

MINISTÉRIO DA SAÚDE
SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE
DEPARTAMENTO DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL E SAÚDE DO TRABALHADOR
COORDENAÇÃO GERAL DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL
VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

DIRETRIZ NACIONAL DO PLANO DE AMOSTRAGEM DA
VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO
HUMANO

Brasília/DF

Fevereiro de 2014

Elaboração

Demétrius Brito Viana- CGVAM/MS

Mariely Helena Barbosa Daniel - CGVAM/MS

Tiago de Brito Magalhães- CGVAM/MS

Colaboradores

Adriana Rodrigues Cabral - CGVAM/MS

Aristeu de Oliveira Junior - CGVAM/MS

Camila Vicente Bonfim – CGVAM/MS

Fernanda Barbosa de Queiroz - CGVAM/MS

Jamyle Calencio Grigoletto - CGVAM/MS

Rodrigo Matias de Sousa Resende - CGVAM/MS

Agradecimento

Alana Coelho Maciel - CGVAM/MS

Alexsandro Xavier Bueno - SES/SE

Ana Cláudia Campos da Silva - SES/DF

Ana Rosa Alves Ferreira - SES/MA

Daniel Adolpho Cerqueira – CGVAM/MS

Cesarino Junior Lima Aprígio - SES/RO

Diana Steica de Almeida - SES/MS

Elisângela Martins Lobo - SES/GO

Fernando Seródio - SES/RJ

Francisco Carlos Portela - SES/SC

Francisco Dameão Da Silva - SES/RN

Gabriella Magalhães Alves - SES/DF

Genival Soares Paixão - SES/PB

Ivete Silva de Souza Fernandes - SES/RR

Julce Clara da Silva - SES/RS

Lúcia Helena de Assis - SES/GO

Lúcia Isabel De Araújo – SMS/Curitiba

Marcos Paulo Pafume Ribeiro - SMS/São Paulo

Marina Imaculada Ferreira Caldeira - SES/MG

Orlei Amaral Cardoso - SES/ES

Paula Dias Bevilacqua - UFV

Rafael Kopschitz Xavier Bastos - UFV

Raimunda das Chagas Mendonça -
SMS/Manaus

Rodrigo Bentes - SES/PA

Salzano Barreto - SES/RS

Telma Luzia Monteiro – SES/MT

Sumário

1.	APRESENTAÇÃO	3
2.	OBJETIVO.....	3
3.	MONITORAMENTO DA VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO.....	3
4.	PLANO DE AMOSTRAGEM DE VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO ...	6
4.1.	Plano de Amostragem Básico	6
4.1.1.	Considerações sobre os parâmetros básicos: quando e onde monitorar e quais as possíveis interpretações dos resultados	8
4.2.	Plano de Monitoramento de Agrotóxicos	13
4.3.	Plano de Monitoramento Específico	13
4.4.	Plano de Monitoramento para Evento de Saúde Pública	14
5.	IMPLANTAÇÃO DO PLANO DE AMOSTRAGEM.....	15
5.1.	Informações necessárias à elaboração do Plano de Amostragem	15
5.2.	Definição dos Pontos de Coleta de Amostras	17
5.3.	Procedimentos e Programação de Coleta de Amostras de Água para Consumo Humano	24
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	2
8.	APÊNDICE – ELABORAÇÃO DA DIRETRIZ NACIONAL DO PLANO DE AMOSTRAGEM DA VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL RELACIONADA À QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO	3

1. APRESENTAÇÃO

O presente documento visa orientar a elaboração e implementação dos planos de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano, abordando o quantitativo mínimo de amostras, a frequência de amostragem, os parâmetros a serem analisados, bem como as orientações para a seleção dos pontos de coleta.

A Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo humano foi elaborada para atender o disposto na Portaria de Potabilidade, que atribui à Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS/MS) a competência de estabelecer diretrizes, a serem implementadas pela autoridade de saúde pública, para o exercício da vigilância da qualidade da água para consumo humano.

2. OBJETIVO

O objetivo deste documento é fornecer subsídios técnicos para a implementação do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano, por meio da definição de parâmetros, número mínimo de análises, frequência de monitoramento, bem como critérios de seleção de áreas e pontos prioritários para a coleta de amostras de água.

3. MONITORAMENTO DA VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

A vigilância da qualidade da água para consumo humano (Vigiagua) consiste no conjunto de ações adotadas continuamente para garantir que a água consumida pela população atenda ao padrão de potabilidade estabelecido na legislação vigente, bem como avaliar e prevenir os possíveis riscos que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água podem representar à população abastecida, abrangendo todo o sistema de produção de água potável, desde a captação até o ponto de consumo, incluindo estações de tratamento, reservatórios e sistemas de distribuição.

Tipicamente, a forma de atuação da vigilância da qualidade da água apresenta duas abordagens. A primeira assume caráter preventivo e rotineiro, cujo objetivo principal é manter, sistemática e permanentemente, avaliação de riscos à saúde humana de cada sistema ou solução alternativa de abastecimento, mediante informações sobre ocupação da bacia contribuinte, histórico das

características da água bruta, estrutura física dos sistemas, práticas operacionais e de controle da qualidade da água e histórico da qualidade da água ofertada à população, com vistas a possibilitar a identificação de possíveis anomalias ou fragilidades e a execução de medidas de controle ou ações corretivas que se fizerem necessárias, bem como a associação entre agravos à saúde e situações de vulnerabilidade do sistema.

A segunda assume caráter investigativo, a qual se caracteriza pela atuação em situações de emergências e surtos relacionados a doenças de transmissão hídrica, em conjunto com as vigilâncias epidemiológica e sanitária, visando à identificação do agente patogênico ou substância química determinante e respectiva fonte de exposição, bem como possibilita a adoção de medidas para controle do agente e mitigação dos riscos à saúde da população.

O monitoramento da qualidade da água pode ser definido como procedimento programado de amostragem, mensuração e subsequente registro de diversas características da água, com vistas à avaliação da conformidade da água ao uso pretendido (Bartram e Ballance, 1996).

Tendo em vista a aferição da qualidade da água pretendida à utilização para consumo humano, o monitoramento realizado pelo setor saúde, no âmbito da vigilância da qualidade da água para consumo humano, pressupõe assumir uma abordagem de avaliação direta, por meio da execução de procedimentos analíticos, independentes daqueles realizados pelo controle da qualidade da água, que visa verificar o atendimento sistemático do padrão de potabilidade. Constitui, portanto, importante mecanismo de controle dos processos de tratamento empregados e detecção de qualquer comprometimento da qualidade da água pré e pós-tratamento (WHO, 2011).

Reconhece-se, no entanto, que apesar de constituir atividade fundamental no contexto da vigilância da qualidade da água para consumo humano, o monitoramento é insuficiente como instrumento de avaliação de riscos, uma vez que os critérios de amostragem são baseados em princípios estatísticos/probabilísticos, incorporando, inevitavelmente, uma margem de incerteza. Destaca-se ainda a dificuldade, analítica e financeira, da identificação e quantificação de patógenos em água tratada e que o monitoramento reflete as características da água em uma condição passada, ou seja, já consumida.

Nesse contexto, a qualidade microbiológica da água tratada é usualmente avaliada por meio de indicadores, microbianos ou não, da presença/ausência de patógenos, ou de indicadores da eficiência do tratamento na remoção/inativação de patógenos, cuja determinação apresenta maior viabilidade técnica e econômica (Bastos et al., 2000). Por outro lado, o monitoramento por si só é uma ação de

efetividade muito limitada e exige a avaliação das informações geradas e posterior, porém rápida, ação resposta. Paralelamente ao monitoramento, a seleção e a aplicação de ações corretivas quando identificadas desconformidades constitui medida essencial, para o restabelecimento da qualidade da água (WHO, 2011).

Basicamente, o monitoramento realizado pela vigilância da qualidade da água para consumo humano tem como objetivo:

- avaliar a qualidade da água consumida pela população;
- aferir o monitoramento realizado pelo controle da qualidade da água;
- avaliar a eficiência do tratamento da água;
- avaliar a integridade do sistema de distribuição;
- subsidiar a associação entre agravos à saúde e situações de vulnerabilidade;
- identificar pontos críticos/vulneráveis (fatores de risco) em sistemas e soluções alternativas de abastecimento;
- verificar se as condições de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica interferem na qualidade da água bruta e/ou tratada;
- verificar se o tratamento empregado é adequado às características da água do manancial de captação;
- identificar grupos populacionais expostos a situações de risco.

A realização do monitoramento implica, obrigatoriamente, na necessidade de que o setor saúde, especificamente a vigilância da qualidade da água para consumo humano, disponha de corpo técnico capacitado para a avaliação dos resultados e para a tomada de decisão, com vistas à execução das medidas que se fizerem necessárias.

Para implantação do monitoramento e de demais ações realizadas pela vigilância da qualidade da água, é necessário considerar os recursos disponíveis, como rede de laboratórios, transporte para coleta de amostras, equipamentos para análises de campo, e, principalmente, a definição dos parâmetros a serem monitorados, respectivo número de amostras e frequência de amostragem, formas de abastecimento a serem monitoradas e respectivos pontos de coletas de amostras.

4. PLANO DE AMOSTRAGEM DE VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

À Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS/MS) compete estabelecer diretrizes para a vigilância da qualidade da água para consumo humano a serem implementadas pelos Estados, Distrito Federal e Municípios, respeitados os princípios do SUS e prioridades, objetivos, metas e indicadores do Programa Nacional da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – Vigiagua.

De forma complementar, compete às Secretarias de Saúde dos Estados e do Distrito Federal implementar as diretrizes de vigilância da qualidade da água para consumo humano definidas no âmbito nacional e às Secretarias de Saúde dos Municípios executar as diretrizes de vigilância da qualidade da água para consumo humano definidas no âmbito nacional e estadual.

Nesse contexto, cabe aos municípios definir o respectivo plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano, em consonância com as orientações descritas no presente documento, e aos estados orientar e aprovar o plano de amostragem elaborado pelos municípios.

O plano de amostragem de rotina da vigilância da qualidade da água para consumo humano deve envolver o plano de amostragem básico, cujos parâmetros, número de amostras e frequência de monitoramento estão descritos neste documento, além do plano de monitoramento de agrotóxicos e, quando necessário, um plano específico de monitoramento conforme características locais.

Além do plano de amostragem de rotina, o monitoramento da qualidade da água em eventos de massa, desastres ambientais (por exemplo, enchentes) e surtos ou epidemias que possam estar associados à presença na água de determinado microrganismo patogênico ou substância deve ser realizado segundo diretrizes específicas elaboradas para essas situações.

Ressalta-se que a Secretaria de Saúde dos Estados, Distrito Federal e Municípios possuem competência e autonomia para ampliação do número mínimo de análises aqui estabelecido e também para a incorporação de outras substâncias e patógenos específicos, presentes ou não no padrão de potabilidade, cuja ocorrência na região, natural ou antropogênica, possa ampliar significativamente sua importância para a saúde da população local.

4.1. Plano de Amostragem Básico

Os parâmetros que compõem o plano de amostragem básico foram definidos tendo em vista o conhecimento já consolidado na literatura especializada sobre os indicadores da qualidade microbiológica da água para consumo humano (Ashbolt et al., 2001; Bastos et al., 2000; Nieminski et al., 2000; USEPA, 2006; WHO, 2011). São eles: turbidez, cloro residual livre (ou outro composto

residual ativo, caso o agente desinfetante utilizado não seja o cloro), coliformes totais / *Escherichia coli* e fluoreto. Os quatro primeiros foram definidos devido à sua importância como indicadores básicos da qualidade microbiológica da água para consumo humano e o flúor por seu significado de saúde em função de deficiência ou excesso.

O número mínimo mensal de análises previsto para o Plano de Amostragem Básico é definido em função das faixas populacionais e constitui um quantitativo único a ser distribuído para o monitoramento da qualidade da água referente às três formas de abastecimento de água (SAA, SAC e SAI).

Na Tabela 1 são apresentados os números mínimos mensais de amostras a serem analisadas em função da população do município, para os parâmetros Cloro residual livre, Turbidez e Coliformes Totais/*Escherichia coli*. Na Tabela 2 é apresentado o número mínimo de amostras a serem analisadas para o parâmetro Fluoreto, segundo as faixas populacionais definidas.

Tabela 1 – Número mínimo mensal de amostras analisadas para os parâmetros Cloro residual livre, Turbidez, Coliformes totais/*Escherichia coli*, segundo faixa populacional do município⁽¹⁾.

Parâmetros	População (hab.)					
	0 a 5.000	5.001 a 10.000	10.001 a 50.000	50.001 a 200.000	200.001 a 500.000	Superior a 500.001
Cloro residual livre ⁽²⁾						
Turbidez						
Coliformes totais <i>Escherichia coli</i>	6	9	8+(1 para cada 7,5 mil habitantes)	10 +(1 para cada 10 mil habitantes)	20+(1 para cada 20 mil habitantes)	35+(1 para cada 50 mil habitantes)

(1) Para o DF, as Regiões Administrativas foram consideradas na a lógica de Município.

(2) Análise do composto residual ativo, caso o agente desinfetante utilizado não seja o cloro.

Tabela 2 – Número mínimo mensal de amostras analisadas para o parâmetro fluoreto, segundo a faixa populacional do município⁽¹⁾.

Parâmetro	População (hab.)					
	0 a 50.000	50.001 a 100.000	100.001 a 200.000	200.001 a 500.000	500.001 a 1.000.000	Superior a 1.000.001
Fluoreto	5	7	9	13	18	27

(1) Para o DF, as Regiões Administrativas foram consideradas na a lógica de Município.

4.1.1. Considerações sobre os parâmetros básicos: quando e onde monitorar e quais as possíveis interpretações dos resultados

Cloro residual livre

O parâmetro cloro residual livre apresenta importância e interpretação distinta em função do local em que é realizada a coleta da amostra, bem como das características do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano.

A fim de facilitar o adequado entendimento relacionado à utilização desse parâmetro, nas diversas situações de abastecimento de água, bem como a interpretação dos resultados obtidos, seguem algumas considerações (BRASIL, 2010):

- (i) Pós-desinfecção/sistema de distribuição:** a concentração mínima de cloro residual livre estabelecida no padrão potabilidade (0,20 mg/L) se refere ao residual mínimo que deve estar presente na água em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede) como prevenção a uma possível (re)contaminação e/ou à proliferação de microrganismos no sistema de distribuição. Valores de cloro residual livre inferiores a 0,20 mg/L podem indicar falhas no processo de desinfecção, consumo excessivo do cloro residual no sistema de distribuição ou necessidade de pontos secundários de cloração (recloração) devido a extensão da rede de distribuição. Embora não ofereça riscos à saúde, níveis de cloro residual livre superiores a 2,0 mg/L (valor recomendado) podem causar rejeição da população (devido à manifestação de gosto e odor na água) e, conseqüentemente, a busca por fontes alternativas não seguras. Por fim, a concentração de 5,0 mg/L constitui o valor acima do qual representa riscos à saúde da população, ou seja, se uma amostra de água com concentração de cloro residual livre for superior a 5,0 mg/L, não atende ao padrão de potabilidade. Tal fato pode estar associado a problemas nos equipamentos de dosagem ou à aplicação de doses excessivas (superdosagens) com o intuito de compensar o consumo do desinfetante na rede.
- (ii) Água não submetida à desinfecção:** cabe destacar que o número de amostras determinado para esse parâmetro tem como pressuposto o uso do cloro como agente desinfetante. Portanto, a realização da análise desse parâmetro deve ser vinculada à prática de cloração da água (sob a forma de cloro gás, hipoclorito de cálcio e hipoclorito de sódio). Em sistemas ou soluções de abastecimento de água que utilizam outro desinfetante (dióxido de cloro, cloraminas), a análise deve ser específica para o agente desinfetante utilizado; quando o processo de desinfecção não deixa residual (ozônio, radiação ultravioleta), deve ser realizada a análise para o residual desinfetante do produto adicionado para manter o residual mínimo no sistema de distribuição

(cloro, cloramina ou dióxido de cloro). Ressalta-se, ainda, que não se justifica a realização da análise de cloro residual livre, ou de qualquer outro desinfetante, em sistemas ou soluções alternativas de abastecimento que não possuem etapa de desinfecção da água. Nesses casos, os esforços devem ser concentrados em medidas que visem à implantação da etapa de desinfecção.

Em função da fácil degradação das formas de cloro livre na água (ácido hipocloroso e íon hipoclorito), a análise do parâmetro cloro residual livre deve ser realizada em campo imediatamente após a coleta, de forma a garantir um resultado mais preciso.

Turbidez

O parâmetro Turbidez apresenta importância e interpretação distinta em função do local em que é realizada a coleta da amostra, bem como das características do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano. A fim de facilitar o entendimento adequado do emprego desse parâmetro nas diversas situações de abastecimento de água, bem como a interpretação dos resultados obtidos, seguem algumas considerações (BRASIL, 2010).

- (i) Pós-filtração: a turbidez é parâmetro indicador da otimização da etapa de filtração na remoção de partículas e, por conseguinte, da remoção de organismos patogênicos com características semelhantes, a exemplo de (oo)cistos de protozoários. Por isso, constitui excelente parâmetro para otimização das plantas de tratamento com vistas a proporcionar a máxima proteção à saúde. Muito embora se reconheça que o atendimento dos valores preconizados pela legislação de potabilidade de água não garante a ausência desses patógenos, deve-se buscar efluentes filtrados com valores de turbidez os mais baixos possíveis (Bastos et al., 2000; 2001; BRASIL, 2011; USEPA, 2006).
- (ii) Pré-desinfecção: valores de turbidez acima de 1,0 uT indicam uma concentração de partículas em níveis potencialmente prejudiciais ao processo de desinfecção, seja pela possibilidade de servir de abrigo aos organismos patogênicos e protegê-los da ação do agente desinfetante ou devido ao consumo excessivo do produto utilizado na desinfecção, aumentando a sua demanda e, por conseguinte, a dosagem necessária.
- (iii) Pós-desinfecção/sistema de distribuição: valores elevados de turbidez na água distribuída podem indicar ineficiência do tratamento ou o comprometimento do sistema de distribuição, por exemplo, devido a infiltrações na rede, formação de biofilmes ou intermitência do fornecimento

de água. Além disso, águas com turbidez acima de 5,0 uT podem causar rejeição da população pela sua aparência turva e, conseqüentemente, a busca por fontes alternativas não seguras.

Diferentemente do que ocorre para o parâmetro cloro residual livre, à água tratada apresenta baixa variação da turbidez ao longo do tempo. Assim, essa análise deve ser preferencialmente realizada nos laboratórios de saúde pública, a exceção dos municípios que já possuem o equipamento de campo, os quais devem observar sempre a calibração do mesmo e a higienização dos recipientes de coleta.

Coliformes totais/*Escherichia coli*

Coliformes totais

O grupo das coliformes totais contempla bactérias de vida livre, as quais podem ocorrer naturalmente no solo, na água e em plantas e não possuem qualquer relação com poluição da água por material fecal. Esse grupo de bactérias, em teoria, é mais resistente do que as bactérias patogênicas. Nesse sentido, o emprego exclusivo desse indicador (coliformes totais) para avaliação da qualidade da água, especialmente as de fontes individuais, pode levar a superestimativa dos riscos à saúde associados ao consumo de água.

- (i) Água não tratada: muito embora a simples presença de coliformes totais em uma dada amostra pode não guardar qualquer relação com poluição da água por material fecal, tal fato não deve ser de todo negligenciado, servindo como alerta a uma possível exposição da fonte a focos de poluição/contaminação.
- (ii) Saída do tratamento: o monitoramento de coliformes totais após a etapa de desinfecção permite avaliar a eficiência desse processo na inativação de bactérias. Sendo assim, o teste de presença ou ausência de coliformes totais é suficiente para atestar a qualidade bacteriológica da água na saída do tratamento, sendo que a presença desses microrganismos indica a necessidade de investigação e execução de medidas corretivas.
- (iii) Sistema de distribuição: mesmo quando o tratamento da água é adequado e elimina as bactérias patogênicas, a água pode, por motivos diversos, deteriorar-se ao longo da sua distribuição ou em função de condições inadequadas de reservação. E muito embora não guarde relação **conclusiva** com contaminação de origem fecal, a presença de bactérias do grupo coliformes totais no sistema de distribuição (reservatórios e rede) pode indicar possíveis deficiências do processo de desinfecção, bem como do sistema de distribuição, indicando, por si só, a necessidade de investigação e execução de medidas corretivas.

É importante ressaltar que a fase pré-analítica tem fundamental importância para a confiabilidade dos resultados, por isso a coleta de amostras de água tratada deve ser realizada de acordo com as boas práticas laboratoriais, utilizando recipientes de coleta devidamente preparados para este tipo de análise, estéril e com adição de tiosulfato de sódio.

Escherichia coli

A detecção de bactérias do grupo coliformes totais, no qual se inclui a *Escherichia coli*, não indica necessariamente contaminação da água bruta (*in natura*) com matéria fecal, no entanto, guarda grande importância como indicadores da qualidade da água tratada.

O estágio atual do conhecimento em Microbiologia Sanitária permite caracterizar o microrganismo *Escherichia coli* como o mais preciso indicador da contaminação da água por material fecal, sendo a sua presença um indício da ocorrência de micro-organismos patogênicos. Por isso, a portaria de potabilidade estabelece que a água para consumo humano deve ser isenta de *Escherichia coli* em qualquer situação.

A fim de facilitar e ajustar o entendimento da importância dos parâmetros coliformes totais e *Escherichia coli* para as diversas situações relacionadas ao abastecimento de água, bem como a interpretação dos resultados obtidos, seguem algumas considerações (BRASIL, 2010).

- (i) Saída do tratamento: a presença de *Escherichia coli* na saída do tratamento, após o processo de desinfecção, explicita a deficiência desse processo empregado e exige medidas imediatas para correção do problema.
- (ii) Sistema de distribuição: a detecção de *Escherichia coli* na água do sistema de distribuição é um sinal inequívoco de tratamento insuficiente da água ou de (re)contaminação fecal durante a distribuição da mesma. Nesse caso, torna-se necessária a execução de ações corretivas para o reestabelecimento da normalidade.

Cômputo das amostras

A descrição sobre o emprego dos parâmetros coliformes totais e *Escherichia coli* para as diversas situações relatadas pode ser resumida da seguinte maneira:

- (i) amostras de água tratada (submetida à desinfecção) devem ser submetidas à análise de coliformes totais e, caso o resultado da análise seja positivo (presença de coliformes totais), exige-se a realização de análise específica para *Escherichia coli*;

- (ii) amostras de água natural (não submetida à desinfecção) devem ser submetidas à análise específica para *Escherichia coli*, sendo facultada a realização de análise para o parâmetro coliformes totais. Ressalta-se que a análise específica para *Escherichia coli* poderia ser dispensada, caso a amostra fosse previamente submetida à análise para coliformes totais, com resultado negativo (ausência de coliformes totais).

Em função das características dos grupos coliformes totais e *Escherichia coli*, estabeleceu-se um único número mínimo mensal de amostras de água a serem avaliadas em termos bacteriológicos. Para efeito de cômputo da quantidade de análises realizadas, esclarece-se que será contabilizada uma amostra quando:

- uma mesma amostra de água for analisada para ambos os parâmetros (coliformes totais e *Escherichia coli*);
- uma amostra de água seja analisada para apenas um parâmetro (coliformes totais ou *Escherichia coli*), conforme admitido acima¹.

Fluoreto

O monitoramento da concentração do íon fluoreto na água para consumo humano tem duas abordagens principais, conforme descrito a seguir (BRASIL, 2010).

- (i) SAA ou SAC providos da etapa fluoretação: o monitoramento visa à avaliação do controle operacional, em termos da dosagem de fluoreto aplicada, bem como a observação do VMP estabelecido no padrão de potabilidade. A concentração de fluoreto deve estar dentro do que recomenda a Portaria GM/MS nº 635, de 26 de dezembro de 1975, e não pode ultrapassar o VMP definido no padrão de potabilidade (1,5 mg/L).
- (ii) SAA, SAC ou SAI desprovidos da etapa fluoretação²: o monitoramento visa à verificação do atendimento do VMP estabelecido no padrão de potabilidade (1,5 mg/L). Quando encontrados valores que superam esse VMP, em se pensando no uso dessa água para consumo humano, deve ser avaliada a necessidade de implantação de tratamento específico para remoção de fluoreto, principalmente em localidades com histórico de ocorrência natural de fluoreto em concentrações elevadas.

¹ Uma amostra de água pode ser analisada para apenas um parâmetro quando, em qualquer situação, a análise de coliformes totais resultar em ausência desse grupo de bactérias ou quando, em amostras de água não submetida à desinfecção, for realizada apenas a análise específica de *Escherichia coli*.

² Admite-se atenuação do plano de amostragem excepcionalmente em municípios atendidos por sistemas ou soluções de abastecimento nos quais não é realizada a fluoretação da água e, ou localizados em regiões sem histórico de ocorrência natural de fluoreto na água (concentração de fluoreto inferior a 1,5 mg/L).

4.2. Plano de Monitoramento de Agrotóxicos

O **plano de monitoramento de agrotóxicos** na água para consumo humano deve ser elaborado pelos técnicos da Secretaria de Saúde dos Estados, de forma conjunta com técnicos das Secretarias Municipais de Saúde. No caso do Distrito Federal, a Secretaria de Saúde deve elaborar o plano em articulação com os técnicos responsáveis pelas Regiões Administrativas.

Dessa forma, a elaboração do plano de monitoramento permite considerar as especificidades locais e, por conseguinte, priorizar municípios com maior probabilidade de ocorrência de agrotóxicos na água de consumo humano, por exemplo, aqueles abastecidos por mananciais cuja bacia de contribuição apresenta uso (ou histórico de uso) intenso de agrotóxicos.

A elaboração do Plano de Monitoramento de Agrotóxicos deve observar os seguintes passos:

- Levantamento dos agrotóxicos com uso mais difundido no estado e da periodicidade de aplicação dessas substâncias;
- Definição dos agrotóxicos prioritários a serem analisados, de acordo com o levantamento realizado e com o disposto no padrão de potabilidade;
- Levantamento da capacidade analítica disponível;
- Definição do número de amostras a serem coletadas;
- Definição da frequência de amostragem, considerando a periodicidade de uso de agrotóxicos e a sazonalidade das culturas (período de chuvas ou início da seca);
- Definição dos pontos de coleta e, se necessário, municípios prioritários.

Ressalta-se que para a implantação do monitoramento proposto, quando o abastecimento se der por Sistema de Abastecimento de Água (SAA), sugere-se como ponto de coleta das amostras a rede de distribuição. Para Solução Alternativa Coletiva (SAC), o ponto de consumo humano deve ser o local para coleta das amostras.

4.3. Plano de Monitoramento Específico

O **Plano de Monitoramento Específico** na água para consumo humano deve ser elaborado pelos técnicos da Secretaria de Saúde dos Estados, Distrito Federal e Municípios, considerando as especificidades regionais e locais e a importância para a saúde pública. Os planos devem conter a

definição das substâncias e, ou microrganismos a serem monitorados, número de amostras a serem analisadas e o período e frequência de monitoramento.

A definição dos parâmetros que compõem o plano de monitoramento específico da qualidade da água pode ser subsidiada pelos parâmetros previstos no padrão de potabilidade (por exemplo, substâncias químicas orgânicas e inorgânicas, *Cryptosporium*, cianobactérias/cianotoxinas, organolépticos e produtos secundários da desinfecção) que representam risco à saúde da população. No entanto, parâmetros não citados no padrão de potabilidade podem ser selecionados.

Essa seleção deve considerar os seguintes aspectos:

- potencial tóxico das substâncias químicas que podem estar presentes na água (naturalmente ou por contaminação);
- intensidade de uso de substâncias químicas – uso industrial, agrícola e no tratamento da água;
- dados sobre ocorrência de substâncias químicas em mananciais de abastecimento e em águas tratadas;
- potencial de ocorrência de substâncias químicas em mananciais de abastecimento e em águas tratadas;
- técnicas analíticas de determinação das substâncias em amostras de água.

4.4. Plano de Monitoramento para Evento de Saúde Pública

Em situações de emergências em saúde pública (desastres ambientais, surtos ou epidemias, acidentes com produtos perigosos, entre outros) o monitoramento da qualidade da água pode ser ampliado de forma emergencial, e novos parâmetros ou agentes específicos, mesmo que não componham o padrão de potabilidade vigente, podem ser analisados com vistas a identificar sua presença na água.

De acordo com as especificidades de cada evento, as Secretarias de Saúde dos Estados, Distrito Federal e Municípios deverão realizar avaliação do cenário em questão e, conseqüentemente, observar a necessidade de ampliação do monitoramento de rotina e de implementação de monitoramento específico para o evento. A ampliação do plano de amostragem deve considerar a definição dos pontos/locais de coleta de amostras e os parâmetros a serem analisados, com vistas à identificação do agente, químico ou biológico, e de possíveis fontes de contaminação, bem como à implementação de medidas de controle e ações corretivas.

Em eventos de massa, com o objetivo de garantir o fornecimento de água segura, deve ser estabelecido um plano de monitoramento da qualidade da água contemplando locais estratégicos como arenas, hotéis, escolas ou outros locais que receberão muitas pessoas, com ações antes e durante a realização do evento. Destaca-se a necessidade de realização de rigorosa inspeção nas formas de abastecimento de água disponíveis, bem como das instalações hidrossanitárias internas dos locais de hospedagem e aglomeração de pessoas, preferencialmente antes da realização do evento e do início do monitoramento.

5. IMPLANTAÇÃO DO PLANO DE AMOSTRAGEM

Nos itens seguintes são apresentadas sugestões de informações mínimas voltadas à elaboração do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano. Ressalta-se que informações adicionais poderão ser fundamentais, conforme características específicas do local ou das formas de abastecimento existentes. Além disso, sugere-se a utilização de mapas do município, que poderão facilitar a visualização e localização das informações levantadas.

5.1. Informações necessárias à elaboração do Plano de Amostragem

Caracterização geográfica das áreas abastecidas

Uma vez que o plano de amostragem tem como intuito a verificação da qualidade da água distribuída à população, deve incluir um conhecimento prévio da área em que será realizado o monitoramento da qualidade da água, neste caso, é necessária a coleta de informações, o mais detalhada possível, sobre o abastecimento de água do município, incluindo características da bacia contribuinte e dos mananciais de captação.

Destaca-se ainda, a importância de se realizar um levantamento das formas de abastecimento de água (SAA, SAC e SAI) em operação no município e respectivas localidades e populações abastecidas. Assim, torna-se importante dispor de informações, tais como:

- Cobertura populacional abastecida por cada forma de abastecimento de água (SAA, SAC e SAI);
- Mapa que possibilite a visualização da distribuição da população no município (incluindo a diferenciação de zonas urbana e rural), preferencialmente contendo a localização das formas de abastecimento;
- Cobertura da população atendida por rede de coleta de esgotos;

- Planta e, ou esquema do sistema de esgotamento sanitário (rede coletora, pontos de lançamento, estações de tratamento de esgotos, entre outras);
- Mapeamento das instituições que abriguem populações vulneráveis, tais como serviços de saúde (por exemplo, hospitais e clínicas de hemodiálise), escolas, creches e asilos;
- Distribuição espacial e temporal de casos e surtos das doenças de transmissão hídrica;
- Mapeamento das áreas de grande circulação, tais como centros comerciais, terminais de passageiros, locais de eventos, entre outras;
- Mapeamento das fontes de poluição existentes a montante dos pontos de captação superficial (esgotos sanitários, resíduos sólidos, efluentes industriais, áreas contaminadas, áreas sujeitas a inundações, secas, entre outras);
- Mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia contribuinte;
- Mapeamento geológico e pedológico (tipos de solo) da bacia contribuinte.

Caracterização dos Sistemas e Soluções Alternativas de Abastecimento de Água

Em se conhecendo as formas de abastecimento de água existentes no município, torna-se necessário o levantamento das características de projeto e operação dos sistemas e, ou soluções alternativas de abastecimento de água, bem como dos dados de qualidade da água existentes. Para isso, é necessário o levantamento das informações relacionadas, tais como:

- Planta e, ou esquema dos sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água, incluindo manancial de captação, estação de tratamento de água, reservatórios e rede/canalização de distribuição, zonas de pressão, entre outras;
- Relatórios de inspeção sanitária dos sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água;
- Histórico operacional da forma de abastecimento: frequência de limpeza das operações unitárias (floculador, decantador, reservatórios, etc.), frequência de lavagem de filtros e duração da carreira de filtração, etc.;
- Resultados das análises do Controle da qualidade da água proveniente dos sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água, realizadas pelos respectivos responsáveis;
- Resultados das análises da Vigilância da qualidade da água proveniente dos sistemas e soluções alternativas, coletivas e individuais, de abastecimento de água;

- Dados sobre a localização das obras e manutenção da rede de distribuição e zonas de intermitência do abastecimento de água;
- Histórico de queixas e reclamações sobre a qualidade da água.

5.2. Definição dos Pontos de Coleta de Amostras

A definição dos pontos de coleta de amostras pode ser realizada por meio de uma composição entre pontos críticos e não críticos, fixos e variáveis. A escolha desses pontos deve considerar a caracterização socioeconômica e do abastecimento de água das áreas abastecidas sob uma abordagem de análise de risco.

A representatividade das amostras coletadas pode ser alcançada por meio da identificação de vulnerabilidades (ou situações de risco) e de critérios de distribuição geográfica que garantam a distribuição espacial das coletas. A identificação de situação de risco envolve, por exemplo, a escolha de pontos de coleta em locais de grande circulação ou em instituições que abriguem populações vulneráveis (hospitais, clínicas de hemodiálise, creches, escolas, entre outras). Os critérios de distribuição geográfica devem envolver a escolha de pontos que permitam uma amostragem do universo da população e das formas de abastecimento e consumo de água no município.

A priorização das formas de abastecimento a serem monitoradas deve considerar fatores como:

- i. os percentuais de cobertura populacional relativos às formas de abastecimento existentes;
- ii. percentual de atendimento ao padrão de potabilidade das formas de abastecimento existentes calculado com base nos dados de controle;
- iii. percentual de atendimento ao padrão de potabilidade das formas de abastecimento existentes calculado com base nos dados dados de vigilância;
- iv. situações em que os dados de vigilância e controle divergem de modo considerável e sistemático;
- v. existência de consumidores vulneráveis;
- vi. ocorrência de agravos e doenças de transmissão hídrica; etc.

Ressalta-se que, em geral, as soluções alternativas de abastecimento de água (coletivas e individuais) são mais susceptíveis à contaminação se comparadas aos sistemas de abastecimento de água. Além disso, o monitoramento da qualidade da água de soluções alternativas individuais é de

responsabilidade exclusiva do setor saúde. Diante do exposto, essas formas de abastecimento oferecem, em geral, maior risco à saúde, e, portanto, devem ser tratadas como prioritárias.

Sabe-se, também, que muitas dessas soluções, coletivas ou individuais, não são dotadas de tratamento. Nesses casos, o monitoramento deve ser acompanhado de ações como: (i) orientação para seleção de mananciais mais seguros ou de melhor qualidade; (ii) proteção do manancial de captação de água; (iii) implementação de programas de educação em saúde com foco na proteção da qualidade da água, por meio do princípio de múltiplas barreiras e de programas de boas práticas. Essas atividades podem, por vezes, ser mais efetivas que o monitoramento laboratorial da qualidade da água, podendo até mesmo substituí-lo em determinadas situações.

Sugere-se que ao realizar o cadastramento ou atualização de cadastro das soluções alternativas, a mesma seja visitada e sejam coletadas amostras de água para envio ao laboratório de saúde pública. Essa coleta e o cadastramento realizado poderão auxiliar no planejamento das ações relativas a essas soluções.

Com relação aos Sistemas de Abastecimento de Água, embora se recomenda a continuação do monitoramento da qualidade da água, a vigilância deve intensificar a realização de outras ações, tais como:

- (i) avaliação sistemática dos resultados referentes ao monitoramento da qualidade da água realizado pelo responsável pelo abastecimento (controle);
- (ii) realização de inspeções sanitárias;
- (iii) atuação conjunta com os responsáveis pelo abastecimento (por exemplo, na definição dos pontos de coleta do plano de amostragem dos responsáveis pelo abastecimento, obedecendo aos princípios expressos nas diretrizes da vigilância, incorporando o olhar da saúde à visão operacional do controle);
- (iv) cobrança efetiva, junto aos responsáveis pelos sistemas ou soluções alternativas coletivas de abastecimento de água, de providências para adequação da qualidade da água distribuída sempre que detectadas inconformidades por meio da análise de dados do Sisagua (de monitoramento da qualidade da água ou de inspeções sanitárias).

Há de se considerar, ainda, características peculiares a sistemas providos por mananciais superficiais e subterrâneos. Nesse contexto, sabe-se que os mananciais superficiais são caracterizados por maior variabilidade das características do que os mananciais subterrâneos, repercutindo diretamente na estabilidade operacional e na qualidade da água produzida, e exigindo-se, assim, maior atenção .

De forma a orientar a elaboração do plano de amostragem, são apresentados, a seguir, alguns critérios para seleção de áreas prioritárias para coleta de amostras, seguindo o princípio de riscos à saúde:

- Áreas mais densamente povoadas;
- Áreas de grande circulação (centros comerciais e terminais rodoviários e aeroportuários);
- Áreas que, do ponto de vista epidemiológico, justifiquem atenção especial (por exemplo, histórico de ocorrência de casos de doenças de transmissão hídrica);
- Cobertura populacional por cada forma de abastecimento de água;
- Formas de abastecimento que atendem a populações mais vulneráveis (estabelecimentos de saúde – clínicas de hemodiálise, hospitais, etc., estabelecimentos de ensino – escolas, creches etc., cadeia, hotelaria);
- Histórico da qualidade da água em desconformidade ao padrão de potabilidade (monitoramento realizado pelo controle e, ou vigilância);
- Histórico de reclamações dos serviços ou de denúncias pela população;
- Localidades atingidas por enchentes;
- Ocorrência de flúor natural;
- Sazonalidade do uso de substâncias químicas, por exemplo agrotóxicos;
- Sistemas ou soluções desprovidos do tratamento mínimo estabelecido na Portaria de Potabilidade da Água ou sem identificação de responsável;
- Situações de abastecimento emergencial (por exemplo, por meio de veículo transportador);
- Tipo de manancial utilizado;
- Uso e ocupação do solo da bacia de captação;
- Zonas de vulnerabilidade da rede de distribuição (zonas de baixa pressão, áreas com intermitência, pontas de rede);
- Áreas com populações em situação sanitária precária, deficiência dos serviços de saneamento (drenagem, coleta de lixo e de esgotos);
- Áreas urbana e rural;
- Índice de Desenvolvimento Humano - IDH;
- Locais com populações expostas em áreas contaminadas;

- Existência de atividades potencialmente poluidoras (indústrias, lixões, pontos de lançamento de esgoto, cemitérios, etc.);
- Vulnerabilidades operacionais e estruturais verificadas durante inspeções.

Ressalta-se que poderão ser contemplados todos ou apenas alguns critérios listados, em função das características de cada município. Posteriormente, devem-se definir os pontos de coleta de amostras em função de especificidades locais ou das formas de abastecimento.

Em consonância com as prioridades do Programa Vigiagua, as sugestões para definir os pontos de coleta aqui apresentadas são divididas entre pontos prioritários e secundários (Tabela 3). O termo prioritário refere-se basicamente aqueles pontos a serem incluídos nas ações rotineiras ou relacionados a eventos de grande importância à saúde; o termo secundário se refere àqueles pontos que, embora não sejam comumente incluídos na rotina, podem, em condições eventuais ou específicas, ser monitorados pela vigilância.

Tabela 3: Sugestões de critérios a serem observados na definição dos pontos de amostragem do monitoramento da vigilância da qualidade da água para consumo humano.

	Prioritários	Secundários
Pontos de coleta	Pontos na rede de distribuição: rede nova e antiga, zonas altas e zonas baixas, zonas de alta e baixa pressão, pontas de rede; Pontos do sistema de distribuição monitorados ou não pelo controle; Ponto de consumo de água de soluções alternativas. Saída do tratamento; Entrada no sistema de distribuição; Saída de reservatórios de distribuição.	Ligações intradomiciliares; Ponto de captação de água ⁽¹⁾ . Etapas intermediárias do tratamento: pré-filtração (ou água decantada), pós-filtração, pré-desinfecção ⁽¹⁾ .

(1) Embora se reconheça como prioridade do setor saúde o monitoramento da qualidade da água distribuída à população, eventualmente ou em casos específicos o monitoramento da qualidade da água bruta e, ou em etapas intermediárias do tratamento pode ser necessário, principalmente quando identificados na água distribuída substâncias ou microrganismos para os quais a técnica de tratamento empregada apresenta eficiência nula ou limitada, ocorrência de eventos relacionados à saúde sem causa eminente, quando identificadas elevadas variações na qualidade da água tratada ou quando realizadas inspeções sanitárias.

Metodologia para espacialização e priorização de pontos de coleta de amostras

A espacialização geográfica e priorização de áreas e pontos de coletas a serem monitoradas pela vigilância da qualidade da água para consumo humano constituem importantes etapas da elaboração

de um plano de amostragem e devem basear-se na avaliação dos riscos associados à saúde da população abastecida.

Várias são as metodologias disponíveis e aplicáveis para a definição desses pontos, dentre elas a metodologia descrita a seguir, que se baseia em uma abordagem relativamente simples, por meio da construção de uma matriz semiquantitativa de priorização de risco como subsídio para a definição de áreas e pontos de coleta prioritários. A seguir são apresentadas as etapas a serem seguidas para a espacialização e priorização de pontos de coleta de amostras utilizando a matriz.

Etapa1: Definição de áreas prioritárias

- a) Primeiramente, deve-se realizar o levantamento das divisões administrativas (bairros, distritos, povoados, etc.) do município, ou realizar outra divisão que considere características similares entre as áreas. Cada área deve ser submetida à avaliação por meio da matriz.
- b) Após a definição das divisões do município, devem ser levantados, em cada área, critérios de significado para a saúde pública. A seguir são apresentados alguns exemplos de critérios que podem ser utilizados:
 - (i) percentual da população abastecida por sistema de abastecimento de água;
 - (ii) percentual da população abastecida por sistema sem tratamento;
 - (iii) percentual da população abastecida por solução alternativa coletiva;
 - (iv) percentual da população abastecida por solução alternativa coletiva sem tratamento;
 - (v) percentual da população abastecida por solução alternativa individual;
 - (vi) percentual da população atendida por rede de coleta de esgotos;
 - (vii) existência de instituições que abriguem populações vulneráveis;
 - (viii) variação percentual de casos de doenças de transmissão hídrica;
 - (ix) existência de áreas de grande circulação de pessoas;
 - (x) número de reclamações e queixas de intermitência ou falta de água.
- c) Definir as classes de cada critério. Por exemplo, para o critério “percentual da população abastecida por solução alternativa coletiva sem tratamento”, podem ser utilizadas as seguintes classes: 100 a 80%; 80 a 60%; 60 a 40%; 40 a 20% 20 a <10%.

d) Atribuir pesos para cada classe, que concede maior ou menor importância a cada faixa. Os pesos assumidos variam de menor a maior grau de risco, para cada critério, ou seja, quanto maior o peso, maior o risco que o critério representa à saúde da população abastecida. Sugere-se a seguir descritores para os pesos a serem utilizados, no entanto, essa classificação pode ser alterada de acordo com especificidades locais:

Peso 1: Insignificante.

Pesos 2: Baixo.

Pesos 3: Moderado.

Peso 4: Grave.

Peso 5: Muito grave.

e) Elaborar a Matriz Semiquantitativa para cada área do município, conforme o exemplo a seguir.

Tabela 4 – Proposta de matriz para definição de áreas prioritárias.

Critérios	Pesos				
	1	2	3	4	5
Percentual da população abastecida por SAA	100-80	80-60	60-40	40-20	20-0
Percentual da população abastecida por SAA que recebe água sem tratamento	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Percentual da população abastecida por SAC	0-20	20-60	60-100		
Percentual da população abastecida por SAC que recebe água sem tratamento	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Percentual da população abastecida por SAI	0-20	20-60	60-100		
Percentual da população atendida por rede de coleta de esgotos;	100-80	80-60	60-40	40-20	20-0
Existência de instituições que abriguem populações vulneráveis	0	0-5	5-10	10-15	>15
Variação percentual de casos de doenças de transmissão hídrica	0	0-25	25-75	75-100	>100
Existência de áreas de grande circulação de pessoas	0	0-5	5-10	10-15	>15
Número “mensal” de reclamações e queixas de intermitência ou falta de água	0	0-5	5-10	10-15	>15

f) Classificar a área segundo cada critério, ou seja, selecionar a classe em que a área corresponde, de acordo com o critério utilizado.

g) Somar os pesos correspondentes às classes selecionadas.

- h) A priorização de áreas deve ser realizada com base no valor atingido pelo somatório dos pesos atribuídos a cada critério para cada área.

OBSERVAÇÃO: Destaca-se que critérios, pesos e classes aqui assumidos podem ser adaptados conforme especificidades locais e; ou conhecimento técnico do ator do setor saúde.

Etapa 2: Definição de pontos de coleta prioritários das áreas prioritárias

- a) Para a priorização de pontos de coleta de amostras, deve-se, após a seleção das áreas prioritárias, avaliar as condições sanitárias das formas de abastecimento existentes, SAA, SAC e/ou SAI, considerando critérios de significado para a saúde pública. A seguir são apresentados alguns exemplos de critérios que podem ser utilizados:

- (xi) Percentual da população abastecida;
- (xii) Existência de tratamento;
- (xiii) Percentual “mensal” de amostras fora do padrão para “cloro residual livre”;
- (xiv) Percentual “mensal” de amostras com presença de “*E. coli*” no sistema de distribuição;
- (xv) Percentual “mensal” de amostras com presença de “coliformes totais” na saída do tratamento;
- (xvi) Número “mensal” de reclamações e queixas.

- b) Definir as classes de cada critério.

- c) Atribuir pesos para cada classe, que concede maior ou menor importância a cada faixa. Os pesos assumidos variam de menor a maior grau de risco, para cada critério, ou seja, quanto maior o peso, maior o risco que o critério representa à saúde da população abastecida. Sugere-se a seguir descritores para os pesos a serem utilizados, no entanto, essa classificação pode ser alterada de acordo com especificidades locais:

Peso 1: Insignificante.

Pesos 2: Baixo.

Pesos 3: Moderado.

Peso 4: Grave.

Peso 5: Muito grave.

- d) Elaborar a Matriz Semiquantitativa para cada forma de abastecimento de água do município, conforme o exemplo a seguir.

Tabela 5 – Proposta de matriz para especialização de pontos de coletas de sistema de abastecimento de água

Critérios	Pesos				
	1	2	3	4	5
Percentual da população abastecida	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Existência de tratamento	SIM				NÃO
Percentual “mensal” de amostras fora do padrão para “cloro residual livre”	0	0-25	25-50	50-75	75-100
Percentual “mensal” de amostras com presença de “ <i>E. coli</i> ” no sistema de distribuição/ponto de consumo	0				>0
Percentual “mensal” de amostras com presença de “coliformes totais” na saída do tratamento	0				>0
Percentual “mensal” de amostras com presença de “coliformes totais” no sistema de distribuição	0	0-25	25-50	50-75	75-100
Número “mensal” de reclamações e queixas	0	0-5	5-10	10-15	>15

- e) Classificar os pontos segundo cada critério, ou seja, selecionar a classe correspondente, de acordo com a realidade da forma de abastecimento e o critério utilizado.
- f) Somar os pesos correspondentes às classes selecionadas.
- g) A priorização dos pontos de coleta deve ser realizada com base no valor atingido pelo somatório dos pesos atribuídos a cada critério.

OBSERVAÇÃO: Cada uma das formas de abastecimento existentes deve ser submetida à avaliação por meio da Matriz. Destaca-se que tanto os pontos de coleta quanto os critérios, pesos e faixas aqui assumidos devem ser adaptados conforme especificidades locais e/ou conhecimento técnico do ator do setor saúde.

5.3. Procedimentos e Programação de Coleta de Amostras de Água para Consumo Humano

A etapa de amostragem é crucial no processo de vigilância da qualidade da água para consumo humano, pois a amostra deve representar de forma fidedigna a situação da água no momento da coleta. Desta forma, segue um roteiro para a realização do monitoramento da qualidade da água:

Etapa 1 – Planejamento

1. Elaborar, juntamente com o laboratório de saúde pública, o plano de amostragem, que deverá conter os parâmetros a serem monitorados, frequência de coleta e número de amostras a serem analisadas;
2. Definir cronograma de encaminhamento das amostras ao laboratório de saúde pública, de acordo com a capacidade instalada nos laboratórios municipal, regional, estadual ou nacional, selecionados para envio das amostras;
3. Selecionar os pontos de coleta (endereços de coleta) e definir um roteiro que contemple o plano de amostragem elaborado;
4. Preencher as fichas de solicitação de análise no sistema de gerenciamento de ambiente laboratorial (GAL).

Etapa 2 – Infraestrutura e materiais de coleta

1. Definir as quantidades de frascos/bolsas de coleta a serem levados a campo, em função dos parâmetros a serem analisados e da quantidade de amostras a serem analisadas;
2. Definir, quando necessário, os procedimentos para conservação das amostras;
3. Verificar a existência de tiosulfato de sódio (inibidor de cloro) nos frascos/bolsas de coleta para análise microbiológica proveniente de sistemas e, ou, soluções alternativas que sejam submetidas à cloração;
4. Verificar o prazo de validade da esterilização dos frascos de vidro ou das bolsas de coleta;
5. Levar sempre frascos/bolsas sobressalentes para o caso de ocorrência de contaminação ou danificação;
6. Selecionar e checar equipamento ou kit de medição de campo (análises de cloro residual livre ou cloro residual combinado ou dióxido de cloro), verificar calibração do equipamento, a existência de reagentes e seu prazo de validade;
7. Separar todo o material de apoio necessário para a coleta: solução de hipoclorito de sódio 100mg/L, algodão, avental, barbante para amarrar frascos de coleta para amostragem de água

em profundidade, caixa térmica, etiquetas para identificação de amostras, fita crepe, gelo reciclável, luvas e máscaras descartáveis, papel-toalha, pincel atômico e caneta esferográfica, fichas de solicitação de análise (GAL), sacos plásticos para acondicionamento dos frascos e para descartes de resíduos; termômetro; tesoura;

8. Agendar o transporte.

Etapa 3- Operacional

Procedimentos de coleta de águas no sistema de distribuição

1. Identificar-se ao proprietário quando a coleta for realizada em imóveis particulares, apresentando crachá de identificação, esclarecendo o objetivo da coleta a ser realizada;
2. Verificar a existência de torneira junto ao cavalete, no caso de sistema de abastecimento de água;
3. Abrir a torneira e deixar escoar por dois a três minutos, ou o tempo suficiente para eliminar a água estagnada na tubulação. A torneira não deverá ter aeradores ou filtros, nem apresentar vazamento. É necessário ter certeza que a água seja proveniente da rede de distribuição e não de caixas ou reservatórios internos, por meio do teste de cavalete. Esse teste consiste em fechar o registro de entrada de água da rede de distribuição e abrir a torneira indicada para a coleta; se não houver escoamento de água pela torneira, conclui-se que realmente a água é proveniente da rede de distribuição;
4. Se necessário, a torneira pode ser limpa com aplicação de uma solução de hipoclorito de sódio 100mg/L. Neste caso, o excesso de hipoclorito de sódio deve ser removido antes da coleta. Para isso, abrir a torneira em jato forte, deixando a água escoar por aproximadamente 2 a 3 minutos. O objetivo desse procedimento é eliminar possíveis resíduos de desinfetante aplicado (hipoclorito de sódio) ou outras incrustações existentes na canalização, bem como deixar escoar a água que estava parada na rede de distribuição e no cavalete;
5. Para coleta em torneiras de reservatórios domiciliares os procedimentos são os mesmos dos 3º e 4º itens apresentados acima.
6. Se houver medida de temperatura, encher um frasco de plástico com um pouco de água para esse fim, enquanto se realizam os demais procedimentos, pois é necessário um tempo de contato entre a água e o termômetro para a estabilização da temperatura;
7. Identificar os frascos/bolsas de amostras;

8. Ajustar a abertura da torneira em fluxo médio, calçar as luvas de procedimentos e efetuar as coletas na seguinte sequência:
 - i. coleta para análise microbiológica;
 - ii. coleta para análise físico-química;
 - iii. medições de campo (pH, cloro residual total e livre).
9. O frasco não deve ser preenchido até a boca. A água deve atingir $\frac{3}{4}$ da altura do frasco para possibilitar a homogeneização do conteúdo.

Procedimentos de coleta em águas superficiais

- Encher o balde de aço inox ou a garrafa de Van Dorn de fluxo horizontal e distribuir seu volume proporcionalmente nos diversos frascos destinados aos ensaios químicos, como forma de garantir a homogeneidade da amostra, tomando o cuidado de manter um espaço vazio no frasco para sua posterior homogeneização;
- Efetuar as preservações necessárias.

Procedimentos de coleta em poços freáticos e profundos equipados com bomba

- A água do poço deve ser bombeada por tempo suficiente para eliminar a água estagnada na tubulação;
- A coleta deve ser realizada em uma torneira próxima da saída do poço ou na entrada do reservatório;
- Caso necessário, a torneira pode ser desinfetada com a aplicação de uma solução de hipoclorito de sódio 100mg/L. Neste caso, o excesso de hipoclorito de sódio deve ser removido antes da coleta;
- Realizar a determinação de cloro residual livre se o poço for clorado.

Procedimento de coleta em poços freáticos sem bomba

- A coleta deve ser realizada com auxílio de balde de aço inox e corda estéril. O conjunto balde e corda devem ser desembalados no momento da coleta, para evitar contaminação;

- Utilizar um conjunto para cada ponto de amostragem, para evitar a contaminação cruzada de um ponto de coleta para outro e, conseqüentemente, da própria amostra;
- Descer o balde até que afunde na água evitando-se o contato com as paredes do poço e da corda com a água. Após enchimento, retirá-lo com os mesmos cuidados supracitados;
- Realizar a determinação de cloro residual livre se o poço for clorado.

Procedimentos finais para todas as coletas realizadas.

- Completar o preenchimento da Ficha de solicitação de análise com todos os dados disponíveis, incluindo os dados medidos em campo e o horário do início do procedimento da coleta. A letra deve ser legível, de preferência em letra de fôrma para evitar dúvidas ou enganos;
- Acondicionar os frascos/bolsas com amostras de água em sacos plásticos para mantê-los protegidos do contato direto com o gelo reciclável, evitando inclusive que a identificação dos frascos seja comprometida;
- Organizar os frascos dentro da caixa térmica, de forma a evitar tombamentos;
- Fechar e lacrar a caixa térmica e enviar o material imediatamente ao laboratório.

Observações Gerais:

i) Atentar para o prazo máximo de transporte e realização das análises;

ii) Se no município existir laboratório de baixa complexidade, as análises de coliformes e de flúor serão realizadas no município. Caso não exista, identificar se há na regional, e não havendo, enviar para o laboratório do estado (LACEN);

iii) Antes da realização da coleta, entrar em contato com o LACEN, para verificar os trâmites necessários para a viabilização das análises das substâncias não realizadas pelo mesmo. Este será o responsável por encaminhar para um Laboratório de Referência Regional ou Nacional;

iv) Caso necessite de maiores esclarecimentos sobre coleta de amostras, consultar o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes industriais) no site da Agência Nacional de Água (ANA) (BRASIL,2011b): <http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2011/724-2011.pdf>.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destaca-se que o plano aqui proposto representa um plano de amostragem mínimo, no qual são listados os parâmetros básicos a serem monitorados na água proveniente dos sistemas ou soluções de abastecimento de água (os quais indicam a qualidade microbiológica da água), bem como de substâncias e, ou compostos químicos prioritários. Para o último grupo, são apresentadas diretrizes para elaboração de planos de amostragem para realidades específicas. Conforme mencionado anteriormente, técnicos da Secretaria de Saúde dos Estados, Distrito Federal e Municípios possuem autonomia para ampliação do número mínimo de análises aqui estabelecido e também a apreciação de outras substâncias.

Ressalta-se que, embora seja atividade primordial, o monitoramento não repercute, por si só, em qualquer proteção à saúde da população abastecida. Nesse sentido, para garantir a melhoria da saúde da população no que tange o abastecimento de água, é essencial que o monitoramento da qualidade da água seja acompanhado da abordagem integrada de boas práticas, múltiplas barreiras, metodologia de gerenciamento de riscos, programas de preservação de mananciais, capacitação de recursos humanos, controle de qualidade laboratorial, mecanismos de informação e comunicação de risco às autoridades de saúde pública e mecanismos eficientes de recebimento de queixas e de informações aos consumidores.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHBOLT, N. J., GRABOW, W. O. K., SNOZZI, M. Indicators of microbial water quality. In: FEWTRELL, L., BARTRAM J. eds. *Water quality—Guidelines, standards and health: Assessment of risk and risk management for water-related infectious disease*. London, IWA Publishing, pp. 289–315, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Portaria nº. 2.914 de 12 de dezembro de 2011*. 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*, 14 de dezembro de 2011a.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. *Resolução nº 724, de 3 de outubro de 2011*. Estabelece procedimentos padronizados para a coleta e preservação de amostras de águas superficiais para fins de monitoramento da qualidade dos recursos hídricos, no âmbito do Programa Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas (PNQA). *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 out. 2011b a. Seção 1, p.105*.

BARTRAM, J.; BALANCE, R. *Water Quality Monitoring - A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes*. Edited by Jamie Bartram and Richard Balance. Published on behalf of United Nations Environment Programme and the World Health Organization, 1996.

BASTOS, R.K.X.; BEVILACQUA, P.D.; NASCIMENTO, L.E; CARVALHO, G.R.M.; SILVA, C.V. Coliformes como indicadores da qualidade da água: alcance e limitações. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITARIA E AMBIENTAL, 27, 2000, Porto Alegre. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES/AIDIS, 2000. CD-ROM.

NIEMINSKI, E.C.; BELLAMY, W.D.; MOSS, L.R. Using Surrogate to Improve Plant Performance. *Journal American Water Works Association*. V.92, n.3, p.67–78, 2000.

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. National Primary Drinking Water. Regulations: long term 2 enhanced surface water treatment rule; Final Rule. *Federal Register – Part II – 40CFR, Parts 9, 141 and 142*. Thursday, January 5, 2006.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Guidelines for drinking water quality*. 4^a ed. Geneva: WHO, 2011. 541p.

8. APÊNDICE – ELABORAÇÃO DA DIRETRIZ NACIONAL DO PLANO DE AMOSTRAGEM DA VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

1. INTRODUÇÃO

A primeira versão do plano de amostragem a ser implementado pela Vigilância da qualidade da água para consumo humano foi publicada no documento “Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano”. Neste documento foram definidos os parâmetros a serem regularmente monitorados no plano de amostragem básico de rotina, bem como respectivos número mínimo de análises e frequência de monitoramento (BRASIL, 2006). O documento orienta também sobre a determinação das localidades onde devem ser coletadas as amostras de água.

As bases metodológicas que fundamentaram os cálculos foram estatísticas e tiveram como referência os textos publicados pela Organização Mundial da Saúde (OMS): “Adequacy of sample size in health studies” (Lemeshow *et al.*, 1990), e “Sample size determination in health studies” (Lwanga e Lemeshow, 1991).

A metodologia utilizada tem como concepção o cálculo do número de amostras suficiente para apontar anomalias no abastecimento de água a partir da proporção existente de amostras fora do padrão de potabilidade (o que é inerente à realidade de cada sistema de abastecimento de água) e do plano de amostragem estabelecido para o Controle.

Reconhecendo-se as limitações existentes a época, especificamente quanto ao banco de dados disponível, procedeu-se a atualização do número mínimo de análises a serem realizadas, a partir da mesma fundamentação utilizada na primeira versão do plano de amostragem, porém utilizando a série histórica dos dados de controle e vigilância da qualidade da água hoje disponível - obtida da base de dados do Sistema de Informação da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua).

2. METODOLOGIA

Os parâmetros a serem analisados pela Vigilância foram definidos tendo em vista o conhecimento já consolidado na literatura especializada sobre os indicadores da qualidade microbiológica da água para consumo humano (Ashbolt *et al.*, 2001; Bastos *et al.*, 2000; Nieminski *et al.*, 2000; USEPA, 2006; WHO, 2011).

Os parâmetros elencados para compor o plano de amostragem básico de rotina são: turbidez, cloro residual livre (ou outro composto residual ativo, caso o agente desinfetante utilizado não seja o cloro), coliformes totais / *Escherichia coli* e fluoreto. Os quatro primeiros devido à importância como indicadores básicos da qualidade microbiológica da água para consumo humano e o flúor por ser uma substância de incorporação obrigatória à água e devido ao seu significado de saúde (por deficiência ou excesso).

A metodologia utilizada para determinar o número mínimo de amostras para os parâmetros básicos de rotina foi a mesma utilizada na primeira versão do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água de consumo humano, a qual, como já destacado, é baseada na proporção existente de amostras fora do padrão de potabilidade (Equação 1).

$$n = \frac{z_{\frac{1-\alpha}{2}}^2 p(1-p)}{d^2} \quad \text{Eq. 01}$$

Onde:

- (i) p: proporção de interesse (proporção de amostras não conformes);
- (ii) α : nível de significância (quantil de uma distribuição normal);
- (iii) d: precisão desejada (margem de erro) – em função da precisão estimada para o controle da qualidade da água.

A fim de estimar o parâmetro p, foi realizada uma avaliação da base de dados do Sistema de Informação da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua) referente ao período compreendido entre 2007 e 2013.

De posse da avaliação e reconhecendo-se a evolução do Vigiagua em termos da quantidade e qualidade dos dados inseridos no Sisagua, optou-se por utilizar no cálculo a proporção de dados fora do padrão para o ano mais recente disponível (no caso, 2012, já que o ano de 2013 ainda não fora encerrado).

Ressalta-se, ainda, que foram considerados apenas os dados de controle da qualidade da água (dados de Sistemas e Soluções Alternativas Coletivas de Abastecimento de Água). Justifica-se o uso exclusivo de dados do controle em detrimento dos dados relativos à vigilância em virtude de se assumir que, muitas vezes, o monitoramento da vigilância da qualidade da água tende a ser realizado em situações de risco e, ou precariedade do abastecimento, o que poderia resultar em superestimativa do tamanho da amostra, e que os dados relativos ao controle tendem apresentar maior representatividade espacial.

Como proporção de amostras fora do padrão, tomou-se aquela que, por processo iterativo, associou o maior valor percentual de não conformidade do banco de dados a um número de amostras julgado viável ante ao cenário atual do Programa Vigiagua. Desse modo, foi utilizada a proporção de amostras fora do padrão equivalente ao percentil 80%. Isso significa dizer que, dos municípios com dados de controle de SAA e, ou de SAC no Sisagua, 80% possuem percentual de dados fora do padrão inferior ao utilizado no cálculo (Tabela 1).

Tabela 1 – Proporções de amostras fora do padrão utilizadas nas estimativas da quantidade de amostras.

Forma de abastecimento	Parâmetro	Proporção de amostras fora do padrão (Percentil 80%)
SAA	Cloro residual	2,14%
	Turbidez	2,74%
	Coliformes totais	1,71%
	Flúor	11,34%
SAC	Cloro residual	1,99%
	Turbidez	0,73%
	Coliformes totais	2,16%

Para o nível de significância (alfa) foi utilizado um valor igual a 0,10, que corresponde ao nível de significância de 90% e um quantil da distribuição de probabilidade normal, $Z_{0,95} = 1,65$. Um valor de α igual a 0,10 significa que 90% das proporções amostrais estarão dentro de 1,64 desvios-padrão da verdadeira proporção populacional (P). Por fim, foi utilizada uma margem de erro (d) 50% maior do que a utilizada pelo controle de qualidade da água.

A partir da aplicação da metodologia e critérios supracitados, foram calculados os números mínimos de amostras a serem analisadas em termos dos parâmetros Cloro residual livre, Turbidez, Coliformes Totais/*Escherichia coli* e Fluoreto, segundo as faixas populacionais definidas (Tabela 2).

Tabela 2: Número mínimo mensal de análises a serem realizadas pela vigilância qualidade da água para consumo humano, em função da população do município – metodologia estatística.

Parâmetro	População (mil habitantes)								
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-30	30-40	40-50	50-100	>100
CRL	9	11	11	11	11	11	11	11	11
Turbidez	6	9	9	9	9	9	9	9	9
Coliformes Totais	10	11	11	11	11	11	11	11	11
Flúor	5	10	15	18	27	36	44	53	67

Quanto aos valores aqui apresentados, estatisticamente não se justifica adotar o mesmo plano de amostragem para diferentes parâmetros, Coliformes Totais/*Escherichia coli*, Turbidez e, ou Cloro residual livre, uma vez que a proporção de ocorrência de dados não conformes com o padrão de potabilidade é diferenciada.

Entretanto, em termos de seu significado sanitário, os parâmetros podem apresentar informações complementares, assim, é importante avaliar em conjunto os valores encontrados nas análises de água para garantir maior consistência na avaliação dos resultados. Nesse contexto, é justificada a padronização dos quantitativos de análises a serem realizados para os parâmetros Coliformes Totais/*Escherichia coli*, Turbidez e; ou Cloro residual livre.

Ressalta-se, ainda, que os resultados obtidos demonstraram uma estabilização no número de amostras em pequenas faixas populacionais, dessa forma, todos os municípios com população superior ou igual a 10.000 habitantes teriam que realizar o mesmo número de análises para os parâmetros de monitoramento de rotina, à exceção do fluoreto. Diante disso, para esses parâmetros, julgou-se necessária a complementação da metodologia utilizada na definição do número de amostras para os municípios com população superior a 10.000 habitantes, com a aplicação de uma função matemática (Tabela 3).

Na Tabela 3 é apresentado o número mínimo de análises a serem realizadas em função da população do município, para os parâmetros Cloro residual livre, Turbidez, Coliformes Totais/*Escherichia coli*. Na Tabela 4 é apresentado o número mínimo de análises de fluoreto segundo a população do município.

Tabela 3 – Número mínimo mensal de amostras analisadas para os parâmetros Cloro residual livre, Turbidez, Coliformes totais/*Escherichia coli*, segundo a população do município - metodologia estatística e função matemática.

Parâmetros	População (hab.)					
Cloro residual livre*	0 a 5.000	5.001 a 10.000	10.001 a 50.000	50.001 a 200.000	200.001 a 500.000	Superior a 500.001
Turbidez						
Coliformes totais <i>Escherichia coli</i>	6	9	8+(1 para cada 7,5 mil habitantes)	10 +(1 para cada 10 mil habitantes)	20+(1 para cada 20 mil habitantes)	35+(1 para cada 50 mil habitantes)

Tabela 4 – Número mínimo mensal de amostras analisadas para o parâmetro fluoreto, segundo a população do município.

Parâmetro	População (hab.)					
Fluoreto	0 a 50.000	50.001 a 100.000	100.001 a 200.000	200.001 a 500.000	500.001 a 1.000.000	Superior a 1.000.000
	5	7	9	13	18	27

Destaca-se que o número mínimo mensal de análises do Plano de Amostragem aqui descrito (de rotina) é definido em função da população total do município e constitui um quantitativo único a ser distribuído para o monitoramento da qualidade da água referente às três formas de abastecimento de água (SAA, SAC e SAI).

Ressalta-se, ainda, que Estados, Distrito Federal e Municípios possuem autonomia para ampliar o número de análises a serem realizadas.

3. Referências Bibliográficas

LEMESHOW S, HOSMER DW, KLAR J, LWANGA S. *Adequacy of Sample Size in Health Studies*, John Wiley and Sons: New York published in behalf of the WHO, 1990.

LWANGA, S K; LEMESHOW, S. *Sample size determination in health studies' a practical manual*. World Health Organization, 1991.