

**Diretriz Nacional do Plano de
Amostragem da Vigilância em Saúde
Ambiental relacionada à qualidade
da água para consumo humano**

**Diretriz Nacional do Plano de
Amostragem da Vigilância em Saúde
Ambiental relacionada à qualidade
da água para consumo humano**

© 2006 Ministério da Saúde

Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial.

A coleção institucional do Ministério da Saúde pode ser acessada, na íntegra, na Biblioteca Virtual do Ministério da Saúde: <http://www.saude.gov.br/bvs>

O conteúdo desta e de outras obras da Editora do Ministério da Saúde pode ser acessado na página: <http://www.saude.gov.br/editora>

Série A. Normas e Manuais Técnicos

Tiragem: 1ª edição – 2007 – 7.000 exemplares

Elaboração, edição e distribuição

MINISTÉRIO DA SAÚDE

Secretaria de Vigilância em Saúde

Organização: Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental

Produção: Núcleo de Comunicação

Endereço

Esplanada dos Ministérios, Bloco G

Edifício Sede, sobreloja

CEP: 70.058-900, Brasília, DF

E-mail: svs@saude.gov.br

Endereço eletrônico: www.saude.gov.br/svs

Produção editorial

Copidesque/revisão: Napoleão Marcos de Aquino

Projeto gráfico: Fabiano Camilo, Sabrina Lopes

Capa e diagramação: Sabrina Lopes

Impresso no Brasil / *Printed in Brazil*

Ficha catalográfica

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde.

Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006.

60 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos)

ISBN 85-334-1239-8

1. Qualidade da água. 2. Saúde ambiental. 3. Vigilância em saúde ambiental. I. Título. II. Série.

NLM WA 30

Catálogo na fonte – Coordenação-Geral de Documentação e Informação – Editora MS – OS 2006/1024

Títulos para indexação

Em inglês: National Directive of the Environmental Health Surveillance Sample Plan Related to the Water Quality for Human Consumption

Em espanhol: Directrice Nacional del Plan de Muestra de Vigilancia en Salud Ambiental Relacionada a la Calidad de la Agua para el Consumo Humano

Ministério da Saúde
Secretaria de Vigilância em Saúde

**Diretriz Nacional do Plano de
Amostragem da Vigilância em Saúde
Ambiental relacionada à qualidade
da água para consumo humano**

Série A. Normas e Manuais Técnicos

Brasília/DF • 2006

Equipe de Elaboração

Elaboração

Denise Maria Elisabeth Formaggia – Secretaria Estadual de Saúde de São Paulo

Maria Auxiliadora de Sá Magalhães – CGVAM/SVS/MS

Maria de Lourdes Fernandes Neto – CGVAM/SVS/MS

Mariely Helena Barbosa Daniel – CGVAM/SVS/MS

Nolan Ribeiro Bezerra – CGVAM/SVS/MS

Sebastiana Aparecida da Silva – CGVAM/SVS/MS

Vilma Ramos Feitosa – CGVAM/SVS/MS

Colaboradores

Ana Maria S. M. de Castro – Secretaria Estadual de Saúde da Bahia

Celso Luiz Rúbio – Secretaria Estadual de Saúde do Paraná

Felizana Palhana – DENSP/Funasa/MS

Gina Luisa B. Debert – CGVAM/SVS/MS

Julce Clara da Silva – Secretaria Estadual de Saúde do Rio Grande do Sul

Maria Adelaide Adelaide Perrone – Secretaria Estadual de Saúde de São Paulo

Maria Concheta Ambrosecchia – Secretaria Estadual de Saúde do Paraná

Nelma do Carmo Faria – CGLAB/SVSV/MS

Raylene Logrado Barreto – Secretaria Estadual de Saúde da Bahia

Rejane Maria de Souza Alves – COVEH/SVS/MS

Roseane M. Maria Lopes Souza – Secretaria Estadual de Saúde de São Paulo

Simone Sabbag – CGVAM/SVS/MS

Sumário

Apresentação **7**

Plano de amostragem da qualidade da água para consumo humano **9**

Aspectos gerais **11**

Monitoramento da vigilância da qualidade da água para consumo humano **14**

Informações necessárias à elaboração do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano **16**

Definição dos pontos de coleta de amostras **17**

Freqüência, número de amostras e parâmetros a serem analisados **19**

Métodos de amostragem laboratorial **22**

Programação da coleta de amostras **22**

Implantação do plano de amostragem **26**

Diretrizes gerais **27**

Apêndice – Determinação de número mínimo de amostras para a vigilância da qualidade da água para consumo humano **29**

Anexo – Informações sobre a proporção de amostras (número de amostras avaliadas) que não atendem a legislação tanto na entrada como na rede de distribuição **58**

Apresentação

O presente documento explicita a diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano (Vigiagua), a ser implementado pelos municípios, conforme estabelecido na Portaria MS nº 518/04.

Segundo a mesma, cabe ao setor saúde implementar um plano próprio de amostragem, de acordo com as diretrizes específicas elaboradas no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS):

*Art. 5º, inciso IV: “São deveres e obrigações do Ministério da Saúde:
(...) definir diretrizes específicas para o estabelecimento de um plano de amostragem a ser implementado pelos estados, Distrito Federal ou municípios, no exercício das atividades de vigilância da qualidade da água, no âmbito do Sistema Único de Saúde – SUS”.*

Com vistas à divulgação do processo, este documento contém os aspectos gerais de um plano de amostragem, informações necessárias para sua elaboração, definição dos pontos de coleta de amostras, frequência, número de amostras e parâmetros a serem analisados, métodos de amostragem laboratorial, programação da coleta de amostras, implantação do plano de amostragem e diretrizes gerais.

Plano de Amostragem da Qualidade da Água para Consumo Humano

Aspectos gerais

O monitoramento da qualidade da água é um dos instrumentos de verificação de sua potabilidade e avaliação dos riscos que os sistemas e soluções alternativas de abastecimento possam representar para a saúde humana, abrangendo as seguintes atividades:

- ▶ elaboração de um plano de amostragem, incluindo:
 - definição dos pontos de coleta de amostras
 - definição do número e frequência de amostras
 - definição dos parâmetros a serem analisados
- ▶ coleta e análise laboratorial de amostras de água:
 - identificação de laboratórios de referência para o encaminhamento das amostras

Na elaboração do plano deverão ser incluídos, sempre que possível:

- ▶ identificação dos problemas pertinentes à preparação do programa de monitoramento da qualidade da água para consumo humano
- ▶ definição dos objetivos – de curto, médio e longo prazos – do programa de monitoramento
- ▶ definição dos limites temporal e geográfico para a realização do programa de monitoramento
- ▶ elaboração de um plano de amostragem, incluindo:
 - definição dos pontos de coleta de amostras
 - definição do número e frequência de amostras
 - definição dos parâmetros a serem analisados
- ▶ coleta e análise laboratorial de amostras de água:
 - identificação de laboratórios de referência para encaminhamento das amostras

Os planos de amostragens podem ser orientados, dentre outros, pelos seguintes aspectos:

- ▶ análise do cadastro e inspeções
- ▶ representatividade espacial e temporal
- ▶ densidade populacional
- ▶ locais com grande afluência de público – como centros comerciais e terminais rodoferroviários e aeroportuários
- ▶ locais estratégicos (população vulnerável) – como hospitais, creches e escolas
- ▶ locais com populações expostas em áreas contaminadas
- ▶ zonas de intermitência de abastecimento ou de baixa pressão no sistema de distribuição

- ▶ distribuição espacial das doenças de transmissão hídrica
- ▶ identificação dos problemas pertinentes à preparação do programa de monitoramento da qualidade da água para consumo humano
- ▶ definição dos objetivos – de curto, médio e longo prazos – do programa de monitoramento
- ▶ definição dos limites temporal e geográfico para a realização do programa de monitoramento
- ▶ elaboração de um plano de amostragem, incluindo:
 - definição dos pontos de coleta de amostras
 - definição do número e frequência de amostras
 - definição dos parâmetros a serem analisados
- ▶ coleta e análise laboratorial de amostras de água:
 - identificação de laboratórios de referência para o encaminhamento das amostras

O diagnóstico do uso e ocupação do solo na bacia de captação é ferramenta essencial para a identificação dos parâmetros a serem privilegiados em um programa de monitoramento. Por exemplo, onde existam atividades agrícolas intensas torna-se essencial realizar a análise de agrotóxicos; em locais com atividades de garimpo, a de mercúrio.

A avaliação da água tratada visa verificar o atendimento sistemático, ao longo do tempo, do padrão de potabilidade. Apresenta-se, também, como mecanismo indispensável de controle dos processos de tratamento empregados. Por sua vez, o monitoramento na entrada do sistema de distribuição permite a detecção inicial de qualquer comprometimento da qualidade da água pós-tratamento – por exemplo, em reservatórios de distribuição mal conservados. Papel idêntico ao cumprido pelo monitoramento da qualidade da água ao longo da rede de distribuição e pontos de consumo.

Por fim, um programa de monitoramento da qualidade da água para consumo humano que pretenda ser abrangente deve focalizar, ainda, as fontes individuais de abastecimento e a qualidade da água consumida pela população não atendida pelos sistemas públicos ou coletivos. Faz-se necessário reconhecer que apesar de constituir atividade fundamental o monitoramento da qualidade, por si só, não basta como instrumento de avaliação de risco. Em primeiro lugar, porque a amostragem para o monitoramento baseia-se em princípio estatístico/probabilístico, incorporando, inevitavelmente, uma margem de erro/incerteza. Por razões financeiras, limitações técnico-analíticas e necessidade de respostas rápidas, no controle microbiológico da qualidade da água usualmente recorre-se ao emprego de organismos indicadores – entretanto, reconhecidamente não existem organismos que indiquem a presença/ausência da ampla variedade de patógenos possíveis de serem removidos/inativados ou resistirem/transpassarem os diversos processos de tratamento da água (Bastos *et al*, 2000).

Do ponto de vista químico, os limites de concentração internacionalmente adotados muitas vezes partem de estudos toxicológicos ou epidemiológicos com elevado grau de incerteza, arbitrariedade ou não representatividade (WHO, 1996). Adicionalmente, não há como assegurar o desejável dinamismo e agilidade na legislação para corrigir valores de limites de concentração de diversas substâncias na água, ou incluir/excluir parâmetros. Por esse motivo, o monitoramento deve ser implementado e seus resultados simultaneamente avaliados por medidas complementares, como expresso na Portaria MS nº 518/04:

Art. 7º – São deveres e obrigações das secretarias municipais de Saúde:

(...)

II – sistematizar e interpretar os dados gerados pelo responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, assim como pelos órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, em relação às características da água nos mananciais, sob a perspectiva da vulnerabilidade do abastecimento de água quanto aos riscos à saúde da população;

(...)

IV – efetuar, sistemática e permanentemente, avaliação de risco à saúde humana de cada sistema de abastecimento ou solução alternativa, por meio de informações sobre:

a) a ocupação da bacia contribuinte ao manancial e o histórico das características de suas águas;

b) as características físicas dos sistemas, práticas operacionais e de controle da qualidade da água;

c) o histórico da qualidade da água produzida e distribuída; e

d) a associação entre agravos à saúde e situações de vulnerabilidade do sistema.

(...)

XI – implementar um plano próprio de amostragem de vigilância da qualidade da água, consoante diretrizes específicas elaboradas pela SVS.

Cabe destacar, quando da elaboração de planos, que devem ser fielmente observados os princípios da amostragem, como preconiza a Portaria MS nº 518/04:

Art.18 § 1º – A amostragem deve obedecer aos seguintes requisitos:

I – distribuição uniforme das coletas ao longo do período; e

II – representatividade dos pontos de coleta no sistema de distribuição (reservatórios e rede), combinando critérios de abrangência espacial e pontos estratégicos, entendidos como aqueles próximos a grande circulação de pessoas (terminais rodoviários, terminais ferroviários, etc.) ou edifícios que alberguem grupos populacionais de risco (hospitais, creches, asilos, etc.), aqueles localizados em

trechos vulneráveis do sistema de distribuição (pontas de rede, pontos de queda de pressão, locais afetados por manobras, sujeitos à intermitência de abastecimento, reservatórios, etc.) e locais com sistemáticas notificações de agravos à saúde tendo como possíveis causas agentes de veiculação hídrica.

O efetivo monitoramento da qualidade da água constitui atividade indispensável, tanto às ações de vigilância quanto às de controle, sendo que a cada uma delas corresponderá um desenho específico de planos de amostragem. Neste trabalho, o foco central será a elaboração do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano.

Monitoramento da vigilância da qualidade da água para consumo humano

O monitoramento da qualidade da água pode ser entendido como atividade de **vigilância** ou de **investigação**.

O **monitoramento de vigilância** consiste em avaliar, continuamente, a qualidade da água consumida pela população, permitindo a identificação de fatores de riscos e a definição de estratégias de melhoria da situação existente, além do acompanhamento dos impactos resultantes das medidas implementadas.

O **monitoramento de investigação** consiste em buscar informações sobre a qualidade da água nos casos de acidentes ou eventos de surto/epidemia de doença de transmissão hídrica, representando, na segunda circunstância, uma ferramenta de investigação epidemiológica. Deve ser efetivado a partir da ocorrência do fato e em conjunto com a área de vigilância epidemiológica, objetivando avaliar, inclusive, o significado que o seu resultado representa na investigação do surto/epidemia.

Basicamente, o monitoramento realizado pela vigilância da qualidade da água para consumo humano visa:

- avaliar a qualidade da água consumida pela população ao longo do tempo;
- subsidiar a associação entre agravos à saúde e situações de vulnerabilidade;
- identificar pontos críticos/vulneráveis (fatores de risco) em sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento;
- identificar grupos populacionais expostos à situações de risco;
- monitorar a qualidade da água fornecida pelos responsáveis pelo controle;
- avaliar a qualidade da água consumida pela população não atendida pelos sistemas ou soluções alternativas coletivas;

- avaliar a eficiência do tratamento da água;
- avaliar a integridade do sistema de distribuição;
- orientar, para a tomada de providências imediatas, os responsáveis pela operação dos sistemas ou soluções alternativas coletivas de abastecimento de água no tocante às impropriedades detectadas;
- orientar a adoção de medidas preventivas, tais como proteção de mananciais, otimização do tratamento, manutenção dos sistemas de distribuição, entre outras.

No monitoramento da vigilância deve-se procurar conciliar os seguintes aspectos:

- ▶ observação dos princípios de amostragem – abrangência e representatividade, de forma a satisfazer os objetivos de avaliação de risco
- ▶ infra-estrutura e capacidade instalada necessárias, incluindo:
 - recursos humanos
 - recursos financeiros
 - suporte laboratorial
- ▶ complementariedade entre os planos de controle e vigilância
- ▶ análise do cadastro e inspeções
- ▶ representatividade espacial e temporal
- ▶ densidade populacional
- ▶ locais com grande afluência de público – como centros comerciais e terminais rododiferroviários e aeroportuários
- ▶ locais estratégicos (população vulnerável) – como hospitais, creches e escolas
- ▶ locais com populações expostas em áreas contaminadas
- ▶ zonas de intermitência de abastecimento ou de baixa pressão no sistema de distribuição
- ▶ distribuição espacial das doenças de transmissão hídrica
- ▶ identificação dos problemas pertinentes à preparação do programa de monitoramento da qualidade da água para consumo humano
- ▶ definição dos objetivos – de curto, médio e longo prazos – do programa de monitoramento
- ▶ definição dos limites temporal e geográfico para a realização do programa de monitoramento
- ▶ elaboração de um plano de amostragem, incluindo:
 - definição dos pontos de coleta de amostras
 - definição do número e frequência de amostras
 - definição dos parâmetros a serem analisados
- ▶ coleta e análise laboratorial de amostras de água:
 - identificação de laboratórios de referência para o encaminhamento das amostras

Em relação ao último item, é de fundamental importância a atuação harmônica e articulada entre os responsáveis pelo controle e vigilância, o que evita a duplicidade de esforços, facilita a racionalização de custos e, primordialmente, promove a ação integrada em um único objetivo: a avaliação permanente de riscos à saúde.

Informações necessárias à elaboração do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano

As informações abaixo auxiliam a elaboração do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano, mediante sistemas e soluções alternativas coletivas e individuais de abastecimento, providas ou não de rede de distribuição. Ressalte-se que em função de características específicas do local ou formas de abastecimento podem ser adicionadas novas informações.

- ▶ mapa do município em escala adequada, de preferência cadastral, que facilite a visão da distribuição espacial da população
- ▶ planta do sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água (manancial, estação de tratamento, reservatórios de distribuição, rede de distribuição, zonas de pressão, entre outras)
- ▶ planta do sistema de coleta de esgotos (rede coletora, pontos de lançamento, estações de tratamento, entre outras)
- ▶ população abastecida por rede de água
- ▶ população atendida por rede de esgoto
- ▶ relatório de inspeção sanitária do sistema, soluções alternativas coletivas e individuais de abastecimento de água
- ▶ resultados das análises do controle da qualidade da água para consumo humano realizadas pelos responsáveis pelo sistema, solução alternativa coletiva de abastecimento
- ▶ dados ambientais de riscos e perigos de contaminação na água de consumo humano (esgotos sanitários, resíduos sólidos, efluentes industriais, áreas contaminadas, áreas sujeitas a inundações, secas, entre outras)
- ▶ distribuição espacial e temporal de casos e surtos das doenças de transmissão hídrica
- ▶ dados sobre a localização das obras e manutenção da rede de abastecimento e zonas de intermitência de água

- ▶ localização das instituições que abriguem população considerada como mais vulnerável (escolas, hospitais, serviços de saúde, serviços de hemodiálise, creches, asilos) ou outras que, pelo tipo ou porte, abasteçam grande quantidade de pessoas, tais como centros comerciais, terminais de passageiros, locais de realização de eventos, entre outras
- ▶ localização e caracterização das fontes alternativas regularmente utilizadas para abastecimento de água pela população
- ▶ população abastecida por sistema, soluções alternativas coletivas e individuais de abastecimento

Definição dos pontos de coleta de amostras

Os pontos de coleta de amostras podem ser selecionados por uma composição entre os pontos críticos e não críticos, endereços fixos e variáveis. A escolha deve objetivar a obtenção de informações do abastecimento e consumo de água no município. A representatividade desejada pode ser composta por critérios de distribuição geográfica e identificação de situações de riscos.

Por distribuição geográfica, entende-se a escolha de pontos que permitam a amostragem do universo da população e formas de abastecimento e consumo de água. Por identificação de situação de risco, entende-se, por exemplo, a escolha de pontos de coleta no sistema ou solução alternativa de abastecimento, reconhecidos como vulneráveis e que abastecem maior número de consumidores ou consumidores susceptíveis (hospitais, serviços de hemodiálise, creches, escolas, entre outros). As soluções alternativas coletivas desprovidas de rede de distribuição devem ser vistas, em si, como indício de risco.

Para a vigilância, alguns pontos selecionados podem coincidir com os adotados pelo monitoramento do controle da qualidade da água. O próprio resultado desse monitoramento deve orientar os planos de amostragem da vigilância. Por exemplo, a recorrência de problemas em determinada área no sistema de distribuição caracterizaria os respectivos pontos de coleta como críticos, merecendo atenção constante – bem como as clínicas de hemodiálise, hospitais e indústrias de injetáveis são igualmente de especial interesse. Por outro lado, para satisfazer dois princípios fundamentais, a representatividade e a abrangência espacial, o monitoramento de vigilância deve focar situações não cobertas pelo controle, como instalações prediais e populações que consomem água de soluções alternativas, coletivas ou individuais.

O Quadro 1 apresenta alguns critérios para a definição dos pontos de amostragem do monitoramento de vigilância da qualidade da água. Na elaboração do plano de amostragem, poderão ser contemplados todos ou apenas alguns dos critérios listados, dependendo da situação encontrada; de forma semelhante, outros poderão ser incorporados em função de especificidades locais ou dos sistemas de abastecimento.

Quadro 1. Sugestões de critérios a serem observados na definição dos pontos de amostragem do monitoramento de vigilância da qualidade da água

Critério	Pontos de amostragem
Distribuição geográfica	Saída do tratamento ou entrada no sistema de distribuição
	Saída de reservatórios de distribuição
	Pontos na rede de distribuição: <ul style="list-style-type: none"> • rede nova e antiga • zonas altas e zonas baixas • pontas de rede
	Áreas mais densamente povoadas
	Pontos não monitorados pelo controle: <ul style="list-style-type: none"> • soluções alternativas • fontes individuais no meio urbano • escolas na zona rural
Locais estratégicos	Áreas com populações em situação sanitária precária
	Consumidores mais vulneráveis (hospitais, escolas, creches, etc.)
	Áreas próximas a pontos de poluição (indústrias, lixões, pontos de lançamento de esgoto, cemitérios, etc.)
	Áreas sujeitas à pressão negativa na rede de distribuição
	Pontos em que os resultados do controle indiquem problemas recorrentes
	Soluções alternativas desprovidas de tratamento, de rede de distribuição ou sem identificação de responsável
	Veículo transportador
Áreas que, do ponto de vista epidemiológico, justifiquem atenção especial (por exemplo, ocorrência de casos de doenças de transmissão hídrica)	

Frequência, número de amostras e parâmetros a serem analisados

A Portaria MS nº 518/04 não detalha planos de amostragem a serem seguidos pelos responsáveis pela vigilância da qualidade da água para consumo humano, ficando a cargo da autoridade de saúde pública, no exercício das atividades de vigilância, implementar um plano próprio de amostragem, de acordo com as diretrizes específicas elaboradas no âmbito do Sistema Único de Saúde.

Em função disso, a Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS), em parceria com a Organização Pan-Americana da Saúde (Opas), contratou um consultor com especialidade em estatística para determinar o tamanho mínimo de amostras, o qual permitirá a elaboração das diretrizes específicas para o estabelecimento de um plano de amostragem concernente à vigilância da qualidade da água para consumo humano – o documento resultante, “Determinação de número mínimo de amostras para a vigilância da qualidade da água”, contendo este estudo estatístico está disposto no Apêndice.

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

Para a elaboração do número mínimo de amostras foram utilizadas informações históricas sobre os dados de controle e vigilância do ano de 2003, fornecidas pelo setor saúde dos municípios de Caraguatatuba, Ilha Bela, Ubatuba, Rio Claro, Engenheiro Coelho, São Sebastião, Americana, Caçapava, Itu, Jundiaí, Limeira, Lins, Presidente Prudente, Ribeirão Preto e Santos no estado de São Paulo; Barra de Santo Antônio, no estado de Alagoas; Adrianópolis, Araucária, Curitiba, Tijucas do Sul e Pien, no estado do Paraná; Palmas, no estado do Tocantins; Santa Maria, no estado do Rio Grande do Sul; Candeias, Dias D’Ávila, Lauro de Freitas e Salvador, no estado da Bahia e Belo Horizonte, Cordisburgo, Ipanema e Itanhandu, no estado de Minas Gerais.

Para o cálculo do quantitativo de amostras de vigilância, adotou-se o procedimento de que a margem de erro da vigilância da qualidade da água deve situar-se no intervalo 0,10 – 0,20. Isto significa que não deve ser superior a 20% e nem inferior a 10%. Esses valores parecem razoáveis considerando-se o pressuposto de que uma margem de erro acima de 20% é bastante alta e deve ser evitada; e uma abaixo de 10% implicaria em tamanhos de amostra muito grandes, o que seria inviável para a vigilância da qualidade da água (Colosimo, 2004).

Os parâmetros a serem analisados foram sugeridos pelo setor saúde como indicadores de qualidade da água para consumo humano, com base na metodologia proposta pela OMS, adaptada pela OECD (Organização para a Cooperação Econômica e o

Desenvolvimento – traduzido do inglês Organisation for Economic Cooperation and Development).

Para relatar o estado do meio ambiente, essa metodologia considera a estrutura conhecida como FPEEEA – Força motriz, Pressão, Estado, Exposição, Efeito e Ação, utilizada na diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano. Ressalta-se que as forças motrizes são responsáveis pela pressão no ambiente e pelos efeitos que, freqüentemente, precedem a resposta política.

Esses indicadores são também utilizados no Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – Sisagua:

- ▶ parâmetros microbiológicos: coliformes totais, coliformes termotolerantes ou *Escherichia coli*
- ▶ parâmetros físicos: turbidez
- ▶ parâmetros químicos: cloro residual livre e flúor
- ▶ parâmetros orgânicos: agrotóxicos
- ▶ parâmetros inorgânicos: mercúrio

Explica-se: a colimetria, turbidez e cloro residual por constituírem indicadores fundamentais e de análise rotineira da qualidade microbiológica da água; o fluoreto por ser o flúor uma substância de incorporação obrigatória à água e por seu significado de saúde, seja por deficiência, seja por excesso; os agrotóxicos e mercúrio por representarem, dentre as substâncias químicas que compõem o padrão de potabilidade, aquelas de mais fácil ‘cruzamento’ com indicadores epidemiológicos disponíveis (intoxicação por mercúrio e agrotóxicos).

São essas, portanto, as informações que em **freqüência mensal** (colimetria, turbidez, cloro residual livre, fluoreto) e **semestral** (agrotóxicos e mercúrio) devem constar nos relatórios preenchidos pelos responsáveis pela operação de sistemas de abastecimento de água, enviados ao setor saúde de acordo com os planos de amostragem e incorporadas ao Sisagua. Dependendo da capacidade instalada do município, pode-se pensar na inclusão de demais parâmetros, também de interesse imediato de saúde, como a contagem de bactérias heterotróficas, entre outros, de acordo com a necessidade e realidade local.

Com relação aos demais parâmetros de avaliação da qualidade previstos na legislação (por exemplo, substâncias químicas orgânicas e inorgânicas, trihalometanos e cianotoxinas), considerando sua especificidade e custo de análise, a vigilância deve estar atenta ao cumprimento da lei por parte dos responsáveis pelo controle de qualidade da água, incluindo a realização das análises e o envio de relatórios periódicos, e proceder à devida sistematização e interpretação dos resultados. Contudo, a pesquisa de algum outro parâmetro específico por parte da vigilância pode ser necessária quando

da ocorrência de acidentes ou de indícios de agravos à saúde associados à presença de determinada substância na água, por exemplo.

O **número mínimo** de amostras deverá ser calculado em função da **população total do município** para as diversas formas de abastecimento, conforme os Quadros 2 a 5, a seguir. Cabe ao setor saúde definir o quantitativo de amostras a serem realizadas nas diversas formas de abastecimento, em função dos resultados da análise e de outras características (se a água é submetida a tratamento ou não, tamanho da população abastecida, existência de consumidores vulneráveis, entre outras).

Quadro 2. Número mínimo mensal de amostras para a vigilância da qualidade da água para consumo humano, para fins de análise de cloro residual livre e turbidez, em função da população total do município

Parâmetro	Tipo de manancial	População total do município					
		<5.000 hab.	5.001 a 10.000 hab.	10.001 a 20.000 hab.	20.001 a 50.000 hab.	50.001 a 100.000 hab.	>100.000 hab.
CRL ¹ e turbidez	Superficial ou subterrâneo	10	14	18	25	36	53

Nota: ¹Cloro residual livre.

Quadro 3. Número mínimo mensal de amostras para a vigilância da qualidade da água para consumo humano, para fins de análise química de fluoreto, em função da população total do município

Parâmetro	Tipo de manancial	População total do município					
		<50.000 hab.	50.001 a 100.000 hab.	100.001 a 1.000.000 hab.	1.000.001 a 2.000.000 hab.	2.000.001 a 10.000.000 hab.	>10.000.000 hab.
Fluoreto	Superficial ou subterrâneo	5	10	18	27	54	68

Quadro 4. Número mínimo mensal de amostras para a vigilância da qualidade da água para consumo humano, para fins de análise, em função da população total do município

Parâmetro	Tipo de manancial	População total do município				
		<10.000 hab.	10.000 a 20.000 hab.	20.001 a 50.000 hab.	50.001 a 100.000 hab.	>100.000 hab.
Coliformes totais	Superficial ou subterrâneo	10	18	25	36	40

Quadro 5. Número mínimo anual de amostras para a vigilância da qualidade da água para consumo humano, para fins de análise de agrotóxicos e mercúrio

Parâmetros	Tipo de manancial	Número de Amostras ¹
Agrotóxicos e mercúrio ²	Superficial ou subterrâneo	2

Notas: ¹Para os parâmetros agrotóxicos e mercúrio definiu-se a realização de 1 (uma) amostra semestral independente da população total do município.

²Para os demais parâmetros, a frequência é a mesma.

Métodos de amostragem laboratorial

Os métodos de amostragem utilizados para o monitoramento dos parâmetros deverão estar em consonância com as normas nacionais ou, na falta dessas, as estabelecidas pelo “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, de autoria da American Public Health Association, (Apha), da American Water Works Association (AWWA) e da Water Environment Federation (WEF) ou de normas publicadas pela International Standartization Organization (ISO), entre outras metodologias.

Programação da coleta de amostras

Com vistas à garantia de eficiência e qualidade, a execução do monitoramento quando da coleta de amostras requer efetivo planejamento. A seguir, alguns aspectos que devem ser observados:

Etapa 1 – Planejamento

- com base no plano de amostragem, definir, em cada semana do ano, os sistemas e/ou soluções alternativas a serem monitoradas
- selecionar os pontos de amostragem (endereços de coleta) e definir o roteiro de coleta
- definir os tipos de análises e/ou medições em campo a serem realizadas para fins de previsão dos materiais e equipamentos necessários, bem como eventuais procedimentos para a conservação de amostras

Etapa 2 – Infra-estrutura

- escolher os tipos e quantidade de frascos/bolsas de coleta a serem levados a campo, em função das análises a serem realizadas

- manter os devidos cuidados com a conservação das amostras e volume a ser coletado (essas informações devem ser obtidas no laboratório de referência)
- 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 coletivas submetidas à cloração
- verificar o prazo de validade da esterilização dos frascos de vidro e/ou bolsas de coleta
- lembrar de sempre transportar frascos/bolsas sobressalentes para o caso de ocorrência de contaminação ou danificação
- selecionar e checar os equipamentos ou kits de medições de campo (cloro residual total e livre, pH), verificar a calibração de equipamentos, a existência de reagentes e seu prazo de validade
- verificar todo o material de apoio: álcool a 70°, algodão, avental, barbante para amarrar os 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, platinilhas de coleta, sacos plásticos para acondicionamento dos frascos e descartes de resíduos, termômetro e tesoura
- confirmar a disponibilidade de transporte

Etapa 3 – Operacional

- identificar-se junto ao proprietário do imóvel, esclarecendo o objetivo da coleta a ser realizada. Apresentar crachá de identificação
- verificar a existência de torneira junto ao cavalete, no caso de sistema de abastecimento de água
- higienizar a torneira de onde se pretende retirar a amostra. Essa higienização pode ser efetuada com álcool ou hipoclorito de sódio a 2,5%. Não é recomendável a flambagem da torneira, pois o resultado obtido com tal procedimento é igual ao de outras técnicas de desinfecção utilizadas, não sendo adequada para torneiras confeccionadas em material plástico
- abrir a torneira em jato forte, deixando a água escoar por aproximadamente 2 a 3 minutos. O objetivo do procedimento é eliminar possíveis resíduos de desinfetantes aplicados (álcool ou hipoclorito de sódio) ou outras incrustações existentes na canalização, bem como deixar escoar a água que estava parada no trecho do ramal de distribuição da rede e o cavalete. Deve-se lembrar que o objetivo é avaliar a qualidade da água da rede de distribuição
- os procedimentos anteriores de higienização e descarte das primeiras águas aplicam-se quando o objetivo é a análise da água corrente no sistema de distribuição. No caso de interesse do conhecimento de eventual contaminação do próprio pon-

to de coleta ou dos efeitos de estagnação da água no sistema de distribuição, tais procedimentos não devem ser efetuados

- caso haja necessidade de medir a temperatura da água, encher um frasco de plástico com um pouco de água para fins de medição, enquanto se realizam os demais procedimentos, pois faz-se necessário um tempo de contato entre a água e o termômetro para a estabilização da temperatura
- identificar os frascos e/ou bolsas de amostras e preencher a planilha de coleta com todos os dados disponíveis, incluindo o horário do início do procedimento de coleta. A escrita deve ser legível, de preferência em letra de forma, para evitar dúvidas ou enganos
- ajustar a abertura da torneira em fluxo médio, calçar as luvas de procedimentos e efetuar as coletas na seguinte seqüência:
 - ◆ coleta para análise microbiológica
 - ◆ coleta para análise físico-química
 - ◆ medições de campo (pH, cloro residual total e livre)
- deve-se ter o cuidado de não encher o frasco e/ou bolsa até a boca (de preferência, até $\frac{3}{4}$), permitindo, desta forma, a homogeneização do seu conteúdo
- completar o preenchimento da planilha com os dados medidos em campo
- acondicionar os frascos e/ou 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 pela umidade do gelo
- organizar os frascos dentro da caixa térmica, de modo a evitar tombamentos
- fechar e lacrar a caixa térmica e enviar o material imediatamente ao laboratório. Atentar para o prazo máximo de transporte e realização das análises

Implantação do plano de amostragem

Cada município deve definir seu plano de amostragem da vigilância em conformidade com o quantitativo e frequência determinados neste documento. Cabe aos estados orientar e aprovar o plano de amostragem dos municípios.

Para a implantação do monitoramento da vigilância da qualidade da água e outras ações relacionadas à vigilância, faz-se necessário considerar os recursos existentes, como rede de laboratórios, recursos humanos qualificados, respaldo financeiro, facilidades de transportes, entre outros.

Uma das dificuldades enfrentadas na implantação da vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano, quer na esfera federal, estadual ou municipal, tem sido a manutenção de recursos humanos capacitados para as atividades necessárias ao desenvolvimento do programa de vigilância.

As ações de vigilância da qualidade da água são de grande abrangência e complexidade. Portanto, exigem equipes multidisciplinares que detenham conhecimento nas áreas de engenharia e saúde pública, para que possam realizar, no mínimo, as seguintes atividades:

- cadastrar as diferentes formas de abastecimento no município
- inspecionar os sistemas de abastecimento
- elaborar planos de amostragem
- interpretar os laudos emitidos pelo laboratório de referência
- propor medidas de melhoria dos sistemas e soluções coletivas e individuais de abastecimento
- analisar o perfil epidemiológico da comunidade abastecida
- propor projetos de educação sanitária e ambiental
- gerar e consolidar informações que possam ser absorvidas pela população e autoridades de outros setores
- avaliar o potencial de risco representado por determinada forma de abastecimento para a saúde da população

Em vista dos diversos problemas regionais e locais existentes para a implantação das ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano, pretende-se definir estratégias que possibilitem aos gestores municipais a execução de ações de vigilância, de forma gradativa, segundo sua estrutura operacional.

A implantação inicial de um programa de vigilância pode ser simples, de baixo custo e alto impacto quando se inicia com o cadastramento e inspeção sanitária das formas de abastecimento existentes no município (SAA, SAC e SI), conforme as diretrizes estabelecidas no *Manual de procedimentos de vigilância da qualidade da água para consumo*

humano. O monitoramento da qualidade da água pode ter início com a implantação dos parâmetros de cloro residual livre e turbidez, definidos como indicadores sentinelas¹, destacando-se que a turbidez assume função de indicador sanitário e não meramente estético.

Destaca-se que a verificação da qualidade da água, por si só, não tem nenhuma importância se não for seqüencial ao desencadeamento de outras ações previstas no programa. A avaliação e análise permanente e sistemática da informação, tanto a realizada pelo controle como pela vigilância, é de fundamental importância para a proposição de ações preventivas e corretivas.

Diretrizes gerais

Para a implantação do plano de amostragem, os estados e municípios devem observar as seguintes diretrizes:

- os planos de amostragem dos municípios devem ser autorizados e acompanhados pelos estados;
- todos os municípios devem implantar os indicadores sentinelas (cloro residual livre e turbidez), independente de seu porte, bem como realizar análise dos dados de qualidade da água para consumo humano com as informações constantes no Monitoramento das Doenças Diarréicas Agudas – MDDA.
- para a execução das ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano, deverá ser destinado parte do recurso proveniente da PAP-VS, além de outras fontes financeiras, a critério da política orçamentária municipal adotada.

¹Sentinelas: termo utilizado em analogia às chamadas fontes sentinelas e aos Sistemas de Vigilância Sentinela bastante utilizados na epidemiologia. Segundo a Funasa (1998), fontes sentinelas, quando bem selecionadas, são capazes de assegurar representatividade e qualidade às informações produzidas, ainda que não se pretenda conhecer o universo de ocorrências. Sistemas de Vigilância Sentinela têm como objetivo monitorar indicadores chaves na população geral ou em grupos especiais, que sirvam como alerta precoce para o Sistema, não tendo a preocupação com estimativas precisas de incidência ou prevalência da população geral. O termo sentinela, utilizado para os indicadores sanitários, analogamente pretende conferir aos mesmos a condição de instrumentos de identificação precoce de situações de riscos em relação à água consumida pela população, que podem resultar em doenças de transmissão hídrica, passíveis de prevenção e controle com medidas de saneamento básico.

Apêndice

Determinação de número mínimo de amostras para a vigilância da qualidade da água para consumo humano

Enrico Colosimo

Professor do Departamento de Estatística
da Universidade Federal de Minas Gerais

Introdução

Este trabalho objetiva, em termos parciais, estabelecer um plano de amostragem para a vigilância da qualidade da água, em conformidade com o art. 5º, inciso IV da Portaria MS nº 518/04, que afirma:

“São deveres e obrigações do Ministério da Saúde: (...) definir diretrizes específicas para o estabelecimento de um plano de amostragem a ser implementado pelos Estados, Distrito Federal ou Municípios, no exercício das atividades de vigilância da qualidade da água, no âmbito do Sistema Único de Saúde – SUS”.

Para atingir tal objetivo, um plano amostral é composto essencialmente por duas tarefas:

- determinação de um tamanho de amostra;
- determinação das localidades onde serão coletados os dados amostrais nos sistemas.

Em termos estatísticos, estão associadas com a precisão e vício dos resultados. Amostras de pequeno tamanho acarretam resultados com baixa precisão; portanto, pouco confiáveis. Paralelamente, se os locais de coleta do sistema não forem apropriadamente escolhidos a amostra não será representativa da população-alvo e os resultados estatísticos podem ficar seriamente distorcidos.

Este particular documento trata do primeiro ponto. Ou seja, a determinação de um tamanho mínimo de amostras para servir de base à elaboração de diretrizes específicas para o estabelecimento de um plano de amostragem para a vigilância da qualidade da água para consumo humano. As bases metodológicas estatísticas que fundamentam os nossos cálculos são provenientes dos dois seguintes textos publicados pela Organização Mundial da Saúde: 1) *Sample size determination in health studies*, 1991, Lwanga e Lemeshow, WHO: Geneva; 2) *Adequacy of sample size in health studies*, 1990, Lemeshow *et al.* John Wiley and Sons: New York published in behalf of the WHO.

Estes textos mostram que a determinação de um tamanho de amostra, para a situação em particular, envolve três elementos:

- P**: proporção de interesse;
- α** : nível de significância;
- d**: precisão desejada (margem de erro).

Os dois últimos elementos devem ser ajustados de forma a atender as diretrizes estabelecidas pela vigilância da qualidade da água. Diferentes valores serão utilizados e uma discussão crítica dos resultados será realizada tendo em vista os objetivos do projeto. O primeiro elemento, *P*, depende de informações históricas dos parâmetros, a serem obtidas a partir do controle e vigilância da qualidade da água.

Os parâmetros de avaliação da qualidade da água para consumo humano contemplados neste projeto incluem: a) microbiológicos: coliformes totais; b) físicos e químicos: turbidez, cloro residual livre e flúor.

O parâmetro turbidez deve ser tratado de forma distinta para os dois tipos de mananciais (superficial e subterrâneo). Os parâmetros físicos – cor e pH – foram incluídos em uma análise preliminar e também mantidos neste relatório.

Informações históricas sobre os parâmetros de interesse foram fornecidas pela Secretaria Estadual de Saúde de São Paulo, referentes ao litoral norte do estado de São Paulo. Como mencionado anteriormente, esses elementos são fundamentais para o cálculo do tamanho de amostra. As bases de dados para este propósito foram disponibilizadas pelas localidades de Caraguatatuba, Ilhabela, Ubatuba e São Sebastião, cujos sistemas são abastecidos por mananciais superficiais. Os dados estão disponíveis para o período de 1998 a 2003. Neste relatório, no entanto, somente abordaremos o ano de 2003, como forma de adequação à Portaria nº 518/04.

Uma segunda base de dados de controle para mananciais superficiais e subterrâneos foi fornecida pela CGVAM/SVS/MS, referente a 2003 e pertinente aos municípios de Engenheiro Coelho/SP, Palmas/TO e Santa Maria/RS (mananciais superficiais); e Barra de Santo Antonio/AL, Adrianópolis/PR e Rio Claro/SP (mananciais subterrâneos).

Uma terceira base de dados foi incluída após a Oficina realizada pela CGVAM no dia 7/5/2004, em Brasília. Esta base inclui informações (controle e vigilância) relativas aos municípios de Candeias, Dias D'Ávila, Lauro de Freitas e Salvador, na Bahia; Belo Horizonte, Cordisburgo, Ipanema e Itanhandu, em Minas Gerais; Araucária, Curitiba, Tijucas do Sul e Pien, no Paraná; e Americana, Caçapava, Itu, Jundiaí, Limeira, Lins, Presidente Prudente, Ribeirão Preto e Santos, em São Paulo.

A partir da análise de todas essas bases são obtidas as informações necessárias para alimentar os cálculos de tamanhos de amostras. Portanto, este projeto fica condicionado às informações contidas nesses três bancos de dados.

Estruturalmente, o presente projeto apresenta, inicialmente, as análises realizadas para os dados históricos referentes a 2003. A partir daí, teremos as proporções de amostras fora do padrão relativas aos parâmetros de interesse para determinação do tamanho de amostra mínima. O primeiro banco de dados, litoral norte do estado de São Paulo, foi exaustivamente explorado devido a sua riqueza de informações. Esta análise gera resultados secundários que podem ser úteis para os profissionais ligados à qualidade da água. Posteriormente, são resumidamente apresentadas as bases metodológi-

cas estatísticas para a determinação do tamanho de amostra na situação de interesse. Conforme referido, tais fundamentos teóricos estão contidos nos textos previamente citados. Seqüencialmente, combinaremos os valores obtidos dos dados históricos nas expressões para o cálculo de tamanho de amostra. Finalizando, algumas conclusões e as recomendações finais.

Análise dos dados históricos

Esta seção apresenta uma descrição dos dados necessários para o cálculo amostral, cujo objetivo é a definição do tamanho mínimo de amostra a ser utilizado pela vigilância da qualidade da água para consumo humano.

Litoral norte de São Paulo

As informações disponíveis são provenientes das cidades de Caraguatatuba, Ilhabela, Ubatuba e São Sebastião, referentes ao ano de 2003. Os seguintes parâmetros são considerados na análise: cloro residual livre (CRL), turbidez, cor, quantidade de flúor, pH e coliformes totais (CT). Vale ressaltar que não foram fornecidas as avaliações numéricas desses parâmetros, mas sim o percentual de amostras avaliadas que não atendia à legislação.

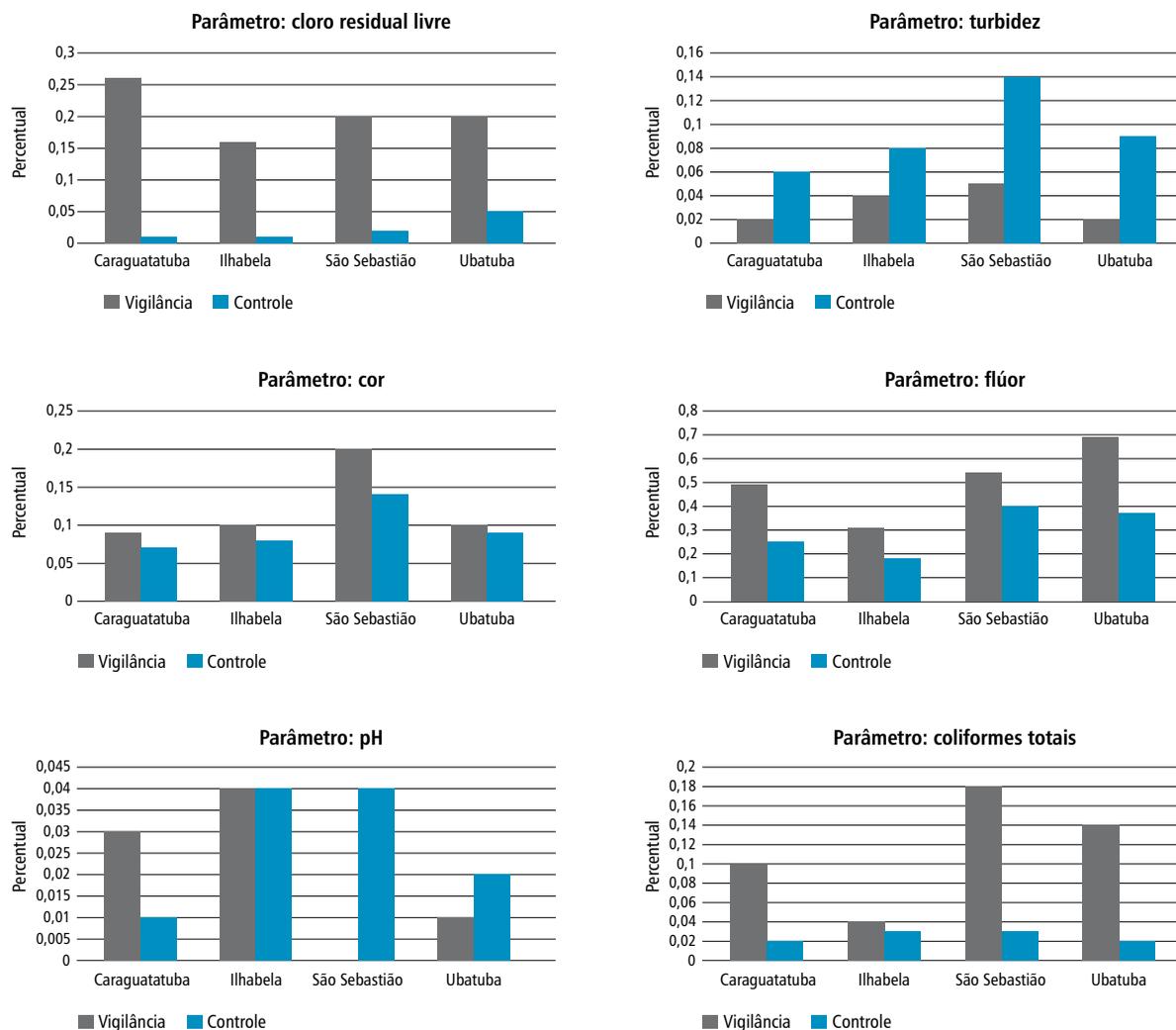
A Tabela 1 apresenta uma síntese geral dos resultados encontrados, bem como o número de amostras utilizado em cada caso.

Tabela 1. Proporção de amostras (número de amostras avaliadas) que não atendem à legislação. Litoral norte de SP – dados de 2003

Responsável	Cidade	CRL	Turbidez	Cor	Flúor	pH	CT
Vigilância	Caraguatatuba	0,26 (514)	0,02 (514)	0,09 (500)	0,49 (234)	0,03 (514)	0,10 (510)
	Ilhabela	0,16 (320)	0,04 (304)	0,10 (294)	0,31 (35)	0,04 (270)	0,04 (313)
	São Sebastião	0,20 (557)	0,05 (547)	0,20 (547)	0,54 (114)	0,00 (163)	0,18 (566)
	Ubatuba	0,20 (463)	0,02 (463)	0,10 (463)	0,69 (197)	0,01 (463)	0,14 (448)
Controle	Caraguatatuba	0,01 (1093)	0,06 (1143)	0,07 (1142)	0,25 (1130)	0,01 (1144)	0,02 (1137)
	Ilhabela	0,01 (453)	0,08 (452)	0,08 (452)	0,18 (449)	0,04 (452)	0,03 (452)
	São Sebastião	0,02 (1273)	0,14 (1262)	0,14 (1262)	0,40 (898)	0,04 (1262)	0,03 (1256)
	Ubatuba	0,05 (1232)	0,09 (1275)	0,09 (1275)	0,37 (1269)	0,02 (1275)	0,02 (1257)

A tabela apresenta o percentual de amostras analisadas em 2003 pela vigilância e controle e que não atendem às especificações. Pode ser observada uma variação entre os parâmetros analisados, sendo o flúor o que mais freqüentemente apresenta valores fora da legislação, seguido pelo cloro residual. Além disso, são também vistas algumas diferenças entre os resultados encontrados pela vigilância e pelo controle. A Figura 1 ilustra esse comportamento. Em particular, podemos observar que para o parâmetro cloro residual, a proporção de amostras que não atendem às especificações é bem superior nas avaliações realizadas pela vigilância.

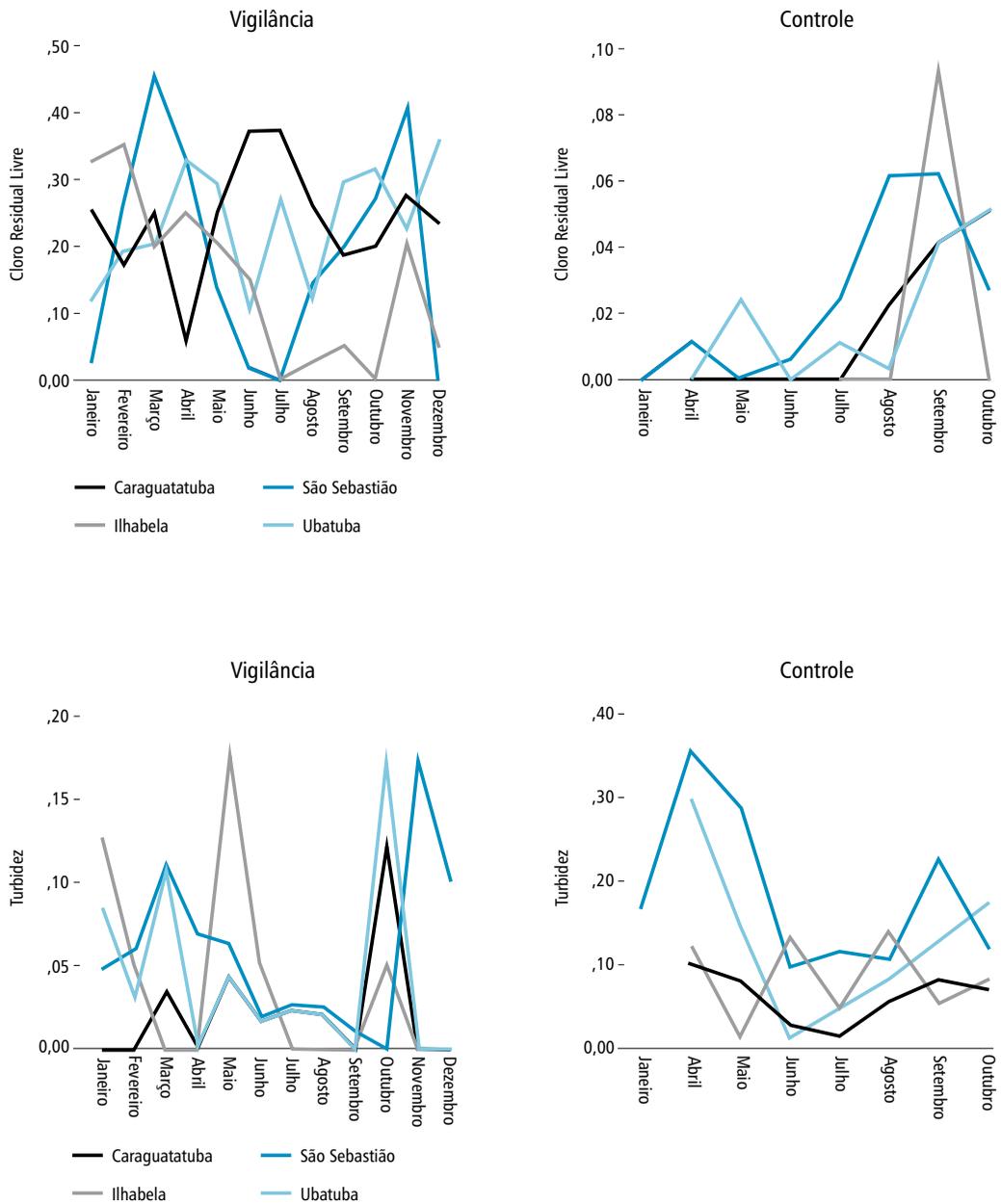
Figura 1. Comparação dos resultados obtidos pela vigilância e pelo controle. Dados de 2003



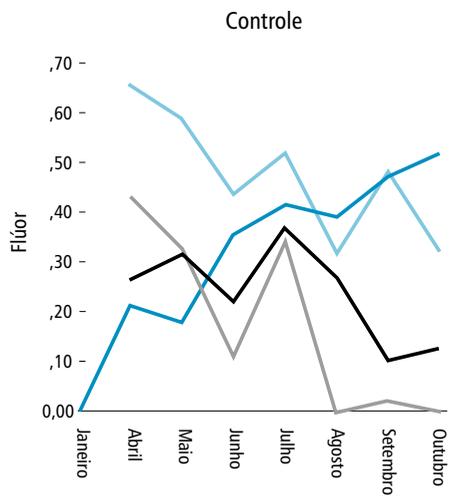
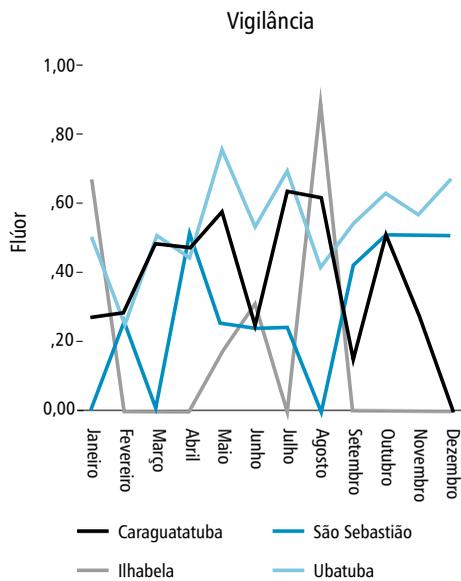
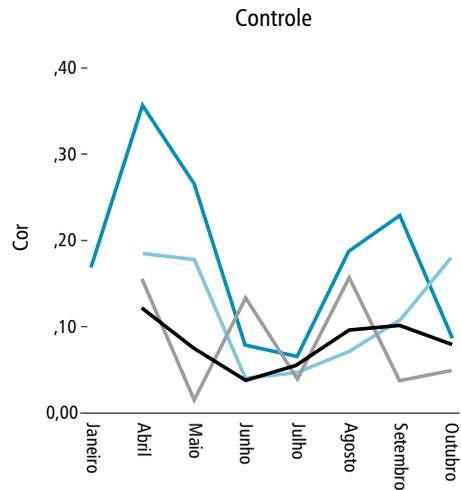
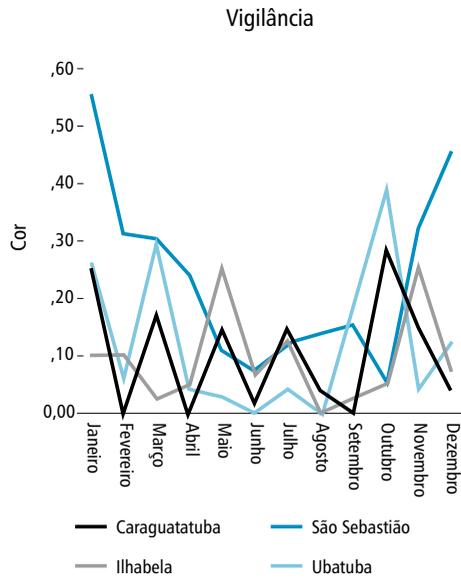
Os dados analisados até o momento não levam em consideração uma possível sazonalidade nos resultados dos parâmetros. Ou seja, são dados agregados de todo o ano de 2003.

Com o objetivo de avaliar um possível efeito temporal na medição dos parâmetros, a Figura 2 ilustra a variação das medições por meio de uma série mensal de observações. Como anteriormente, aqui também os dados são apresentados em termos da proporção de amostras fora do padrão estabelecido pela legislação.

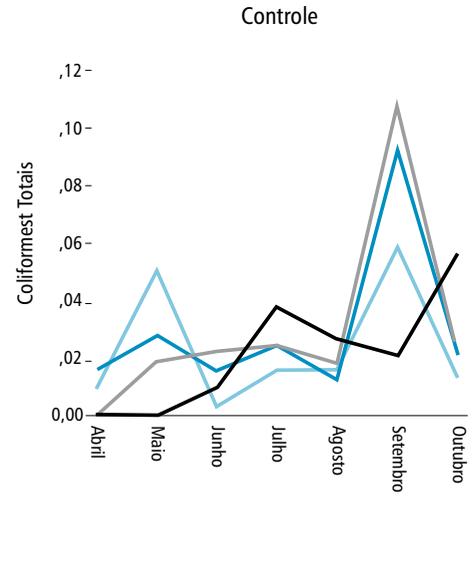
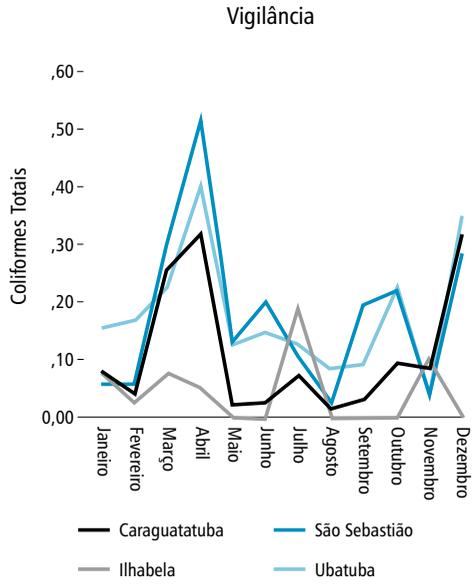
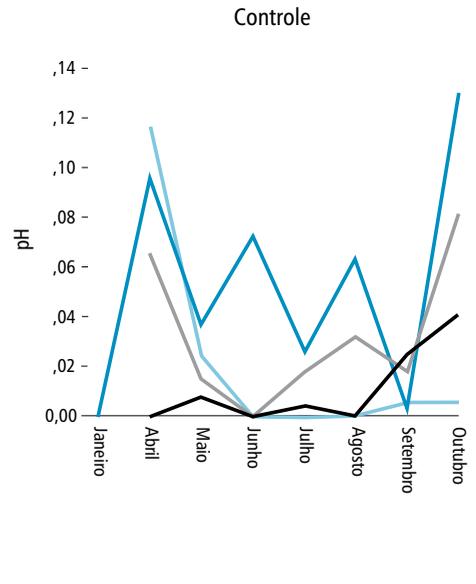
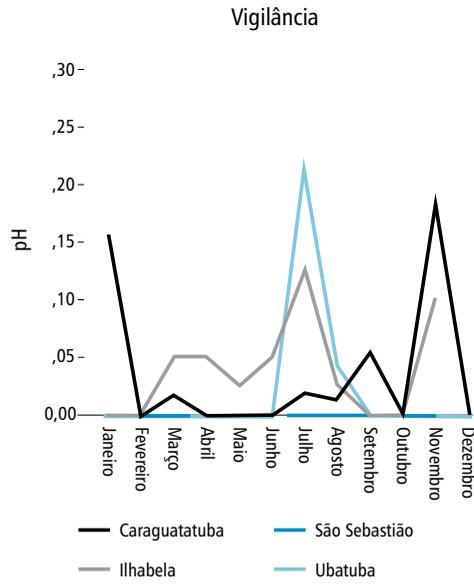
Figura 2. Variação temporal da proporção de amostras fora do padrão. Dados de 2003



continua



continua



Alguns parâmetros, como, por exemplo, a cor e os coliformes totais, parecem sofrer influência sazonal. Observa-se, para os mesmos, uma maior proporção de amostras fora do padrão estabelecido no fim e começo do ano (de novembro a fevereiro). Esta análise é preliminar, pois o número de amostras mensal é bastante pequeno. Assim, uma análise mais detalhada dos gráficos deve ser feita por especialistas da área.

Concluindo esta análise, pode-se enumerar que:

- A Tabela 1 possibilitará o subsídio necessário para os cálculos de tamanho de amostra realizado;
- A Figura 1 indica algumas diferenças entre os resultados obtidos pela vigilância e controle da qualidade da água nas cidades estudadas;
- Parece existir um comportamento sazonal de alguns parâmetros com o aumento das proporções de ‘fora de especificação’ nos meses de novembro a fevereiro, época de chuvas.

Outras regiões do país

A Tabela 2.1 apresenta o percentual das amostras analisadas no ano de 2003 pelo controle em seis cidades de outras regiões do país (segunda base de dados), que igualmente não atendem às especificações. Pode-se observar que praticamente todas as amostras atendem às especificações para CRL e coliformes totais. Os resultados para a turbidez são semelhantes aos encontrados no litoral norte de São Paulo. Ou seja, várias localidades apresentam percentuais baixos para turbidez, e um município situa-se em torno de 15%. Os resultados para o flúor oscilam drasticamente entre 0% e 75% de amostras que não atendem à legislação.

Os resultados para os mananciais subterrâneo e superficial não diferem com relação ao CRL e os coliformes totais. Em relação à turbidez, são semelhantes, com exceção do município de Adrianópolis (manancial subterrâneo), que apresenta 15% de amostras que não atendem à legislação. Os resultados para o flúor, como mencionado anteriormente, variam muito entre os municípios.

Tabela 2.1. Proporção de amostras (número de amostras avaliadas) que não atendem à legislação. Outras regiões – Dados de 2003 – Controle

Manancial	Cidade	CRL	Turbidez	Flúor	CT
Subterrâneo	Adrianópolis/PR	0,00 (110)	0,15 (111)	0,75 (04)	0,01 (959)
	Barra de Santo Antônio/AL	0,00 (58)	0,00 (26)	0,00 (14)	0,00 (58)
	Rio Claro/SP	0,00 (488)	0,00 (488)	0,92 (53)	0,00 (236)
Superficial	Engenheiro Coelho/PR	0,00 (288)	0,03 (288)	0,38 (288)	0,00 (288)
	Palmas/TO	0,00 (1816)	0,00 (2486)	0,01 (650)	0,00 (128)
	Santa Maria/RS	0,01 (3168)	0,01 (5509)	0,07 (3057)	0,01 (1411)

A Tabela 2.2 apresenta o percentual de amostras fora do padrão para o terceiro banco de dados representado por 21 municípios dos estados da Bahia, Minas Gerais, Paraná e São Paulo. Os resultados são semelhantes aos das Tabelas 1 e 2a. Ou seja, os valores para turbidez são em geral inferiores a 0,10; somente o município de Ipanema/MG apresenta valor mais alto (0,14). Os valores de flúor variam muito, com alguns municípios, como Araucária/PR, com o valor 0,0 (nenhuma amostra fora de padrão), e Dias D'Ávila com um valor 1,0 (todas as amostras fora de padrão). Os valores de CT oscilam em torno de 0,02 para o controle e 0,08 para a vigilância. A única diferença mostrada pela Tabela 2.2 são os valores da vigilância de CRL para os municípios de Lauro de Freitas/BA (0,48) e Salvador/BA (0,51), maiores que os registrados por todos os outros municípios nas três tabelas. Os demais valores de CRL, tanto do controle como da vigilância, são comparáveis aos apresentados nas Tabelas 1 e 2.1. Uma informação adicional apresentada pelos municípios do estado da Bahia é a divisão das amostras do controle entre entrada e rede de distribuição. Essas informações estão apresentadas no Anexo e mostram que a proporção de amostras fora do padrão aumenta na rede de distribuição comparativamente à sua entrada para os parâmetros CRL e flúor.

Tabela 2.2. Proporção de amostras (número de amostras avaliadas) que não atendem à legislação. Dados de 2003 – Controle e Vigilância

Responsável	Cidade	CRL	Turbidez	Flúor	CT
Vigilância	Americana/SP	0,00 (243)	0,00 (296)	0,64 (148)	0,01 (297)
	Araucária/PR	0,08 (64)	0,00 (35)	0,00 (14)	0,11 (85)
	Belo Horizonte/MG	-	-	-	0,15 (390)
	Caçapava/SP	0,08 (69)	0,01 (70)	0,29 (27)	0,00 (70)
	Candeias/BA	0,21 (32)	0,00 (17)	-	0,12 (64)
	Curitiba/PR	0,03 (600)	0,02 (351)	0,47 (375)	0,01 (351)
	Dias D'Ávila/BA	0,11 (72)	0,00 (8)	1,00 (16)	0,04 (79)
	Itu/SP	0,02 (176)	0,03 (22)	0,41 (22)	0,05 (176)
	Jundiaí/SP	0,09 (357)	0,03 (357)	0,04 (164)	0,05 (357)
	Lauro de Freitas/BA	0,48 (122)	0,10 (10)	-	0,02 (129)
	Limeira/SP	0,00 (110)	0,00 (110)	0,06 (17)	0,00 (110)
	Lins/SP	0,04 (109)	0,00 (110)	0,49 (34)	0,05 (109)
	Pien/PR	0,00 (6)	-	-	0,18 (11)
	Presidente Prudente/SP	0,00 (180)	0,00 (180)	0,00 (39)	0,01 (180)
	Ribeirão Preto/SP	0,22 (200)	0,01 (194)	0,57 (114)	0,05 (196)
	Salvador/BA	0,51 (292)	0,02 (37)	0,44 (99)	0,11 (358)
	Santos/SP	0,08 (229)	0,02 (229)	0,13 (329)	0,03 (229)
	Tijucas do Sul/BA	0,00 (29)	0,00 (1)	-	0,09 (32)

continua

Responsável	Cidade	CRL	Turbidez	Flúor	CT
Controle	Americana/SP	0,00 (18317)	0,00 (18510)	0,09 (10723)	0,00 (2515)
	Araucária/PR	0,01 (782)	0,00 (781)	0,00 (372)	0,01 (1006)
	Caçapava/SP	0,04 (1612)	0,01 (1612)	0,25 (617)	0,01 (1613)
	Candeias/BA	0,09 (1555)	0,02 (1554)	0,31 (530)	0,02 (1342)
	Cordisburgo/MG	0,00 (761)	0,00 (48)	0,40 (48)	0,07 (101)
	Curitiba/PR	0,00 (9094)	0,00 (9119)	0,01 (8816)	0,00 (8965)
	Dias D'Ávila/BA	0,12 (1094)	0,00 (941)	0,69 (102)	0,01 (1074)
	Ipanema/MG	0,00 (9)	0,14 (7)	-	0,00 (3)
	Itanhandu/MG	-	-	-	0,00 (73)
	Itu/SP	0,02 (1866)	0,04 (834)	0,44 (782)	0,01 (1848)
	Jundiaí/SP	0,00 (2792)	0,01 (2804)	0,08 (2804)	0,01 (2773)
	Lauro de Freitas/BA	0,04 (1467)	0,04 (1450)	0,36 (377)	0,01 (1275)
	Limeira/SP	0,00 (1865)	0,00 (1865)	0,00 (1810)	0,00 (1865)
	Lins/SP	0,00 (1045)	0,00 (715)	0,43 (715)	0,00 (965)
	Pien/PR	0,00 (694)	0,00 (701)	0,52 (46)	0,00 (1286)
	Presidente Prudente/SP	0,01 (2486)	0,01 (2035)	0,05 (686)	0,07 (2532)
	Ribeirão Preto/SP	0,03 (5812)	0,00 (1467)	0,73 (1467)	0,01 (5783)
	Salvador/BA	0,08 (6296)	0,05 (6264)	0,26 (1167)	0,03 (6086)
	Santos/SP	0,04 (2764)	0,01 (2743)	0,08 (534)	0,03 (2814)
	Tijucas do Sul/BA	0,01 (820)	0,01 (826)	0,23 (166)	0,01 (1658)

Metodologia de cálculo de tamanho de amostra

O cálculo de tamanho de amostra na situação de interesse envolve os três seguintes elementos:

- P***: proporção de interesse
- α** : nível de significância
- d***: precisão desejada (margem de erro)

A quantidade *d* é a precisão absoluta requerida em ambos os lados da proporção verdadeira e expressa como:

$$d_{controle} = 1,65 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad , \quad (1)$$

em que a quantidade $z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ é o quantil de uma distribuição de probabilidade normal

padrão que representa o número de desvios-padrão afastados da média.

Resolvendo a equação (1), para *n* obtemos a expressão desejada para o cálculo do tamanho de amostra:

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

Os valores usualmente assumidos para α são 0,05 e 0,10, que correspondem, respectivamente, aos níveis de confiança de 95% e 90%. Para esses valores, tem-se que os quantis da distribuição de probabilidade normal são $z_{0,975} = 1,96$ e $z_{0,95} = 1,65$. 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*.

Quanto menor o valor de α , ou, equivalentemente, quanto maior o nível de confiança, maior será o valor de *z* e, conseqüentemente, maior será o tamanho amostral. Além disso, quanto menor o valor de *d* (maior precisão), maior será o tamanho amostral.

Cálculo de tamanho de amostra (estratégia)

Um nível de significância igual a 0,10 foi utilizado em todos os cálculos. Além disso, foi considerada a maior proporção de amostras não-conformes com o valor de P para cada um dos parâmetros – procedimento conservador que preserva a margem de erro estipulada para todas as situações ao garantir para o caso mais crítico. Esses valores são obtidos a partir da Tabela 1, referente aos resultados do litoral norte do estado de São Paulo, e das Tabelas 2a e 2b, referentes a outras regiões do país. Entre os valores, foram tomados aqueles mais próximos de 50% (0,50), o que acarreta, conseqüentemente, maior tamanho de amostra – os valores foram 0,26 (CRL), 0,18 (CT), 0,14 (turbidez) e 0,54 (flúor). Os valores atípicos de CRL de Lauro de Freitas (0,48) e Salvador (0,51) foram considerados de forma separada no final desta seção.

Uma margem de erro (d) 50% maior do que a utilizada pelo controle de qualidade da água foi aplicada nos cálculos. Isto significa que se o controle faz uso de uma margem de erro de $\pm 2\%$, a vigilância utilizará uma margem de $\pm 3\%$. Ao final desta seção, outros valores para a margem de erro serão utilizados e apresentados em forma gráfica.

O procedimento adotado para o cálculo de tamanho de amostra seguiu as seguintes etapas:

1. Utilizando a proporção de amostras não-conformes, como discutido anteriormente, foi calculada a margem de erro adotada pelo controle. Isto é possível pois a Portaria MS nº 518/04 especifica o tamanho de amostra para o controle. O cálculo é realizado a partir da seguinte expressão:

$$d_{controle} = 1,65 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (3)$$

2. Após calculada a margem de erro adotada pelo controle, foi especificada a margem de erro da vigilância, sendo esta 50% maior do que a utilizada pelo controle, ou seja:

$$d_{vigilância} = 1,5 \times d_{controle} \quad (4)$$

3. Adotou-se o procedimento de que a margem de erro da vigilância deve estar no intervalo (0,10-0,20). Isto significa que a margem de erro da vigilância da qualidade da água não deve ser superior a 20% e nem inferior a 10%. Estes valores parecem razoáveis a partir do pressuposto de que uma margem de erro acima de 20% é bastante alta e deve

ser evitada; e uma margem abaixo de 10% implicaria em tamanhos de amostra muito grandes, o que seria inviável para a vigilância da qualidade da água.

O resultado da margem de erro para a vigilância, obtido através da expressão (4), é comparado com o intervalo (0,10-0,20), da seguinte forma:

- se d (vigilância) for menor que 0,10, assumiremos a margem de erro de 0,10 para o cálculo do tamanho da amostra;
- se d (vigilância) pertencer ao intervalo 0,10-0,20, o cálculo do tamanho da amostra será baseado na seguinte expressão:

$$n = \frac{1,65^2 \times p(1-p)}{d_{\text{vigilância}}^2} \quad (5)$$

- se d (vigilância) for superior a 0,20 e d (controle) for inferior a 0,20, assumiremos o valor 0,20 para o cálculo do tamanho da amostra;
- se d (vigilância) for superior a 0,20 e d (controle) também for superior a 0,20, assumiremos para a vigilância o mesmo tamanho da amostra do controle.

Resultados obtidos

As Tabelas 3 a 8 mostram o resultado da implementação da metodologia acima proposta para o cálculo amostral. A título de ilustração da aplicação do procedimento, algumas linhas da Tabela 3, referentes ao CRL, são detalhadas a seguir:

- a proporção de 0,26 não-conforme foi utilizada na Tabela 3 por ser o pior caso apresentado;
- na primeira linha, o d (controle) foi calculado segundo a expressão 3, sendo obtido um resultado igual a 0,228. Como o d (controle) e d (vigilância) são superiores a 0,20, adota-se como tamanho da amostra para a vigilância o mesmo do controle; neste caso, igual a 10;
- na segunda linha, o d (controle) obtido pela expressão 3 foi igual a 0,161 e o d (vigilância) – que é 1,5 d (controle) – foi igual a 0,242. Neste caso, como o d (vigilância) é superior a 0,20 e o d (controle) inferior a 0,20, adota-se um d (final) para a vigilância igual a 0,20 e a partir da expressão 5 obtém-se um tamanho de amostra igual a 14;
- seguindo os mesmos passos, na terceira linha da Tabela 3 o d (vigilância) obtido foi igual a 0,171. Portanto, pertence ao intervalo (0,10-0,20). A partir desta margem de erro, obtém-se um tamanho de amostra igual a 18;

- seguindo o mesmo procedimento, observa-se que a partir da sexta linha o d (vigilância) é inferior a 0,10. Portanto, assumimos este valor como d (final).

Tabela 3. Resultado do cálculo amostral – Parâmetro: cloro residual

População	n (controle)	proporção	d (controle)	d (vigilância)	d (final)	n (vigilância)
<5.000	10	0,26	0,228	0,342	-	10
10.000	20	0,26	0,161	0,242	0,200	14
20.000	40	0,26	0,114	0,171	0,171	18
50.000	55	0,26	0,097	0,146	0,146	25
100.000	80	0,26	0,081	0,121	0,121	36
250.000	155	0,26	0,058	0,087	0,100	53
500.000	205	0,26	0,050	0,076	0,100	53
1.000.000	305	0,26	0,041	0,062	0,100	53
2.000.000	505	0,26	0,032	0,048	0,100	53
5.000.000	1000	0,26	0,023	0,034	0,100	53
10.000.000	1000	0,26	0,023	0,034	0,100	53

Tabela 4. Resultado do cálculo amostral – Parâmetro: coliformes totais

População	n (controle)	proporção	d (controle)	d (vigilância)	d (final)	n (vigilância)
<5.000	10	0,18	0,200	0,300	-	10
10.000	20	0,18	0,141	0,212	0,200	10
20.000	40	0,18	0,100	0,150	0,150	18
50.000	55	0,18	0,085	0,128	0,128	25
100.000	80	0,18	0,071	0,106	0,106	36
250.000	155	0,18	0,051	0,076	0,100	40
500.000	205	0,18	0,044	0,066	0,100	40
1.000.000	305	0,18	0,036	0,054	0,100	40
2.000.000	505	0,18	0,028	0,042	0,100	40
5.000.000	1000	0,18	0,020	0,030	0,100	40
10.000.000	1000	0,18	0,020	0,030	0,100	40

Tabela 5. Resultado do cálculo amostral – Parâmetro: cor

População	n (controle)	proporção	d (controle)	d (vigilância)	d (final)	n (vigilância)
<5.000	10	0,2	0,208	0,312	-	10
10.000	10	0,2	0,208	0,312	-	10
25.000	10	0,2	0,208	0,312	-	10
50.000	10	0,2	0,208	0,312	-	10
100.000	20	0,2	0,147	0,221	0,200	11
250.000	50	0,2	0,093	0,140	0,140	23
500.000	60	0,2	0,085	0,127	0,127	27
1.000.000	80	0,2	0,074	0,110	0,110	36
2.000.000	120	0,2	0,060	0,090	0,100	44
5.000.000	240	0,2	0,042	0,064	0,100	44
10.000.000	440	0,2	0,031	0,047	0,100	44

Tabela 6. Resultado do cálculo amostral – Parâmetro: turbidez

População	n (controle)	proporção	d (controle)	d (vigilância)	d (final)	n (vigilância)
<5.000	10	0,14	0,180	0,271	0,200	9
10.000	10	0,14	0,180	0,271	0,200	9
25.000	10	0,14	0,180	0,271	0,200	9
50.000	10	0,14	0,180	0,271	0,200	9
100.000	20	0,14	0,128	0,191	0,191	9
250.000	50	0,14	0,081	0,121	0,121	23
500.000	60	0,14	0,074	0,111	0,111	27
1.000.000	80	0,14	0,064	0,096	0,100	33
2.000.000	120	0,14	0,052	0,078	0,100	33
5.000.000	240	0,14	0,037	0,055	0,100	33
10.000.000	440	0,14	0,027	0,041	0,100	33

Tabela 7. Resultado do cálculo amostral – Parâmetro: pH

População	n (controle)	proporção	d (controle)	d (vigilância)	d (final)	n (vigilância)
<5.000	10	0,04	0,102	0,153	0,153	5
10.000	10	0,04	0,102	0,153	0,153	5
25.000	10	0,04	0,102	0,153	0,153	5
50.000	10	0,04	0,102	0,153	0,153	5
100.000	20	0,04	0,072	0,108	0,108	9
250.000	50	0,04	0,046	0,068	0,100	11
500.000	60	0,04	0,042	0,062	0,100	11
1.000.000	80	0,04	0,036	0,054	0,100	11
2.000.000	120	0,04	0,029	0,044	0,100	11
5.000.000	240	0,04	0,021	0,031	0,100	11
10.000.000	440	0,04	0,015	0,023	0,100	11

Tabela 8. Resultado do cálculo amostral – Parâmetro: flúor

População	n (controle)	proporção	d (controle)	d (vigilância)	d (final)	n (vigilância)
<5.000	5	0,54	0,367	0,550	-	5
10.000	5	0,54	0,367	0,550	-	5
25.000	5	0,54	0,367	0,550	-	5
50.000	5	0,54	0,367	0,550	-	5
100.000	10	0,54	0,259	0,389	-	10
250.000	25	0,54	0,164	0,246	0,200	17
500.000	30	0,54	0,150	0,225	0,200	17
1.000.000	40	0,54	0,130	0,194	0,194	18
2.000.000	60	0,54	0,106	0,159	0,159	27
5.000.000	120	0,54	0,075	0,112	0,112	54
10.000.000	220	0,54	0,055	0,083	0,100	68

Para completar esta análise, as Figuras 3 a 8 apresentam a variação do tamanho da amostra em função da margem de erro assumida e a Figura 9, uma comparação entre os tamanhos da amostra utilizados pelo controle e o sugerido para a vigilância, adotando uma margem de erro 50% superior a utilizada pelo controle.

Figura 3. Simulação do tamanho da amostra em função da margem de erro – Cloro residual

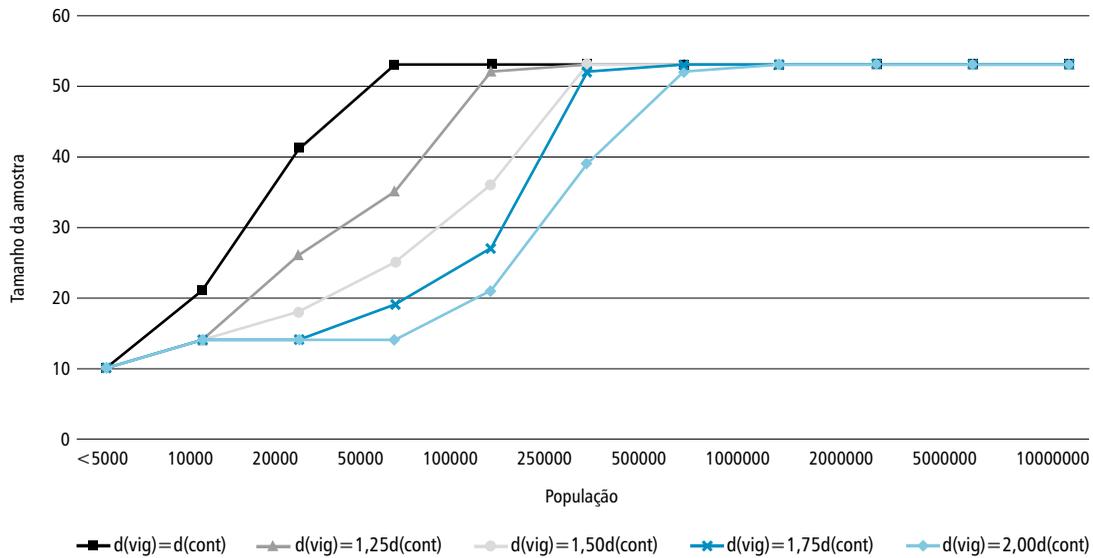


Figura 4. Simulação do tamanho da amostra em função da margem de erro – Coliformes totais

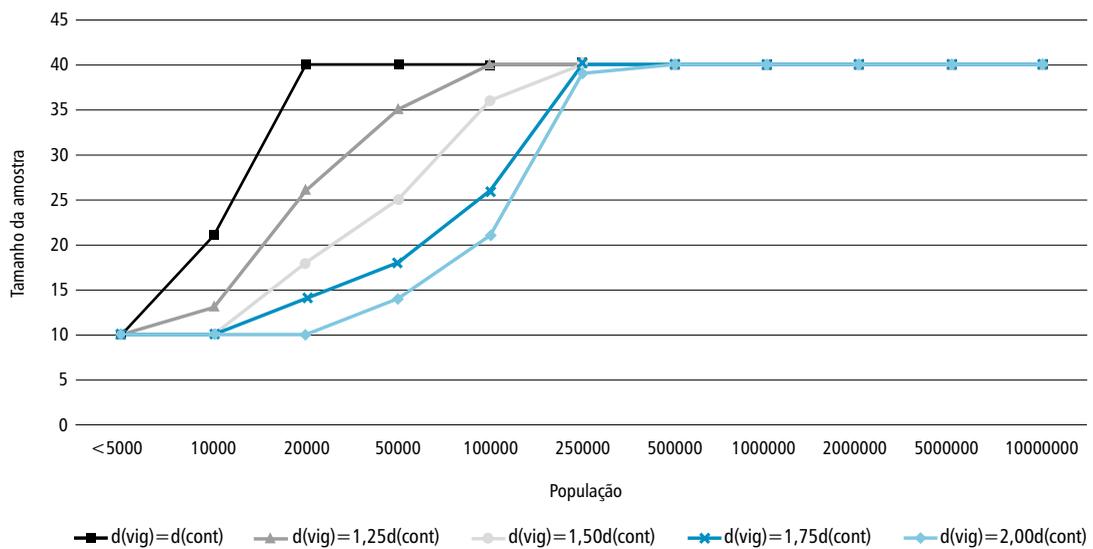


Figura 5. Simulação do tamanho da amostra em função da margem de erro – Cor

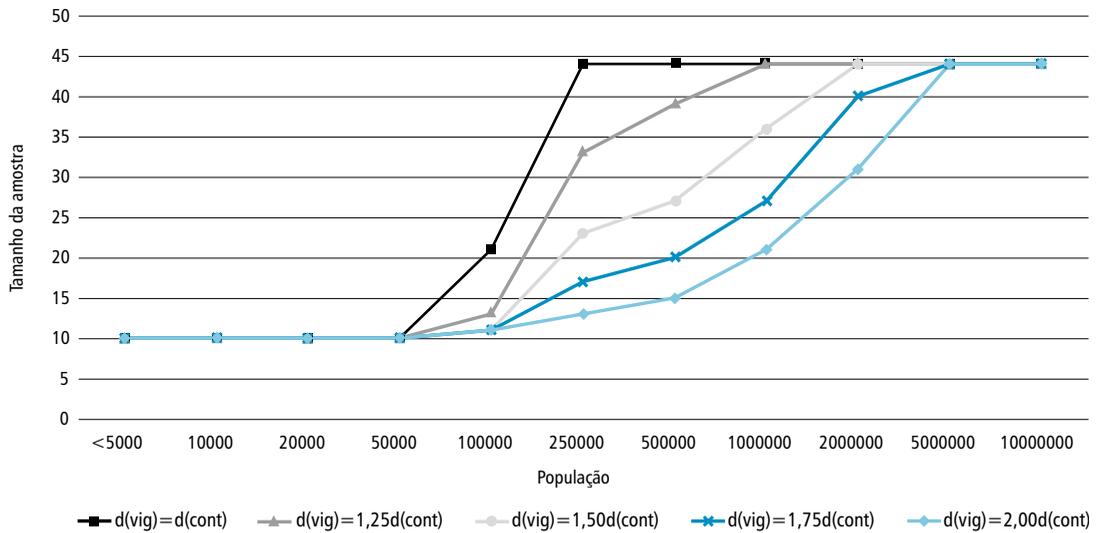


Figura 6. Simulação do tamanho da amostra em função da margem de erro – Turbidez

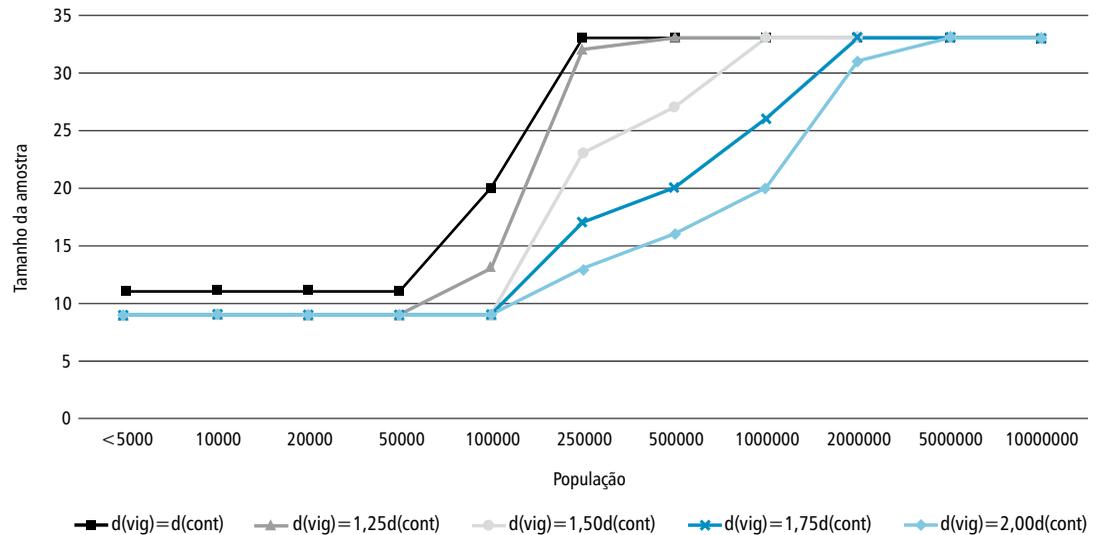


Figura 7. Simulação do tamanho da amostra em função da margem de erro – pH

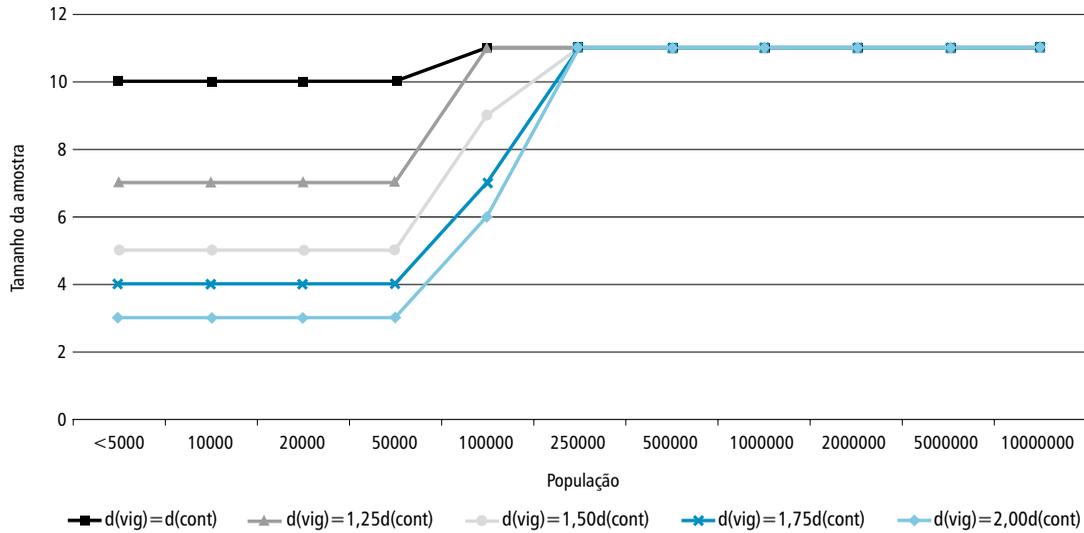


Figura 8. Simulação do tamanho da amostra em função da margem de erro – Flúor

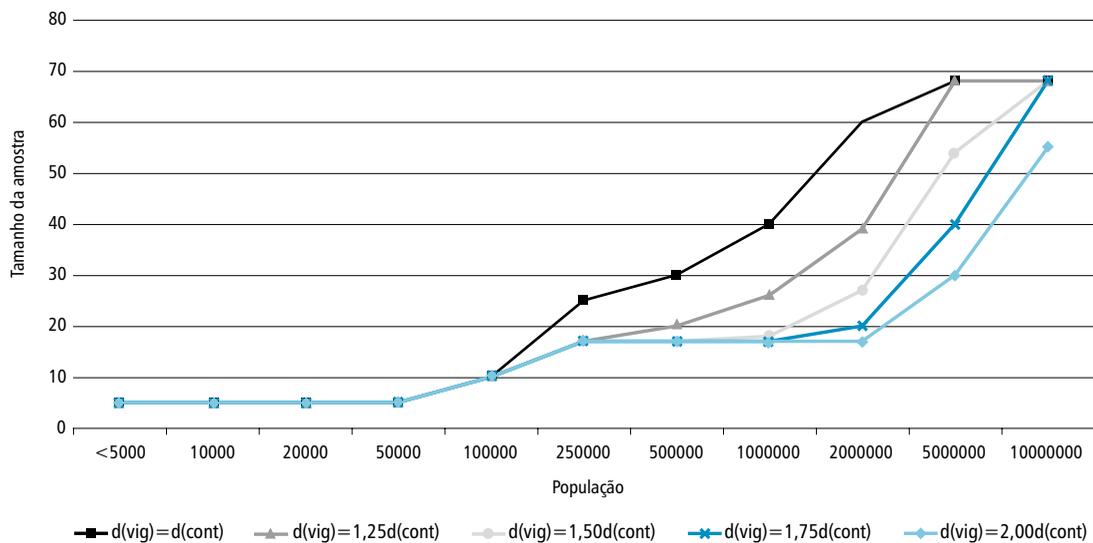
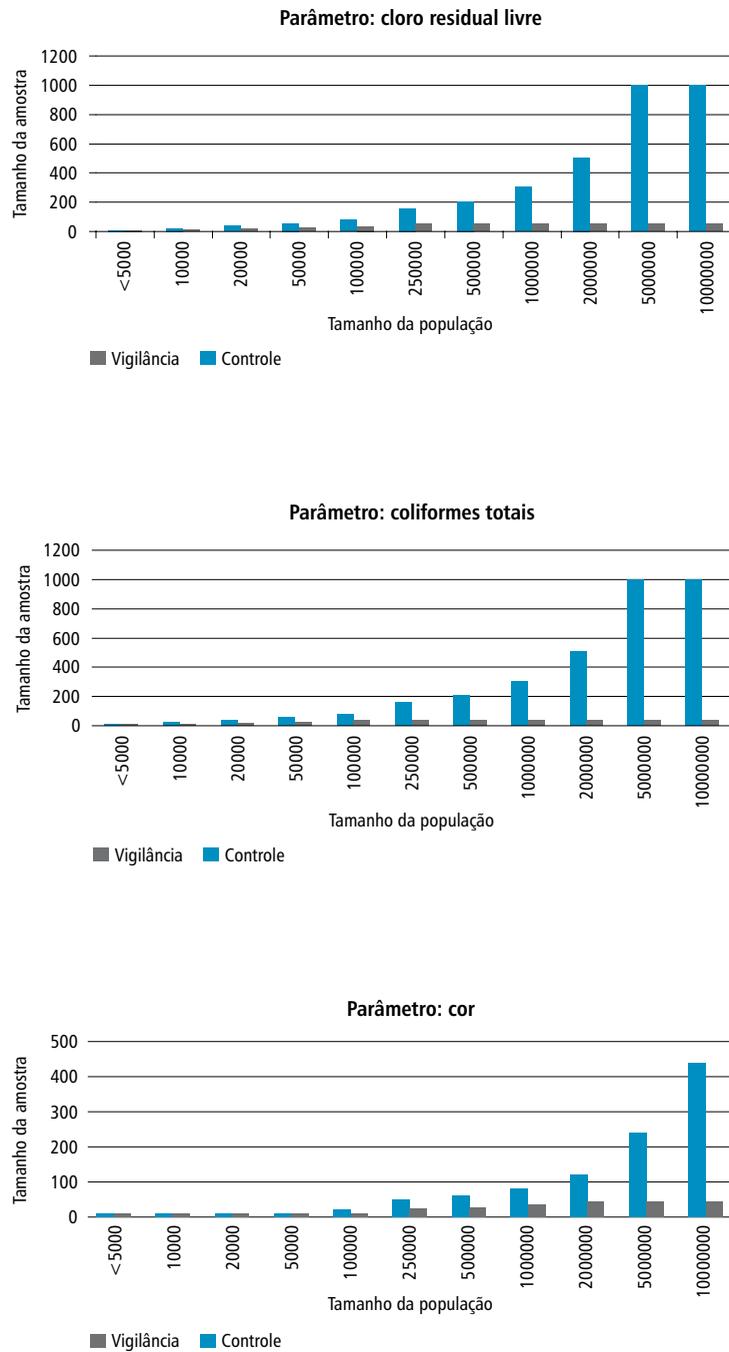
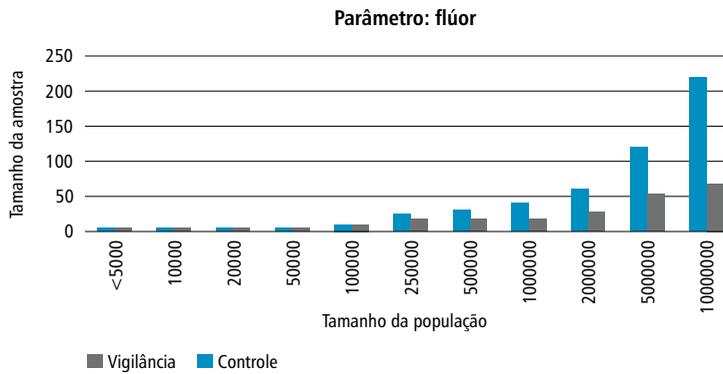
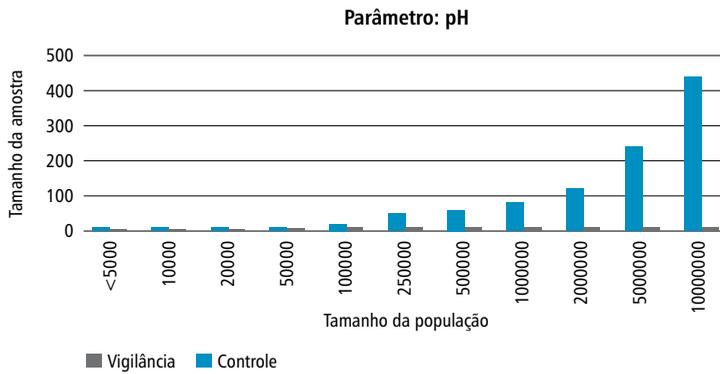
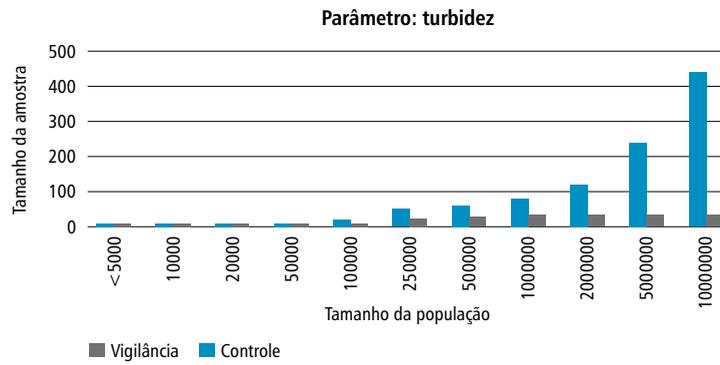


Figura 9. Comparação entre o tamanho da amostra utilizado pelo controle e o proposto para a vigilância



continua



continua

Tamanho da amostra de CRL para os municípios Lauro de Freitas e Salvador/BA

Conforme mencionada anteriormente, a proporção de amostras fora do padrão da vigilância referente à CRL para os municípios de Lauro de Freitas/BA (0,48) e Salvador/BA (0,51) foi muito maior que todos os outros municípios apresentados nas Tabelas 1, 2.1 e 2.2. Desta forma vamos considerá-los separadamente nesta seção.

Seguindo a proposta anterior, vamos tomar o pior caso (0,51) e realizar os cálculos de acordo com este valor.

A Tabela 9 apresenta o resultado do cálculo amostral de CRL para estes dois municípios. Pode-se observar, como apresentado, que os tamanhos de amostra são superiores àqueles obtidos na Tabela 3.

Tabela 9. Resultado do cálculo amostral – Parâmetro: CRL – Lauro de Freitas e Salvador/BA

População	n (controle)	proporção	d (controle)	d (vigilância)	d (final)	n (vigilância)
< 5.000	10	0,51	0,260	0,390	-	10
10.000	20	0,51	0,184	0,276	0,200	17
20.000	40	0,51	0,130	0,195	0,195	18
50.000	55	0,51	0,111	0,166	0,166	25
100.000	80	0,51	0,092	0,138	0,138	36
250.000	155	0,51	0,066	0,099	0,100	68
500.000	205	0,51	0,057	0,086	0,100	68
1.000.000	305	0,51	0,047	0,071	0,100	68
2.000.000	505	0,51	0,037	0,055	0,100	68
5.000.000	1000	0,51	0,026	0,039	0,100	68
10.000.000	1000	0,51	0,026	0,039	0,100	68

Discussão final

O cálculo do tamanho de amostra para a vigilância da qualidade da água é apresentado mediante um procedimento técnico e várias margens de erro. Este procedimento estabelece que a margem de erro amostral permitida para a vigilância deve estar entre 10% e 20%. Uma margem de erro superior a 20% não é razoável, pois torna os resultados imprecisos e abaixo de 10% resultaria em tamanhos de amostra inviáveis. No entanto, o procedimento pode ser facilmente ajustado para valores diferentes de 10% e 20%, caso necessário.

Em linhas gerais, as conclusões do presente estudo são:

1. CRL e CT: os tamanhos de amostra crescem de 10 (população inferior a 5.000 habitantes) até estabilizarem em torno de 50 para a CRL e 40 para a CT para populações iguais e superiores a 250.000 habitantes. Como a mesma amostra é utilizada para as duas análises, os maiores valores devem ser utilizados pela vigilância. Os valores obtidos para CRL, nos municípios de Salvador e Lauro de Freitas, são superiores a este.
2. Turbidez: os tamanhos de amostra partem de 10 (população inferior a 50.000 habitantes) e crescem até atingir um patamar em torno de 30 para populações de 200.000 habitantes e/ou mais.
3. Flúor: esse parâmetro é crítico, pois os resultados mostrados “Análise dos dados históricos” indicam grande instabilidade. Variam desde 0% até 100%. Frente a estes resultados, foi utilizado um valor conservador ($P=0,54$) nos cálculos de tamanho de amostra. Baseado neste valor, os tamanhos de amostra crescem de um valor mínimo de 5 (população inferior a 50.000 habitantes) até 70 sem, como aconteceu com os demais parâmetros, atingir um patamar.
4. Mananciais subterrâneos e superficiais: os resultados mostrados na “Análise dos dados históricos” para outros municípios do país incluem esses dois tipos de mananciais. No entanto, não é possível observar diferenças aparentes entre os mesmos. No caso do parâmetro turbidez, um município com manancial subterrâneo (Adrianópolis/PR) apresenta valor superior aos demais. Entretanto, foi obtido num manancial superficial apresentado na Tabela 1 e utilizado para o cálculo de tamanho de amostra.
5. Uma possível presença de sazonalidade para certos parâmetros como manifestado na “Análise dos dados históricos” indica que certo cuidado deve ser exercido por parte da vigilância. Acredita-se que não é necessário aumentar o tamanho de

amostra, pois os cálculos guardam certa margem de segurança, mas a frequência de amostragem deve ser menor para captar esta variação sazonal.

6. Nos municípios de menor porte, para que haja efetivo cumprimento da vigilância da água os valores obtidos para os tamanhos de amostras podem ser maiores que nos demais. Esses valores, como os mostrados nas Tabelas 3 e 9, são equivalentes aos do controle. Apesar de o tamanho de amostra ser maior, recomenda-se fortemente que a meta seja cumprida pois, neste caso, a margem de erro é ainda considerada alta e superior a 20%. Por sua vez, os valores obtidos de tamanhos de amostras para os municípios de maior porte são consideravelmente menores que os do controle. Aumentar o tamanho da amostra com vistas a uma melhoria de sua representatividade implicará redução de margem de erro e, portanto, resultados mais precisos.

Anexo

Informações sobre a proporção de amostras (número de amostras avaliadas) que não atendem a legislação tanto na entrada como na rede de distribuição

CRL

Município	Controle		Vigilância	Final
	Entrada da rede	Rede de distribuição		
Candeias	0,01 (434)	0,16 (1121)	0,21 (32)	0,10 (1587)
Salvador	0,04 (1072)	0,13 (5224)	0,51 (292)	0,21 (6588)
Dias D'Ávila	0,13 (166)	0,11 (928)	0,11 (72)	0,12 (1166)
Lauro de Freitas	0,01 (434)	0,09 (1033)	0,48 (122)	0,17 (1589)

Turbidez

Município	Controle		Vigilância	Final
	Entrada da rede	Rede de distribuição		
Candeias	0,04 (428)	0,01 (1126)	0,00 (17)	0,02 (1571)
Salvador	0,08 (1066)	0,03 (5198)	0,02 (37)	0,05 (6301)
Dias D'Ávila	0,01 (166)	0,00 (775)	0,00 (8)	0,00 (949)
Lauro de Freitas	0,04 (428)	0,04 (1022)	0,10 (10)	0,04 (1460)

Flúor

Município	Controle		Vigilância	Final
	Entrada da rede	Rede de distribuição		
Candeias	0,23 (195)	0,34 (335)	-	0,31 (530)
Salvador	0,18 (420)	0,28 (747)	0,44 (99)	0,33 (1266)
Dias D'Ávila	0,64 (34)	0,70 (68)	1,00 (16)	0,75 (118)
Lauro de Freitas	0,23 (195)	0,42 (182)	-	0,36 (377)

Coliforme total

Município	Controle		Vigilância	Final
	Entrada da rede	Rede de distribuição		
Candeias	0,05 (260)	0,03 (1082)	0,12 (64)	0,04 (1406)
Salvador	0,04 (936)	0,10 (5150)	0,04 (358)	0,05 (6444)
Dias D'Ávila	0,05 (166)	0,02 (908)	0,04 (79)	0,02 (1153)
Lauro de Freitas	0,05 (560)	0,05 (1015)	0,05 (129)	0,01 (1404)

ISBN 85 - 334 - 1239 - 8



www.saude.gov.br/svs

www.saude.gov.br/bvs

disque saúde: 0800.61.1997

Secretaria de
Vigilância em Saúde

Ministério
da Saúde

