

ARTIGO | PATOLOGIA CLÍNICA  
VETERINÁRIA
**REVISTA**  
**INVESTIGAÇÃO**  
 medicina veterinária

**CLASSIFICAÇÃO,  
 PADRONIZAÇÃO E  
 CONTROLE DA ÁGUA  
 DEIONIZADA UTILIZADA NA  
 ROTINA LABORATORIAL**
*Classification and standardization deionized water used in veterinary laboratory routine*

 MV Mestrando Nathan R. N. Cruz<sup>1,2\*</sup>, Biol. Marília V. Hanna<sup>1</sup>, Biol. Mateus Y. Andrade<sup>1</sup>, Biol. Mestrando Douglas J. Luduvério<sup>1</sup>, MV Prof. Tit. Dr. Aureo E. Santana<sup>1,2</sup>
<sup>1</sup> Laboratório de Patologia Clínica Veterinária - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), Câmpus Jaboticabal, Brasil.

<sup>2</sup> Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), Câmpus de Jaboticabal, Brasil.

\* Autor correspondente: nathancruzbr@gmail.com

## RESUMO

Água reagente ou de grau reagente é o tipo de água livre de componentes e/ou elementos comprovados por métodos analíticos que pode ser utilizada para fabricação de medicamentos, diluição de reagentes, determinação de branco (*blank*) e calibração de sistemas, obtida através de sistema de purificação simples ou associada. O objetivo do trabalho foi classificar, padronizar e controlar a água deionizada utilizada na rotina através das leituras de condutividade, resistividade e dosagem de sílica. O presente trabalho padronizou a água reagente deionizada do LPCV com valores de resistividade de 15,02 mΩ/cm, condutividade de 0,37 μS/cm e de silicato de 0,01 mg/dL a uma temperatura média de 24,19°C e classificá-la como *Clinical Laboratory Reagent Water* – CLRW (Água do tipo I) de acordo com as referências da CLSI através de leitura do medidor automático do deionizador e dosagem sílica por meio de espectrofotometria. Após análise estatística, constatou-se que a dosagem de sílica é bom marcador da qualidade da água, uma vez que, tendo uma correlação positiva com a condutividade são bons indicadores para tomadas de ação para iniciar manutenção do purificador e da pureza iônica da água reagente deionizada.

**Palavras-chaves:** Água reagente, condutividade, sílica.

## ABSTRACT

Reagent water (RW) is a water type free of components and a elements proved by analytical methods that can be used to manufacturing medicines, diluting reagents, blank determination and calibration systems obtained from system simple or associated purification. The aim of research was classify, standardize and control the deionized water used in laboratorial routine through the conductivity, resistivity and silica dosage parameters. This work standardized the deionized reagent water of LPCV with values of resistivity (15,02 mΩ/cm), conductivity (0,37 μS/cm) and silica (0,01 mg/dL) at a temperature of 75,54°F and classifies it as *Clinical Laboratory Reagent Water* – CLRW (Water Type I) according to the CLSI using deionizer automatic meter and analysis of silica by spectrophotometry. After statistic analysis, it was found that silica is better marked of water quality and its positive correlation with conductivity was a good indicator for deionizer maintenance and ionic purity of deionized reagent water.

**Key-words:** Reagent water, conductivity, silica.

## INTRODUÇÃO

A água deve ter três características básicas para ser considerada de boa qualidade, além de ser potável, ela deve ser incolor, inodora e insípida. Contudo, esta possui também características peculiares como a dilatação anômala (dependendo da temperatura o volume aumenta devido a expansão molecular), capacidade térmica específica (1 cal/°C) que torna capaz de adquirir ou perder mais calor em relação a outras substâncias, dissolução de substância polares ou iônicas que forma soluções aquosas e forte poder de dissociação já que a água aumenta sua condutividade quando misturada ao material dissolvido (GIBS, 2003; MENDES et al. 2011).

Por estas características, a água é utilizada amplamente nas atividades humanas, incluindo as atividades médicos-laboratoriais, contudo, a água de abastecimento urbano (“água de torneira”) não tem pureza suficiente para muitas aplicações específicas como uso em laboratórios (BREDA, 2001). Por conter contaminantes como íons inorgânicos, moléculas orgânicas, partículas, coloides, gases e microrganismos, que pode afetar diretamente as reações bioquímicas (BASQUES, 2010).

Para utilização laboratorial, a água deve possuir características e qualificação específicas garantidas por purificações químicas em processos controlados e ao final receberá a classificação de água reagente (BREDA, 2001). Esse processo é essencial para o engajamento dos laboratórios para obtenção dessa qualidade de água, permitindo as exercer suas atividades de pesquisa, testes biológicos e produção de produtos médicos ou farmacêuticos (GIBS, 2003).

Água reagente ou de grau reagente é o tipo de água livre de componentes e/ou elementos comprovados por métodos analíticos e que pode ser utilizada para fabricação de medicamentos, diluição de reagentes, determinação solução branco (*blank*) e calibração de sistemas, obtidos de sistema de purificação simples ou associados (GAUTAM, 2005; PORADA et al. 2013).

Esses sistemas de purificação devem ser acompanhados por características referenciais com objetivo de garantir a manutenção do processo de purificação, que são estabelecidos por entidades ou associações governamentais e/ou públicas. Mendes et al. (2011) lista as seguintes entidades: *Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)*, *American Society for Testing and Materials (ASTM)*, *Standard Methods for Analysis of Water and Wastewaters, United States Pharmacopeia (USP)*, *American Chemical Society (ACS)*, *British Standards Institute (BSI)*, *International Organization for Standardization (ISO)*, *College of American Pathologists (CAP)*, *Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)* e *Organização Mundial da Saúde (OMS)*.

A ANVISA por meio de sua resolução (RDC n. 302 de 13 de outubro de 2005) estabelece que os laboratórios clínicos devam adotar e definir o grau de pureza da água reagente que irão utilizar em suas análises, bem como as formas de controle de qualidade (VEIRA, 2005). Mendes et al. (2011) afirma que, a padronização de água reagente mais utilizada na maioria dos laboratórios brasileiros é a padronização proposta pela Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) através do documento C3-A4 (*Preparation and testing of reagent water in the clinical laboratory*) onde há definições e regras para cada tipo de água obtida pelos processos de purificação, e ainda esta entidade classifica para quais fins essa água reagente será empregada, tal como: água reagente para laboratório clínico (*Clinical laboratory reagent water - CLRW*), água reagente especial (*Special reagent water - SRW*) e água para equipamentos (*Instrumental feed water - IFW*).

A CLRW é antiga classificação de água tipo I e II, amplamente utilizada em laboratórios de análises clínicas como reconstituição de reagentes, padrões, calibradores, branco de reações, lavagem de cubetas e probes (MILLER et al. 2010). A SRW é água livre de DNAs e RNAs para técnicas moleculares e IFW é empregada para maquinários e analisadores automatizados (VIEIRA, 2005; MENDES et al. 2011).

Os sistemas de purificação incluem além da filtração de partículas, a destilação, deionização, desinfecção e filtração por ultravioleta, adsorção de carbono, eletrodeionização, microfiltração e ultrafiltração e osmose reversa (GAUTAM, 2005; BURLIN e ALBERTÃO, 2011; BHALCHANDRA et al. 2014). Os controles de qualidade da água incluem determinação da resistividade e condutividade, determinação de carbono total (TOC), controle microbiológico e dosagem de endotoxinas (MENDES et al. 2011).

Fundamentado nas referências propostas e na afirmação de Basques (2011) de que a “água é o suprimento do Laboratório Clínico de menor custo, por este motivo, sua qualidade seja tão negligenciada apesar de ser o reagente mais importante e utilizado”, o trabalho teve como objetivo classificar, padronizar e controlar a qualidade da água deionizada utilizada no Laboratório de Patologia Clínica Veterinária do Hospital Veterinário Governador Laudo Natel da FCAV/UNESP, Câmpus Jaboticabal (LPCV).

## MATERIAL E MÉTODOS

O LPC V utiliza como sistema de purificação de água, o deionizador DG-500UF (Gehaka, São Paulo, Brasil) para produzir água reagente. Neste ensaio o deionizador foi higienizado conforme as recomendações do fabricante, mas antes, foi coletada uma amostra de água para determinar sua qualidade. A partir do processo de higienização foram anotados de forma periódica os dados fornecidos pelo medidor automático do deionizador que incluiu: temperatura (°C), condutividade (μS/cm) e resistividade (Ω/cm).

Ademais, foram coletadas amostras de água purificadas pelo sistema para avaliação de partículas de sílica dissolvida por espectrofotometria semiautomática (Labquest, Lagoa Santa, Brasil) pelo kit Silicato MA (Labtest Diagnóstica, Lagoa Santa, Brasil) baseado no princípio do molibdato que se ligam as partículas de sílica presentes na água produzida por sistemas de purificação.

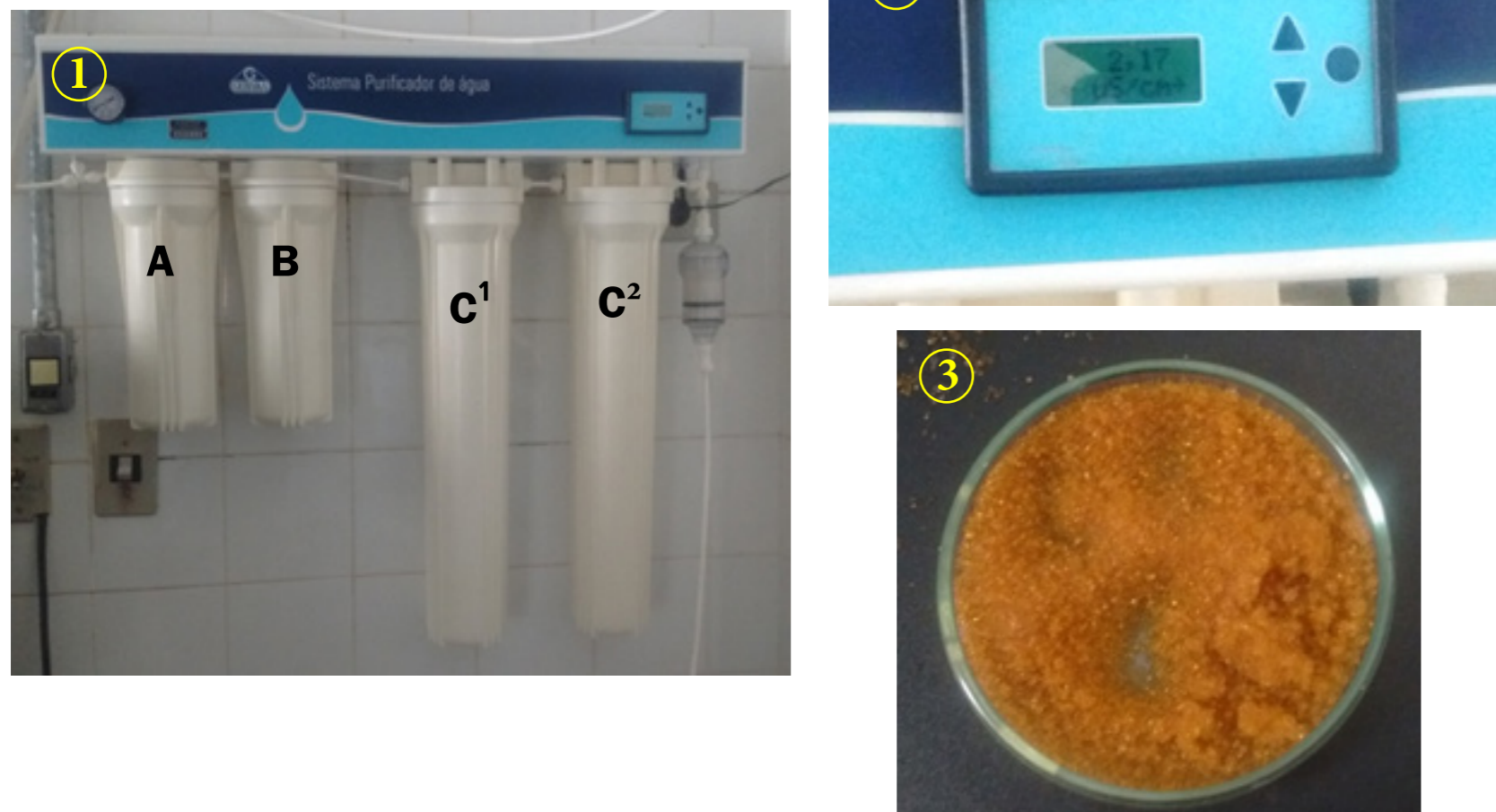


Figura 1. Imagem fotográfica do deionizador utilizado no laboratório (1) sendo (A) filtro retentor de partículas, (B) filtro de carvão ativado, (C) Filtro iônico (sílica), (2) leitor de medidas e (3) polímeros de resina iônica que ficam dentro do filtro iônico.

As medições foram realizadas por 122 dias, período que se iniciou após higienização, os dados disponibilizados por essas medições constantes foram tabulados no *software* Microsoft Excel (California, EUA), analisados em estatística descritiva, normalidade pelo teste de *Shapiro-Wilk* e teste estatístico por meio através do *software* R (R Core Team, 2016).

## RESULTADOS

Os resultados deste trabalho foram comparados com a referência proposta por Basques (2011) que utiliza os índices propostos pela CLSI para água reagente utilizada em laboratório clínico (CLRW) (MILLER et al. 2010),

sendo os valores de resistividade  $\geq 10 \Omega$  (*ohms*)/cm à 25°C, condutividade  $\leq 0,1 \mu\text{S}$  (*microsiemens*)/cm à 25°C e dosagem de sílica de 0 mg/dL ou 0.0 ABS (unidades de absorvância).

Antes da higienização recomendada pelo fabricante, as leituras da água purificada produzida eram resistividade 0,1  $\Omega$ /cm, condutividade 9,58  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , silicato 17,56 mg/dL. Em relação aos níveis referenciais utilizados, a água dita “pura” do laboratório encontrava-se de baixa qualidade. Após a lavagem a médias obtidas foram de valor para resistividade de 15,02 m $\Omega$ /cm, condutividade de 0,37  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e de silicato de 0,01 mg/dL (0.0 abs) a uma temperatura média de 24,19°C (tabela 1) dentro do valor referencial proposto para água tipo CLRW referidos por Basques (2011), visibilizadas na tabela 1.

**Tabela 1.** Estatística descritiva (média  $\pm$  desvio padrão da média, mínimo e máximo) das análises da água reagente utilizada no LPCV/HV (Jaboticabal, 2016).

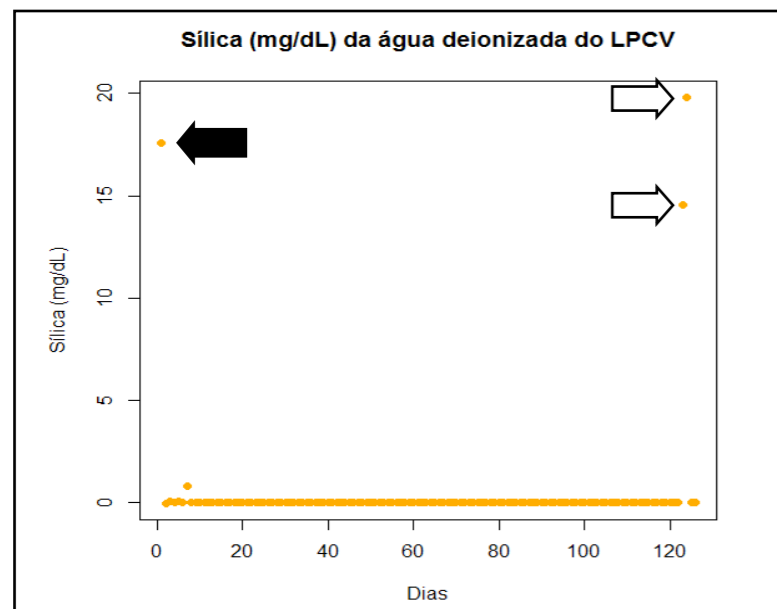
Água Reagente	Antes da Higienização	Média $\pm \sigma$ (n=122)	Min – Max
Resistividade ( $\Omega/\text{cm}$ )	0,1	15,02 $\pm$ 6,36	0,35 – 18,3
Condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	9,58	0,37 $\pm$ 0,05	0,05 – 5,19
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	21,8	24,19 $\pm$ 2,40	18,1 – 25,78
Sílica (mg/dL)	17,56	0,01 $\pm$ 0,07	-0,03 – 0,8

Em análise estatística, a temperatura da água foi a única que teve uma distribuição normal. No teste de *Mann-Whitney* a resistividade, condutividade e sílica foram significativas em relação à média referencial.

## DISCUSSÃO

O deionizador é um purificador composto por quatro compartimentos (camisas) de filtragens sequenciais protegidos por tubos plásticos, o conjunto é denominado leito misto. Na primeira camisa, há o filtro de partículas grandes, na segunda camisa o filtro de carvão ativado que retira da água partículas pequenas e compostos orgânicos.

A terceira e quarta camisa há pequenos grãos denominados resinas iônicas, que são polímeros responsáveis pela retirada de cátions e ânions, através de processo de troca de  $\text{H}^+$  e  $\text{OH}^+$ . O resultado final deste processo é um solvente puro, isento de íons, entretanto, com tempo e o processo de deionização, as resinas iônicas se saturam de íons, começando a liberar os íons que deveriam ficar retidos (GAUTAM, 2005; GEHAKA, 2004; MENDES et al. 2011), situação que pode ser visibilizada em destaque na figura 2.



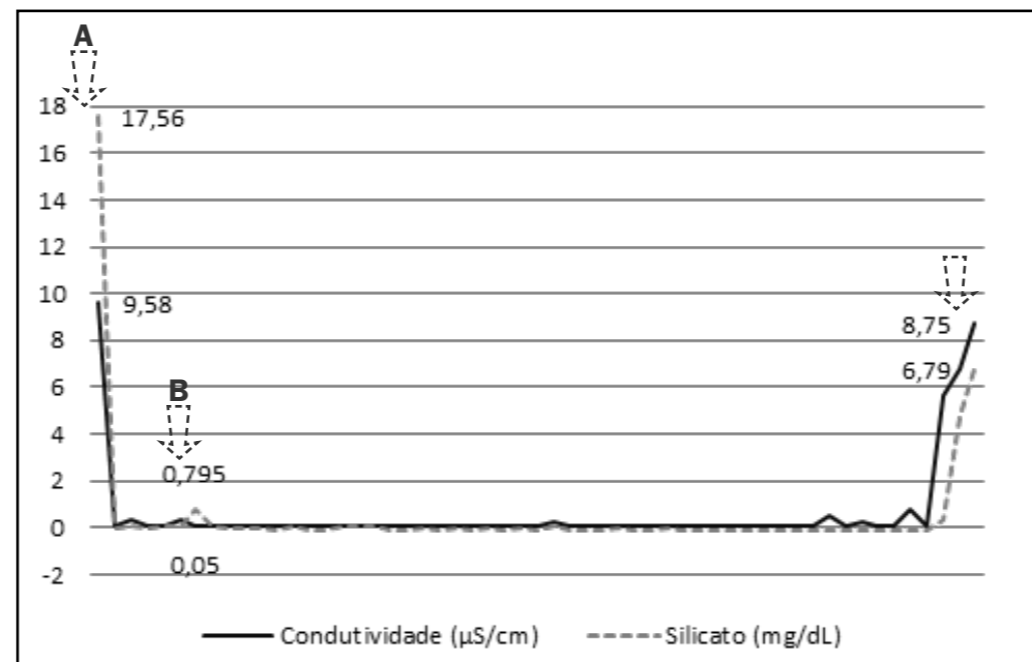
**Figura 2.** Representação gráfica das medições de sílica (mg/dL) em relação aos dias de mensuração. A seta preta aponta leitura antes do processo de limpeza do deionizador. As setas brancas apontam alta concentração da sílica eluindo na água, que alertam para a necessidade de manutenção das resinas que estão saturadas e não retém mais íons no processo de purificação.

Depois de 122 dias e 243 mm<sup>3</sup> de água purificada após o processo de limpeza do purificador houve a saturação dos leitos iônicos, e consequentemente, a liberação do mineral (LABTEST, 2010). Gibs (2003) afirma que a sílica é a primeira a aumentar durante o processo de saturação (esgotamento) do leito iônico (resina) no deionizador, sendo este um marcador precoce da qualidade da água (BHALCHANDRA et al. 2014), estes íons e metais que não são mais captados pela resina, contaminam a água e incrementam as leituras de condutividade (BASQUES, 2011), essa contaminação impacta as análises bioquímicas por inibir reações bioquímicas mediadas por enzimas ou diminuir o desempenho de reagentes, controle e calibradores (LABTEST, 2010).

A condutividade é uma medida física que indica a capacidade de líquido de conduzir energia em relação à quantidade de eletrólitos diluídos na solução, em uma água pura, as leituras de condutividade são baixas, já que no processo de purificação, principalmente de deionizadores há a retirada de íons pelos

polímeros de resina iônica (GIBS, 2003, BURLIN e ALBERTÃO, 2011; MENDES et al. 2011).

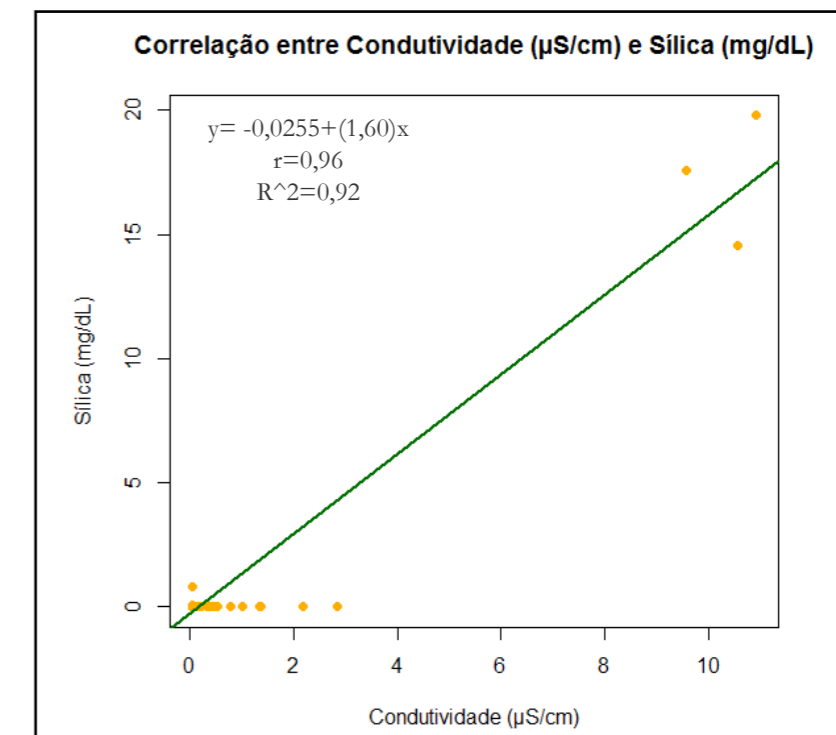
Na figura 3 pode se visualizar a relação simples da sílica com condutividade e dosagem de sílica durante o período de medições. Pode-se observar que níveis mais altos de sílica tinham relação com aumento condutividade, que demonstra que as resinas iônicas perderam a capacidade de captar íons (GAUTAM, 2005; MARTINELLO et al. 2013) (Fig. 1. C).



**Figura 3.** Representação gráfica da associação dos valores de condutividade (µS/cm) (linha preta) e dosagem de sílica (mg/dL) (linha tracejada cinza). As setas exemplificam três momentos: A. Mensuração antes da higienização do purificador com aumento da concentração de sílica e condutividade na água produzida; B. Mensuração de acordo com valores referencial de água reagente de boa qualidade. C. Mensuração que se constata saturação das resinas iônicas do deionizador com aumento da liberação de sílica e consequente aumento de condutividade.

Os valores de condutividade e sílica apresentaram correlação positiva no teste de Spearman (Figura 4), ou seja, quando acontece a liberação de sílica pela saturação das resinas há o aumento da condução elétrica devido a maior presença de íons, dessa forma, pode-se inferir que a correlação entre dois parâmetros são marcadores para detectar a qualidade da água reagente produzida

e acompanhamento do processo de purificação (LABTEST, 2010; MILLER et al. 2010; BASQUES, 2011).



**Figura 4.** Representação gráfica da correlação das medições entre a condutividade (µS/cm) e sílica (mg/dL) da água deionizada do LPCV. Há uma correlação positiva entre as medições com coeficiente de correlação (r = 0,96), de determinação (R<sup>2</sup> = 0,92) e correlação significativa pelo teste de Spearman (p < 0,01).

## CONCLUSÃO

O presente trabalho conseguiu padronizar a água reagente deionizada do LPCV com valores de resistividade de 15,02 mΩ/cm, condutividade de 0,37 µS/cm e de silicato de 0,01 mg/dL (0.0 abs) a uma temperatura média de 24,19°C e classificá-la como *Clinical Laboratory Reagent Water – CLRW* (Água do tipo I) de acordo com as referências da CLSI. A dosagem de sílica é bom marcador da qualidade da água e sua correlação positiva com a condutividade foi um bom indicador para tomadas de ação em relação a iniciar manutenção do deionizado e da pureza iônica da água reagente deionizada.

## REFERÊNCIAS

- Basques FWA. 2010. *A água como reagente*. Labtest, Minas Gerais, pp. 1-5.
- Bhalchandra R, Chandy M, Ramanan VR. et al. 2014. Role water quality assessments in hospital infection control: experience from a new oncology center in eastern India. *Indian Journal of Pathology & Microbiology*. 57(3): 435-438.
- Breda EM. 2001. *Água grau reagente para laboratório e outros fins especiais*. UNICAMP, Campinas, p. 31.
- Burlin CL, Albertão F. 2007. Qualidade no laboratório. *Rev Meio Filtrante*. 26(4): 20-24.
- Miller WG, Gibbs EL, Jay DW et al. 2010. Preparation and testing of reagent water in the Clinical Laboratory: Proposed Guideline. *Clinical and Laboratory Standards Institute*. 25(13): 1-49.
- Gautan SP. 2005. *Guide manual: Water and wastewater analysis*. Central Pollution Control Board, India. p. 189.
- Gehaka. 2004. *Deionizador DG-500UF: Manual*. Gehaka, São Paulo. p. 10.
- Gibs EL. 2013. A Critique of ASTM Standard D1193: Standard Specification for Reagent Water. *American Society for Testing and Materials Internacional*. 11 (1). p. 1-25.
- Labtest. 2010. *Silicato MA*. Bula. Labtest, Minas Gerais, p. 4.
- Martinello F et al. 2013. Análise dos resultados de controle de qualidade de água reagente de um laboratório de análises clínicas. *J. Bras. Pat. Med. Lab*. 49 (4): p. 52.
- Mendes ME, Fagundes CC, Porto CC et al. 2011. A importância da qualidade da água no laboratório clínico. *J Bras. Patol Med Lab*. 47 (3), 217-223.
- Porada S, Zhao R, van der Wal A et al. 2013. Review on the science and desalination by capacitive deionization. *Progress in Materials Science*. 58 (8): 1388-1442.
- Vieira L. 2005. *RDC302:2005 – Edição comentada: compreendendo o regulamento*. Labtest, Minas Gerais, p. 50.