

## ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO: uma visão sobre os riscos e vulnerabilidades de sua utilização

### Luis Henrique Batista Gois

Mestre em Meio Ambiente, Águas e Saneamento/UFBA (luishenriquegois@hotmail.com)

### Aline Coelho Nogueira

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental/UFBA (alinecoelhonogueira@hotmail.com)

### Luiz Roberto Santos Moraes

PhD em Saúde Ambiental/University of London-UK. Departamento de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (moraes@ufba.br)

### Resumo

O consumo de água pode representar para a população exposição a diversos riscos. Um fator relevante na relação entre os riscos e saúde humana é a condição da vulnerabilidade. A vulnerabilidade é a resposta da população diante do risco. Ela depende de características da população e de recursos disponíveis para o enfrentamento e controle dos riscos. Este artigo tem como objetivo apresentar uma visão sobre os fatores de risco associados ao consumo de água e analisar as principais vulnerabilidades preponderantes para a proteção da saúde da população. Utilizou-se uma consulta a *experts* neste tema por meio da aplicação do método Delphi. Os resultados apontam que o controle dos riscos e a redução das vulnerabilidades da população no consumo de água dependem do controle e adequação da tecnologia empregada no tratamento e distribuição de água, além de um constante controle da qualidade da água. A redução da vulnerabilidade da população está associada, ainda, à sua capacidade de entendimento e mobilização diante dos riscos e de efetivas ações de saúde e de saneamento básico, a fim de promover para a população o conhecimento dos riscos e as medidas e condutas necessárias para o seu controle, além de promoção de ações diretas sobre as formas de abastecimento de água.

**Palavras-chave:** Água de consumo humano, fatores de risco, vulnerabilidade.

### Abstract

The water consume can represent the exposition of a many risks for population. One relevant factor in relationship between risk and human health is the condition of vulnerability. The vulnerability is the population's answer in face to risk. It depends on characteristics of the population and available resources for coping and risks control. The article aims present a vision about risks associated with the water consumption and analyze the main factors of vulnerability preponderant for population's health protection. It has been used a consulting to experts on this issue through the application of the Delphi method. The results shows that the risks control and reduction of vulnerability of population in water consumption depends of control and adequacy of the technology used in the treatment and distribution of water, besides a constant control of water quality. The reduction of vulnerability of the population is still associated with its capacity to knowledge and mobilization in face of risks and effective actions of healthy and sanitation in order to promote the public knowledge of the risks and the action and conduits necessary for its control, besides the promotion of direct actions on the forms of water supply.

**Keywords:** Water for human consumption, risk factors, vulnerability.

## INTRODUÇÃO

As populações têm sido, cada vez mais, expostas a diversas modalidades de riscos, muitos destes associados diretamente à vida nos aglomerados urbanos. Esses riscos são, de maneira geral, fruto de uma soma de problemas relacionados à infraestrutura, mobilidade urbana, poluição e, principalmente, à segurança e aos serviços públicos de saneamento básico. Não é novidade que uma considerável parcela da população morre ou adquire enfermidades em decorrência de problemas no saneamento do meio ambiente urbano, principalmente, os relacionados ao consumo de água contaminada e ao manejo inadequado dos esgotos sanitários e resíduos urbanos, que, de forma similar, atuam como depósitos de diversas doenças.

A água tem papel essencial para o desenvolvimento de todas as atividades cotidianas do homem moderno. Sendo, ainda, um bem de primeira necessidade, sua ausência corresponde ao comprometimento de atividades cotidianas que pode limitar o desenvolvimento de projetos pessoais e de vida e, em muitos casos, promover o risco de surgimento de doenças (PONTES, 2003). A água para consumo humano é definida como toda água destinada a ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, conforme conceito presente no artigo 5º da Portaria nº 2.914/2011, do Ministério da Saúde, reconhecida como a portaria da água para consumo humano (BRASIL, 2011). O manejo da água para fins de consumo envolve diversos processos, se destacando, entre estes, a captação da água no ambiente e o tratamento para tornar própria a sua distribuição e consumo. O controle e a vigilância da qualidade da água são mecanismos que atuam de forma conjunta para garantir que o consumo de água atenda às necessidades básicas humanas, bem como proteja a saúde e permita o pleno desenvolvimento humano.

A garantia de um abastecimento com água de qualidade deve ser tratada como prioridade no planejamento das políticas públicas voltadas à proteção da saúde da população. É impossível visualizar uma melhoria no quadro da saúde pública no mundo sem considerar todas as situações que envolvam a precariedade do

abastecimento de água e todas as suas consequências na saúde da população. Nessa perspectiva, Barcellos *et al.* (1998) defendem a importância do estabelecimento e manutenção de programas de abastecimento e qualidade da água, pois são imprescindíveis para melhorar a saúde pública.

Toda situação, objeto ou substância que tenha, intrinsecamente, em sua característica condições perigosas traz embutida em si um risco em potencial. Esse risco pode representar a possibilidade de perda e dano a uma estrutura física, ao ambiente, à homeostase humana. Nesse contexto, sabe-se da existência de diversos riscos de saúde associados com a água utilizada para o abastecimento das populações urbanas; porém nem sempre, os indicadores retratam o quadro geral desses riscos (AINUSON, 2010; BARCELLOS *et al.*, 1998).

No contexto específico da água destinada ao consumo humano, o risco e o perigo, apesar de serem termos ligados entre si, apresentam uma definição conceitual e aplicações bem distintas. O risco indica a associação entre a exposição a um determinado agente e a probabilidade dessa exposição se traduzir em um efeito negativo à saúde. Perigo refere-se a uma característica intrínseca de uma substância ou propriedade de uma situação (BEVILACQUA *et al.*, 2002; BRASIL, 2006). Em linhas gerais, o perigo pode ser entendido como situações ou condutas inadequadas associadas ao consumo de água, e o risco se caracteriza como a possibilidade desse perigo gerar algum dano à saúde humana. Uma visão bastante esclarecedora é, também, apresentada por Carmo, Bevilacqua e Bastos (2008), para os quais a água destinada ao consumo humano que contenha agentes patogênicos caracteriza um perigo, enquanto seu fornecimento à população traz um risco, que pode ser quantificado e expresso em termos de probabilidade de ocorrência de um agravo, por exemplo, casos de diarreia ou incidência de verminoses.

Segundo o Manual do Ministério da Saúde (BRASIL, 2006), os riscos e perigos à saúde associados à água podem ser, resumidamente, definidos em três mecanismos de exposição:

- Aqueles associados à qualidade da água – A ingestão de água contaminada por componente nocivo à saúde causa doenças.
- Aqueles associados à quantidade – A água quando não está disponível em quantidade suficiente pode gerar hábitos higiênicos insatisfatórios relacionados aos utensílios domésticos, ao corpo e ao ambiente domiciliar, provocando doenças.
- Aqueles associados à água no ambiente físico – Proporcionando condições propícias à vida e à reprodução de vetores transmissores de doenças.

Um quarto mecanismo de exposição, não menos importante, a ser considerado está associado às formas de abastecimento de água, geralmente realizadas pelo sistema público e/ou por soluções alternativas, tais como: poços, fontes públicas, minadouros, chafarizes, cisternas, rios, lagoas, carro transportador (caminhão pipa), dentre outros. Por meio desses mecanismos de exposição, os riscos podem se manifestar a partir de uma série de fatores gerados por, dentro outros motivos, condutas negligentes e inadequações tecnológicas que podem fazer com que a água se torne uma via propagadora de doenças na população.

Os riscos à saúde associados à água para consumo humano têm sido foco de atenção das autoridades brasileiras de saúde pública, no sentido de formular medidas que garantam seu controle e minimização. Nesse contexto, a Portaria nº 2.914/2011, do Ministério da Saúde, bem como o Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – VIGIÁGUA, por ela regulamentada, e, mais recentemente, o Plano de Segurança da Água – PSA (BRASIL, 2012) vêm demonstrado significativo esforço para o controle desses riscos durante os processos que envolvem a captação, tratamento e distribuição da água.

A avaliação de riscos não é um objetivo em si próprio, e sim um mecanismo fundamental a partir do qual se pode estruturar o processo de decisão, constituindo o ponto de partida para o estabelecimento de procedimentos que garantam a segurança do consumo de água. Os eventos associados ao consumo de água que possam representar severas consequências e maior probabilidade de ocorrência, ou seja, com alto risco, merecem maior atenção e prioridade quando

comparados àqueles cujos impactos são reconhecidamente menores ou cuja ocorrência é muito improvável (VIEIRA; MORAIS, 2005).

O risco retrata a probabilidade de ocorrer um dano, no contexto do consumo de água, e essa probabilidade nem sempre se manifesta como um efeito negativo real à saúde da população. Um fator relevante na relação entre os riscos e saúde humana é a situação de vulnerabilidade. A vulnerabilidade é a resposta da população diante do risco e depende, dentre outros fatores, de características da população e de recursos disponíveis para o enfrentamento e controle dos riscos. A vulnerabilidade determina a intensidade do dano, logo, é essencial que a análise do risco contemple, também, a avaliação de vulnerabilidade, uma vez que seu conhecimento determinará os efeitos dos riscos caso estes se manifestem. Como contribuição Pinto *et al.* (2010) e Varajão *et al.* (2012) têm discutido um método para avaliação da vulnerabilidade dos sistemas públicos de abastecimento de água, visando a identificar quais setores e cenários são mais propensos a danos e carecem de maior atenção e intervenções.

Medidas eficientes na redução da vulnerabilidade podem ser tomadas por parte dos responsáveis pelo abastecimento de água e, também, pela população consumidora. Nesse sentido, diversas situações podem ser consideradas como redutoras da vulnerabilidade, entre as quais se destaca: o residual de cloro na água tratada na rede de distribuição; a aquisição de filtros domésticos pela população, mesmo quando utilizada água tratada; e mobilização da população quando verificada alguma irregularidade aparente na qualidade da água. O controle da vulnerabilidade da população deve ter caráter preventivo, garantindo que os sistemas de abastecimento de água e a população consumidora estejam já preparados para lidar com uma situação de risco, caso esta se manifeste. Nesse contexto, é essencial que fatores preponderantes para aumentar ou diminuir a vulnerabilidade da população aos riscos sejam identificados e gerenciados.

O presente artigo tem como objetivo apresentar um estudo sobre os riscos associados ao consumo humano de água e os fatores de

vulnerabilidade preponderantes para a proteção da saúde da população.

## MÉTODO

Para o desenvolvimento deste estudo, inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica que contemplou diversas temáticas que englobam a água destinada ao consumo humano e que estabelecem procedimentos, normas e condutas para a utilização da água. A partir da análise crítica da bibliografia consultada e da experiência dos autores na área, foi possível identificar situações e/ou condutas que representam riscos, bem como as que reduzem a vulnerabilidade da população.

Num segundo momento, foram definidos fatores de risco e vulnerabilidade. Para tanto, realizou-se uma consulta a especialistas neste tema, utilizando-se como ferramenta o método Delphi, por sua reconhecida eficácia na geração de consenso em temas complexos (ILJAZ; MEGLIC; SVAB, 2011). Com a aplicação de tal método, foi possível formalizar as condições ou eventos associados ao consumo de água que são possíveis geradores de riscos à saúde, bem como quais fatores são preponderantes para seu controle ou para tornar uma população mais ou menos vulnerável ao risco. Tanto para os fatores de risco como para os de vulnerabilidade, foi solicitado ao especialista/painelista, caso confirmasse a indicação, que atribuísse uma categoria dentre as opções fornecidas.

O método foi desenvolvido respeitando a realização de algumas etapas, conforme apresentadas a seguir:

1. Escolha dos especialistas: a escolha levou em consideração a relevância ou associação de três critérios básicos: formação acadêmica, área de atuação e proximidade com o tema objeto de estudo.

2. Elaboração e envio dos formulários: a coleta de opiniões e a construção do consenso entre os painelistas participantes foram obtidas a partir da aplicação de um formulário estruturado. Nesse formulário, constaram diversas indicações de fatores de riscos e vulnerabilidades. Para o envio dos formulários, utilizou-se a ferramenta *online* Qualtrics®, por possibilitar aos painelistas

receberem os formulários a serem preenchidos por meio de um *link* da *internet*.

3. Desenvolvimento das rodadas: o método Delphi aplicado na pesquisa deu-se por meio de duas rodadas de consultas junto aos painelistas. Essas rodadas possibilitaram que as informações coletadas na primeira rodada fossem revisadas e/ou confirmadas pelos painelistas em uma segunda rodada, estabelecendo, assim, um consenso sobre as informações.

Os formulários enviados aos painelistas constaram de diversas indicações de fatores de riscos e vulnerabilidade. Foi, também, aberta a possibilidade de serem indicados pelos painelistas novos fatores que não aqueles previamente contemplados. A moda foi o critério utilizado para obtenção do consenso, uma vez que em uma distribuição de frequências, como no caso desta pesquisa, tende-se a considerar a opção que é mais frequente no conjunto dos dados analisados.

Os fatores indicados estabelecem relação direta com as formas de abastecimento de água, quer seja por meio de um sistema público de abastecimento ou de uma solução alternativa, com as condições das instalações hidráulicas dos domicílios e com a qualidade da água consumida.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados apresentados são derivados da compilação dos resultados da aplicação do método Delphi. A aplicação ocorreu em duas rodadas de consulta e contou, inicialmente, com uma lista de 153 nomes de painelistas. A primeira rodada teve a participação efetiva de 65 painelistas (43%) e a segunda, 42 painelistas, correspondendo a 65% dos participantes da primeira rodada e 28% dos contatados inicialmente.

Os quadros de 1 a 4, apresentados a seguir, representam a compilação dos fatores de risco definidos pelos painelistas e, também, uma discussão sobre fatores de vulnerabilidade preponderantes para a sua minimização. Já os quadros de 05 a 14 se referem aos resultados do consenso final.

O Quadro 1 apresenta os principais fatores de risco associados ao consumo de água provenientes dos Sistemas Público de

Abastecimento de Água (SAA) definidos pelos painelistas.

Quadro 1 - Fatores de risco associados ao consumo de água proveniente do sistema público de abastecimento de água - SAA

Parâmetro	Critério
Tubulação adutora de água tratada que alimenta a rede de distribuição	Inadequada/mal conservada/exposta
Reservatório de água do prestador/operador do serviço	Inadequado/mal conservado
Atendimento aos domicílios com ligações e volume de água	Insuficiente
Intermitência no abastecimento de água	Existência/freqüência
Ligações cruzadas entre as redes de água e esgotos	Existência

Fonte: dados da pesquisa.

Os riscos em um SAA se distribuem ao longo de todo sistema, desde o manancial até o ponto de consumo final. Os principais parâmetros geradores de risco são de ordem técnico-operacional (operação e manutenção do sistema), e como implicações negativas, tendem a favorecer a contaminação da água afetando diretamente a sua qualidade. O número de ligações e o volume de água fornecido podem ser considerados como um risco, pois expõe a população não abastecida a um quadro de privação, o que interfere na realização de suas funções básicas, tais como a ingestão, preparo de alimento e higiene.

Os fatores que podem reduzir a vulnerabilidade da população são de responsabilidade direta do prestador do serviço público de abastecimento de água, sobretudo por meio da manutenção e adequação dos

componentes do sistema. Cabe ao prestador, ainda, aumentar a oferta de água, cobrir setores não abastecidos e redimensionar o projeto hidráulico de forma a atender igualmente a todos os estratos da população. É de responsabilidade do Poder Público e do próprio prestador garantir, mediante políticas públicas, condições materiais e estrutura tarifária, o efetivo acesso da população ao sistema público de abastecimento de água. Tal acesso pode ser garantido por meio da criação de políticas públicas inclusivas que visem à plena cobertura da população com o abastecimento de água.

O Quadro 2 apresenta os principais fatores de risco associados ao consumo de água, provenientes de soluções alternativas de abastecimento, definidos pelos painelistas.

Quadro 2 - Fatores de risco associados ao consumo de água proveniente de soluções alternativas de abastecimento

Parâmetro	Critério
Estrutura física das soluções alternativas	Mal conservada/sem manutenção
Entorno da solução alternativa	Proximidade de focos de poluição
Captação de água	Inadequada
Tratamento da água captada	Ausente/inadequado

Fonte: dados da pesquisa.

Os riscos associados às soluções alternativas estão diretamente relacionados ao tipo de solução, sendo que cada uma, de maneira geral, apresenta riscos específicos. Os riscos associados à utilização de água proveniente de um poço diferem dos associados à distribuição por

caminhão transportador (carro pipa) ou dos relacionados à utilização da água de um rio ou nascente, por exemplo. De forma geral, os riscos tendem a se concentrar nas condutas referentes à captação e tratamento da água, estado de conservação e entorno dessas soluções, e,

sobretudo, no não atendimento aos padrões e especificações regulamentados para as soluções alternativas. Como consequência, a água utilizada pode apresentar-se fora dos padrões de qualidade e favorecer o desenvolvimento de doenças diversas.

O Quadro 3 apresenta os principais fatores de risco associados ao consumo de água por meio das instalações domiciliares, definidos pelos painelistas.

Os riscos no consumo de água dentro do domicílio têm relação direta com a utilização de reservatórios ou instalações inadequados ou em mau estado de conservação. Tais condutas podem comprometer a qualidade da água utilizada no domicílio, principalmente quando este recebe água já tratada do SAA. A utilização de recipientes

inadequados para reservação de água, a existência de tubulações danificadas, reservatórios desprotegidos, dentre outras situações, podem promover o comprometimento da qualidade da água e favorecer a proliferação de microrganismos patogênicos, principalmente quando essa tubulação ou reservatório apresenta contato com alguma fonte potencial de contaminação, tais como os esgotos sanitários. Ainda nesse contexto dos domicílios, Borja *et al.* (2003) verificaram em seu estudo que esses fatores favorecem a alteração da qualidade da água fornecida e consumida pela população. O Quadro 4 apresenta os principais fatores de risco associados a qualidade da água destinada ao abastecimento humano.

Quadro 3 - Fatores de risco associados ao consumo de água por meio das instalações domiciliares

Parâmetro	Critério
Reservatório domiciliar	Inadequado/mal conservado
Instalação hidráulica do domicílio	Inadequado/mal conservado
Ligações cruzadas entre as redes de abastecimento de água e rede coletora de esgotos sanitários	Existência

Fonte: dados da pesquisa.

Quadro 4 - Fatores de risco associados à qualidade da água proveniente do sistema público de abastecimento ou de soluções alternativas

Parâmetro	Critério
Qualidade Microbiológica <i>Escherichia coli</i>	Presença
Qualidade Físico-Química Cor Odor Turbidez pH Cloro Residual Metais Pesados DBO/DQO Disruptores Endócrinos	Fora do padrão

Fonte: dados da pesquisa.

A materialização do risco se reflete com frequência na alteração de qualidade da água. A monitorização e o controle de parâmetros de qualidade (microbiológicos ou físico-químicos) possibilitam que alterações que poderiam representar algum dano à saúde sejam

controladas. A alteração de parâmetros microbiológicos, por exemplo, que ocorre por meio da identificação da bactéria *Escherichia coli* na água, representa evidente contaminação fecal humana e pode indicar a presença de diversos parasitas intestinais e outros microrganismos na

água. Alterações no padrão físico-químico da água podem provocar sua rejeição, devido à alteração dos parâmetros organolépticos, alterando a segurança sanitária associada ao seu uso ou à concentração de substâncias químicas nocivas que podem provocar o surgimento de inúmeras doenças.

### Consenso Final

A segunda e última rodada da pesquisa desenvolvida estabeleceu o consenso entre os painelistas sobre o conjunto de fatores de risco e de vulnerabilidade. Foi verificado, também, o posicionamento dos mesmos diante de temas

reconhecidamente complexos sobre a água destinada ao consumo humano.

O critério utilizado para considerar o consenso foi a moda, sendo considerado como consenso final do grupo aquelas indicações que obtiveram confirmação superior a 50%.

### Fatores de Risco

O Quadro 5 apresenta os fatores de risco associados ao consumo de água do sistema público de abastecimento, sua respectiva categoria atribuída e o percentual de painelistas que confirmaram o consenso estabelecido na primeira rodada de consulta.

Quadro 5 - Fatores de risco associados ao consumo de água do sistema público de abastecimento

Fator	Categoria Atribuída	% confirmação
A.1. Tipo de tubulação utilizado na malha de distribuição	Fator de risco moderado	81
A.2. Estado de conservação da tubulação utilizada na malha de distribuição	Fator de risco crítico	100
A.3. Existência de tubulações expostas a intempéries	Fator de risco crítico	92
A.4. Estado de conservação dos reservatórios de distribuição	Fator de risco crítico	95
A.5. Atendimento à demanda quanto ao volume de água fornecido	Fator de risco crítico	74
A.6. Atendimento à demanda quanto ao número de ligações domiciliares	Fator de risco moderado	71
A.7. Intermitência no abastecimento	Fator de risco crítico	93
A.8. Existência de ligações cruzadas	Fator de risco crítico	87

Fonte: dados da pesquisa.

Os fatores de risco A.1 a A.4 estão associados com o serviço público de abastecimento de água realizado pelo prestador de serviço e estabelece relação direta com condições técnicas e operacionais que são

geradoras de situações de risco quando negligenciadas. Esses fatores foram categorizados pelos painelistas como fator de risco crítico, exceto o fator de risco A.1, considerado moderado, devido à alta capacidade, quando manifestado em

um SAA, de alterar e/ou comprometer a qualidade da água e, conseqüentemente, representar possíveis efeitos indesejáveis à saúde dos consumidores.

Os fatores de risco A.5 a A.7 estão associados ao atendimento da população pelo sistema público de abastecimento, uma vez que nem sempre a presença de um SAA representa o atendimento total das necessidades de uma população (número de domicílios atendidos) e nem em quantidade que atenda às suas demandas básicas (volume de água fornecido). O fator A.7 está associado a um problema crônico do abastecimento de água, a intermitência, uma descontinuidade no abastecimento de água que, além da privação, pode favorecer o comprometimento da rede e a conseqüente contaminação da água. Os fatores A.5, A.6 e A.7

foram considerados pelos painelistas como fator de risco crítico, moderado e crítico, respectivamente.

O fator de risco A.8 representa as condições em que a rede de distribuição de água cruza ou estabelece contato direto com a vala por onde corre o esgoto. Tal fator foi considerado como crítico devido à capacidade apresentada de contaminação por meio do contato da água com excretas humanos, que podem atuar como veículo de diversas doenças parasitárias, por exemplo.

O Quadro 6 apresenta os fatores de risco associados ao consumo de água das soluções alternativas de abastecimento de água, sua respectiva categoria atribuída e o percentual de painelistas que confirmaram o consenso estabelecido na primeira rodada.

Quadro 6 - Fatores de risco associados ao consumo de água das soluções alternativas

Fator	Categoria Atribuída	% confirmação
B.1. Conservação da estrutura física das soluções alternativas	Fator de risco crítico	100
B.2. Conservação ambiental do entorno das soluções alternativas	Fator de risco crítico	92
B.3. Proximidade a focos de poluição	Fator de risco crítico	95
B.4. Procedimento de captação da água	Fator de risco crítico	92

Fonte: dados da pesquisa.

Todos os fatores apresentados foram considerados pelos painelistas como críticos. Condições de conservação da estrutura física de uma solução alternativa (B.1 e B.2), qualquer que seja o tipo de solução – fonte, poço, açude, caminhão transportador etc. –, tendem a representar elevado risco por propiciar o agravamento de condições indesejadas que alteram, significativamente, a qualidade da água. Nesse contexto, ainda, a proximidade de uma solução alternativa, como um poço, por exemplo, a um foco potencial de poluição (B.3) representa, também, elevado risco pela possibilidade de contaminação e conseqüente alterações na qualidade da água. Procedimentos associados à

captação da água (B.4) podem, da mesma forma, representar alto risco, uma vez que a utilização de métodos inadequados, tais como a utilização de vasilhames contaminados para coleta de água ou a perfuração de poços próximos a focos de contaminação, afetam diretamente a qualidade da água.

O Quadro 7 apresenta os fatores de risco associados ao consumo de água nas instalações domiciliares ligadas ao sistema público de abastecimento de água, sua respectiva categoria atribuída e o percentual de painelistas que confirmaram o consenso estabelecido na primeira rodada.

Quadro 7 - Fatores de risco associados ao consumo de água nas instalações domiciliares ligadas ao sistema público de abastecimento de água

Fator	Categoria Atribuída	% confirmação
C.1. Tipo de reservação domiciliar	Fator de risco crítico	85
C.2. Estado de conservação dos reservatórios domiciliares	Fator de risco crítico	95
C.3. Estado de conservação da instalação hidráulica do domicílio	Fator de risco crítico	81
C.4. Ligações cruzadas	Fator de risco crítico	87

Fonte: dados da pesquisa.

Os fatores C.1 e C.2 estão associados à reservação de água. É uma conduta comum entre os domicílios o uso de reservatórios de água inapropriados, tais como baldes, panelas, vasilhames diversos sem tampa, em substituição ao reservatório próprio para a água potável. Uma reservação inadequada pode favorecer a contaminação da água e, associado a isso, a não realização da limpeza periódica do reservatório, também, pode ocasionar o comprometimento da qualidade da água. Questões associadas às condições hidráulicas (C.3), da mesma forma, merecem atenção, pois uma manutenção

adequada do sistema hidráulico do domicílio, além de reduzir perdas de água, pode eliminar pontos críticos que favorecem a contaminação da água. A existência de ligações cruzadas associadas às ligações hidráulicas do domicílio (C.4) pode favorecer o contato da água com esgotos domésticos e promover sua contaminação.

O Quadro 8 apresenta os fatores de risco associados à qualidade da água proveniente do sistema público de abastecimento, sua respectiva categoria atribuída e o percentual de painelistas que confirmaram o consenso estabelecido na primeira rodada.

Quadro 8 - Fatores de risco associados à qualidade da água proveniente do sistema público de abastecimento

Fator	Categoria Atribuída	% confirmação
D.1. Coliformes Totais	Fator de risco crítico	82
D.2. Coliformes Termotolerantes	Fator de risco crítico	98
D.3. Cor	Fator de risco moderado	87
D.4. Odor	Fator de risco moderado	87
D.5. pH	Fator de risco leve	79
D.6. Turbidez	Fator de risco crítico	92
D.7. Cloro Residual	Fator de risco crítico	92

Fonte: dados da pesquisa.

Por se tratar de água tratada por um sistema de abastecimento, qualquer alteração de qualidade identificada ao longo da rede de

distribuição constitui fator de risco, por ser um indicador de ineficiência no tratamento da água ou vulnerabilidade em pontos críticos ao longo da

rede de abastecimento. Os fatores de risco associados à qualidade microbiológica da água foram confirmados pelos painelistas como crítico (D.1 e D.2), sendo que tal resultado se justifica por estes serem parâmetros de qualidade considerados indicativo de contaminação, sobretudo a fecal, representada pelo grupo dos coliformes termotolerantes e, mais recentemente, pela *Escherichia coli*.

Quanto aos fatores associados aos parâmetros físico-químicos cor e odor (D.3 e D.4), foram considerados como moderado, o que pode se justificar por estes serem parâmetros associados à alteração do padrão organoléptico da água, não necessariamente associado a uma contaminação em potencial que representa uma possibilidade maior de dano à saúde. O pH (D.5) foi categorizado como fator de risco leve. Este é um parâmetro de qualidade associado ao bom desempenho do sistema de abastecimento. Quando os valores do pH são irregulares, há um comprometimento no tratamento da água ou provoca a corrosão ou incrustação na rede de distribuição. A faixa de pH estabelecida pela norma (6,0 a 9,5) não compromete a saúde humana. A turbidez (D.6) foi classificada como fator de risco crítico. Esse parâmetro, na água tratada, pode favorecer a proliferação de microrganismos e reduzir o efeito dos desinfetantes, tais como o cloro residual (D.7), que tem a função essencial de garantir a segurança sanitária da água ao longo da rede de distribuição, combatendo microrganismos em caso de contaminação.

O Quadro 9 apresenta os fatores de risco associados à qualidade da água proveniente das soluções alternativas de abastecimento, sua respectiva categoria atribuída e o percentual de painelistas que confirmaram o consenso estabelecido na primeira rodada.

Os fatores de risco E.1 e E.2, associados a parâmetros microbiológicos, foram categorizados pelos painelistas como crítico, pois o resultado positivo para tais parâmetros pode representar má qualidade da água bruta captada pela solução alternativa, e estar associado a uma

ineficiência no tratamento empregado, ou, até mesmo, contaminação eminente por fontes de poluição, tais como esgotos sanitários.

Os parâmetros organolépticos cor e odor (E.3 e E.4) foram categorizados como fator de risco moderado. Tais parâmetros estão associados, geralmente, ao padrão estético de aceitação para consumo humano, o que leva à sua rejeição quando em não conformidade. O pH (D.5), considerado risco moderado, em água bruta superficial ou subterrânea, pode ser um fator limitante dos processos de tratamento; ainda assim, é um fator que representa pouca relação com a qualidade da água e pouca possibilidade de ocasionar algum dano à saúde humana. A turbidez (E.6) foi um parâmetro considerado como crítico. Esse é um parâmetro que em água bruta determina qual tecnologia deve ser empregada para remoção; em água tratada, significa perda da eficiência no tratamento. O nitrato (E.7), também considerado como fator crítico, tem sua toxicidade, principalmente, atribuída à sua redução a nitrito, e o maior efeito biológico dos nitritos em humanos é o seu envolvimento na oxidação da hemoglobina (Hb), a metahemoglobina (metHb). Concentrações elevadas de nitrato causam meta-hemoglobinemia severa em recém-nascidos e adultos. A DBO (E.8) foi classificada como fator crítico, parâmetro que representa a quantidade de matéria orgânica na água. Quando associado ao cloro, pode gerar subprodutos durante o processo de desinfecção, como trihalometanos, que representam alto risco à saúde humana.

As substâncias químicas podem assumir papel totalmente antagônico no que se refere à qualidade da água e à segurança sanitária ligada ao seu uso. Algumas substâncias, quando em concentrações fora do padrão aceitável, podem representar importantes riscos à saúde, enquanto outras, como o caso do cloro, podem aumentar a segurança de sua utilização.

Quadro 9 - Fatores de risco associados à qualidade da água proveniente das soluções alternativas

Fator	Categoria Atribuída	% confirmação
E.1. Coliformes Totais	Fator de risco crítico	79
E.2. Coliformes Termotolerantes	Fator de risco crítico	97
E.3. Cor	Fator de risco moderado	84
E.4. Odor	Fator de risco moderado	86
E.5. pH	Fator de risco moderado	70
E.6. Turbidez	Fator de risco crítico	86
E.7. Nitrato	Fator de risco crítico	92
E.8. DBO	Fator de risco crítico	86

Fonte: dados da pesquisa.

### Fatores de Vulnerabilidade

O Quadro 10 apresenta os fatores de vulnerabilidade associados ao sistema de abastecimento de água, sua respectiva categoria atribuída e o percentual de painelistas que confirmaram o consenso estabelecido na primeira rodada.

Os fatores de vulnerabilidade A.1 a A.3 foram classificados pelos painelistas como fatores que diminuem muito a vulnerabilidade da população aos possíveis riscos. Tais fatores estão ligados ao controle de qualidade do serviço público de abastecimento, quer seja pelo prestador do serviço, quer seja pelas autoridades de saúde, para identificar e solucionar quaisquer problemas que surjam durante o abastecimento e que representem algum risco à saúde da população.

A percepção de risco da população para o entendimento de questões associadas à qualidade da água (A.4) e a quantidade necessária para garantir suas necessidades (A.5) foram

classificadas como fatores que diminuem muito e pouco, respectivamente. Esses fatores são de grande importância uma vez que, quando a população apresenta compreensão sobre as implicações que um abastecimento irregular (com qualidade comprometida e/ou insuficiente) tem para sua saúde, pode ser um fator importante na redução da vulnerabilidade diante dos possíveis riscos associados. A percepção do risco e a capacidade de mobilização da população de recorrer e buscar seus direitos, junto aos responsáveis pelo abastecimento, por água de qualidade e quantidade (A.6 e A.7), foram considerados fatores que diminuem muito a vulnerabilidade da população diante do risco.

O Quadro 11 apresenta os fatores de vulnerabilidade associados a soluções alternativas para o abastecimento de água, sua respectiva categoria atribuída e o percentual de painelistas que confirmaram o consenso estabelecido na primeira rodada.

Quadro 10 - Fatores de vulnerabilidade associados ao sistema público de abastecimento de água

Fator	Categoria Atribuída	% confirmação
A.1. Existência de monitorização do sistema de abastecimento por técnicos da distribuidora	Diminui muito a vulnerabilidade	90
A.2. Existência de monitorização da qualidade da água pelo prestador de serviço	Diminui muito a vulnerabilidade	92
A.3. Existência de monitorização da qualidade da água pela Vigilância Sanitária	Diminui muito a vulnerabilidade	95
A.4. Percepção de risco da população com relação à quantidade de água	Diminui pouco a vulnerabilidade	87
A.5. Percepção de risco da população com relação à qualidade da água	Diminui muito a vulnerabilidade	92
A.6. Mobilização social para demanda de quantidade de água	Diminui muito a vulnerabilidade	89
A.7. Mobilização social para padrão de qualidade da água	Diminui muito a vulnerabilidade	92

Fonte: dados da pesquisa.

Quadro 11 - Fatores de vulnerabilidade associados às soluções alternativas para o abastecimento de água

Fator	Categoria Atribuída	% confirmação
B.1. Percepção de risco da população com relação ao estado físico da solução alternativa	Diminui muito a vulnerabilidade	82
B.2. Percepção de risco da população com relação à quantidade da água	Diminui muito a vulnerabilidade	82
B.3. Proteção física das soluções alternativas	Diminui muito a vulnerabilidade	97
B.4. Tratamento de água captada	Diminui muito a vulnerabilidade	95
B.5. Controle da qualidade da água captada	Diminui muito a vulnerabilidade	95

Fonte: dados da pesquisa.

Todos os fatores indicados foram classificados pelos painelistas com capacidade de diminuir muito a vulnerabilidade. De fato, quando a população que consome água proveniente de uma solução alternativa percebe os riscos associados à

má conservação do estado físico da solução (B.1), entende os riscos associados ao consumo de água em quantidade insuficiente ou ainda ao seu uso indiscriminado (B.2) e toma medidas para proteção das soluções alternativas (B.3),

principalmente, poços, fontes, chafarizes, rios e lagos, a vulnerabilidade a riscos tende a diminuir. Os fatores B.4 e B.5 estão associados ao tratamento e controle da qualidade da água que, quando presentes no gerenciamento de uma solução de abastecimento, reduzem,

significativamente, a vulnerabilidade diante dos riscos.

O Quadro 12 apresenta os fatores de vulnerabilidade associados a instalações domiciliares, sua respectiva categoria atribuída e o percentual de painelistas que confirmaram o consenso estabelecido na primeira rodada.

Quadro 12 - Fatores de vulnerabilidade associados às instalações domiciliares

Fator	Categoria Atribuída	% confirmação
C.1. Tratamento domiciliar da água	Diminui muito a vulnerabilidade	82
C.2. Limpeza e conservação dos reservatórios	Diminui muito a vulnerabilidade	97
C.3. Percepção de risco da população quanto às instalações hidráulicas domésticas	Diminui muito a vulnerabilidade	89
C.4. Ações de educação à saúde	Diminui muito a vulnerabilidade	92
C.5. Ações de controle de zoonoses	Diminui muito a vulnerabilidade	86

Fonte: dados da pesquisa.

Todos os fatores foram classificados com capacidade de diminuir a vulnerabilidade diante dos riscos. O tratamento domiciliar da água (C.1), geralmente por meio de filtros domésticos, associados à manutenção e limpeza periódica dos reservatórios (C.2), bem como o entendimento por parte da população dos riscos associados ao mau estado de conservação das instalações hidráulicas domiciliares (C.3) podem ser considerados eficientes na redução da vulnerabilidade diante dos riscos. A ação educativa (C.4) e de controle de zoonoses (C.5), principalmente aquelas

relacionadas ao controle de doenças provenientes da água, podem ter efeito significativo na redução da vulnerabilidade da população, sobretudo por ter caráter preventivo e atuar na promoção de informações de educação sanitária.

Os Quadros 13 e 14 apresentam os fatores de vulnerabilidade associados à qualidade da água do sistema público de abastecimento de água e das soluções alternativas, sua respectiva categoria atribuída e o percentual de painelistas que confirmaram o consenso estabelecido na primeira rodada.

Quadro 13 - Fatores de vulnerabilidade associados à qualidade da água do sistema público de abastecimento de água

Fator	Categoria Atribuída	% confirmação
1. Percepção da população para alterações de parâmetros visuais na qualidade da água	Diminui muito a vulnerabilidade	82
2. Percepção da população para alterações de parâmetros olfativos na qualidade da água	Diminui muito a vulnerabilidade	79
3. Percepção da população para alteração no gosto da água	Diminui muito a vulnerabilidade	86
4. Capacidade de rejeição da população para águas com não conformidades	Diminui muito a vulnerabilidade	97

Fonte: dados da pesquisa.

Quadro 14 - Fatores de vulnerabilidade associados à qualidade da água das soluções alternativas

Fator	Categoria Atribuída	% confirmação
1. Percepção da população para alterações de parâmetros visuais na qualidade da água	Diminui muito a vulnerabilidade	84
2. Percepção da população para alterações de parâmetros olfativos na qualidade da água	Diminui muito a vulnerabilidade	84
3. Percepção da população para alteração no gosto da água	Diminui muito a vulnerabilidade	87
4. Capacidade de rejeição da população para águas com não conformidades	Diminui muito a vulnerabilidade	97

Fonte: dados da pesquisa.

Todos os fatores de vulnerabilidade relacionados com a qualidade da água e suas características organolépticas, tanto para o sistema de abastecimento de água quanto para soluções alternativas, foram classificadas com capacidade de diminuir muito a vulnerabilidade. Quando a população consumidora consegue perceber alterações negativas na qualidade, quer seja na cor, odor ou gosto, e apresenta posicionamento de rejeição dessas águas, há uma redução significativa da vulnerabilidade diante dos riscos.

É imprescindível que as autoridades de saúde garantam uma efetiva vigilância sobre todos os mecanismos que envolvem a distribuição de água. Cabe à população, também, viabilizar a ligação do seu domicílio ao abastecimento de água ofertado, bem como exercer o controle social sobre todo processo para auxiliar em sua otimização.

A avaliação e controle dos riscos relacionados aos sistemas de abastecimento de água devem ocorrer durante todas as etapas de operação do sistema. Esse acompanhamento deve ser temporal e espacial, ou seja, os sistemas que asseguram a qualidade da água de consumo não devem ser apenas baseados na verificação da qualidade da água no final do processo (SANTOS; MOREIRA; ALMEIDA, 2012).

Razzolini e Günther (2008) apontam que as condições locais de saneamento ambiental podem contribuir decisivamente para a qualidade sanitária da água de consumo. Em localidades onde se verifica inexistência ou precariedade do esgotamento sanitário, disposição de resíduos

sólidos a céu aberto, fatores estes que induzem à proliferação de vetores, como insetos e roedores, contaminantes podem ser disseminados e alcançar as fontes de água e os reservatórios de armazenamento, e, conseqüentemente, doenças infecciosas relacionadas com excretas, resíduos sólidos e vetores podem atingir a população exposta.

Segundo Santos, Moreira e Almeida (2011), não basta que a água fornecida para consumo humano cumpra os parâmetros de qualidade e seja considerada segura. A água tem que parecer e ser intuída como segura para a diminuição da percepção do risco pelo usuário. Para os autores, a evidência de degradação do sistema de abastecimento de água, poluição hídrica e ambiental, evidências de manutenção e controle do sistema, dentre outros fatores, podem afetar fortemente a percepção da qualidade da água e do risco do seu consumo para a saúde. A percepção do risco pode ser influenciada, ainda, por fatores demográficos (idade, gênero, educação etc.), o passado cultural e as diversas visões de mundo.

A redução da vulnerabilidade e o controle dos riscos associados à qualidade da água são de responsabilidade direta do responsável pelo sistema público de abastecimento de água ou responsável técnico pelas soluções alternativas. De forma indireta, cabe às autoridades de saúde exercer a vigilância sobre a qualidade da água, por meio da realização de análise laboratorial de amostras, para garantir que a população seja abastecida com água de qualidade adequada. A qualidade da água está constantemente sujeita a

ameaças, desde a captação até o consumo. Tais ameaças tornam-se mais perigosas quanto mais próximas estão do usuário consumidor, uma vez que as barreiras a esses riscos vão sendo sucessivamente menos efetivas à medida que dele se aproximam (SANTOS; MOREIRA; ALMEIDA, 2012).

## CONCLUSÃO

A utilização do método Delphi apresentou resultados satisfatórios no entendimento e seleção de fatores de risco e de vulnerabilidade. A realização do painel com diversos *experts* sobre o tema permitiu a construção de cenários nos quais se agregam, simultaneamente, os fatores de risco e de vulnerabilidade, os atores envolvidos e suas respectivas responsabilidades e as possíveis implicações para o abastecimento de água e para a população.

As condutas de risco apresentam maior ou menor chance de ocasionar um dano ou uma perda. Os danos associados aos fatores de risco se reproduzem no sistema ou na forma utilizada para o abastecimento de água, na qualidade e, diretamente, na população abastecida. Em todas as situações, o risco maior se concentra na população usuária, uma vez que esta representa a ponta do ciclo do abastecimento, ou seja, a sucessão de riscos ao longo de todo o processo de abastecimento tende a se manifestar na segurança e qualidade da água utilizada pelo usuário final. Nessa perspectiva, compreender a importância de cada fator de risco, por meio de uma simples categorização, como foi proposto por esta pesquisa, pode nortear a tomada de decisão para ações prioritárias que controlem condutas que representam maiores chances de danos.

A construção do conhecimento sobre aspectos que envolvam a água potável nunca se esgota. No contexto do consumo humano, é necessário acompanhar quais implicações podem estar associadas às constantes mudanças de condutas da população e à deterioração da qualidade da água no ambiente. A realização de pesquisas nessa área do conhecimento pode servir de norteador para a promoção de melhorias na gestão e gerenciamento da água destinada ao consumo humano e para a elaboração de

instrumentos de saúde que objetivem a promoção da saúde.

## REFERÊNCIAS

AINUSON, K. G. Urban water politics and water security in disadvantaged urban communities in Ghana. *African Studies Quarterly*, v. 11, p. 59-82, 2010.

BARCELLOS, C.; BARBOSA, K.C.; PINA, M.F.; MAGALHÃES, M.M.A.F.; PAOLA, J.C.M.D.; SANTOS, S.M. Inter-relacionamento de dados ambientais e de saúde: análise de risco à saúde aplicada ao abastecimento de água no Rio de Janeiro utilizando Sistemas de Informações Geográficas. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 14, p. 597-605, 1998.

BEVILACQUA, P.D. *et al.* Densidades de *Giardia* e *Cryptosporidium* em mananciais de abastecimento de água e prevalência de giardíase: usos e aplicações do modelo teórico de avaliação de risco. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, 28., 2002, Cancun. *Anais...* Cancun: Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2002. 1 CD-ROM.

BORJA, P. C. *et al.* Avaliação quali-quantitativa dos serviços de saneamento da cidade do Salvador. Relatório Final da Pesquisa "Uso de Indicadores Quali-quantitativos para a Avaliação dos Serviços de Saneamento da Cidade do Salvador". Salvador: MEAU-UFBA/FUNASA, 2003. Não publicado.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano*. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

\_\_\_\_\_. *Plano de Segurança da Água: garantindo a qualidade e promovendo a saúde - um olhar do SUS / Ministério da Saúde, Conselho Nacional de Saúde*. 1.ed. Brasília. Editora do Ministério da Saúde, 2012.

\_\_\_\_\_. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 2011.

CARMO, R. F.; BEVILACQUA, P. D.; BASTOS, R. K. X. Vigilância da qualidade da água para consumo humano: abordagem qualitativa da identificação de perigos. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 13, n. 4, p. 426-434, 2008.

ILJAZ, R.; MEGLIC, M.; SVAB, I. Building consensus about health in Slovene primary health care: Delphi study. *Journal BMC Medical Informatics and Decision Making*, ed.1, v.11, p.25-34, 2011.

PINTO, J.; VARAJÃO, J.; VARUM, H.; DUARTE, A. A; BENTES, I. Sistemas de abastecimento de água – avaliação da vulnerabilidade. *Recursos Hídricos - Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos*, v. 31, n. 2, p. 61-71, 2010.

PONTES, C.A. *Urbe água vida*. Ética da proteção aplicada ao estudo das implicações morais no acesso desigual à água potável. 2003. 94p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – ENSP, FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2003.

RAZZOLINI, M. T. P.; GÜNTHER, W. M. R. Impactos na saúde das deficiências de acesso a água. *Revista Saúde e Sociedade*, v. 17, n. 1, p. 21-32, 2008.

SANTOS, D.; MOREIRA, M.; ALMEIDA, A. B. Avaliação do risco da degradação da qualidade da água em sistemas públicos de abastecimento. Repositório Científico da Universidade de Évora. In: *CLME 2011-IIICEM A Engenharia como Alavanca para o Desenvolvimento e Sustentabilidade*. Évora-Portugal, 2011. p.741-742.

VARAJÃO, J.; RODRIGUES, T.; DUARTE, A.A.L. S.; VARUM, H.; PINTO, J.; BENTES, I. TV WPN: programa de cálculo automático para análise da vulnerabilidade de redes de abastecimento de

água. *Revista Águas & Resíduos*, APESB, n. 17, p. 44-55, 2012.

VIEIRA, J.M.P.; MORAIS, C. *Manual para a elaboração de planos de segurança da água para consumo humano*. Lisboa: Instituto Regulador de Águas e Resíduos; Universidade do Minho, 2005. v.1. 175p. (Série Guias Técnicos, 7)