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

**Autor(res)**

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

**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 deionizada (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**

O estudo foi conduzido em duas fases:
Na primeira fase foi a 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 cemento-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 stora- ge 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

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.