

ARTIGO ORIGINAL

Desafios dos laboratórios públicos da área de saúde ambiental para implantação e manutenção dos requisitos de normativas da qualidade para monitoramento da água de consumo humano

Challenges for public laboratories in the environmental health area for implementation and maintenance of quality regulatory requirements for monitoring human consumption water

Elô de Oliveira Rodrigues^{1,2} , Janaína Marques Rodrigues² , Paulo Paschoal Borges² , Rodrigo Caciano de Sena² , Marcelo Dominguez de Almeida² 

¹Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental (DSSA), Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca (ENSP), Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) - Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

²Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) - Duque de Caxias (RJ), Brasil.

Como citar: Rodrigues EO, Rodrigues JM, Borges PP, Sena RC, Almeida MD. Desafios dos laboratórios públicos da área de saúde ambiental para implantação e manutenção dos requisitos de normativas da qualidade para monitoramento da água de consumo humano. *Cad Saúde Colet*, 2022; 30(4) 606-614. <https://doi.org/10.1590/1414-462X202230040161>

Resumo

Introdução: O Ministério da Saúde (MS) é responsável pela vigilância da qualidade da água de consumo humano. A confiabilidade nos resultados do monitoramento de parâmetros analíticos minimiza riscos à saúde pública. **Objetivo:** Retratar aspectos funcionais, a aplicação de ferramentas da qualidade e a aderência dos laboratórios públicos que atuam no monitoramento da água de consumo humano aos requisitos da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025. **Método:** A pesquisa foi realizada com 30 laboratórios públicos de todas as regiões do país, respondendo a um questionário elaborado com 49 perguntas sobre a formação e capacidade dos profissionais, garantia da validade dos resultados e sobre a determinação de parâmetros da qualidade da água. **Resultados:** Dos 161 profissionais, 46% possuem mais de 10 anos de experiência e 65% têm formação superior. Capacitações específicas foram requeridas por todos. A validação dos métodos analíticos não foi realizada por 59%. Materiais de referência certificados são acessados por 41% e apenas 18% têm facilidade em adquiri-los. A participação em ensaios de proficiência foi reportada por 68% dos laboratórios, mas com poucos parâmetros avaliados e dificuldades em contratar provedores. **Conclusão:** Evidenciou-se a necessidade de ações para fortalecimento da metrologia em laboratórios públicos que atuam na vigilância da qualidade da água.

Palavras-chave: água de consumo humano; laboratórios públicos; rastreabilidade metrológica; ferramentas da qualidade.

Abstract

Background: The Ministry of Health (MS) is responsible for drinking water quality surveillance. Reliability in the results of monitoring analytical parameters minimizes public health risks. **Objective:** To present functional aspects and the application of quality tools by public laboratories that work to monitor the

Trabalho realizado com a Cedae – RJ e com laboratórios públicos da Área de Saúde Ambiental do Ministério da Saúde de todas as regiões brasileiras. Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

Correspondência: Elô de Oliveira Rodrigues. E-mail: elo@ensp.fiocruz.br

Fonte de financiamento: nenhuma.

Conflito de interesses: nada a declarar.

Recebido em: Abr. 20, 2020. Aprovado em: Jan. 06, 2021



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

quality of drinking water. **Method:** A survey was conducted with 30 public laboratories from all regions of the country, answering a questionnaire elaborated with 49 questions about the training and capacity of professionals, guaranteeing the validity of the results and about the determination of basic parameters of water quality. **Results:** Of the 161 professionals, 46% have more than 10 years of experience and 65% have higher education. Specific training was required by everyone. The validation of the analytical methods was not performed by 59%. Reference materials are accessed by 41% and only 18% can acquire them easily. Participation in proficiency tests was reported by 68% of the laboratories, but with few parameters evaluated and difficulties in hiring providers. **Conclusion:** The need for actions to strengthen metrology in public laboratories that work in water quality surveillance was highlighted.

Keywords: drinking water; public laboratories; metrological traceability; quality tools.

INTRODUÇÃO

A vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano consiste em um conjunto de ações adotadas continuamente pelas autoridades de saúde pública para garantir que a água consumida pela população atenda às normas estabelecidas na legislação vigente e para avaliar os riscos representativos à saúde humana¹. Para isso, foi criado no final da década de 1990, o Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental (VIGIAGUA), construído com base na Portaria do Ministério da Saúde (MS) que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano².

Os Laboratórios Centrais dos Estados (LACEN), os laboratórios regionais (LAREN) e microrregionais, laboratórios de fronteira e de empresas de abastecimento (pública ou privada) são responsáveis pelas análises de monitoramento da qualidade da água para consumo humano e utilizam como referência o Anexo XX da portaria de consolidação MS nº 5/2017 para os valores de controle, vigilância da qualidade da água para consumo humano e padrão de potabilidade³. Esta portaria exige dos laboratórios habilitados para o monitoramento que comprovem a existência de um sistema da qualidade baseado na ABNT NBR ISO/IEC 17025/2017⁴.

A Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025/2017⁴ preconiza a comparabilidade, a confiabilidade dos serviços e a avaliação dos riscos operacionais de um laboratório. Ela contém requisitos voltados para o sistema de gestão da qualidade do laboratório e requisitos técnicos, específicos para garantir a confiabilidade dos resultados analíticos, tais como a aplicação adequada de métodos e procedimentos normalizados ou validados, o emprego de parâmetros de validação para verificação de desempenho dos métodos, o uso regular de materiais de referência, a participação em ensaios de proficiência e outras ações necessárias para assegurar a qualidade das medições. Com o objetivo de verificar a aplicação dos requisitos técnicos da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025/2017⁴ e obter informações referentes aos laboratórios que possam impactar na qualidade dos serviços analíticos executados para atender ao VIGIAGUA, foi organizado, no ano de 2017, uma pesquisa através de questionário contendo questões abertas, semiabertas e fechadas respondidas por 30 laboratórios públicos. Os participantes da pesquisa foram procedentes das regiões sudeste (53%), sul (34%), centro-oeste (7%), norte (3%) e nordeste (3%). Assim foi possível realizar um diagnóstico sobre as principais dificuldades presentes na esfera pública e discutir ações necessárias para estabelecer maior confiabilidade nas medições realizadas pelos laboratórios públicos para o monitoramento da qualidade da água de consumo humano.

MÉTODO

O questionário contendo 49 perguntas abertas, semiabertas e fechadas foi elaborado para obter informações de cada laboratório sobre a formação e capacidade do corpo técnico, garantia da qualidade dos resultados e informações sobre a medição da concentração de fluoreto e de turbidez, dois parâmetros básicos da qualidade da água potável. As referências utilizadas foram os itens dos requisitos técnicos da ABNT NBR ISO/IEC 17025/2017⁴, os capítulos específicos para medição da concentração de fluoreto e turbidez do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*⁵ e o anexo XX da portaria de consolidação do MS nº 5/2017³.

Para facilitar o envio e garantir sigilo das informações disponibilizadas pelos laboratórios, um *software* foi desenvolvido pela área de informática da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (ENSP) da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). Uma equipe desenvolveu o *software* denominado *Sistema de Questionário de Laboratórios (SQL)*, contendo acessos restritos e direcionados a cada perfil solicitado, permitindo uma autonomia para administrá-lo. Para cada laboratório cadastrado, o sistema gerou uma senha individual. O SQL foi validado por voluntários do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), para verificar e comprovar as funcionalidades tais como o recebimento, a acessibilidade, as respostas e, por fim, a garantia de sigilo das informações.

O convite aos laboratórios para participação da pesquisa foi realizado por meio da Coordenação Geral de Laboratórios (CGLAB) do MS para diretores dos LACEN de todos os estados brasileiros e Distrito Federal, extensivos a laboratórios regionais, microrregionais e de fronteira. No total, 50 laboratórios concordaram em participar e 30 responderam o questionário, sendo 8 LACEN, 20 LAREN, 1 empresa estadual pública de abastecimento e 1 laboratório de um instituto federal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, para obtenção de dados gerais do corpo técnico dos laboratórios, solicitaram-se informações sobre o tempo de experiência dos profissionais dos laboratórios participantes. Dos 161 profissionais citados, 3% têm menos de 1 ano de experiência, 17% têm de 1 a 5 anos, 24% de 5 a 10 anos, 46% com mais de 10 anos de experiência e 10% com menos de 2 anos para aposentadoria.

Em relação ao número de funcionários para execução das tarefas de laboratório, dos participantes deste estudo, 50% disseram não ser adequado para a quantidade de trabalho realizado. Em outro estudo anterior publicado em 2016, Gemal⁶ e colaboradores afirmam que os laboratórios públicos que realizam as análises para vigilância em saúde ambiental possuem enorme volume de trabalho com o monitoramento da potabilidade. Aspectos estruturais físicos, financeiros e de recursos humanos, além da realização de outras atividades da vigilância como a análise microbiológica de alimentos, comprometem a capacidade analítica desses laboratórios⁶, como reportado nas respostas do questionário.

Aproximadamente 65% dos profissionais têm formação superior, sendo 23% com especialização, 15% com mestrado e 3% com doutorado. A experiência e a formação acadêmica dos profissionais citados nesse estudo demonstram uma capacidade apropriada para atuação na área laboratorial. Entretanto, ao inquirir sobre a necessidade de capacitação aos profissionais do laboratório para atender aos requisitos da ABNT NBR ISO/IEC 17025/2017⁴, dos laboratórios, 100% responderam que sentem falta de algum treinamento específico para sua equipe de trabalho, tais como biossegurança, calibração de equipamentos e seus certificados, análise de outros contaminantes em água para todo o corpo técnico, como metais e agrotóxicos, controle de qualidade dos ensaios, desenvolvimento de novas técnicas, atualizações e reciclagens. Além da falta de capacitações específicas, 75% dos laboratórios participantes informaram a ausência de programas periódicos de treinamentos.

Em relação a ferramentas da qualidade, mais de 60% dos laboratórios informaram a necessidade de capacitação/atualização em validação de métodos, incerteza de medição, calibração analítica e uso de materiais de referência. Ainda que alguns destes conceitos estejam presentes no dia a dia, a falta de treinamento adequado compromete a confiabilidade e a rastreabilidade metrológica das medições, ocasionando a perda da excelência dos serviços públicos na área. De acordo com Radler Neto, é necessário o aprofundamento da metrologia e dos princípios das boas práticas de laboratório para garantir a qualidade dos serviços públicos analíticos prestados à população⁷.

De acordo com o Anexo XX da Portaria de consolidação do MS nº 5/2017 (antiga Portaria MS nº 2.914/2011, com mesmo conteúdo)³, os laboratórios do programa VIGIAGUA devem utilizar metodologias descritas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*⁵, USEPA ou qualquer outro método oficial originário de normas nacionais

ou internacionais mais recentes. Dos laboratórios respondentes, 93% utilizam referências normativas aos métodos aplicados no monitoramento da qualidade da água para consumo humano. Aplicações adequadas de métodos normalizados garantem que as condições analíticas estabelecidas para um determinado parâmetro tenham reconhecimento técnico-científico e permitem aos laboratórios a execução dos mesmos ensaios de forma padronizada e aceita no mundo todo. Contudo, há vários fatores que afetam o desempenho de um método aplicado, mesmo normalizado: equipamento de medição adequado ao propósito, treinamento dos analistas, materiais e reagentes apropriados ao uso, condições ambientais do laboratório. Esses e outros fatores que influenciam diretamente as medições devem ser avaliados criticamente pelos profissionais e gestores para validade dos resultados e rastreabilidade metrológica das medições. Uma das possibilidades de avaliar o desempenho do método aplicado é a validação do método analítico ou a verificação de alguns parâmetros de validação. A validação do método analítico é uma ferramenta da qualidade que permite ao laboratório verificar se o método está adequado ao escopo e se é capaz de fornecer resultados de acordo com as necessidades do cliente⁸. De acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025/2017⁴, deve-se validar métodos não normalizados, métodos desenvolvidos pelo laboratório e métodos normalizados utilizados fora de seu escopo pretendido ou métodos modificados⁴. Dos laboratórios respondentes, 59% deles não validaram os métodos analíticos para as análises em água potável e 17% responderam que não se aplica. Em outra questão, 33% dos laboratórios justificaram a falta de validação dos métodos analíticos por utilizarem procedimentos oficiais nas análises de rotina. Contudo, ao empregarem métodos normalizados, o Inmetro, autarquia federal que regulamenta a qualidade dos serviços e a metrologia no país, estabelece, através de um documento orientativo aos laboratórios, a necessidade de demonstrar que têm condições de operá-los de maneira adequada, dentro das condições específicas existentes nas suas instalações antes de implantá-los⁹. Essa recomendação foi cumprida por 37% dos laboratórios que fizeram algum tipo de verificação nos métodos utilizados para monitoramento da água de consumo humano. Outros motivos citados pelos respondentes para não validarem seus métodos foram: a falta de conhecimento para execução de validações (10%) e a carência de materiais adequados (20%). As informações sobre as dificuldades em realizar a validação dos métodos analíticos pelos laboratórios da rede pública da área ambiental estão representadas na Figura 1.

Embora exista literatura disponível, tais como a DOQ-CGCRE-008/2016⁹, EURACHEM/2014¹⁰, e a RDC 166/2017 sobre validação de métodos analíticos da ANVISA/MS¹¹ (aplicáveis a métodos desenvolvidos para insumos farmacêuticos, medicamentos e produtos biológicos), a assimilação e o bom emprego dos conhecimentos sobre parâmetros de validação e avaliações estatísticas podem gerar diferentes interpretações e conseqüentemente a falta de harmonização na aplicação destes conceitos. Por exemplo, o limite de quantificação (LQ) é o que representa “a menor quantidade do analito na amostra que pode ser quantitativamente

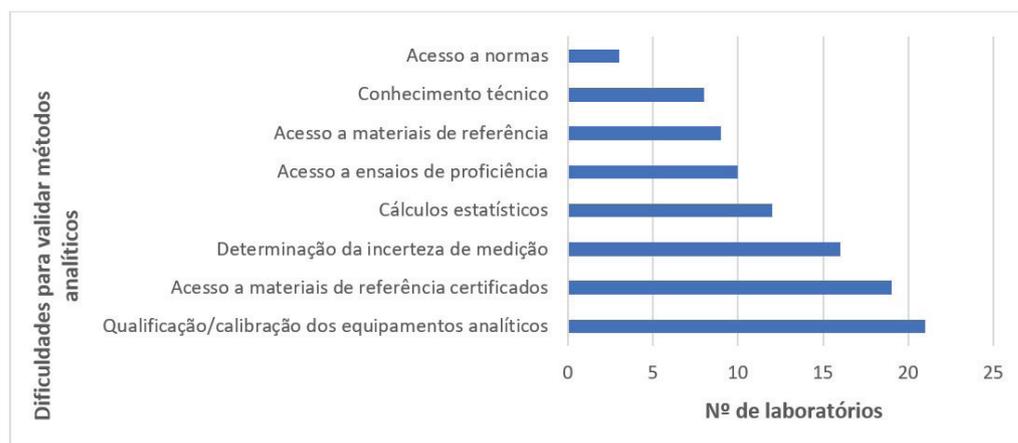


Figura 1. Gráfico de barras para demonstração das principais dificuldades na realização da validação analítica dos métodos

determinada com precisão e exatidão aceitáveis^{10,12}. Há várias formas de determinar o LQ, e expressões matemáticas utilizadas podem envolver o desvio-padrão do branco (solução sem a presença do analito), a menor concentração do analito na curva de calibração ou o sinal analítico do equipamento. Valores de LQ fornecidos pelos laboratórios participantes, através do questionário para as medições da concentração de fluoreto, foram de 0,001 mg/L a 0,5 mg/L para fluoreto, e para a medição de turbidez de 0,01 NTU a 5 NTU. As diferentes ordens de grandeza do LQ reportados para os dois parâmetros demonstram a falta de padronização na aplicação de conceitos relacionados aos parâmetros de validação. Na prática, a padronização é complexa, como foi verificado em estudo realizado em 2002 com laboratórios que analisam águas e efluentes nos EUA regulamentados pela *United States Environmental Protection Agency* (USEPA)¹³, que padroniza as atividades laboratoriais tendo termos e formas próprias para determinação dos Limites de Detecção (LD) e Quantificação. Esses estudos mostraram que laboratórios de 10 estados americanos utilizavam diferentes abordagens para LQ e LD, sem a exclusividade das expressões matemáticas e termos preconizados pela agência reguladora¹³. No contexto brasileiro, vale ressaltar que a comparabilidade dos resultados de monitoramento e a uniformização da aplicação de ferramentas analíticas são essenciais, considerando a avaliação conjunta de dados da qualidade da água para consumo humano realizado pela vigilância em saúde ambiental.

O item sobre qualificação e calibração de equipamentos foi apresentado como uma das principais razões que impactam na realização da validação de métodos, conforme resultados representados na Figura 1. Complementando essa informação, 70% dos laboratórios respondentes não realizam a calibração de seus equipamentos, seja pela falta de recursos ou pela dificuldade de encontrar empresas que realizem as calibrações. De acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025/2017⁴, o laboratório deve assegurar que seus equipamentos utilizados para medição sejam capazes de alcançar a exatidão de medição ou a incerteza de medição requerida para fornecer um resultado válido⁴. Com a falta de recursos ou acesso a manutenções preventivas e calibrações de equipamentos analíticos, o acompanhamento da resposta analítica do método por meio de cartas de controle e verificações utilizando materiais de referência certificados (MRC) e as participações em ensaios de proficiência (EP) se constituem em ferramentas importantes para agregar confiabilidade aos resultados das medições.

O conceito de material de referência (MR) é “[...] *um material suficientemente homogêneo e estável em relação a propriedades específicas, preparado para se adequar a uma utilização pretendida numa medição ou num exame de propriedades qualitativas*”, por outro lado, o conceito de MRC é “[...] um material de referência acompanhado duma documentação emitida por uma entidade reconhecida (produtor competente), a qual fornece um ou mais valores de propriedades especificadas com as incertezas e as rastreabilidades associadas, utilizando procedimentos válidos¹⁴. O uso de MRC para calibração garante ao laboratório a rastreabilidade metrológica de seus resultados, no entanto, somente 41% dos laboratórios responderam que têm acesso a MRC e apenas 18% dos respondentes têm facilidade em adquiri-los. Poucos (19%) verificam se os produtores de MRC utilizados foram acreditados apropriadamente, com base na ABNT NBR ISO 17034/2017¹⁵. As dificuldades em reconhecer um produtor de MRC competente e ainda a existência de vários produtores que destacam as certificações nas Normas ISO 17025 ou ISO 9001 confundem o usuário durante a aquisição do MRC. Esta dificuldade dos profissionais da rede pública da saúde ambiental no reconhecimento de certificações adequadas aos MRC foi examinada em outras áreas.

Segundo Moura, em pesquisa realizada com laboratórios que prestam serviço para Agência Nacional das Águas (ANA) em 2009, por exemplo, para o parâmetro turbidez, 41,9% dos laboratórios não fizeram nenhum tipo de referência a reconhecimento por terceira parte para os certificados recebidos, e 19,5% relataram encontrar referência à certificação ISO 9001¹⁶. Consta-se nessa pesquisa que, mesmo após vários anos, este problema persiste.

Os principais motivos que dificultam a obtenção de MR/MRC foram levantados e as respostas dos laboratórios estão apresentadas na Figura 2.

Essa dificuldade para obtenção de MRC também foi relatada por laboratórios acreditados, conforme o documento elaborado em 2017 de “*Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira*

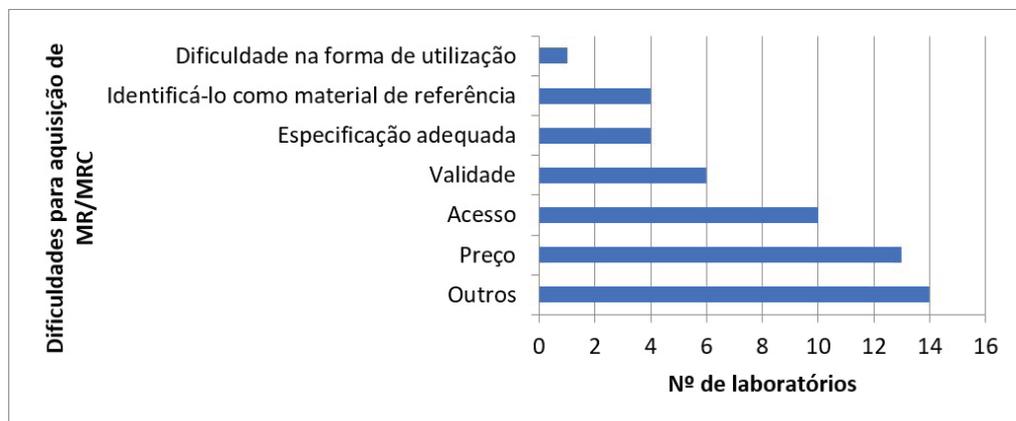


Figura 2. Respostas sobre as dificuldades relacionadas à aquisição de MR/MRC

2018-2022” do Comitê Brasileiro de Metrologia¹⁷. Alguns motivos são similares aos laboratórios participantes dessa pesquisa: variedade insuficiente de MRC, preço elevado, burocracia para liberação de materiais importados dificultando o acesso, garantia de transporte adequado, entre outras¹⁷.

O ensaio de proficiência (EP) é uma ferramenta de avaliação externa da qualidade, de forma que o laboratório pode monitorar o seu desempenho, verificando a variação de seus resultados entre os laboratórios participantes do EP e os possíveis erros sistemáticos⁹. Para demonstrar desempenho adequado em um determinado parâmetro, o laboratório deve participar de EP quando disponível e apropriado⁴. Dos laboratórios respondentes, 68% informaram que participam de EP. De acordo com as respostas dos laboratórios, alguns participaram de EP no período de julho de 2016 a julho de 2017, promovidos por 6 provedores nacionais, e os parâmetros analíticos presentes nestas comparações foram os ensaios microbiológicos coliformes totais e *E. coli*, e os ensaios químicos nitrato, fluoreto e BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos). Considerando a quantidade de parâmetros analisados pelos respondentes do questionário conforme o exposto no gráfico da Figura 3, a participação em EP deveria ser mais ampla para garantia da validade dos resultados do monitoramento da qualidade da água de consumo humano.

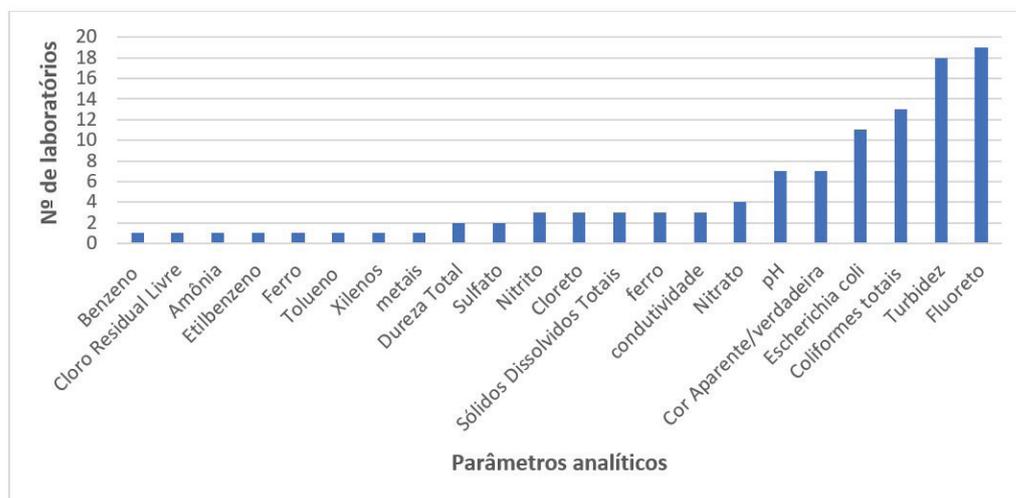


Figura 3. Principais parâmetros realizados pelos laboratórios respondentes relacionados às análises da água potável

As principais dificuldades citadas pelos laboratórios para participação em comparações interlaboratoriais foram: falta de recursos financeiros (principalmente para os laboratórios regionais), acesso a EP que atendam a parâmetros do Anexo XX da Portaria de consolidação MS nº 5/2017³, dificuldades de contratação dos serviços, falta de materiais e poucos provedores de EP. A competência técnica dos provedores de EP é demonstrada pela acreditação feita pela Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro (CGCRE-Inmetro), atendendo a requisitos da ABNT NBR ISO/IEC 17043:2017¹⁸. Dos laboratórios que participam do EP, 79% não sabem se o provedor do EP em que participam é acreditado para tal função.

Por último, os laboratórios informaram, além dos parâmetros de fluoreto e turbidez, quais os parâmetros presentes no Anexo XX da Portaria de consolidação MS nº 5/2017³ que precisam ser prioritários para o acesso a MRC e EP. Esses dados reportados estão presentes na Tabela 1.

Vale observar que um dos parâmetros mais citados pelos laboratórios para garantir a confiabilidade dos resultados de medição foi o nitrato. Sua determinação na água indica a contaminação antropogênica do meio ambiente e tem causado grande interesse na saúde pública pelos estudos epidemiológicos, com evidências da incidência de meta-hemoglobinemia e de vários tipos de câncer associados à presença de nitrato na água de consumo humano¹⁹⁻²³.

Tabela 1. MRC e EP requeridos pelos laboratórios para análises dos parâmetros de qualidade da água potável com máxima prioridade, além de turbidez e fluoreto

Parâmetros	Nº de laboratórios que solicitaram o parâmetro citado
cianeto	1
condutividade	1
sódio	1
agrotóxicos	1
metais	1
cloro livre e total	1
bactérias heterotróficas	1
sólidos totais dissolvidos	2
dureza total	2
sulfato	2
amônia	2
<i>E. coli</i> e coliformes totais	3
ferro	3
pH	3
nitrito	4
cloreto	4
cor aparente	7
Nitrato	11

Isso demonstra a importância do monitoramento da qualidade da água consumida pela população e, mais ainda, a necessidade de resultados representativos (com rastreabilidade metrológica) para que ações de vigilância tenham a segurança requerida.

CONCLUSÃO

Por meio das respostas do questionário, foi possível verificar algumas dificuldades enfrentadas diariamente pelos laboratórios públicos que atendem ao VIGIAGUA na manutenção da qualidade de seus resultados analíticos. Conservar o sistema de qualidade de um laboratório é dispendioso, e em sua validade diária os laboratórios dos serviços públicos têm uma extensa demanda de trabalho, poucos profissionais disponíveis, inacessibilidade a treinamentos específicos e recursos insuficientes para executar todas as ações necessárias para implantação e manutenção da qualidade. Através do questionário, muitos laboratórios manifestaram o desejo de cumprir as determinações da ABNT NBR ISO/IEC 17025/2017⁴ e ensejam por ações efetivas que os auxiliem a cumpri-las. Eles reconhecem a importância do atendimento aos requisitos técnicos para obtenção de resultados de monitoramento mais confiáveis, assegurando a identificação correta de riscos e promovendo atuações preventivas e corretivas pelos responsáveis do VIGIAGUA do MS. Seja LACEN ou um pequeno laboratório municipal, o sistema da qualidade implantado adequadamente estabelece a padronização de serviços e resultados equivalentes em qualquer região do Brasil.

Estratégias gerenciais para os laboratórios e políticas internas da vigilância voltadas para o aumento da confiabilidade metrológica dos resultados devem ser criadas para fortalecer o setor da área da saúde. Muitos LACEN inclusive poderiam atuar também como produtores de materiais de referência e provedores de EP, após capacitações do corpo laboratorial e creditações realizadas pela CGCRE-Inmetro.

O envolvimento de parceiros públicos na resolução dos desafios existentes que possam contribuir na consolidação da metrologia, como o Inmetro, instituições da área da saúde e universidades devem existir, fortalecendo assim a qualidade dos serviços prestados a vigilância da área de saúde ambiental, prioritários e essenciais à população brasileira.

AGRADECIMENTOS

Aos laboratórios participantes, pesquisadores e colaboradores do Inmetro que atuaram neste trabalho, ao Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental (DSSA) e à Vice-direção de Ambulatórios e Laboratórios (VDAL) da ENSP/Fiocruz pelo apoio e ao Serviço de Gestão da Tecnologia da Informação da ENSP/Fiocruz pela confecção do *software* SQL.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Ministério da Saúde. Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano. Brasília; 2006.
2. Brasil. Ministério da Saúde. Indicadores institucionais do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para consumo humano. Brasília; 2017.
3. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria de consolidação nº 5. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Anexo XX. Diário Oficial da União, Brasília, 28 de setembro de 2017.
4. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR ISO/IEC 17025: requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro: ABNT; 2017.
5. American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22^a ed. Washington: APHA/AWWA/WEF; 2012.
6. Gemal AL, Teixeira CRRR, Carmo EH, Vital NC. (In)definições sobre o componente laboratorial de vigilância sanitária no Brasil. Vigil Sanit Debate. 2016;4(4):5-12.
7. Aquino FR No. Políticas públicas: serviços, inclusão social, saúde pública e metrologia. Quim Nova. 2005;28(Supl.):S91-4. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422005000700017>.
8. Eurachem. Eurachem/CITAC guide: guide to quality in analytical chemistry: an aid to accreditation. 3rd ed. Belgique; 2016.
9. Brasil. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Orientação sobre Validação de Métodos Analíticos documento de caráter orientativo DOQ-CGCRE-008 rev. 05. Brasília; 2016.

10. Eurachem. The fitness for purpose of analytical methods laboratory guide to method validation and related topics. 2ª ed. Belgique; 2014.
11. Brasil. Ministério da Saúde. ANVISA RDC nº 166. Validação de métodos analíticos. Diário Oficial da União, Brasília, Diário Oficial da União, Brasília, julho de 2017.
12. ICH. Validation of analytical procedures: text and methodology, in Q2(R1). ICH harmonised tripartite guideline. London; 2005.
13. Bernal E. Limit of detection and limit of quantification determination in gas chromatography. In: Guo X, editor. Advances in gas chromatography. London: IntechOpen; 2014. <http://dx.doi.org/10.5772/57341>.
14. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. VIM. Vocabulário Internacional de Metrologia: conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM 2012). 1ª ed. Luso Brasileira. Duque de Caxias: Inmetro; 2012.
15. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR ISO 17034: requisitos gerais para a competência de produtores de material de referência. Rio de Janeiro: ABNT; 2017.
16. Moura SS, Costa SRR. Estudo da utilização de materiais de referência nas análises de água por laboratórios envolvidos no sistema de acreditação. Production. 2009;19(2):304-16. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132009000200007>.
17. Brasil. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. INMETRO Resolução nº 1 Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira 2018-2022. Diário Oficial da União, Brasília, 2017 Jul.
18. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR ISO/IEC 17043: avaliação da conformidade: requisitos gerais para ensaios de proficiência. Rio de Janeiro: ABNT; 2011.
19. Baird C. Environmental chemistry. 2nd ed. New York: W. H. Freeman and Company; 2000.
20. Weyer PJ, Cerhan JR, Kross BC, Hallberg GR, Kantamneni J, Breuer G, et al. Municipal drinking water nitrate level and cancer risk in older women: the Iowa women's health study. Epidemiology. 2001;12(3):327-38. <http://dx.doi.org/10.1097/00001648-200105000-00013>. PMID:11338313.
21. Ward MH, Mark SD, Cantor KP, Weisenburger DD, Correa-Villasenor A, Law GR, et al. Non-Hodgkin's lymphoma and nitrate in drinking water. J Epidemiol Community Health. 2000;54(10):772-3. <http://dx.doi.org/10.1136/jech.54.10.772a>. PMID:11203341.
22. Cocco P, Broccia G, Aru G, Casula P, Muntoni S, Cantor KP, et al. Nitrate in community water supplies and incidence of non-Hodgkin's lymphoma in Sardinia, Italy. J Epidemiol Community Health. 2003;57(7):510-1. <http://dx.doi.org/10.1136/jech.57.7.510>. PMID:12821696.
23. Souto MAM, MAM Okada, Okada I, Dovidauskas S. A determinação de nitrato em águas por espectrofotometria UV: usos e precauções. Rev Inst Adolfo Lutz. 2006;65:66-70.