

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

Marcelo Otani Marques de Sa

**Desenvolvimento de plataforma digital de benchmarking aplicada a perdas
físicas de água**

São Carlos

2024

Marcelo Otani Marques de Sa

**Desenvolvimento de plataforma de benchmarking aplicada a perdas físicas
de água**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Elétrica, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Tadeu Fabricio Malheiros.

São Carlos
2024

AUTORIZO A REPRODUÇÃO 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 com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

de Sa, Marcelo
D278
111d Desenvolvimento de plataforma digital de
benchmarking aplicada a perdas físicas de água /
Marcelo de Sa; orientador Tadeu Fabrício Malheiros.
São Carlos, 2024.

Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica com
ênfase em Sistemas de Energia e Automação) -- Escola de
Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo,
2024.

1. Benchmarking. 2. Saneamento. 3. Plataforma
Digital. I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Marcelo Otani Marques de Sa

Título: “Desenvolvimento de plataforma digital de benchmarking aplicada a perdas físicas de água”

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em 19 / 07 / 2024,

com NOTA 8,5 (oito , cinco), pela Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Tadeu Fabricio Malheiros - Orientador - SHS/EESC/USP

Prof. Associado José Carlos de Melo Vieira Júnior - SEL/EESC/USP

Mestre Sabrina de Oliveira Anício - Doutoranda EESC/USP

Coordenador da CoC-Engenharia Elétrica - EESC/USP:

Professor Associado José Carlos de Melo Vieira Júnior

RESUMO

SA, M. O. M. Desenvolvimento de plataforma de benchmarking aplicada a perdas físicas de água. 2024. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2024.

No contexto das perdas físicas em sistemas de abastecimento de água, o objetivo das prestadoras de serviços é reduzir os índices de perdas, impactando diretamente em questões sociais, econômicas e ambientais, incluindo a universalização dos serviços de saneamento. O *benchmarking* é uma ferramenta que visa aumentar o desempenho das organizações gestoras, sendo utilizada por diversos países referências em gestão hídrica, como Dinamarca e Portugal. A presente monografia teve como objetivo estruturar uma plataforma de *benchmarking*, aos moldes de indicadores de qualidade brasileiros, produzindo um produto, fruto de pesquisa científica, que possa ser utilizado pelos gestores no setor de saneamento. Esta plataforma foi automatizada em *Visual Basics for Application*, com intuito de melhorar a eficiência operacional e a experiência dos usuários, cujas percepções foram analisadas em um *workshop* com os próprios membros dos órgãos responsáveis pela gestão de saneamento das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ).

Palavras-chave: Saneamento. Perdas de água. Melhoria de desempenho. Benchmarking.

ABSTRACT

SA, M. O. M. ***Development of Benchmarking platform applied to physical water losses.*** 2024. Monograph (Undergraduate Thesis) – School of Engineering of São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2024.

In the context of physical losses in water supply systems, service providers aim to reduce loss rates, directly impacting social, economic, and environmental issues, including the universalization of sanitation services. Benchmarking is a tool aimed at improving the performance of management organizations and is employed by several leading countries in water management, such as Denmark and Portugal. This dissertation aimed to structure a benchmarking platform based on Brazilian quality indicators, resulting from scientific research, to be utilized by sanitation sector managers. This platform was automated using Visual Basic for Applications to enhance operational efficiency and user experience. Perceptions of the platform were analyzed in a workshop with members of the agencies responsible for managing sanitation in the Piracicaba, Capivari, and Jundiaí River Basins (PCJ).

Keywords: Sanitation. Water losses. Performance improvement. Benchmarking.

SUMÁRIO

1 Introdução	8
1.1 Objetivo.....	9
2 Metodologia.....	10
2.1 Área de estudo	10
2.2 Ambiente virtual para a hospedagem do <i>software</i> : Excel.....	10
3 Atividades desenvolvidas	12
3.1 Estrutura do banco de dados	13
3.2 Desenvolvimento da interface dos dados qualitativos.....	13
3.3 Desenvolvimento da interface dos dados quantitativos	14
3.4 Desenvolvimento da macro de cadastramento.....	15
3.5 Análise estatística das melhores práticas	16
3.6 Elaboração do <i>Workshop</i>	17
3.7 Finalização da plataforma	23
4 CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS	28
ANEXO I - MACRO DE RASTREAMENTO	30
ANEXO II - MACRO DE CADASTRAMENTO DE DADOS	31
ANEXO III – CRONOGRAMA DO WORKSHOP	32

1 Introdução

Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Tratam-se de metas focadas em combater a pobreza, proteger o meio ambiente e garantir a paz e prosperidade, especialmente em regiões desfavorecidas, obtendo a adesão de 193 países para atingi-las até o ano de 2030. Um dos objetivos é o de “assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável de água e saneamento para todos” (ONU, 2015, 49p), que é ainda um grave problema em nível internacional.

Cerca de 2,2 bilhões de pessoas não possuíam acesso a um serviço de água potável regulamentado e seguro em 2017, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2019) e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF, 2019).

Por mais que o Brasil possua uma elevada disponibilidade hídrica -sozinho, corresponde a 12% das reservas de água doce superficial do planeta - dados da Agência Nacional de Águas (2019), por volta de 35 milhões de pessoas (16,7% da população brasileira) não dispunham diariamente de água tratada (SNIS, 2019). A situação é ainda mais preocupante em regiões mais pobres. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 2018, 42,5% da população do Norte brasileiro não possuía acesso aos serviços de tratamento e distribuição de água.

Um dos aspectos que agravam esse fenômeno, tanto nacionalmente quanto internacionalmente, é relativo aos altos índices de perdas de água no Brasil e no mundo. Novamente para o âmbito nacional, utilizando-se dados do Instituto Trata Brasil de 2012, observou-se que o índice de perdas de faturamento brasileiro equivaleria a 39,2%, o que representa uma quantidade preocupante, mesmo comparando com países pobres, como Senegal (33,2%), Uganda (33,5%) e Etiópia (38%). E esse fator não é apenas negativo nas esferas social e ambiental, mas também na econômica. Uma simples redução de 10% das perdas de água economizaria 1,3 bilhão de reais, conforme o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento (2018).

No que tange aos diferentes índices de perdas de águas, o compartilhamento de informações entre as empresas prestadoras de serviços é considerado uma importante ferramenta para a diminuição desses índices, mesmo no cenário competitivo. Esse processo já é aplicado, no âmbito de saneamento inclusive, mundialmente; a ele denomina-se “*benchmarking*”.

O “*Benchmarking*” é uma ferramenta efetiva na avaliação da performance de uma determinada companhia, comparando-a com um modelo real de referência, usualmente definido como “*best-in-class*” (“*Benchlearning*”), que foi primeiramente aplicado na década de 1970 no Japão (RIVA, 2018). Esse processo começou a ser amplamente difundido nas empresas modernas, visando a melhoria de desempenho.

No que se refere à aplicação do *benchmarking* na questão das perdas de água, um dos principais exemplos de sucesso foi nos Países Baixos. Desde 1997, as companhias de abastecimento de água formularam um sistema de troca de práticas, principalmente vinculadas aos indicadores de qualidade, focados em qualidade de água, satisfação dos consumidores, questões econômicas e eficiência. Em 2010, uma lei foi aprovada pelo parlamento holandês que tornou obrigatória a prática do *benchmarking* no setor de abastecimento hídrico. De acordo com a Associação Holandesa de Companhias de Água (VEWIN, 2012),

desde o início da implementação houve um aumento de 35% de eficiência nos sistemas de abastecimento de água e, também, uma elevação na satisfação dos consumidores.

Dessa forma, faz-se necessária a análise da possibilidade de implementação de *Benchmarking* para a realidade brasileira, uma vez que o Brasil carece de iniciativas do tipo e possui elevados índices de perdas de água. Assim, surgem as seguintes perguntas: qual seria a melhor forma para se compartilhar dados? Como consolidar uma plataforma de *Benchmarking*? Qual seria o melhor ambiente virtual para implementação?

Neste contexto, o Núcleo de Pesquisa e Extensão em Sustentabilidade e Saneamento (NUPS), do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos, colocou esforços para desenvolvimento de uma ferramenta de benchmarking, tendo como pilares o projeto de mestrado da Aline de Santi (*Benchmarking* aplicado ao controle das perdas de água no contexto das bacias hidrográficas Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2018), o projeto de mestrado do Luis Otávio do Amaral Marques (Plataforma digital de *benchmarking* para serviços de água e esgoto, com foco no controle de perdas em sistemas de água, 2020).

Como parte destes esforços, este projeto de iniciação científica (Plataforma digital de benchmarking para perdas em sistemas de abastecimento de água, 2021), integrou as atividades de desenvolvimento da plataforma digital de *benchmarking*, auxiliando na parte de programação. A monografia em questão se apoia, portanto, nesta experiência da iniciação científica realizada.

Os desafios construtivos desta ferramenta estão fundamentados em cinco pilares, que buscam diferenciar o seu protótipo: (i) presença de indicadores qualitativos e quantitativos que se adequam ao recorte geográfico, em um design dinâmico, que permita com que os usuários consigam obter múltiplas visões; (ii) boa performance operacional, integrada com baixa necessidade de manutenção técnica; (iii) possibilidade de cadastramento de novos dados, para manutenção de um ecossistema vivo; e (iv) capacidade de expandir para diferentes espaços geográficos, bem como incluir novos indicadores e classificações; e (v) ser um projeto desenhado, tanto do ponto de vista teórico, quanto operacional, para atender às necessidades dos membros do comitê das bacias PCJ.

1.1 Objetivo

O objetivo principal do presente projeto foi contribuir operacionalmente no desenvolvimento de uma ferramenta digital de *benchmarking*, constando indicadores relativos às diferentes perdas de água em sistemas de abastecimento de água. É possível dividir o objetivo principal em três categorias:

- Buscar e categorizar dados atuais sobre perdas de água em plataformas como a do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), viabilizando a parte quantitativa do dashboard, inserindo-os na plataforma de benchmarking;

- Implementar rotinas de programação para cadastramento de dados e exibição da maneira adequada dos recursos dinâmicos da plataforma;

- Verificar eventuais dúvidas que os agentes do setor de saneamento podem ter enquanto usuários da plataforma e registrá-las com seus respectivos esclarecimentos na forma de um Manual do Usuário, a constar na própria plataforma.

2 Metodologia

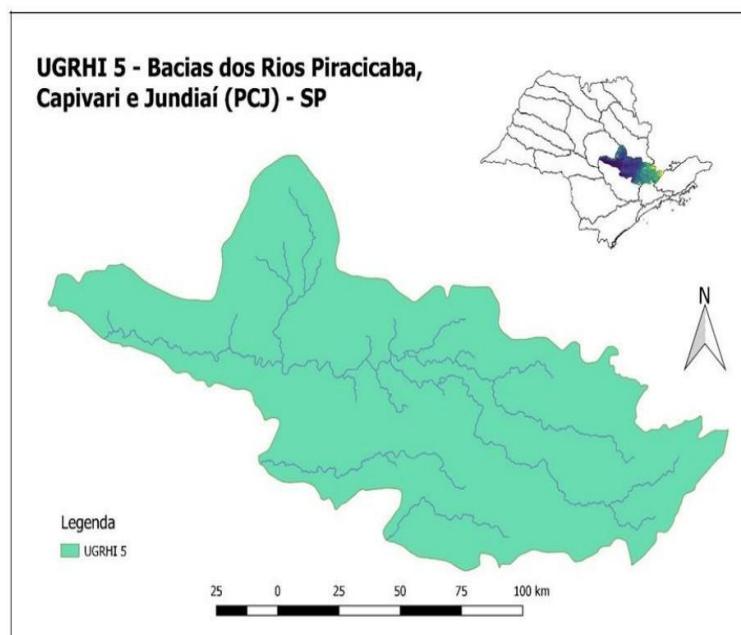
2.1 Área de estudo

Para o presente projeto, o recorte territorial de análise compreende as bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ), área de grande importância econômica e política, concentrando 4,5 milhões de habitantes e 8% do Produto Interno Bruto Brasileiro. Cerca de 96,7% da população residente nessa região é urbana, além da mesma ser um polo de pesquisas, constituindo a Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos 5 (UGRHI 5 – Figura 1).

As bacias hidrográficas possuem área de 15.377,82 km², estando contidas no Estado de São Paulo (92,45%) e no Estado de Minas Gerais (7,55%), com uma extensão aproximada de 300km Leste-Oeste e 100km Norte-Sul (COBRAPE, 2018, 12p).

Destaca-se, também, a contribuição dos seus importantes mananciais para o abastecimento do Sistema Produtor de Água Cantareira, responsável pelo abastecimento de 46% da Região Metropolitana de São Paulo. Aproximadamente 94% do volume de água do Sistema Cantareira é proveniente das bacias do PCJ (ANA, 2020).

Figura 1 – UGRHI 5 (PCJ)



Fonte: PRATES, 2019.

2.2 Ambiente virtual para a hospedagem do software: Excel

Na década de 1980 o software da Lotus 1-2-3 substituiu vários outros softwares de planilhas eletrônicas existentes à época, como o *Multiplan*, utilizado como Programa de Controle para Microcontroladores. Era chamado de MD-DOS, mais flexível, dinâmico e fácil de implementar (HYDE, 2006). Por mais de uma década, a Lotus dominou o mercado de planilhas (e pacotes integrados).

Em meio a um mercado inovador, dinâmico e crescente, o *Microsoft Excel* foi desenvolvido com intuito de substituir diversos softwares de planilhas eletrônicas, mas só no final da década de 1980 surge a versão desenvolvida para o sistema operacional *Windows*, consolidando, então, seu domínio internacional em 1993, com a incorporação da linguagem de programação, *Visual Basic for Applications*, possibilitando ao usuário automatizar procedimentos complexos, gerando uma gama de possibilidades de aplicação, desde a área comercial/industrial até à científica (FAIRHURST, 2012).

A escolha deste *software*, enquanto ambiente virtual da plataforma digital, foi feita a partir de suas particularidades metodológicas e práticas.

A primeira particularidade versa sobre o próprio tema do trabalho: o processo de *benchmarking*. A comparação de práticas deve ocorrer de forma rápida e eficiente, majoritariamente visual, para que os usuários possam rapidamente comparar os indicadores de perdas e verificar o quanto a adoção de determinada prática afeta o desempenho da prestadora, auxiliando na identificação de problemas, e, consequentemente, na tomada de decisões de gestão (PETENATE, 2019). O *Excel* possibilita a exposição de dados, na forma de gráficos, em diversas formas e *layouts*, com um design simples e eficaz.

A segunda característica se refere à disponibilidade *Excel* em diversos computadores, que muitas vezes já vêm instalados de fábrica, sendo domínio comum e amplamente utilizado por organizações a nível internacional. O preço de mercado do pacote não foi elevado e pode ser adquirido facilmente (FAIRHURST, 2012).

Graças a ferramentas de Macros, foi possível elaborar rotinas de cadastramento rápidas, permitindo a alimentação da plataforma em poucos minutos neste *software*.

Além disso, graças às ferramentas de tabelas e gráficos dinâmicos, conseguiu-se analisar os dados inseridos de forma individual e integrada. Com a implementação de segmentação de dados, criou-se filtros de comparação mútua e específica, permitindo a sua operacionalidade. Ademais, a ferramenta dispensa a necessidade de conexão à internet.

3 Atividades desenvolvidas

A Plataforma Digital de Controle de Perdas consiste em uma única planilha do Excel, que necessariamente precisa ser baixada pelo usuário, com 38 abas, das quais 20 podem ser acessadas pelo usuário. Para facilitar a navegação do usuário, fixou-se no canto esquerdo de todas as abas um painel de redirecionamento, que permite acessar todas as 20 visíveis ao usuário da plataforma. A única aba que deve ser acessada pela própria plataforma, por não constar no painel lateral, é a de “Cadastro Novos”, que permite o cadastramento de novos dados, de acordo com o ano. As demais abas possuem a finalidade de expor as informações, a critério do usuário. A Figura 2 consiste na página inicial da plataforma, com o painel de redirecionamento indicado em vermelho.

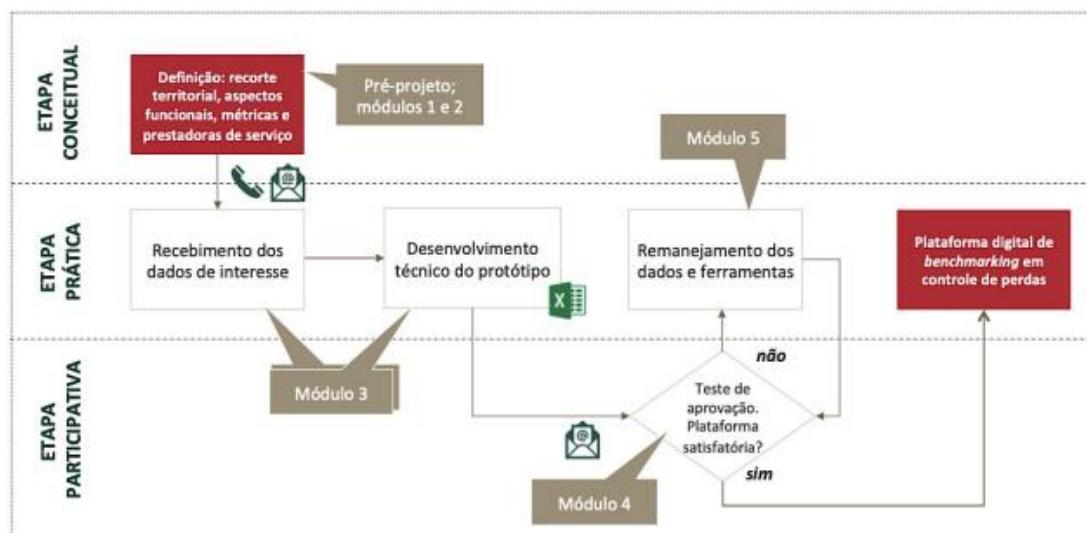
Figura 2: página inicial.



Fonte: Autor.

O desenvolvimento da ferramenta seguiu um cronograma, elaborado por (MARQUES, 2020), em seu projeto de mestrado. São cinco módulos de projeto, que possuem seus prazos e objetivos específicos, envolvendo o desenvolvimento da plataforma digital e a etapa participativa, em que os agentes do setor concedem *feedbacks*, com relação aos testes do protótipo. Na Figura 3 constam as etapas e módulos do projeto.

Figura 3: Metodologia da plataforma



Fonte: MARQUES, 2020.

As atividades desenvolvidas no presente trabalho de conclusão de curso podem ser classificadas nos tópicos descritos a seguir.

3.1 Estrutura do banco de dados

Inicialmente foram utilizados dados coletados de SANTI (2018) e da plataforma SNIS relativos ao ano de 2017. Além dessa coleta de dados, foi feita a estruturação da base de dados, para que seja possível trabalhar com esse volume de dados, como exemplifica a Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – exemplo de estruturamento de dados

Natureza Jurídica	Porte	Ano	IN013	IN049	IN050	IN051
Autarquia	Grande	2017	25,62	46,89	19,82	41,602
Administração Pública Direta	Grande	2017	30,22	44,5	36,47	35,837
Economia Mista	Grande	2017	12,86	20,91	12,18	16,674
Autarquia	Pequeno	2017	12,43	18,3	14,59	107,04
Administração Pública Direta	Médio	2017	51,35	4,76	4,44	4,547
Autarquia	Grande	2017	18,87	32,94	20,67	26,342
Economia Mista	Grande	2017	26,19	37,07	25,34	43,301
Concessão Privada	Grande	2017	11,31	18,62	10,04	11,808
Administração Pública Direta	Pequeno	2017	45,14	49,37	20,85	49,118
Economia Mista	Médio	2017	26,46	29	16,31	19,786
Autarquia	Grande	2017	55,46	48,85	51,75	60,614
Autarquia	Grande	2017	32,85	40,26	21,68	28,054
Concessão Privada	Pequeno	2017	8,1	20,75	14,91	11,646
Autarquia	Pequeno	2017	35,34	48,76	26,74	37,932
Concessão Privada	Grande	2017	38,47	48,53	44,36	40,789
Autarquia	Grande	2017	23,59	35,52	17,06	31,183
Autarquia	Médio	2017	24,51	31,2	11,61	26,424

Fonte: Autor.

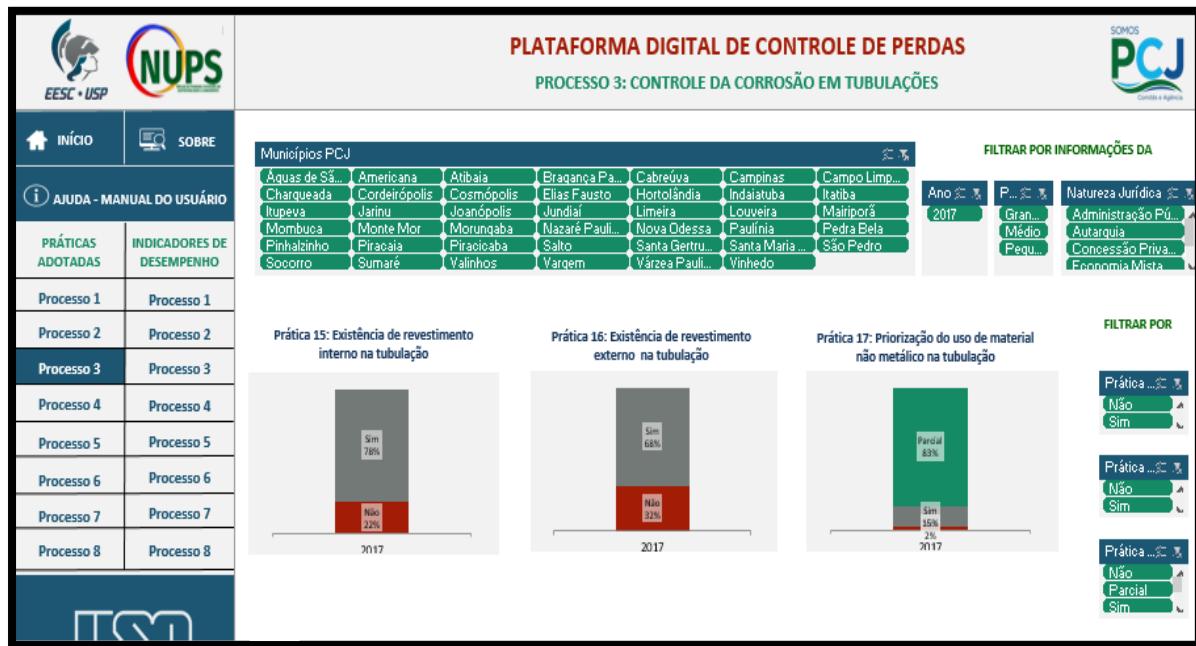
Inicialmente foram utilizados dados coletados de SANTI (2018) e da plataforma SNIS relativos ao ano de 2017. Além dessa coleta de dados, foi feita a estruturação da base de dados, para que seja possível trabalhar com esse volume de dados, como exemplifica a Tabela 1 abaixo. Na mesma, têm-se a estruturação de dados quantitativos, referentes aos indicadores IN013 – Índice de perdas no faturamento (%), IN049 – Índice de perdas na distribuição (%), IN050 – Índice Bruto de Perdas lineares (%) e IN051 – Índice de perdas por ligação (%). IN013 é responsável por aferir a água produzida, mas não faturada, relacionada a perdas comerciais, mensurando o montante de capital que a empresa deixa de receber devido a perdas, como inadimplência de clientes, fraudes e cancelamentos de contratos; já o IN049 indica perdas no processo de distribuição de água ou serviços, como perdas físicas de estoque (perdas no armazenamento, por exemplo), perdas por furto ou perdas operacionais; enquanto IN050 quantifica a quantidade de água perdida, devido a vazamentos ao longo das tubulações, conexões defeituosas, corrosão, entre outros problemas estruturais; e por fim IN051, focado especificadamente nas perdas que ocorrem nas conexões individuais de consumidores finais.

3.2 Desenvolvimento da interface dos dados qualitativos

Após o estruturamento da base de dados, realizou-se a análise em tabela dinâmica dos dados qualitativos para elaborar a primeira interface gráfica da plataforma. A divisão das práticas em processos, conforme citado anteriormente, foi inserida em um painel fixo no lado esquerdo da plataforma, sendo acessível a qualquer momento para o usuário via botões de redirecionamento.

Na Figura 4, destaca-se o atual *layout* da plataforma, quando acessado o menu da esquerda (referentes às práticas de controle de perdas adotadas):

Figura 4: Interface qualitativa



Fonte: Autor.

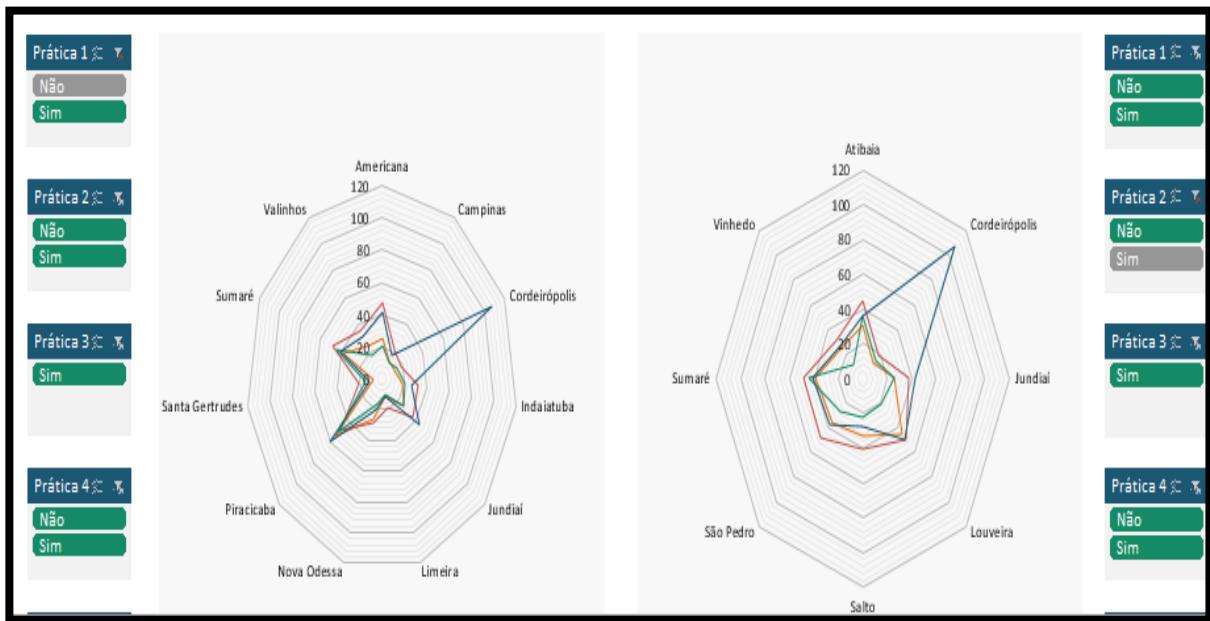
Nota-se que foram aplicadas diferentes segmentações de dados, para que o usuário possa filtrar dados, como município, porte, ano, natureza jurídica da prestadora e a aplicação ou não da prática, podendo verificar graficamente a porcentagem de municípios que as aplicam, segundo os filtros escolhidos.

No canto esquerdo, percebe-se um painel auxiliador fixado. Cada separação consiste em um botão de redirecionamento, em que o usuário pode escolher o processo desejado, sendo, portanto, uma ferramenta dinâmica e de uso intuitivo.

3.3 Desenvolvimento da interface dos dados quantitativos

A interface dos indicadores quantitativos foi realizada, através da geração de 8 tabelas dinâmicas com segmentação de dados independentes para possibilitar que o usuário possa comparar quantitativamente diferentes municípios. Com essa página é possível verificar o quanto a adoção da prática impacta os indicadores de perdas de água, através dos gráficos comparativos da Figura 5.

Figura 5: Interface quantitativa



Fonte: Autor.

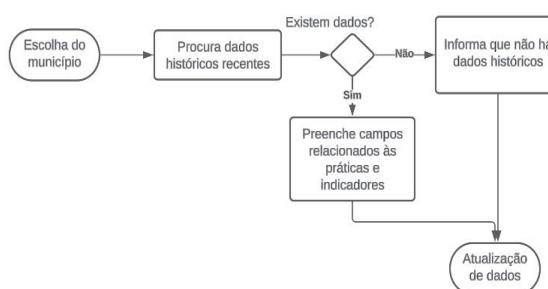
Para elaboração da plataforma digital, foram considerados quatro indicadores de desempenho do SNIS: IN013, IN049, IN050 e IN051, definidos como indicadores mais relevantes no setor de perdas de água para o recorte territorial em questão (SANTI, 2018). Vale a pena ressaltar que a ferramenta consome as informações diretamente do SNIS, não realizando nenhum tipo de cálculo.

3.4 Desenvolvimento da macro de cadastramento

A parte mais desafiadora da operacionalização do projeto foi desenvolver a lógica para cadastramento de novos dados, possibilitando a manutenção da plataforma.

Partindo-se da hipótese que anualmente não costuma haver mudanças tão significativas na adoção das práticas ou mesmo nos indicadores de perdas, foi implementado que, quando o usuário for preencher o formulário no próprio Excel, haja um preenchimento idêntico ao último ano, e que seja possível dele apagar o campo que foi modificado apenas, visando à facilidade de utilização da ferramenta. A Figura 6 ilustra a lógica do código de rastreamento: primeiramente o usuário deve escolher e, em seguida, o rastreamento de dados é executado automaticamente e preenche os campos, caso exista dados do município em questão para os últimos cinco anos. Caso contrário, é exibida uma mensagem de ausência de dados recentes, sendo necessário que usuário preencha todas as informações.

Figura 6: Diagrama lógico de rastreamento de dados.



Fonte: Autor.

O código de rastreamento de dados anteriores, apresentado na Figura 7, foi extraído do *Visual Basics for Applications – Anexo III*. Este foi aplicado para apenas uma célula, sendo expandido para os demais campos e processos. Ele é capaz de procurar o dado mais recente cadastrado do município selecionado no

botão de seleção, no intervalo de 5 anos. O usuário pode alterar os dados preenchidos e acrescentar o ano de cadastramento, conforme se pode visualizar na Figura 7.

Figura 7: Design do formulário

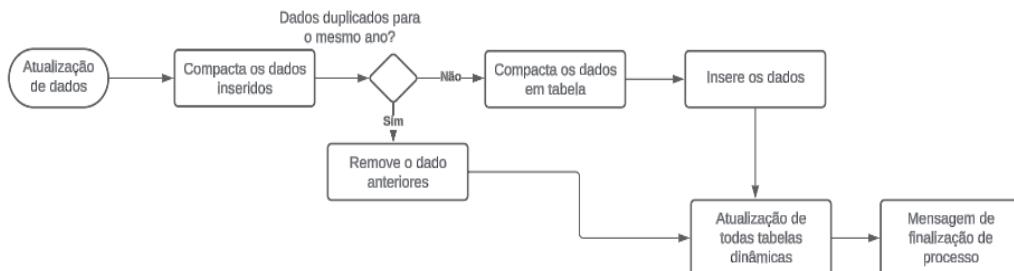
Seleção	Socorro
Município	Socorro
Natureza Jurídica	Economia Mista
Porte	Pequeno
Ano	
P1	Sim
P2	Sim
P3	Sim
P4	Não
P5	Sim
P6	Sim
Cadastrar!	

Fonte: Autor

Também foi desenvolvida uma lógica para evitar que o usuário preencha erroneamente esses campos, protegendo o banco de dados.

A Figura 8 ilustra o processo inserção de dados. Após a atualização dos dados, basta clicar no botão “Cadastrar!” para incorporá-los ao banco de dados. Essa macro copia os dados inseridos nos campos do formulário e os inclui na última linha da base de dados (‘append’). Além de atualizar a tabela dinâmica correspondente para visualizar o novo dado incluído. Ao finalizar o cadastramento, o usuário receberá a mensagem de que ele foi efetuado.

Figura 8: Diagrama lógico de inserção de dados.

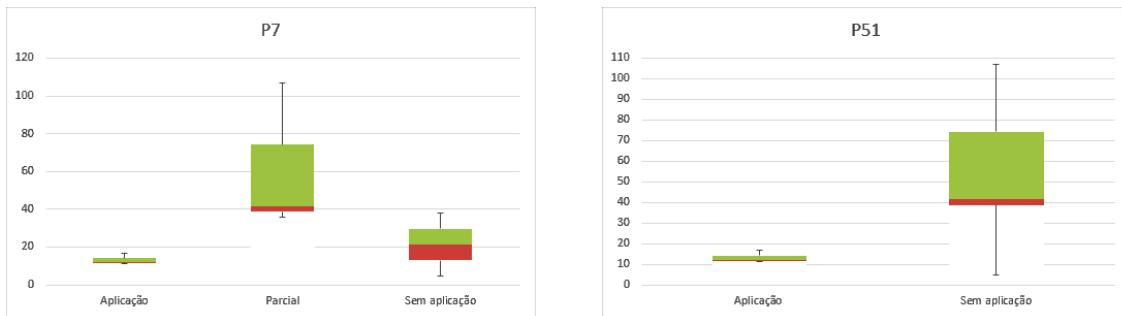


Fonte: Autor.

3.5 Análise estatística das melhores práticas

Para possibilitar a visualização da melhoria dos índices de perdas com a aplicação das práticas de combate, foram desenvolvidos *boxplots* para indicar as práticas mais relevantes para a redução do IN050, considerado pelas prestadoras de serviço atuantes nas bacias do PCJ como indicador mais relevante na análise das perdas de água em sistemas de abastecimento (SANTI, 2018). A Figura 9 representa as interferências das práticas 7 (“Substituição de ramais prediais antigos”) e 51 (“Investimentos em tecnologias voltadas ao controle de perdas”). Nota-se que a adoção da prática 51 interfere diretamente no índice avaliado, podendo reduzir 400%, considerando a sua não adoção. Em contrapartida, a prática 7 se mostra pouco eficiente no combate desse indicador bruto de perdas.

Figura 9: Interferência da aplicação das práticas 7 e 51 no Índice de Perdas por Ligação.



Fonte: Autor

Vale ressaltar que esses recursos não constam na plataforma, mas servem como contribuição científica deste projeto.

3.6 Elaboração do *Workshop*

Para moldar a Plataforma Digital de Controle de Perdas aos moldes empresariais, dois *workshops* foram realizados, com duas finalidades centrais: educacional e avaliativa, possuindo em seus escopos quatro módulos de atividade: Análise quantitativa, Práticas adotadas, Indicadores de desempenho e Cadastramento, cujas atividades estão descritas no Anexo III, elaborado e apresentado, via conferência online, por (Marques, 2021).

Do ponto de vista acadêmico, os *workshops* ofereceram um panorama quanto à questão das perdas de água no Brasil e no mundo, além de explicar como utilizar a plataforma e o *software Excel*, a fim de capacitar a utilização dessa ferramenta. Focou-se em como navegar pelo painel central, o significado de cada aba, utilização dos filtros dinâmicos, cadastramento e obtenção dos resultados.

A parte avaliativa foi realizada pelos próprios participantes desses eventos, através de formulários *Google*, para as quatro atividades. Os usuários forneceram, posteriormente, informações a respeito de suas percepções e qualidade da plataforma, de forma voluntária, para fins acadêmicos.

Primeiramente, foi realizado um *workshop* piloto interno, com a colaboração de membros do Núcleo de Pesquisa e Extensão em Sustentabilidade e Saneamento (NUPS) da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP). O público participante foi composto por acadêmicos, vinculados direta ou indiretamente aos temas Saneamento, Gestão de recursos hídricos e Perdas físicas de água. Esse primeiro evento serviu de base para adequar as atividades propostas ao *workshop* oficial.

Já o segundo curso *online* contou com a participação de membros do comitê das bacias PCJ, que trabalham diretamente com Gestão de recursos hídricos, Saneamento e Administração Pública, público-alvo para desenvolvimento da plataforma. Dentre os cargos dos oito participantes, pode-se citar técnicos, engenheiros, assessores ambientais, diretor de prestadora de serviço e agentes do ministério público, sendo todos atuantes ativos nas bacias PCJ (Marques, 2021).

Dessa forma, foi possível integrar duas perspectivas importantes: acadêmica e prática, com intuito de elencar possíveis alterações, a serem implementadas em sua versão final.

Após a coleta dos *feedbacks* do primeiro evento teste, os membros integrantes deste projeto de desenvolvimento classificaram por seção e prioridade, construindo uma tabela, referente ao *workshop* piloto. A prioridade “1” representa prioridade alta, enquanto a “2”, prioridade média ou baixa.

Quadro 1: Alterações propostas durante o workshop piloto.

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: Marques, 2021.

Esse *workshop*, junto ao NUPS, teve o intuito de avaliar e propor otimizações à plataforma, antes do evento: I *Workshop* de Perdas de Água USP PCJ. Devido à viabilidade operacional e ao tempo disponível, não foi possível efetuar todas as mudanças. Estudos de viabilidade técnica foram realizados, sendo possível resolver 75% das alterações de alta prioridade e 67%, das médias e baixas prioridades.

O cronograma do evento, previu quatro módulos, que representam um guia interativo para navegar pela plataforma de *benchmarking*, acessando todas as suas funcionalidades. Durante essa navegação é sugerido que o usuário teste a qualidade e interatividade, através de questionários simples, como pode ser visto na Figura 11.

Figura 11: Atividade 1.

Classificação segundo a média PCJ para o ano	
BOM	RUIM

Classificação segundo a Média Nacional (~40%)	
BOM	RUIM

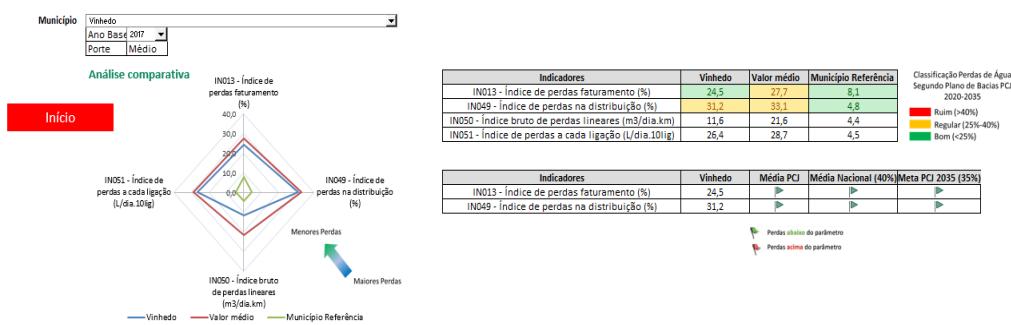
Classificação segundo a Meta PCJ 2035 (25%)	
BOM	RUIM

Fonte: Marques, 2021.

Os participantes do evento utilizaram a aba “Análise quantitativa” para comparar o seu município escolhido com os valores estipulados pelo Plano das Bacias do PCJ, averiguando se está “bom” ou “ruim”, preenchendo a Atividade 1. O mesmo raciocínio foi empregado para as demais atividades, exibidas no Anexo VI.

A Figura 12 apresenta o ambiente inicial de realização da primeira atividade, em que o usuário pôde selecionar o município definido para realizar comparações, em relação ao Plano de Bacia de 2035, à média dos municípios que compõem o PCJ e ao Município Referência (aquele que possui os menores índices de perdas).

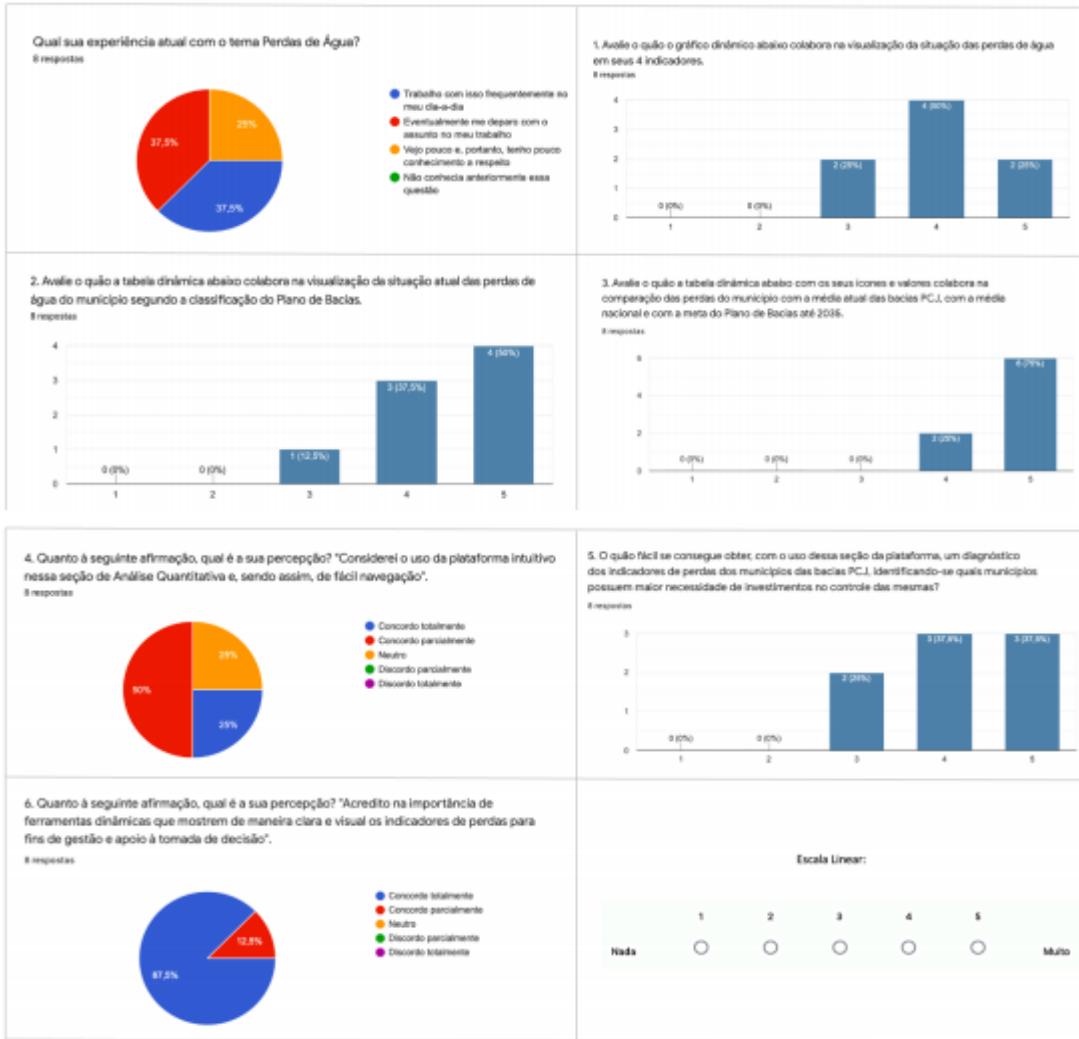
Figura 12: Análise integrada.



Fonte: o Autor.

Na Figura 13, podem ser observadas as respostas coletadas durante a primeira atividade, focada na seção de Análise integrada.

Figura 13: Respostas da Atividade 1.



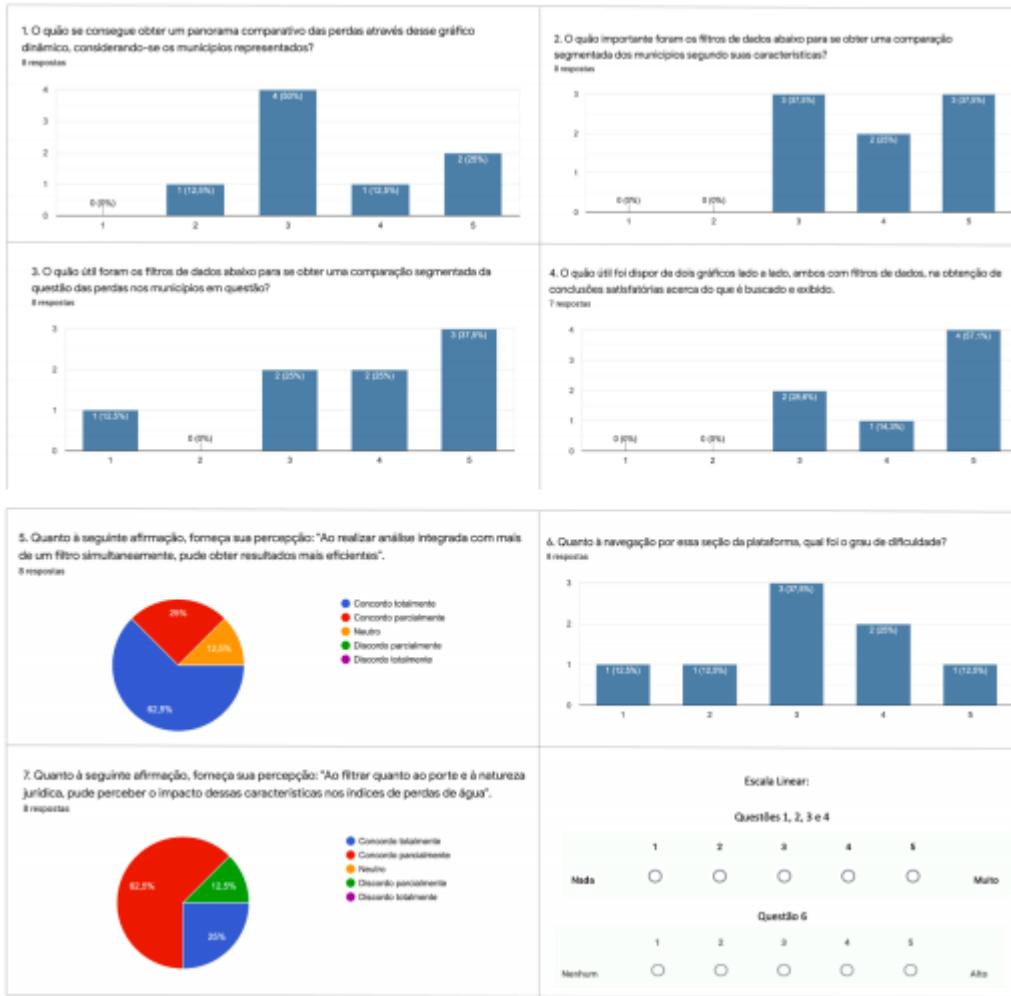
Fonte: Marques, 2021.

As respostas da primeira atividade fornecem informações importantes. Primeiramente, nota-se que 37,5% dos participantes trabalham diariamente com perdas de água, enquanto 37,5% trabalham eventualmente com esse assunto, o que caracteriza como representativas as percepções deste workshop.

Além disso, pode-se destacar como pontos positivos a clareza e qualidade das informações expressas nos gráficos dinâmicos dessa seção, uma vez que 87,5% concordaram que as ferramentas dinâmicas mostram “de maneira clara e visual os indicadores de perdas para fins de gestão à tomada de decisão” e 75% avaliaram com nota máxima (5) que os recursos dinâmicos da ferramenta possibilitaram comparar os índices de perdas com a média nacional e com o Plano de Bacias até 2035.

Já a Figura 14 mostra um compilado das respostas da Atividade 2, em que o usuário pôde interagir com as abas relativas aos “Indicadores de desempenho”.

Figura 14: Respostas da Atividade 2.



Fonte: Marques, 2021.

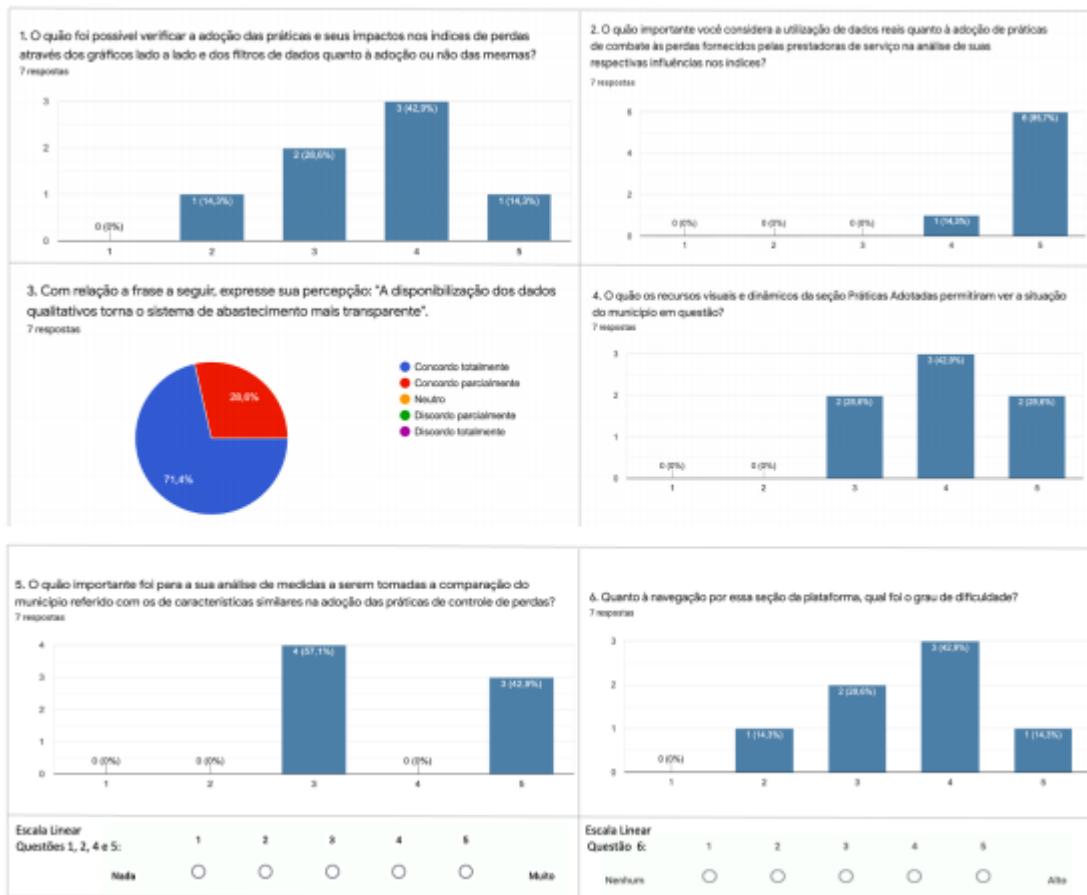
Durante a Atividade 2, notou-se uma maior dificuldade para navegar pela plataforma, 12,5% e 25% acharam muito difícil e razoavelmente difícil, respectivamente. Tal problemática foi observada como intrínseca à falta de técnica e uso do *software Excel*. Vale a pena salientar que não foram exigidas competências técnicas para participar nesse evento e que muitos dos participantes declaradamente não dominavam o software.

Quanto ao *design* dessa seção, percebeu-se que 37,5% conseguiram obter resultados satisfatórios a partir dos dois gráficos lado a lado, em um determinado processo quantitativo.

Além disso, nenhum participante discordou de que as análises realizadas/ com mais de um filtro produziam resultados mais eficientes, com 62,5% de concordância total.

Para Atividade 3, cujas respostas podem ser observadas, na Figura 15, foi proposta a utilização da seção “Práticas Adotadas”, no lado esquerdo do painel de controle.

Figura 15: Respostas da Atividade 3.



Fonte: Marques, 2021.

Para essa seção, observou-se que 71,4% dos usuários acreditam totalmente que a Plataforma Digital de Benchmarking é uma ferramenta que melhora a transparência das prestadoras de serviço, servindo como incentivo por parte dos participantes para a continuidade deste projeto.

Aproximadamente 42,9% e 28,6% responderam que “os recursos visuais e dinâmicos da seção Práticas Adotadas permitiram ver a situação do município em questão”, de forma boa (avaliação 4) e ótima (avaliação 5), respectivamente.

Ainda nessa seção foram novamente observadas limitações quanto à facilidade de navegação pela plataforma, com dificuldade razoável (42,9%) e alta (14,3%).

Por fim, a Figura 15 apresenta as respostas da Atividade 4, relativas à prática de cadastramento.

Figura 16: Respostas da Atividade 4.



Fonte: Marques, 2021.

A macro de rastreamento se mostrou prática para os usuários, com 60% de pontuação ótima (nota 5) e 20% classificada como boa (nota 4).

Quanto à velocidade de processamento, 40% dos participantes discordaram totalmente quanto à demora de realizar o cadastramento de novos dados, o que reforça a acessibilidade da plataforma para diferentes processadores.

Uma informação relevante para as próximas diretrizes do projeto é que 100% concordaram totalmente com a seguinte afirmação: “Acredito que, se atualizada anualmente com os dados de todas as prestadoras, a ferramenta pode melhorar o combate às perdas através da identificação das boas práticas utilizadas pelos municípios que mostraram menores índices de perdas, especialmente aqueles de características semelhantes”. Isso denota a importância da ferramenta de *benchmarking* no que se refere ao combate às perdas, o que reforça a necessidade de maiores investimentos e regularização da prática.

Ao final do questionário, pede-se ao participante do evento classificar a plataforma, com uma nota de 0 a 10. A avaliação final atribuída à ferramenta obteve uma pontuação de 7,8.

3.7 Finalização da plataforma

Após a realização dos *workshops*, os agentes tiveram o espaço para propor modificações para otimizar a plataforma, seja a partir dos formulários, seja oralmente, depois do término do evento.

A equipe de desenvolvimento anotou tais propostas e realizou estudos de viabilidade técnica para efetuar tais modificações, considerando limitações do *software*, objetivos da ferramenta e tempo disponível. As alterações realizadas podem ser organizadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Alterações na Versão Final.

Modificação	Seção	Versão final
1	Cadastramento	Expansão para 71 municípios do PCJ
2	Cadastramento	Integração total entre as bases de dados
3	Quantitativa	Remoção de erros
4	Quantitativa	Botão de seleção até 2035
5	Quantitativa	Sigla, unidade e descrição
6	Quantitativa	Eixo variável
7	Quantitativa	Cálculos automáticos das médias
8	Quantitativa	Inserção de Tabela Comparativa
9	Qualitativa	Notificação de dados fictícios
10	Qualitativa	Aleatoriedade total dos dados fictícios
11	Qualitativa	Atualização manual através de botão
12	Integrada	Atualização manual através de botão
13	Integrada	Exibição da média dos valores
14	Manual do usuário	De acordo com a Versão Final

Fonte: Autor.

Do ponto de vista de viabilidade operacional, as alterações possíveis de serem realizadas foram as de número 2 (“Integração total entre as bases de dados”), 3 (“Remoção de erros”), 7 (“Cálculos automáticos das médias”) e 11/12 (“Atualização manual através do botão”).

A modificação 2 foi sugerida justamente durante o segundo *workshop*, em que os usuários reportaram a necessidade de inserir manualmente os novos dados qualitativos inseridos no momento de cadastrar o formulário quantitativo, tornando o cadastramento lento. Abaixo (Figura 17), encontra-se a nova disposição do formulário quantitativo, requisitado pelos usuários.

Figura 17: Formulário quantitativo.

RELAÇÃO ENTRE DADOS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS	
Seleção	Rua/ruas
Município	Americana
Natureza Jurídica	Autarquia
Porte	Grande
Ano	
IN013 - Índice de perdas faturamento (%)	
IN049 - Índice de perdas na distribuição (%)	
IN050 - Índice bruto de perdas lineares (m3/dia.km)	
N051 - Índice de perdas a cada 10 ligações (L/dia.10lig)	
P1	Sim
P2	Não
P3	Sim
P4	Não
P5	Sim
P6	Não
P7	Não
P8	Não
P9	Sim
P10	Sim
P11	Sim
P12	Não
P13	Não
P14	Sim
P15	Não
P16	Sim
P17	Parcial
P18	Sim
P19	Sim
P20	Não
P21	Não
P22	Sim
P23	Sim
P24	Sim
P25	Sim
P26	Sim

Fonte: Autor.

Esse problema ocorreu porque a macro de rastreamento não procura os valores mais antigos sobre os bancos de dados qualitativos, mas sim sobre o banco de dados quantitativo, que, por sua vez, não é atualizado ao preencher os processos de 1 a 8. Ou seja, é necessário preencher de P1 a P54, de forma manual.

Para resolver isso, foi desenvolvido um novo código para macro de rastreamento em VBA, representado na Figura 18, de forma a integrar todos os bancos de dados.

Figura 18: Segmento para integrar os bancos de dados.

```
Range("BB36").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=IFERROR(IFERROR(IFERROR(VLOOKUP(MAX('Base de Dados'!R[-32]C[-9]:R[207]C[-9])&Formulários!R[-28]C,'Base de Dados'!R[-32]C[-13]:R[187]C[-13]:R[-5],9,FALSE),VLOOKUP((MAX('Base de Dados'!R[-32]C[-9]:R[207]C[-9])-1)&Formulários!R[-28]C,'Base de Dados'!R[-32]C[-13]:R[187]C[-5],9,FALSE)),VLOOKUP((MAX('Base de Dados'!R[-32]C[-9]:R[207]C[-9])-2)&Formulários!R[-28]C" &
    ", 'Base de Dados'!R[-32]C[-13]:R[187]C[-5],9,FALSE)),VLOOKUP((MAX('Base de Dados'!R[-32]C[-9]:R[207]C[-9])-3)&Formulários!R[-28]C,'Base de Dados'!R[-32]C[-13]:R[187]C[-5],9,FALSE)),VLOOKUP((MAX('Base de Dados'!R[-32]C[-9]:R[207]C[-9])-4)&Formulários!R[-28]C,'Base de Dados'!R[-32]C[-13]:R[187]C[-5],9,FALSE)),VLOOKUP((MAX('Base de Dados'!R[-32]C[-9]:R[207]C[-9])-5)&For" &
    "mulários!R[-28]C,'Base de Dados'!R[-32]C[-13]:R[187]C[-5],9,FALSE))" & _
    """
Range("BB37").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=IFERROR(IFERROR(IFERROR(VLOOKUP(MAX('Base de Dados'!R[-33]C[-9]:R[251]C[-9])&Formulários!R[-29]C,'Base de Dados'!R[-33]C[-13]:R[116]C[-13]:R[116]C[-4],10,FALSE),VLOOKUP((MAX('Base de Dados'!R[-33]C[-9]:R[251]C[-9])-1)&Formulários!R[-29]C,'Base de Dados'!R[-33]C[-13]:R[116]C[-4],10,FALSE)),VLOOKUP((MAX('Base de Dados'!R[-33]C[-9]:R[251]C[-9])-2)&Formulários!R[-29]C" &
    ", 'Base de Dados'!R[-33]C[-13]:R[116]C[-4],10,FALSE)),VLOOKUP((MAX('Base de Dados'!R[-33]C[-9]:R[251]C[-9])-3)&Formulários!R[-29]C,'Base de Dados'!R[-33]C[-13]:R[116]C[-4],10,FALSE)),VLOOKUP((MAX('Base de Dados'!R[-33]C[-9]:R[251]C[-9])-4)&Formulários!R[-29]C,'Base de Dados'!R[-33]C[-13]:R[116]C[-4],10,FALSE)),VLOOKUP((MAX('Base de Dados'!R[-33]C[-9]:R[251]C[-9])-5)" &
    ")&Formulários!R[-29]C,'Base de Dados'!R[-33]C[-13]:R[116]C[-4],10,FALSE))" & _
```

Fonte: Autor.

Já a modificação 3 foi identificada por Marques (2021) na seção Quantitativa. Caso o usuário pesquisasse um município que não possui dados inseridos no sistema, a macro devolve uma mensagem de erro, típica do Excel, que deixa a página visualmente inadequada. Para resolver esse problema de *design*, bastou incorporar um código simples em VBA, contido na Figura 19. Basicamente, se o programa encontrar erros nas células BB9 e BB10, imprime um espaço em branco, “ “.

Figura 19: Código para remoção de erros.

```
Range("BB9").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=IFERROR(VLOOKUP(R[-1]C,'Base de Dados'!R[-5]C[-50]:R[621]C[-49],2,FALSE),"""")"
Range("BB10").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=IFERROR(VLOOKUP(R[-2]C,'Base de Dados'!R[-6]C[-50]:R[620]C[-48],3,FALSE),"""")"
```

Fonte: o Autor.

Para a mudança 7, o público do evento PCJ notou que o cadastramento de novos dados não alterava os valores médios na seção quantitativa. Isso ocorreu porque os valores eram fixados, não havia nenhum código para automatizar. Na Figura 20 consta o código que automatiza esse procedimento de cálculo da média, analisando, inclusive, dados recém cadastrados.

Figura 20: Macro para cálculos automáticos de médias.

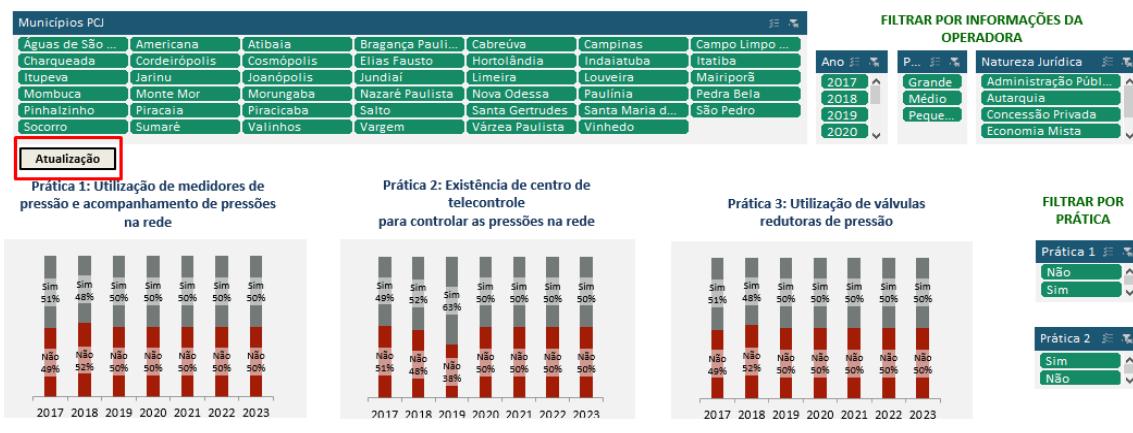
```
Range("M7").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=SUM('Base de Dados'!R[-3]C[334]:R[197]C[334])/COUNTA('Base de Dados'!R[-3]C[334]:R[141]C[334])"
Range("M8").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=SUM('Base de Dados'!R[-4]C[335]:R[79]C[335])/COUNTA('Base de Dados'!R[-4]C[335]:R[86]C[335])"
Range("M9").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=SUM('Base de Dados'!R[-5]C[336]:R[166]C[336])/COUNTA('Base de Dados'!R[-5]C[336]:R[153]C[336])"
Range("M10").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=SUM('Base de Dados'!R[-6]C[337]:R[142]C[337])/COUNTA('Base de Dados'!R[-6]C[337]:R[74]C[337])"
Range("N7").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=SMALL('Base de Dados'!R[-3]C[333]:R[57]C[333],1)"
Range("N8").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=SMALL('Base de Dados'!R[-4]C[334]:R[166]C[334],1)"
Range("N9").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=SMALL('Base de Dados'!R[-5]C[335]:R[86]C[335],1)"
Range("N10").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=SMALL('Base de Dados'!R[-6]C[336]:R[92]C[336],1)"
Range("L16").Select
```

Fonte: o Autor.

Por fim, as mudanças 11 e 12, que carregam o mesmo conceito, foram desenvolvidas pelo próprio Núcleo de Pesquisa, uma vez que anteriormente a atualização era automática, porém tornava difícil processar a macro, dependendo do computador do usuário. Tornando a atualização manual, o processo ocorre de forma rápida e estável, bastando um clique no botão “Atualização”, presente em todas as abas, para finalizar o cadastramento.

Na Figura 21 está indicado em vermelho a posição do botão “Atualização”.

Figura 21: Localização do botão “Atualização”.



Fonte: o Autor.

A Figura 22 contém o código referente a um dos botões de atualização manual. Vale a pena ressaltar que tais botões são redundantes, necessitando clicar em apenas um botão para atualizar todas as tabelas dinâmicas e, consequentemente, os gráficos dinâmicos.

Figura 22: Código para atualização manual.

```
ActiveSheet.ChartObjects("Gráfico 40").Activate
ActiveSheet.ChartObjects("Gráfico 40").Activate
ActiveChart.PivotLayout.PivotTable.PivotCache.Refresh
```

Fonte: o Autor.

4 CONCLUSÃO

As atividades desempenhadas no projeto, conforme relatado neste TCC, consistiram em: coletas de dados, estruturação de banco de dados complexos, desenvolvimento das interfaces qualitativas e quantitativas para a plataforma, possibilidade de cadastramento de novos dados, elaboração do design e construção da aba de práticas que mais importantes (*boxplots*), o que contribui para tornar a plataforma operacionalmente otimizada.

De acordo com o *workshop* realizado, o projeto desenvolvido atende aos requisitos de qualidade de dados, usabilidade e operacionalidade. Atrelado a isso, os usuários concordaram com a relevância dos indicadores selecionados e afirmaram que o processo de compartilhamento de dados operacionais entre os órgãos controladores pode possibilitar uma melhoria nos indicadores de perdas, validando a correlação entre teoria e performance da ferramenta.

Vale a pena salientar que após a conclusão da Plataforma digital, o produto foi registrado na plataforma *Creative Commons*. Contudo, é importante ressaltar o seu caráter gratuito (*open source*), em que o registro tem a função de defender os direitos autorais dos membros participantes do projeto, bem como as características e finalidades da plataforma.

Destaca-se que a ferramenta já foi apresentada ao Comitê de Bacias PCJ, foi realizado um *workshop*, e está planejada uma capacitação com intuito de otimizar ainda mais a plataforma, aproveitando o ambiente do curso. Neste curso, está prevista a participação de empresas de saneamento das Bacias PCJ, que realizarão um diagnóstico completo da situação de seus municípios no que se refere à questão das perdas, e utilizarão a plataforma como ferramenta de apoio na elaboração de seus planos de ação para que as prestadoras de serviço consigam atingir a meta do Plano de Bacias PCJ, que estipulou metas, relativas aos índices de perdas. Esse investimento reforça a validade do projeto e a preocupação das prestadoras de serviço quanto às questões de perdas físicas de água.

Como futuras prospecções, destaca-se a possibilidade de torná-la uma ferramenta *on-line*, utilizando a ferramenta de Sharepoint da Microsoft, de forma que usuários possam acessar e cadastrar novos dados, simultaneamente, atrelado a um melhor controle e segurança de dados, graças às ferramentas de restrição de acesso, edição e compartilhamento. Do ponto de vista de processos, é possível destacar uma melhoria evidente: a utilização de Power Bi, devido a um melhor processamento, atrelado à ferramentas similares de visualização de dados.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas. **Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil.** Brasília, 2005. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20DisponibilidadeDemandas.pdf>. Acesso em: 11 de janeiro 2021.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Sistema Cantareira.** Brasília, 2019. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/sala-de-situacao/sistema-cantareira/sistema-cantareira->>. Acesso em: 12 de janeiro 2021.

CABRERA, E.; DANE, P; HASKINS, S.; FRITZ, H. TH. **Benchmarking para servicios de agua: Guiando a los prestadores de servicios hacia la excelênciia.** Editorial Universitat Politecnica de Valencia, 2014. Disponível em:< https://www.researchgate.net/publication/321537562_Benchmarking_Para_Servicios_de_Agua_Guiando_a_los_prestadores_de_servicios_hacia_la_excelencia>. Acesso em: 19 de janeiro de 2021.

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. Disponível em: <<https://agencia.baciaspcj.org.br/>>. Acesso em: 2 de fevereiro 2021.

FAIRHURST, D. S. **Using Excel for Business Analysis: A Guide to Financial Modelling Fundamentals.** 1. ed. Austrália: John Wiley & Sons, 2012. p. 12-32. Acesso em: 10 de fevereiro de 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil - Panorama.** Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>>. Acesso em: 10 de janeiro 2021.

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: mai. 2020.

ITB - Instituto Trata Brasil. **Manual do Saneamento Básico.** 2012. Disponível em:<<http://www.tratabrasil.org.br>>. Acesso em: 31. jan. 2021.

HYDE, K.M.; MAIER, H.R. **Distance-based and stochastic uncertainty analysis for multi-criteria decision analysis in Excel using Visual Basic for Applications.** Centre for Applied Modelling in Water Engineering, School of Civil & Environmental Engineering, The University of Adelaide, Adelaide, SA 5005, Australia 2005. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364815205001660>>. Acesso em: 18 de janeiro 2021.

MARQUES, L. O. A. **Plataforma digital de benchmarking para serviços de água e esgoto, com foco no controle de perdas em sistemas de água.** 2020. 98 f. Trabalho de qualificação de Mestrado em Ciência: Engenharia Hidráulica e Saneamento – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2020. Acesso em: 13 de janeiro de 2021.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.** 49p. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: jan. 2020.

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

PRATES, D. C. Análise da série temporal de vazão do Rio Piracicaba – UGRHI 05. Anais do Encontro Nacional de Ensino, Pesquisa e Extensão – ENEPE. Presidente Prudente, 2019. Disponível em: <<https://www.unoeste.br/Areas/Eventos/Content/documentos/EventosAnais/397/anais/Humanas/Geografia.pdf>>. Acesso em: 19 de janeiro de 2021.

RIVA, Angelo; PILOTTI, Luciano. *The strategy and the evolution of benchmarking methodology: the case of Rank Xerox-Fuji*. Milan, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/326113663_The_strategy_and_the_evolution_of_benchmarking_methodology_the_case_of_Rank_Xerox-Fuji>. Acesso em: 17 de janeiro de 2021.

SANTI, A. D. *Benchmarking aplicado ao controle das perdas de água no contexto das bacias hidrográficas Piracicaba, Capivari e Jundiaí*. São Carlos, 2018, 170p. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-25092018-111447/pt-br.php>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2021.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto**. Brasília, 2020, 40p. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Diagnostico_AE2018.pdf>. Acesso em: 10 de janeiro de 2021.

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**. 49p. New York, 2019. Disponível em: <https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/jmp-report-2019/en/>. Acesso em: 10 de janeiro de 2020.

ANEXO I - MACRO DE RASTREAMENTO

ANEXO II - MACRO DE CADASTRAMENTO DE DADOS

```
If Range("AP11") = "" Then
    MsgBox "Aviso: O ano não pode estar vazio! Tente novamente!", vbCritical
    Exit Sub
End If

If Range("AP11") <= 2017 Then
    MsgBox "Aviso: O ano não pode ser inferior a 2018! Tente novamente!", vbCritical
    Exit Sub

Else
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=6
    Range("AP20").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-9]C&R[-12]C"
    Range("AP21").Select
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=6
    Range("AP20").Select
    Selection.Copy
    Range("AP23").Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks :=
        :=False, Transpose:=False
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=-12
    Range("AP8:AP19").Select
    Application.CutCopyMode = False
    Selection.Copy
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=6
    Range("AP24").Select

    Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks :=
        :=False, Transpose:=False
    Range("AP23").Select
    Application.CutCopyMode = False
    Selection.Copy
    Sheets("Base de Dados").Select
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=-51
    ActiveWindow.SmallScroll ToRight:=8
    Range("CH4").Select
    Selection.End(xlDown).Select
    ActiveCell.Offset(1, 0).Range("A1").Select
    ActiveSheet.Paste
    Sheets("Formulários").Select
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=3
    Range("AP24:AP35").Select
    Application.CutCopyMode = False
    Selection.Copy
    Sheets("Base de Dados").Select
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=-39
    Range("CI4").Select
    Selection.End(xlDown).Select
    ActiveCell.Offset(1, 0).Range("A1").Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteAll, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=
        False, Transpose:=True
    Sheets("Formulários").Select
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=-3

    Range("AP8:AP43").Select
    Selection.ClearContents
    Range("AQ10").Select

    'Marcelo:
    Sheets("Tabelas").Select
    ActiveWindow.SmallScroll ToRight:=5
    Range("JA6").Select
    ActiveSheet.PivotTables("P42").PivotCache.Refresh
    Sheets("Formulários").Select

    'Informa o usuário de que os dados cadastrados foram armazenados
    MsgBox "Dados cadastrados com sucesso!", vbInformation

    'Encerra o if
End If
End Sub
```

ANEXO III – CRONOGRAMA DO WORKSHOP

Workshop de Perdas de Água - Atividade1

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 ($m^3/\text{dia}.\text{km}$)
- IN051 - Índice de Perdas por Ligação (L/dia.10lig)

*Obrigatório

E-mail *

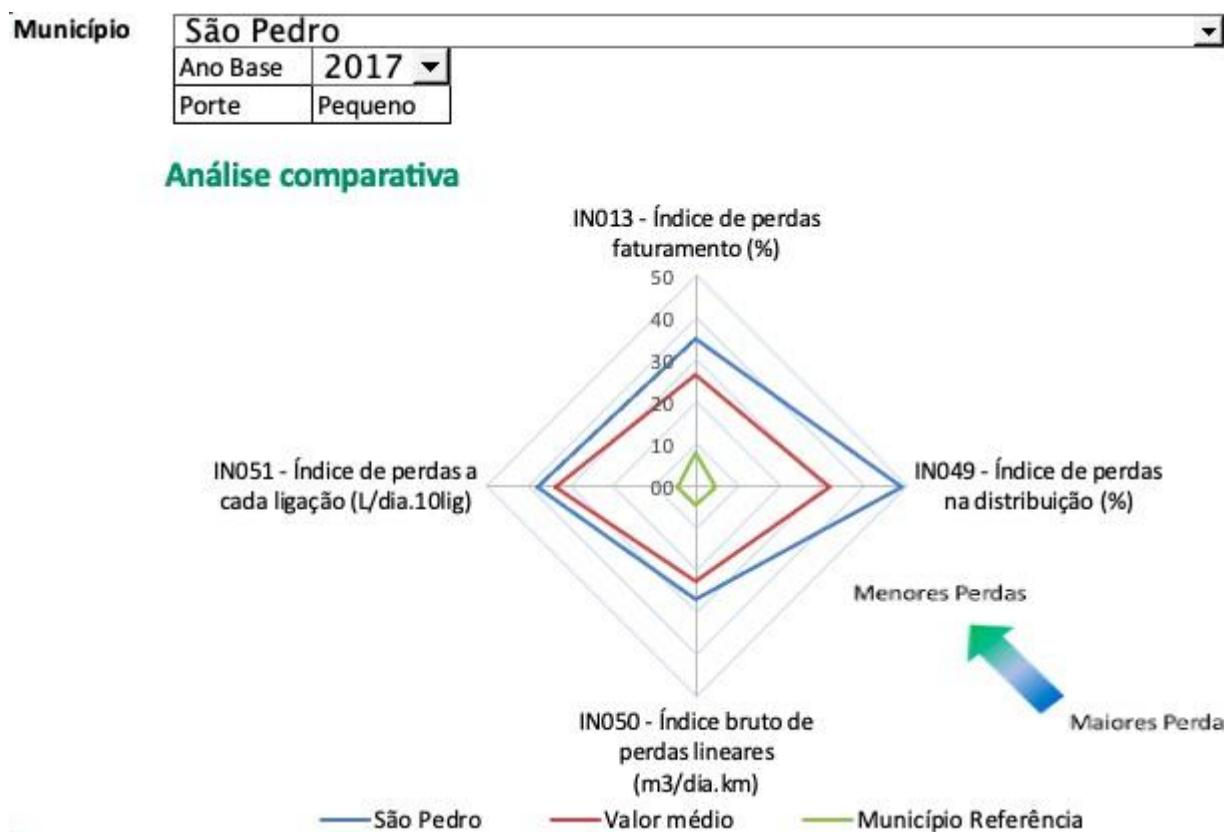
Qual seu cargo e instituição de trabalho no momento? *

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 quanto o gráfico dinâmico abaixo colabora na visualização da situação das perdas de água em seus 4 indicadores.



Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Nada Muito

2. Avalie o quanto 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 (m ³ /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 quanto 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.

4. Quanto à seguinte afirmação, qual é a sua percepção? "Considerei 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 quanto 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.

A horizontal line with five empty oval shapes evenly spaced along it. Above the line, the numbers 1, 2, 3, 4, and 5 are centered above each oval. To the left of the first oval is the word "Nada". To the right of the last oval is the word "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.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Formulários

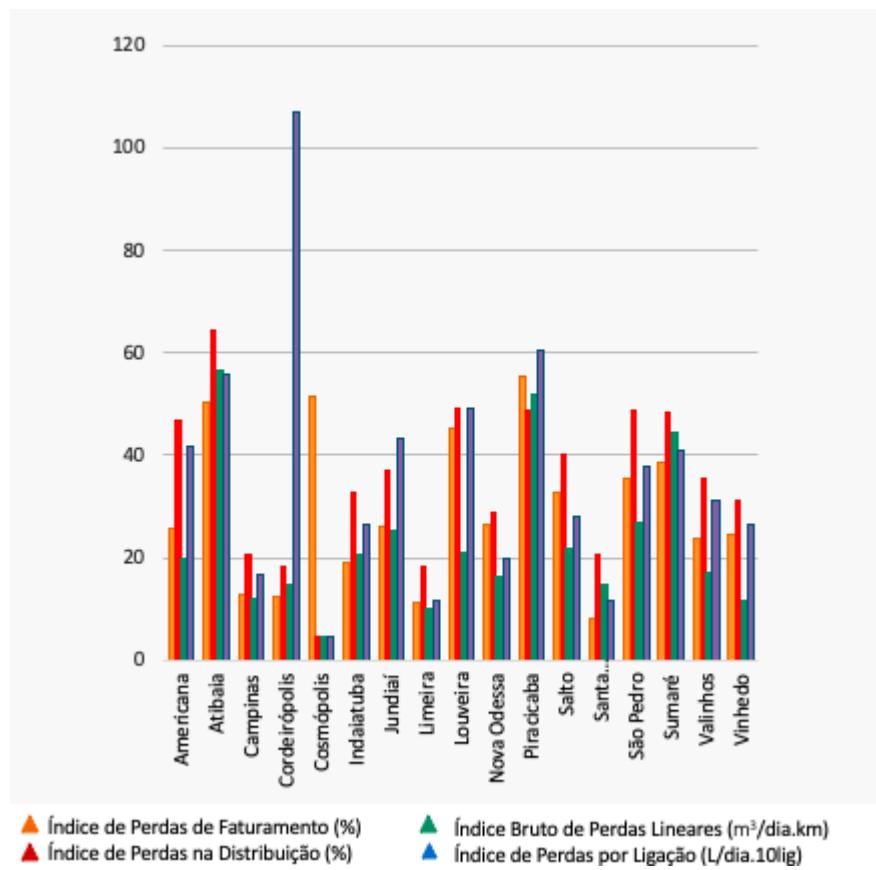
Workshop de Perdas de Água - Atividade2

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 *

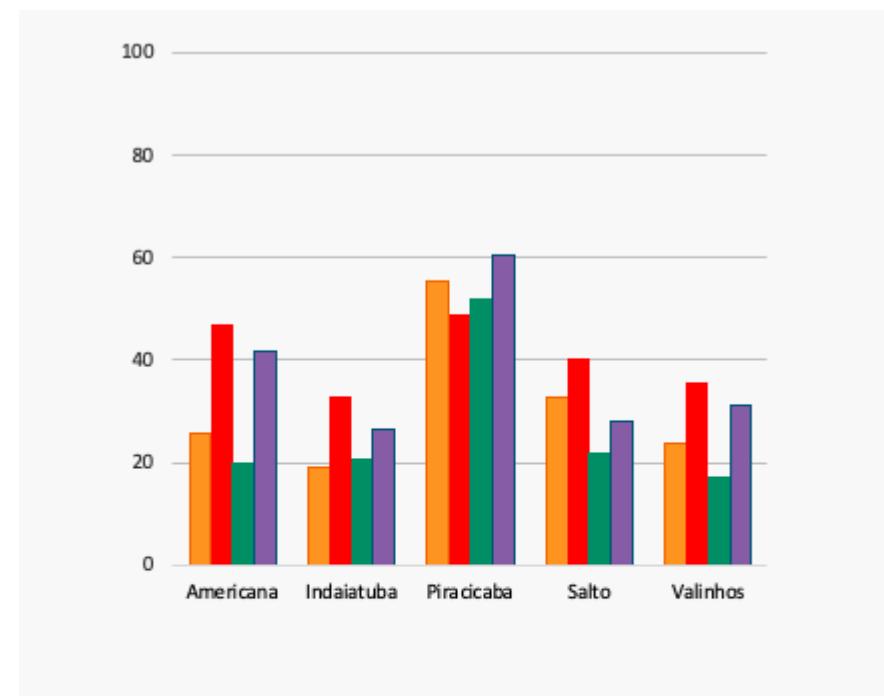
1. O quanto se consegue obter um panorama comparativo das perdas através desse gráfico dinâmico, considerando-se os municípios representados?



Marcar apenas uma oval.

A horizontal scale with five points labeled 1, 2, 3, 4, and 5 above the line, and 'Nada' and 'Muito' at the ends below the line.

3. 2. O quanto importante foram os filtros de dados abaixo para se obter uma comparação segmentada dos municípios segundo suas características?



▲ Índice de Perdas de Faturamento (%) ▲ Índice Bruto de Perdas Lineares (m³/dia.km)
▲ Índice de Perdas na Distribuição (%) ▲ Índice de Perdas por Ligação (L/dia.10lig)

Porte

Grande Médio Pequeno

Natureza Jurídica

Administração... Autarquia Concessão Privada Economia Mista

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Nada Muito

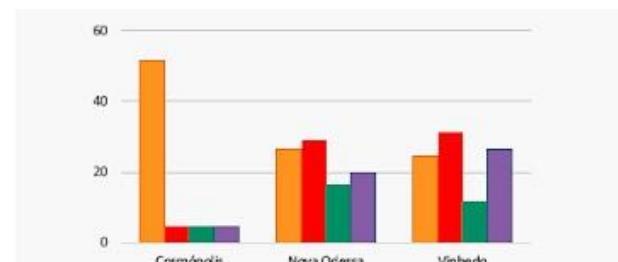
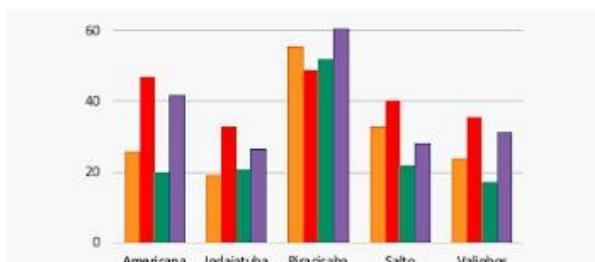
3. O quanto útil foram os filtros de dados abaixo para se obter uma comparação segmentada da questão das perdas nos municípios em questão?

Ano	Município
2017	Americana
2020	Atibaia
	Campinas
	Cordeirópolis
	Cosmópolis
	Indaiatuba
	Jundiaí
	Limeira
	Louveira
	Nova Odessa
	Piracicaba
	Salto

Marcar apenas uma oval.

A horizontal scale line with five evenly spaced tick marks labeled 1, 2, 3, 4, and 5 from left to right. Below the line, the word "Nada" is positioned under the first tick mark, and the word "Muito" is positioned under the fifth tick mark. There are five empty oval shapes above the line, one centered under each tick mark, intended for the respondent to draw a mark indicating their level of agreement or experience.

4. O quanto 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.



- ▲ Índice de Perdas de Faturamento (%)
- ▲ Índice Bruto de Perdas Lineares ($m^3/dia.km$)
- ▲ Índice de Perdas na Distribuição (%)
- ▲ Índice de Perdas por Ligação ($L/dia.10^6g$)

- ▲ Índice de Perdas de Faturamento (%)
- ▲ Índice Bruto de Perdas Lineares (m³/dia.km)
- ▲ Índice de Perdas na Distribuição (%)
- ▲ Índice de Perdas por Ligação (L/dia.10⁶lig)

Porte			
Grande	Médio	Pequeno	
Natureza Jurídica			
Administração	Autarquia	Concessão Privada	Economia Mista

Porte	<input checked="" type="checkbox"/> Grande	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Pequeno
Natureza Jurídica			
<input checked="" type="checkbox"/> Administrativa	<input type="checkbox"/> Autônoma	<input type="checkbox"/> Econômica Mista	<input type="checkbox"/>

Marcar apenas uma oval.

A horizontal line with five evenly spaced ovals. Above the line, the numbers 1, 2, 3, 4, and 5 are centered above each oval. Below the line, the word "Nada" is positioned under the first oval, and the word "Muito" is positioned under the last oval.

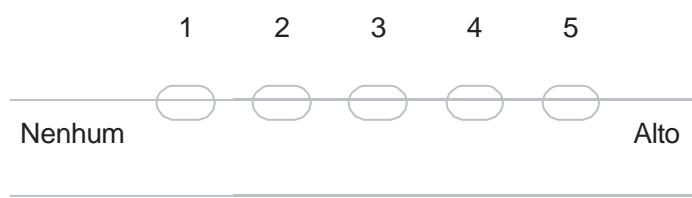
5. Quanto à seguinte afirmação, forneça sua percepção: "Ao realizar análise integrada com mais de um filtro simultaneamente, pude obter resultados mais eficientes".

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.



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?

Formulários

Google

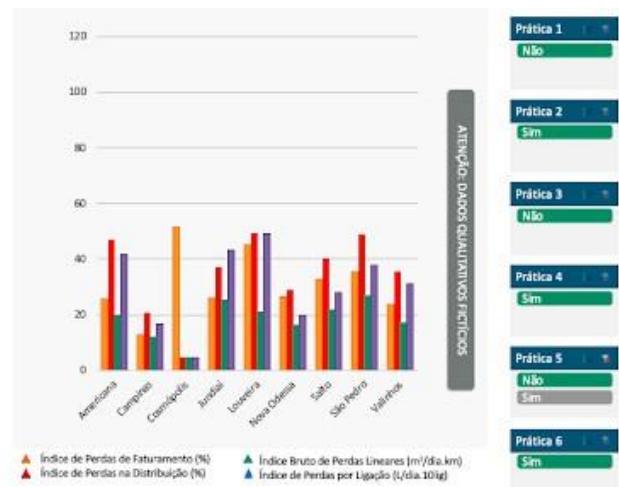
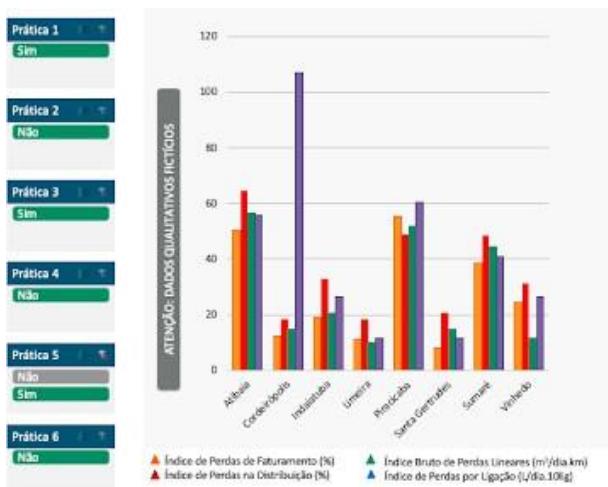
Workshop de Perdas de Água - Atividade3

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

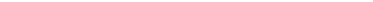
E-mail *

1. O quanto 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?



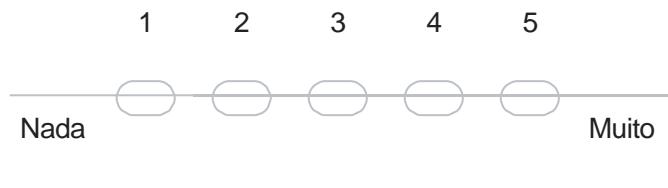
Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Nada  Muito

2. O quanto 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.



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

5. 4. O quanto os recursos visuais e dinâmicos da seção Práticas Adotadas permitiram ver a situação do município em questão?

Municípios PC							Filtrar por informações da operadora		
Aguas de São Pedro	Americana	Atibaia	Bragança Paulista	Cabreúva	Campinas	Campe Limpo...	Ano		Natureza Jurídica
Charqueada	Cordeirópolis	Cosmópolis	Elias Fausto	Hortolândia	Indaiatuba	Itatiba	2017		Grande
Itupeva	Jarinu	Joanópolis	Jundiaí	Limeira	Louveira	Mairiporã	2018		Autarquia
Mombuca	Monte Mor	Morungaba	Nazaré Paulista	Nova Odessa	Paulínia	Pedra Bela	2019		
Rimaiçinho	Pratânia	Pratâncula	Salto	Santa Gertrudes	Santa Maria da Serra	São Pedro			
Securó	Sumaré	Valinhos	Vargem	Várzea Paulista	Vinhedo				

Prática 1: Utilização de medidores de pressão e acompanhamento de pressões na rede

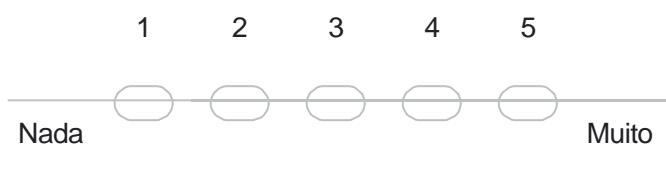
Prática 2: Existência de centro de telecontrole para controlar as pressões na rede

Prática 3: Utilização de válvulas reductoras de pressão

Filtrar por prática

- Prática 1 Sim
- Prática 2 Sim
- Prática 3 Sim

Marcar apenas uma oval.



5. O quanto 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?

Municípios PCI	Campo Limpo...	Cosmópolis	Itupeva	Mairiporã	Monte Mor	Morungaba	Nova Odessa	Porte
	Paulínia	Pinhalzinho	Vinhedo					2017
								Grande
								Médio
								Pequeno
								2018
								2019

Prática 1: Utilização de medidores de pressão e acompanhamento de pressões na rede

Ano	Sim	Não
2017	71%	29%
2018	75%	25%
2019	100%	0%

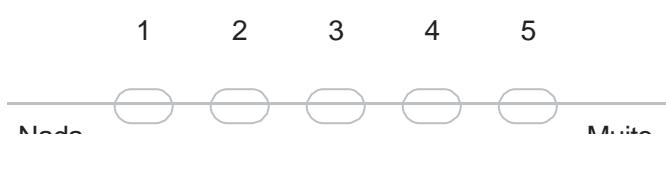
Prática 2: Existência de centro de telecontrole para controlar as pressões na rede

Ano	Sim	Não
2017	85%	14%
2018	88%	11%
2019	100%	0%

Prática 3: Utilização de válvulas redutoras de pressão

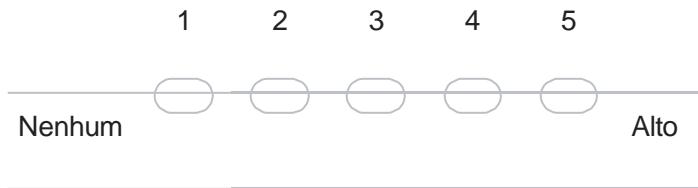
Ano	Sim	Não
2017	86%	14%
2018	88%	11%
2019	100%	0%

Marcar apenas uma oval.



6. Quanto à navegação por essa seção da plataforma, qual foi o grau de dificuldade?

Marcar apenas uma oval.



7. Gostaria de fazer alguma sugestão ou comentário a respeito de qualquer aspecto dessa seção da plataforma?

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.



Formulários

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 quanto 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	
Cadastrar!		

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5



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

5. Avalie a seguinte afirmação, considerando o manuseio de todas as seções da plataforma: "A navegação pela ferramenta não é intuitiva e conhecimento na área de controle de perdas".

Marcar apenas uma oval.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Neutro
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

6. Quanto à prática de cadastramento de dados reais e a função da plataforma, avalie a seguinte afirmação: "Acredito que, se atualizada anualmente com os dados de todas as prestadoras, a ferramenta pode melhorar o combate às perdas através da identificação das boas práticas utilizadas pelos municípios que mostrarem menores índices, especialmente aqueles de características semelhantes".

Marcar apenas uma oval.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Neutro
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

7. Avalie através da atribuição de uma nota a Plataforma de Controle de Perdas conforme sua satisfação com o material desenvolvido (todas as seções).

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



Workshop de Perdas de Água - Atividade 4

8. Gostaria de fazer alguma sugestão ou comentário a respeito de qualquer aspecto da plataforma?

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google

Formulários