

Confiabilidade analítica: proposta de monitoramento da descontaminação química de frascos para uso laboratorial

Analytical reliability: proposal for monitoring the chemical decontamination of laboratory flasks

Márcia Liane Buzzo¹ , Luciana Juncioni de Arauz^{1*} , Valéria Adriana Pereira Martins² 

¹ Núcleo de Contaminantes Inorgânicos, Centro de Contaminantes, Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, SP, Brasil. 

² Núcleo de Ensaios Físicos e Químicos em Medicamentos, Centro de Medicamentos, Cosméticos e Saneantes, Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, SP, Brasil. 

*Autor de correspondência/Corresponding author: luciana.arauz@ial.sp.gov.br

Recebido/Received: 23.04.2026

Aceito/Accepted: 24.07.2026

Publicação/Publication: 07.08.2026

RESUMO

A descontaminação química de frascos de amostragem de água é essencial para mitigar possíveis contaminações cruzadas presentes nestes recipientes, a fim de garantir a confiabilidade analítica. Este estudo avaliou a eficácia da limpeza desses recipientes na determinação de substâncias inorgânicas por ICP-MS. A efetividade do procedimento de limpeza foi avaliada por meio de gráficos de monitoramento, permitindo a identificação e a correção de desvios operacionais. Os resultados demonstraram que a integração do protocolo de descontaminação aliado ao controle de qualidade laboratorial mostrou-se eficaz na detecção e mitigação de falhas, assegurando a robustez do processo e a precisão das análises laboratoriais.

Palavras-chave. Descontaminação, Controle de Qualidade, Confiabilidade dos Resultados.

ABSTRACT

The chemical decontamination of water collection bottles is essential to mitigate potential cross-contamination within these containers and ensure analytical reliability. This study evaluated the effectiveness of cleaning these vessels for the determination of inorganic substances by ICP-MS. The efficiency the cleaning procedure was conducted using control graphs, allowing the identification and correction of operational deviations. The results demonstrated that integration the decontamination protocol combined with laboratory quality control was effective in detecting and mitigating failures, ensuring ensuring process robustness and the accuracy of laboratory analyses.

Keywords. Decontamination, Quality Control, Reproducibility of Results.

A fase pré-analítica, que compreende todas as etapas anteriores à manipulação da amostra no laboratório, pode ser responsável por parte de erros no processo analítico. Dentre estas etapas inclui-se o processo de descontaminação química de frascos destinados à coleta de amostras de água para análises de determinação de substâncias químicas inorgânicas¹.

Este procedimento é um pré-requisito indispensável na prevenção de contaminações cruzadas, devido à possível dessorção e/ou adsorção de resíduos que podem estar presentes no interior destas embalagens. E, dentro deste contexto, um dos métodos convencionais empregados na descontaminação química de materiais de laboratório utiliza banho ácido, no qual as substâncias inorgânicas são lixiviadas para uma solução acidificada¹ que, embora eficaz, exige rígido controle de qualidade, a fim de garantir que os frascos estejam livres de interferências antes de seu uso.

Assim, na avaliação da qualidade da descontaminação dos frascos para a quantificação de substâncias inorgânicas são empregados métodos espectroscópicos atômicos, como espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES), espectrometria de absorção atômica com forno de grafite (GF-AAS) ou gerador de vapor frio (CV-AAS), entre outras técnicas analíticas.

Usualmente, tais técnicas instrumentais, também aplicadas à matriz água, realizam a quantificação de substâncias inorgânicas em níveis de concentração de traço (mg/L e µg/L) e em alguns casos, concentrações ainda inferiores (ng/L), em função de sua alta sensibilidade, capacidade multi-elementar e robustez analítica².

No Brasil, a presença de elementos inorgânicos na água em atendimento às demandas de Saúde Pública é regulada por legislações específicas estabelecidas pelo Ministério da Saúde, previstas pelas Resoluções da Diretoria Colegiada RDC n° 11/2014 (tratada para diálise)³ e RDC n° 717/2022 (água engarrafada/envasada)⁴, e pela Portaria GM/MS n° 888/2021 (consumo humano)⁵.

Dentre os parâmetros contemplados por essas regulamentações, incluem-se analitos reconhecidamente tóxicos, como arsênio (As), cádmio (Cd), chumbo (Pb), cromo (Cr), entre outros que, mesmo em doses reduzidas, podem representar riscos significativos à saúde humana, podendo se acumular em tecidos e órgãos ao longo do tempo. A exposição a níveis acima dos considerados seguros pode ocasionar efeitos adversos, envolvendo distúrbios neurológicos, hepáticos, renais, além de potencial carcinogenicidade⁶.

Neste contexto, variações indesejadas no procedimento de descontaminação de frascos destinados à coleta de amostras de água para análise de substâncias químicas inorgânicas, podem comprometer diretamente a confiabilidade e a precisão dos resultados laboratoriais. Possíveis contaminações residuais no interior dos frascos podem gerar resultados incorretos, sobretudo para elementos tóxicos presentes em baixas concentrações (níveis de mg/L, µg/L ou inferiores) previstos em legislação, em especial, para aqueles considerados minoritários.

A avaliação sistemática da eficiência do processo de limpeza e descontaminação desses materiais pode ser realizada por meio de uso de gráficos que permitem monitorar continuamente o desempenho do procedimento adotado, detectar desvios e assegurar a qualidade das medições analíticas. Esta ferramenta visual visa a verificação do desempenho analítico ao longo do tempo, comparando os resultados obtidos com critérios de aceitabilidade preestabelecidos, tornando possível a detecção precoce de interferências externas ou falhas pontuais que possam afetar a eficiência do método analítico adotado na rotina laboratorial^{7,8}.

Neste caso, a adoção de ações corretivas pode abranger a substituição de itens, como: banhos de detergente e de ácido, reagente ácido, tipo de frasco empregado (considerando o tempo de desgaste do material), qualidade de água grau reagente produzida pelo purificador, bem como possíveis fontes oriundas de contaminação ambiental ou, então, provenientes do analista, entre outros fatores.

Dessa forma, o laboratório pode atuar de forma preventiva na detecção de desvios nos procedimentos analíticos por meio da aplicação de critérios aos gráficos de monitoramento, para aumentar a sensibilidade na identificação de tendências e variações fora dos padrões estabelecidos, bem como na mitigação de suas causas. Quando forem identificadas não conformidades por resultados fora dos limites previamente estabelecidos, o processo deve ser interrompido para investigação das causas raiz. Essa etapa deve ser seguida da implementação de ações corretivas, garantindo a rastreabilidade das intervenções e o atendimento aos requisitos das normas de qualidade, seguido da retomada do monitoramento do processo⁷.

Diante do exposto, e a escassez de trabalhos disponíveis na literatura, o presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência do processo de descontaminação química de frascos destinados à coleta de água, na quantificação dos analitos potencialmente tóxicos (prata (Ag), alumínio (Al), arsênio (As), berílio (Be), cádmio (Cd), cromo (Cr), manganês (Mn), níquel (Ni), chumbo (Pb), selênio (Se), tálio (Tl) e zinco (Zn)), utilizando a técnica de espectrometria de massas com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS).

Entre os anos de 2021 e 2025, foram avaliados dez lotes de frascos de polietileno de alta densidade, com tampa rosqueável e capacidade de 125 mL (Nalgene[®]), submetidos ao processo de limpeza química¹. De modo a garantir uma estimativa adequada da variabilidade entre unidades e permitir a observação de possíveis tendências no lote de frascos descontaminados, aplicou-se uma amostragem de forma aleatória para cada lote, com a seleção efetuada no intervalo entre $3x\sqrt[3]{N}$ e $\sqrt[3]{N}$, sendo N o número total de unidades produzidas⁸. Após a seleção da amostragem, os frascos foram condicionados com o preenchimento de solução de ácido nítrico grau ultrapuro, diluído a 0,2% (v/v), permanecendo em contato por um período de 48 horas à temperatura ambiente, seguido das avaliações analíticas.

A concentração ácida adotada reproduz o meio aquoso empregado no preparo tanto dos pontos da curva analítica com distintas concentrações dos elementos em estudo, quanto nas diluições do Material de Referência Certificado (MRC). Esse teor final de solução ácida atua como conservante das matrizes. Para isso, os frascos que são disponibilizados às equipes do sistema de vigilância sanitária são previamente preparados em laboratório com uma concentração de ácido rigorosamente calculado, a fim de que, após a adição da água no momento da efetivação do processo de coleta, a solução resultante atinja o percentual requerido de 0,2% (v/v), garantindo a adequada preservação das substâncias inorgânicas e a estrita conformidade com o método analítico⁹.

As faixas de concentração dos elementos químicos (Inorganic Ventures, SCP Science, CPA Chem, QMC e Supelco) da curva analítica, foram: 0,0004 a 0,02 mg/L para Be; 0,02 a 1,0 mg/L para Mn; 0,001 a 0,05 mg/L para Ag, Al, As, Cr, Ni, Pb, Se, Tl, Zn; e 0,0005 a 0,025 mg/L para Cd. Para a exatidão do método, solução de MRC NIST SRM 1643f *Trace elements in water* foi utilizada no controle interno da qualidade no momento da análise de cada lote de frascos descontaminados. Todas as soluções foram produzidas utilizando como meio água ultrapura grau reagente com resistividade de 18,2 MΩ.cm (Milli-Q, Integral 10, Millipore) e ácido nítrico de grau ultrapuro (Merck, 65%), para concentração final a 0,2% (v/v).

A quantificação dos analitos nas amostras foi realizada por emprego da técnica analítica de ICP-MS (ELAN DRC-II, Perkin Elmer) em Sala Limpa, sob controle de material particulado e de temperatura.

A efetividade do processo de limpeza dos materiais foi monitorada por meio da construção de gráficos de monitoramento com limites de aceitação analítica para as substâncias em estudo. O delineamento do processo adotou o limite de quantificação do método (LQ) para cada analito como o critério de aceitação de resultados. A definição desse parâmetro representa a menor concentração que pode ser determinada quantitativamente com precisão e exatidão aceitáveis, a partir do qual assegura-se a obtenção de resultados válidos¹⁰.

O estudo não abordou a estatística clássica, baseada em desvios padrão ($\pm 3\sigma$) e centrada na oscilação dos dados em torno de uma média estável. As concentrações reais obtidas nas análises laboratoriais de amostras dos brancos (compostas apenas pelos reagentes água e ácido, ambos ultrapuros), empregados no procedimento analítico, sem a adição do analito e que possuem baixas concentrações, quando quantificadas por técnicas de alta sensibilidade como ICP-MS, frequentemente resultam em valores nulos ou indistinguíveis do ruído de fundo instrumental. Nesse contexto, a aplicação exclusiva de limites estatísticos de desvios padrão poderia gerar faixas de controle sem relevância prática, induzindo a interpretações inadequadas dos resultados, e por este motivo o uso do desvio padrão tornou-se inviável.

Por conseguinte, o processo é considerado em conformidade quando as respostas analíticas das substâncias inorgânicas presentes nos frascos apresentarem distribuição aleatória de suas concentrações iguais ou abaixo do valor de LQ da metodologia, indicando a estabilidade do processo de limpeza. Resultados de concentração acima desse patamar podem indicar que o procedimento de descontaminação encontra-se fora dos critérios de aceitação do método, sendo necessária, a investigação das possíveis causas associadas a erros sistemáticos ou aleatórios⁷.

Os valores de LQ do método foram calculados como dez vezes o desvio padrão de dez replicatas independentes de solução multielementar, correspondendo ao branco da amostra fortificado com a menor concentração aceitável dos analitos no primeiro ponto da curva analítica¹⁰.

Sendo assim, a eficiência do processo de descontaminação foi definida pela capacidade de remoção da quase totalidade dos analitos residuais a concentrações desprezíveis para cada elemento em todos os lotes avaliados. O monitoramento associado a esse limiar analítico permite que qualquer flutuação acima do ruído instrumental seja prontamente identificada e corrigida.

E, para identificar potenciais desvios do processo previamente à aprovação e liberação dos lotes de frascos para a aplicação em análise laboratorial, o controle de qualidade baseou-se na construção dos gráficos de monitoramento, cujo critério de conformidade exigiu a ausência de itens por lote com concentração superior definida pelo limite de quantificação (LQ). Essa restrição assegura a robustez do processo e impede que contaminações residuais interfiram no desempenho analítico, capaz de comprometer a confiabilidade dos resultados gerados. Esta condição de detecção de concentrações acima desse limiar é classificada como uma falha operacional, resultando na rejeição e segregação de todo o lote, e em sua submissão a um novo ciclo de descontaminação. Sequencialmente, o lote reprocessado recebe uma nova identificação unívoca, e somente é liberado para aplicação na rotina laboratorial após validação analítica em novos ensaios de controle.

Os resultados dessa estratégia de monitoramento estão compilados na **Tabela** a seguir, que apresenta as concentrações médias e os valores de LQ, para cada analito e por lote avaliado. Para comparação dos dados, a tabela inclui os limites máximos permitidos em legislação vigente para a matriz água³⁻⁵.

Tabela. Concentrações médias obtidas para os analitos avaliados por lote de frascos descontaminados quimicamente, entre 2021 e 2025

Número do lote	Total de frascos	Número de frascos avaliados	Analito, mg/L											
			Ag	Al	As	Be	Cd	Cr	Mn	Ni	Pb	Se	Tl	Zn
2021														
1	50	5	≤ LQ	0,002±0,005	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
2	50	5	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
2022														
3	50	5	≤ LQ	0,002±0,001	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
4	40	4	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
5	50	5	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	0,0013±0,0005	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
2023														
6	100	10	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
7	140	14	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
2024														
8	120	12	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
2025														
9	90	9	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
10	120	12	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
Total avaliado		81												
LQ			0,002	0,002	0,001	0,0004	0,0005	0,001	0,025	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
RDC 11/2014 ³			0,005	0,01	0,005	0,0004	0,001	0,014	–	–	0,005	0,09	0,002	0,1
RDC 717/2022 ⁴			–	–	0,01	–	0,003	0,05	0,5	0,02	0,01	0,01	–	–
GM/MS 888/2021 ⁵			–	0,2	0,01	–	0,003	0,05	0,1	0,07	0,01	0,04	–	5

Legenda: LQ – Limite de quantificação do método analítico; RDC – Resolução da Diretoria Colegiada; GM/MS – Gabinete do Ministro/Ministério da Saúde

Os resultados indicam que as concentrações médias para os elementos Ag, As, Be, Cd, Mn, Ni, Pb, Se, Tl e Zn nos frascos avaliados mantiveram-se consistentemente abaixo do limite de controle estabelecido, equivalente ao LQ para todos os lotes estudados. Essa ausência de contaminação residual refletiu-se em desvios padrão e coeficientes de variação próximos de zero, o que evidencia a baixa dispersão dos dados em torno da média, a homogeneidade entre as unidades e a reprodutibilidade do protocolo de descontaminação química, dispensando a aplicação de ações corretivas.

Ademais, os teores residuais para estas substâncias químicas inorgânicas mantiveram-se significativamente abaixo dos valores máximos permitidos (VMP) regulamentares³⁻⁵. Essa conformidade da aplicação do procedimento de limpeza adotado assegura níveis de pureza analítica compatíveis com as exigências da legislação vigente, mitigando os riscos de interferência matriz-analito durante os ensaios de amostras de água. Os resultados reiteram a manutenção do controle do processo, confirmando sua eficácia, sem evidências de comprometimento da qualidade na execução do protocolo da descontaminação química dos lotes avaliados.

Essa estabilidade do processo foi confirmada na efetivação da construção de gráficos de monitoramento com limites de aceitação analítica para as substâncias, nas quais a ausência de inconformidades ou tendências fora das especificações denotou o controle estatístico ao longo de todas as etapas avaliadas. O perfil obtido nesses gráficos confirmou a eficácia e a consistência do procedimento de limpeza, assegurando a conformidade e a confiabilidade dos materiais destinados à amostragem para as subsequentes análises de rotina.

Embora a avaliação global da **Tabela** tenha demonstrado que as concentrações médias para os analitos citados acima permaneceram inferiores ao limite estabelecido (LQ) para uma possível tomada de ação, conformidade evidenciada pela construção dos gráficos para todos os lotes, observou-se a ocorrência de desvios no processo, especificamente para os elementos Al e Cr. Tal comportamento pontual foi observado em razão de concentrações que excederam o limite superior de controle atribuído ao LQ do método.

Essas inconformidades caracterizaram-se pela detecção de teores residuais apresentados em frascos individuais que foram avaliados e em lotes específicos, denotando falhas operacionais isoladas, conforme indicado nas representações gráficas (**Figura**). Contudo, tais ocorrências foram fundamentais para acionar ações corretivas imediatas na rotina laboratorial, impedindo a propagação de erros sistêmicos e assegurando a integridade do controle de qualidade.

Nessas representações gráficas do monitoramento para todos os elementos (**Figura**), a correspondência entre os itens de ensaio individuais e os respectivos lotes foi organizada da seguinte forma: Lote 1 (itens 1 a 5), Lote 2 (6 a 10), Lote 3 (11 a 15), Lote 4 (16 a 19), Lote 5 (20 a 24), Lote 6 (25 a 34), Lote 7 (35 a 48), Lote 8 (49 a 60), Lote 9 (61 a 69) e Lote 10 (70 a 81).

Dessa forma, a análise dos 81 frascos distribuídos entre os lotes submetidos ao processo de descontaminação revelou baixa ocorrência de desvios em relação ao critério de decisão estabelecido, definido como valor de LQ, para duas substâncias inorgânicas: Al e Cr.

Para o elemento Al, observou-se apenas um frasco discrepante ao valor de LQ (0,002 mg/L), cujo teor atingido foi de 0,011 mg/L referente ao Lote 1 de 2021 (**Figura**), com concentração média obtida dos frascos no lote de $0,002 \pm 0,005$ mg/L (**Tabela**); e apenas um frasco com valor discrepante com concentração de 0,004 mg/L (**Figura**) pertencente ao Lote 3 de 2022, com concentração média no lote de $0,002 \pm 0,001$ mg/L (**Tabela**).

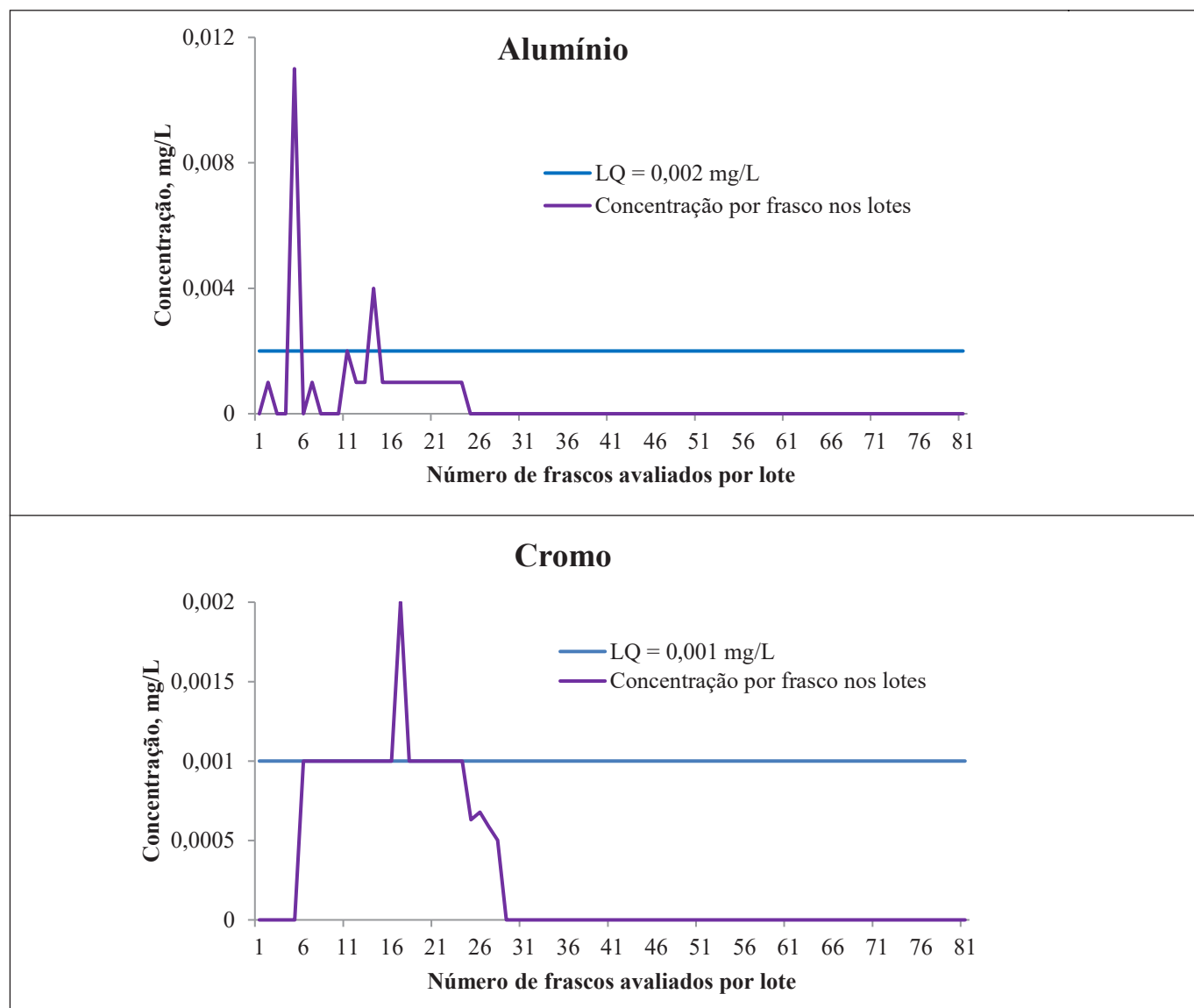


Figura. Representações gráficas dos monitoramentos para os analitos Al e Cr, obtidas das medições individuais do processo de limpeza e descontaminação química dos lotes de frascos empregados para amostragem de água (2021-2025)

Já para o Cr, foi identificado somente um valor excedente ao LQ (0,001 mg/L), correspondendo a 0,002 mg/L em um frasco relativo ao Lote 5 de 2022 (**Figura**), com concentração média dos frascos no lote de $0,001 \pm 0,0005$ mg/L (**Tabela**).

Nesses casos, como medida preventiva, os lotes que apresentaram concentrações discordantes com o critério de aceitação de resultados para estes analitos, foram segregados e submetidos a um novo ciclo de descontaminação, mesmo que os demais elementos tenham demonstrado adequação ao critério de aceitação. Essa ação assegurou a integridade e a conformidade dos frascos dos lotes subsequentes que foram colocados em uso da rotina laboratorial após o reprocessamento e liberado para aplicação na rotina laboratorial após sua validação analítica nos ensaios de controle.

Em paralelo, com o objetivo de mitigar a ocorrência de contaminação cruzada nos frascos descontaminados, estabeleceu-se a otimização na periodicidade de troca dos banhos de detergente e de ácido.

O impacto positivo dessa intervenção foi corroborado pelos gráficos de monitoramento, os quais evidenciaram uma melhora gradual e progressiva nos resultados ao longo do período analisado. A eficácia dessa ação corretiva é demonstrada pela tendência de estabilização e pelas melhorias expressivas registradas a partir do ano de 2023.

Dessa maneira, o emprego dos gráficos de monitoramento mostrou-se uma ferramenta eficaz na identificação e minimização de possíveis falhas no processo de limpeza, confirmando a adequação do protocolo de descontaminação para a finalidade proposta e contribuindo para a obtenção de resultados analíticos confiáveis nas análises laboratoriais de amostras de água.

Adicionalmente, a utilização dos valores de limite de quantificação (LQ) do método analítico validado como referências para a construção dos gráficos permitiu alinhar o monitoramento do processo à sensibilidade real do equipamento analítico. Essa abordagem possibilitou o estabelecimento de critério de aceitação rigoroso e diretamente relacionado à capacidade experimental do método, favorecendo a detecção imediata de desvios, os quais são capazes de comprometer a integridade das amostras e a confiabilidade dos resultados analíticos.

Em complemento, considerando a escassez de estudos disponíveis na literatura científica sobre essa abordagem, os resultados obtidos a partir da implementação desse sistema integrado na fase pré-analítica demonstram contribuição relevante para a garantia da confiabilidade dos dados gerados em análises laboratoriais. Dessa forma, a proposta apresentada neste estudo, baseada na aplicação de gráficos como uma ferramenta de monitoramento, poderá subsidiar a elaboração de guias orientativos para o desenvolvimento de protocolos de descontaminação química de materiais laboratoriais, estruturados de acordo com critérios previamente definidos pelas unidades analíticas.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não existir conflitos de interesse.

FINANCIAMENTO

Não declarado pelos autores.

AGRADECIMENTO

Ao Núcleo de Contaminantes Inorgânicos pelo apoio técnico no laboratório.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Luciana Juncioni de Arauz e Márcia Liane Buzzo: concepção, análise laboratorial, interpretação de resultados e elaboração do manuscrito. Valéria Adriana Pereira Martins: interpretação de resultados e elaboração do manuscrito. Todos os autores aprovaram a versão final do texto.

REFERÊNCIAS

1. Arauz LJ, Buzzo ML. Descontaminação de materiais de uso laboratorial empregados em análises de elementos inorgânicos em diferentes áreas de aplicações. Bol Inst Adolfo Lutz. 2022;32(U):art3. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/BIAL/article/view/39772/37499>

2. Bacon JR, Butler OT, Cairns WRL, Cavoura O, Cook JM, Davidson CM et al. Atomic spectrometry update – a review of advances in environmental analysis. J Anal At Spectrom. 2023;38:10-56. <https://doi.org/10.1039/D2JA90055F>
3. Ministério da Saúde (Brasil). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 11, de 13 de março de 2014. Dispõe sobre os Requisitos de Boas Práticas de Funcionamento para os Serviços de Diálise e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 14 mar 2014. Seção 1(50):40-2.
4. Ministério da Saúde (Brasil). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 717, de 1 de julho de 2022. Dispõe sobre os Requisitos Sanitários das águas envasadas e do gelo para consumo humano. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 06 jul 2022. Seção 1(126):190-1.
5. Ministério da Saúde (Brasil). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 07 mai 2021. Seção 1(85):127.
6. Balali-Mood M, Eizadi-Mood N, Hassanian-Moghaddam H, Etemad L, Moshiri M, Vahabzadeh M. Recent advances in the clinical management of intoxication by five heavy metals: mercury, lead, chromium, cadmium and arsenic. Heliyon. 2025;4(11): e42696. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42696>
7. Silva GJ, Borges AC. Statistical process control in the environmental monitoring water quality and wastewaters: a review. Water. 2025;17:1281. <https://doi.org/10.3390/w17091281>
8. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. ABNT ISO Guia 35. Materiais de referência – guia para caracterização e avaliação da homogeneidade e estabilidade. 2020; 2ª edição, 118 p.
9. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Estado da Saúde. Manual para orientação de coleta de água. Análise de água no Instituto Adolfo Lutz. Revisão 03. 2025; 26p. [acesso 2026 Fev 02]. Disponível em: https://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2025_10_6/manual_para_orientacao_de_coleta_de_agua_analise_de_agua_no_instituto_adolfo_lutz_revisao_03.pdf
10. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO. Coordenação Geral de Acreditação (CGCRE). Orientação sobre validação de métodos analíticos (DOQ-CGCRE-008). Revisão 09; 30 p. [acesso 2026 Fev 02]. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/organismos/doc_organismos.asp?tOrganismo=CalibEnsaio