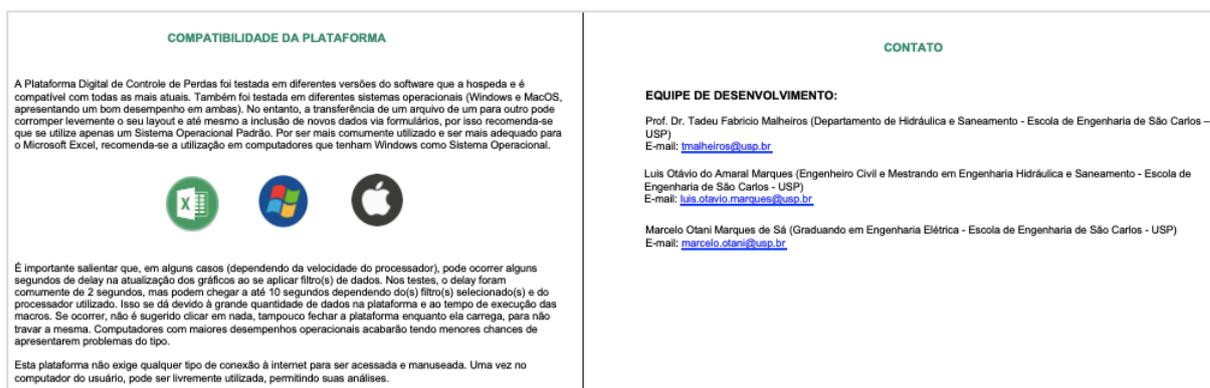
Essa comparação permite que um diagnóstico quantitativo seja feito pelos municípios, podendo atentar-se para os portes dos mesmos, bem como o ano de referência, possibilitando-se a prática do benchmarking, a qual levará a uma investigação, por meio das outras seções da plataforma, das melhores práticas de combate às perdas que vêm sendo adotadas por municípios de características semelhantes.

Também pode-se verificar se o município possui índices de perdas de faturamento e de distribuição maiores ou menores que a média das bacias PCJ para o ano selecionado, que a média nacional (o qual, atualmente, é em torno de 40% para ambos) e que a meta do Plano de Bacias PCJ até 2035 (25%). Bandeira vermelha nesta tabela significa situação crítica (perdas acima do parâmetro) e bandeira verde significa situação satisfatória (perdas abaixo do parâmetro):

Indicador	São Pedro	Média Bacia	Meta PCJ 2035 (SN)	Perdas abaixo do parâmetro	Perdas acima do parâmetro
ND1 - Índice de perdas por consumo (litros/ha/dia)	10,1	11,1	11,1	Verde	Vermelho
ND2 - Índice de perdas por vazão (litros/ha/dia)	10,1	11,1	11,1	Verde	Vermelho

Essa seção da plataforma, assim como a de cadastramento de novos dados, não permite redirecionamento para qualquer outra a partir da mesma, devendo ser clicado o botão "Início" para que o usuário retorne ao ambiente inicial e, então, possa voltar a navegar pela plataforma.

Figura 87: Manual do usuário - parte 2



Fonte: O autor.

### 5.6.6. VANTAGENS E LIMITAÇÕES DA VERSÃO FINAL DA PLATAFORMA

O fato de a ferramenta desenvolvida não estar hospedada em ambiente *online* confere a ela a vantagem de não depender de internet para navegação e atualização de dados, o que é considerado positivo por evitar oscilações no acesso e problemas de velocidades de conexão baixas ou variáveis.

Essa mesma característica pode, no entanto, representar uma limitação quanto às atualizações da plataforma, caso sejam realizados cadastramentos nos arquivos separadamente, considerando que cada município terá acesso à sua ferramenta, criando-se novas versões que podem divergir entre si caso algum dado novo seja erroneamente cadastrado.

A frequência prevista para inserção de dados e atualização da plataforma é anual; logo, recomenda-se que a instituição responsável realize os novos cadastros e envie anualmente as novas versões aos municípios, cabendo a estes a tarefa de identificá-las corretamente e utilizar sempre a sua versão mais atualizada.

Embora conte com o Manual do Usuário na própria ferramenta e em documento separado, o que é considerado outra vantagem do produto desenvolvido, a navegação direta pela plataforma sem qualquer tipo de treinamento pode ser considerada difícil dependendo da seção navegada, conforme *feedbacks* dos agentes do setor. Logo, é altamente recomendável a leitura prévia do seu manual antes do uso, bem como um pequeno treinamento ou o acompanhamento por parte de algum colaborador que já a tenha utilizado.

---

Pode-se citar, também, enquanto vantagem a acessibilidade ao *software* que hospeda a plataforma, que é amplamente utilizado nos âmbitos pessoal e profissional, bem como a compatibilidade da ferramenta com diferentes sistemas operacionais e versões do *Microsoft Excel*.

Os tempos de resposta desse programa ao serem utilizados os diferentes recursos da ferramenta podem, no entanto, variar conforme a velocidade de processamento do computador do usuário. Recomenda-se aguardar até 10 segundos antes de fechar a plataforma em caso de travamento, especialmente ao se cadastrar e atualizar novos dados, atividades que podem representar respostas nem sempre momentâneas do *software* por exigirem maior capacidade de processamento.

Outra limitação da ferramenta é o fato da sua efetiva aplicação no combate às perdas de água depender da disponibilização de dados qualitativos reais, conforme confirmado pela importância dada a esse aspecto pelos agentes do setor em suas avaliações. O processo de *benchmarking* em si depende do fornecimento de dados verossímeis por parte das prestadoras de serviço para ser efetivamente realizado, dos quais nem sempre se dispõe e cujos detentores podem, eventualmente, mostrar resistência ao tornarem públicos.

Serão exigidos, portanto, esforços integrados por parte dos Comitês de Bacias para que as informações acerca da adoção das práticas sejam regularmente enviadas pelas prestadoras a fim de se alimentar a plataforma. Os dados fictícios utilizados na versão a ser disponibilizada da ferramenta podem facilmente ser substituídos pelos verdadeiros através do cadastramento desses.

Uma das principais vantagens da versão final da plataforma nos moldes em que foi desenvolvida é o fato de ela ser replicável para outros recortes territoriais, mediante substituições no banco de dados e alterações nos botões de seleção, bem como nas macros e funções referentes às suas diferentes seções. Embora seja um processo cuja realização deve ser feita por alguém com bom conhecimento do *software*, não é algo que precise ser feito do zero. Assim, pode-se expandir a área de aplicação da plataforma desenvolvida para outras esferas e regiões, respeitando seus limites operacionais, uma vez registrada e disponibilizada de maneira gratuita no *site* da Universidade.

A alta usabilidade da ferramenta é algo que se almejou desde a sua concepção e que se conseguiu fazer presente por meio de sua programação em *VBA* e seus

---

recursos interativos como painéis com botões redirecionadores, filtros de dados, formulários de seleção e tabelas e gráficos dinâmicos.

No entanto, a hospedagem da plataforma no *software* escolhido incorreu em algumas limitações pontuais operacionais e de exibição, a saber:

- banco de dados omitido do usuário, mas que pode ser acessado reexibindo-se as guias ocultas, o que o sujeita a receber alterações manuais;
- exibição nos gráficos das seções de análise integrada do valor médio dos indicadores de um município quando não selecionado o ano de análise no filtro de dados;
- gráficos das seções qualitativas por vezes apresentaram a cor verde quando filtrados por práticas ao apresentar resultados de total adoção ou não adoção por parte das prestadoras de serviço;
- pequenas alterações no layout dos painéis ao se utilizar a plataforma em sistema operacional MacOS; e
- impossibilidade de se realizar algumas alterações sugeridas e consideradas pertinentes, conforme Quadro 10.

Essas limitações pontuais constam no Manual do Usuário conforme sua seção, para que os usuários estejam cientes delas antes da navegação pela ferramenta. Não se considera que qualquer uma delas representa empecilho ao uso, pelo contrário, as vantagens de se ter obtido a versão final da plataforma nesses moldes se sobrepõem às suas limitações.

O Quadro 12 apresenta, de maneira resumida, as principais vantagens e limitações observadas referentes à ferramenta desenvolvida.

Quadro 12: Vantagens e limitações da ferramenta desenvolvida

Vantagens	Limitações
Dispensa o uso de internet para navegação e atualização de dados, evitando oscilações nesse sentido	Depende do envio e do uso de versões atualizadas pelos usuários
Conta com manual de instruções dentro e fora da ferramenta	É recomendável um curto treinamento e/ou acompanhamento antes do uso
É hospedada em software de uso comum nos âmbitos pessoal e profissional	Tempos de resposta variáveis de acordo com a capacidade de processamento do computador do usuário
É compatível com diferentes sistemas operacionais e versões do software	Limitações operacionais/ de exibição específicas
Dinâmica e com recursos interativos: alta usabilidade	Depende de dados de diferentes municípios para atualização ou de uso regulamentado
É replicável para outros recortes territoriais	Banco de dados acessível e, logo, passível de ser alterado manualmente por usuários
Disponibilização gratuita, fruto de pesquisa de universidade pública	Dados qualitativos fictícios

Fonte: O autor.

### 5.6.7. REGISTRO, DISPONIBILIZAÇÃO E PERSPECTIVAS DE USO DO PRODUTO

Embora tenha sido o intuito, desde a fase de concepção da plataforma, disponibilizá-la gratuitamente no *site* da Universidade e às prestadoras de serviço das Bacias PCJ, considerou-se importante, antes disso, a realização de um registro da ferramenta e de seus desenvolvedores, a fim de se comprovar que o presente produto foi fruto de trabalhos de pesquisa realizados no âmbito da Escola de Engenharia de São Carlos, mais especificamente do Departamento de Hidráulica e Saneamento.

Assim, foi solicitado pedido de proteção do produto desenvolvido junto à Agência USP de Inovação (AUSPIN), nas modalidades patente e desenho industrial. No entanto, dadas as características específicas do produto, foram descartados os pedidos de proteção nessas modalidades, mas procedeu-se com o pedido de registro de *software* junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

A disponibilização *online* da ferramenta no site da Universidade ainda não ocorreu na data de depósito desta versão da dissertação, tendo em vista a importância de, nesse primeiro momento, não realizar divulgação pública do produto desenvolvido, o que se faz necessário para proceder com os pedidos de registro de *software*. Além disso, foi solicitada defesa fechada junto ao Programa de Pós Graduação.

---

Reafirma-se, de qualquer forma, o compromisso dos desenvolvedores da plataforma de divulgá-la publicamente após o término dos procedimentos de registro. Também está prevista a realização de licenciamento da ferramenta pelo *Creative Commons* e, logo em seguida, disponibilizada às prestadoras de serviço da região e no site da Universidade, permitindo sua utilização nos âmbitos acadêmico e profissional.

De qualquer maneira, espera-se que a plataforma desenvolvida seja utilizada enquanto objeto de apoio à tomada de decisão no que se refere à adoção de práticas de combate às perdas de água e ao diagnóstico dos municípios da região em questão nesse aspecto.

É importante citar que a ferramenta já foi apresentada ao Comitê de Bacias PCJ enquanto recurso a ser utilizado em um curso de capacitação promovido pela Universidade de São Paulo. Para tal, será investida uma quantia de, aproximadamente, 400 mil reais a fim de otimizar ainda mais a plataforma e viabilizar o curso que terá como objetivo preparar as prestadoras de serviço da região quanto a questão das perdas de água. Prevê-se a realização de um diagnóstico completo da situação de cada município participante, que trarão seus dados qualitativos reais para serem inseridos na ferramenta ao longo do curso, bem como elaboração de planos de ação para que todas as prestadoras de serviço consigam atingir a meta do Plano de Bacias no que se refere aos índices de perdas até o ano de 2035, indo ao encontro do proposto pelo Novo Marco do Saneamento Básico nesse sentido.

A equipe de desenvolvimento da plataforma digital de combate às perdas considera não somente pertinente, mas também importante e louvável o investimento a ser realizado no produto desenvolvido por esta pesquisa, dado sua potencial contribuição para o controle das perdas de água em sistemas de abastecimento através da aplicação do *benchmarking*.

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente projeto de pesquisa e desenvolvimento resultou em um produto, notadamente uma plataforma digital de *benchmarking* para controle de perdas em sistemas de abastecimento de água, cujos recursos e aspectos operacionais foram definidos de maneira integrada segundo o conhecimento teórico de seus desenvolvedores e a percepção prática dos agentes do setor.

Em termos de contribuição científica, foi possível obter um panorama comparativo acerca da aplicação do *benchmarking* em nível internacional no setor de saneamento e suas perspectivas, o que resultou na publicação de artigo científico em periódico de circulação internacional (Anexo I). Esse estudo amparou a definição de diversos aspectos operacionais da ferramenta concebida.

Do ponto de vista social, as ações envolvidas no desenvolvimento deste projeto contribuem na mobilização de prestadoras de serviço de saneamento e agências reguladoras para ampliar a percepção da relevância e a credibilidade do uso do *benchmarking*, incentivando a sua utilização para melhoria de desempenho e, conseqüentemente, a oferta de um melhor serviço à população, tendo a transparência como um aspecto chave.

Espera-se que a sua efetiva utilização pelos municípios da região resulte em melhorias nos cenários operacional e financeiro, uma vez que a ferramenta apoia a tomada de decisão, em particular referentes às perdas de água, estando em consonância com o Novo Marco Regulatório do Saneamento Básico Brasileiro e podendo contribuir, indiretamente, para a universalização do acesso.

Recomenda-se fortemente que a plataforma seja cada vez mais aperfeiçoada operacionalmente através de outros projetos de pesquisa e que, a partir de sua disponibilização, possa ser replicada visando à sua aplicação em outros recortes territoriais. Também é recomendável que a hospedagem em outros *softwares* e sistemas seja objeto de estudo para futuras pesquisas de viabilidade e otimização da ferramenta.

Além disso, foram sugeridos pela banca na defesa do mestrado alguns procedimentos a serem realizados em uma posterior otimização da ferramenta, como: adição de um glossário no manual do usuário, utilização da mediana junto da média na seção quantitativa, inserção dos nomes das práticas nos filtros de dados nas seções de análise integrada e a possibilidade de se exibir o nível de confiança dos

dados, a ser inserido pelo usuário ao cadastrar os dados na plataforma. Também se ressaltou a importância de se utilizar dados auditados, o que se espera que seja possível através do novo programa do Ministério das Cidades para auditar os indicadores do SNIS.

---

## REFERÊNCIAS

- ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água - posicionamento e contribuições técnicas da ABES**. Revisão 1. Rio de Janeiro, 2015.
- AECOM. **Public Report - Canadian National Water & Wastewater Benchmarking Initiative**. Los Angeles, 2018.
- AESBE Associação das Empresas de Saneamento Básico Estaduais; ASSEMAE - Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento. **Indicadores de Perdas nas Entidades Prestadores de Serviços Públicos de Saneamento, Documento Preliminar - 1ª Revisão**, Brasília, DF, 17p. 1998.
- AGHTM - Associação Geral Municipal dos Técnicos e Sanitaristas. Rendement des Réseaux d'eau Potable. Définition des Termes Utilisés. *Association Générale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux - AGHTM, Techniques Sciences Méthodes*, 4 Bis, 22p. 1990.
- ALEGRE, H. – **Instrumentos de apoio à gestão técnica de sistemas de distribuição de água**, Vol. I da série "Teses e Programas de Investigação LNEC", LNEC, Lisboa, 1994.
- ALEGRE, H.; ALMEIDA, M.C. **Avaliação de níveis de qualidade serviço**, Vol. 12 da série "Gestão de sistemas de saneamento básico", estudo realizado para a DGA e financiado pelo Fundo de Coesão da União Europeia, LNEC, Lisboa, 1995.
- ALEGRE, H.; HIRNER, W.; BAPTISTA, J.M.; PARENA, R. *Performance Indicators for Water Supply Services. International Water Association - IWA*, Londres, Inglaterra, 162p. 2000.
- AMARAL-JÚNIOR, G. **Benchmarking: a arte de vencer com o acerto dos outros e vencer a competição**. Enfoque, São Paulo, v.3, ano XX, p. 8-11, jul. / set., 1993.
- ANA - Agência Nacional de Águas. **Brasil tem cerca de 12% das reservas mundiais de água doce do planeta**. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/brasil-tem-cerca-de-12-das-reservas-mundiais-de-a.2019-03-15.1088913117>>. Acesso em: dez. 2019.
- ANA - Agência Nacional de Águas. **Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília, 2005.
- ANA - Agência Nacional de Águas. **Sistema Cantareira**. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/sala-de-situacao/sistema-cantareira/sistema-cantareira-saiba-mais>>. Acesso em: dez. 2019.
- AQUINO, M. C. **Diferença entre Saneamento Ambiental e Básico**. 2014. Disponível em: <<https://sinergiaengenharia.com.br/noticias/voce-sabe-a-diferenca-entre-saneamento-ambiental-e-saneamento-basico/>>. Acesso em: jan. 2020.

---

ARAÚJO-JÚNIOR, R. H. *Benchmarking*. In: Tarapanoff, Kira (Org.). **Inteligência organizacional e competitiva**. Brasília: EDUNB, 2001. p. 241-263.

ARAÚJO, L. C. G. ***Benchmarking: ser o melhor entre os melhores. Organização, sistemas e métodos e as tecnologias de gestão organizacional***. São Paulo: Atlas, 2001.

ARREGUI F. J. et al. *Quantification of Meter Errors of Domestic Users: A Case Study*. **Water Loss Seminar 2007**. Bucarest, 2007.

AWWA - Associação Americana de Trabalhos com Água. ***The Benchmarking Program***. Denver, Estados Unidos da América, 2020. Disponível em: <<https://www.awwa.org/Resources-Tools/Programs/Benchmarking>>. Acesso em: fev. 2020.

Bain & Company. ***Top 10 Management Tools***. 2017. Disponível em: <[http://www2.bain.com/management\\_tools/BainTopTenTools/2017/default.asp](http://www2.bain.com/management_tools/BainTopTenTools/2017/default.asp)>. Acesso em: fev. 2020.

BLOKLAND, M. W. “*Benchmarking Water Services Delivery*”, in M. Kurian and P. McCarney (eds.) “***Peri-urban Water and Sanitation Services: Policy, Planning and Method***”. Springer Verlag. Berlim, Alemanha, 2010.

BRAADBAART, O. D. *Collaborative benchmarking, transparency and performance. Evidence from the Netherlands water supply industry*, **Benchmarking**, 14(6): 677–692. Estados Unidos da América, 2017.

BRASIL. Lei n. 11.445 de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília: **Diário Oficial da União**, Seção 1, p. 3-7, 2007a. Disponível em: <<http://www.in.gov.br>>. Acesso em: jan. 2020.

BRASIL. Lei Nº 14.026 de 15 de julho de 2020. **Novo Marco Legal do Saneamento Básico**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm)>. Acesso em: jul. 2021.

BRASIL. Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento. **Glossário de Indicadores - Água e Esgotos: Indicadores econômicos, financeiros e administrativos**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 25p. 2014.

BRK Ambiental - Grupo *Brookfield*. **Quem Somos: BRK Ambiental em Limeira**. 2018. Disponível em: <<https://www.brkambiental.com.br/limeira/quem-somos>>. Acesso em: fev. 2020.

BUCHHOLZ, K. ***Unsafe Water Kills More People Than Disasters and Conflict***. 2019. Disponível em: <<https://www.statista.com/chart/17445/global-access-to-safe-drinking-water/>>. Acesso em: dez. 2019.

---

CAESB - Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. **A CAESB**. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://www.caesb.df.gov.br/empresa/a-caesb/historico.html>>. Acesso em: fev. 2020.

CAESB - Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. **Relatório De Indicadores de Desempenho**. Brasília, 2019.

CABRERA JR., E.; DANE, P.; HASKINS, S.; FRITZ, H. T. **Benchmarking para servicios de agua: Guiando a los prestadores de servicios hacia la excelencia**. Editorial Universitat Politècnica de València. 2014.

CAMP, R. C. **Benchmarking: o caminho da qualidade total**. 3. ed. Pioneira. São Paulo, 1998.

CARDOSO, A. L. **Indicadores de Gestão Urbana: Projeto BRA/00/24**. SEDU/PR-PNUD Sistema Nacional de Indicadores Urbanos. Brasília: SEDU/PRPNUD, 2002.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade**. Cap. 11. GEN-Atlas. São Paulo, 2016.

CETRULO, T. B.; MARQUES, R. C; MALHEIROS, T. F. *An analytical review of the efficiency of water and sanitation utilities in developing countries*. **Water Research**, v.161, p. 372-380, 2019.

COBRAPE – Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos. **Plano das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundáí 2010 a 2020: Relatório Síntese**. São Paulo, 2018.

COELHO, F. J. M. **Estudo de Sistemas Cadastrais de Empresas de Saneamento através de Benchmarking**. Recife, 2004, 99p.

COELHO, S.T.; ALEGRE, H. **Indicadores de desempenho de sistemas de saneamento básico**, projeto financiado pela Direcção-Geral do Ambiente, relatório final, LNEC, Lisboa, 1997.

CRAMER, J. **Speech at International Water Association**. Amsterdam, 2007. Disponível em: <<http://www.vrom.nl/pagina.html?id=34253>>. Acesso em: dez. 2019.

DANVA - Agência Dinamarquesa de Água e Esgoto. **Benchmarking og Statistik**. Copenhagen, 2020. Disponível em: <<https://www.danva.dk/publikationer/benchmarking-og-statistik/>>. Acesso em: fev. 2020.

DANVA - Agência Dinamarquesa de Água e Esgoto. **Water in Figures. Danva Statistics & Benchmarking**. Copenhagen, 2017.

DATASUS - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil. **Indicadores de saúde**. Brasília, 2019. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=02>>. Acesso em: dez. 2019.

---

DIAS, F. **Benchmarking**. 2018. Disponível em: <<http://www.coladaweb.com/admmaterial/benchmarking.htm>>. Acesso em: jan. 2020.

DWA - Autoridades de Água Holandesas. **Benchmark on wastewater treatment**. 2018. Disponível em: <[https://www.waterschapsspiegel.nl/wp-content/uploads/2018/10/Benchmark-on-wastewater-treatment\\_EN.pdf](https://www.waterschapsspiegel.nl/wp-content/uploads/2018/10/Benchmark-on-wastewater-treatment_EN.pdf)>. Acesso em: fev. 2020.

EBC - Fundação Europeia de Cooperação em *Benchmarking*. **Participation and practicalities**. 2020. Disponível em: <[https://www.waterbenchmark.org/content/the-programme-explained\\_participation-and-practicalities](https://www.waterbenchmark.org/content/the-programme-explained_participation-and-practicalities)>. Acesso em: jan. 2020.

EHLERS, V. M.; ERNEST, W. S. **Saneamiento Urbano y Rural**. 5. ed., Mexico: Editorial Interamericana S.A., 1961, 493 p.

EINSTEIN, A. (Original do inglês.: "*Imagination is more important than knowledge. For knowledge is limited [...].*") - **"What Life Means to Einstein"**. Entrevista concedida ao *The Saturday Evening Post*. Estados Unidos, 1929.

ERSAR - Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos. **Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (RASARP). Volume 1 – Caracterização do setor de águas e resíduos**. Lisboa, 2020.

EurEau - Federação Europeia de Associações Nacionais de Serviços de Água. **How benchmarking is used in the Water Sector**. Bruxelas, 2015. Disponível em: <<http://www.eureau.org/topics/economics-and-legal-affairs/economics-and-legal-affairs-position-papers/135-benchmarking-october2015/file>>. Acesso em: jan. 2020.

Fundação Agência das Bacias PCJ. **Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010 a 2020**. Piracicaba, 2018.

Fundação Agência das Bacias PCJ. **Relatório Institucional 2018 da Agência das Bacias PCJ**. Piracicaba, 2019.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Manual de orientação para criação e organização de autarquias municipais de água e esgoto**. Brasília, 2001.

GOEDE, M. D.; ENSERINK, B.; WORM, I.; VAN DER HOEK, J.P. *Drivers for performance improvement originating from the Dutch drinking water benchmark*, **Water Policy**, Uncorrected Proof. 2016.

GUIMARÃES, E. F.; TEMÓTEO, T. G.; MALHEIROS, T. F. *Benchmarking aplicado às revisões tarifárias do saneamento*. **Revista DAE**, n192, 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil - Panorama**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>>. Acesso em: dez. 2019.

IBNET - Rede Internacional de *Benchmarking* para Prestadoras de Serviço de Água e Esgoto. *Network for Water and Sanitation Utilities. IBNET Indicators*. 2016. Disponível em: <[https://www.ib-net.org/en/texts.php?folder\\_id=100&L=1&S=2](https://www.ib-net.org/en/texts.php?folder_id=100&L=1&S=2)>. Acesso em: jan. 2020.

IBRD - Grupo Banco Mundial. *International Benchmarking Network of Water and Wastewater Utilities (IBNET)*. 2016. Disponível em: <<http://www.ibnet.org>>. Acesso em: fev. 2020.

ITB - Instituto Trata Brasil; Go Associados. **Perdas de Água 2018 (SNIS 2016): Desafios para Disponibilidade Hídrica e Avanço da Eficiência do Saneamento Básico**. São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://cebds.org/blog/escassez-de-aqua/#>>. Acesso em jan. 2020.

ITB - Instituto Trata Brasil. **Manual do Saneamento Básico**. 2012. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br>>. Acesso em: dez. 2019.

ITB - Instituto Trata Brasil. **Perdas de água na distribuição: causas e consequências**. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/blog/2017/11/16/perdas-de-agua-causa-e-consequencias/>>. Acesso em jan. 2020.

JENSEN, J. F. *Interactivity: Tracing a new concept in media and communication studies*. vol. 19. *Nordicom Review*. Gothenburg, Suécia, 1998. pp. 185–204.

KANAKOUDIS, V.; TSITSIFLI, S. *Results of an urban water distribution network performance evaluation attempt in Greece*. *Urban Water Journal*, v.7, p. 267-285, 2010.

LIMA, L.H. O Dia Mundial da Água. **Jornal O Globo**. Suplemento O Dia Mundial da Água. Rio de Janeiro, 2001.

LIEMBERGER, R.; WYATT, A. *Quantifying the global non-revenue water problem*. **Water Science & Technology: Water Supply**. Londres, 2018.

MAIN, D; NG, L.; NORTH, A. *The Canadian National Water and Wastewater Benchmarking Initiative: Using Process to Drive Improvement*. Londres, 2016.

MPC - Mais Projetos Corporativos. **Quem Somos (Institucional)**. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://maisprojetos.com.br/quem-somos/>>. Acesso em: fev. 2020.

NERI, M. C. (coord.). **Trata Brasil: Saneamento e Saúde**. Rio de Janeiro: FGV/IBRE, CPS, 2007. Disponível em: <[http://www3.fgv.br/ibrecps/CPS\\_infra/index\\_teste.htm](http://www3.fgv.br/ibrecps/CPS_infra/index_teste.htm)>. Acesso em: jan. 2020.

NEUNTEUFEL, R., THEURETZBACHER-FRITZ, H., TEIX, P., KÖLBL, J. & PERFLER, R. *Benchmarking und Best Practices in der österreichischen Wasserversorgung - Stufe A, Final Report of ÖVGW pilot project 2003/04*, Viena, Áustria, 2004.

---

NEUNTEUFEL, R.; KRAKOW, S.; PERFLER, R; FUCHS-HANUSCH, D. **Abschlussbericht zum ÖVGW Benchmarking 2016**. Wien/Graz, 2017.

NEVES, A. **Uso de Indicadores Chave de Desempenho para avaliar Sistemas de Gestão**. Lisboa, 2012.

NWWBI – Iniciativa Nacional Canadense de *Benchmarking* em Água e Esgoto. **Dashboard**. Vancouver, 2013. Disponível em: <<https://www.nationalbenchmarking.ca/>>. Acesso em: dez. 2019.

ONU - Organização das Nações Unidas - BRASIL. **Falta água potável para 1,1 bilhão no mundo**. Paris, 2006. Disponível em: <[http://www.onubrasil.org.br/view\\_news.php?id=3741](http://www.onubrasil.org.br/view_news.php?id=3741)>. Acesso em: dez. 2019.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. 49p. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: dez. 2019.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Para cada dólar investido em água e saneamento, economiza-se 4,3 dólares em saúde global**. 2014. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/oms-para-cada-dolar-investido-em-agua-e-saneamento-economiza-se-43-dolares-em-saude-global/>>. Acesso em: fev. 2020.

ÖWAV - Liga Austríaca de Água e Esgoto (ÖWAV). **Benchmarking für Kläranlagen. Öffentlicher Bericht**. Wien/Graz, 2017.

PETENATE, M. **O que é Benchmarking**. 2019. Disponível em: <<https://www.escolaedti.com.br/o-que-e-benchmarking>>. Acesso em: fev. 2020.

PNCDA - Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. **Documento Técnico de Apoio n. A2 - Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água**. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, DF. 80p. 2003.

PNQS - Prêmio Nacional de Qualidade em Saneamento. **Regulamento 2020**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<http://pnqs.com.br/regulamento2020/>>. Acesso em: fev. 2020.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Relatório do Desenvolvimento Humano 2006 - A água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água**. New York, 2016. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/rdh/>>. Acesso em: dez. 2019.

Prefeitura Municipal de Louveira. **Água e Esgoto**. 2020. Disponível em: <<http://www.louveira.sp.gov.br/site/interna/92/agua-e-esgoto>>. Acesso em: jan. 2020.

RÖDL & PARTNER. **Über das Benchmarking in der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung**. Nürnberg, Alemanha, 2020. Disponível em: <<https://www.roedl.de/benchmarking/ueber-benchmarking>>. Acesso em: fev. 2020.

---

ROMERO, C. A.; FERRO, G. A. **Benchmarking exercise on Latin American water Utilities [Working Paper]**. Buenos Aires: UADE - Universidad Argentina de la Empresa, v. 1, 2008.

RUBINGER, S. D. **Desvendando o conceito de saneamento no Brasil: uma análise da percepção da população e do discurso técnico contemporâneo**. Belo Horizonte, 2008.

SÁ, M. O. M. **Apoio ao desenvolvimento de plataforma digital de benchmarking para controle de perdas em sistemas de abastecimento de água**. Relatório parcial de iniciação tecnológica apresentado ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI – CNPq). São Carlos, 2021a.

SÁ, M. O. M. **Plataforma digital de benchmarking para controle de perdas em sistemas de abastecimento de água**. Relatório final de iniciação tecnológica apresentado ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI – CNPq). São Carlos, 2021b.

SAAESP - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro. **O SAAESP**. 2020. Disponível em: <<http://www.saaesp.sp.gov.br/>>. Acesso em: fev. 2020.

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Programa de Redução de Perdas na Região Metropolitana de São Paulo**. Dezembro, 2006.

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Relatório Anual da Qualidade da Água 2017: Município de Piracaia**. São Paulo, 2017.

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Relatório Técnico - Abastecimento de Água na Região Metropolitana de São Paulo**, Diretoria Metropolitana. São Paulo, 2014.

SANTI, A. D. **Benchmarking aplicado ao controle das perdas de água no contexto das bacias hidrográficas Piracicaba, Capivarí e Jundiáí**. São Carlos, 2018, 170p.

SEPPÄLÄ, O. T. *Performance Benchmarking in Nordic water utilities*. **Procedia Economics and Finance**, v. 21, n. 1, p. 399-405, 2015.

SILVA, R. T., CONEJO, J.G.L., MIRANDA, E.C. E ALVES, R.F.F. Indicadores de Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água - DTA A2. **Programa de Combate ao Desperdício de Água - PNCDA**, Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria de Política Urbana, Brasília, 1998, 70p.

SIMPLE KPI. **Softwares KPI simples**. 2020. Disponível em: <<https://www.simplekpi.com/Home/Language/pt-BR>>. Acesso em: jan. 2020.

SNIS – Sistema Nacional De Informações sobre Saneamento. **Glossário de Informações – Água e Esgoto**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br>> Acesso em jan. 2020.

SPENDOLINI, M. J. **Benchmarking**. Makroon Books. São Paulo, 1993.

TARDELLI, J. Disponibilidade Hídrica e Controle de Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água da RMSP - SABESP. **6º Encontro Técnico Interamericano de Alto Nível**. AIDIS, São Paulo, 2013.

TEIXEIRA, J. C.; OLIVEIRA, G. S.; VIALI, A. M.; MUNIZ, S. S. Estudo do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009. **Eng Sanit Ambient**, v.19 n.1. 2014. p.87-96.

TEMÓTEO, T. G. **Indicadores de Benchmarking dos serviços de saneamentos voltados a populações vulneráveis**. São Carlos, 2012. 195f.

UNICEF - Fundo das Nações Unidas para a Infância; OMS - Organização Mundial da Saúde. **Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017. Special focus on inequalities**. New York, 2019.

UNICEF - Fundo das Nações Unidas para a Infância; OMS - Organização Mundial da Saúde. **25 years: Progress in Sanitation and Drinking Water**. Genebra, Suíça, 2015.

VALENTE, J. **Principal desafio no Brasil é a desigualdade no acesso**. Brasília: Publicação Eletrônica Multimídia Carta Maior, sessão Direitos Humanos, 2006. Disponível em: <[http://www.cartamaior.com.br/templates/materiaMostrar.cfm?materia\\_id=12844](http://www.cartamaior.com.br/templates/materiaMostrar.cfm?materia_id=12844)>. Acesso em: dez. 2019.

VEWIN - Associação de Companhias de Água Holandesas. **Dutch Drinking Water Statistics**. Haia, Países Baixos, 2017.

VEWSaar - União das Economias de Energia e Água do Estado de Saarland. **Kennzahlenvergleich der saarländischen Unternehmen der Wasserversorgung: Ergebnisbericht 2017**. Saarbrücken, 2017.

WRF - Fundação de Pesquisa em Água. **Effective Utility Management Benchmarking Tool**. 2019. Denver, Estados Unidos da América. Disponível em: <<https://www.waterrf.org/resource/effective-utility-management-benchmarking-tool>>. Acesso em: jan. 2020.

WU, Y.; GUO, C.; TANG, L.; HONG, Z.; ZHOU, J.; DONG, X.; HUANG, X. *Prolonged presence of SARS-CoV-2 viral RNA in faecal samples*. **The Lancet Gastroenterology & Hepatology**, 5(5), 434-435. 2020.

YEO, C., KAUSHAL, S., YEO, D. *Enteric involvement of coronaviruses: is faecal-oral transmission of SARS-CoV-2 possible?* **The Lancet Gastroenterology & Hepatology**, 5(4), 335-337. 2020.

# Workshop de Perdas de Água - Atividade 1

O objetivo dessa primeira atividade foi obter um diagnóstico de um determinado município, quanto aos 4 índices de perdas utilizados pelo SNIS, para avaliar as mesmas, notadamente:

- IN013 - Índice de Perdas de Faturamento (%)
- IN049 - Índice de Perdas na Distribuição (%)
- IN050 - Índice Bruto de Perdas Lineares (m3/[dia.km](#))
- IN051 - Índice de Perdas por Ligação (L/dia.10lig)

**\*Obrigatório**

E-mail \*

---

Qual seu cargo e instituição de trabalho no momento? \*

---

Qual sua experiência atual com o tema Perdas de Água? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Trabalho com isso frequentemente no meu dia-a-dia
- Eventualmente me deparo com o assunto no meu trabalho
- Vejo pouco e, portanto, tenho pouco conhecimento a respeito
- Não conhecia anteriormente essa questão

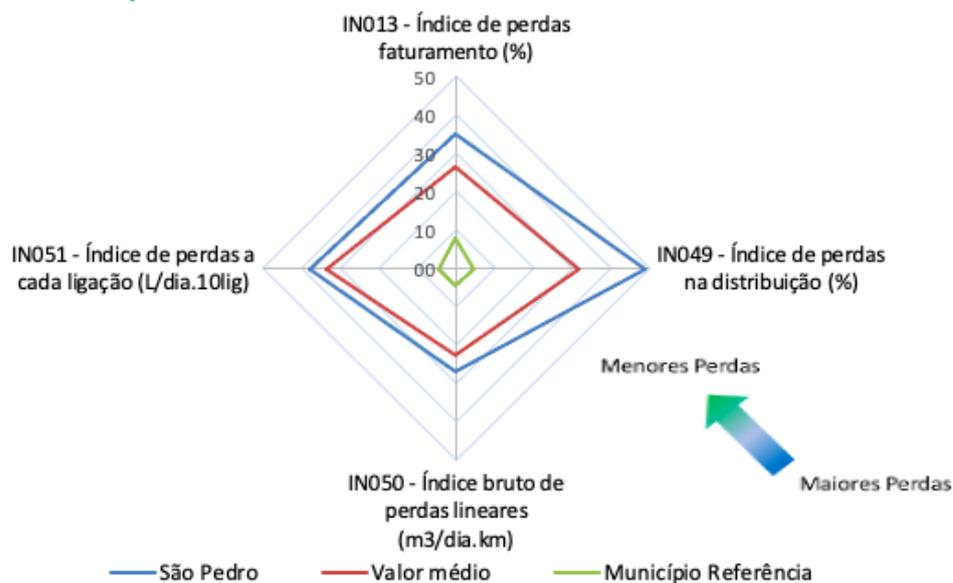
1. Avalie o quão o gráfico dinâmico abaixo colabora na visualização da situação das perdas de água em seus 4 indicadores.

Município **São Pedro**

Ano Base **2017**

Porte **Pequeno**

### Análise comparativa



Marcar apenas uma oval.

1      2      3      4      5

Nada      Muito

2. Avalie o quão a tabela dinâmica abaixo colabora na visualização da situação atual das perdas de água do município segundo a classificação do Plano de Bacias.

Indicadores	São Pedro	Valor médio	Município Referência
IN013 - Índice de perdas faturamento (%)	35,3	26,6	8,1
IN049 - Índice de perdas na distribuição (%)	48,8	31,7	4,8
IN050 - Índice bruto de perdas lineares (m3/dia.km)	26,7	22,3	4,4
IN051 - Índice de perdas a cada ligação (L/dia.10lig)	37,9	33,5	4,5

Classificação Perdas de Água Segundo Plano de Bacias PCJ 2020-2035

- Ruim (>40%)
- Regular (25%-40%)
- Bom (<25%)

Marcar apenas uma oval.

1      2      3      4      5

Nada      Muito

3. Avalie o quão a tabela dinâmica abaixo com os seus ícones e valores colabora na comparação das perdas do município com a média atual das bacias PCJ, com a média nacional e com a meta do Plano de Bacias até 2035.

Indicadores	São Pedro	Média PCJ	Média Nacional (40%)	Meta PCJ 2035 (35%)
IN013 - Índice de perdas faturamento (%)	35,3			
IN049 - Índice de perdas na distribuição (%)	48,8			

Marcar apenas uma oval.

1      2      3      4      5

---

Nada      Muito

---

4. Quanto à seguinte afirmação, qual é a sua percepção? "Considerarei o uso da plataforma intuitivo nessa seção de Análise Quantitativa e, sendo assim, de fácil navegação".

Marcar apenas uma oval.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Neutro
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

5. O quão fácil se consegue obter, com o uso dessa seção da plataforma, um diagnóstico dos indicadores de perdas dos municípios das bacias PCJ, identificando-se quais municípios possuem maior necessidade de investimentos no controle das mesmas?

Marcar apenas uma oval.

1      2      3      4      5

---

Nada      Muito

---

6. Quanto à seguinte afirmação, qual é a sua percepção? "Acredito na importância de ferramentas dinâmicas que mostrem de maneira clara e visual os indicadores de perdas para fins de gestão e apoio à tomada de decisão".

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Neutro
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

7. Caso tenha detectado algum problema ou queira fornecer alguma sugestão quanto a essa seção da plataforma, insira no espaço abaixo, por favor.

---

---

---

---

---

# Workshop de Perdas de Água - Atividade 2

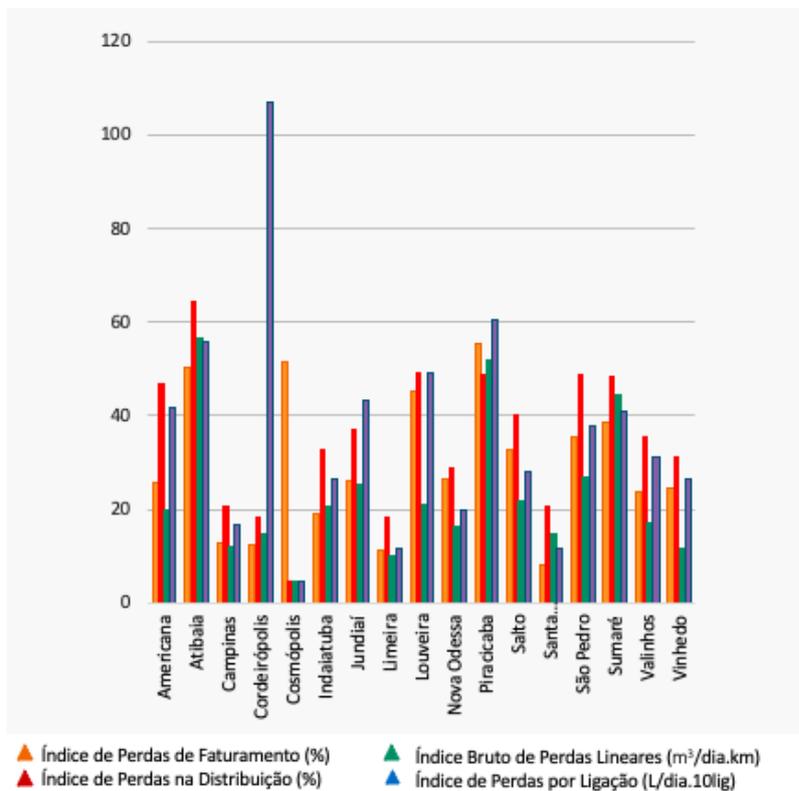
O objetivo da segunda atividade foi obter um panorama comparativo do município com relação aos demais municípios das bacias PCJ para os quais há todos os dados de perdas, permitindo realizar uma comparação segmentada com municípios de portes e naturezas jurídicas semelhantes e distintos.

**\*Obrigatório**

E-mail \*

---

1. O quão se consegue obter um panorama comparativo das perdas através desse gráfico dinâmico, considerando-se os municípios representados?

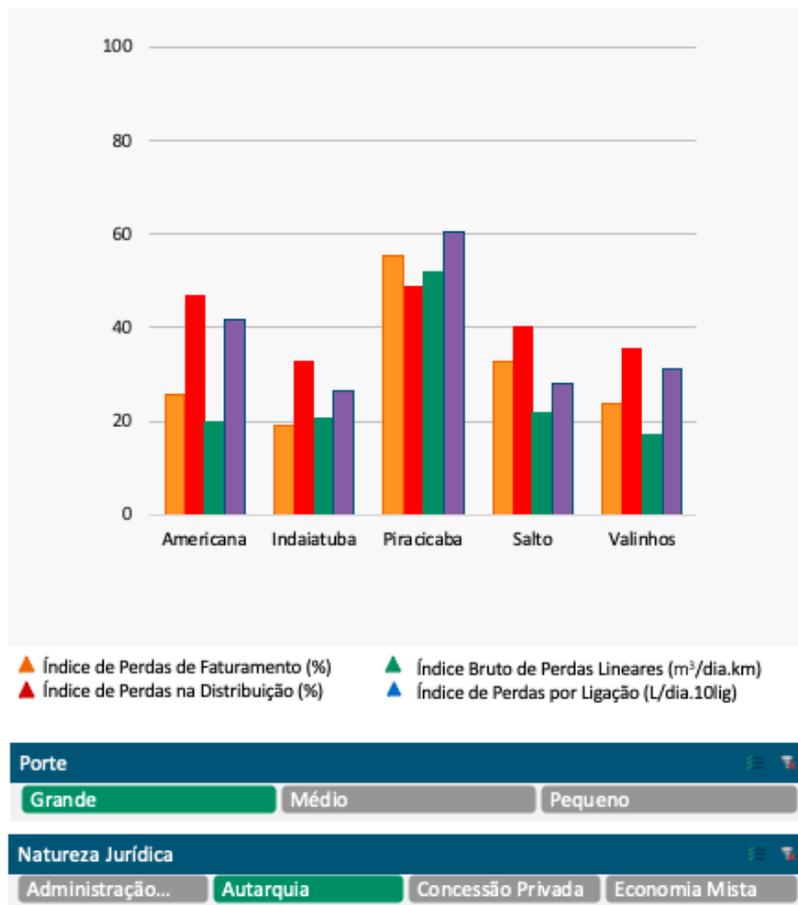


Marcar apenas uma oval.

1      2      3      4      5

Nada      Muito

2. O quão importante foram os filtros de dados abaixo para se obter uma comparação segmentada dos municípios segundo suas características?



Marcar apenas uma oval.

1    2    3    4    5

Nada                  Muito

3. O quão útil foram os filtros de dados abaixo para se obter uma comparação segmentada da questão das perdas nos municípios em questão?

Ano	Município			
2017	Americana	Atibaia	Campinas	Cordeirópolis
2020	Cosmópolis	Indaiatuba	Jundiaí	Limeira
	Louveira	Nova Odessa	Piracicaba	Salto

Marcar apenas uma oval.

1      2      3      4      5

Nada      Muito

4. O quão útil foi dispor de dois gráficos lado a lado, ambos com filtros de dados, na obtenção de conclusões satisfatórias acerca do que é buscado e exibido.



Marcar apenas uma oval.

1      2      3      4      5

Nada      Muito

5. Quanto à seguinte afirmação, forneça sua percepção: "Ao realizar análise integrada com mais de um filtro simultaneamente, pude obter resultados mais eficientes".

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Neutro
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

6. Quanto à navegação por essa seção da plataforma, qual foi o grau de dificuldade?

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Nenhum	<input type="radio"/>	Alto				

7. Quanto à seguinte afirmação, forneça sua percepção: "Ao filtrar quanto ao porte e à natureza jurídica, pude perceber o impacto dessas características nos índices de perdas de água".

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Neutro
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

8. Gostaria de fazer alguma sugestão ou comentário a respeito de qualquer aspecto relacionado à essa seção da plataforma?

---

---

---

---

---

---

Google Formulários

# Workshop de Perdas de Água - Atividade 3

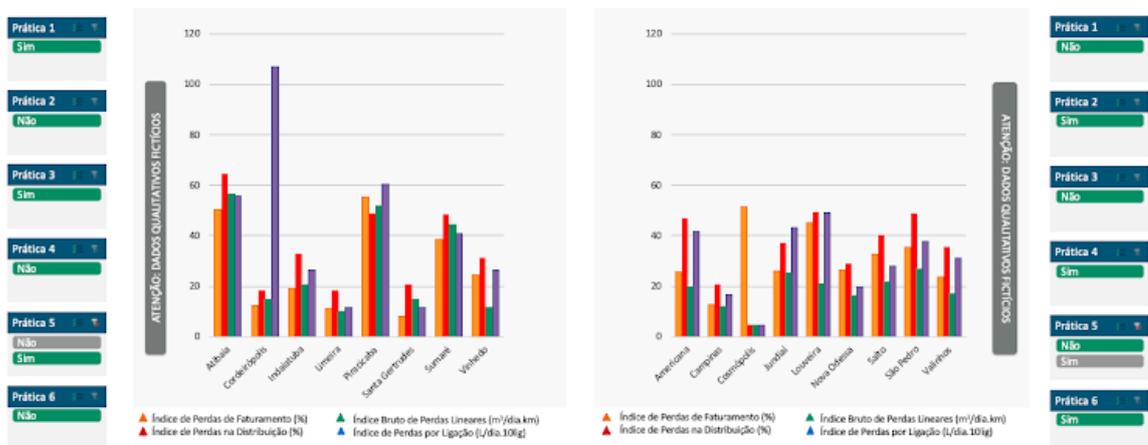
O objetivo da terceira atividade foi quantificar a adoção dos dados qualitativos que alimentam a Plataforma, notadamente das 54 práticas de combate às perdas de água reunidas na literatura científica e que estão divididas em oito macroprocessos. Também objetivou-se verificar a relação das práticas adotadas pelos municípios com seus índices de perdas.

\*Obrigatório

E-mail \*

---

1. O quão foi possível verificar a adoção das práticas e seus impactos nos índices de perdas através dos gráficos lado a lado e dos filtros de dados quanto à adoção ou não das mesmas?



Marcar apenas uma oval.

1      2      3      4      5

Nada      Muito

2. O quão importante você considera a utilização de dados reais quanto à adoção de práticas de combate às perdas fornecidos pelas prestadoras de serviço na análise de suas respectivas influências nos índices?

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Nada	<input type="radio"/>	Muito				

3. Com relação a frase a seguir, expresse sua percepção: "A disponibilização dos dados qualitativos torna o sistema de abastecimento mais transparente".

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Neutro
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

4. O quão os recursos visuais e dinâmicos da seção Práticas Adotadas permitiram ver a situação do município em questão?



Marcar apenas uma oval.

1      2      3      4      5

---

Nada      Muito

5. O quão importante foi para a sua análise de medidas a serem tomadas a comparação do município referido com os de características similares na adoção das práticas de controle de perdas?



Marcar apenas uma oval.

1      2      3      4      5

---

Nada      Muito

6. Quanto à navegação por essa seção da plataforma, qual foi o grau de dificuldade?

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Nenhum	<input type="radio"/>	Alto				

7. Gostaria de fazer alguma sugestão ou comentário a respeito de qualquer aspecto dessa seção da plataforma?

---

---

---

---

---

# Workshop de Perdas de Água - Atividade 4

O objetivo da quarta e última atividade foi realizar o cadastramento de novos dados na Plataforma, bem como verificar sua respectiva atualização.

**\*Obrigatório**

E-mail \*

---

1. O quão prático é o auto preenchimento dos dados de um município já cadastrado na plataforma no momento de inserir novas informações acerca do mesmo?

**PROCESSO 2**

Seleção	Campinas
Município	Campinas
Natureza Jurídica	Economia Mista
Porte	Grande
Ano	
P7	Sim
P8	Parcial
P9	Não
P10	Sim
P11	Não
P12	Sim
P13	Não
P14	Não
<b>Cadastrar!</b>	

Marcar apenas uma oval.

1    2    3    4    5

---

Nada                  Muito

2. Avalie a seguinte afirmação, relacionada ao cadastramento de novos dados: "Considero o tempo de processamento após clicar no botão "Cadastrar!" alto, poderia ser mais breve".

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Neutro
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

3. Avalie a seguinte afirmação, relacionada à atualização do novos dados cadastrados: "Considero o tempo de atualização após clicar em 'Atualizar Dados/Tudo' alto, poderia ser mais breve".

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Neutro
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

4. Avalie a seguinte afirmação, relacionada à atualização do novos dados cadastrados: "Após atualização dos dados, os mesmos constaram nas seções da plataforma".

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Neutro
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente



8. Gostaria de fazer alguma sugestão ou comentário a respeito de qualquer aspecto da plataforma?

---

---

---

---

---

---

Google Formulários

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS**  
**NÚCLEO DE PESQUISA E EXTENSÃO EM SUSTENTABILIDADE E SANEAMENTO**

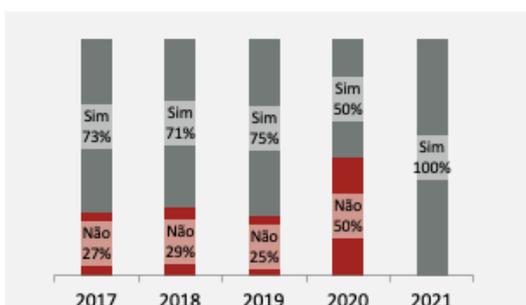
**PLATAFORMA DIGITAL DE BENCHMARKING**  
**MANUAL DO USUÁRIO**

Neste manual, você encontrará informações importantes sobre os conteúdos da plataforma digital de *benchmarking* desenvolvida com foco no controle de perdas em sistemas de abastecimento de água. Abaixo, uma série de informações fundamentais categorizadas. Quaisquer dúvidas ou problemas relativos à utilização da mesma, favor entrar em contato com o nosso grupo de pesquisa, conforme o disponibilizado ao final deste texto.

**SEÇÕES QUALITATIVAS - PRÁTICAS ADOTADAS**

Referem-se à seção qualitativa da plataforma e podem ser acessadas a partir do menu da barra lateral esquerda, clicando-se nos processos temáticos que organizam as práticas de mesma natureza.

**Prática 2: Existência de centro de telecontrole para controlar as pressões na rede**



**ATENÇÃO: DADOS QUALITATIVOS FICTÍCIOS**

Os números e nomes de uma determinada prática de combate às perdas de água são exibidos no seu respectivo gráfico. Cada prática possui apenas um gráfico qualitativo com seus resultados separados por ano e pertence a um determinado processo (ex: Processo 1 - Gerenciamento de Pressão).

A adoção da prática sempre aparecerá com a legenda "Sim" no gráfico, ao contrário de sua não adoção, cuja legenda constará como "Não". Ainda há, para algumas práticas, a possibilidade de legenda "Parcial", representando sua adoção parcial pelas prestadoras.



Os filtros de dados (*slicers*) permitem ao usuário realizar comparações segundo o que se deseja, alterando automaticamente os gráficos ao serem clicados, os quais passam a mostrar a porcentagem de adoção das

práticas dentre as prestadoras que se enquadram nas informações filtradas, não mais no total.

Um dos filtros é o porte dos municípios. Foram considerados de porte pequeno os municípios de população até 25 mil habitantes. De 25 a 100 mil, porte médio. A partir de 100 mil habitantes, porte grande.



É importante atentar-se aos símbolos exibidos na parte superior dos filtros de dados (podendo-se aplicar um zoom para tal, se necessário). O símbolo ao lado significa que foram feitas seleções múltiplas em filtros diferentes, o que é possível de ser realizado a critério do usuário.



Analogamente, o símbolo ao lado significa que não há aplicação de filtros, o que pode ser feito e desfeito a qualquer momento pelo usuário, segundo o que se quer analisar. Para que um ou mais filtros de dados sejam cancelados, é necessário que se clique nos símbolos com um "x" vermelho, como apresenta, por exemplo, a imagem do parágrafo anterior.

É importante salientar que os dados qualitativos utilizados nessa seção do projeto são fictícios, mas semelhantes em termos de frequência com os dados reais, dos quais o grupo de pesquisa dispõe através da pesquisa de SANTI (2018), mas cuja divulgação não foi formalmente autorizada pelas prestadoras. Muito embora a prática de *benchmarking* (compartilhamento de dados visando à identificação e eventual adoção das melhores práticas) tenha uso consolidado em muitas organizações no Brasil e no mundo, sabe-se que no setor de saneamento do país ela não é devidamente incentivada, podendo haver, portanto, receio por parte de algumas prestadoras em disponibilizar suas práticas publicamente.

No entanto, esta plataforma em si, produto do mestrado de MARQUES, L.O.A. e da iniciação científica de SÁ, M. O. M., financiada pelo Governo Federal através da CAPES e

---

do CNPq, tem por objetivo justamente incentivar o compartilhamento de dados entre as prestadoras. Logo, permite ao usuário inserir dados mais recentes através dos formulários e a atualização é automática; para uma melhor visualização de como ficariam dados de outros anos inseridos na plataforma, utilizou-se, em alguns processos, dados fantasia para alguns municípios referentes a anos posteriores.

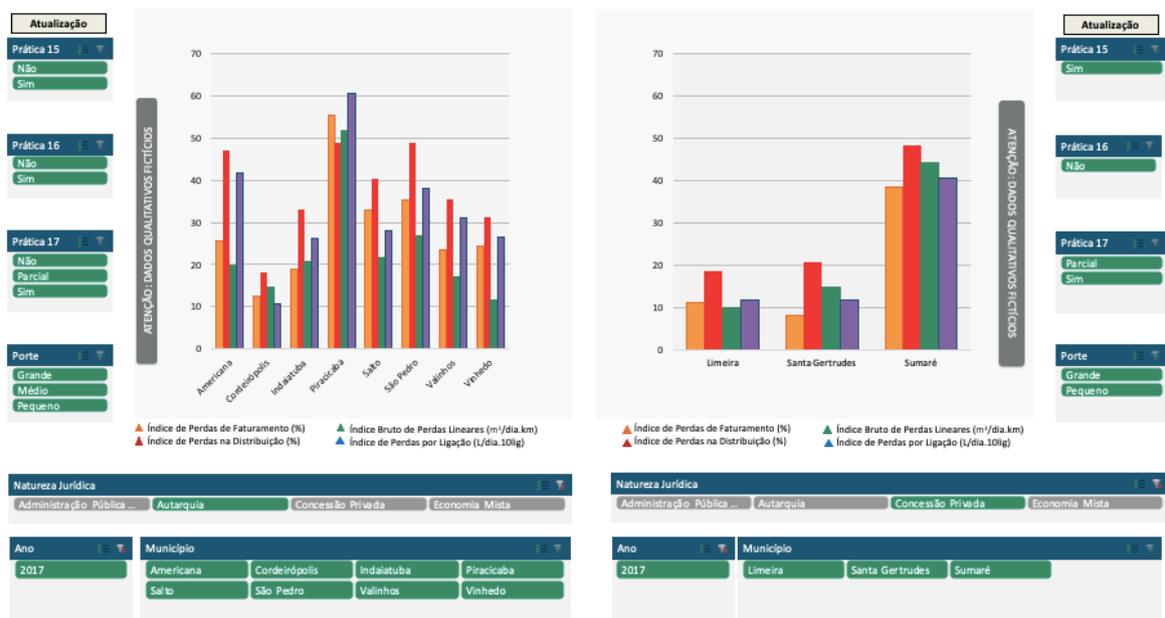
Por vezes, ao se clicar para filtrar os dados por práticas nessas seções, os gráficos podem apresentar a cor verde quando eles forem 100% sim ou 100% não para alguma prática, o que constitui limitação operacional da ferramenta. Os rótulos de dados, no entanto, não se alteram. Por isso, sugere-se, nesses casos, atentar-se a eles e ao demais filtros de práticas, não somente às cores dos gráficos.

## **SEÇÕES DE ANÁLISE INTEGRADA - INDICADORES DE DESEMPENHO**

Nessa seção da plataforma, que integra dados qualitativos e quantitativos, são exibidos gráficos com os 4 indicadores de desempenho utilizados atualmente pelo Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) para quantificar as perdas de água em sistemas de abastecimento. Abaixo de cada um deles, estão indicadas quais cores se referem a quais indicadores, bem como suas respectivas unidades de medida. Os dados exibidos quando nenhum filtro temporal é aplicado representam sempre a média de cada município cadastrado. Para se observar dados referentes a anos distintos, sugere-se sempre aplicar filtros de dados segundo o ano que se deseja analisar.

Foram utilizados dados reais de perdas de água, advindos do SNIS 2019 (Ano Base: 2017). Porém, nessa seção o número de municípios das bacias PCJ é limitado a 17 municípios, pois optou-se por utilizar somente aqueles que possuíam os 4 indicadores disponibilizados pelo SNIS 2019. Há a possibilidade de se cadastrar dados retroativamente por alguns anos, até o ano limite de 2035, prazo final para o qual o Plano de Bacias atual dessa localidade foi elaborado.

Note que, para cada processo, há 2 gráficos exibidos. Isso ocorre para que o usuário de uma prestadora ou mesmo do comitê de bacias possa comparar os 4 diferentes tipos de perdas segundo as características dos municípios ou tipo de municípios escolhidos. Assim, os eixos verticais de ambos os gráficos foram fixados em uma escala constante:



Os filtros de dados em torno dos gráficos têm a função de integrar os índices de perdas exibidos (aspectos quantitativos) com informações sobre o município e a prestadora de serviço, as quais incluem a adoção das práticas de combate às perdas de água (as quais não representam a real adoção, são valores fantasia, justificando os avisos ao lado dos gráficos). Assim, pode-se realizar uma análise integrada e comparativa de ambos os aspectos. Nos gráficos da imagem acima, por exemplo, foram selecionados à esquerda apenas os municípios cuja prestadora é uma autarquia e comparou-se com o gráfico à direita, no qual foram filtrados os municípios cujas prestadoras são empresas privadas. Esse exemplo não necessariamente é representativo; como a plataforma é uma ferramenta de apoio a tomadas de decisão, cabe ao usuário definir os critérios que fazem mais sentido de serem comparados para um determinado contexto. Munido da plataforma, a possibilidade ele possuirá.

Note-se os sinais do lado superior dos filtros exibem que eles estão aplicados e de qual maneira, segundo a explicação da seção anterior (práticas adotadas). Como se tratam de gráficos para comparar diferentes classes de município de um mesmo processo em termos de seus indicadores de perdas, o que definirá essas diferenças são os próprios filtros aplicados: se todos forem desaplicados, os gráficos voltarão a ficar iguais lado a

---

lado. No caso desta versão da plataforma, foram aplicados, aleatoriamente, alguns filtros para fins de exemplificação; os mesmos podem ser alterados a critério do usuário a qualquer momento.

## CADASTRAMENTO DE NOVOS USUÁRIOS

O cadastro de práticas e mais recentes e, portanto, atualizadas é possível na plataforma, através do botão de cadastramento contido na seção Início da plataforma:



O mesmo redirecionará o usuário para o ambiente dos formulários, os quais são separados por processos e aparecerão inicialmente em branco. Uma vez selecionado o município, seus dados mais recentes se preencherão automaticamente no formulário, com exceção do ano. Cabe ao usuário incluir o período referente às práticas adotadas e modificá-las em seus campos. Se o preenchimento automático não ocorrer, significa que não há dados anteriores para esse município das bacias PCJ e, logo, terão de ser inseridos manualmente. Após isso, clicando-se no botão "Cadastrar!" (figura abaixo), os novos dados irão automaticamente para o banco de dados da seção qualitativa da plataforma.

PROCESSO 1	
Seleção	São Pedro
Município	São Pedro
Natureza Jurídica	Autarquia
Porte	Pequeno
Ano	
P1	Não
P2	Sim
P3	Não
P4	Sim
P5	Não
P6	Sim
Cadastrar!	

---

Para a efetiva atualização dos gráficos e filtros de dados de todos os processos dessa seção é necessário que o usuário clique em qualquer botão "Atualizar" presente nas seções qualitativas e de análise integrada.

Analogamente podem ser feitas as atualizações dos 4 indicadores de perdas contidos na plataforma, cujo formulário localiza-se à direita do último formulário qualitativo (Processo 8).

É extremamente recomendável atentar-se às unidades de medida que constam no formulário ao inserir os indicadores. De todas elas, a única que se diferencia minimamente da utilizada oficialmente pelo SNIS é a do indicador IN051 que, por motivos de adequação aos gráficos que exibem as 4 práticas conjuntamente, foi alterada de "L/dia.ligação" para "L/dia.10ligações".

Observou-se que, devido ao tamanho do banco de dados, essa atualização pode levar alguns segundos (dependendo da velocidade de processamento do computador), em média 10. Recomenda-se esperar após essa atualização sem clicar em nada. Como a atualização da plataforma é algo a previsto para ser feito a cada um ano, esse tempo maior de atualização não representa menor dinamismo ou praticidade para a mesma, pois seu manuseio nas áreas de análise não é prejudicado.

## **SEÇÃO DE ANÁLISE QUANTITATIVA**

Refere-se à seção de comparação de indicadores de perdas da plataforma sem envolver as práticas de combate às mesmas, a qual pode ser acessada a partir do menu da barra lateral esquerda, clicando-se no botão localizado no extremo inferior, próximo ao símbolo da USP.

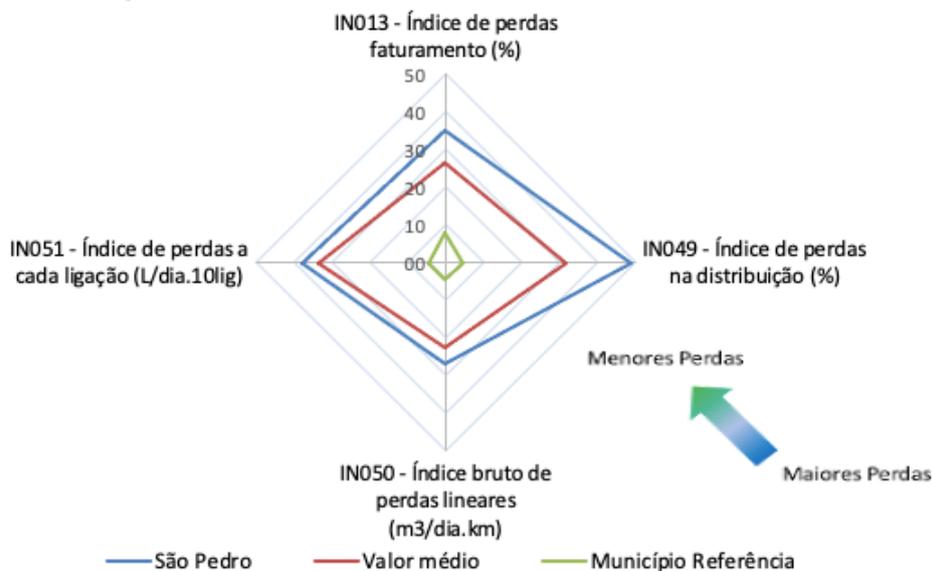
Nesse ambiente constam um gráfico de radar e tabelas dinâmicas, os quais exibem, a partir de uma barra de seleção de município disponível para o usuário, o número exato dos 4 indicadores de perdas do SNIS para o mesmo no ano selecionado. Além disso, esses indicadores são comparados na tabela e no gráfico com duas outras categorias de valores: uma delas referente à média dos indicadores de todos os municípios da bacia no último ano e outro referente ao *benchmark* da bacia, ou seja, o município referência segundo seus índices no último ano:

Município **São Pedro**

Ano Base **2017**

Porte **Pequeno**

### Análise comparativa



Indicadores	São Pedro	Valor médio	Município Referência
IN013 - Índice de perdas faturamento (%)	35,3	26,6	8,1
IN049 - Índice de perdas na distribuição (%)	48,8	31,7	4,8
IN050 - Índice bruto de perdas lineares (m3/dia.km)	26,7	22,3	4,4
IN051 - Índice de perdas a cada ligação (L/dia.10lig)	37,9	33,5	4,5

Classificação Perdas de Água Segundo Plano de Bacias PCJ 2020-2035

- Ruim (>40%)
- Regular (25%-40%)
- Bom (<25%)

Essa comparação permite que um diagnóstico quantitativo seja feito pelos municípios, podendo atentar-se para os portes dos mesmos, bem como o ano de referência, possibilitando-se a prática do *benchmarking*, a qual levará a uma investigação, por meio das outras seções da plataforma, das melhores práticas de combate às perdas que vêm sendo adotadas por municípios de características semelhantes.

Também pode-se verificar se o município possui índices de perdas de faturamento e de distribuição maiores ou menores que a média das bacias PCJ para o ano selecionado, que a média nacional (a qual, atualmente, é em torno de 40% para ambos) e que a meta do Plano de Bacias PCJ até 2035 (25%). Bandeira vermelha nesta tabela significa situação crítica (perdas acima do parâmetro) e bandeira verde significa situação satisfatória (perdas abaixo do parâmetro):

Indicadores	São Pedro	Média PCI	Média Nacional (40%)	Meta PCI 2035 (35%)
IN013 - Índice de perdas faturamento (%)	35,3			
IN049 - Índice de perdas na distribuição (%)	48,8			

Essa seção da plataforma, assim como a de cadastramento de novos dados, não permite redirecionamento para qualquer outra a partir da mesma, devendo ser clicado o botão “Início” para que o usuário retorne ao ambiente inicial e, então, possa voltar a navegar pela plataforma.

## COMPATIBILIDADE DA FERRAMENTA



A Plataforma Digital de Controle de Perdas foi testada em diferentes versões do software que a hospeda e é compatível com todas as mais atuais. Também foi testada em diferentes sistemas operacionais (*Windows* e *MacOS*, apresentando um bom desempenho em ambas). No entanto, a



transferência de um arquivo de um para outro pode corromper levemente o seu *layout* e, até mesmo, a inclusão de novos dados via formulários, por isso recomenda-se que se utilize apenas um Sistema Operacional Padrão. Por ser



mais comumente utilizado e ser mais adequado para o *Microsoft Excel*, recomenda-se a utilização em computadores que tenham *Windows* como Sistema Operacional.

É importante salientar que, em alguns casos (dependendo da velocidade do processador), pode ocorrer alguns segundos de *delay* na atualização dos gráficos ao se aplicar filtro(s) de dados. Nos testes, o *delay* foram comumente de 2 segundos, mas podem chegar a até 10 segundos dependendo do(s) filtro(s) selecionado(s) e do processador utilizado. Isso se dá devido à grande quantidade de dados na plataforma e ao tempo de execução das macros. Se ocorrer, não é sugerido clicar em nada, tampouco fechar a plataforma enquanto ela carrega, para não travar a mesma. Computadores com maiores desempenhos operacionais acabarão tendo menores chances de apresentarem problemas do tipo.

---

Esta plataforma não exige qualquer tipo de conexão à internet para ser acessada e manuseada. Uma vez no computador do usuário, pode ser livremente utilizada, permitindo suas análises.

## **CONTATO**

**Equipe:** Prof. Dr. Tadeu Fabricio Malheiros (Departamento de Hidráulica e Saneamento - Escola de Engenharia de São Carlos – USP)

E-mail: [tmalheiros@usp.br](mailto:tmalheiros@usp.br)

Luis Otávio do Amaral Marques (Engenheiro Civil e Mestrando em Engenharia Hidráulica e Saneamento - Escola de Engenharia de São Carlos - USP)

E-mail: [luis.otavio.marques@usp.br](mailto:luis.otavio.marques@usp.br)

Marcelo Otani Marques de Sá (Graduando em Engenharia Elétrica - Escola de Engenharia de São Carlos - USP)

E-mail: [marcelo.otani@usp.br](mailto:marcelo.otani@usp.br)

# Benchmarking as a management tool to reduce non-revenue water

Luis Otavio do Amaral Marques<sup>I</sup>

Rafael Santos Carvalho<sup>II</sup>

Marcelo Otani Marques de Sa<sup>III</sup>

Tadeu Fabrício Malheiros<sup>IV</sup>

<sup>I</sup> São Carlos School of Engineering, University of São Paulo, São Carlos SP, Brazil.

<sup>II</sup> São Carlos School of Engineering, University of São Paulo, São Carlos SP, Brazil.

<sup>III</sup> São Carlos School of Engineering, University of São Paulo, São Carlos SP, Brazil.

<sup>IV</sup> São Carlos School of Engineering, University of São Paulo, São Carlos SP, Brazil.

**Abstract:** In concerns of non-revenue water in water supply systems, the benefits arising from the reduction of their indexes directly impact social, economic and environmental spheres, including the expansion of access to clean water. Benchmarking is a management tool already adopted by some countries in this context, aiming to reduce the amount of non-revenue water. The present study aimed to gather information about the application models of this tool, as well as to compare the performance with other countries in which it is also not applied. It was observed that the ideal benchmarking structuring model capable of minimizing these indexes includes less than annual application frequency, partial regulation, absence of confidentiality, gratuity, open and restricted reports to service providers and mean interactivity of the results release. It was also concluded that the countries where benchmarking is practiced have better performances regarding lower levels of non-revenue water.

**Keywords:** *water supply system; non-revenue water; performance improvement; benchmarking.*

**How to cite:** MARQUES, L. O. A.; CARVALHO, R. S., SA, M. O. M., MALHEIROS, T. F. Benchmarking as a management tool to reduce non-revenue water. *Ambiente & Sociedade*. São Paulo, v. 24, p. n-nx, 2021.

**DOI:** preenchido pela revista

## **1. Introduction**

Being one of the core topics of the United Nations' Sustainable Development Goals (SDG), nowadays drinking water is recognized worldwide as an essential resource, however vulnerable, limited and increasingly scarce, a situation which is impaired by factors such as increase in demand, pollution of water sources and increasingly severe climate changes (GOONETILLEKE & VITHANAGE, 2017; BEZERRA, PERTEL & MACÊDO, 2019). For McDonald et al. (2014) such a scenario is also the result of strong global urbanization movement without the necessary planning, related to water availability in the surroundings of cities to supply water to the populations, as well as to the management of residues produced by such cities.

According to Jacobi, Empinotti & Schmidt (2016), in 2016 over a billion people did not count on proper access to drinking water and forecast in the short run is that hydric stress will affect over 40% of the world population, an estimate that illustrates the dimensions of current and future problems related to access to quality water and the management of existing public [water] supplies.

In this sense, within the context of water supply systems, non-revenue water represents one of the main challenges faced and is among the supply systems key efficiency indicators. Integrated management and control of losses shall always be part of the agenda of efforts of providers and management entities (SOBRINHO & BORJA, 2016).

However, in spite of consensus about their importance, average indexed losses in many countries, as well as other sanitation indexes, show severe disparity, and there are places such as Denmark and the Netherlands where the percentages of losses are under 10% (LIEMBERGER & WYATT, 2018) and countries like Brazil, where such indexes are close to 40% (ITB, 2018).

For Kusterko et al. (2018), the reduction of such losses is part of a context strongly related to strategic planning and decision-making on the part of those responsible for sanitation, being an extremely important factor for providers' sustainability and competitiveness and, therefore, for the improvement in the provision of services, representing benefit in various segments: energy, economic, sociocultural and technological segments. Thus, the need to invest not only in the conception of new efficient technologies, but also in addressing efforts for the development and improvement of mechanisms to apply such technologies and the management of sanitation, in its different areas, is clear.

Benchmarking is a process already adopted in some locations in this context and is set up as the sharing of practices among companies and

institutions, the performance indexes of which are in a superior level, for a possible adoption with adjustments by those companies having lower performance indexes, being thus considered an interesting improvement and management tool (PETENATE, 2019).

Hence, so as to improve the knowledge about the application of benchmarking to sanitation systems, the purpose of this essay is to gather information about the application of such practice by those entities in charge of sanitation services and make an analysis of its relation to the performance referring to control of losses in water supply systems.

## **2. Non-revenue water and Benchmarking**

According to Cardoso (2002), performance indicators are important management instruments, capable of providing an objective view of the procedures involved in a certain process, being used to obtain overviews and increase efficiency. As related to the provision of public water supply services there is a significant number of quali-quantitative indicators capable of evaluating the operation. Currently, one of such indicators receiving large attention is that of physical non-revenue water, closely related to hydric balance.

Hydric balance is one of the tools used to quantify the performance of a water supply system. As from the collection process, including the treatment phase, to its effective distribution, water has one part the consumption of which may be authorized, and another part constituted by non-revenue water corresponding to the difference between the initial volume and the authorized volume, whether measured or estimated (ITB, 2018).

According to the International Water Association (IWA), the international entity in charge of helping several countries to manage their hydric resources, non-revenue water in the supply system may be of actual (physical) losses, or apparent losses (turnover losses). The volume of water lost due to leakage, as from the collection up until the distribution, and due to procedures having an excessive consumption of such resource, such as filter washing, constitute physical water losses (ABES, 2015). When dealing with issues related to fraud or illegal systems and measurement issues, those are defined as turnover losses, being directly incumbent to service providers (SILVA et al., 1998).

We know that a water distribution network without losses is not something technically and economically feasible, as part of the losses are due to the very technical limitations of the systems (unavoidable losses) but concentrating efforts so that there is a limited volume of loss is a possible and beneficial task for society as a whole (ITB, 2018).

Figure 1 illustrates the determination of the economic level of physical losses for a drinking water supply system, generally defined as being of 15% (ITB, 2018). Several countries are still far from achieving such economic level of non-revenue water, showing the need of measures, especially management measures (SANTI, 2018), that tackle such problem.

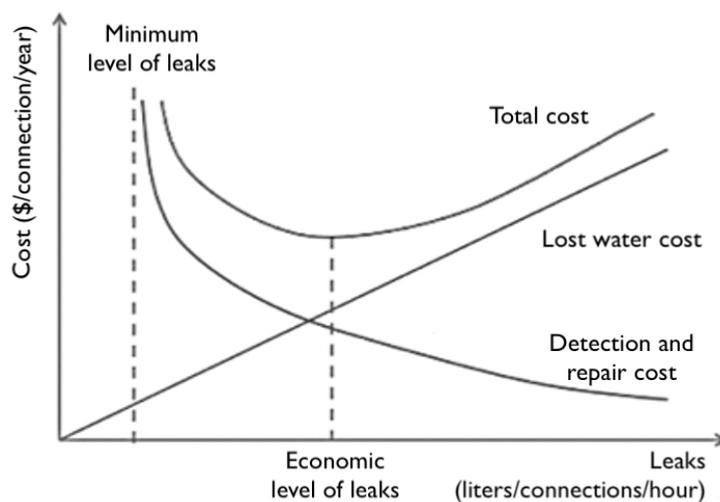
In that respect, the sharing of information among the service providing companies is considered an important tool to improve performance. Moreover, this process is already applied worldwide in other types of entities, being designated as benchmarking (PETENATE, 2019).

Benchmarking is a tool the focus of which is to increase the performance of a certain company, by comparing it to a reference model. It was first applied in Japan in the seventies but achieved worldwide importance due to the increasing and constant need of entities to become more competitive, with optimized processes, in face of the increase in competition (CARPINETTI, 2016).

However, benchmarking does not consist in the “copying and pasting” of a model, once each entity exercises different functions in different intensities and manners, it being necessary to adjust the practice applied in different environments, thus constituting a learning process rather than plagiarism, what would remove any legitimacy from the entities.

In addition, it is worth highlighting that the adoption of such practice is based on the principle that there is no company having the best performance rates in all aspects; therefore, its adoption consists in a beneficial process for all those participating, in which collaborators may share information with a view to improving performance (ALEGRE, 1994).

**Figure 1 – Costs related to the number of leaks.**



Source: ITB, 2018.

In the water supply area, there are many studies that give scientific support to positive results of benchmarking as an important tool to make decisions and increase productivity and quality, as those performed by McCormack (2005) and Köelbl (2008).

Therefore, the application of such tool in the sector allows the comparison of management and infrastructure aspects, such as processes adopted and the observation of impacts of strategical decisions in improvements, in addition to simulating competitive environments, identifying and measuring inefficiencies (SEPPÄLÄ, 2015; ROMERO and FERRO, 2008). Its use is seen in several countries for such purpose; in some of them benchmarking is, moreover, mandatory and regulated by federal governments.

### **3. Methodology**

This article is a gathering of information by collecting and analyzing different models of application of benchmarking as a tool to improve the performance of water supply systems on international level.

The locations were chosen based on highlighted items mentioned by Cabrera (2014) in his book *Benchmarking Water Services: Guiding Water Utilities to Excellence*. The structuring of benchmarking application required more detailed searches, in scientific platforms as well as in the very web pages of each local institution in charge of the tool practice in the area.

To do so, qualitative aspects related to the implementation of the practice in each location were defined, so that at the end it was possible to obtain a model in which non-revenue water is minimized and its application may be directed in location where it is not applied yet, adapting the tool, naturally, to the circumstances of the country.

Such aspects are: frequency of use of the exercise (that may be annual or less frequent), regulation (mandatory participation due to legislation in effect or voluntary participation), decade in which the activities started, confidentiality as related to the name of each water supply service provider in the final products (absent or total), costs (gratuity, billing or partial gratuity) final product (reports that may be public and/or private, private digital platforms), interactivity of the final product with the user (high, average or low).

Finally, the average annual indexes of physical losses of water of all countries in the world are compared after having been divided among reference locations in the use of benchmarking (in this study) and all others.

#### ***4. Systematic Application of Benchmarking***

##### ***4.1. The Netherlands***

The Netherlands are pioneers in the use of benchmarking in this area worldwide. Its first application was carried out in the eighties, as internal comparison of practices of different companies, and the results were confidential to those participating. In the nineties there was the first practice of benchmarking of public domain, with voluntary participation of service providers. In 2012, a federal law made the practice of benchmarking by service providers mandatory. Until present days, 35% of improvement in efficiency of the companies was observed, thus justifying the importance given by the public sector to related practices (GOEDE, 2016). "I can only conclude that benchmarking works!", stated the Dutch prime minister of Housing, Urban Planning and Environment in her speech to the International Water Association (CRAMER, 2007).

In the Netherlands, the benchmarking applied to supply water is published by the Association of Dutch Water Companies (Vereniging van drinkwaterbedrijven in Nedelan - VEWIN) in the form of reports of federal coverage each two or three years. In such documents, which values refer to which companies are explicit. There are also private comparative reports, sent to each one of the ten water service providers in the country, with more detailed information and specifying the position of a company in relation to

the other companies, whose names are not specified in such documents (BLOKLAND, 2010). The public reports are also available as an interactive version in the web page of the Water Companies Union (WAVES).

#### **4.2. Germany**

In this country, benchmarking has been present for almost 20 years and in over 800 public and private providers (RÖDL, 2020), being characterized by the guarantee of anonymity and safety of the data supplied and by voluntary participation on the part of service providers, present in most studies in view of potential improvement of services. There is support and incentive from the government for its realization.

The structuring of benchmarking is made through state reports in which there are indicators that may vary according to the state, but always divided into five areas: economic efficiency, supply quality, reliability of supply, customer service and sustainability. Such documents are issued annually and are made available online, as a public report. There is always an understanding in such reports that the results of each indicator are in state level (VEWSAAR, 2017).

#### **4.3. Portugal**

Benchmarking in sanitation area in Portugal is made with the mandatory participation of all service provider companies in the country, once the reports are part of public policies of improvement of sanitary services adopted by the country government. The use of indicators that evaluate the water distribution system dates back to the end of the nineties. (ALEGRE and COELHO, 1997).

In 2005, the Water and Residue Regulatory Institute (Instituto Regulador de Águas e Resíduos - IRAR) considered as necessary the regulated yearly publication of the reports with a sanitary panorama in the country. In one of them there is a chapter designated as “Evaluation and benchmarking of the quality of service provided to customers”, in which we can note that the incorporation of this tool through the comparison of indicators of service providers is made in an explicit manner, without confidentiality. We also note that for each indicator there is a comparison of the weighted average of such indicator with the results of the previous years, showing the evolution of the service in the country as a whole.

The data that constitute such reports are also made available to the public on the web page of the Water and Residue Services Regulatory Entity (Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos - ERSAR) as an

electronic spreadsheet (Microsoft Excel), that may be used to analyze various types of various agents (ERSAR, 2020). However, we can note that the number of indicators is low in comparison with that of other countries where the participation is optional.

#### **4.4. Austria**

The Austrian Association for Gas and Water (Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach - ÖVGW) has conducted since 2002 benchmarking projects in the water supply area. The results of the pilot project dated 2004 were published in two types of report: a public one and an individual one for each participating company (NEUNTEUFEL et. al, 2004). The data provided is confidential and may be used in researches by the Vienna University of Natural Resources and Nature Sciences and the Graz Technical University, partners in the Project. The participation is voluntary and with the payment of a fee, the minimum value of which is of 1950 Euros.

The frequency of projects is not defined. Until this date, only five projects have been made, in the years of 2002, 2004, 2007, 2012 and 2015. The reports are made based on two important aspects: confidentiality and transparency. In such reports, the amounts discriminated by the company are not explicit, only a general statistic view of the participants, as well as comparisons with the average values of external projects of sanitary benchmarking, such as that of the State of Bayern (Germany) and EBC Foundation (Europe).

#### **4.5. Denmark**

The Danish Water and Wastewater Association (DANVA) has a program designated as "DANVA Benchmarking", of voluntary participation and that has started with a pilot study in 2001, involving some sanitation companies. The results were confidential until the year of 2004, as from then a public report has been made available yearly. Also, in this year the data collection processes, and the provision of compared data were made fully available online, through an access platform restricted to the participating institutions. The entry of data may be made at any time and the indicators are updated simultaneously, thus making it a dynamic platform. The yearly public reports have not been discontinued and are still made available.

As from 2008 and 2010, respectively, the sharing of data about economic efficiency and performance related to environmental parameters with public sectors that regulate sanitation have become mandatory as required by law, in actions designated as "TOTEX Benchmarking" and "Performance Benchmarking". The "DANVA Benchmarking" program has

continued to exist, addressing various other aspects of the area. Participation in this program has continued to be voluntary, by paying a yearly fee of 1500 Euros (DANVA, 2020).

#### **4.6. Canada**

The benchmarking model applied to the sanitation area in this country is part of the National Water and Wastewater Benchmarking Initiative (NWWBI), the activities of which have started in 1998 and, since then, has increased in participation of service providers reaching over 50 participating companies, responsible for the water supply of over 70% of the Canadian population. It is the initiative of an American private engineering company (AECOM) and it is not free of charge (AECOM, 2018).

A digital platform yearly updated with financial and operational indicators of the service providers is used, which are verified by field visitation. Participation is voluntary and the information provided is commercially confidential, thus restricting the access to the active platform to the participating members, who are also provided with private reports detailing their performance as compared to that of the other members. There are some public reports available at the NWWBI site, referring to random years, without following a publication frequency. It is known that there are also yearly workshops organized by this same institution, in which the participants may discuss directives and results of benchmarking in the country's sanitation area (NWWBI, 2013).

#### **4.7. United States of America**

The American Water Works Association (AWWA) acknowledges the importance of benchmarking in sanitation area and, therefore, it has a program in which performance indicators are compared to those of the participating institutions, so as to identify the areas which may be improved. Participation is through a survey that collects data from the participating institutions yearly, which are later provided with a free report about the performance of each institution as compared to the area average.

Access to more detailed information, with historical values of each indicator may be acquired by purchasing the yearly benchmarking report in sanitation. Those participating in the survey in a certain year are entitled to a discount to purchase the report, having to pay an amount of 399 US Dollars. For 570 US Dollars, any natural or corporate person may have access to the report, in which the names of the participating companies together with their performance indicators are kept confidential (AWWA, 2020).

#### **4.6. European Benchmarking Cooperation Foundation**

The European Benchmarking Cooperation Foundation (EBC Foundation) is a self-styled nonprofit institution, that establishes the use of benchmarking in the sanitation area in predominantly European countries by offering its Benchmarking Program.

This program consists in the provision of exclusive reports in which there is a comparison of [the company's] performance to that of the other participating institutions, without clarifying which data refer to which companies, but only [clarifying] that of the company receiving the report. There is also a public report that is made available yearly, with general indicators.

Moreover, access to a benchmarking online platform is offered to the participating institutions, with the same confidentiality criteria as that of the written reports provided to the companies. In this platform there are water service indicators that may be accessed and the exportation of historical data and browsing in such platform is considered easy and stimulating. (EBC, 2020).

So as to access the services mentioned above, the participating companies have to execute an agreement with EBC, in which they undertake to pay for the service chosen.

#### **5. Comparison of Qualitative and Quantitative Aspects**

Table 1 shows a comparative summary of the qualitative aspects referring to the benchmarking application models to water supply systems adopted by the locations mentioned above, reference in terms of adoption of such practice to improve performance in the area. The average physical losses of water in such systems for the year of 2018 can also be observed.

**Table 1 – Comparison of benchmarking models applied in selected locations.**

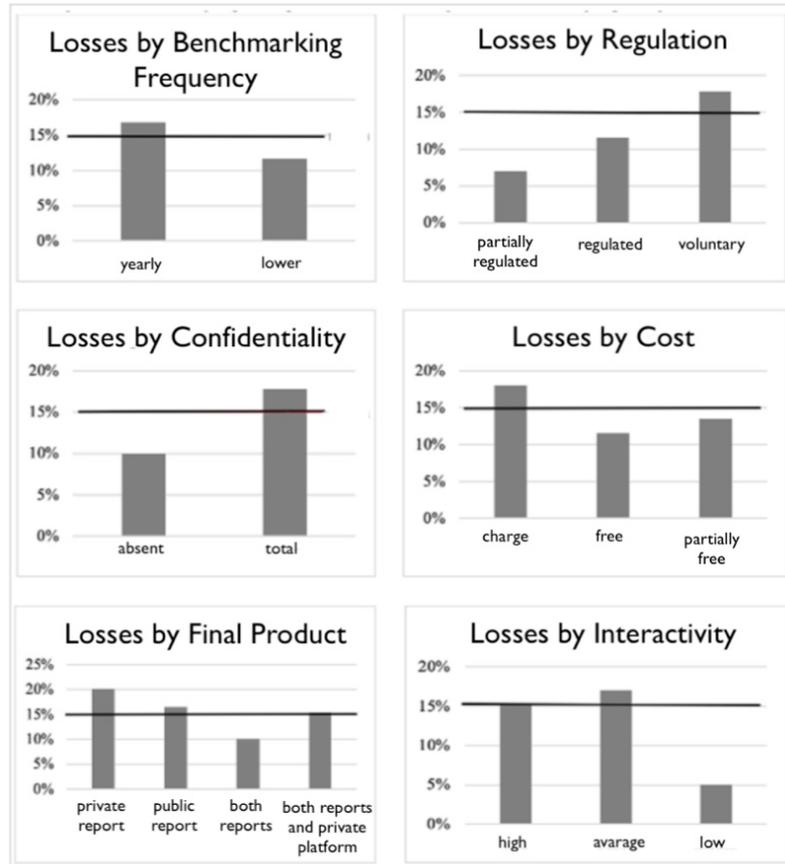
<i>Location</i>	<i>Frequency</i>	<i>Regulation</i>	<i>Start of activities</i>	<i>Confidentiality</i>	<i>Costs</i>	<i>Final Product</i>	<i>Interactivity</i>	<i>Non-revenue water</i>
<b>The Netherlands</b>	Lower	Regulated	1980's	Absent	Free	Public and private reports	Average	<b>5%</b>
<b>Denmark</b>	Yearly	Partially regulated	2000's	Absent	Partially free	Public and private reports and private digital platform	High	<b>7%</b>
<b>Germany</b>	Yearly	Voluntary	2000's	Total	*	Public report	Low	<b>15%</b>
<b>Austria</b>	Lower	Voluntary	2000's	Total	Charge	Public and private reports	Low	<b>15%</b>
<b>Canada</b>	Lower	Voluntary	1990's	Total	Charge	Public and private reports and private digital platform	High	<b>15%</b>
<b>Portugal</b>	Yearly	Regulated	1990's	Absent	Free	Public report	Low	<b>18%</b>
<b>USA</b>	Yearly	Voluntary	*	Total	Partially free	Private report	Low	<b>20%</b>
<b>EBC Foundation</b>	Yearly	Voluntary	2000's	Total	Charge	Public and private reports and private digital platform	High	<b>24%</b>
<b>average</b>								<b>15%</b>

Source: Own elaboration, 2021.

\*: no data.

Figure 2 was prepared with a view to obtaining an ideal model to structure the qualitative aspects of the application of benchmarking in water supply systems, based on the lower losses of the countries in Table 1.

### ***Water losses according to the qualitative aspects.***



Source: Own elaboration, 2021.

According to the charts in Figure 2, the models showing the best performance in minimizing non-revenue water include frequency in applying such tool lower than once a year, partial regulation, no confidentiality, free of charge, public and private reports to the service providers and average interactivity as related to showing practical results.

However, it is important to mention that, although those are prominent locations in terms of use of this tool in water supply systems, the sample space is still low to be able to infer that a structuring in these models is in fact the ideal to be pursued. Also due to the fact that each location has its own characteristics, laws and circumstances, which inevitably interfere in the process.

Nevertheless, as benchmarking refers to the adoption of external practices that were successful and the respective adaptation to the reality of those who are implementing it, the structure mentioned above still represents a guiding mechanism for a location which is planning to apply the

tool so as to improve performance, especially as related to non-revenue water in supply systems.

### ***6. Influence of Adopting Benchmarking in Indexed Losses***

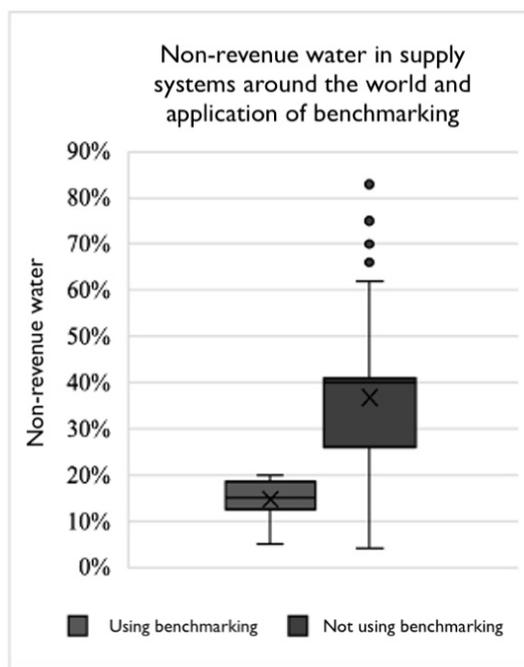
It can be observed that the average percentage of non-revenue water taking into consideration the locations in Table 1 is of exactly 15%, a value considered by the International Water Association (IWA) as economic for such index, taking into account the costs to detect and repair losses and the non-revenue water itself.

It should be highlighted that developed countries have better conditions to address the loss issue, as they have more resources and that is the case of most countries in the locations mentioned in Table 1.

However, it should be mentioned that the adoption of benchmarking as a tool to improve performance, not only as related to non-revenue water, contributes for those results to be optimized as they are nowadays, in addition to providing many of such locations with more transparency in the water supply service to its population.

Figure 3 shows the contribution of benchmarking as a tool to improve performance as related to physical losses of water, so far as it compares the average values of loss for 223 countries worldwide in the year of 2018, according to data gathered by Liemberger and Wyatt (2018).

**Figure 3 – International comparison of water losses highlighting the use of benchmarking as a performance improvement tool in 2018.**



Source: Liemberger and Wyatt (2018).

## 7. Brazilian Scenario and Perspectives

Brazil lacks concrete and accessible initiatives that stimulate benchmarking with the country's service providers, once there are no free platforms or reports developed by the regulatory entities, in which to see the practice, although such practice has been emphasized in researches applied to this area (CETRULO, 2019).

In the academic context, there are studies involving benchmarking techniques in the analysis of characteristics of the sanitation area in the country, such as that of Santi (2018), in which, through the application of such techniques, the performance of sanitation companies with reference to non-revenue water was evaluated. Coelho (2004) used benchmarking to analyze the relation between efficiency of the sanitation providers' registration systems and its respective non-revenue water indexes. Guimarães (2013) analyzed the different regulatory approaches applied to the tariff reviews over benchmarking indicators within the Brazilian context, more specifically in the state of São Paulo.

In practical terms, we may mention the National Sanitary Quality Prize (Prêmio Nacional de Qualidade em Saneamento - PNQS), established in 1997 by the Brazilian Association of Sanitary Engineering (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária - ABES) to be awarded every year to the companies

distinguished by good service management in this sector. It is a contest for cases of voluntary participation of service providers and paid with enrollment fees that vary between 6 – 7 thousand reais and 80 thousand reais. There is a report that allows the comparison of awarded participants through indicators, in addition to prizes to key participants in practices that vary according to the enrollment category. Days before the award ceremony there is the Benchmarking Seminar, when some of the awarded institutions may share their successful cases with the other participants (PNQS, 2020).

In addition, the Brazil Benchmarking Program (Programa Benchmarking Brasil - PBB), that existed until 2013, organized by the private company Mais Projetos Corporativos (MPC), and that offered a sustainability seal for the best social-environmental practices to Brazilian institutions. PBB lasted for over a decade and had Senior, Junior and Hackathon categories (MPC, 2013). The enrollment of projects was free and online, but there were financial compensations for cases achieving marks for benchmarking certification.

In view of the need of Brazilian initiatives going beyond prize awards and that may possibly come into practice in the manner as regulated by entities in the water supply sector, it is of utmost importance to carry out development and feasibility studies of benchmarking tools.

The constructions and operationalization of a digital platform for the sharing of information, for instance, is a challenge that may result in large performance improvements not only in relation to non-revenue water, but also as related to other aspects. It would be ideal if such platforms were open, in spite of some mentioned in Table 1, in view of the fact that closed platforms, although they are useful for the sharing of information, make research and transparency difficult. Therefore, we suggest that the development of a digital benchmarking platform would include non-revenue water issues and be accessible. Such platform could even be used with a pedagogical perspective, as a learning tool for the exchanging information among its users, and it could even be included in forums and on-line courses related to the subject.

## **8. Conclusions**

In view of the foregoing, we conclude as from the gathering of information about benchmarking in the different locations where it is applied, included in this essay, that the form of execution of this process presents variations as related to the frequency of application, regulation, confidentiality, among other aspects, it being also possible to conclude, as from the analysis of such variations, that the combination of qualitative

aspects of different models would constitute the ideal model related to lower indexed losses.

Even though it may be necessary to consider the influence of different levels of development in the location in a worldwide context, it is also valid to conclude that countries where benchmarking was adopted for sanitation systems present better indexes related to non-revenue water, indicating a relation between such process and better levels of performance.

It is therefore recommended that more and more Brazilian entities related to the water supply sector adopt benchmarking as a tool to improve performance, thus creating models with structures that meet the needs of each region.

Thus, the goals intended by this essay were achieved, so much for the collecting and gathering of information about models to apply benchmarking to water supply systems, as for possible relations with the performance of countries in controlling losses. It should be highlighted, among the difficulties faced in this study, the difficulty to obtain data not only about the structure to apply the tool, but also about the performance indexes in different locations. A deeper analysis is further recommended related to loss indicators and other aspects of sanitation with the application of benchmarking as a tool in international context.

## **9. Acknowledgments**

The authors would like to thank the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES) and the National Council of Scientific and Technological Development (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq) for the financing of the researches that resulted in this article. Our deepest and most sincere acknowledgment to Universidade de São Paulo, more specifically the Hydraulic and Sanitation Department of the São Carlos Engineering College, for the academic infrastructure. In addition, our thanks to the II Sustentare and V WIKIS events, for having recommended and funded the publication. Finally, we thank the whole team of collaborators of the Environment and Society Magazine (Revista Ambiente e Sociedade), as well as the ad hoc advisors, for the thorough and positive evaluation and feasibility of this article.

## **References**

ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água - posicionamento e contribuições técnicas da ABES**. Revisão 1. Rio de Janeiro, 2015.

AECOM. Public Report - Canadian National Water & Wastewater Benchmarking Initiative. Los Angeles, 2018.

ALEGRE, H. **Instrumentos de apoio à gestão técnica de sistemas de distribuição de água**. Vol. I da série "Teses e Programas de Investigação LNEC", LNEC, Lisboa, 1994.

ALEGRE, H. COELHO, S.T. **Indicadores de desempenho de sistemas de saneamento básico**, projeto financiado pela Direcção-Geral do Ambiente, relatório final, LNEC, Lisboa, 1997.

AWWA - Associação Americana de Trabalhos com Água. **The Benchmarking Program**. Denver, United States, 2020. Disponível em: <<https://www.awwa.org/Resources-Tools/Programs/Benchmarking>>. Acesso em: out. 2020.

BEZERRA, S. T. M.; PERTEL, M.; MACÊDO, J. E. S. Avaliação de desempenho dos sistemas de abastecimento de água do Agreste brasileiro. **Ambient. Constr.**, v.19, n.3, 2019.

BLOKLAND, M.W. "Benchmarking Water Services Delivery", in M. Kurian and P. McCarney (eds.) "**Peri-urban Water and Sanitation Services: Policy, Planning and Method**". Springer Verlag. Berlim, Alemanha, 2010.

CABRERA, E.; DANE, P.; HASKINS, S.; FRITZ, H. TH. **Benchmarking para servicios de agua**: Guiando a los prestadores de servicios hacia la excelencia. Editorial Universitat Politècnica de València. 2014.

CARDOSO, A. L. **Indicadores de Gestão Urbana: Projeto BRA/00/24**. SEDU/PR-PNUD Sistema Nacional de Indicadores Urbanos. Brasília: SEDU/PRPNUD, 2002.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade**. Cap. 11. GEN-Atlas. São Paulo, 2016.

CETRULO, T. B.; MARQUES, R. C; MALHEIROS, T. F. An analytical review of the efficiency of water and sanitation utilities in developing countries. **Water Research**, v. 161, p. 372-380, 2019.

COELHO, F. J. M. Estudo de Sistemas Cadastrais de Empresas de Saneamento através de Benchmarking. Recife, 2004, 99p.

CRAMER, J. **Speech at International Water Association**. Amsterdam, 2007. Disponível em: <<http://www.vrom.nl/pagina.html?id=34253>>. Acesso em: out. 2020.

DANVA - Agência Dinamarquesa de Água e Esgoto. **Benchmarking og Statistik**. Copenhagen, 2020. Disponível em: <<https://www.danva.dk/publikationer/benchmarking-og-statistik/>>. Acesso em: out. 2020.

EBC - Fundação Europeia de Cooperação em Benchmarking. **Participation and practicalities**. 2020. Disponível em: <<https://www.waterbenchmark.org/content/the-programme-explained-participation-and-practicalities>>. Acesso em: out. 2020.

ERSAR - Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos. **Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (RASARP)**. Volume 1 – Caracterização do setor de águas e resíduos. Lisboa, 2020.

GOEDE, M. DE; ENSERINK, B.; WORM, I.; VAN DER HOEK, J.P. Drivers for performance improvement originating from the Dutch drinking water benchmark. **Water Policy**, Uncorrected Proof. 2016.

GOONETILLEKE, A.; VITHANAGE, M. Water Resources Management: Innovation and Challenges in a Changing World. **Water**, v.9, n.281, 2017.

GUIMARÃES, E. F.; TEMÓTEO, T. G.; MALHEIROS, T. F. Benchmarking aplicado às revisões tarifárias do saneamento. **Revista DAE**, n.192, 2013.

ITB - Instituto Trata Brasil; Go Associados. **Perdas de Água 2018 (SNIS 2016):** Desafios para Disponibilidade Hídrica e Avanço da Eficiência do Saneamento Básico. São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://cebds.org/blog/escassez-de-agua/#>>. Acesso em out. 2020.

JACOBI, P. R.; EMPINOTTI, V. L.; SCHMIDT, L. Escassez hídrica e direitos humanos. **Ambiente e Sociedade**, v.9, n.1, 2016.

KÖELBL, J.; MAYR, H.; THEURETZBACHER-FRITZ, H.; NEUNTEUFEL, R.; PERFLER, R.; GANGL, G.; KAINZ, H.; HABERL, R. **Experiences with Water Loss PIs in the Austrian Benchmarking Project.** IWA Water Loss. Romania. 10 p. 2008.

KUSTERKO et al. Gestão de perdas em sistemas de abastecimento de água: uma abordagem construtivista. **Eng. Sanit. Ambient.**, v.23, n.3, 2018.

LIEMBERGER, R.; WYATT, A. Quantifying the global non-revenue water problem. **Water Science & Technology Water Supply**. 2018.

MCCORMACK, C. H. Canadian Utilities Learn to Fly through Benchmarking of Water Loss Management. **IWA Leakage, Conference Proceedings.** Halifax, Canada. 6 p. 2005.

MCDONALD, R. I. WEBER, K.; PADOWSKI, J.; FLÖRKE, M.; SCHNEIDER, C.; GREEN, P. A.; GLEESON, T.; ECKMAN, S.; LEHNER, B.; BALK, D.; BOUCHER, T.; GRILL, G.; MONTGOMERY, M. Water on an urban planet: Urbanization and the reach of urban water infrastructure. ***Global Environmental Change***, v.27, p.96-105, 2014.

MPC - Mais Projetos Corporativos. ***Quem Somos (Institucional)***. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://maisprojetos.com.br/quem-somos/>>. Acesso em: out. 2020.

NEUNTEUFEL, R.; KRAKOW, S.; PERFLER, R; FUCHS-HANUSCH, D. ***Abschlussbericht zum ÖVGW Benchmarking 2016***. Wien/Graz, 2017.

NWWBI - Canadian National Water & Wastewater Benchmarking Initiative. ***Dashboard***. Vancouver, 2013. Disponível em: <<https://www.nationalbenchmarking.ca/>>. Acesso em: out. 2020.

PETENATE, M. ***O que é Benchmarking***. 2019. Disponível em: <<https://www.escolaedti.com.br/o-que-e-benchmarking>>. Acesso em: out. 2020.

PNQS - Prêmio Nacional de Qualidade em Saneamento. ***Regulamento 2020***. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<http://pnqs.com.br/regulamento2020/>>. Acesso em: out. 2020.

RÖDL & PARTNER. ***Über das Benchmarking in der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung***. Nürnberg, Alemanha, 2020. Disponível em: <<https://www.roedl.de/benchmarking/ueber-benchmarking>>. Acesso em: out. 2020.

ROMERO, C. A.; FERRO, G. A. ***Benchmarking exercise on Latin American water Utilities***. Buenos Aires: UADE - Universidad Argentina de la Empresa, v. 1, 2008.

SANTI, A. D. **Benchmarking aplicado ao controle das perdas de água no contexto das bacias hidrográficas Piracicaba, Capivari e Jundiá.** São Carlos, 2018.

SEPPÄLÄ, O. T. Performance Benchmarking in Nordic water utilities. **Procedia Economics and Finance**, v. 21, n. 1, p. 399-405, 2015.

SILVA, R. T., CONEJO, J.G.L., MIRANDA, E.C. E ALVES, R.F.F. **Indicadores de Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água - DTA A2.** Programa de Combate ao Desperdício de Água - PNCDA, Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria de Política Urbana, Brasília, 1998, 70p.

SOBRINHO, R. A.; BORJA, P. C. Gestão das perdas de água e energia em sistemas de abastecimento de água da Embasa: um estudo dos fatores intervenientes na RMS. **Eng. Sanit. Ambient.**, v.21, n.4, 2016.

VEWSaar - União das Economias de Energia e Água do Estado de Saarland. **Kennzahlenvergleich der saarländischen Unternehmen der Wasserversorgung: Ergebnisbericht 2017.** Saarbrücken, 2017.



***Luis Otavio do Amaral Marques***

✉ [luis.otavio.marques@usp.br](mailto:luis.otavio.marques@usp.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000000160928773>

***Rafael Santos Carvalho***

✉ [rafaelcarvalho14@usp.com](mailto:rafaelcarvalho14@usp.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000000247402766>

***Marcelo Otani Marques de Sa***

✉ [marcelo.otani@usp.br](mailto:marcelo.otani@usp.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000000240246254>

***Tadeu Fabrício Malheiros***

✉ [tmalheiros@usp.br](mailto:tmalheiros@usp.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000000294554199>

*Como citar:* MARQUES, L. O. A.; CARVALHO, R. S., SA, M. O. M., MALHEIROS, T. F. Benchmarking as a management tool to reduce non-revenue water. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo, v. 24, p. n-nx, 2021.

# ***Benchmarking* enquanto ferramenta de diminuição das perdas físicas em sistemas de abastecimento de água**

**Luis Otavio do Amaral Marques**

**Rafael Santos Carvalho** <sup>II</sup>

**Marcelo Otani Marques de Sa** <sup>III</sup>

**Tadeu Fabrício Malheiros** <sup>IV</sup>

**São Paulo. Vol. 24,  
2021**

*Artigo Original*  
(alterado pela revista)

**Resumo:** No contexto das perdas em sistemas de abastecimento de água, os benefícios oriundos da redução de seus índices influenciam diretamente em questões sociais, econômicas e ambientais, incluindo a universalização dos serviços de saneamento. O *benchmarking* é uma ferramenta de gestão já adotada por alguns países nesse setor, visando à diminuição das perdas. O presente artigo objetivou levantar informações sobre os modelos de aplicação dessa ferramenta, bem como comparar o desempenho entre os países onde há ou não a sua aplicação no âmbito do controle de perdas. Foi observado que o modelo ideal de estruturação de *benchmarking* capaz de minimizá-las inclui frequência de aplicação menor que anual, regulamentação parcial, confidencialidade ausente, gratuidade, relatórios públicos e restritos às prestadoras de serviço e interatividade média na demonstração dos resultados. Concluiu-se que os países onde o *benchmarking* é praticado possuem os melhores desempenhos referentes às perdas de água.

**Palavras chave:** saneamento; perdas de água; melhoria de desempenho; *benchmarking*.

**São Paulo. Vol. 24, 2021**

*Seção preenchida pela revista*

**DOI:** preenchido pela revista

# ***Benchmarking* como herramienta para reducir las pérdidas físicas en los sistemas de suministro de agua**

**Luis Otavio do Amaral Marques  
Rafael Santos Carvalho  
Marcelo Otani Marques de Sa  
Tadeu Fabrício Malheiros**

*São Paulo. Vol. 24,  
2021*

*Artículo original*

**Resumen:** En el contexto de las pérdidas en los sistemas de suministro de agua, los beneficios derivados de la reducción de sus índices influyen directamente en aspectos sociales, económicos y medioambientales, incluida la universalización de los servicios de saneamiento. El *Benchmarking* es una herramienta de gestión ya adoptada por algunos países, con el propósito de reducir las pérdidas. El objetivo de este trabajo es recopilar información sobre los modelos de aplicación de esta herramienta, así como comparar el rendimiento entre los países donde se aplica o no. Se observó que el modelo ideal de estructuración del *benchmarking* capaz de minimizar estos índices incluye frecuencia de aplicación inferior a la anual, regulación parcial, ausencia de confidencialidad, gratuidad, informes públicos y privados a proveedores de servicios e interactividad media en la cuenta de resultados. También se concluyó que los países donde se practica el *benchmarking* tienen los mejores rendimientos en cuanto a pérdidas.

**Palabras-Llave:** sistema de suministro de agua, agua no contabilizada, mejora del rendimiento, *benchmarking*.

**Como citar:** MARQUES, L. O. A.; CARVALHO, R. S., SA, M. O. M., MALHEIROS, T. F. *Benchmarking* como herramienta para reducir las pérdidas físicas en los sistemas de suministro de agua. *Ambiente & Sociedade*. São Paulo, v. 24, p. n-nx, 2021.

**DOI:** preenchido pela revista