IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA EM SISTEMAS ISOLADOS DE ABASTECIMENTO: ANÁLISE NO CONTEXTO DE SÃO SEBASTIÃO (SP).

Simone Gonçalves [(1)]
Bióloga pela Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). Engenheira Ambiental pela Universidade Cidade de São Paulo (UNICID). Pós-graduada em Gestão Ambiental pela PUC Minas. Pós-graduada em Gestão em Governança Corporativa Socioambiental (ESG) pelo Centro Universitário Internacional (UNINTER). Técnica em Química e Sistemas de Saneamento na Sabesp.
Mario Augusto Ferraz do Amaral [(2)]
Engenheiro Civil pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Pós-graduado em Saneamento Ambiental pela Escola de Sociologia e Política do Estado de São Paulo (FESPSP). Gerente de Divisão de Tratamento de Água na Sabesp.
Aderito Queiroz Vitoriano [(3)]
Engenheiro Civil pela Universidade Cruzeiro do Sul, Técnico em Edificações pela Instituto Federal de Caraguatatuba (IF). Técnico em Edificações na Divisão de Serviços Técnicos da Sabesp.
Márcio Francisco Gaefke [(4)]
Matemático pela Faculdade de Engenharia Industrial e Ciências Aplicadas de São José dos Campos (EEI/FACAP). Especialista em Gestão de Recursos Hídricos pela UNINTER. MBA em Inovação e Empreendedorismo pela UNINTER. Técnico em Gestão na SABESP.

Endereço[(1)]: SABESP - Diretoria Regional Litoral Norte, Estrada do Rio Claro, 420, Barranco Alto, Caraguatatuba/SP. 11670-401. Brasil. Tel: +55 (12) 99115-1986, e-mail: simonegoncalves@sabesp.com.br

RESUMO

As mudanças climáticas e a intensificação de eventos extremos têm comprometido a segurança hídrica, especialmente em sistemas isolados de captação e tratamento de água. Este estudo propõe a implementação do Plano de Segurança da Água (PSA) como uma estratégia inovadora de gestão de riscos, com foco na continuidade e na resiliência do abastecimento. A abordagem metodológica inclui a construção de fluxogramas de risco baseados em critérios técnicos de severidade e probabilidade, permitindo a antecipação de eventos críticos e a definição de medidas mitigadoras. O modelo proposto segue as cinco etapas fundamentais do PSA, conforme diretrizes estabelecidas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e normativas nacionais. Os resultados esperados envolvem o fortalecimento da resiliência operacional, a minimização dos impactos à população e a otimização do uso de recursos em cenários de escassez hídrica. Adicionalmente, o estudo propõe a integrações, promovendo uma gestão mais eficiente, preventiva e orientada por dados.

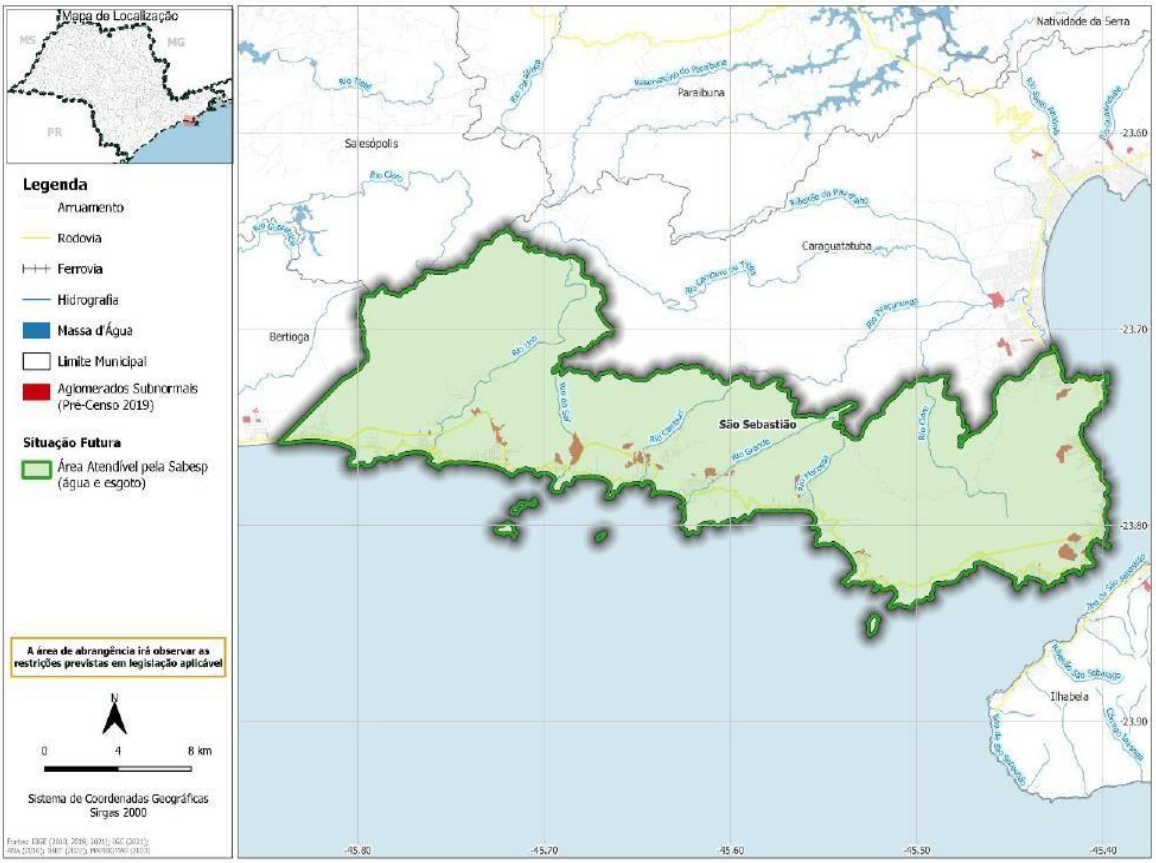
Palavras-chave: Segurança Hídrica, Plano de Segurança da Água (PSA), Gestão de Riscos.

INTRODUÇÃO

A crescente exigência de proteção da saúde pública tem determinado, a nível mundial, investimentos assinaláveis na construção e manutenção de sistemas infraestruturais de abastecimento público de água para consumo humano, procurando elevados padrões de qualidade e de segurança da água fornecida. A redução da probabilidade de transmissão de doenças que este tipo de infraestruturas constitui um elemento essencial e de vital importância para a promoção da qualidade de vida nas sociedades modernas (VIEIRA, 2013).
Atualmente, cerca de metade da população mundial passa por uma situação de grave escassez de água durante, pelo menos, parte do ano. Um quarto da população mundial enfrenta níveis “extremamente altos” de estresse hídrico, por usar mais de 80% de seu suprimento anual de água doce renovável (UNESCO, 2024).

A segurança hídrica tem se consolidado como um dos principais desafios enfrentados por companhias de saneamento, especialmente em regiões sujeitas a eventos hidrológicos extremos e com infraestrutura de abastecimento de água considerados vulneráveis, como os sistemas isolados. As mudanças climáticas têm intensificado a variabilidade do ciclo hidrológico, resultando em secas mais prolongadas, chuvas concentradas e eventos extremos com maior frequência e severidade (WANG, Q. et al, 2025).

Figura 1: Mapa da área atendível (de abrangência) dos serviços do município de São Sebastião.



Fonte: Contrato técnico com a Prefeitura de São Sebastião, 2023.

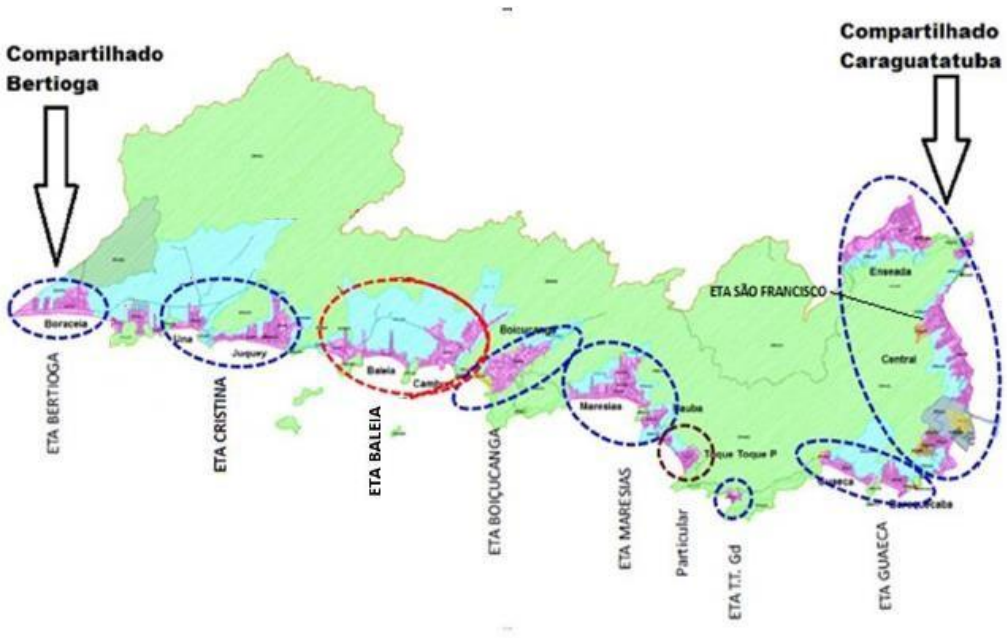
No Litoral Norte do Estado de São Paulo, municípios como São Sebastião, Ilhabela, Ubatuba e Caraguatatuba apresentam forte sazonalidade populacional, especialmente durante o verão, em função do aumento expressivo do fluxo turístico e do período de férias. Essa intensificação populacional coincide com o regime de chuvas mais intenso característico da estação. No entanto, os verões não apresentam um padrão pluviométrico uniforme, podendo ocorrer variações significativas na precipitação. Tais variações podem comprometer a recuperação adequada dos mananciais em curtos intervalos de tempo, resultando na redução das vazões nas captações de água. Esse cenário é agravado pela escassez de chuvas e pela elevação substancial da demanda por água potável durante os períodos de alta temporada.

Outro dado muito relevante é o econômico onde “cada real (R$ 1,00) investido para aumento da segurança hídrica gera cerca de quinze reais (R$ 14,56) em benefícios a partir das intervenções do PSH” Plano Nacional de Segurança Hídrica. (ANA, 2019).

A região do Litoral Norte do Estado de São Paulo é marcada por eventos climáticos extremos com impactos socioambientais significativos. Em 1967, Caraguatatuba foi palco de uma tragédia de grandes proporções, com estimativas de aproximadamente 450 mortes e cerca de 3.000 pessoas desabrigadas, em decorrência de deslizamentos provocados por chuvas intensas. Mais recentemente, em fevereiro de 2023, o distrito de Barra do Sahy, no município de São Sebastião, sofreu um grave deslizamento de terra causado por elevada pluviosidade concentrada em curto intervalo de tempo, resultando na perda de 64 vidas. Há registros adicionais de óbitos na

região associados a eventos extremos, como enchentes e novos deslizamentos. Esses episódios evidenciam a crescente imprevisibilidade dos padrões climáticos, que têm se manifestado de forma abrupta e intensa, refletindo possíveis alterações no regime climático global.

Figura 2: Mapa dos setores de abastecimento presentes no município de São Sebastião.



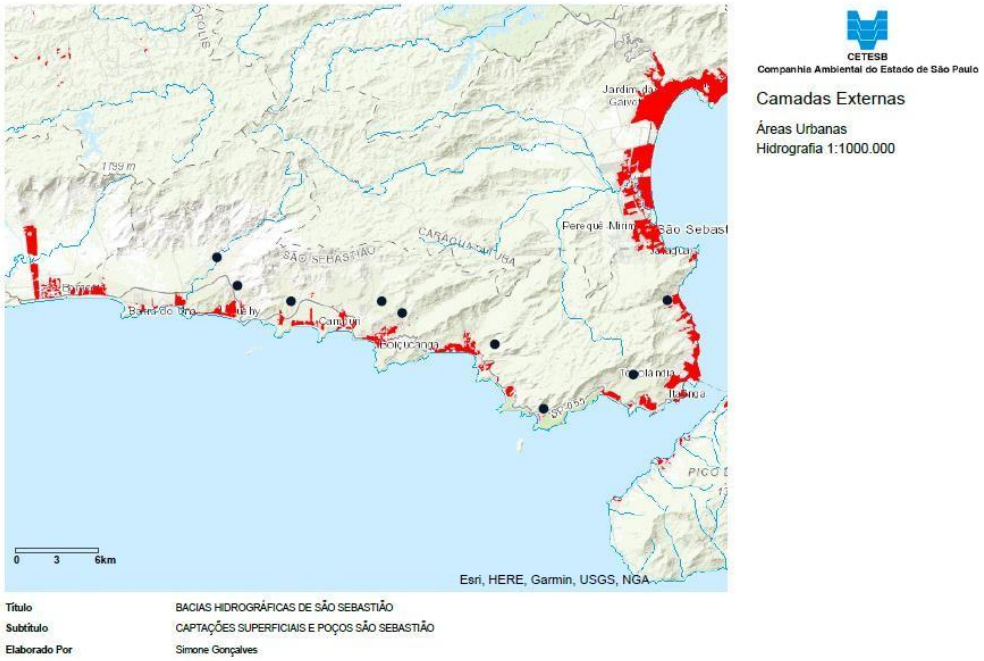
Tais alterações impactam diretamente a disponibilidade e a qualidade da água, exigindo respostas mais robustas e adaptativas por parte dos gestores públicos e operadores de sistemas de abastecimento (OMS, 2025). A ausência de mecanismos de alerta precoce, aliados à limitação de alternativas operacionais rápidas, compromete a continuidade do fornecimento de água, afetando diretamente cerca de 345 mil clientes da região, exigindo medidas emergenciais como o uso de caminhões-pipa. Considerando os desafios apresentados, torna-se necessário propor soluções estruturadas.

Diante desse cenário, torna-se essencial a adoção de estratégias preventivas e estruturadas para mitigar os riscos associados à captação e ao tratamento de água. O PSA, recomendado pela Organização Mundial da Saúde e por diretrizes nacionais, apresenta-se como uma ferramenta eficaz para a identificação de perigos, avaliação de riscos e definição de ações mitigadoras (OMS, 2025).

Sua aplicação tem se mostrado particularmente relevante em contextos de vulnerabilidade hídrica onde a resiliência operacional é limitada passando a ser pensada como uma estratégia de sustentabilidade das empresas de saneamento. Este artigo propõe a ampliação e o aprimoramento do PSA na região do litoral norte paulista e em regiões com riscos e características semelhantes, com foco na elaboração de fluxogramas de risco e na integração com o Centro de Controle Operacional (CCO) da Sabesp, visando aumentar a capacidade de resposta e garantir a segurança do abastecimento de água em situações críticas. A proposta busca fortalecer a atuação da Sabesp frente a eventos climáticos extremos, acidentes ambientais e humanos, e, variações sazonais de demanda, por meio da antecipação de cenários de risco e da definição de ações preventivas.

O PSA vai de encontro a uma das preocupações socioambientais apresentadas no Relatório de Sustentabilidade da Sabesp do ano de 2024: “ No que diz respeito ao risco de redução da disponibilidade hídrica, estamos trabalhando para nos adaptar a um novo cenário de escassez de água, por meio de iniciativas para aumentar a resistência e a flexibilidade da infraestrutura de sistemas de tratamento e abastecimento de agua para serem capazes de lidar com e ventos extremos, aumentar a capacidade dos reservatórios, ampliar práticas de conservação de água e criar alternativas de gestão da demanda”.

Figura 3: Mapa com as marcações das captações superficiais e poços dos Sistemas de Abastecimento de Água de São Sebastião, em vermelho manchas urbanas.



Fonte: Infoáguas, CETESB, 2025.

OBJETIVOS

Objetivo Geral:
Propor a implementação estruturada do PSA nos sistemas isolados de captação e tratamento do Litoral Norte do Estado de São Paulo, com foco na redução da vulnerabilidade hídrica frente a eventos climáticos extremos, variações sazonais de demanda e limitações operacionais, por meio da integração de ferramentas de gestão de risco, monitoramento em tempo real e articulação interinstitucional. Objetivos Específicos:

1. Elaborar fluxogramas de risco para os sistemas de abastecimento dos municípios de São Sebastião, Ilhabela, Ubatuba e Caraguatatuba, considerando critérios técnicos de severidade, probabilidade e impacto sobre a continuidade do fornecimento de água;
2. Desenvolver um modelo piloto de PSA replicável, adaptável a outras regiões onde há atendimento da Sabesp, com características semelhantes de vulnerabilidade hídrica e infraestrutura limitada;
3. Fortalecer a cultura institucional de prevenção, por meio da disseminação de boas práticas de gestão da água, capacitação técnica e sensibilização sobre os impactos das mudanças climáticas na segurança hídrica;
4. Contribuir para a formulação de diretrizes técnicas voltadas à resiliência dos sistemas de abastecimento em contextos de risco hídrico elevado nos sistemas isolados de abastecimento.

METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem aplicada, com caráter exploratório-descritivo e foco na gestão preventiva de riscos hídricos no PSA do município de São Sebastião. A metodologia foi estruturada em quatro etapas principais, com base em diretrizes da OMS e na Portaria GM/MS nº 888/2021, que regulamenta os padrões de qualidade da água para consumo humano no Brasil. (BRASIL, 2021).

1. Diagnóstico Técnico-Operacional
Foi realizado um levantamento detalhado dos sistemas de abastecimento de água do município de São Sebastião considerando:
Aprimoramento do ASSA – Avaliação Sistemática dos Sistemas de Abastecimento de São Sebastião.

Caracterização das bacias hidrográficas e mananciais utilizados através de mapas criados utilizando o Infoáguas, disponível no site da CETESB;
Levantamento das Estações de Tratamento de Água (ETA's) do município de São Sebastiãoe sistemas isolados;
Análise de dados operacionais dos anos de 2024;
Avaliação das outorgas de captação emitidas pelo DAEE e SP Águas; Identificação de pontos críticos de vulnerabilidade hídrica;

2. Ferramentas e Instrumentos utilizados
A análise e o planejamento foram apoiados pelas seguintes ferramentas e recursos técnicos:
- Infoáguas (CETESB): software utilizado para análise espacial e produção de mapas das bacias e sub bacias hidrográficas;
- Tabela de Identificação de Perigos e Plano de Ação: instrumento para registro e categorização de eventos perigosos;
- Matriz de Riscos: ferramenta para avaliação da severidade e probabilidade dos riscos identificados, onde o Eixo Y (vertical) representa a probabilidade do risco ocorrer (baixa, média ou alta). E o Eixo X (horizontal): Impacto caso o risco ocorra (baixo, médio ou alto). Serão apresentados neste artigo somente os três maiores riscos identificados na Matriz de Risco do PSA de São Sebastião.
As cores correspondem ao grau de cada risco: verde representa o risco baixo, amarelo representa o risco moderado e laranja representa o risco alto e o vermelho representa risco crítico.

3. Elaboração de Fluxogramas de Risco e Integração Operacional
Com base nos dados coletados, serão elaborados fluxogramas de risco para os sistemas isolados, considerando: -Perigos naturais, operacionais e antrópicos considerando a fonte de água, a captação, o tratamento e a distribuição dos Sistemas de Abastecimento de Água de São Sebastião.
-Probabilidade de ocorrência e impacto sobre a continuidade do abastecimento;
-Protocolos de resposta e ações mitigadoras;

4. Desenvolvimento de Modelo Piloto e Estratégia de Replicação
Foi estruturado um modelo piloto de PSA para o município de São Sebastião, Ilhabela, Ubatuba e Caraguatatuba (SAA Porto Novo) com o objetivo de validar a metodologia e estabelecer diretrizes para replicação em outras localidades com características semelhantes.

5. Aprovação do PSA pela gerência responsável pelos sistemas de produção de água da OA na região.

Figura 4: Modelo de Matriz de Risco utilizada para o PSA de São Sebastião.

Tabela 2 - Matriz de Riscos do Sistema de Abastecimento							Data:	
PROBABILIDADE DE PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA (FP)			FATOR DE CONSEQUÊNCIA - SEVERIDADE OU IMPACTO DA OCORRÊNCIA (FC)					
			Insignificante	Pequeno	Moderado	Grande	Crítico	
			*Somente causa um aumento do esforço operacional	*Impacto sobre a qualidade estética ou organoléptica da água que: - pode ser minimizado em etapa seguinte do sistema de abastecimento. - não resulta em procura de outras fontes	* Impacto sobre a qualidade estética ou organoléptica da água, resultando em utilização de outras fontes de água menos seguras. *Potencial impacto à saúde, que pode ser minimizado em etapa seguinte do sistema de abastecimento.	*Potencial impacto à saúde e/ou excedidos os limites legais de forma pontual que não pode ser minimizado em etapa seguinte do sistema de abastecimento.	*Impacto na Saúde Pública; *Excede os limites legais de forma sistêmica	◯ RISCOS ELEITOS
			1	2	4	8	16	
Quase certo	Frequência diária ou semanal	5						RISCOS / ANÁLISE DE RISCO

Muito Frequente	Frequência mensal ou mais espaçada	4						MUITO ALTO	Risco extremo e não tolerável; necessidade de ação imediata
Frequente	Frequência anual ou mais espaçada	3						ALTO	Risco alto e não tolerável; necessidade de especial atenção
Pouco Frequente	A cada 5 - 10 anos	2						MÉDIO	Risco moderado; necessidade de atenção
Raro	Apenas em circunstâncias excepcionais	1						BAIXO	Risco baixo e tolerável, controlável por meio de procedimentos de rotina

RESULTADOS OBTIDOS

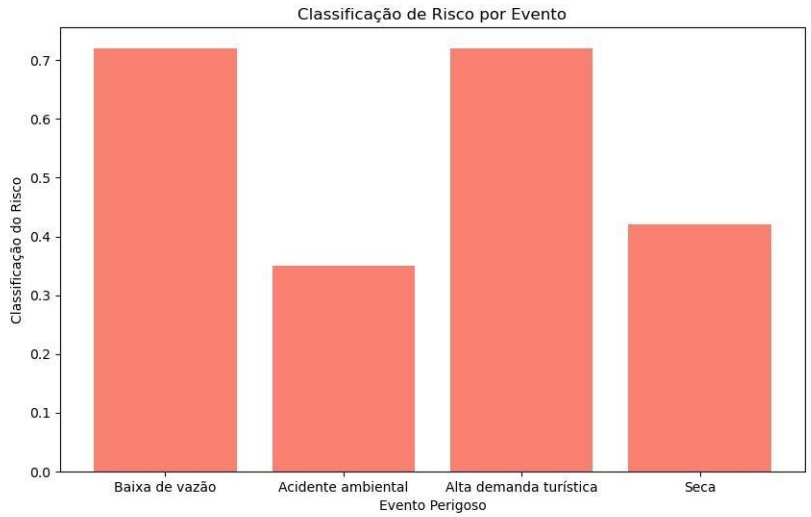
A análise da Matriz de Risco dos sistemas de abastecimento de água de São Sebastião evidenciou a necessidade de adoção de medidas mitigadoras para os principais riscos identificados, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação dos principais riscos levantados em São Sebastião:

Riscos	Fatores de Probabilidade	Fatores de Consequência	Classificação do Risco
Baixa de vazão	0.8	0.9	0.72
Aumento de consumo	0.9	0.8	0.72
Seca	0.7	0.6	0.42
Acidente Ambiental	0.5	0.7	0.35

Com base nos quatro eventos de maior criticidade, foi elaborada uma matriz de risco simplificada, considerando os fatores de probabilidade (FP) e consequência (FC), o que possibilitou a classificação dos riscos de forma objetiva e direcionada.

Figura 5: Classificação de risco por evento de maior criticidade



A implementação estruturada do PSA, conforme proposto neste estudo, visa gerar resultados estratégicos para a gestão da segurança hídrica na região. Corroborando com os seguintes benefícios:

1. Redução da vulnerabilidade operacional dos sistemas isolados de abastecimento, por meio da identificação sistemática de riscos e da adoção de medidas preventivas e corretivas;
2. Melhoria na capacidade de resposta da Sabesp frente a eventos críticos, como estiagens prolongadas, aumento súbito da demanda em períodos turísticos e acidentes/catástrofes ambientais, com base na integração de dados e informações;
3. Padronização de fluxogramas de risco e protocolos de ação, promovendo maior eficiência na tomada de decisão e na mobilização de recursos em situações de emergência;
4. Fortalecimento da cultura de prevenção e gestão de riscos entre os operadores e gestores locais, por meio da capacitação técnica e da utilização de ferramentas como a Matriz de Riscos e cada Plano Municipal de Redução de Riscos – PMRR - em municípios já implantados.

ANÁLISE E DISCUSSÃO

A matriz de risco elaborada para o município de São Sebastião demonstra que os eventos de “baixa de vazão” e “aumento de consumo” apresentam os maiores índices de criticidade (0,72), resultado da combinação entre alta probabilidade de ocorrência e severidade das consequências. Esses eventos são recorrentes durante o verão, característicos nos quatro municípios do Litoral Norte. Quando há aumento populacional temporário e redução da pluviosidade, o que sobrecarrega os sistemas de captação e tratamento.

Uma comunicação mais eficiente de alertas meteorológicos poderia levar a tomada de decisões operacionais mais estruturadas evitando ações emergenciais como o uso de caminhões-pipa para abastecimento em casos de escassez hídrica. Essa solução, além de onerosa, é limitada em escala e não garante a regularidade do abastecimento, especialmente para serviços essenciais como o atendimento emergencial de hospitais e escolas em escala superior ao esperado. A proposta de implementação do PSA visa justamente antecipar esses cenários e estruturar respostas mais eficazes.

A integração do PSA ao Centro de Controle Operacional (CCO) representa um avanço significativo na gestão dos sistemas. Com o uso de fluxogramas de risco e indicadores operacionais, será possível monitorar em tempo real as condições dos sistemas e acionar protocolos de resposta de forma automatizada. Essa abordagem reduz a dependência de decisões reativas e promove uma cultura de prevenção.

Outro ponto relevante é a necessidade de conscientização da população quanto ao uso racional da água. Embora a Sabesp promova campanhas educativas, a adesão ainda é limitada. O PSA pode incorporar estratégias de comunicação direcionadas, com base em dados de risco, para engajar a comunidade em momentos críticos e reduzir o consumo de forma colaborativa.

Do ponto de vista técnico, a proposta é viável e já conta com uma base existente: os PSA das quatro cidades já foram iniciados. O desafio está em aprimorar esses planos com a inclusão de fluxogramas detalhados e na sistematização das ações mitigadoras. A classificação de risco por evento permite priorizar os investimentos e esforços operacionais, otimizando recursos e aumentando a eficiência da gestão.

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A análise dos dados operacionais evidencia que os sistemas isolados da região litorânea enfrentam vulnerabilidades críticas, especialmente em períodos de alta demanda turística e escassez hídrica. Esses eventos representam ameaças reais à continuidade do abastecimento, exigindo uma mudança de paradigma: da reação à prevenção. Neste cenário, a implementação do Plano de Segurança da Água (PSA) não é apenas uma recomendação técnica, é uma estratégia de governança hídrica

Com a reestruturação institucional decorrente da desestatização da Sabesp, torna-se imperativo que as áreas operacionais e de gestão de recursos hídricos atuem de forma sinérgica e integrada. Essa articulação é essencial para garantir a efetividade e a perenidade do Plano de Segurança da Água (PSA) com uma Matriz de Risco atualizada somando forças com uma equipe multidisciplinar servindo de instrumento de gestão preventiva. A continuidade da aplicação do PSA ao longo dos anos depende diretamente da manutenção de Bacias Hidrográficas saudáveis, assegurando a disponibilidade hídrica necessária para as etapas de captação, tratamento e distribuição de água potável. Nesse contexto, o PSA deve ser incorporado como uma política institucional permanente, orientada por princípios de sustentabilidade, resiliência e governança adaptativa, assegurando que os ciclos

hidrológicos regionais sejam preservados e que a segurança hídrica da população atendida seja garantida frente aos desafios climáticos e demográficos emergentes.

Ao integrar diagnóstico técnico-operacional, fluxogramas de risco e plataformas de monitoramento como o CCO, a Defesa Civil e o CEPRAM, o PSA transforma-se em um sistema de comunicação inteligente da operação, capaz de antecipar crises e coordenar respostas com precisão.

Os benefícios esperados transcendem a mitigação de riscos imediatos. O modelo proposto promove a redução da vulnerabilidade hídrica, o fortalecimento da resiliência operacional e a criação de um laboratório vivo de inovação em segurança hídrica, com potencial de replicação em outras localidades atendidas pela Sabesp.

Além disso, o PSA contribui para a consolidação de uma cultura institucional voltada à prevenção e à sustentabilidade, alinhada às diretrizes da OMS e às normativas nacionais e internacionais. Essa abordagem reforça o compromisso com a responsabilidade ambiental e com o desenvolvimento de tecnologias limpas e eficazes.

Recomenda-se iniciar o projeto piloto nas cidades de São Sebastião e Ilhabela, onde os impactos são historicamente mais severos, expandindo-se posteriormente para Ubatuba e Caraguatatuba. A efetividade do PSA depende também de campanhas de conscientização pública e da capacitação contínua das equipes operacionais, promovendo engajamento comunitário e excelência técnica. Por fim, o modelo proposto representa uma ferramenta estratégica de gestão adaptativa, capaz de enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e pela crescente demanda por serviços de saneamento. Sua replicabilidade fortalece a Sabesp como referência em segurança hídrica, contribuindo para a construção de um sistema de abastecimento mais resiliente, sustentável e inteligente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Ministério da Saúde. P*lano de Segurança da Água: orientações para elaboração e implementação nos municípios*. Brasília: Ministério da Saúde, 2012.

2. VIEIRA, J. M. P.; MORAIS, M. M. *Gestão de riscos em sistemas de abastecimento de água: aplicação do Plano de Segurança da Água*. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 10, n. 4, p. 345-352, 2005.

3. SÃO PAULO. *Manual de Parcerias do Estado de São Paulo*. Disponível em: http://www.parcerias.sp.gov.br/parcerias/docs/manual_de_parcerias_do_estado_de_sao_paulo.pdf. Acesso em: 11 nov. 2021.

4. WANG, Q. et al. *Flood resilience in cities and urban agglomerations: a systematic review of hazard causes, assessment frameworks, and recovery strategies based on LLM tools*. Natural Hazards, Springer, 2025. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-025-07285-1. Acesso em: 27 maio 2025.

5. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). *Água potável: principais fatos*. Genebra: OMS, 2023. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water. Acesso em: 27 maio 2025.

6. SABESP, *Relatório de Sustentabilidade 2024*, pag. 72.

7. VIEIRA, JMP. *Plano de Segurança da água em mananciais de abastecimento de água para consumo humano*. Revista eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais. Gesta, v.1, n.1 – Vieira, p. 087-097, 2013 – ISSN: 2317-563X.

8. UNESCO, Un Water. *Água para a prosperidade e a paz*. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, 2024.

9. ANA, 2024. *Plano de Nacional de Segurança da Hídrica*, Disponível em: <https://pnsh.ana.gov.br/programa>. Acesso em: 23/07/2025.