

# **Resistência à Corrosão de Instrumentais Cirúrgicos Expostos a Solução Simulante de Fluidos Corpóreos e Detergente Enzimático**

Wagner de Aguiar Júnior<sup>1</sup>, Brunela Pereira da Silva<sup>2</sup>, Suelen da Rocha Gomes<sup>3</sup>, Camila Quartim de Moraes Bruna<sup>4</sup>, Idalina Vieira Aoki<sup>5</sup>, Kazuko Uchikawa Graziano<sup>6</sup>

## **Resumo**

---

O uso de instrumentais cirúrgicos corroídos, além de elevar os custos hospitalares devido a trocas não programadas, podem expor o paciente a diversos eventos adversos como a presença de corpo estranho na cavidade, devido à quebra de instrumentais no intra-operatório. Por isso, este trabalho teve como objetivo analisar a resistência à corrosão por pite dos aços inoxidáveis AISI 304 e AISI 420 utilizados na fabricação dos instrumentais cirúrgicos, na presença de solução salina balanceada de Hanks, que simula os fluidos corpóreos, e o detergente enzimático, utilizados na limpeza hospitalar. Para análise da corrosão por pites, utilizou-se a técnica de polarização potenciodinâmica cíclica, de acordo com norma ASTM G61-86. Verificou-se que o aço inox AISI 304, na presença de solução de detergente enzimático, apresentou melhor resistência à corrosão, quando comparado à solução de Hanks. Desempenho semelhante foi encontrado no aço AISI 420, com maior resistência à corrosão no detergente enzimático com relação a solução de Hanks. Concluiu-se que a presença de cloretos na solução salina de Hanks é um dos fatores de risco para a corrosão por pite nos instrumentais.

Palavras-chave: corrosão por pite; detergentes; aço inoxidável.

## **Introdução**

---

O uso de instrumentais cirúrgicos corroídos, além de elevar os custos hospitalares devido a trocas não programadas, podem expor o paciente a diversos eventos adversos como a presença de corpo estranho na cavidade, devido à quebra de instrumentais no intra-operatório e, até mesmo, infecções que podem estar relacionadas à adesão bacteriana em fissuras e trincas causadas pela oxidação destes metais, e interferência nas cirurgias para os cirurgiões, ocasionadas pela perda de corte em tesouras (1-3).

Após a utilização dos instrumentais cirúrgicos, estes são encaminhados do Centro Cirúrgico (CC) para o Centro de Material e Esterilização (CME), sendo esta última a unidade responsável pela limpeza e esterilização destes materiais. A limpeza é o processo de remoção física das sujidades pela água (solvente universal), com auxílio de tensoativos (detergentes), ação mecânica (manual/automatizada), temperatura e tempo. Constitui a primeira etapa, a mais importante para a eficácia dos procedimentos de esterilização (4-5). No CME, os instrumentais são imersos completamente em solução de detergente que auxilia na remoção da sujidade, e, para facilitar este processo de remoção, os profissionais de saúde podem utilizar detergentes com e sem enzimas, detergentes neutros, alcalinos e, eventualmente, detergentes ácidos, estes últimos indicados para remoção de resíduos decorrentes da oxidação, conhecidos no mercado como recuperadores de corrosão (4,5).

---

<sup>1,4</sup>Enfermeiros, Universidade de São Paulo

<sup>2</sup>Engenheira Química, Universidade de São Paulo

<sup>3</sup>Química, Universidade de São Paulo

<sup>5</sup>Docente, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

<sup>6</sup>Docente, Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo

Os detergentes são produtos químicos cuja finalidade é auxiliar na limpeza de superfícies, por meio da redução da tensão superficial da água, aumentando a eficiência da limpeza, ao auxiliar na remoção da matéria orgânica e fluidos corporais, simulada neste estudo por meio do uso da solução salina balanceada de Hanks, presente nos instrumentais (4,5). Dentre os tipos de detergentes utilizados para limpeza dos instrumentais destaca-se o enzimático (3-5).

Os detergentes enzimáticos são indicados para materiais com presença de matéria orgânica conhecida como “pesada” como aquelas com gordura ou sangue, contendo em sua formulação enzimas capazes de decompor proteínas, polissacarídeos e lipídeos – a depender da sua composição - presentes no sangue e outros fluidos corpóreos, auxiliando, desta forma, na remoção da sujidade aderida nos instrumentais (3-5). Frente a este cenário, este trabalho teve como objetivo analisar a resistência à corrosão dos aços inoxidáveis AISI 304 e AISI 420 utilizados na fabricação dos instrumentais cirúrgicos, na presença de detergente enzimático e solução de Hanks que simula os fluidos corporais.

## **Metodologia**

---

Foram realizados ensaios de polarização potenciodinâmica cíclica e microscopia eletrônica de varredura (MEV) no Laboratório de Eletroquímica e Corrosão do Departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Os corpos de prova foram compostos por chapas laminadas de aço inoxidável do tipo AISI-304 e AISI-420, utilizados na confecção dos instrumentais cirúrgicos, de dimensões 3 X 5 X 0,2 cm de espessura. Os testes eletroquímicos foram realizados nos aços com o acabamento realizado pela empresa doadora dos aços inoxidáveis como recebido, sem lixamento.

Primeiramente, os corpos de prova foram limpos com água potável de torneira e detergente neutro. Na sequência, foi utilizada acetona para retirar vestígios de gordura, por meio de fricção das superfícies dos corpos de prova. Após este procedimento, realizou-se a fricção com chumaço de algodão embebido em etanol a 96% p/v, sobre a superfície metálica dos corpos de prova, para retirada de eventuais partículas superficiais de água residual, seguida da secagem em secadora de ar quente e acondicionamento em placa de Petri forrada com papel de filtro absorvente.

Os testes de polarização potenciodinâmica cíclica foram realizados obedecendo às normas preconizadas pela *American Society for Testing and Materials* (ASTM G61-86). As duas soluções eletrolíticas foram utilizadas nos dois grupos do estudo, tanto para o aço inox AISI 304, quanto para o aço inox AISI 420, a saber:

**Grupo Detergente Enzimático – Aço Inox AISI 304 e AISI 420:** solução eletrolítica composta por 100 mL do volume da solução de Detergente EndozymeXtreme Power® a 40°C, diluído em água deionizada, na proporção de 1mL de EndozymeXtreme Power® para 1 L de água deionizada, conforme orientação do fabricante.

**Grupo Detergente Solução de Hanks - Aço Inox AISI 304 e AISI 420:** solução eletrolítica composta por 100 mL do volume da solução salina balanceada de Hanks a 40°C.

Foi utilizada uma célula eletrolítica de três eletrodos, sendo os aços inoxidáveis o eletrodo de trabalho, o eletrodo de Ag/AgCl<sub>(KCl)</sub> sendo o eletrodo de referência e o contra-eletrodo sendo uma placa de platina. Os corpos de provas foram imersos na solução eletrolítica, a 40°C, para que fosse simulada a temperatura da água utilizada pela termolavadora na limpeza dos instrumentais cirúrgicos, por 1 hora, tempo este

necessário para a estabilização do sistema. Na sequência, a polarização potenciodinâmica cíclica foi iniciada a partir do  $E_{corr}$ , com uma taxa de varredura constante de 0,16 mV/seg, até que a densidade de corrente de 1 mA fosse atingida (11). A partir deste ponto, a varredura de potencial foi realizada no sentido inverso, na mesma velocidade de varredura.

Foram constatados os valores de  $E_{pite}$ ,  $E_{corr}$ , e também calculados os valores de  $E_{pite}$  médio, assim como o respectivo desvio padrão entre os valores obtidos. Antes e após os ensaios de polarização, o potencial Hidrogeniônico (pH) das soluções foi medido com o uso de um pHmetro (Modelo PG1800, marca Gehaka) e, ao final dos ensaios, os corpos de provas foram analisados ao microscópio eletrônico de varredura, MEV, marca TESCAN, modelo Vega 3, para constatação e visualização do possível ataque localizado.

## Resultados e Discussão

De acordo com os dados da Tabela 1, o aço inox AISI 304 apresentou maior resistência à corrosão na presença de detergente enzimático ( $E_{transp}=1,000$  V), do que na solução de salina balanceada de Hanks ( $E_{pite}=0,620$ V).

Tabela 1 – Valores de  $E_{corr}$ ,  $E_{pite}$ ,  $E_{transp}$ , pH inicial e final após os ensaios de polarização potenciodinâmica cíclica, para o aço inox AISI 304.

Grupo	$E_{corr}$ (V)	$E_{pite}$ (V)	$E_{transp}$ (V)	pH inicial	pH final
Detergente Enzimático	0,150	-----	1,000	6,90	6,59
Hanks	0,015	0,620	-----	7,30	7,56

Em consonância, na Tabela 2, observa-se que, o aço inox AISI 420, também apresentou um melhor desempenho contra a corrosão no meio com detergente enzimático ( $E_{pite}=0,391$ V), quando comparado à solução salina balanceada de Hanks ( $E_{pite}=-0,120$ V).

Tabela 2 – Valores de  $E_{corr}$ ,  $E_{pite}$ ,  $E_{transp}$ , pH inicial e final após os ensaios de polarização potenciodinâmica cíclica, para o aço inox AISI 420.

Grupo	$E_{corr}$ (V)	$E_{pite}$ (V)	$E_{transp}$ (V)	pH inicial	pH final
Detergente Enzimático	0,030	0,391	0,912	6,90	6,59
Hanks	-0,220	-0,120	-----	7,30	7,56

A corrosão é um fenômeno destrutivo que assume importância social e econômica para todos os cidadãos, inclusive os profissionais de saúde (6-11). Dentre os aços inoxidáveis utilizados para fabricação de instrumentais cirúrgicos destacam-se os aços inoxidáveis AISI 304 e AISI 420 (6), que na presença de solução salina de Hanks, apresentaram baixos potenciais de pite,  $E_{pite} = 0,620$ V e  $E_{pite} = -0,120$  V, respectivamente.

Por isso, no intra-operatório, a limpeza adequada dos instrumentos cirúrgicos é essencial para evitar maus funcionamentos e deteriorações precoces dos aços inoxidáveis.

Durante o procedimento cirúrgico, os instrumentos cirúrgicos contaminados com sangue ou tecido corporal devem ser limpos com água destilada estéril no campo estéril, uma vez que a limpeza adequada garante a remoção de sangue e outros contaminantes das dobradiças, juntas e fendas destes materiais (1-5).

Os profissionais de saúde, não devem utilizar soluções salinas, como soro fisiológico (NaCl 0,9%) para este propósito, uma vez que a exposição prolongada dos instrumentais aos cloretos presentes tanto nestas soluções quanto na matéria orgânica, foi relacionado neste estudo diretamente com a quebra da camada passiva e corrosão localizada por pites.

## Conclusões

---

Dentre os aços inoxidáveis utilizados para fabricação de instrumentais cirúrgicos destacam-se os aços inoxidáveis AISI 304 e AISI 420. Após a análise da resistência à corrosão destes metais, verificou-se que, tanto o aço inox AISI 304, na presença de solução salina balanceada de Hanks, que simula os fluidos corpóreos, quanto o aço AISI 420, apresentaram pior resistência à corrosão neste meio, quando comparado à solução composta por detergente enzimático, utilizado para limpeza no CME após procedimentos cirúrgicos.

## Referências bibliográficas

---

- (1) SPRY, C. C. Care and handling of basic surgical instruments. **AORN** n. 86, pS77-S81, 2007.
- (2) PORTEUS, J. Is stainless steel really “stainless”? **Canadian Operation Room Nursing Journal**, v. 29, n. 2, p. 26-32, 2011.
- (3) DE MELO COSTA, D.; DE OLIVEIRA LOPES, L.K.; TIPPLE, A.F.V. Evaluation of stainless steel surgical instruments subjected to multiple use/processing. **Infection Disease & Health**, n.23, p.3-9, 2018.
- (4) RUTALA, W. A.; WEBER, D. J., and THE HEALTHCARE INFECTION CONTROL PRACTICES ADVISORY COMMITTEE. **Guideline for disinfection and sterilization in healthcare facilities**, 2008.
- (5) GRAZIANO, K. U.; CASTRO, M. E. S.; MOURA, M. L. P.A. A importância do procedimento de limpeza nos processos de desinfecção e esterilização de artigos. **Revista da SOBECC**, v.7, n.3, p.19-23, 2002.
- (6) CARBÓ, H. M. **Aço inoxidável aplicações e especificação**. Acesita. 2018. Disponível em <http://www.nucleoinox.com.br/downloads/acesita>
- (7) WOLYNEC, S. **Técnicas eletroquímicas em corrosão**. 1ª ed., 1ª reimpr., São Paulo: Edusp, 2013.
- (8) vCJD-Ophtha Commission and Working Group. Investigation of alkaline detergents for automated reprocessing of ophthalmic surgery instruments in terms of material compatibility and alkaline residues. **Zentral Sterilisation**, v. 17, n.4, p.245-265, 2009.

- (9) LEPICKA, M.; DAHLKE-GRADZKA, M. Surface modification of AISI 440B stainless steel and its influence on surgical drill bits performance. **Archives of Metallurgy and Materials**, v. 61, n. 3, p.1417-1421, 2016.
- (10) FATTAH-ALHOSSEINI, A.; VAFAEIAN, S.; Effect of solution pH on the electrochemical behavior of AISI 304 austenitic and AISI 430 ferritic stainless steels in concentrated acidic media. **Egyptian Journal of Petroleum**, n.24, p.333-341, 2015.