

**Avaliação do Potencial de Reúso de Água no Abastecimento  
da Região Metropolitana de São Paulo**

*Assessment of the Potential for Reuse of Water in the Supply  
of the Metropolitan Region of São Paulo*

*Evaluación del Potencial de Reutilización del Agua en el Abastecimiento  
de la Región Metropolitana de São Paulo*

**José Freitas do Nascimento**

Doutorando, Universidade de São Paulo - USP, Brasil  
jfnascimento@usp.br

**Heidy Rodriguez Ramos**

Professora Doutora, Universidade Nove de Julho - UNINOVE, Brasil  
heidyrr@uni9.pro.br

**Pedro Luiz Côrtes**

Professor Doutor, Universidade de São Paulo - USP, Brasil  
plcortes@usp.br

**Ana Paula Branco do Nascimento**

Professora Doutora, Universidade São Judas Tadeu - USJT, Brasil  
apbnasci@yahoo.com.br

**RESUMO**

O fenômeno da escassez de água se tornou um problema global, que entre as suas causas principais está o crescimento da população que traz como consequência uma demanda cada vez maior por água potável, recurso reconhecidamente limitado. São Paulo, o maior exemplo da desigualdade na distribuição hídrica no Brasil com 22% da população e apenas 1,6% da água superficial do país, enfrentou entre 2014 e 2016 uma das maiores crises de abastecimento de sua história, caracterizada principalmente pela falta de chuvas. O trabalho avaliou a atual situação da utilização de água de reúso na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e foram realizadas entrevistas com especialistas do setor de recursos hídricos, formando um tripé de representatividade que envolve a concessionária de serviços públicos de água e esgotos. As instituições de ensino que estudam e pesquisam o tema e entidades da sociedade civil responsáveis pelo gerenciamento dos recursos hídricos que abastecem a cidade de São Paulo e mais 17 municípios do seu entorno. O estudo identificou que muito ainda precisa ser feito, necessariamente contando com a participação ativa do poder público que detém a maior estrutura para gerir e estimular a prática do reúso de água e que são necessárias ações para aprimoramento da legislação. Por isso, é importante que haja um diálogo permanente em torno do tema para que se tenha uma alternativa para o abastecimento de água que atenda às necessidades da sociedade e colabore com a sustentabilidade do planeta.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abastecimento de Água. Reúso de Água. Sustentabilidade.

**ABSTRACT**

*The phenomenon of water scarcity has become a global problem, which among its main causes is the growth of the population that brings as a consequence an increasing demand for potable water, which is an admittedly limited resource. São Paulo, the greatest example of inequality in water distribution in Brazil with 22% of the population and only 1.6% of the country's surface water, faced between 2014 and 2016 one of the biggest supply crises in its history, characterized mainly by the lack of rains. The work evaluated the current situation of reuse water use in the Metropolitan Region of São Paulo (RMSP) and interviews were carried out with specialists in the water resources sector, forming a representative tripod that involves the concessionaire of public water and sewage services, teaching institutions that study and research the topic and civil society entities responsible for managing the water resources that supply the city of São Paulo and 17 other municipalities in its surroundings. The study identified that much still needs to be done, necessarily counting on the active participation of the public power that has the largest structure to manage and encourage the practice of water reuse, that actions will be necessary to improve the legislation, so it is important that there is a permanent dialogue around the theme so that an alternative for water supply is available that meets the needs of society and collaborates with the sustainability of the planet.*

**KEYWORDS:** Water Supply. Water Reuse. Sustainability.

**RESUMEN**

*El fenómeno de la escasez de agua se ha convertido en un problema mundial, que entre sus principales causas se encuentra el crecimiento de la población que trae como consecuencia una creciente demanda de agua potable, recurso reconocidamente limitado. São Paulo, el mayor ejemplo de desigualdad en la distribución del agua en Brasil con el 22% de la población y solo el 1,6% de las aguas superficiales del país, enfrentó entre 2014 y 2016 una de las mayores crisis de abastecimiento de su historia, caracterizada principalmente por la falta de lluvias. El trabajo evaluó la situación actual del uso del agua de reúso en la Región Metropolitana de São Paulo (RMSP) y se realizaron entrevistas con especialistas del sector de recursos hídricos, formando un trípode representativo que involucra a la concesionaria de los servicios públicos de agua y alcantarillado, instituciones de enseñanza que estudian e investigan el tema y entidades de la sociedad civil responsables de la gestión de los recursos hídricos que abastecen la ciudad de São Paulo y otros 17 municipios de su entorno. El estudio identificó que aún queda mucho por hacer, contando necesariamente con la participación activa del poder público que tiene la mayor estructura para gestionar y fomentar la práctica de la reutilización del agua y que son necesarias acciones para mejorar la legislación, por lo que es importante que exista un diálogo permanente en torno al tema para que se disponga de una alternativa de abastecimiento de agua que satisfaga las necesidades de la sociedad y colabore con la sostenibilidad del planeta.*

**PALABRAS CLAVE:** Abastecimiento de Agua. Reutilización de Agua. Sustentabilidad.

## 1 INTRODUÇÃO

No Relatório para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU, 2015), para um mundo sustentável, a água e os recursos correlacionados são valorizados em todas as suas formas. Ainda segundo a ONU (2015), estes recursos naturais são geridos em função do bem-estar humano, sendo os efluentes tratados corretamente e utilizados como recurso na viabilização de energia ou reaproveitados de maneira diversa.

O problema da escassez hídrica se tornou um fenômeno que atinge todo o planeta e uma de suas principais causas é o crescimento populacional que acaba pressionando os limitados recursos naturais disponíveis é o que relata Kummur et al. (2016). Zhang et al. (2017) acrescentam que para suportar as necessidades da demanda gerada pelo crescimento da população humana o volume de água doce utilizável disponível na natureza é insuficiente.

Apesar da sua riqueza em relação à disponibilidade de recursos hídricos mundial, o Brasil não possui uma distribuição adequada desses recursos, conforme Martirani e Peres (2016). As autoras citam que o maior exemplo dessa desigualdade é o estado de São Paulo onde vivem 22% da população brasileira, porém estão disponíveis apenas 1,6% da água superficial. A região sudeste do Brasil, enfrentou entre 2014 e 2016 uma das maiores crises hídricas de sua história o que de acordo com Cavalcanti e Marques (2016) se caracterizou pela falta de chuvas, associação com fatores históricos e questões de planejamento.

O Sistema Cantareira que abastece aproximadamente nove milhões de pessoas na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) teve uma redução drástica no seu nível de abastecimento (SABESP, 2016). Com isso o governo do Estado por meio da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) passou a conduzir obras de caráter emergencial como o bombeamento da reserva técnica de emergência (volume morto) e a construção do Sistema Produtor São Lourenço que incrementou em mais de seis mil litros/segundo a oferta de água para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) de acordo com o relatório Crise Hídrica, Estratégia e Soluções da Sabesp (CHESS, 2015).

É sabido que a escassez hídrica está associada a problemas de saúde pública e pode levar também a conflitos violentos em todo o mundo, relacionados inclusive a insegurança alimentar é o que descrevem Marcantonio et al. (2018). No combate a esse problema da escassez de água, muitos projetos estão em implantação em diversos países para aumentar a oferta hídrica com fontes alternativas de abastecimento, entre elas o reuso de água de acordo com Peters e Goberdhan (2016).

É preciso demonstrar que entre as alternativas mais avançadas com relação à gestão de recursos hídricos, estão o tratamento e o reaproveitamento do esgoto gerado nas áreas com predominância urbana para complementar o sistema de abastecimento principal, conforme descreve Hespanhol (2015). Cabe ainda destacar, que a utilização de água de reuso é uma das metas do ODS 6 da Agenda 2030 da ONU, fazendo parte da agenda municipal da cidade de São Paulo.

Diante do exposto acima, este trabalho, teve o intuito de trazer à discussão a prática de reuso como alternativa para o abastecimento onde não haja necessidade de água com qualidade superior, permitindo que a água potável seja priorizada para o consumo humano.

### 1.1. Objetivo

Este artigo avaliou o cenário da utilização de água de reuso em atividades urbanas na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Água Potável

A água é um elemento primordial para a sobrevivência de todas as espécies. O organismo humano é composto por cerca de 80 % por água, e pesquisadores indicam que o consumo diário de água tratada é muito importante para a proteção do nosso organismo e manutenção da saúde humana (PENA, 2015).

Ainda segundo Pena (2015), o Brasil tem o privilégio de deter mais de 50% do manancial de água doce do continente sulamericano e de contar no seu território como maior rio do mundo, o Amazonas. O autor relata que como a distribuição hídrica é irregular (68% na região norte, restando 23% na região Centro-Sul, 6% na região sudeste e apenas 3% na região Nordeste), algumas regiões são afetadas com a escassez de água.

De acordo com informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento do Ministério das Cidades (SNIS, 2013), os brasileiros consomem em média 166 litros de água proveniente das companhias locais por dia, mas há grande variação considerando cada um dos estados. Ainda conforme o SNIS (2013), a região Sudeste é aquela com maior índice por habitante por dia, além disso, São Paulo que viveu uma grave crise de escassez hídrica apresenta um consumo de 188 litros por habitante por dia, ficando no sexto lugar no país.

Conforme a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO, 2013), a agropecuária está entre as atividades com maior consumo de água, em segundo lugar está à atividade industrial e por último a atividade doméstica. A organização destaca a discussão sobre alternativas de substituição para água potável, principalmente em várias atividades do setor industrial, onde em tese a exigência por água de qualidade superior seria menor.

Nas áreas urbanas em geral, mais de 50% do consumo total de água é representado pelo consumo residencial e esse número chega a 84% do total na RMSP, incluindo nesse total o consumo de pequenas indústrias, de acordo com Gonçalves (2009). O autor diferencia esse uso residencial em interno relativo a atividades de limpeza e higiene e externo relativo à irrigação, lavagem de veículos, piscinas e jardim. Ainda segundo Gonçalves (2009), a maior parte do volume de água consumido nas residências refere-se ao chuveiro e ao vaso sanitário e ainda cerca de 25% corresponde a usos não potáveis.

### 2.2 Água de Reúso

A NBR 15900-1 (2009) define água de reúso como a água tratada por uma sequência de processos, entre eles, filtração e flotação, em instalações de tratamento de esgotos, a partir do efluente já tratado para uso não potáveis. Para subsidiar o entendimento e percepção do tema água de reúso, Metcalf e Eddy (1991) apresentaram um conjunto de definições de termos associados ao reúso de água, como mostra a figura 1.

Os parâmetros necessários para garantir a qualidade da água para consumo estão definidos conforme especificação das Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA 357/05, 396/08 e 430/2011), que tratam da classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e superficiais. Ainda segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), os mais importantes índices da qualidade da água são divididos pelos aspectos físicos (cor, turbidez, etc.), químicos (pH, alcalinidade, dureza, etc.) e biológicos (organismos indicadores e bactérias).

Figura 1. Termos e Definições Aplicados ao Reúso

<b>Termos</b>	<b>Definições</b>
Reúso de água	É o uso de água residuária tratada para finalidades tais como irrigação e troca térmica em indústrias.
Reúso planejado da água	Significa o uso deliberado, direto ou indireto, de águas residuárias recuperadas, incluindo o controle físico-químico e bacteriológico da água durante seu fornecimento para o uso.
Reúso indireto de água	Conhecido como reúso natural, supõe o uso de águas de mananciais aos quais foram anteriormente lançadas águas já utilizadas.
Reúso potável	É a forma de reúso que envolve o abastecimento público, através da introdução, de águas residuárias recuperadas que são normalmente tratadas a um nível alto para garantir a proteção da saúde pública.
Reúso potável direto	É uma forma de reúso que envolve a introdução de águas residuárias recuperadas diretamente em um sistema de abastecimento público, permitindo a mistura de águas residuárias recuperadas com a água de abastecimento normal do sistema.
Reúso potável indireto	É o reúso potável que envolve a introdução de águas residuárias recuperadas em um manancial de água bruta, assim, antes da captação da água, ocorrem a diluição, assimilação e autodepuração das águas residuárias no corpo receptor.

Fonte: Adaptado de Metcalf e Eddy, 1991.

Com relação à água de reúso, Santos (2018) descreve que por ter qualidade inferior na comparação com a água potável, a água de reúso não é direcionada para o consumo humano de forma direta e sim, em atividades que não exijam água com qualidade superior como lavagem de veículos, refrigeração de máquinas, limpeza de vias públicas, etc. Santos (2018) também relata que o reúso é uma forma de buscar a sustentabilidade no que se refere aos recursos hídricos, reduz o lançamento de efluentes nos corpos d'água e garante a água potável em quantidade suficiente para atividades que realmente necessitam.

Para identificar as características de qualidade exigidas para a água de reúso é necessário conhecer quais são os principais agentes poluidores da água e quais deles são preocupantes para o processo, conforme relatado por Sousa (2008). De acordo com a NBR 13969 (1997) as águas de reúso são divididas em quatro classes, conforme a figura 2.

Figura 2. Parâmetros de Qualidade de Água de Reúso

<b>Classes</b>	<b>Parâmetros</b>	<b>Comentários</b>
Classe 1 - Lavagem de carros e outros que requerem o contato direto do usuário com a água.	* Turbidez < 5 UNT * Coliformes Termotolerantes < 200 NMP/100 ml * Sólidos Dissolvidos Totais < 200 mg/L * pH entre 6 e 8 * Cloro residual entre 0,5 mg/L a 1,5 mg/L	Nesse nível, serão geralmente necessários tratamentos aeróbios (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguidos por filtração convencional (areia e carvão ativado) e, finalmente, cloração. Pode-se substituir a filtração convencional por membrana filtrante.
Classe 2 - Lavagem de pisos, calçadas e irrigação de jardins, manutenção de lagos e canais paisagísticos, exceto chafarizes.	* Turbidez < 5 UNT * Coliformes Termotolerantes < 500 NMP/100 ml * Cloro residual superior a 0,5 mg/L	Nesse nível é satisfatório um tratamento biológico aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido de filtração de areia e desinfecção. Pode-se também substituir a filtração por membranas filtrantes.
Classe 3 - Descargas em vasos sanitários.	* Turbidez < 10 UNT * Coliformes Termotolerantes < 500 NMP/100 ml	Normalmente, as águas de enxague das máquinas de lavar roupas satisfazem a este padrão, sendo necessária apenas uma cloração. Para casos gerais, um tratamento aeróbio seguido de filtração e desinfecção satisfaz a este padrão.
Classe 4 - Irrigação de pomares, cereais, forragens, pastagem para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.	* Coliformes Termotolerantes < 5000 NMP/100 ml * Oxigênio dissolvido > 2,0 mg/L	As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita.

Fonte: Recuperado de NBR 13.969, 1997.

Para o setor urbano, o reúso de água pode apresentar um potencial muito promissor. Porém na maioria dos casos a demanda exige uma água de qualidade elevada que exigem tecnologias mais avançadas de tratamento conforme Hespanhol (2002).

Os altos custos da água para o setor industrial de modo geral, associado à demanda crescente por esse insumo tem feito com que as empresas avaliem a possibilidade interna de reúso e a compra de esgotos tratados diretamente das concessionárias de serviços públicos, o que reduziria o preço final em comparação a água potável, é o que relata Hespanhol (2002).

### 2.3 Aspectos Legais

O Brasil possui uma legislação consolidada com relação à qualidade e classificação de água potável por meio da Portaria MS nº 2.914/2011 e ao lançamento de efluentes em corpos d'água com as Resoluções CONAMA nº 357/2005 e nº 430/2011. Na NBR 13.969 que trata do reúso local como alternativa ao descarte no meio ambiente, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) determina que poderá ser reutilizado para fins não potáveis todo o esgoto de origem doméstica ou com características similares, após tratamento adequado e desde que seja sanitariamente seguro (ABNT, 1997).

Em São Paulo, o lançamento da Resolução Conjunta da Secretaria de Estado da Saúde, da Secretaria de Meio Ambiente e da Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos, SES/SMA/SSRH nº 01/2017 pode ser considerada um marco, pois é a primeira e talvez a única legislação que realmente cria padrões e estabelece diretrizes para a prática do reúso de água (BALASSIANO, 2018).

Em fevereiro de 2020 a resolução de 2017 foi revisada dando origem a uma nova resolução conjunta entre a Secretaria de Estado da Saúde e a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (fusão entre a Secretaria de Meio Ambiente e Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos), SES/SIMA nº 01/2020 que apresentou como melhorias em alguns padrões de qualidade, frequência de análises, categoria e formato dos adesivos de sinalização.

### 2.4 Aspectos Ambientais

Em 2015 foi pactuada por quase 200 países a resolução que aprovou a Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2018). A nova agenda que dá continuidade ao que havia sido proposto nos anos 2000 pelos Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM, 2015) é composta por dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com 169 metas e como horizonte de tempo o ano de 2030 (ONU, 2018).

Para se alcançar a meta de garantir disponibilidade hídrica e saneamento para todos como prevê o ODS 6 (água e saneamento), serão necessárias ações que possam garantir o acesso à água e ao saneamento mesmo a aquela parcela que não podem pagar por esses serviços de acordo com Castro (2016). Este ODS conta com oito metas, sendo as duas últimas mais ligadas aos meios necessários ao atingimento das demais e entre elas está a Meta 6.a que cita o reúso de água, conforme descrito na figura 3.

Figura 3 Metas do ODS 6.

Meta 6.a: até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e ao saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reúso.

Fonte: Recuperado de [nacoesunidas.org/pos2015/ods6](https://nacoesunidas.org/pos2015/ods6), 2019.

### 3 METODOLOGIA

O estudo é caracterizado como uma pesquisa qualitativa de natureza exploratória. A pesquisa qualitativa é essencialmente interpretativa, isso representa que o pesquisador faz a interpretação dos dados desenvolvendo a descrição de um cenário para a identificação de temas ou categorias para alcançar conclusões sobre seu significado (CRESWELL, 2007).

A coleta dos dados foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas com especialistas do setor de recursos hídricos, que segundo Triviños (1987) são instrumentos de coleta de dados que valorizam a presença do investigador, permitem a espontaneidade e liberdade necessárias para alcançar novas perspectivas e enriquecer a investigação. Para o desenvolvimento do trabalho foram relacionados profissionais com experiência e conhecimento sobre o tema formando um tripé de representatividade do qual fazem parte:

- ✓ As concessionárias que prestam os serviços públicos de água e esgoto e produzem água de reúso, representadas pela companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e pelo Aquapolo Ambiental S/A;
- ✓ As instituições de ensino e pesquisa acadêmica, representadas pela Universidade de São Paulo (USP) e pela Universidade Nove de Julho (UNINOVE) e;
- ✓ A sociedade civil, representada pela Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (FABHAT).

As entrevistas foram agendadas em locais e horários indicados pelos especialistas. Foram realizadas presencialmente com a gravação do áudio autorizado verbalmente por cada entrevistado e tiveram duração média de 30 minutos. As questões das entrevistas foram apresentadas na ordem em que estavam descritas no roteiro e os entrevistados puderam discorrer de forma livre e espontânea sobre o tema água de reúso. Foram realizadas oito entrevistas no total. Para efeito de identificação dos entrevistados no corpo do trabalho foi criada a seguinte legenda:

- ✓ ECS\_1 → 1º representante das concessionárias
- ✓ ECS\_2 → 2º representante das concessionárias
- ✓ EAC\_1 → 1º representante das instituições de ensino e pesquisa acadêmica
- ✓ EAC\_2 → 2º representante das instituições de ensino e pesquisa acadêmica
- ✓ EAC\_3 → 3º representante das instituições de ensino e pesquisa acadêmica
- ✓ EAC\_4 → 4º representante das instituições de ensino e pesquisa acadêmica
- ✓ ESC\_1 → 1º representante da sociedade civil
- ✓ ESC\_2 → 2º representante da sociedade civil

Após a realização de cada entrevista, os áudios foram transcritos, lidos e interpretados para a elaboração de planilha de análise preliminar utilizando a ferramenta Microsoft Excel e para o desenvolvimento da análise utilizou-se o modelo baseado na ideia original de Bardin (1977) e descrito por Silva e Fossá (2015) como sendo a divisão em fases do processo de análise de dados qualitativos. Neste estudo foram realizadas duas fases, sendo uma etapa preliminar com a transcrição, leitura e audição dos dados e a preparação do material e uma fase final que considera o tratamento dos resultados.

A criação da planilha de análise preliminar teve por objetivo agrupar os dados e simplificar a análise das respostas, nela foram registrados os seguintes dados: número e

descrição da questão, nome do especialista, código de identificação, instituição, tripé de representatividade, ponto principal da resposta e trecho literal da resposta.

#### **4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

##### **4.1 Aspectos de Escassez e Abastecimento de Água**

###### **4.1.1 Disponibilidade Hídrica no Brasil**

Com relação à disponibilidade hídrica no Brasil, houve consenso no que diz respeito ao aspecto de que o Brasil é privilegiado em relação à quantidade de água doce no seu território e que o grande problema é o desequilíbrio entre a distribuição entre as regiões geográficas e a densidade populacional, isso pode ser visto nas manifestações:

- ✓ EAC\_1, ECS\_1, ECS\_2 e ESC\_2 → Consideram que a disponibilidade de água doce no Brasil é boa, porém a distribuição entre as regiões não é adequada.
- ✓ EAC\_3 → Faz consideração a respeito da escassez hídrica na região nordeste que é atribuída às questões climáticas, diferente da região sudeste onde essa escassez é causada pelo desequilíbrio entre a disponibilidade e o número de habitantes;
- ✓ ESC\_1 → Faz consideração a respeito da utilização de séries hidrológicas históricas para acompanhamento da incidência de chuvas, mas que hoje essas séries estão sendo superadas como no caso da crise hídrica.
- ✓

As considerações indicam convergência em relação à maior dificuldade da região sudeste no que diz respeito à disponibilidade hídrica e necessidade de ações para minimizar esse problema. O mesmo entendimento foi exposto por Oliveira et al. (2016) quando cita que é provável que o Brasil tenha, em seu território, as maiores reservas mundiais de água, porém estas reservas estão distribuídas por todas as regiões e tem seu maior percentual na região Amazônica, entretanto, isso não impede que o país sofra com a falta d'água como tem acontecido com a RMSP que enfrenta a maior crise hídrica de sua história.

###### **4.1.2 Situação do Abastecimento em São Paulo**

Nesta questão cada especialista apresentou seu ponto de vista sobre o abastecimento de água em São Paulo e os reflexos da crise hídrica que a RMSP enfrentou, esses pontos de vistas ressaltam aspectos diferentes como se observa nas manifestações:

- ✓ EAC\_1 → Ressalta que, após a crise, houve uma redução de consumo por parte da população e que esse é um ganho importante que pode ser melhorado com comunicação eficaz;
- ✓ EAC\_2 → Ressalta que ainda enfrentamos problemas tanto nos períodos de chuva como nos períodos de seca em função do padrão de uso e ocupação adotado em São Paulo que prioriza a impermeabilização;
- ✓ ECS\_1 → Ressalta esforço da concessionária em evitar que a população fosse afetada por períodos de escassez iguais aos que foram percebidos em 2014.
- ✓ ECS\_2 → Ressalta que a intensidade da crise hídrica pegou de surpresa os responsáveis pelo abastecimento em São Paulo, pois a estrutura não estava preparada sendo necessário interligar sistemas que antes eram isolados;

- ✓ ESC\_2 → Ressalta o aspecto positivo que foi o envolvimento direto de todos os setores — governo, concessionária e população — foi fundamental durante o período da crise, porém não se pode imaginar que isso não vai mais acontecer.

É possível constatar que apesar dos relatos apresentarem pontos específicos, o receio de sofrermos com uma nova crise foi citado por EAC\_4 e ESC\_2, em contraponto ao que foi dito por ECS\_1, que entende que esse risco foi superado pelas ações realizadas pela concessionária durante e após a crise.

Outro aspecto, mencionado por EAC\_3 é a discussão sobre a redundância do sistema de abastecimento para minimizar os efeitos de períodos de grave escassez hídrica: “Antes da crise hídrica numa área do tamanho de São Paulo eu nunca tinha visto a discussão sobre redundância, sobre você ter mananciais, ter alternativas de abastecimento que ficam em *stand-by* e que sejam utilizados em época de crise”.

#### **4.1.3 Utilização de Água de Reúso**

Nessa questão, pode-se perceber que há empatia por parte dos especialistas pelo que significa a água de reúso, contudo, todos apresentaram alguma resistência em relação à sua aplicação de forma irrestrita, conforme segue:

- ✓ EAC\_1 → Se mostra favorável à utilização, mas chama a atenção para a falta de orientação da população sobre como fazer o reúso de água corretamente;
- ✓ EAC\_2 → Enxerga o reúso como uma contribuição adicional apenas para os locais onde há escassez estabelecida, porém ressalta que medidas de incentivo ao uso racional devem vir antes do reúso;
- ✓ ECS\_2 → Considera importante, porém esclarece que o volume produzido ainda é pequeno se considerarmos que nem todas as estações de tratamento de esgotos produzem água de reúso, apesar de ter capacidade técnica para isso;
- ✓ ESC\_1 → Considera o reúso uma solução fundamental do ponto de vista de alternativa de abastecimento, mas ela deve ser contada como uma solução complementar e não como solução única;

Os especialistas concordam que o reúso pode ser uma alternativa para o abastecimento, porém medidas como o planejamento adequado da implantação e a orientação da população sobre cuidados sanitários devem ser observadas. Entre as respostas está uma que reflete a realidade atual da utilização de água de reúso apresentada por ESC\_1: “Ela é fundamental, mas ela não é uma solução que substitua e sim uma solução que complementa”.

Na mesma linha está o que relata Ferreira da Silva et al. (2018), quanto ao fato de que o entendimento de que o reúso de água é um relevante componente da gestão de recursos hídricos já foi descrito na literatura por diversos especialistas no assunto e, segundo os autores, esta prática é recente no Brasil e sua regulamentação ainda é incompleta. Outra valorização do reúso de água é encontrada no texto de Oliveira et al. (2016) quando cita que, considerando a importância da água como recurso natural, a conscientização ambiental e o reúso da água podem significar melhoras para a sociedade e para o planeta.

## 4.2 Aspectos Técnicos

### 4.2.1 Desafios para a Viabilidade do Reúso

Os especialistas apresentaram nessa questão uma série de desafios que podem inviabilizar projetos de reúso de água. Para três desses especialistas, a necessidade de se encontrar nichos de demanda é um fator relevante como demonstra as manifestações:

- ✓ EAC\_1 → Apresenta como desafio o fato da concessionária que presta os serviços de água e esgotos na RMSP ser uma empresa estatal com ações em bolsa de valores e que, por vezes, tem que priorizar o investimento do acionista;
- ✓ EAC\_2 e ECS\_2 → Considerando o reúso doméstico ressaltam que é preciso achar uma forma segura das pessoas reutilizarem a água de suas casas sem o perigo potencial de proliferação de doenças;

Os desafios apresentados pelos especialistas demonstram que para a viabilização de projetos de grande porte, a etapa de planejamento é essencial, pois a disposição atual das plantas de produção de reúso e o fato de os polos industriais estarem reduzindo de tamanho não favorecem esses investimentos.

A desindustrialização está citada no relato de ESC\_1: “A perspectiva de utilização do Aquapolo era uma quando foi concebido há 15 anos. Hoje 15 ou 20 anos depois, você teve uma desindustrialização muito forte na região do ABC, a Ford saiu e outras indústrias saíram e você não tem substituição disso por atividades industriais que utilizem o mesmo volume de água”.

Essa constatação é confirmada por Veríssimo (2019) que descreve São Paulo como aquela que tem maior participação da indústria no PIB e que também é o que mais viu essa participação diminuir com queda de 8,9%, passando de 27,3% em 2002 para 18,4% em 2015.

### 4.2.2 Riscos Associados ao Reúso

Nesse ponto, ficou nítida a preocupação de que há riscos relativos à saúde humana principalmente no que diz respeito ao reúso feito pelas pessoas em geral, já no caso do reúso industrial a preocupação é menor e a principal barreira citada foi a falta de informação e de conhecimento da população, como é possível ver nas manifestações:

- ✓ EAC\_1, EAC\_2, EAC\_4 e ESC\_1 → Apresentam preocupação com riscos à saúde, principalmente no caso do reúso potável;
- ✓ EAC\_1, EAC\_3 e ESC\_2 → Destacam a falta de informação à população como uma barreira importante e que pode impedir a implantação de bons projetos;

Além da questão dos riscos à saúde em função da implantação inadequada do reúso, que pode ser causado pela falta de informação, outro aspecto importante levantado é o controle que a legislação impõe a quem produz a água de reúso.

Nesse mesmo contexto de que a falta de informação pode se tornar uma barreira ao reúso a opinião de Hespanhol (2008) que cita que a percepção da comunidade a respeito do reúso está no nível de informação que tenham acesso, à confiança nos interlocutores aos quais estejam apresentando o projeto e à forma como se relacionam com os mananciais hídricos.

#### **4.2.3 Capacidade Técnica das Concessionárias**

Nessa questão houve consenso geral de que as principais concessionárias têm capacidade técnica para produzir água de reúso e que no caso de uma eventual demanda a questão de tecnologia não seria um empecilho, como se observa nas manifestações:

EAC\_1, EAC\_2, EAC\_3, EAC\_4, ECS\_1, ECS\_2, ESC\_1 e ESC\_2 → Entendem que a questão tecnológica já foi superada pelas principais concessionárias. Além do consenso observado, há também comentários que expressam preocupação com aspectos específicos.

A forma de distribuição no caso do reúso potável é citada por EAC\_2: “A questão básica é, como eu disse, como é que vou fornecer essa água de reúso, como é que vou distribuí-la? Às vezes, o reúso acaba sendo limitado pela forma que eu consegui distribuir essa água. Então, quando uma estação produz água de reúso e você vai lá e busca com um caminhão pipa, é uma água cara se comparada e esse uso é muito pontual, você pode ter em um momento, mas não tem em outro, isso inviabiliza um projeto, um negócio, e, no final das contas tudo é dinheiro”.

A viabilidade econômico-financeira do reúso industrial é a preocupação de ECS\_2: “Ah! Sim, a questão é fazer um plano de negócios. Na verdade, é assim, tem que ter viabilidade. Como hoje, o Aquapolo tá em pé porque tem quem paga o Aquapolo”.

#### **4.2.4 Potencial de Utilização da Água de Reúso**

Com relação ao potencial de utilização de água de reúso, ficou claro a partir das manifestações dos especialistas que a indústria deve ser o foco principal das ações:

- ✓ EAC\_1, EAC\_2, EAC\_4 e ECS\_2 → Consideram que na indústria o produto teria mais viabilidade, por ser o setor com maior capacidade de absorção dessa oferta;
- ✓ EAC\_3 → Considera difícil em áreas urbanas o crescimento desse potencial sem ações complexas, pois tudo que era fácil aqui na RMSP já foi feito;
- ✓ EAC\_1 e ECS\_1 → Consideram necessária uma política pública que ofereça incentivos para as empresas utilizarem a água de reúso;

Um ponto que foi possível observar é que a implantação de novos projetos nos moldes de Aquapolo não é uma unanimidade, nas manifestações de três especialistas há quem considere viável, quem tenha dúvidas e quem considere inviável.

No seu relato, EAC\_4 se mostra favorável e acredita ser viável: “Eu acho que assim, nós temos que localizar os nichos, isso é coisa chave, localizar os nichos, onde há viabilidade. Por exemplo, como tem aqui em São Paulo o Aquapolo, poderia fazer outros Aquapolos”.

A resposta de ESC\_1 considera que, em função da desindustrialização, a RMSP não comporta outro Aquapolo: “Não é o caso mais, aqui na região metropolitana de São Paulo, pela desindustrialização, você pode comparar a participação da indústria no PIB da Região Metropolitana de São Paulo”.

#### **4.2.5 Reação da População sobre a Utilização de Água de Reúso**

A maneira como a população reagiria à disponibilidade da água de reúso é um aspecto importante e os especialistas dizem que o principal ponto é de que modo isso será comunicado à sociedade, como é possível perceber nas manifestações:

- ✓ EAC\_1, EAC\_2, ECS\_2 e ESC\_2 → Ressaltam que a princípio poderia haver certa resistência, mas tudo poderia ser contornado com uma estratégia de comunicação adequada;
- ✓ EAC\_3 e ESC\_1 → Ressaltam que a grande dificuldade seria com o reúso para beber, pois para outros usos já não teria problema;

No contexto dessa questão ESC\_1 destaca que ainda temos alternativas antes de se pensar em reúso potável direto: “Eu digo a você, para consumo humano eu creio que haveria uma repulsa. A gente não chegou numa situação tal extrema que haja essa necessidade, ainda existem alternativas possíveis”.

No que diz respeito à aceitação da população, vale incluir na discussão Ferreira da Silva et al. (2018) que descreveu que a percepção da sociedade em relação ao reúso é um fator determinante para a sua aceitação, que está diretamente ligada ao grau de confiança da população nas instituições responsáveis pela sua gestão, à maneira como projetos são apresentados e percebidos pela sociedade: a boa comunicação entre os setores envolvidos é fundamental. Porém, sirva o alerta de que o reúso sem planejamento ocorre de maneira sistematizada como uma determinação de condições socioeconômicas e ambientais nas periferias das grandes cidades brasileiras.

### **4.3 Análise Integradora dos Resultados**

O objetivo geral do estudo foi analisar o cenário da utilização de água de reúso em atividades urbanas na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), com o intuito de trazer à discussão a prática de reúso como alternativa para o abastecimento onde não haja necessidade de água qualidade superior, permitindo que a água potável seja priorizada para o consumo humano e discutir as respostas desses especialistas considerando a teoria sobre o tema.

O estudo apresentou a situação atual da utilização de água de reúso na perspectiva de especialistas do setor de recursos hídricos de São Paulo e foi possível observar pontos de vista diferentes durante a interpretação dos dados. Não houve consenso nas questões mais complexas mesmo entre atores do mesmo grupo e por vezes atores de grupos diferentes se uniram nos discursos. Esse cenário formado pela análise e interpretação do ponto de vistas dos especialistas entrevistados pode ser visto na figura 4 que deve ser lida no sentido horário a partir do topo.

Figura 4. Ilustração do Cenário Atual de utilização de Água de Reúso.



Fonte: Elaborado pelos Autores, 2020.

Para cada afirmação da figura 4 há pelo menos uma pergunta relacionada no roteiro das entrevistas para sustentá-la, como se pode observar no detalhamento que foi desenvolvido.

Quanto à afirmação de que **“É POSSÍVEL”**, a base é a questão nº 8 que está relacionada à capacidade das concessionárias em atender a demanda e foi consenso entre os especialistas de que elas têm capacidade técnica para produzir água de reúso, exemplo, EAC\_3 disse que:

“Qualquer concessionária de médio porte tem capacidade de produzir água de reúso”.

Quando se refere à afirmação de que **“PODE SER VIÁVEL”**, a base são as questões nº 4 que trata da utilização de água de reúso de maneira geral e nº 9 que se refere ao potencial de utilização da água de reúso. Nesse aspecto foi possível observar que os especialistas consideram a água de reúso uma alternativa importante para o abastecimento, mas a busca por nichos de demanda é essencial para a viabilidade dos projetos. Vale citar o que disse EAC\_4:

“Eu acho que assim, nós temos que localizar os nichos, isso é uma coisa chave, localizar os nichos, onde há viabilidade. Por exemplo, como tem aqui em São Paulo o Aquapolo, poderia fazer outros Aquapolos”.

A afirmação de que **“TEM LIMITAÇÕES”**, tem base na questão nº 5 que fala dos desafios para viabilização de projetos de reúso de água e onde ficou claro que os especialistas entendem que a falta de políticas públicas para o tema, a ETE distante dos pontos de demanda e a legislação ainda tímida são limitadores para o reúso. A fala de ECS\_1 retrata isso:

“Fazendo um comparativo com Israel que dá para trazer um pouco para cá, lá é uma questão de políticas públicas”.

No que se refere à afirmação de que **“REQUER CUIDADOS”**, ela tem base na questão nº 6 que trata dos riscos e barreiras associadas ao reúso de água e nesse aspecto os especialistas concordam que o principal cuidado é com relação à saúde humana e foi o relatou EAC\_2:

“O projeto do reúso tem que ser bem conduzido para evitar esses tipos de problemas ou risco de contaminação da população ou da própria pessoa que está fazendo a prática de reúso”.

Quanto à afirmação de que **“PRECISA DE COMUNICAÇÃO”**, o fundamento está na questão nº 13 que se refere à reação da população quanto à utilização de água de reúso. Nesse ponto os especialistas são claros ao dizer que a forma de comunicação com a sociedade pode

estabelecer o sucesso ou o fracasso dos projetos de reúso, por isso uma boa comunicação é primordial, como disseram ESC\_2:

“Eu acho que seria uma reação negativa e assim se você disponibilizar sem a mídia trabalhar o que é, como é, e o que significa, esquece”.

A afirmação de que **“TRAZ RESULTADOS”**, tem base em pelo menos três questões que se referem aos aspectos social, ambiental e financeiro dos resultados trazidos pela utilização de água de reúso. Na questão nº 7 que trata dos casos de sucesso de utilização de água de reúso no Brasil e pelo mundo, quando os especialistas citaram casos de sucesso que trouxeram resultados sociais como o da Austrália que trouxe EAC\_2:

“A Austrália, dois anos antes de nós termos nossa crise hídrica, a Austrália teve, e também foram para a prática de reúso potável direto e essa utilização ela passou a ser tão disseminada, que a própria OMS, criou uma diretriz que estabelece critérios para implementação de programas de reúso potável direto”.

Na questão nº 12 que se refere à relação do reúso com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável trazendo resultados ambientais como disse EAC\_1:

“Aderência é total, quer dizer, você fazer o reúso, reutilização de água tem total aderência ao projeto de desenvolvimento sustentável”.

E na questão nº 8 que trata da capacidade das concessionárias, está um exemplo de resultado financeiro sustentado pelo reúso de água como relatou ECS\_2:

“Ah! Sim, a questão é fazer um plano de negócios. Na verdade, é assim, tem que ter viabilidade. Como hoje, o Aquapolo está em pé porque tem quem paga o Aquapolo”.

Para resumir a essência do cenário elaborado pode-se usar o relato de EAC\_3 no seu comentário adicional sobre o reúso:

“Na época da crise hídrica se questionava muito isso. Por que você não tinha implantado o reúso? Por que não se fazia o abastecimento com o reúso? Esse esclarecimento de que o reúso é possível sim, é viável sim, mas ele tem limitações. Essa divulgação é muito importante ser feita”.

## 5 CONCLUSÃO

No desenvolvimento do trabalho a formação de um tripé de representatividade composto por especialistas das concessionárias, instituições de ensino e pesquisa acadêmica e a sociedade civil foi importante para a construção de uma base de informações que contemplou pontos de vista e perspectivas distintas que enriqueceram a pesquisa.

A análise do cenário foi elaborada a partir das entrevistas com os especialistas e mostrou a realidade da água de reúso como parte da solução de abastecimento, mas não é a única solução. O conjunto de palavras descrito nesta análise é formado por **“é possível”**, **“pode ser viável”**, **“tem limitações”**, **“requer cuidados”**, **“precisa de comunicação”** e **“traz resultados”**, indicando que ações integradas entre todas as partes interessadas podem ampliar o volume utilizado contribuindo para a sustentabilidade do planeta.

A partir do resultado obtido foi possível identificar que muito ainda pode e precisa ser feito, necessariamente contando com a participação ativa do poder público que é o ente com maior estrutura para gerir e estimular a prática do reúso de água. Serão necessárias ações para aprimoramento da legislação, vale ressaltar a revisão feita na resolução conjunta SES/SIMA em

fevereiro de 2020 que foi mais um passo na direção do ideal, mas que ainda necessita de ajustes e precisa deixar de ser um privilégio de São Paulo e ser levada para o restante do Brasil.

Buscar soluções de abastecimento de água, além das tradições, em um momento em que a escassez de água de boa qualidade está batendo a nossa porta, se tornou uma medida essencial e a prática do reúso de água é uma alternativa, que se bem trabalhada, pode atender essa necessidade.

## REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ABNT NBR 15900:2009. Água para Amassamento do Concreto – Parte 1 Requisitos*, 2009.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ABNT NBR 13969:1997. Tanques Sépticos – Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final – Projeto, Construção e Operação*, 1997.

BALASSIANO, M. *Análise da Aplicação de Reúso de Águas Servidas: Estudo de Caso do Caxias Shopping*. Escola Politécnica – Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2018, 103 p.

CASTRO, J. E. O Acesso Universal à Água é uma Questão de democracia. *Boletim Regional, Urbano e Ambiental*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2016.

CAVALCANTI, M. E MARQUES, G. G. Recursos Hídricos e Gestão de Conflitos: A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul a partir da Crise Hídrica de 2014-2015. *Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa*. 2016, 16 p.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Tratamento de Água*. 2018. Recuperado em 25 de maio de 2018 de: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx=47>>.

CRESWELL, J.W. Projeto de Pesquisa – Métodos Quantitativo, Quantitativo e Misto. 2ª Edição. Artmed Bookman Gonçalves, R.F. *Conservação de Água e Energia em Sistemas prediais de Abastecimento de Água – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico*. 2009.

HESPANHOL, I. Potencial de Reúso de Água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recargas de Aquíferos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. Vol.7 n.4, 2002.

KUMMU, M., GUILLAUME, JHA, DE MOEL, H., EISNER, S., FLORKE, M., PORKKA, M., SIEBERT, S., VELDKAMP, TIE, WARD, PJ. O caminho do mundo para a escassez de água: escassez e estresse no 20º século e caminhos para a sustentabilidade. *Relatórios Científicos*, 2016.

MARCANTONIO, R. A.; ATTARI, S. Z. E EVANS, T. P. (2018). *Farmer Perceptions of Conflict Related to Water in Zambia*. Licensee MDPI, Basel, Switzerland.

MARTIRANI, L. A.; PERES, I. K. Crise Hídrica em São Paulo: Cobertura Jornalística, Percepção Pública e o Direito à Informação. *Ambiente & Sociedade*, núm. 1, pp. 1-20, 2016.

METCALF; EDDY, INC. "**Wastewater Engineering - Treatment, Disposal e Reuse**". 3a Edição. Editora McGrawHill Inc., 1991.

ODM Brasil. *Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio*. 2015. Recuperado em 13 de abril de 2018 de: <<http://www.odmbrasil.gov.br/os-objetivos-de-desenvolvimento-do-milenio>>.

ONU. Organização das Nações Unidas. *Objetivos do Desenvolvimento Sustentável*. 2018. Recuperado em 19 de maio de 2018 de: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods6/>>.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Foods and Agriculture Organization** - FAO. 2013. Recuperado em 13 de abril de 2017 de: <<http://www.fao.org.br>>.

PENA, R.F.A. Distribuição da Água no Mundo. **Brasil Escola**. 2015. Recuperado em 20 de maio de 2017 de <<http://brasilescola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-mundo.htm>>.

PETERS, E. J.; GOBERDHAN, L. Potential Consumers Perception of Treated Wastewater Reuse in Trinidad. **The West Indian Journal of Engineering**. Vol.38, No.2, pp.33-43, 2016.

SANTOS, V.S. Água de Reúso. **Brasil Escola**. 2018. Recuperado em 18 de maio de 2019 de: <<https://brasilescola.uol.com.br/biologia/Agua-reuso.htm>>.

SILVA, A.H., FOSSÁ, M. I. T. Análise de Conteúdo: Exemplo de Aplicação da Técnica para Análise de Dados Qualitativos. **Qualitas Revista Eletrônica**. Vol.17 Nº 1, 2015.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Série Histórica**. Brasília. 2013. Recuperado em 13 de abril de 2017 em: <<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/>>.

SOUSA, A. F. S. **Diretrizes para Implantação de Sistemas de Reúso de Água em Condomínios Residenciais Baseadas no Método APPCC** – Estudo de Caso Residencial Valville I. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da universidade de São Paulo, 2008.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

ZHANG, Y., HUANG, K., YU, Y., YANG, B. Mapeamento da pesquisa de pegada hídrica: bibliométrica análise durante 2006-2015. **Jornal de Produção Mais Limpa**. 149, 70-79, 2017.