

## Impacto das soluções e do tempo de armazenamento nas propriedades químicas e mecânicas da dentina humana

### Autor(es)

Veridiana Resende Novais  
Fernanda Castelo Branco Santos Bettero  
Gabriel Júlio Guerra  
Camila De Carvalho Almança Lopes  
Loren Oliveira Santos

### Categoria do Trabalho

Pesquisa

### Instituição

FACULDADE ANHANGUERA DE UBERLÂNDIA

### Introdução

A solução de armazenamento adequada em pesquisas *in vitro* é essencial para manter a estrutura dentária estável, garantindo resultados confiáveis e interpretação precisa de dados (1). Com um grupo controle em solução padrão, torna-se possível avaliar os efeitos específicos dos tratamentos, reduzindo variáveis de confusão, garantindo que as diferenças observadas sejam devidas apenas aos tratamentos testados (2).

A dentina é composta por fluido (10%), colágeno (20%) e hidroxiapatita (70%) (3). O pH do meio em que está imersa pode depender de sua composição e propriedades (4). Durante o armazenamento, podem ocorrer trocas iônicas entre o meio e a hidroxiapatita, especialmente em pH baixo, levando à dissolução ácida dos cristais (5). Portanto, a composição química, o pH e o tempo de armazenamento determinam se a solução pode ser utilizada como controle em estudos *in vitro* com dentina humana. O pH ideal para a dentina é acima de 6,5, variando de acordo com o tempo de exposição, de modo que a solução de armazenamento permaneça estável durante a pesquisa sem interferir na composição química do dente (6).

As soluções de controle e o tempo de armazenamento não são padronizados para a preservação das características dentárias. Diversas soluções são descritas na literatura, como água de coco (7), água desionizada (8), água destilada (9), água mineral (10), solução salina (11) e lágrimas artificiais (11).

As hipóteses nulas são: (1) as soluções de controle não alteram as propriedades mecânicas e a composição química da dentina; (2) o tempo de armazenamento não influencia as propriedades mecânicas e a composição química da dentina.

### Objetivo

O presente estudo tem como objetivo analisar o pH de diferentes soluções de controle utilizadas em pesquisas científicas, investigando sua influência na composição química, por meio da espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), e nas propriedades mecânicas, por meio da microdureza Knoop (KH), da dentina ao longo do tempo de armazenamento.

### Material e Métodos



## 28º Encontro de Atividades Científicas

03 a 07 de novembro de 2025

Evento Online

O estudo foi conduzido em duas fases:

Na primeira fase foi feita a mensuração do pH, onde foi realizada com um pHmetro nas seguintes soluções: água de coco, água deionizada e água destilada, água mineral, solução salina e lágrima artificial. O pHmetro foi calibrado no início de cada teste com soluções tampão de pH 7,0 e pH 4,0. As medições de pH foram realizadas nos seguintes intervalos de tempo: T0 (inicial), T1 (2 horas), T2 (24 horas), T3 (48 horas) e T4 (7 dias). Durante todo o experimento, as soluções foram mantidas em estufa bacteriológica a 37 °C.

Na segunda fase, foram coletados três terceiros molares humanos hígidos e não cariados, limpos e armazenados em água destilada a 4°C por no mínimo três meses após a extração. Para o preparo, os dentes foram seccionados com disco diamantado sob refrigeração a água, acoplado a cortadeira de precisão. Foram realizados dois cortes perpendiculares ao longo do eixo do dente na junção cimento-esmalte, separando a coroa da raiz e 3 mm em direção à coroa. O esmalte foi removido, obtendo-se apenas dentina. Todas as fatias foram cortadas longitudinalmente nos eixos mésio-distal e vestíbulo-palatino, resultando em quatro espécimes por dente. Dois foram armazenados em água deionizada e dois em água destilada. O pH das soluções foi monitorado nos intervalos de tempo estabelecidos.

As amostras foram divididas em dois grupos (água deionizada e água destilada) e os dados foram testados quanto à normalidade e homogeneidade de variâncias. O pH, os dados de ATR/FTIR e os valores de KH foram analisados por análise de variância de dois fatores, considerando os fatores tempo (T1, T2, T3 e T4) e solução de armazenamento (água deionizada e água destilada), seguida do teste de comparações múltiplas de Tukey. O nível de significância adotado foi de 5%. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software SigmaPlot.

### Resultados e Discussão

Na primeira fase, a água de coco apresentou uma diminuição gradual do pH, de 5,10 em T0 para 4,60 em T3, seguida por um leve aumento para 4,90 em T4. A água deionizada e a água destilada mantiveram níveis de pH estáveis, com um leve aumento ao longo do tempo, atingindo 6,68 e 7,06, em T4. A água mineral apresentou consistentemente o pH mais alto, de 7,61 em T0 para 7,81 em T4. A solução salina apresentou uma queda em T2 (5,47), retornando ao valor inicial (6,02) em T4. A solução de lágrima artificial permaneceu estável, finalizando em 6,80 em T4. Esses resultados demonstram as mudanças dinâmicas de pH das soluções ao longo do tempo, provavelmente influenciadas por sua composição e por fatores ambientais.

Na segunda fase, a ANOVA de dois fatores revelou diferença significativa para solução de armazenamento, para o fator tempo e para a interação entre solução e tempo. Após o armazenamento, observou-se que água deionizada e água destilada apresentaram valores de pH semelhantes em T1. A partir de T2, verificou-se aumento do pH em ambas as soluções, com valores mais elevados para a água destilada. A água deionizada apresentou em T3 valores semelhantes a T2 e T4 (T4 apresentou valores mais altos que T2). A água destilada exibiu aumento significativo de pH em T2, T3 e T4, alcançando os maiores valores de pH. Em ambas as soluções, observou-se um aumento progressivo dos valores de pH ao longo do período de análise.

O desvio-padrão dos valores de KH foi calculado considerando a solução e o tempo de armazenamento. A análise de variância de dois fatores indicou diferenças significativas para o fator tempo de armazenamento, sem significância estatística entre as soluções nem para a interação entre os fatores. A dentina armazenada em água deionizada apresentou valores de dureza semelhantes aos da água destilada. Os valores de KH foram obtidos em ambas as soluções em todos os tempos até o T3, mas em T4 houve redução significativa, diferindo dos demais períodos de armazenamento.

Os valores obtidos por ATR/FTIR, para amidas I, II e III, mostraram pela ANOVA de dois fatores, diferenças



significativas para o fator tempo de armazenamento, mas não para a solução de armazenamento, nem para a interação entre os fatores. Os valores das amidas aumentaram a partir de T2, sendo semelhante a T1, que apresentou os menores valores, enquanto T3 e T4 atingiram os maiores valores em ambas as soluções. As Amidas II e III aumentaram a partir de T2, sendo semelhante a T3 e T4. Os valores das amidas I, II e III atingiram os maiores níveis após 48 horas do início da análise.

Para os níveis de fosfato, a ANOVA de dois fatores não revelou diferenças em relação ao tempo de armazenamento, à solução e à interação entre os fatores analisados. O carbonato apresentou diferença para o fator tempo e para a solução de armazenamento, mas não houve diferença para a interação entre esses fatores. Foi observada diminuição do carbonato em ambas as soluções a partir de T2, com valores mais elevados para a água destilada. Para ambas as soluções, os valores de T2 foram semelhantes aos de T1 (mais baixos), enquanto T3 e T4 apresentaram valores mais altos.

A razão M/M não revelou diferenças significativas. Na razão M/C, observou-se diferença significativa para o fator tempo e para a solução de armazenamento. Houve aumento da razão fosfato/carbonato em ambas as soluções a partir de T2, com valores mais altos para a água destilada.

O estudo demonstrou que tanto a água deionizada quanto a destilada alteraram as propriedades da dentina, rejeitando a hipótese nula. O pH inicial baixo favoreceu a desmineralização, com liberação de minerais e consequente alcalinização do meio. A queda da microdureza e a alteração química confirmam a perda mineral, especialmente de carbonatos, que tornam a hidroxiapatita mais suscetível à dissolução. O aumento das amidas reflete maior exposição da matriz orgânica da dentina. A água destilada apresentou maior impacto na relação fosfato/carbonato.

## Conclusão

Este estudo indicou um aumento progressivo do pH em ambas as soluções ao longo do tempo, evidenciando uma tendência de alcalinização. A dentina armazenada em água deionizada apresentou valores de dureza semelhantes aos observados em água destilada. Os valores KH mantiveram-se estáveis, com redução após uma semana. A análise por ATR/FTIR revelou alterações na composição da dentina, destacando a relevância do colágeno. A alcalinização proporciona uma compreensão adicional das mudanças observadas. Os resultados destacam a importância de selecionar as soluções e controlar o tempo de estudo.

## Referências

1. Aydn B, Pamir T, Baltaci A, Orman MN, Turk T. Effect of storage solutions on crown enamel and dentin microhardness. Eur J Dent. 2015;09:262-6.
2. Pithon MM. Importance of the control group in scientific research. Dental Press J Orthod. 2013;18:13-4.
3. Goldberg M. Dentin structure composition and mineralization. Front Biosci (Elite Ed). 2011;E3:281.
4. Balhaddad AA, Kansara AA, Hidan D, Weir MD, Xu HHK, Melo MAS. Toward dental caries: Exploring nanoparticle-based platforms and calcium phosphate compounds for dental restorative materials. Bioact Mater. 2019;4:43-55.
5. Cifuentes-Jiménez CC, Bolaños-Carmona MV, Enrich-Essvein T, González-López S, Álvarez-Lloret P. Evaluation of the remineralizing capacity of silver diamine fluoride on demineralized dentin under pH-cycling conditions. J Appl Oral Sci. 2023;31:20220306.
6. Cury JA, Bragotto C, Valdrighi L. The demineralizing efficiency of EDTA solutions on dentin. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1981;52:446-8.
7. Moura CCG, Soares PBF, de Paula Reis MV, Fernandes Neto AJ, Zanetta Barbosa D, Soares CJ. The potential



## 28º Encontro de Atividades Científicas

03 a 07 de novembro de 2025

Evento Online

of coconut water and soy milk for storage media to preserve the viability of periodontal ligament cells: an in vitro study. Dent Traumatol. 2014;30:22-6.

8. Habelitz S, Marshall GW, Balooch M, Marshall SJ. Nanoindentation and storage of teeth. J Biomech. 2002;35:995-8.

9. Lee JJ, Nettey-Marbella, Cook A, Pimenta LAF, Leonard R, Ritter A, V. Using Extracted Teeth for Research. J Am Dent Assoc. 2007;138:1599-603.

10. Moreira-Neto JJS, Gondim JO, Raddi MSG, Pansani CA. Viability of human fibroblasts in coconut water as a storage medium. Int Endod J. 2009;42:827-30.

11. Kantoor P, Srivastava N, Rana V, Adlakha VK. Alterations in the mechanical properties of the extracted human teeth to be used as bio- logical restorations on storing them in different storage media: an in vitro study. Dent Traumatol. 2015;31:308-13.