



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

BENCHMARKING ENQUANTO FERRAMENTA DE MELHORIA DE DESEMPENHO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: UMA ABORDAGEM DAS PERDAS FÍSICAS DO PROCESSO

Luis Otávio do Amaral Marques, luis.otavio.marques@usp.com, EESC - USP
Rafael Santos Carvalho, rafaelcarvalho14@usp.com, EESC - USP
Marcelo Otani Marques de Sa, marcelo.otani@usp.br, EESC - USP
Tadeu Fabrício Malheiros, tmalheiros@usp.br, EESC - USP

Resumo

Dentre os crescentes problemas ambientais observados e discutidos nas últimas décadas no planeta, as questões voltadas ao acesso à água e a gestão do saneamento têm ganhado cada vez maior enfoque das agendas de planejamento em diferentes escalas governamentais. Nesse contexto, as perdas em sistemas de abastecimento de água constituem um importante ponto de atenção, especialmente no quesito da gestão, tendo os benefícios oriundos da redução de seus índices direta influência na sustentabilidade e até mesmo na universalização dos serviços de saneamento, indicando assim a importância de adoção de cada vez mais tecnologias, práticas e processos voltados a esse aspecto. Sendo o *benchmarking* um processo relacionado a melhorias de desempenho e gestão, já adotado no setor de saneamento de algumas localidades, o presente trabalho objetiva o levantamento de informações sobre a forma de aplicação desta ferramenta, observando as variações dos modelos através dos quais ela é empregada e comparando o desempenho dos sistemas de abastecimento de água no âmbito do controle de perdas entre os locais onde o *benchmarking* já é executado e os demais onde não ocorre sua aplicação. Viu-se por meio do estudo, que o modelo ideal de estruturação de *benchmarking* que minimiza as perdas de água inclui 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, sendo, portanto um compilado entre os diferentes modelos reais existentes. Concluiu-se, também, que os países onde o *benchmarking* é praticado possuem os melhores desempenhos referentes às perdas na distribuição em sistemas de abastecimento de água.

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

1. Introdução

Constituindo um dos temas centrais dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas, a água potável é hoje reconhecida mundialmente como um recurso essencial, porém vulnerável, limitado e cada vez mais escasso, situação influenciada negativamente por fatores como o crescimento da demanda, a poluição de mananciais e as alterações climáticas cada vez mais severas (Goonetilleke e Vithanage, 2017; Bezerra, Pertel e Macêdo, 2019). Para McDonald et al. (2014) tal cenário é também resultado do forte movimento global de urbanização não acompanhado do planejamento necessário, tanto com relação à disponibilidade hídrica dos entornos das cidades para abastecimento de água de suas populações, quanto a gestão dos despejos por elas gerados.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

Segundo Jacobi, Empinotti e Schmidt (2016), em 2016 mais de um bilhão de pessoas não possuem adequado acesso à água potável e se prevê que em um curto prazo o estresse hídrico irá afetar diretamente mais de 40% da população mundial, estimativa que ilustra as dimensões dos problemas atuais e futuros referentes ao acesso a água de qualidade e ao gerenciamento dos sistemas já existentes de abastecimento público.

Nesse sentido, dentro do contexto dos sistemas de abastecimento de água, as perdas de água representam um dos principais desafios enfrentados. Sendo também um dos principais indicadores de eficiência dos sistemas de abastecimento, o gerenciamento integrado e controle de perdas deve constar sempre dentro da pauta de esforços de operadoras e órgãos gestores (Sobrinho e Borja, 2016).

No entanto, apesar do consenso de sua importância, os índices de perdas médios de muitos países, assim como os demais indicadores de saneamento, apresentam severa disparidade, havendo locais como Dinamarca e Países Baixos, onde os percentuais de perdas são inferiores a 10% (Liemberger e Wyatt, 2018) e países como o Brasil, onde estes índices ficam próximos de 40% (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2018).

Para Kusterko et al. (2018), a redução dessas perdas está inserida em um contexto fortemente atrelado ao planejamento estratégico e à tomada de decisões por parte dos agentes responsáveis pelo saneamento, sendo um fator importantíssimo para a sustentabilidade e competitividade das operadoras e, conseqüentemente, para a melhoria na prestação dos serviços, representando benefícios nos variados segmentos: energético, econômico, ambiental, sociocultural e tecnológico. Portanto, é evidente a necessidade de investir não somente na concepção de novas tecnologias eficientes, como também endereçar esforços para o desenvolvimento e melhoramento dos mecanismos de aplicação de tais tecnologias e de gestão do saneamento, nas suas diferentes esferas.

O *benchmarking* é um processo já adotado em algumas localidades nesse contexto e configura-se como o compartilhamento de práticas entre empresas e instituições cujos índices de desempenho são superiores, para eventual adoção com suas adaptações por aquelas que possuem índices com menor desempenho, sendo considerada uma interessante ferramenta de aperfeiçoamento e gestão (Petenate, 2019).

Logo, com o intuito de conhecer melhor a aplicação do *benchmarking* para sistemas de saneamento, o presente trabalho tem por objetivo levantar informações sobre a aplicação de tal prática por parte dos órgãos responsáveis pelos serviços de saneamento e realizar análise da sua relação com o desempenho referente ao controle de perdas dos sistemas de abastecimento de água.

2. Fundamentação teórica

De acordo com o Cardoso (2002), indicadores de desempenho são importantes instrumentos de gestão, capazes de fornecer uma visão objetiva dos procedimentos envolvidos em determinado processo, sendo utilizados para se obter panoramas e aumentar a eficiência. Com relação à prestação de serviço de abastecimento público de água, há um número expressivo de indicadores quali-quantitativos capazes avaliar a operação. Um dos que recebe maior atenção atualmente é o de perdas físicas de água, intimamente vinculadas ao balanço hídrico.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

Balanco hídrico é uma das ferramentas utilizadas para quantificar o desempenho de um sistema de abastecimento de água. Desde o processo de captação, incluindo a passagem pela Estação de Tratamento de Água até a sua efetiva distribuição, a mesma é ora passível de consumo autorizado, ora é perda, correspondendo à diferença entre volume inicial e volume autorizado, seja ele medido ou estimado (ITB, 2016).

Segundo Associação Internacional de Águas (IWA), órgão internacional responsável por auxiliar diversos países na gestão de seus recursos hídricos, as perdas de água no sistema de abastecimento podem ser perdas reais (físicas) ou aparentes (perdas de faturamento). O volume de água perdido por conta de vazamentos, desde a captação até a distribuição, e por procedimentos que consomem excessivamente esse recurso, como lavagem de filtros, configuram perdas físicas de água (ABES, 2005). Quando se trata de problemas vinculados a fraudes ou sistemas clandestinos e problemas de medição, define-se como perdas de faturamento, recaindo diretamente sobre as prestadoras de serviço (Silva, 1998).

Sabe-se que uma rede de distribuição de água sem perdas não é algo viável tecnicamente e economicamente, pois uma parcela das perdas ocorre devido às próprias limitações técnicas dos sistemas (perdas inevitáveis), mas concentrar esforços para que haja um limite nos volumes de perdas é tarefa possível e benéfica para a sociedade como um todo.

A Figura 1 ilustra a determinação do nível econômico de perdas físicas para um sistema de abastecimento de água potável, geralmente definido como 15% (ITB, 2018). Muitos países ainda estão longe de alcançar esse nível econômico de perdas de águas. Assim, fazem-se necessárias medidas, especialmente de gestão, que combatam esse problema.

Nesse âmbito, o compartilhamento de informações entre as empresas prestadoras de serviços é considerado uma importante ferramenta para a melhoria do desempenho. Esse processo é, inclusive, já aplicado mundialmente em outros tipos de entidades, ao qual se denomina *benchmarking* (Petenate, 2019).

Benchmarking é uma ferramenta que visa a aumentar o desempenho de uma determinada companhia, comparando-a com um modelo de referência. Sua primeira aplicação foi na década de 1970, no Japão, mas ganhou abrangência mundial devido à crescente e constante necessidade das entidades de se mostrarem competitivas, com processos otimizados, frente ao aumento da concorrência (Wibowo e Alfen, 2015).

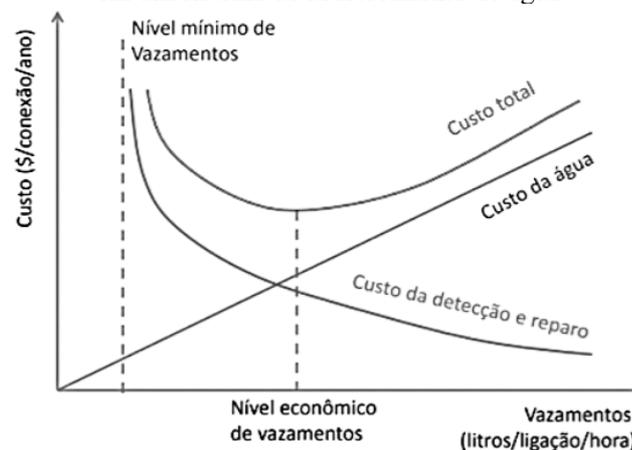
Porém, o *benchmarking* não consiste em um “copia e cola” de um modelo, uma vez que cada entidade exerce diferentes funções em diferentes intensidades e modos, sendo necessário a adequação da prática aplicada em diferentes ambientes, compondo um aprendizado, e não plágio, o que retiraria qualquer legitimidade das entidades.

Além disso, vale salientar que a adoção dessa prática baseia-se no princípio de que não existe uma empresa que detém os melhores índices de desempenho em todos os aspectos; assim, a sua adoção consiste em um processo benéfico para todos os integrantes, no qual os colaboradores podem compartilhar informações prevendo-se melhorias no desempenho (Alegre, 1995).



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

Figura 1 - Custos relacionados à quantidade de vazamentos em um sistema de abastecimento de água



Fonte: ITB, 2018

No setor de abastecimento de água, há inúmeros estudos que dão suporte científico para os resultados positivos do *benchmarking* como importante ferramenta para tomada de decisão e aumento da produtividade e qualidade, como os realizados por Wibowo e Alfen (2015), Marques, Lin (2005) e Corton e Berg (2009).

Assim, a aplicação dessa ferramenta no setor, 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 local.

3. Metodologia

O presente artigo trata-se de um levantamento de informações ao reunir e analisar diferentes modelos de aplicação do *benchmarking* enquanto ferramenta de melhoria de desempenho em sistemas de abastecimento de águas em nível internacional.

As localidades foram escolhidas com base nos destaques citados por Cabrera (2014) em seu livro *Benchmarking Water Services: Guiding Water Utilities to Excellence*. A estruturação da aplicação do *benchmarking* exigiu buscas mais detalhadas, tanto em plataformas científicas, quanto nas próprias páginas web de cada instituição local responsável pela prática da ferramenta no setor.

Para tal, foram definidos aspectos qualitativos relativos à implementação da prática em cada localidade, para que ao final fosse possível obter um modelo nos qual as perdas de água sejam minimizadas e que possa direcionar a aplicação da mesma por aquelas que ainda não o fazem, adequando-se a ferramenta, naturalmente, às circunstâncias do país.

Esses aspectos são: frequência de aplicação do exercício (que pode ser anual ou menor), regulamentação (participação obrigatória por legislação vigente ou voluntária), década de início



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

das atividades, confidencialidade do nome de cada prestadora de serviço de abastecimento de água nos produtos finais (ausente ou total), custos (gratuidade, cobrança ou gratuidade parcial), produto final (relatórios que podem ser públicos e/ou privados, plataforma digitais privadas), interatividade do produto final com o usuário (alta, média ou baixa).

Ao final, os índices anuais médios de perdas físicas de água de todos os países do mundo são comparados após serem divididos entre as localizações referências na utilização do *benchmarking* (presentes neste estudo) e todas as outras.

4. Resultados

4.1. Sistemática da aplicação do *benchmarking* em alguns países

4.1.1. Países Baixos

Os Países Baixos são pioneiros na utilização do *benchmarking* nesse setor em nível mundial. Sua primeira aplicação foi realizada na década de 1980, enquanto comparação interna de práticas de diferentes companhias, estando 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. Em 2012, uma lei federal tornou obrigatória a prática de *benchmarking* pelas prestadoras de serviço. 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. Nesses documentos estão explícitos quais valores referem-se a quais companhias. Há, também, relatórios comparativos privados, enviados para cada uma das dez prestadoras de serviços de águas do país, contendo informações mais detalhadas 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).

4.1.2. Alemanha

Nesse país, o *benchmarking* está presente há quase 20 anos e em mais de 800 operadoras públicas e privadas (Rödl, 2020) e 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, dado o 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



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

ao cliente e sustentabilidade. Esses documentos são anuais e disponibilizados online, na forma de relatório público. Há sempre uma interpretação nesses relatórios do que os resultados de cada indicador significam em nível estadual (VEWSaar, 2017).

4.1.3. Portugal

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 os relatórios fazem parte das políticas públicas de melhorias dos serviços de saneamento adotadas pelo governo do país. A utilização de indicadores que avaliassem o sistema de distribuição de água no país data do final da década de 1990. (ALEGRE e COELHO, 1997). Em 2005, o Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR) entendeu que era necessário que houvesse publicações anuais regulamentadas dos relatórios com um panorama do saneamento no país. Em um deles, há um capítulo nomeado "Avaliação e *benchmarking* da qualidade do serviço prestado aos utilizadores", no qual se observa que a incorporação dessa ferramenta através da comparação dos indicadores das prestadoras de serviço é feita de maneira explícita, sem confidencialidade. Nota-se, 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 os relatórios 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 (ERSAR, 2020). No entanto, observa-se que o número de indicadores é baixo em comparação com os de outros países cuja participação é eletiva.

4.1.4. 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. 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).



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

4.1.5. 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. 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 dos mesmos 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 momento, tornando a plataforma dinâmica. 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 desempenho relativos 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 desse último continua a ser voluntária, mediante pagamento de uma taxa anual de 1500 Euros (DANVA, 2020).

4.1.6. 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 (AECOM, 2018).

É utilizado uma plataforma digital 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 mesma instituição, nos quais os participantes podem discutir diretrizes e resultados do *benchmarking* no setor de saneamento do país (NWWBI, 2013).



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

4.1.7. 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. A participação é feita através de um *survey* 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 *survey* em um determinado ano possuem desconto na aquisição desse, 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 explicitadas os nomes das empresas participantes juntos aos seus indicadores de desempenho (AWWA, 2020).

4.1.8. Fundação Europeia de Cooperação em *Benchmarking*

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 majoritariamente europeus através do oferecimento do seu Programa de *Benchmarking*. Esse programa consiste no fornecimento de 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 instituições participantes o acesso a uma plataforma online de *benchmarking*, com o mesmo critério de confidencialidade dos relatórios escritos fornecidos às companhias. Nessa plataforma constam indicadores de serviços de água, na qual é possível acessar e exportar dados históricos e a navegação na mesma é considerada fácil e sugestiva. (EBC, 2020).

Para se ter 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.

4.2. Comparação dos aspectos qualitativos e quantitativos

O Quadro 1, a seguir, apresenta um resumo comparativo dos aspectos qualitativos referentes aos modelos de aplicação do *benchmarking* em sistemas de abastecimento de água adotados pelas localidades acima citadas, referências em termos de adoção dessa prática para melhoria de desempenho do setor. Pode-se notar, também, as perdas físicas médias de água nesses sistemas para o ano de 2018.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

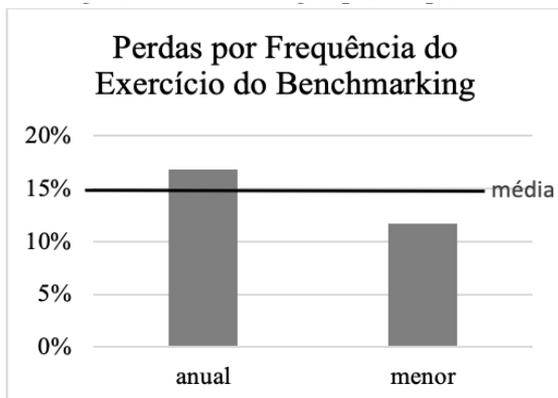
Quadro 1: Comparativo dos modelos de benchmarking aplicados nas localidades selecionadas

Localidades	Frequência	Regulamentação	Início das Atividades	Confidencialidade	Custos	Produto Final	Interatividade	Perdas Água
Países Baixos	menor	regulamentada	Década de 1980	ausente	gratuidade	relatórios público e privado	média	5%
Dinamarca	anual	parcialmente regulamentada	Década de 2000	ausente	gratuidade parcial	relatórios público e privado e plataforma digital privada	alta	7%
Alemanha	anual	voluntária	Década de 2000	total	*	relatório público	baixa	15%
Áustria	menor	voluntária	Década de 2000	total	cobrança	relatórios público e privado	baixa	15%
Canadá	menor	voluntária	Década de 1990	total	cobrança	relatórios público e privado e plataforma digital privada	alta	15%
Portugal	anual	regulamentada	Década de 1990	ausente	gratuidade	relatório público	baixa	18%
EUA	anual	voluntária	*	total	gratuidade parcial	relatório privado	baixa	20%
EBC Foundation	anual	voluntária	Década de 2000	total	cobrança	relatórios público e privado e plataforma digital privada	alta	24%
							média	15%

Fonte: Os autores.
 *: sem dados.

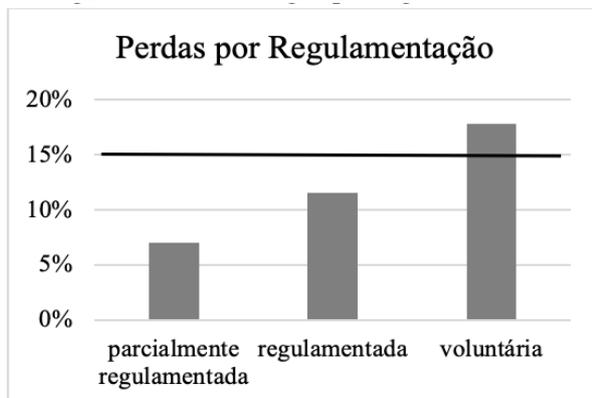
As Figuras 2 e 3 foram produzidas pensando-se em obter um modelo ideal de estruturação dos aspectos qualitativos da aplicação do benchmarking em sistemas de abastecimento de água, com base nas menores perdas dos países do Quadro 1.

Figura 2: Perdas de água por frequência



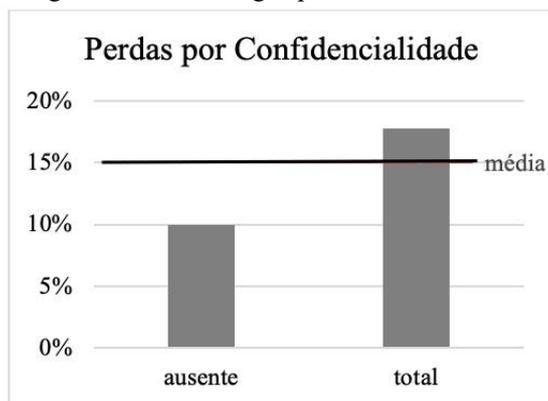
Fonte: Os autores.

Figura 3: Perdas de água por regulamentação



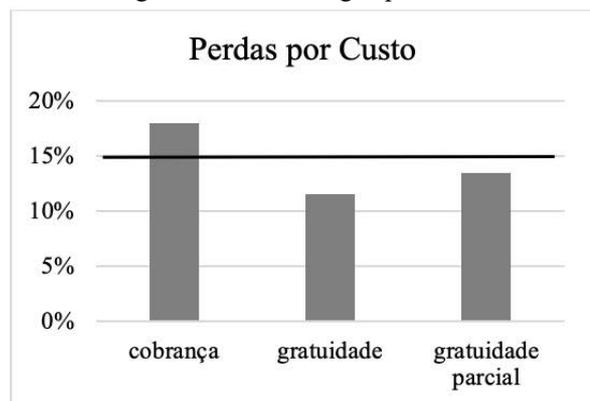
Fonte: Os autores.

Figura 4: Perdas de água por confidencialidade



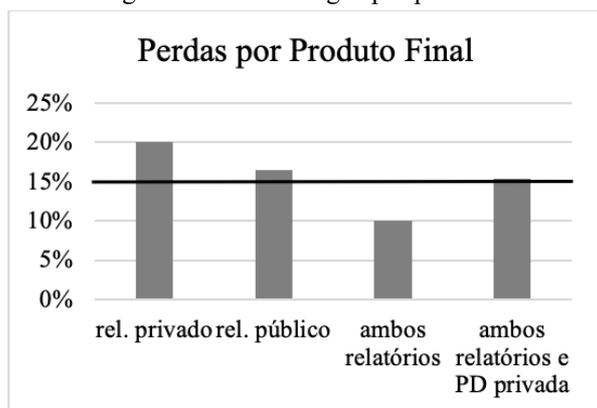
Fonte: Os autores.

Figura 5: Perdas de água por custo



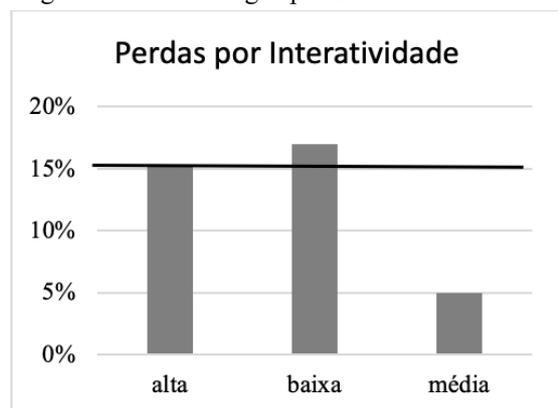
Fonte: Os autores.

Figura 6: Perdas de água por produto final



Fonte: Os autores.

Figura 7: Perdas de água por interatividade



Fonte: Os autores.

Segundo os gráficos das Figuras 2 a 7, 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.

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.

Contudo, como o *benchmarking* trata-se da adoção de práticas externas que obtiveram sucesso e respectiva adaptação à realidade de quem está realizando, a estrutura acima citada não deixa representar um mecanismo norteador para uma localidade que está se planejando para aplicar a ferramenta visando à melhoria de desempenho, especialmente no que se refere às perdas de água em sistemas de abastecimento.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

4.3. Influência da adoção do *benchmarking* no índice de perdas

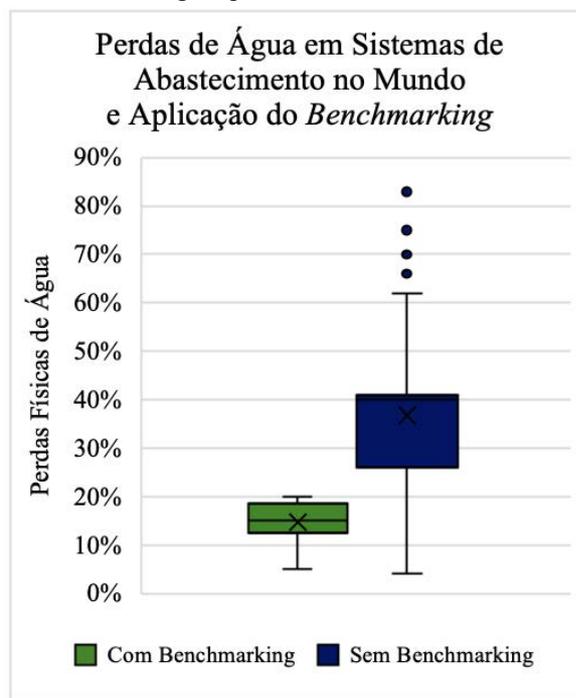
Nota-se que a porcentagem média de perdas de água considerando-se as localidades do Quadro 1 é exatamente de 15%, valor considerado pela Agência Internacional de Águas (IWA) como econômico para esse índice, levando-se em conta os custos de detecção e reparo das perdas e o da própria água perdida.

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 1.

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 8 denota a contribuição do *benchmarking* enquanto ferramenta de melhoria de desempenho referente às perdas físicas 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 8: Comparativo internacional de perdas físicas de água destacando-se a utilização do *benchmarking* enquanto ferramenta de melhoria de desempenho



Fonte: Liemberger e Wyatt (2018)



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

5. Conclusões

Diante do exposto, conclui-se a partir do levantamento das informações sobre o *benchmarking* em diferentes localidades em que ele é aplicado, presentes neste trabalho, que a forma de execução deste processo apresenta variações a respeito de sua frequência de aplicação, regulamentação, confidencialidade, entre outros aspectos, sendo possível concluir também, a partir da análise destas variações, que a combinação de aspectos qualitativos de diferentes modelos constitui o modelo ideal relacionado aos menores índices de perdas.

Ainda que seja necessário considerar a influência dos desiguais níveis de desenvolvimento das localidades em um contexto global, é válido, também, concluir que os países onde o *benchmarking* foi adotado para os sistemas de saneamento apresentam melhores índices referentes às perdas de água, indicando uma relação de tal processo com melhores níveis de desempenho.

Dessa forma, os objetivos pretendidos pelo trabalho foram alcançados, tanto para a coleta e reunião de informações sobre modelos de aplicação do *benchmarking* em sistemas de abastecimento de água, quanto possíveis relações com o desempenho dos países no controle das perdas. Salienta-se, dentre as dificuldades enfrentadas neste estudo, a difícil obtenção de dados tanto sobre a estrutura de aplicação da ferramenta, quanto para os índices de desempenho das diferentes localidades. Recomenda-se, ainda, análises mais aprofundadas sobre a relação dos indicadores de perdas e demais aspectos do saneamento com a aplicação da ferramenta de *benchmarking* no contexto internacional.

6. Agradecimentos

Primeiramente, agradecimentos aos órgãos fomentadores das pesquisas dos autores do artigo: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que tornaram possível o desenvolvimento deste trabalho.

Não se pode deixar de agradecer, também, e parabenizar a Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP) e a Pontifícia Universidade Católica, em específico ao *campus* de Campinas, pelo esforço empenhado no desenvolvimento deste evento, mesmo que em condições atípicas, em prol do desenvolvimento sustentável.

Por fim, os agradecimentos à Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP) pela infraestrutura, aprendizado e suporte durante toda a formação acadêmica dos autores deste artigo. A todos os membros do Núcleo de Pesquisa e Extensão em Sustentabilidade e Saneamento (NUPS).



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

7. Referências bibliográficas

AECOM. **Public Report - Canadian National Water & Wastewater Benchmarking Initiative**. Los Angeles, 2018.

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, Estados Unidos da América, 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.

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.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

GOONETILLEKE, A.; VITHANAGE, M. Water Resources Management: Innovation and Challenges in a Changing World. **Water**, v.9, n.281, 2017.

JACOBI, P. R.; EMPINOTTI, V. L.; SCHMIDT L. Escassez hídrica e direitos humanos. *Ambiente e Sociedade*, v.9, n.1, 2016.

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.

MCDONALD, R. I. et al. Water on an urban planet: Urbanization and the reach of urban water infrastructure. **Global Environmental Change**, v.27, p.96-105, 2014.

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.

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 [Working Paper]**. Buenos Aires: UADE - Universidad Argentina de la Empresa, v. 1, 2008.

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

SOBRINHO, R. A.; BORJA, P. C. Gestão das perdas de água e energia em sistema 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.