

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – CAMPUS SOROCABA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO AMBIENTAL

ÁLVARO ROLIM GUERRA

RESPOSTA A CONTAMINAÇÕES DE CORPOS HÍDRICOS:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE PLANEJAMENTO, GESTÃO E ATUAÇÃO

SOROCABA

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – CAMPUS SOROCABA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO AMBIENTAL

ÁLVARO ROLIM GUERRA

RESPOSTA A CONTAMINAÇÕES DE CORPOS HÍDRICOS:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE PLANEJAMENTO, GESTÃO E ATUAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental da Universidade Federal de São Carlos para a obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade na Gestão Ambiental.

Orientação: Prof. Dr. Reginaldo Barboza da Silva

SOROCABA

2022

Rolim Guerra, Álvaro

Resposta a contaminações de corpos hídricos: : uma
revisão sistemática sobre planejamento, gestão e
atuação / Álvaro Rolim Guerra -- 2022.
51f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São
Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba
Orientador (a): Reginaldo Barboza da Silva
Banca Examinadora: Francisca Alcivânia de Melo Silva,
André Cordeiro Alves dos Santos
Bibliografia

1. Contaminação hídrica. 2. Emergências Ambientais. 3.
Protocolos de Resposta. I. Rolim Guerra, Álvaro. II.
Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -
CRB/8 6979



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências e Tecnologias Para a Sustentabilidade
Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Álvaro Rolim Guerra, realizada em 08/12/2022.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Reginaldo Barboza da Silva (UFSCar)

Profa. Dra. Francisca Alcivania de Melo Silva (UNESP)

Prof. Dr. Andre Cordeiro Alves dos Santos (UFSCar)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para esta pesquisa:

À minha família, não só pela compreensão das minhas ausências, como também pelo amplo e irrestrito apoio;

Agradeço especialmente ao Professor Doutor Reginaldo Barboza da Silva, pelo privilégio de tê-lo como orientador, sempre me indicando caminhos ao mesmo tempo que me permitiu traçar minhas próprias rotas;

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental, e aos servidores da UFSCar Sorocaba;

Aos membros da banca da defesa: Professora Doutora Francisca Alcivânia de Melo Silva e Professor Doutor André Cordeiro Alves dos Santos, bem como à Professora Doutora Camila Bolfarini Bento, que compôs a banca do exame de qualificação.

À CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, pela oportunidade concedida e incentivo ao aprimoramento profissional;

Aos colegas de toda a Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental, em especial à equipe do Laboratório de Sorocaba;

Meus agradecimentos mais sinceros a todos.

"A única coisa que sabemos sobre o futuro é que será diferente. Tentar prevê-lo é como tentar dirigir numa estrada deserta à noite, sem faróis, enquanto olha pelo vidro traseiro. A melhor forma de prever o futuro é criá-lo."

(Peter Drucker)

RESUMO

Como qualquer emergência ambiental, a contaminação de corpos hídricos necessita de uma resposta rápida e eficaz para mitigar ou mesmo evitar os danos causados ao meio ambiente, sendo que os responsáveis pelo planejamento e execução das ações de resposta à contaminação devem possuir clareza em suas atribuições e objetivos. Com base no Response Protocol Toolbox, da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos – USEPA, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura a respeito de protocolos e procedimentos de resposta às contaminações hídricas, utilizando para tal o método Systematic Search Flow – SSF. Ao reunir os resultados apresentados, esta pesquisa contribuiu com um melhor entendimento a respeito da temática, tendo êxito em apresentar informações e diretrizes adaptáveis à estruturação de um Guia de Resposta a Contaminações Ambientais – GRCA, que fornecerá uma abordagem metódica dos passos a serem executados pelas equipes de atendimento que atuam nas ocorrências de contaminação de águas. A leitura e análise de vinte e oito textos completos encontrados e selecionados, foi possível compreender o contexto da publicação da RPTB – USEPA, as áreas principais de estudo: segurança e vulnerabilidade de sistemas de distribuição de água; detecção de contaminantes e identificação da origem; amostragem e abordagens analíticas; protocolos de resposta.

Palavras chave: Emergências ambientais. Contaminações de águas. Protocolo de Resposta.

ABSTRACT

Like any environmental emergency, the contamination of water bodies requires a quick and effective response to mitigate or even prevent damage to the environment, and those responsible for planning and executing the response actions to contamination must have clarity in their duties and objectives. Based on the Response Protocol Toolbox, of the U.S. Environmental Protection Agency - USEPA, this study aimed to carry out a systematic review of the literature on protocols and procedures for response to water contamination, using the Systematic Search Flow - SSF method. By gathering the results presented, this research contributed to a better understanding of the theme, and succeeded in presenting information and guidelines adaptable to the structuring of an Environmental Contamination Response Guide - ECRG, which will provide a methodical approach to the steps to be performed by the response teams that act in the occurrences of water contamination. By reading and analyzing twenty-eight found and selected full texts, it was possible to understand the context of the RPTB - USEPA publication, the main areas of study: safety and vulnerability of water distribution systems; contaminant detection and source identification; sampling and analytical approaches; response protocols.

Keywords: Environmental Emergencies. Water contaminations. Response Protocol.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Diagrama de Euler-Venn para ocorrências e emergências	15
Figura 2 - Fluxograma Geral RPTB: Resposta à Contaminação.....	21
Figura 3 - Fluxograma sintético da análise dos estudos.	30
Figura 4 - Distribuição da quantidade de publicações relacionadas ao tema conforme ano de publicação, considerando tipo de publicação	35
Figura 5 - Distribuição da quantidade de publicações relacionadas ao tema conforme ano de publicação, considerando a disponibilidade do texto completo	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição dos módulos do USEPA-RPTB.....	18
Quadro 2- Combinação de descritores adotada na estratégia de busca inicial	27
Quadro 3 – Combinação de descritores adotada na segunda busca	28
Quadro 4 - Quantitativo de artigos conforme base de dados utilizadas na primeira busca	29
Quadro 5 - Artigos relacionados ao tema da pesquisa.....	29
Quadro 6 - Quantitativo de artigos conforme base de dados utilizada na segunda busca	30
Quadro 7 - Resultados obtidos na segunda busca.....	31
Quadro 8 - Estrutura de capítulos do Guia de Resposta à Contaminação de Águas	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA – Agencia Nacional de Águas

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CSC – Consciência Situacional Compartilhada

OMS - Organização Mundial da Saúde

POP – Procedimento Operacional Padronizado

RPTB – Response Protocol Toolbox

USEPA – United States Environmental Protection Agency

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	12
1.1.	OBJETIVO GERAL.....	13
1.1.1.	Objetivos Específicos	14
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1.	TERMINOLOGIA E VOCABULÁRIO	15
2.2.	RESPOSTA A EMERGÊNCIAS AMBIENTAIS	16
2.2.1.	Consciência Situacional Compartilhada.....	16
2.3.	AS DIRETRIZES DO PROTOCOLO DE RESPOSTA DA EPA: <i>RESPONSE PROTOCOL TOOLBOX</i>	17
2.3.1.	Ocorrências: possíveis, prováveis e confirmadas.....	20
3.	METODOLOGIA DA PESQUISA	25
3.1.	MÉTODO DA PESQUISA	25
3.2.	O MÉTODO SYSTEMATIC SEARCH FLOW	26
3.2.1.	Definição do Protocolo de Pesquisa – 1ª Fase.....	26
3.2.2.	Análise – 2ª Fase.....	26
3.2.3.	Síntese – 3ª Fase	26
3.2.4.	Escrita – 4ª Fase	27
3.3.	REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.....	27
3.3.1.	Busca sistemática inicial da literatura.	27
3.3.2.	Segunda busca sistemática	27
4.	RESULTADOS	29
4.1.	SEGURANÇA DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA.....	36
4.2.	DETECÇÃO DE CONTAMINANTES.	37
4.3.	AMOSTRAGEM E ABORDAGEM ANALÍTICA	38
4.4.	GESTÃO DE OCORRÊNCIAS E PROTOCOLOS DE RESPOSTA	39

4.5.	PROPOSTA DO GRCA – GUIA DE RESPOSTA À CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS	
	41	
5.	CONCLUSÕES	43
5.1.	CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA.....	43
5.2.	LIMITAÇÕES DA PESQUISA	43
5.3.	TRABALHOS FUTUROS	44
5.4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
	REFERÊNCIAS	45

1. INTRODUÇÃO

De maneira ampla, as emergências ambientais são caracterizadas pela grande incerteza, evolução complexa e potencial para impactos que possam exceder a capacidade de resposta de determinada comunidade (HENSTRA, 2010), podendo ser identificadas algumas causas-raízes: falta de prevenção, desatenção e descuido humano, acidente ou evento natural, dentre outros. Conforme Castro (2004), uma emergência ambiental pode ser originada de ocorrências de três tipos de origem: a) um evento natural, como uma ressaca, um vendaval, terremoto, chuvas fortes etc.; b) um evento antrópico, como em acidentes originados por imperícia, imprudência ou negligência; ou c) por eventos mistos, no qual um evento natural se sobrepõe às ações antrópicas e que, na maior parte, são os eventos mais drásticos. Dentre as emergências ambientais, a contaminação de corpos hídricos representa um dos principais desafios para a segurança hídrica. De maneira direta, produz riscos para a saúde humana e para o meio ambiente, enquanto que de maneira indireta diminui a disponibilidade, inviabilizando determinados usos da água, a menos que sejam utilizados tratamentos cada vez mais onerosos (MARTINEZ-AUSTRIA, 2013).

No Estado de São Paulo, a CETESB – Atual Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, tem como uma de suas atribuições o atendimento às Emergências Ambientais conferida pelo Governo Estadual por meio da Lei 13542, de 08/05/2009 (SÃO PAULO, 2009). A CETESB é empresa pública estadual, parte integrante da administração pública estadual, apresentando como outras atribuições a execução do Sistema Estadual de Administração da Qualidade Ambiental, Proteção Controle e Desenvolvimento do Meio Ambiente e Uso Adequado dos Recursos Naturais – SEAQUA, também desenvolve ações no âmbito do licenciamento de atividades com impacto sobre o meio ambiente, monitoramento da qualidade do ar, das águas e do solo, além da fiscalização e controle das fontes de emissão de poluentes (CETESB, 2018).

O Setor de Atendimento a Emergências da CETESB – localizado na Sede da Empresa, no Município de São Paulo – atua na prevenção, preparação, atendimento e ações de resposta às emergências químicas, objetivando minimizar os efeitos negativos à população e ao meio ambiente. Conforme mencionado, as ocorrências podem ter as mais diversas origens: indústrias, rodovias, ferrovias, portos, vias navegáveis, dutos, postos e sistemas retalhistas de combustíveis entre outras atividades nas quais são manuseados, armazenados e transportados produtos

químicos, que podem atingir o solo, a atmosfera ou os corpos hídricos e aquíferos. (CETESB, 2022b).

No entanto, ao considerar a extensão do Estado de São Paulo, cerca de 248.220 km² distribuídos em 625 municípios (IBGE, 2021), fica evidente a inviabilidade de um Setor lotado na Capital atender todas as ocorrências do estado em tempo hábil, sendo necessário o apoio técnico, operacional e logístico de outras áreas da Companhia.

Então, de acordo com os critérios estabelecidos pelos Procedimentos Operacionais do Setor de Atendimento à Emergências, dependo de características da ocorrência, tais como: distância, gravidade, probabilidade da suspeita se confirmar, o atendimento é designado às Agências Ambientais da CETESB. As equipes das Agências Ambientais realizam os atendimentos, avaliando a necessidade de amostragem e análise, e por conseguinte, encaminhando aos laboratórios as amostras para análise.

Nesse contexto, apesar da reconhecida expertise da CETESB em assuntos ambientais (CETESB, 2022a), ministrando cursos, palestras e com publicações relevantes (ANA e CETESB, 2011; CETESB 2014), a Companhia apesar de possuir Procedimentos Operacionais em desenvolvimento, não dispõe de Protocolos ou Guias de Resposta formalizados que sejam utilizados em atendimentos pelas Agências Ambientais e Laboratórios Descentralizados da CETESB.

A tomada de decisão em ocorrências de contaminação de corpos hídricos é composta por uma série de práticas empíricas onde, via de regra, soluções são adotadas utilizando processos heurísticos (GIGERENZER e GAISSMAIER, 2010). Com frequência, em determinadas ocorrências, a falta de informação consolidada dificulta ou impossibilita que o agente adote a melhor estratégia e tenha a tomada de decisão otimizada. A informação necessária para tal, pode ser obtida em: observações de campo, manuais, normas e legislações, além de procedimentos institucionais. A consolidação de todas essas fontes para se obter informação útil em tempo hábil apresenta-se como um grande desafio (GUTENSON, 2015; SEPPÄNEN, 2015). Nesse contexto, surge a possibilidade da utilização do RPTB da USEPA para elaboração de uma proposta de Guia de Resposta.

1.1. OBJETIVO GERAL

Verificar, por meio de revisão sistemática, ações de resposta à contaminações hídricas, que possam proporcionar respaldo à proposta da elaboração de um Guia de Resposta à Contaminações de Águas - GRCA.

1.1.1. Objetivos Específicos

-Por meio de uma revisão sistemática da literatura, identificar e analisar de maneira crítica os estudos realizados com a temática de resposta à contaminação de recursos hídricos;

-Compreender as principais áreas de pesquisa relacionadas ao tema;

-Propor uma estrutura para o GRCA, tendo como base o Protocolo da EPA e as informações extraídas da Revisão.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. TERMINOLOGIA E VOCABULÁRIO

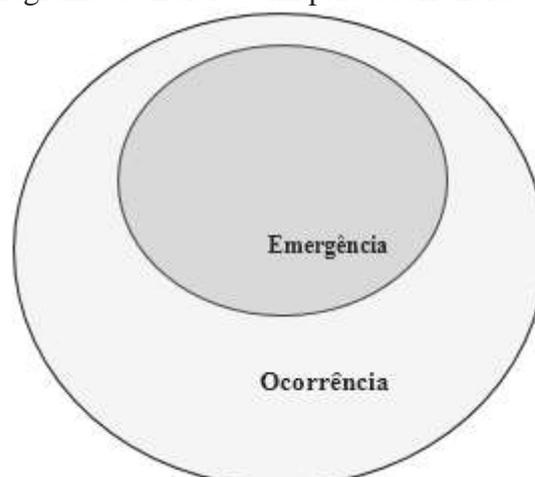
Seja entre duas pessoas apenas, ou entre grandes equipes, a comunicação está no centro de qualquer interação. De acordo com Seppänen (2013) a clareza na comunicação afeta o entendimento e consciência da situação que cada ator se encontra. Para o autor, a comunicação ocorre por diferentes meios, mas a mensagem que é comunicada se mantém no cerne. Uma das principais dificuldades para uma comunicação fluída é a diversidade de conceitos e a utilização de terminologia não padronizada. Dessa forma, é pertinente que alguns termos sejam apresentados e distinguidos (SCI, 2008, p. 13).

De maneira bastante ampla, o Dicionário Michaelis define “ocorrência” como “aquilo que ocorre ou acontece” (OCORRÊNCIA, 2022). Num sentido mais estrito, podemos definir como “Evento que requer a intervenção especializada de equipe técnica” (adaptado de CASTRO, 1998).

Entre outras definições, o mesmo Dicionário apresenta “Emergência” como “Situação crítica e imprevista que demanda ação imediata” (EMERGÊNCIA, 2022).

Numa perspectiva de conciliação de conceitos, pode-se estabelecer então que ‘ocorrência’ possui um significado mais genérico, enquanto que ‘emergência’, é mais apropriado a situações de maior gravidade, que necessitam de intervenção imediata. Em suma: nem toda ‘ocorrência’ é uma ‘emergência’, mas toda ‘emergência’ é uma ‘ocorrência’, conforme Diagrama de Venn da Figura 1:

Figura 1- Diagrama de Euler-Venn para ocorrências e emergências



FONTE: Próprio autor

2.2. RESPOSTA A EMERGÊNCIAS AMBIENTAIS

Emergências ambientais têm início quando eventos potencialmente perigosos (acidentes industriais, chuvas torrenciais, enchentes, descarrilamento de trens) se confirmam em condições de risco ao meio ambiente, sendo que quando a amplitude do impacto causado por uma emergência ambiental excede a capacidade de enfrentamento por parte da comunidade, pode ser designada como desastre ambiental.

A dimensão dos problemas causados por emergências e desastres ambientais demandam que sejam estabelecidos planos e procedimentos para mitigar os perigos, reduzir a vulnerabilidade e enfrentar os impactos de emergências (HENSTRA, 2010). Com o intuito de cumprir com tais objetivos, o autor afirma que as políticas públicas geralmente são estabelecidas levando em consideração os princípios da Gestão de Emergências e da Gestão de Riscos, mas podem ser conceitualmente divididas em quatro grandes áreas: planejamento, resposta, mitigação e recuperação. Ainda conforme o mesmo Autor, as Políticas de Planejamento envolvem medidas antecipatórias que elevem a capacidade de responder a emergências de maneira efetiva. Políticas de Resposta são adotadas para fortalecer as operações durante uma emergência. Políticas de Mitigação pretendem prevenir ou reduzir o impacto dos danos, e por fim, Políticas de Recuperação são destinadas à restauração e reabilitação de áreas afetadas.

As operações de resposta a emergências ambientais demandam ações rápidas e coordenadas, levando em consideração os fatos relacionados a cada ocorrência. Ações de resposta eficientes são fundamentais para evitar uma escalada da gravidade da ocorrência, o que faria com que os esforços para o controle da situação fossem significativamente maiores. Assim, as informações adequadas devem ser disponibilizadas aos atores relevantes no menor tempo possível. Além disso, a qualidade da informação deve ser suficiente para atender às necessidades do momento, uma vez que informações imprecisas ou ausentes acabam dificultando a resposta, tendo como consequências danos e prejuízos (SEPPÄNNEN e VIRRANTAUS, 2015).

2.2.1. Consciência Situacional Compartilhada

Nesse cenário, é apresentado o conceito de Consciência Situacional Compartilhada – CSC (do Inglês, *Shared Situational Awareness*), que Endsley (2003) define como “a percepção dos elementos do ambiente em determinado tempo e espaço, além da projeção da sua situação

em um futuro próximo”. Uma vez que a Consciência Situacional em operações de resposta deve possuir objetivos claros, cada ator também deve buscar informações que o auxiliem a atingir seus objetivos.

Tais informações, utilizadas na construção da Consciência Situacional Compartilhada, geralmente são tratadas como Informações Situacionais, ou seja, evidências “do que está acontecendo, e onde” (SEPPÄNNEN e VIRRANTAUS, 2015). Dilo e Zlatanova (2011) agrupam a informação necessária em respostas a emergências em informações estáticas e informações dinâmicas: as estáticas existem antes da ocorrência, enquanto que as dinâmicas são coletadas no decorrer do atendimento. As informações estáticas podem estar disponíveis, por exemplo em: Procedimentos Operacionais, Manuais, Documentos Institucionais, Formulários, Tabelas, Quadros, *Check-Lists*. As informações dinâmicas podem ser entendidas como informações situacionais (a ocorrência e suas consequências) ou informações operacionais (procedimentos que foram executados, departamentos responsáveis, atores envolvidos e respectivos papéis).

2.3. AS DIRETRIZES DO PROTOCOLO DE RESPOSTA DA EPA: *RESPONSE PROTOCOL TOOLBOX*

A United States Environmental Protection Agency – US EPA, Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, publicou em 2003 o documento: *Response Protocol Toolbox: Planning for and Responding to Drinking Water Contamination Threats and Incidents* em tradução livre para português: “ferramenta de planejamento e resposta à ocorrências de suspeitas de contaminação de águas destinadas ao abastecimento público”. É composto por seis módulos, inter-relacionados, que abordam diferentes aspectos e etapas desse planejamento e resposta, descritos a seguir:

O Módulo 1, além de ser introdutório, discorre brevemente sobre a natureza da suspeita de contaminação. Descreve as atividades de planejamento que a localidade (reservatórios, estações de tratamento, caixas d’água) deve assumir para o gerenciamento eficiente das ocorrências de suspeita de contaminação.

Já o Módulo 2, apresenta a gestão de ocorrências propriamente dita. Aborda as duas principais atividades, paralelas e inter-relacionadas: a avaliação da ocorrência e a tomada de decisão a respeito das ações de resposta à suspeita.

No Módulo 3 é discutida a caracterização do local da ocorrência e a aquisição de informações da suspeita de contaminação. Aborda a etapa em que ocorrerá a investigação e

varredura de segurança da localidade, além de ensaios de campo e coleta de amostras, com o objetivo de se confirmar ou descartar a suspeita.

O Módulo 4 apresenta um guia analítico, que apesar de não ser um protocolo rígido e detalhado, apresenta uma estrutura para desenvolvimento de uma abordagem analítica durante a caracterização e investigação.

Com o Módulo 5 é possível conhecer medidas com potencial para serem utilizadas em ocorrências confirmadas, visando minimizar a exposição do público a águas contaminadas.

Por fim, o Módulo 6 apresenta um Guia de Recuperação e Remediação, com uma sequência de atividades a serem executadas para remediar o sistema e demonstrar a sua restauração às condições normais de operação.

Para maior clareza, a descrição do RPTB é apresentada no Quadro 1 (adaptado de USEPA, [2003a]) na sequência:

Quadro 1 - Descrição dos módulos do USEPA-RPTB

Módulo	Descrição	Destques
1 - Guia de Planejamento	Breve discussão sobre suspeitas de contaminação, atividades de planejamento para gerenciar de maneira efetiva ocorrências e suspeitas de contaminação.	<ul style="list-style-type: none"> -Visão geral das suspeitas de contaminação -Descrever os sinais de alerta de uma ocorrência potencialmente suspeita de contaminação -Discutir o conceito de <i>due diligence</i> na Resposta à suspeitas de contaminação. -Descrever áreas onde o planejamento e preparação são necessários para o gerenciamento efetivo
2 - Guia de Gerenciamento de Resposta à Contaminações	<p>O processo de gerenciamento envolve duas etapas paralelas e inter-relacionadas:</p> <p>a avaliação da ocorrência e a tomada de decisão a respeito das ações de resposta à suspeita.</p> <p>A primeira etapa do processo de avaliação é considerar se a suspeita é ‘possível’, dadas as circunstâncias da ocorrência. Informações adicionais elevam a ocorrência a ‘provável’. De acordo com as evidências, ela pode ser ‘confirmada’</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Descrever os três estágios de avaliação: possível, provável, confirmada. -Descrever as informações que podem auxiliar tanto a avaliação da ocorrência como a tomada de decisão. -Identificar os atores que podem estar envolvidos nos vários estágios do processo. -Sugerir formulários e documentos para serem utilizados no atendimento.

Módulo	Descrição	Destaques
3 - Guia de Caracterização do Local e Amostragem	A caracterização envolve o processo de coleta de informação do local sob suspeita. A caracterização pode envolver: investigação, varredura de segurança da localidade; ensaios de campo e amostragem.	<ul style="list-style-type: none"> -Visão geral do planejamento para caracterização segura e efetiva do local. -Apresentar modelos de formulários que podem ser úteis no planejamento e registro da caracterização do local e amostragem, (incluindo a cadeia de custódia). -Descrever um <i>kit</i> de ensaios de campo, e apresentar um modelo de <i>kit</i> de amostragem. -Apresentar diretrizes para manuseio e transporte de amostras aos laboratórios
4 - Guia Analítico	Apresenta uma abordagem analítica das amostras que possam ser coletadas. Apresenta um <i>framework</i> flexível de desenvolvimento dessa abordagem, não tendo o propósito de ser um Procedimento Operacional Padronizado – POP	<ul style="list-style-type: none"> -Descrever a infraestrutura ideal para um laboratório que atue no apoio à respostas a suspeitas de contaminação. -Discutir e considerar aa respeito da segurança, controle de qualidade e respeito admissibilidade legal das amostras coletadas nessas circunstâncias. - Resumir os aspectos da caracterização do local que se relacionam aos procedimentos analíticos (e de segurança laboratorial). -Apresentar uma abordagem analítica química e microbiológica, utilizando uma combinação de métodos padronizados e técnicas exploratórias.
5 - Guia de Resposta da Saúde Pública	Discute a resposta em termos de Saúde Pública, tendo em vista as medidas que possam reduzir a exposição do público a águas potencialmente contaminadas. Considera também os papéis dos diversos atores envolvidos.	<ul style="list-style-type: none"> -Descrever as organizações que possam estar envolvidas nas tomadas de decisão, as respostas possíveis, e a necessidade de um plano de comunicação efetivo. -Descrever as características de contaminantes que devem ser consideradas nas tomadas de decisão da Saúde Pública. -Descreve métodos de estimar o alcance da contaminação, bem como meio de contenção.

Módulo	Descrição	Destaques
6- Guia de Recuperação e Remediação	Na sequência de uma ocorrência confirmada, são necessárias medidas de remediação, além da demonstração que a área não oferece mais risco.	<p>-Apresentar procedimentos de caracterização da área contaminada.</p> <p>-Descrever propostas de uso de fontes alternativas para o uso, enquanto durar as etapas de remediação e recuperação.</p> <p>-Descrever um procedimento flexível de seleção de métodos de remediação e recuperação.</p>

2.3.1. Ocorrências: possíveis, prováveis e confirmadas

Segundo a EPA (2003a) um alerta de contaminação (que também pode ser identificado como suspeita de contaminação) de água ocorre quando uma possível contaminação é comunicada, reivindicada ou sugerida por alguma evidência. Já uma ocorrência de contaminação de água acontece quando um contaminante é introduzido com sucesso em determinado local. Uma ocorrência de contaminação, ainda que não necessariamente, pode ser precedida por um alerta de contaminação.

Na caracterização de um alerta, tanto a possibilidade quanto a probabilidade devem ser consideradas. Ao caracterizar uma suspeita, geralmente avalia-se que é possível causar danos em diferentes escalas:

- a) Apenas alguns contaminantes têm potencial para impactar grandes áreas ou atingir grande parte da população. Tais contaminantes incluem patógenos, biotoxinas e algumas espécies químicas que podem permanecer estáveis em meio aquoso tempo suficiente para impactar o meio ambiente e a saúde. Geralmente, estão associados à contaminações intencionais, e portanto criminosas;
- b) Um grupo maior de contaminantes podem produzir eventos severos, mas localizados, estão incluídos algumas dezenas de espécies químicas consideradas tóxicas;
- c) Centenas de contaminantes podem potencialmente impactar o ambiente e a saúde pública, mas com impacto reduzido.

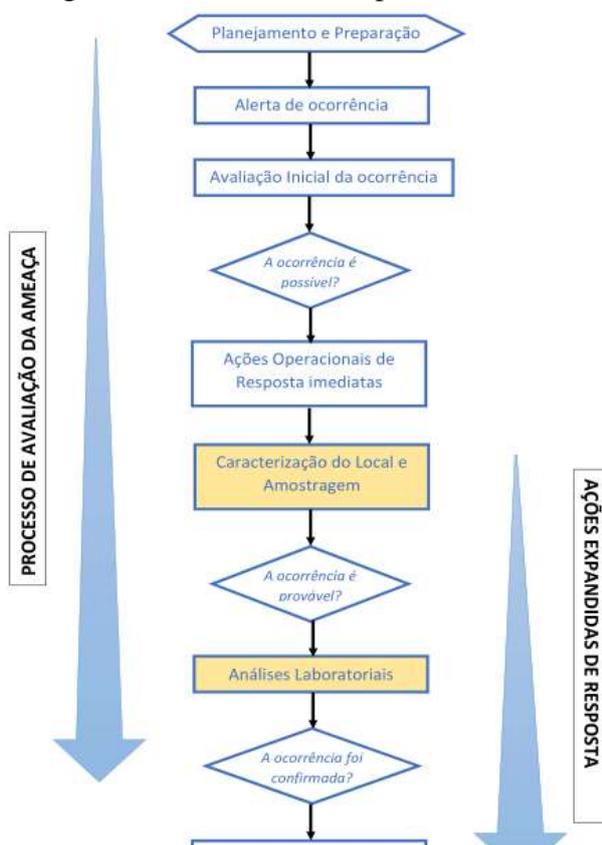
Enquanto é importante ter em vista as possibilidades associadas com dado alerta, as avaliações são baseadas na probabilidade. Ainda que existam abordagens estatísticas, a determinação da probabilidade ainda é bastante subjetiva e com frequência é baseada em ocorrências prévias.

Com o intuito de planejamento para alertas de contaminação, seria esperada a elaboração de uma lista de contaminantes prioritários. No entanto, a criação dessa lista seria um grande desafio, considerando a extensão de espécies possíveis, além de ser difícil estabelecer uma lista completa ou definitiva. Para essa questão, é apropriado citar Publicação da OMS - Organização Mundial da Saúde:

Uma consideração central na preparação é que tanto não é possível como não é necessário planejar especificamente para [...] todos os agentes biológicos e químicos. Se um país busca aumentar seu preparo contra efeitos de um ataque biológico ou químico, o objetivo deve ser a preparação e treinamento num grupo limitado, mas bem escolhido, de agentes que possibilitem a capacidade de enfrentar uma gama maior de possibilidades. O conhecimento sobre as propriedades gerais desse grupo representativo tornará apta a adoção de medidas de resposta contra virtualmente qualquer outro agente. Além de não serem práticas, da perspectiva de planejamento, longas e exaustivas listas de agentes passam uma impressão errônea da extensão das possíveis ameaças.” (OMS, 2004 p.25, tradução nossa).

Após essas considerações, é possível estabelecer o estágio que uma suspeita se encontra, tendo como referência o fluxograma geral de resposta à contaminação do RPTB, apresentado na Figura 2:

Figura 2 - Fluxograma Geral RPTB: Resposta à Contaminação



FONTE: Adaptado de USEPA, 2003a

2.3.1.1. Ocorrência de contaminação possível

Uma suspeita de contaminação é classificada como “possível” se as circunstâncias do alerta indicam que há uma chance de contaminação. Esse é o limite inferior do processo de avaliação, quando é decidido se a investigação terá continuidade. Considerando os efeitos potencialmente adversos que uma falha na avaliação pode acarretar, é necessário definir a continuidade do processo com relativa celeridade. Nessa etapa, informações precisas e em tempo são essenciais para a definição de como a suspeita será classificada. Geralmente, a informação é fornecida diretamente da fonte (e.g. origem do alerta, localização, data e hora da descoberta, provável tempo de início da ocorrência).

Alertas de contaminação podem ter diferentes fontes, que podem ter maior ou menor credibilidade (ELKADY et al.,2022). Alguns podem ser considerados “prováveis” ou mesmo “confirmados” apenas se baseando nas informações recebidas, enquanto outros podem ser descartados de imediato. Uma vez que a suspeita foi classificada como “possível”, deve-se proceder com a caracterização do local, atividade crítica na avaliação, que tem como objetivo reunir informações adicionais sobre a ocorrência, passando então à etapa de “contaminação provável”.

A caracterização do local é definida como um processo de coleta de informações do local da ocorrência. Suas atividades incluem a investigação do local, a varredura de segurança, ensaios de campo e amostragem. Os procedimentos para execução da caracterização e amostragem serão objetos do Guia de Resposta a ser apresentado na Seção 4.5.

2.3.1.2. Ocorrência de contaminação provável

Nas situações em que a coleta de informações adicional corrobora para a suspeita de contaminação, a contaminação é classificada como “provável”. Destaca-se que enquanto muitos alertas serão considerados “possíveis”, apenas uma fração destes serão elevados a classificação de “prováveis”.

Muitas das fontes de informação utilizadas para se estabelecer as contaminações “possíveis” podem se mostrar relevantes também para se determinar as “prováveis”. Vale destacar que a investigação deve ser encarada de maneira contínua, e as informações coletadas em qualquer etapa devem ser avaliadas de modo abrangente.

As informações adicionais para auxiliar a avaliação, determinando se a suspeita é “provável” podem incluir:

- a) Os resultados da caracterização do local, incluindo observações do local, bem como avaliações de risco e resultados de ensaios de campo;
- b) Informações consolidadas de ocorrências similares a atual;
- c) Informações de fontes externas que sejam relevantes e estejam disponíveis.

Quando a ocorrência é avaliada como “provável”, uma das primeiras respostas deve ser confirmar a suspeita de contaminação, analisando as amostras coletadas durante a caracterização do local. Considerando o grande número de potenciais contaminantes e as características do escopo de cada laboratório, é necessário que as decisões iniciais levem em consideração qual laboratório será responsável pelas análises, além de qual abordagem analítica será utilizada com as amostras com contaminantes desconhecidos.

A seleção de laboratórios deve se basear nas informações disponíveis a respeito da ocorrência, a natureza dos potenciais contaminantes e da avaliação de risco. De modo geral, os laboratórios podem ser agrupados em duas grandes categorias: os laboratórios químicos e os laboratórios biológicos. Nos laboratórios químicos estão incluídos os laboratórios físico-químicos ambientais em geral, laboratórios de radiologia, além dos orgânicos e de biotoxinas. Nos laboratórios biológicos incluem-se os de hidrobiologia, microbiologia e parasitologia ambiental, além dos clínicos e toxicológicos. Uma vez que seja definido quais laboratórios serão utilizados, devem ser acionados os respectivos responsáveis para desenvolver a abordagem analítica das amostras.

2.3.1.3. Ocorrência de contaminação confirmada

A confirmação representa a transição de uma suposta contaminação para uma contaminação confirmada, baseada em informação definitiva que demonstre que houve contaminação da água. O meio mais seguro de se obter a confirmação é via confirmação analítica da presença do contaminante, tendo sempre em vista que toda informação analítica deve ser submetida à interpretação e análise crítica, no intuito de se obter informação significativa para a ocorrência. De modo geral, apenas resultados analíticos obtidos sob os requisitos de um Sistema de Qualidade Analítica, como a ISO/IEC 17025 (ABNT, 2017), no entanto informações suplementares obtidas por métodos não validados podem ser utilizadas, sempre com auxílio do laboratório na interpretação dos resultados. A equipe do laboratório deve ser considerada como uma fonte potencial de informações, considerada a perspectiva única.

No entanto, em algumas circunstâncias, será apropriada a confirmação mesmo sem um resultado analítico definitivo. Isso é razoável em casos em que a confirmação analítica é impraticável, seja por impossibilidade na coleta de amostra representativa ou do tempo decorrido entre o início da contaminação e o recebimento do alerta. Nesses casos, a confirmação poderá ser baseada em evidências.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia adotada consiste em um conjunto de atividades sistemáticas e racionais com o objetivo de se concatenar conhecimentos legítimos, identificando erros e auxiliando nas decisões no decorrer da pesquisa (MARCONI e LAKATOS, 2021a). Dessa maneira, a metodologia da pesquisa foi constituída por uma revisão de forma sistemática de publicações sobre protocolos de resposta a ocorrências ambientais, tanto de modo geral, como especificamente o RPTB proposto pela EPA, visando a melhoria na eficiência do atendimento a ocorrências ambientais no Estado de São Paulo.

Assim, a metodologia possui caráter exploratório aplicado, qualitativo-empírico, utilizando a técnica da pesquisa documental, além da revisão de forma sistemática.

3.1. MÉTODO DA PESQUISA

Ao contrário da tradicional revisão exploratória, a revisão sistemática consiste em um método de investigação científica estruturado em um processo rigoroso e manifesto para identificação, seleção, coleta de dados, análise e descrição das contribuições inerentes a pesquisa. Nessa revisão, a utilização de estratégias que buscam limitar vieses e erros aleatórios é essencial, utilizando-se para isso o planejamento e organização dos estudos originais, com posterior síntese dos resultados das múltiplas investigações localizadas. (COOK, MULROW e HAYNES, 1997; CORDEIRO et al., 2007). A revisão sistemática destaca-se pela sua alta especificidade, por ser realizada em bases de dados consolidadas, onde a estratégia de busca é sensível e adaptada para cada base, além dos já mencionados critérios de seleção claros e bem definidos (BOTELHO, CUNHA, MACEDO, 2011)

Diversos autores apresentam uma série de modelos e estratégias para a revisão sistemática: a PRISMA Statement (PAGE et al, 2021), a Revisão Bibliográfica Sistemática - RBS (LEVY e ELLIS, 2006), o protocolo de BIOLCHINI (2007), o RBS *Roadmap* (CONFORTO, AMARAL e SILVA, 2011) além do Método *Systematic Search Flow* – SSF (FERENHOF e FERNANDES, 2016), o qual foi adotado para a presente pesquisa.

Para a seleção, foi considerada a conformidade do Método com os seis princípios da revisão sistemática propostos por JESSON (2011).

3.2. O MÉTODO SYSTEMATIC SEARCH FLOW

Conforme FERENHOF e FERNANDES (2016), desenvolvedores do método, o SSF é composto por 4 fases e 8 atividades, descritas brevemente a seguir.

3.2.1. Definição do Protocolo de Pesquisa – 1ª Fase

A 1ª Fase se inicia com a definição de um Protocolo de Pesquisa, que consiste no desenvolvimento de um conjunto de regras e parâmetros de configuração do processo de pesquisa, conforme sua necessidade.

A fase é composta pelas seguintes atividades 1) Definição da estratégia de busca; 2) Consulta a base de dados; 3) Organização do conjunto bibliográfico; 4) Padronização da seleção de artigos; e 5) Composição do portfólio final de artigos, descritos a seguir. Vale destacar que tais atividades vão ao encontro dos princípios indicados por Jesson (2011).

3.2.2. Análise – 2ª Fase

A 2ª fase tem como objetivo a consolidação dos dados obtidos na fase anterior. Ao analisar os dados, é possível identificar por exemplo, os autores e artigos mais citados, o ano em que as publicações sobre o tema foram mais frequentes, e até mesmo fraquezas e forças do objeto de estudo. Com o rol de artigos definido, se realiza a combinação e agrupamento dos dados levantados, preferencialmente com a utilização de planilha eletrônica, ou ferramenta computacional semelhante. Nessa fase que ocorre a interpretação dos dados, possibilitando a identificação de lacunas do conhecimento, e posterior sugestão de estudos futuros sobre o tema (MENDES, SILVEIRA e GALVÃO, 2008; BOTELHO; CUNHA; MACEDO, 2011). A utilização da chamada Matriz do Conhecimento é incentivada pelos desenvolvedores do método (FERENHOF e FERNANDES, 2016).

3.2.3. Síntese – 3ª Fase

Nesta penúltima fase, da Síntese (atividade 7), são desenvolvidas as deduções e conclusões acerca do tema, que são consolidadas em relatórios. Tal síntese dos dados permite a geração de novos conhecimentos, pautados nos resultados apresentados pelas pesquisas anteriores (MENDES; SILVEIRA e GALVÃO, 2008)

3.2.4. Escrita – 4ª Fase

A última fase consiste na consolidação dos resultados por meio da utilização da Redação Científica, ou seja, a exposição fundamentada de tudo que já foi recolhido, estruturado, analisado e interpretado, sendo elaborada de forma objetiva, clara e precisa (MARCONI e LAKATOS, 2021b). Para tanto, resgata-se o resultado da análise e síntese, fundamentando a escrita com base nas fases anteriores.

3.3. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Utilizando O Método SSF, apresentado na seção anterior, foram iniciadas as buscas em Bases de Dados.

3.3.1. Busca sistemática inicial da literatura.

A primeira busca teve como objetivo avaliar se estudos acadêmicos foram realizados tendo como tema a RPTB da EPA. A busca foi realizada no dia 09 de abril de 2022, sendo aplicada a query/string, apresentada no Quadro 2. Visando ampliar a abrangência da busca utilizou-se uma combinação de descritores com os operadores booleanos AND e OR, além dos parênteses e aspas.

Quadro 2- Combinação de descritores adotada na estratégia de busca inicial

Query da primeira busca

(water AND (pollut OR contam*)) AND (response OR "threat management" OR "protocol") AND (epa OR "environmental protection agency") AND (toolbox OR rptb)*

Para seleção dos estudos, a estratégia utilizada foi: busca de artigos que contenham no título, no resumo, ou nas palavras-chave os descritores estabelecidos; busca por tipo de documento artigo ou artigo de revisão, seleção de artigos em português ou inglês. As Bases utilizadas foram Scopus®, Web of Science® e Scielo®. Considerando a publicação da RPTB em Dezembro de 2003, a busca foi delimitada de 2004 a 2022.

3.3.2. Segunda busca sistemática

Considerando o número reduzido de resultados, optou-se por realizar nova busca, utilizando-se de uma query menos específica, sem mencionar a RPTB. A busca foi realizada no

dia 13 de abril de 2022, utilizando-se a query apresentada no Quadro 3, mantendo-se a mesma estratégia utilizada na primeira busca.

Quadro 3 – Combinação de descritores adotada na segunda busca

Query da segunda busca

water* AND (contamina* OR pollut*) AND (emergenc* OR incident* OR event* OR warning* OR threat*) AND (respons*) AND (framework* OR protoco* OR procedure* OR strategi*) AND (epa OR "environmental protection agency")

Por fim, em 22 de agosto de 2022 foi realizada uma busca atualizada com a query apresentada no Quadro 3, não houve novos resultados relacionados ao tema.

Os resultados das buscas serão apresentados na seção a seguir.

4. RESULTADOS

A primeira busca retornou 8 artigos, sendo 6 sem duplicação, que passaram por análise sistematizada. Conforme Quadro 4:

Quadro 4 - Quantitativo de artigos conforme base de dados utilizadas na primeira busca

Base de Dados	Total de Artigos
Scopus	05
Web of Science	03
Scielo	00
Total (sem artigos duplicados)	06

Com a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave dos artigos, verificou-se que apenas 4 dos 6 apresentaram relação ao tema da pesquisa, sendo que apenas 2 possuíam o artigo completo disponível (Quadro 5). Foi realizada a leitura e análise dos texto completos. Por fim, estes artigos foram adicionados ao rol bibliográfico.

Quadro 5 - Artigos relacionados ao tema da pesquisa

Título	Ano	Fonte	Disponível?
<i>Integration of complete water quality remote monitoring systems</i>	2005	<i>Proceedings of the Annual ISA Analysis Division Symposium</i>	Não
<i>Public water supply security and emergency response: An environmental laboratory perspective</i>	2006	<i>American Water Works Association - Water Security Congress</i>	Não
<i>Responding to water contamination threats</i>	2005	<i>Environmental Science and Technology</i>	Sim
<i>Consequence management of chemical intrusion in water distribution networks under inexact scenarios</i>	2014	<i>Journal of Hydroinformatics</i>	Sim

O número reduzido de resultados levou à segunda busca, com termos (descritores) mais amplos, e sem fazer referência direta ao RPTB. Dessa maneira, foi possível encontrar resultados referentes a respostas a ocorrências ambientais relacionadas à recursos hídricos de maneira geral.

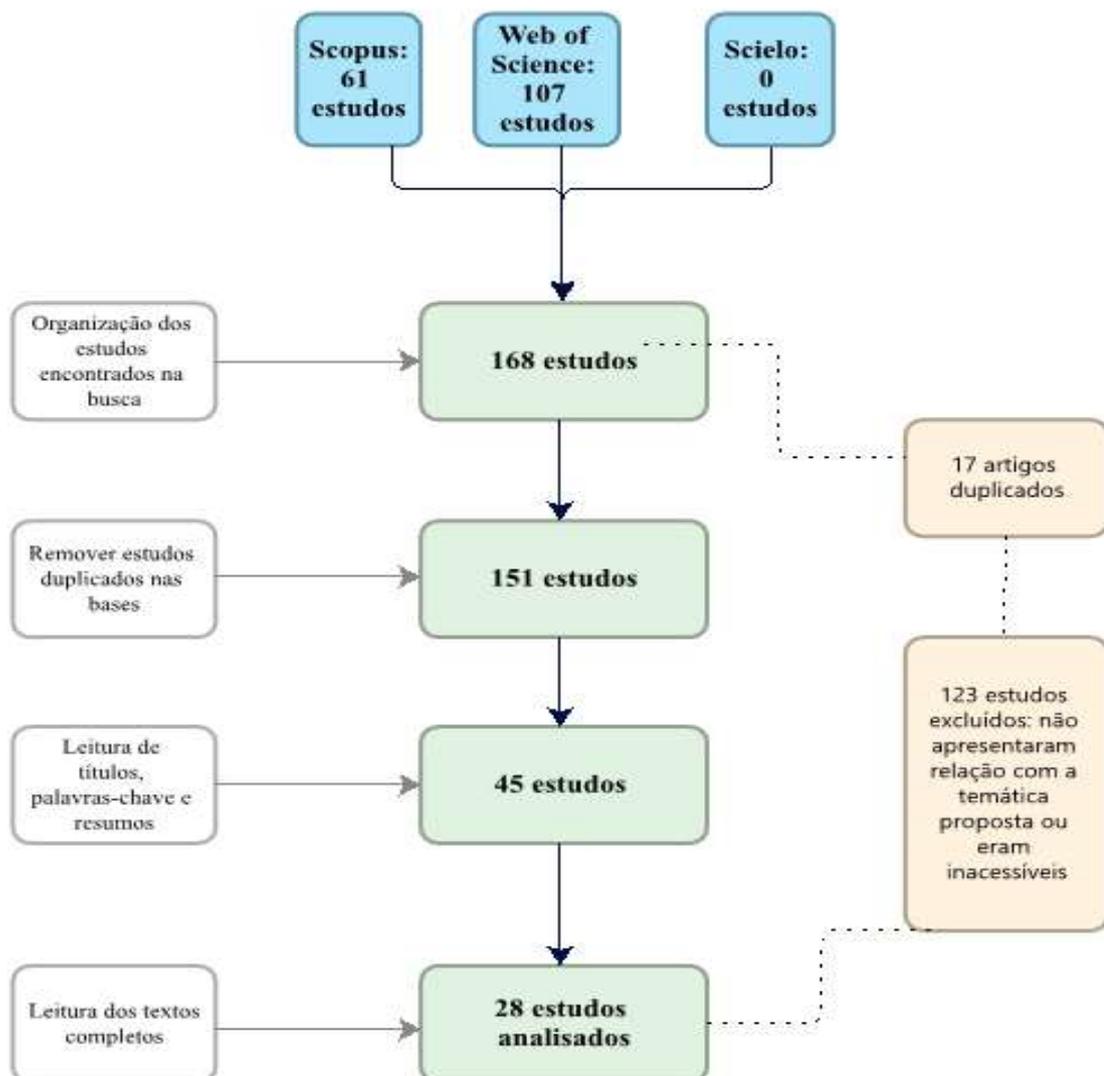
A segunda busca nas bases de dados, conforme Quadro 6 retornou então 168 artigos, sendo 151 sem duplicação, que passaram também por análise sistematizada.

Quadro 6 - Quantitativo de artigos conforme base de dados utilizada na segunda busca

Base de Dados	Total de Artigos
Scopus	61
Web of Science	107
Scielo	00
Total (sem artigos duplicados)	151

Com a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave dos artigos, verificou-se que 45 dos 151 trabalhos apresentaram relação ao tema da pesquisa. Destes, 28 tiveram o texto completo localizado. A Figura 1 Figura 3 apresenta fluxograma sintético das etapas de análise dos estudos:

Figura 3 - Fluxograma sintético da análise dos estudos.



Por fim, os resultados relacionados ao tema estão apresentados no Quadro 7, sendo que aqueles destacados com negrito possuem texto disponível:

Quadro 7 - Resultados obtidos na segunda busca

Título	Ano	Fonte / tipo	Disponível
<i>Development of a consortium for water security and safety: Planning for an early warning system</i>	2004	<i>World Water and Environmental Resources Congress / anais de eventos</i>	Não
<i>The threat ensemble vulnerability assessment (TEVA) program for drinking water distribution system security</i>	2004	<i>World Water and Environmental Resources Congress / anais de eventos</i>	Sim
<i>Honest broker technology research partnerships</i>	2004	<i>WMA's 97th Annual Conference and Exhibition / anais de eventos</i>	Não
<i>Rapid Analytical Techniques for Drinking Water Security Investigations</i>	2004	<i>Journal - American Water Works Association / artigo</i>	Sim
<i>Applying the National Environmental Policy Act's (NEPA) functional equivalence doctrine to the national oil and hazardous substances pollution contingency plan (NCP)</i>	2005	<i>International Oil Spill Conference / anais de eventos</i>	Não
<i>Integration of complete water quality remote monitoring systems</i>	2005	<i>50th Annual ISA Analysis Division Symposium / anais de eventos</i>	Não
<i>Lessons learned from water contamination emergency exercises in Washington state</i>	2005	<i>AWWA Water Security Congress / anais de eventos</i>	Não
<i>On-line numerical modeling in danish spill contingency planning</i>	2005	<i>International Oil Spill Conference / anais de eventos</i>	Não
<i>Responding to Water Contamination Threats</i>	2005	<i>Environmental Science & Technology / artigo</i>	Sim
<i>Adaptive monitoring to enhance water sensor capabilities for chemical and biological contaminant detection in drinking water systems</i>	2006	<i>Defense and Security Symposium / anais de eventos</i>	Sim
<i>Comparison of Physical Sampling and Real-Time Monitoring Strategies for Designing a Contamination Warning System in a Drinking Water Distribution System</i>	2006	<i>Journal of Water Resources Planning and Management / artigo</i>	Sim
<i>Conceptual design of a contamination warning system</i>	2006	<i>Water Security Congress / anais de eventos</i>	Não
<i>Mitigating water supply system vulnerabilities</i>	2006	<i>Protection of Civilian Infrastructure from Acts of Terrorism / capítulo de livro</i>	Sim

Título	Ano	Fonte / tipo	Disponível
<i>Public water supply security and emergency response: An environmental laboratory perspective</i>	2006	<i>Water Security Congress / anais de eventos</i>	<i>Não</i>
<i>Developing a concept of operations for an integrated, multi-component contamination warning system</i>	2007	<i>Water Quality Technology Conference and Exposition / anais de eventos</i>	<i>Não</i>
<i>Developing a consequence management plan for a contamination warning system</i>	2007	<i>Water Quality Technology Conference and Exposition / anais de eventos</i>	<i>Não</i>
<i>Drinking water security and public health disease outbreak surveillance</i>	2008	<i>Johns Hopkins APL Technical Digest (Applied Physics Laboratory) / artigo</i>	<i>Não</i>
<i>Laboratory and Flow Loop Validation and Testing of the Operational Effectiveness of an On-line Security Platform for the Water Distribution System</i>	2008	<i>Water Distribution Systems Analysis Symposium 2006 / anais de eventos</i>	<i>Sim</i>
<i>Designing Contamination Warning Systems for Municipal Water Networks Using Imperfect Sensors</i>	2009	<i>Journal of Water Resources Planning and Management / artigo</i>	<i>Sim</i>
<i>Water security initiative: Remediation and recovery actions during confirmed contamination incidents</i>	2009	<i>Water Quality Technology Conference and Exposition / anais de eventos</i>	<i>Não</i>
<i>EPA water contaminant information tool adds contaminant data, analytical method compendium, and contamination response advisor</i>	2010	<i>Water Quality Technology Conference and Exposition / anais de eventos</i>	<i>Não</i>
<i>Laboratory, flow loop and real world validation testing of the operational effectiveness of an on-line heuristic security platform for water distribution networks</i>	2010	<i>10th International Conference on Computing and Control for the Water Industry / anais de eventos</i>	<i>Não</i>
<i>Transmitting remote data from 'black boxes' - Looking back while looking forward</i>	2010	<i>Water Quality Technology Conference and Exposition / anais de eventos</i>	<i>Não</i>
<i>Customer complaint surveillance updates and tools - Vendor integration and establishing thresholds</i>	2012	<i>Distribution Systems Symposium and Water Security and Emergency Preparedness Conference and Exposition / anais de eventos</i>	<i>Não</i>
<i>Oil spills in U.S. coastal waters: Background and governance</i>	2012	<i>Oil Spill Governance and Proposals after Deepwater Horizon / capítulo de livro</i>	<i>Sim</i>
<i>U.S. Emergency Response and Removal: Superfund's Overlooked Cleanup Program</i>	2012	<i>Review of Environmental Economics and Policy / artigo</i>	<i>Sim</i>
<i>Water Contamination Impact Evaluation and Source-Area Isolation Using Decision Trees</i>	2012	<i>Journal of Water Resources Planning and Management / artigo</i>	<i>Sim</i>

Título	Ano	Fonte / tipo	Disponível
<i>EPA's water contaminant information tool expands a water security tool for all hazards</i>	2013	<i>Water Quality Technology Conference and Exposition / anais de eventos</i>	<i>Não</i>
<i>Consequence management of chemical intrusion in water distribution networks under inexact scenarios</i>	2014	<i>Journal of Hydroinformatics / artigo</i>	<i>Sim</i>
<i>Oil and chemical spills: Federal emergency response framework</i>	2014	<i>National Disasters and Emergencies: Federal Response Authority / capítulo de livro</i>	<i>Sim</i>
<i>Environmental surveillance and monitoring- The next frontiers for high-throughput toxicology</i>	2016	<i>Environmental Toxicology and Chemistry / artigo</i>	<i>Sim</i>
<i>Evaluation of standardized sample collection, packaging, and decontamination procedures to assess cross-contamination potential during Bacillus anthracis incident response operations</i>	2016	<i>Journal of Occupational and Environmental Hygiene / artigo</i>	<i>Sim</i>
<i>Testing Contamination Source Identification Methods for Water Distribution Networks</i>	2016	<i>Journal of Water Resources Planning and Management / artigo</i>	<i>Sim</i>
<i>Updating Dosimetry for Emergency Response Dose Projections</i>	2016	<i>Health Physics / artigo</i>	<i>Sim</i>
<i>An in situ toxicity identification and evaluation water analysis system: Laboratory validation</i>	2017	<i>Environmental Toxicology and Chemistry / artigo</i>	<i>Sim</i>
<i>Case study: the crude MCHM chemical spill investigation and recovery in West Virginia USA</i>	2017	<i>Environmental Science: Water Research & Technology / artigo</i>	<i>Sim</i>
<i>LC- and GC-QTOF-MS as Complementary Tools for a Comprehensive Micropollutant Analysis in Aquatic Systems</i>	2017	<i>Environmental Science & Technology / artigo</i>	<i>Sim</i>
<i>A Bayesian total uncertainty analysis framework for assessment of management practices using watershed models</i>	2018	<i>Environmental Modelling & Software / artigo</i>	<i>Sim</i>
<i>Taiwan's legal framework for marine pollution control and responses to marine oil spills and its implementation on T.S. Taipei cargo shipwreck salvage</i>	2018	<i>Marine Pollution Bulletin / artigo</i>	<i>Sim</i>
<i>Water distribution system tools to support security and resilience</i>	2018	<i>1st International WDSA / CCWI 2018 Joint Conference / anais de eventos</i>	<i>Sim</i>
<i>New Toxicology Tools and the Emerging Paradigm Shift in Environmental Health Decision-Making</i>	2019	<i>Environmental Health Perspectives / artigo</i>	<i>Sim</i>

Título	Ano	Fonte / tipo	Disponível
<i>Quantifying Hydraulic and Water Quality Uncertainty to Inform Sampling of Drinking Water Distribution Systems</i>	2019	<i>Journal of Water Resources Planning and Management / artigo</i>	Sim
<i>Review of Modeling Methodologies for Managing Water Distribution Security</i>	2020	<i>Journal of Water Resources Planning and Management / artigo</i>	Sim
<i>Emergency response to stormwater contamination: A framework for containment and treatment</i>	2021	<i>Journal of Environmental Management / artigo</i>	Sim
<i>Variability and sampling of lead (Pb) in drinking water: Assessing potential human exposure depends on the sampling protocol</i>	2021	<i>Environment International / artigo</i>	Sim

Para o período escolhido para as buscas, (de 2004 a 2022) em breve análise das informações apresentadas na Figura 4 é possível concluir que na primeira metade do período (até 2012) as publicações relacionadas ao tema em estudo ocorreram em eventos (reuniões, conferências, simpósios e convenções), enquanto a publicação de artigos apresentou-se como tendência na segunda metade do período.

Ao analisar a disponibilidade do texto completo (Figura 5) é possível verificar que enquanto para a primeira metade do período a maioria das publicações não apresentam texto completo disponível, para a segunda metade praticamente todas as publicações os tem disponibilizados.

Figura 4 - Distribuição da quantidade de publicações relacionadas ao tema conforme ano de publicação, considerando tipo de publicação

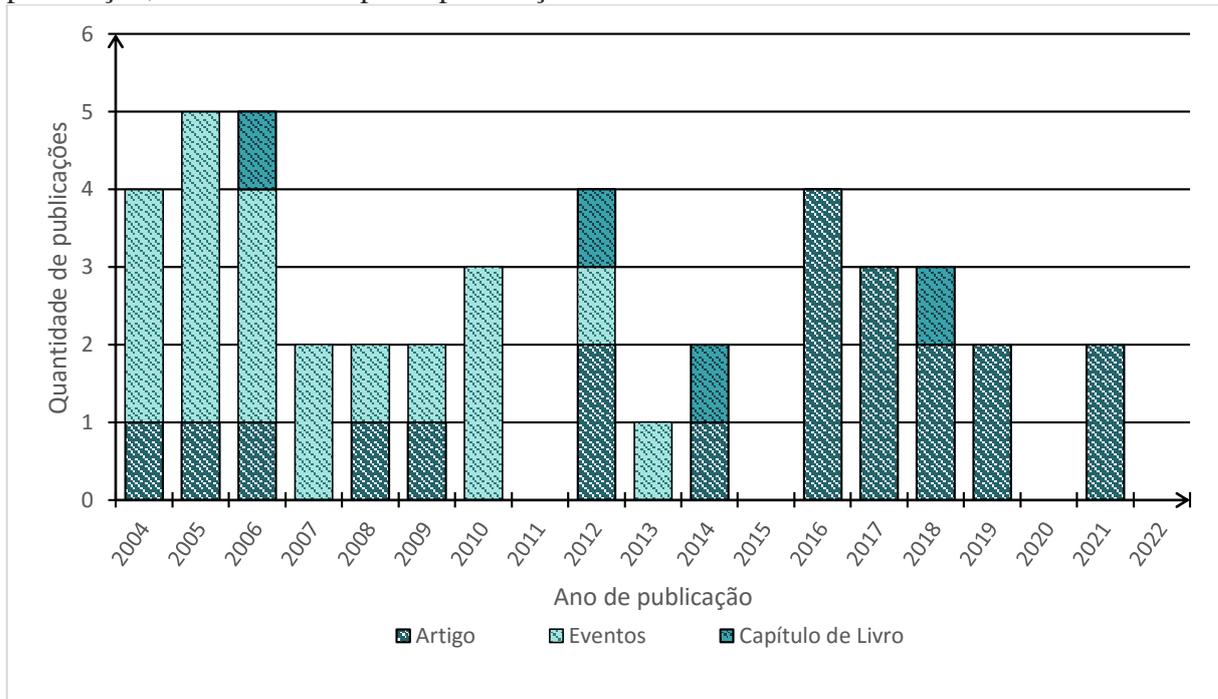
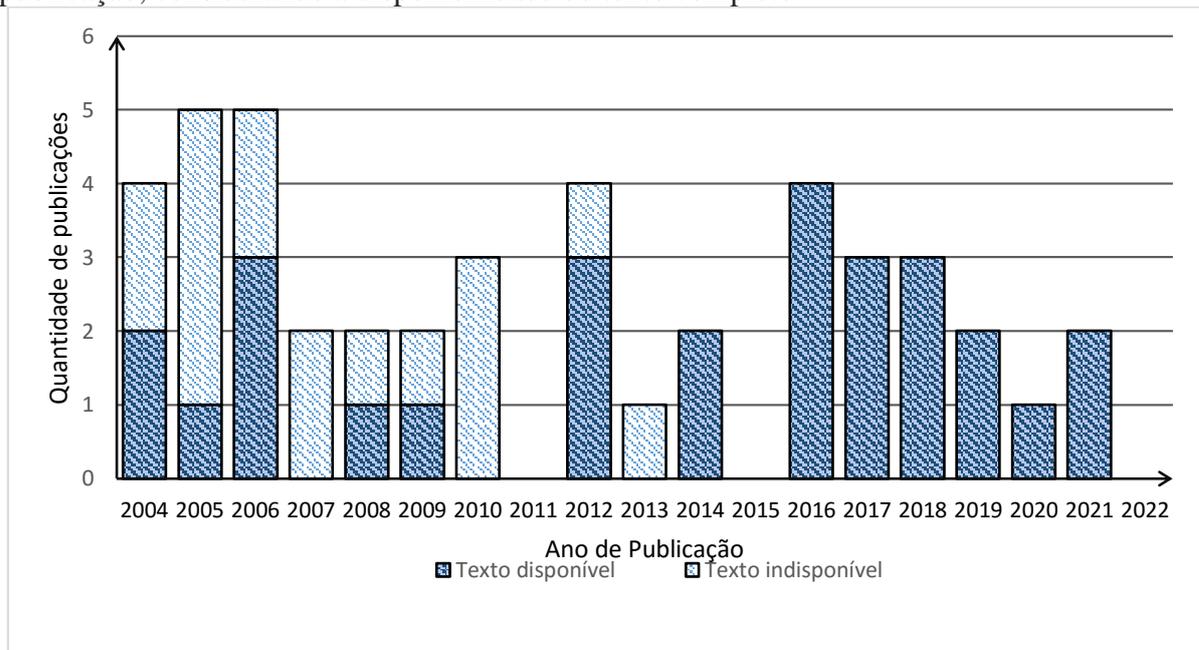


Figura 5 - Distribuição da quantidade de publicações relacionadas ao tema conforme ano de publicação, considerando a disponibilidade do texto completo



Dos vinte oito textos localizados, apenas quatro não são dos Estados Unidos da América, tendo estes como origem Chipre (ELIADES e POLYCARPOU, 2012), Irã (AFSHAR e NAJAFI, 2014), Taiwan (FAN, 2018) e Canadá (HAXTON, JANKE e MURRAY, 2018).

É válido mencionar que destes textos localizados, dezesseis estão relacionados especificamente a sistemas de abastecimento de água, sendo que o tema mais recorrente foi a segurança destes, sendo discutida em dez artigos. Observa-se que houve grande preocupação com possíveis contaminações propositais, sendo tratadas como terrorismo em seis textos entre os anos de 2004 e 2006 (BAECHER, 2006; JANKE et al, 2006; KROLL e KING, 2006; MAGNUNSON et al, 2005; MURRAY, KANKE e UBER, 2004; STATES et al, 2004 .)

A inserção no query de buscas de termo remetendo à Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos resultou em textos majoritariamente com origem nesse país. A evidente preocupação com terrorismo é facilmente associada aos ataques terroristas sofridos em 11 de setembro de 2001, que parecem ter influenciado fortemente a legislação (JENKINS, 2012), a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias relacionadas ao tema de contaminações hídricas nos anos que se seguiram (BAECHER, 2006).

Ainda que inter-relacionados e frequentemente discutidos em conjunto, é possível organizar os seguintes temas: segurança e vulnerabilidade de sistemas de distribuição de água; detecção de contaminantes e identificação da origem; amostragem e abordagens analíticas; protocolos de resposta. Para cada tema, serão apresentados os resultados nas seções seguintes.

4.1. SEGURANÇA DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Murray (2004) afirma que os riscos associados a um ataque terrorista à infraestrutura essencial ao país elevou a segurança do abastecimento de água ao mesmo patamar que a segurança de monumentos símbolos nacionais. Apesar do risco de ataques terroristas não serem uma preocupação rotineira nas operações de abastecimento de água, tais ameaças representam significativa preocupação ao considerar seus impactos significativos na saúde pública e na economia.

Baecher (2006) afirma que a contaminação intencional em pontos de captação de água, ou a montante destes, possui risco reduzido, ao ser considerado os grandes volumes de água e a consequente diluição. Segundo o autor, acredita-se que seriam necessárias grandes quantidades de contaminantes, na ordem de toneladas para trazer algum risco ao abastecimento de água (exceto para certos agentes biológicos, que podem trazer riscos em concentrações reduzidas). Destaca-se que apesar do reduzido risco de contaminação intencional, não é

descartada a ocorrência de acidentes com veículos de transporte (como trens ou caminhões) ou vazamentos em tanques de armazenamento e tubulações industriais.

Ainda nesse contexto, Kroll (2008) afirma que embora a ameaça de terrorismo seja terrível, as maiores vulnerabilidades de um sistema de distribuição de água estão nas contaminações acidentais, devido a erros nas operações, falhas ou desgaste da infraestrutura. Tais ocorrências podem ter origem por exemplo no rompimento de tubulações, ou – mais frequentemente – pela degradação lenta e natural dos constituintes do sistema, que podem levar a infiltração de contaminantes de fontes dispersas.

Ao tratar da segurança e de vulnerabilidades dos sistemas de abastecimento, Baecher (2006) afirmou que para a proteção dos suprimentos de água, a prioridade na pesquisa deve incluir: melhorias na segurança física; detecção, monitoramento e tratamento de contaminantes; além de medidas de cibersegurança. Além disso, o autor apontou outras áreas identificadas por comissões governamentais: avaliação de riscos e vulnerabilidades; identificação e caracterização de agentes químicos e biológicos; desenvolvimento de um centro de excelência para apoiar as comunidades na condução de avaliações de riscos, além de automação e informatização de sistemas utilizados nas instalações de um sistema de captação e distribuição de águas. Em artigo mais recente (HAXON, 2018), novas áreas de pesquisa são descritas: avaliações de risco, posicionamento de sensores de qualidade da água em tempo real, detecção de contaminações e identificação das fontes, definição de locais de amostragem manual, avaliação de resposta e remediação, além de estratégias de resposta para ocorrências de contaminação. As discussões sobre normas e dispositivos legais para controle de contaminações são abordadas em três textos (BEARDEN, 2014; DECAIR, 2016; FAN, 2018; JENKINS, 2012).

4.2. DETECÇÃO DE CONTAMINANTES.

Uma questão significativa para a contaminação de águas é a detecção célere do agente químico ou biológico, em tempo de se tomar medidas para evitar que as águas contaminadas cheguem às estações de tratamento ou aos sistemas de distribuição (BAECHER, 2006). Enquanto as estações de tratamento executam ensaios de rotina para um número relativamente reduzido de contaminantes, raramente são executados ensaios para um rol de contaminantes mais abrangente. O autor menciona também que métodos convencionais de laboratório geralmente demandam maior tempo de execução, além de terem sua disponibilidade limitada por questões financeiras e logísticas. Portanto, para a detecção e quantificação de

contaminantes, existem duas estratégias complementares: o monitoramento em tempo real e a amostragem e posterior análise laboratorial.

Em relação à detecção em tempo real, uma série de estudos foram realizados com foco no posicionamento de sensores para a efetiva detecção de ocorrências de contaminação no menor tempo possível (KROLL, 2008; BERRY, 2009; AFSHAR 2012). A localização dos sensores pode ser otimizada por algoritmos e modelos computacionais (KROLL, 2008; BERRY, 2009), considerando uma série de objetivos, como garantir a menor exposição da população aos contaminantes, prever a extensão da contaminação, garantir menores tempos de detecção, além de menores custos. Seth (2016) ainda destaca que ao considerar os valores de aquisição, operação e manutenção de sensores, há uma drástica limitação quanto a quantidade de sensores viáveis, sendo portanto, um desafio identificar a origem da contaminação.

4.3. AMOSTRAGEM E ABORDAGEM ANALÍTICA

Em seu estudo, ao avaliar a tomada de amostras (amostragem), Hart (2019) considera a atividade como prática comum por uma série de motivos, listando como principais: atendimento à legislação; operacionais, de manutenção e melhorias no sistema, bem como para investigação de reclamações de consumidores. Além desses motivos, o autor destaca a amostragem como resposta às questões de segurança ou emergência, quando o foco é a confirmação da presença de um contaminante, a origem e a extensão dessa contaminação. Tais amostras tem como objetivo entender as consequências da ocorrência, auxiliando os atores nas ações de resposta.

Nessa categoria, existem três objetivos diferentes para a amostragem e respectiva análise: confirmar a contaminação, estimar a extensão da pluma e avaliar a depuração.

Quando se trata de contaminantes específicos, enquanto TRIANTAFYLLIDOU (2021) apresenta estudo para diferentes protocolos de amostragem de Chumbo (Pb) em água para consumo humano, Moschet (2017) discorre sobre as abordagens clássicas de monitoramento, onde são realizadas varreduras de compostos orgânicos definidos (em sua maioria herbicidas e inseticidas), afirmando que assim, a exposição de organismos aquáticos à contaminantes de risco geralmente é subestimada. O autor sugere então uma abordagem com varreduras mais abrangentes, utilizando concomitantemente cromatografia líquida e cromatografia gasosa.

Dando continuidade, os ensaios de toxicidade foram abordados em três textos (GINSBERG, 2019; STEIGMEYER, 2017; SCHOREDER, 2016), todos apresentando e sugerindo novas metodologias e abordagens. Steigmeyer (2017) apresenta uma validação da

metodologia TIE – Toxicity Identification Evaluation (Avaliação e Identificação da Toxicidade) realizada *in situ*. De acordo com o autor, tal metodologia busca mitigar as limitações de sua versão de laboratório, visto que alterações temporais de variáveis da amostra, tais como pH, temperatura e dureza podem alterar a toxicidade e a biodisponibilidade de metais e compostos orgânicos. Dessa forma, ao ser realizado *in situ*, além de mais rápido, o método apresentaria maior sensibilidade na detecção de efeitos subletais de compostos traço. Por sua vez, Schroeder (2016) apresenta abordagens metodológicas para a avaliação de toxicidade, levando em consideração a crescente disponibilidade de bases de dados sobre toxicologia, identificação e caracterização de compostos de risco à saúde e meio ambiente, enfatizando as tecnologias capazes de caracterizar a toxicidade de misturas de compostos, muito comuns em situações de contaminações ambientais (GINSBERG, 2019).

Nesse contexto, Ginsberg (2019) faz um excelente comentário sobre a evolução das diversas metodologias empregadas nos ensaios de toxicidades, afirmando que a aplicação de tecnologias de ponta em situações de resposta à contaminações devem apresentar resultados confiáveis, para que se apresentem com credibilidade aos tomadores de decisão.

4.4. GESTÃO DE OCORRÊNCIAS E PROTOCOLOS DE RESPOSTA

A afirmação de Janke et al (2006) de que todo sistema de monitoramento seja integrado com um protocolo de resposta que tenha como objetivo diminuir tempo entre a detecção de um evento de contaminação e ações que evitem maiores exposições ao contaminante. Os estudos do autor evidenciaram que a redução do tempo de resposta necessário para implementar uma resposta efetiva é crítico para reduzir o número de infecções adicionais ou mesmo fatalidades.

Nesse contexto, ao discorrer sobre estratégias de gestão das ocorrências, Afshar (2014) afirma que apesar dos estudos sobre a detecção de contaminantes e localização das origens da contaminação, poucos autores focaram sistematicamente no desenvolvimento e aplicação de estratégias mais efetivas para as respostas as contaminações, mantendo-as em estágios iniciais de desenvolvimento.

Conforme Magnuson (2005), tomadores de decisão tendem a se basear em ferramentas tecnológicas ao responder às ocorrências de contaminação. No entanto, o autor é assertivo quando recorre à RPTB para afirmar que qualquer tecnologia por si não é a solução e, com efeito, pode gerar inclusive um excesso de confiança. O autor avaliou que as tecnologias demandadas pela RPTB podem ser consideradas como relativamente simples, de custo e

acessibilidade razoáveis, inclusive com muitas atividades de resposta que demandam pouca ou nenhuma tecnologia. Tal afirmação, no entanto, não exclui a utilização das ditas tecnologias de ponta, que podem ser de grande valor no contexto de resposta à contaminações, com a condição de serem suficientemente confiáveis (GINSBERG, 2019).

No estudo de Eliades (2012) é mencionada publicação da EPA que não havia sido considerada no presente estudo: “Orientações para o Desenvolvimento de Planos de Gestão de Consequências para Sistemas de Tratamento e Distribuição de Água” (USEPA 2008, Tradução nossa). Apesar de tal publicação ser derivada do RPTB – USEPA, seguindo suas diretrizes, apresenta novas informações e conceitos que podem ser utilizados para a elaboração do GRCA.

Com o objetivo de identificar as decisões-chave durante uma ocorrência de contaminação em larga escala de águas de abastecimento, Whelton et al (2017) apresentou um excelente estudo de caso. Trata-se do derramamento de um composto orgânico que atingiu o Rio Elk, em Charleston, Virgínia Ocidental – EUA. Nessa ocorrência, a resposta foi conduzida por uma série de organizações de maneira independente. Ao considerar uma série de dificuldades: informações limitadas sobre a composição do contaminante, ausência de protocolos de amostragem e análise, além da descentralização das informações e ações de resposta.

O artigo apresenta um breve fluxograma com as etapas de resposta e recuperação em ocorrências de derramamento de compostos químicos, enfatizando que os resultados apresentados diferem significativamente do RPTB – USEPA. Nesse ponto, os autores fazem uma crítica ao Protocolo de Resposta da EPA, argumentando que nos casos em que não há dúvidas da contaminação, o Protocolo deixa de ser aplicável.

Por fim, vale mencionar algumas atividades propostas pelos autores, com vistas a refinar a resposta à contaminações de águas, que convergem com a premissa discutida no presente estudo:

- Desenvolver uma abordagem analítica rápida, aplicável em várias matrizes (água bruta, água potável, efluentes);

- Desenvolver mecanismos onde agentes ou organizações que não estejam formalmente envolvidas na resposta possam trocar informações com os agentes que estejam atuando na resposta;

- Garantir a disponibilidade das informações da ocorrência a todos os envolvidos na resposta;

-Realizar exercícios de treinamento de resposta à contaminações, procurando utilizar cenários realísticos.

4.5. PROPOSTA DO GRCA – GUIA DE RESPOSTA À CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS

Com a conclusão da Revisão Sistemática, é possível reunir as informações compiladas na seção anterior e propor a estrutura para o GRCA, apresentada no Quadro 8.

Quadro 8 - Estrutura de capítulos do Guia de Resposta à Contaminação de Águas

Identificação / Título	Breve Descrição
Elementos pré-textuais Prefácio/Apresentação/ Sumário	Elementos que precedem a introdução, com comentários iniciais, justificativas, além da organização do Guia
Introdução	Descreverá os objetivos e metodologia utilizada para elaboração do Guia
Capítulo 1 – Resposta à ocorrências ambientais	Apresentará uma visão geral sobre ocorrências ambientais e respectivos procedimentos de resposta,
Capítulo 2 – Planejamento	Abordará as atividades que antecedem o início de uma ocorrência: treinamento da equipe, documentação utilizada (formulários, <i>check-lists</i> , tabelas) preparação dos materiais e equipamentos utilizados, identificação das áreas de apoio
Capítulo 3 – Atendimento	Abordará as ações após o alerta de ocorrência: retirada de materiais e equipamentos, aproximação e caracterização do local da ocorrência, etapas para a confirmação da suspeita de contaminação, segurança da equipe
Capítulo 4 – Amostragem e ensaios de campo	Abordará os ensaios de campo disponíveis para caracterização da suspeita de contaminação, estratégias de coleta, preservação, identificação, acomodação, transporte e encaminhamento das amostras, boas práticas de amostragem.
Apêndice	Padronização da terminologia e vocabulário

Para a elaboração dessa estrutura foram consideradas as diretrizes apresentadas pela EPA: além da ênfase no módulo 3 do RPTB (USEPA, 2003c), foram consideradas ainda as orientações da publicação USEPA(2008) mencionada por Eliades (2012), bem como os requisitos da ISO/IEC 17025 (ABNT, 2017), adotados pelo Sistema de Gestão da Qualidade dos laboratórios da CETESB. As orientações sobre amostragem e ensaios de campo seguiram o Guia de Coleta e Preservação de Amostras (ANA e CETESB, 2011).

5. CONCLUSÕES

a) Após definida a estratégia e concluída a revisão sistemática sobre o tema, foi possível verificar que o foco de parte considerável dos trabalhos encontrados esteve em sistemas de tratamento e distribuição de água, visando a proteção da população consumidora. Ao buscar por aprimoramento na detecção e quantificação de contaminantes, além da identificação de suas fontes, foi possível desenvolver ferramentas de auxílio para a tomada de decisão nas ações de resposta, garantindo maior segurança e mitigando riscos à saúde pública.

b) O presente trabalho ao reunir os resultados apresentados, contribuiu com um melhor entendimento a respeito da temática, tendo êxito em apresentar informações e diretrizes adaptáveis à estruturação de um Guia de Resposta a Contaminações Ambientais – GRCA, que fornecerá uma abordagem metódica dos passos a serem executados pelas equipes de atendimento que atuam nas ocorrências de contaminação de águas. Ainda que cada ocorrência sempre conte com suas próprias características, restrições e desafios, ao se utilizar estratégias sistemáticas os riscos podem ser minimizados.

c) Após a leitura e análise de vinte e oito textos completos encontrados e selecionados, foi possível compreender o contexto da publicação da RPTB – USEPA, as áreas principais de estudo: segurança e vulnerabilidade de sistemas de distribuição de água; detecção de contaminantes e identificação da origem; amostragem e abordagens analíticas; protocolos de resposta.

5.1. CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA

A presente pesquisa contribuiu com um melhor entendimento do contexto em que o RPTB – USEPA foi desenvolvido, reunindo e consolidando informações relevantes para o desenvolvimento de um Guia de Resposta à Contaminações de Águas.

5.2. LIMITAÇÕES DA PESQUISA

O presente estudo, ao definir o inglês como idioma de busca, além de atrelá-la à Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, apresentou resultados em sua maioria relacionadas a este país.

5.3. TRABALHOS FUTUROS

Além do próprio Guia de Respostas – GRCA – a ser elaborado, novas revisões sistemáticas relacionadas ou não com a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos podem ser realizadas. A utilização de termos de busca em português deve ser considerada.

5.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como demonstrado no decorrer do presente estudo, o GRCA a ser elaborado fornecerá uma abordagem metódica dos passos a serem executados pelas equipes de atendimento que atuem nas ocorrências de contaminação de águas. Ainda que cada ocorrência sempre conte com suas próprias características, restrições e desafios, ao se utilizar estratégias sistemáticas os riscos podem ser minimizados.

REFERÊNCIAS

- AFSHAR, A.; NAJAFI, E. Consequence management of chemical intrusion in water distribution networks under inexact scenarios. **Journal of Hydroinformatics**, v16.1, p.178–188, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISSO/IEC 17025: Requisitos Gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração, Rio de Janeiro, 2017
- ANA, CETESB. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.
- BAECHER, G. B. Mitigating Water Supply System Vulnerabilities. **Protection of Civilian Infrastructure from Acts of Terrorism** p. 149–157, 2006.
- BEARDEN, D. M., & RAMSEUR, J. L. Oil and chemical spills: Federal emergency response framework. In **National Disasters and Emergencies: Federal Response Authority** p. 43–69, 2014.
- BERGLUND, E. Z., PESANTEZ, J. E., RASEKH, A., SHAFIEE, M. E., SELA, L., & HAXTON, T. Review of Modeling Methodologies for Managing Water Distribution Security. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v.146(8), 2020.
- BERRY, J., CARR, R. D., HART, W. E., LEUNG, V. J., PHILLIPS, C. A., & WATSON, J.-P. (2009). Designing Contamination Warning Systems for Municipal Water Networks Using Imperfect Sensors. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v.135(4), p.253–263, 2009.
- BIOLCHINI, J. C. A. ET AL. Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. **Advanced Engineering Informatics**, v. 21, n. 2, p. 133-151, 2007.
- BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. de A.; MACEDO, M. O método da Revisão Integrativa nos Estudos Organizacionais. **Gestão e Sociedade**, [S. l.], v. 5, n. 11, p. 121–136, 2011.
- CALFEE, M. W., TUFTS, J., MEYER, K., MCCONKEY, K., MICKELSEN, L., ROSE, L., DOWELL, C., DELANEY, L., WEBER, A., MORSE, S., CHAITRAM, J., & GRAY, M. Evaluation of standardized sample collection, packaging, and decontamination procedures to assess cross-contamination potential during *Bacillus anthracis* incident response operations. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, v.13(12), p.980–992, 2016.
- CASTRO, A. L. C. Glossário de Defesa Civil Estudos de Riscos e Medicina de Desastres. Brasília. Ministério do Planejamento e Orçamento. 1998
- CASTRO, A. L. C.; CALHEIROS, B. L.; CUNHA, R. I. M.; BRINGEL, C. N. L. M.; GEO Brasil 2002. Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil. Cap. 2 – O estado dos desastres ambientais. Brasília. IBAMA, 2004. p. 148 – 161. Disponível em: < <https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/pdf/geo-brasil-2002-perspectivas-do-meio-ambiente-no-brasil.pdf> >

CETESB. **50 anos de histórias & estórias: CETESB.** São Paulo, 2018. Disponível em : <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 03 de mai. 2022.

CETESB. **Centro Regional.** São Paulo, 2022a <<https://cetesb.sp.gov.br/centroregional/>>. Acesso em: 03 de mai. de 2022.

CETESB. **Emergências Químicas.** São Paulo, 2022b. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/>>. Acesso em: 02 de mai. 2022.

CETESB. **Manual de atendimento à emergências químicas São Paulo: CETESB,** 2014 288p.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. da. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. **Anais.** Porto Alegre, RS: [s.n.], 2011.

DECAIR, S. Updating Dosimetry for Emergency Response Dose Projections. **Health Physics**, v.110(2), p.217–221, 2016.

DILO, A.; ZLATANOVA, S. A data model for operational and situational information in emergency response: The Dutch case. **Applied Geomatics**, 3(4), p.207–218. 2011.

ELIADES, D. G.; POLYCARPOU, M. M. Water Contamination Impact Evaluation and Source-Area Isolation Using Decision Trees. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v138(5), p. 562–570. 2012.

ELKADY, S. et al. What do emergency services and authorities need from society to better handle disasters? **International Journal of Disaster Risk Reduction**, vol. 72, 2022

EMERGÊNCIA. In: MICHAELIS, Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. Editora Melhoramentos, 2022. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/emerg%C3%Aancia/>>. Acesso em: 04 de mai. 2022

ENDSLEY, M. R.; BOLTÉ, B.; JONES, D. G. **Designing for situation awareness: An approach to user-centered design.** Taylor&Francis, 2003.

FAN, C. et al. Taiwan's legal framework for marine pollution control and responses to marine oil spills and its implementation on T.S. Taipei cargo shipwreck salvage. **Marine Pollution Bulletin**, v. 136, p. 84–91, 2018

FERENHOF, H. A; FERNANDES, R.F. Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SFF. **Revista ACB**, v. 21 (3), p. 550-563. 2016.

GIGERENZER, G.; GAISSMAIER, W. Heuristic Decision Making. **Annual Review of Psychology**, v.62, p. 451–482, 2010

GINSBERG, G. L., PULLEN FEDINICK, K., SOLOMON, G. M., ELLIOTT, K. C., VANDENBERG, J. J., BARONE, S., & BUCHER, J. R. New Toxicology Tools and the

Emerging Paradigm Shift in Environmental Health Decision-Making. **Environmental Health Perspectives**, v.127(12), p.125002, 2019.

GUTENSON, J. L. et al. Water Expert: A conceptualized framework for development of a rule-based decision support system for distribution system decontamination. **Drinking Water Engineering and Science**, v.8 n.2, p. 9–24, 2015

HART, D., RODRIGUEZ, J. S., BURKHARDT, J., BORCHERS, B., LAIRD, C., MURRAY, R., KLISE, K., & HAXTON, T. Quantifying Hydraulic and Water Quality Uncertainty to Inform Sampling of Drinking Water Distribution Systems. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v.145(1), 2019.

HAXTON, T.; JANKE, R.; MURRAY, R. et al. Water distribution system tools to support security and resilience. **1st International WDSA / CCWI 2018 Joint Conference**. 2018

HENSTRA, D., Evaluating Local Government Emergency Management Programs: What Framework Should Public Managers Adopt? **Public Administration Review**. v70, p. 236-246, 2010.

IBGE. Área territorial - Brasil, Grandes Regiões, Unidades da Federação e Municípios 2022 Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html>>. Acesso em: 03 de mai. 2022.

JANKE, R.; MURRAY, R.; UBER, J.; TAXON, T. Comparison of Physical Sampling and Real-Time Monitoring Strategies for Designing a Contamination Warning System in a Drinking Water Distribution System. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v.132(4), p.310–313, 2006.

JENKINS, R. R. et al. U.S. Emergency Response and Removal: Superfund's Overlooked Cleanup Program. **Review of Environmental Economics and Policy**, v6(2), p.278–297. 2012

JESSON, J. K. Doing Your Literature Review; Traditional and Systematic Techniques. **Reference & Research Book News**. Vol.26 (3).

KROLL, D.; KING, K. Laboratory and Flow Loop Validation and Testing of the Operational Effectiveness of an On-line Security Platform for the Water Distribution System. **Water Distribution Systems Analysis Symposium 2006**, p.1–16. 2006

LEVY, Y.; ELLIS, T. J. A systems approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. **Informing Science Journal** v. 9, n. 1, p. 181-212, 2006.

MAGNUSON, M. L. et al. Responding to Water Contamination Threats. **Environmental Science & Technology**, v.39(7), p. 153A-159A. 2005

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos Da metodologia Científica** .9ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2021a

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do Trabalho Científico**. 9ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2021b

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. 9ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2021c

MARTINEZ-AUSTRIA, P. F. Los retos de la seguridad hídrica. **Tecnol. cienc. agua**, Jiutepec, v. 4, n. 5, p. 165-180, dic. 2013 .

MIKELONIS, A. M., HAWLEY, R. J., & GOODRICH, J. A. Emergency response to stormwater contamination: A framework for containment and treatment. **Journal of Environmental Management**, v.280, p.111838, 2021.

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, C.M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto Contexto Enfermagem**, Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 758-764, out/dez. 2008

MOSCHET, C.; LEW, B. M., HASENBEIN, S.; ANUMOL, T.; YOUNG, T. M. LC- and GC-QTOF-MS as Complementary Tools for a Comprehensive Micropollutant Analysis in Aquatic Systems. **Environmental Science & Technology**, v.51(3), p.1553–1561, 2017.

MURRAY, R.; JANKE, R.; UBER, J. The threat ensemble vulnerability assessment (TEVA) program for drinking water distribution system security. **World Water and Environmental Resources Congress**, p. 4869–4876.

OCORRÊNCIA. In: MICHAELIS, Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. Editora Melhoramentos, 2022. Disponível em: < <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/ocorr%C3%Aancia/>>. Acesso em: 07 de mai. 2022

OMS. **Public health response to biological and chemical weapons : WHO guidance**. 2ª ed. Genebra, 2004.

PAGE, M. J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *British Medical Journal* Vol. 372 2021

RAMSEUR, J. L. Oil spills in U.S. coastal waters: Background and governance. **Oil Spill Governance and Proposals after Deepwater Horizon** p.1–32, 2012.

SANTONASTASO, G. F. et al. Comparison of topological, empirical and optimization-based approaches for locating quality detection points in water distribution networks. **Environmental Science and Pollution Research**, v.28, p.33844-33853, 2021

SÃO PAULO. **Lei nº13.542**, de 08 de maio de 2009. Altera a denominação da CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental e dá nova redação aos artigos 2º e 10 da Lei n. 118, de 29 de junho de 1973. Disponível em: < <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei-13542-08.05.2009.html>>. Acesso em: 03 mai. 2022.

SETH, A., KLISE, K. A., SIIROLA, J. D., HAXTON, T., & LAIRD, C. D. Testing Contamination Source Identification Methods for Water Distribution Networks. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v.142(4), p.4016001, 2016

SCHROEDER, A. L., ANKLEY, G. T., HOUCK, K. A., & VILLENEUVE, D. L. (2016). Environmental surveillance and monitoring-The next frontiers for high-throughput toxicology. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v.35(3), p.513–525, 2016.

SCI. **Sistema de Comando de Incidentes**. Secretaria Nacional de Segurança Pública – SENASP, 2008. 144 p.

SEPPÄNEN, H. et al. Developing shared situational awareness for emergency management. **Safety Science**, v.55, p.1–9, 2013.

SEPPÄNEN, H.; VIRRANTAUS, K. Shared situational awareness and information quality in disaster management. **Safety Science**, v.77, p.112-122, 2015.

STATES, S. et al. Rapid Analytical Techniques for Drinking Water Security Investigations. **Journal - American Water Works Association**, v.96(1), p.52–64. 2004

STEIGMEYER, A. J., ZHANG, J., DALEY, J. M., ZHANG, X., & BURTON, G. A. An in situ toxicity identification and evaluation water analysis system: Laboratory validation. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v.36(6), p.1636–1643, 2017.

TASDIGHI, A.; ARABI, M.; HARMEL, D.; LINE, D. A Bayesian total uncertainty analysis framework for assessment of management practices using watershed models. **Environmental Modelling & Software**, v.108, p.240–252, 2018

TRIANAFYLLIDOU, S., BURKHARDT, J., TULLY, J., CAHALAN, K., DESANTIS, M., LYTLE, D., & SCHOCK, M. Variability and sampling of lead (Pb) in drinking water: Assessing potential human exposure depends on the sampling protocol. **Environment International**, v.146, p.106259, 2021

USEPA. **Response Protocol Toolbox: Planning for and Responding to Drinking Water Contamination Threats and Incidents: Overview and application**. 2003a

USEPA. **Response Protocol Toolbox: Planning for and Responding to Drinking Water Contamination Threats and Incidents Module 2: Contamination Threat Management** 2003b

USEPA. **Response Protocol Toolbox: Planning for and Responding to Drinking Water Contamination Threats and Incidents: Module 3: Site Characterization and Sampling Guide**. 2003c

USEPA. **Response Protocol Toolbox: Planning for and Responding to Drinking Water Contamination Threats and Incidents: Module 4: Analytical Guide**. 2003d

USEPA. **Water security initiative interim guidance on developing consequence management plans for drinking water utilities**. 2008

WHELTON, A. J.; MCMILLAN, L.; NOVY, C. L.-R.; WHITE, K. D.; HUANG, X. Case study: the crude MCHM chemical spill investigation and recovery in West Virginia USA. **Environmental Science: Water Research & Technology**, v.3(2), p.312–332, 2017.