

Verena Paula Stern Netto

Análise das propriedades químicas, mecânicas e físicas da dentina humana após aplicação de Diamino Fluoreto de Prata

Analysis of the chemical, mechanical, and physical properties of human dentin after Silver Diamine Fluoride application

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de Uberlândia, para obtenção do Título de Mestre em Odontologia na Área de Clínica Odontológica Integrada.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Renato Paranhos

UBERLÂNDIA – MG
2025

Verena Paula Stern Netto

Análise das propriedades químicas, mecânicas e físicas da dentina humana após aplicação de Diamino Fluoreto de Prata

Analysis of the chemical, mechanical, and physical properties of human dentin after Silver Diamine Fluoride application

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de Uberlândia, para obtenção do Título de Mestre em Odontologia na Área de Clínica Odontológica Integrada.

Orientador: Prof. Dr.c

Banca Examinadora: Prof. Dr. Diego Patrik Alves Carneiro

Prof. Dr. Marcelo Augusto Garcia Junior

UBERLÂNDIA, MG
2025

Ficha Catalográfica

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

| | |
|---|---|
| S839 | Stern Netto, Verena Paula, 1997- |
| 2025 | Análise das propriedades químicas, mecânicas e físicas da dentina humana após aplicação de Diamino Fluoreto de Prata [recurso eletrônico] / Verena Paula Stern Netto. - 2025. |
| <p>Orientador: Luiz Renato Paranhos. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Odontologia. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.di.2025.387 Inclui bibliografia. Inclui ilustrações.</p> | |
| <p>1. Odontologia. I. Paranhos, Luiz Renato, 1975-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Odontologia. III. Título.</p> | |
| CDU: 616.314 | |

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

| | | | | | |
|------------------------------------|--|-----------------|-------|-----------------------|-------|
| Programa de Pós-Graduação em: | Odontologia | | | | |
| Defesa de: | Dissertação de Mestrado Acadêmico, nº 470 , PPGODONTO | | | | |
| Data: | Quatorze de Julho de Dois Mil e Vinte e Cinco | Hora de início: | 17:00 | Hora de encerramento: | 18:30 |
| Matrícula do Discente: | 12322000031 | | | | |
| Nome do Discente: | Verena Paula Stern Netto | | | | |
| Título do Trabalho: | Análise das propriedades químicas, mecânicas e físicas da dentina humana após aplicação de Diamino Fluoreto de Prata | | | | |
| Área de concentração: | Clínica Odontológica Integrada | | | | |
| Linha de pesquisa: | Patologia e Diagnóstico Bucal | | | | |
| Projeto de Pesquisa de vinculação: | Patologia e Diagnóstico Bucal | | | | |

Reuniu-se no Anfiteatro do Bloco 4L/Sala 23, Campus Umuarama, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação, assim composta: Professores Doutores: Diego Patrik Alves Carneiro (FOP UNICAMP) participou da defesa de dissertação por meio de vídeo-conferência desde a cidade Piracicaba/SP; Marcelo Augusto Garcia Junior (UFU); e Luiz Renato Paranhos (UFU) orientador da candidata.

Iniciando os trabalhos a presidente da mesa, Dr. Luiz Renato Paranhos, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(as) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovada.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Luiz Renato Paranhos, Professor(a) do Magistério Superior**, em 14/07/2025, às 18:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Augusto Garcia Junior, Professor(a) Substituto(a) do Magistério Superior**, em 14/07/2025, às 18:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Diego Patrik Alves Carneiro, Usuário Externo**, em 14/07/2025, às 18:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site
https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6500285** e o código CRC **BCCB955A**.

Dedico este trabalho à minha família, pelo amor,
apoio incondicional e por sempre acreditarem
em mim

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, a Deus, que me deu a oportunidade de realizar este trabalho, e a todos os santos que intercederam por mim ao longo dessa caminhada especialmente, Santo Antônio, Santa Filomena, Nossa Senhora e São Francisco.

À minha família, meu alicerce, minha base, meu tudo: meu avô José Rodrigues, minha mãe Ana Paula Rodrigues e minha tia Daniela Cristina. Vocês são minha fonte de amor, força e acolhimento. Em cada fase difícil, foi no carinho e apoio de vocês que encontrei sustento. Vocês sempre acreditaram em mim e me ensinaram que a educação é o caminho. Essa conquista também é de vocês.

Agradeço também ao meu namorado, Lucas, por ser um companheiro presente, sensível e constante. Estivemos juntos em cada etapa, compartilhamos nossa profissão, dividimos conversas, decisões e sonhos. Obrigada por tudo.

Aos meus animais, meus gatinhos e meu cachorro, que não fazem ideia do que é um mestrado, mas, mesmo assim, foram parte essencial dessa jornada. Eles estiveram ao meu lado em todos os momentos, oferecendo o tipo mais puro de companhia. São luz na minha vida.

Agradeço ao meu pai e à minha irmã Izabela por todo o apoio. Muito obrigada

Aos meus alunos de Iniciação Científica, Augusto, Bárbara e Arthur, obrigada pela parceria. Um agradecimento especial ao Augusto, que esteve comigo em quase todos os experimentos, enfrentando os desafios do laboratório com dedicação, paciência e comprometimento. Foi uma alegria acompanhar sua evolução. Mais do que aluno, tornou-se um grande amigo. À Bárbara, que apareceu como um presente no final do mestrado: sua sensibilidade, sua escuta e sua leveza fizeram toda a diferença. Obrigada por me ajudar a concluir essa etapa com tanta entrega e carinho. Você foi apoio em um momento decisivo e vai ser sempre lembrada com muito afeto. Ao Arthur, obrigada por todo apoio e dedicação, sempre disposto a colaborar.

Às minhas amigas de jornada e da vida: Pietra, Eduarda, Lara, Laís, Lívia e Ana Carolina. Com cada uma de vocês, compartilhei fases diferentes dessa caminhada, e todas foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Pietra e Eduarda estiveram comigo desde a graduação, firmes e verdadeiras, enfrentando o mestrado lado a lado. Lara, Laís e Lívia me acompanharam com carinho e incentivo, mesmo de longe.

À Amanda e ao Matheus, que o mestrado me apresentou: duas pessoas incríveis que me levantaram, me ajudaram, estiveram sempre ao meu lado. Levo vocês comigo no coração.

À Ana Carolina, que há mais de dez anos é presença certa na minha vida e, obrigada por continuar ao meu lado com tanta verdade e apoio.

Ao Caio, que se tornou um amigo, obrigada por estar sempre disposto a me ouvir, incentivar e construir ideias comigo. Sua generosidade, parceria e presença constante foram fundamentais em cada etapa. Você é uma inspiração profissional e pessoal, e este trabalho só foi possível graças às suas contribuições valiosas. Fico feliz em ver até onde você chegou. Sua trajetória é admirável, inspiradora e digna de reconhecimento.

Ao professor Paranhos, meu orientador, deixo aqui minha mais profunda gratidão. Obrigada por ter me acolhido com paciência, respeito e confiança desde o início. Sua orientação foi humana, firme e generosa. Foi uma honra e uma sorte enorme ter caminhado ao seu lado nessa etapa.

Aos técnicos e funcionários do laboratório, que sempre me atenderam com prontidão, cuidado e profissionalismo. Sem o trabalho de vocês, esse estudo não teria sido possível. À equipe do PPGO, pela estrutura, suporte e contribuições ao longo da formação.

Agradeço também à banca que se disponibilizou a estar na defesa, com toda sua atenção e generosidade, e à banca de qualificação, que me ajudou a escrever este trabalho com tantas contribuições importantes. Reconheço e valorizo todo o esforço e dedicação de vocês, obrigada por fazerem parte desse momento.

Resumo

Esta dissertação de mestrado teve como objetivo investigar os efeitos do diamino fluoreto de prata (DFP) em diferentes concentrações sobre as propriedades físico-químicas e mecânicas da dentina hígida, contribuindo para a compreensão de suas possíveis implicações na estrutura dentária sadia. O DFP tem sido amplamente utilizado na Odontologia por sua ação antimicrobiana e capacidade de interromper o avanço de lesões cariosas, sendo considerado uma alternativa eficaz em contextos clínicos com acesso limitado a tratamentos restauradores convencionais. No entanto, seu impacto sobre tecidos dentários hígidos ainda é pouco explorado, especialmente em relação a concentrações variadas e à segurança de seu uso preventivo. Nesse contexto, esta pesquisa resultou na elaboração de um artigo científico que avaliou os efeitos de diferentes concentrações de DFP sobre a dentina hígida, por meio de protocolo experimental padronizado, com análise estatística dos dados e discussão fundamentada na literatura atual. A produção do artigo envolveu revisão da literatura, definição metodológica, execução laboratorial e interpretação crítica dos resultados. Assim, esta dissertação busca fornecer subsídios científicos para o uso consciente e seguro do DFP em contextos clínicos e acadêmicos, promovendo a prática odontológica baseada em evidências.

Palavras-chave: Cárie Dentária, Dentina, Materiais Dentários.

Abstract

This master's dissertation aimed to investigate the effects of silver diamine fluoride (SDF) at different concentrations on the physicochemical and mechanical properties of sound dentin, contributing to a better understanding of its potential implications for healthy dental structures. SDF has been widely used in Dentistry due to its antimicrobial activity and its ability to arrest carious lesions, being considered an effective alternative in clinical contexts with limited access to conventional restorative treatments. However, its impact on sound dental tissues remains underexplored, particularly regarding the effects of varying concentrations and the safety of its preventive use. In this context, the present research led to the development of a scientific article that evaluated the effects of different SDF concentrations on sound dentin, through a standardized experimental protocol, statistical data analysis, and a discussion grounded in current literature. The preparation of the article involved a literature review, methodological design, laboratory procedures, and critical interpretation of the findings. Thus, this dissertation aims to provide scientific support for the conscious and safe use of SDF in both clinical and academic settings, promoting evidence-based dental practice.

Keywords: Dental Caries, Dentin, Dental Materials.

Sumário

| | |
|--|-----------|
| 1. Introdução e referencial teórico | 1 |
| 2. Capítulo 1 – Artigo..... | 5 |
| 3. Considerações finais | 29 |
| Referências | 31 |
| Anexo I..... | 35 |

1. Introdução e referencial teórico

A cárie dentária é uma doença crônica, multifatorial e dinâmica, resultante do desequilíbrio entre os processos de desmineralização e remineralização do tecido dental (Liu, *et al.*, 2025). Esse desequilíbrio é influenciado por diversos fatores, como dieta rica em carboidratos fermentáveis, presença de biofilme dental, suscetibilidade individual, higiene bucal inadequada e tempo de exposição aos agentes cariogênicos (Pitts *et al.*, 2017).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), trata-se da segunda doença mais prevalente no mundo, afetando bilhões de pessoas em diferentes faixas etárias (WHO, 2022). Sua progressão compromete significativamente a qualidade de vida, podendo causar dor, inflamação pulpar, necrose, formação de abscessos, prejuízos estéticos, comprometimento funcional e, em estágios avançados, perda dentária (Guo *et al.* 2022; Wen *et al.*, 2022).

Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, a alta prevalência da cárie dentária reflete profundas desigualdades sociais e econômicas (Rocha *et al.*, 2022). O acesso limitado aos serviços odontológicos e às ações de promoção em saúde bucal contribui para que a doença permaneça como um dos principais desafios de saúde pública, especialmente entre populações socialmente vulneráveis (El-Yousfi *et al.* 2019).

Diante desse cenário, os tratamentos das lesões cariosas vêm sendo orientados por princípios da odontologia minimamente invasiva, com ênfase na preservação da estrutura dental sadia (Barros *et al.*, 2020). Essa abordagem visa evitar intervenções desnecessárias, reduzir a necessidade de tratamentos endodônticos e aumentar a longevidade das restaurações. Entre os métodos conservadores, destacam-se o uso de agentes cariostáticos, a aplicação tópica de fluoretos, o tratamento restaurador atraumático (ART) e a remoção seletiva do tecido cariado (Seifo *et al.*, 2020).

Nesse contexto, os agentes cariostáticos, como o diamino fluoreto de prata (DFP), têm despertado crescente interesse, especialmente por sua eficácia

comprovada, simplicidade de aplicação e viabilidade em contextos com poucos recursos (Crystal *et al.*, 2019). O DFP é um agente químico incolor, inodoro e de custo acessível, que combina os efeitos antimicrobianos da prata com as propriedades remineralizantes do fluoreto (Samani *et al.*, 2024). Tais características o tornam particularmente adequado para programas de saúde pública voltados a populações vulneráveis, como idosos institucionalizados, comunidades indígenas e pessoas com deficiência (Jesus *et al.* 2020; Smutkeeree *et al.*, 2025). Sua aplicação é simples, não requer infraestrutura odontológica complexa, e pode ser realizada em locais remotos sem acesso a consultório (Molina *et al.* 2025).

Reconhecendo a relevância do DFP, o Ministério da Saúde do Brasil atualizou, em 2024, o Guia de Uso de Fluoretos, que apresenta recomendações baseadas em evidências científicas para a prevenção e o controle da cárie dentária. Esse documento inclui o uso do DFP como uma ferramenta viável em dentes decíduos, permanentes e em casos de cárries radiculares. De forma complementar, a Carteira de Serviços da Atenção Primária à Saúde (CASAPS), publicada em 2019, contempla a aplicação de cariostáticos entre os procedimentos de cuidado em saúde bucal.

O DFP atua tanto na porção inorgânica quanto na porção orgânica do tecido dentário. Sua aplicação promove a formação de fluoreto de cálcio, que funciona como reservatório de íons fluoreto, favorecendo a formação de fluorapatita, um mineral mais resistente à ação de ácidos que a hidroxiapatita (Mei *et al.*, 2018). Além disso, o DFP inibe a ação das metaloproteinases da matriz colágena da dentina e forma compostos como o fosfato de prata, que apresenta propriedades antibacterianas e penetra nos túbulos dentinários, bloqueando-os (Kale *et al.*, 2022). Também são formadas espécies como AgF_2 e $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$, que conferem maior estabilidade à estrutura química do agente (Mungur *et al.*, 2023)

O uso do DFP é relatado desde a década de 70 e apresenta poucas contraindicações. No entanto, a principal limitação do uso do DFP está relacionada ao escurecimento da superfície dental tratada, o que pode

comprometer a estética, especialmente em dentes permanentes. Por esse motivo, sua indicação clínica deve ser criteriosa (Xu *et al.*, 2024). Como alternativa, tem sido sugerida a utilização do iodeto de potássio, que reage com os íons prata (Ag^+) presentes na solução, formando iodeto de prata (AgI). Essa reação reduz a formação de produtos escuros de prata, como o óxido e o sulfeto de prata, responsáveis pelo escurecimento da estrutura dentária. (Mahajan *et al.*, 2025).

Atualmente, o DFP é comercializado em diferentes concentrações, variando entre 12%, 30% e 38%, o que levanta questionamentos quanto à eficácia e à segurança do produto em dosagens variadas (Fung *et al.*, 2018). A formulação a 38% continua sendo a mais utilizada na prática clínica, embora concentrações menores tenham sido propostas como alternativas para minimizar o escurecimento dental e reduzir possíveis efeitos adversos sobre os tecidos moles. (Fung *et al.*, 2018). No entanto, análises laboratoriais demonstram variações significativas nos teores reais de prata e flúor presentes nas soluções (Yan *et al.*, 2023), tanto entre diferentes marcas quanto entre lotes de um mesmo fabricante. Essas discrepâncias sugerem uma possível falta de padronização ou instabilidade do produto, o que pode comprometer sua efetividade clínica (Yan *et al.*, 2022).

Além de sua reconhecida ação terapêutica na inativação de lesões cariosas, o DFP também tem sido utilizado com finalidade preventiva, incluindo o controle da hipersensibilidade dentinária (El-Damanhoury *et al.*, 2025). Sua aplicação clínica, inclusive em cavidades para o manejo da cárie, torna inevitável o contato com estruturas dentárias hígidas, uma vez que não é possível restringir sua ação apenas ao tecido cariado (Cai *et al.*, 2019). Porém, os estudos que investigam os efeitos do DFP sobre o tecido dentário íntegro ainda são limitados, especialmente em dentes permanentes (Kusumasari *et al.*, 2020).

Portanto, embora o DFP represente uma alternativa promissora no manejo da cárie dentária, faz-se necessária a realização de estudos adicionais que esclareçam seus efeitos sobre o tecido dentário hígido, especialmente em dentes permanentes. Diante desse contexto, este estudo tem como objetivo

avaliar os efeitos do DFP, em diferentes concentrações, sobre as propriedades físico-químicas e mecânicas do tecido dentário hígido.

2. Capítulo 1 – Artigo

Este capítulo apresenta o artigo científico desenvolvido no âmbito desta dissertação, o qual investigou os efeitos do diamino fluoreto de prata (DFP) em diferentes concentrações sobre propriedades físico-químicas e mecânicas da dentina hígida. A motivação para o estudo surgiu a partir do crescente uso clínico do DFP como agente antimicrobiano na Odontologia, aliado às lacunas existentes na literatura quanto à sua interação com estruturas dentárias não afetadas por cárie. O artigo apresenta o delineamento experimental adotado, com metodologia padronizada para aplicação das diferentes concentrações de DFP, coleta e análise dos dados, bem como a discussão dos resultados obtidos. Os achados contribuem para o debate sobre a segurança e os limites de uso do DFP em contextos clínicos, especialmente em procedimentos preventivos ou de risco de contato com tecido hígido, fortalecendo a tomada de decisão baseada em evidências e incentivando novas pesquisas sobre sua aplicabilidade em diferentes concentrações.

Análise das propriedades químicas, mecânicas e físicas da dentina após aplicação de Diamino Fluoreto de Prata

Submissão a Revista: Brazilian Oral Research - Fator de Impacto - 1.3
(Institute for Scientific Information - ISI)

Resumo

O diamino fluoreto de prata (DFP) é um agente terapêutico amplamente utilizado na odontologia para o controle e prevenção da cárie dentária, devido à sua potente ação antimicrobiana. Contudo, seus efeitos sobre a dentina hígida ainda não são totalmente compreendidos, o que levanta preocupações quanto à sua aplicação indiscriminada. Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos do DFP, em diferentes concentrações, sobre as propriedades físico-químicas da dentina hígida. Para isso, amostras de dentina hígida humana foram tratadas com DFP a 12%, 30% e 38% Bottle, e 38% Aqua e comparadas a dois grupos controle, sendo submetidas a análises de pH, microdureza, microscopia eletrônica de varredura (MEV), energia dispersiva de raios X (EDS), espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), e ensaio de molhabilidade. O grupo com ácido fosfórico apresentou o menor pH (3,27), enquanto o DFP 38% teve o maior (12,15). A análise EDS mostrou diferenças significativas nas concentrações de Ca e P entre o DFP 30% e o DFP 38% ($p<0,02$). O MEV evidenciou alterações na morfologia apenas com ácido fosfórico e formação de cristais nos grupos com DFP 38%. Na dureza Knoop, DFP 12% e 30% foram semelhantes ao controle ($p<0,04$), enquanto os grupos DFP 38% apresentaram maior dureza ($p<0,001$). O ATR/FTIR indicou alterações químicas principalmente nos grupos com DFP 38%. Apenas o grupo com ácido fosfórico teve alteração significativa na molhabilidade ($p<0,005$). Conclui-se que o DFP, em concentrações elevadas, pode alterar significativamente as propriedades da dentina hígida, sendo necessário cautela em sua aplicação clínica para evitar danos ao tecido saudável.

Descritores: Cárie Dentária, Dentina, Cariostáticos, Fluoretos Tópicos.

Introdução

A cárie dentária é uma doença crônica, multifatorial e dinâmica, caracterizada pelo desequilíbrio entre os processos de desmineralização e remineralização do tecido dental¹. Esse desequilíbrio é influenciado por fatores como dieta rica em carboidratos fermentáveis, presença de biofilme, higiene bucal deficiente e vulnerabilidades individuais². Segundo a Organização Mundial da Saúde, trata-se da segunda condição de saúde mais prevalente globalmente³, afetando bilhões de pessoas e comprometendo significativamente a qualidade de vida⁴⁻⁵.

Em países em desenvolvimento, como o Brasil, a alta prevalência da cárie reflete desigualdades socioeconômicas e dificuldade de acesso a serviços odontológicos, especialmente entre populações vulneráveis⁶⁻⁷. Diante desse cenário, os tratamentos conservadores, guiados pelos princípios da odontologia minimamente invasiva, têm ganhado destaque por priorizar a preservação da estrutura dentária sadia e reduzir a necessidade de procedimentos invasivos⁸. Entre as abordagens conservadoras, destaca-se o uso de agentes cariostáticos, como o diamino fluoreto de prata (DFP), que tem se mostrado eficaz e viável em contextos com poucos recursos⁹⁻¹⁰.

O DFP é uma solução química que combina o efeito antimicrobiano da prata à capacidade remineralizante do fluoreto, atuando tanto nos componentes orgânicos quanto inorgânicos da dentina. Ele favorece a formação de fluorapatita, inibe metaloproteinases e promove o bloqueio dos túbulos dentinários, além de apresentar fácil aplicação e baixo custo, o que o torna uma ferramenta importante em saúde pública¹¹⁻¹².

No entanto, sua principal limitação clínica é o escurecimento da estrutura dental tratada, o que restringe seu uso em dentes anteriores permanentes¹³. Para contornar esse efeito indesejado, tem-se sugerido o uso de iodeto de potássio, que reage com os íons prata formando iodeto de prata (AgI), reduzindo a formação de compostos escurecidos. O produto é comercializado em concentrações de 12%, 30% e 38%, sendo esta última a mais utilizada na prática clínica¹⁴. Concentrações menores têm sido propostas visando à redução do escurecimento e de efeitos indesejáveis sobre os tecidos moles. No entanto, estudos laboratoriais demonstram variações significativas nos teores reais de prata e flúor nas soluções comercializadas, tanto entre diferentes marcas quanto entre lotes de um

mesmo fabricante¹⁵, sugerindo uma possível instabilidade do produto e falta de padronização, o que pode comprometer seu desempenho clínico¹⁶.

Reconhecendo a importância do DFP, o Ministério da Saúde incluiu recentemente seu uso no Guia de Fluoretos¹⁷, validando sua aplicação em dentes decíduos, permanentes e em cárie radicular.

Além de sua ação terapêutica na inativação de lesões cariosas, o DFP também tem sido empregado com finalidade preventiva, como no controle da hipersensibilidade dentinária¹⁸. Sua aplicação, inclusive em cavidades cariadas, inevitavelmente expõe áreas de dentina hígida ao agente, uma vez que sua ação não pode ser restrita apenas ao tecido afetado¹⁹. Entretanto, ainda são escassos os estudos que avaliam os efeitos do DFP sobre o tecido dentário íntegro, sobretudo em dentes permanentes²⁰.

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo avaliar os efeitos do DFP, em diferentes concentrações, sobre as propriedades físico-químicas e mecânicas da dentina hígida. Parte-se da hipótese nula de que a aplicação do DFP, independentemente da concentração utilizada, não promove alterações significativas nessas propriedades.

Metodologia

Desenho do estudo, critérios éticos e tamanho da amostra

Este é um estudo laboratorial controlado, *in vitro*. Todos os preceitos éticos relacionados à pesquisa foram seguidos e foi submetido a aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa com protocolo # 6.944.909. Todos os procedimentos seguiram as diretrizes CRIS (Checklist for Reporting In Vitro Studies) de 2021²¹. O cálculo amostral foi realizado pelo software GPower versão 3.1, com alfa 0,05, efeito 90% e Poder 90%. Para a análise da microscopia eletrônica de varredura e espectroscopia por dispersão de elétrons (n=3), microdureza (n=10), espectroscopia infravermelha transformada de fourier (n=3), molhabilidade (n=3).

Foram produzidos neste estudo discos de dentina obtidos a partir de molares hígidos doados e extraídos a partir de indicação clínica e radiográfica. Os dentes somente foram coletados e utilizados na pesquisa após o consentimento dos pacientes e com a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. Os dentes que apresentavam

lesões por cárie, fraturas, trincas, desgaste operatório ou anomalias foram descartados. Após a exodontia, os dentes foram submetidos ao debridamento com lâminas de aço número 15 (Advantive, Curitiba, Paraná, Brasil) e curetas periodontais (Quinelato, Rio Claro, São Paulo, Brasil), e imediatamente armazenados em água deionizada e mantidas sob refrigeração até o início dos experimentos (por no máximo 06 meses), de acordo com as normas da ISO/TS 11405/2015.

Preparo das amostras

Os dentes foram seccionados utilizando uma cortadeira de precisão (Isomet1000; Buehler Ltd, Lake Bluff, Illinois, Estados Unidos) com disco diamantado (Diamound Wafering Blade. #3041201 - 4" x.012 X 1/2" - 102 mm x 0,3 mm x 127 mm Odeme Dental Research, Miami, Flórida, Estados Unidos) para a confecção de superfícies de discos de dentina de 1,5mm (Figura1), que foram obtidas removendo o terço oclusal das coroas dos terceiros molares. Posteriormente, os discos foram medidos utilizando um paquímetro digital (Mitutoyo 530312B10, Takatsu-ku, Kanagawa, Japão), para a conferência da espessura de 1,5 mm.



Figura 1. Medição da espessura 1,5mm dos discos de dentina com auxílio de um paquímetro digital.

O protocolo de padronização da superfície dos discos foi realizado em uma lixadeira metalográfica de polimento (Arotec S/A Indústria e Comércio, Cotia, São Paulo, Brasil) utilizando lixas d'água com diferentes granulações na respectiva ordem: 400, 600, 1200 e 1500. Cada lixa foi aplicada por 10 segundos na face oclusal, mantendo refrigeração constante com água durante todo o processo e com o auxílio de um dispositivo metálico de 50g, para garantir uma superfície plana. Em seguida, os discos foram imersos em uma cuba ultrassônica (Cristófoli Equipamentos de Biossegurança LTDA, Campo Mourão, Paraná, Brasil), por dois ciclos de 5 minutos, para garantir a limpeza da superfície.

Análise de pH

Para análise do pH foram produzidas soluções dos materiais em um tubo falcon utilizando 0,5ml dos materiais a base de diamino de prata e 14 ml de água destilada. Para homogeneização, as soluções foram submetidas a agitação em 1900 rpm em um agitador de bancada vórtex (K40-10208, Kasvi®, Pinhais, Paraná, Brasil) por 1 minuto. Cada solução foi aliquotada em uma placa de 24 poços, sendo 2 ml por poço ($n=6$) e analisadas em triplicata imediatamente após sua confecção. A mensuração foi realizada com o auxílio de um pHmetro.

Protocolo de aplicação dos materiais

Os materiais foram distribuídos de acordo com os grupos experimentais (Quadro 1).

QUADRO 1. Distribuição dos grupos experimentais, apresentação, lote e composição

| GRUPO | MATERIAL E FABRICANTE | APRESENTAÇÃO | LOTE | COMPOSIÇÃO |
|------------------------------------|--|--|----------|--|
| DFP 12% | Cariostatic 12% (AAF do Brasil Produtos Odontológicos Ltda. Londrina, Paraná, Brasil) | 1 frasco com 10ml | 051/23 | Nitrato de prata, hidróxido de amônio, ácido fluorídrico e veículo aquoso. |
| DFP 30% | Cariesstop 30% (Biodinâmica Química e Farmacêutica Ltda. Ibiporã, Paraná, Brasil.) | 1 frasco com 5ml | 522/23 | Ácido fluorídrico, nitrato de prata, hidróxido de amônia e água deionizada. |
| DFP 38% Bottle | RIVA Star (SDI Limited. Bayswater, Victoria, Austrália) | Step 1: SDF (1,5ml) Step 2: KI (3ml) | 1210787A | Solução amoníaca com fluoreto de prata 38% e solução de iodeto de potássio. |
| DFP 38% Aqua | Riva Star Aqua (SDI Limited. Bayswater, Victoria, Australia) | Step 1: AgF (1,5ml) Step 2: KI (3ml) | 1221919 | Solução aquosa com fluoreto de prata 38% e solução de iodeto de potássio. |
| Ácido Fosfórico 37% | Condac 37 (FGM - Dentscare LTDA.Joinville, Santa Catarina, Brasil) | 1 seringa com 2,5ml de Ácido fosfórico a 37% | 180222 | Ácido fosfórico a 37%, espessante, corante e água deionizada. |

Após seccionadas e polidas, as amostras receberam o protocolo de aplicação dos materiais (Quadro 2) de acordo com os grupos experimentais. Foram utilizados dois grupos controle: um controle negativo, no qual foi aplicado ácido com o objetivo de simular uma condição desfavorável ao tecido dentinário; e um controle com água destilada, utilizada por seu pH neutro, a fim de representar uma condição estável e sem interferência nas propriedades da dentina.

QUADRO 2. Protocolo de aplicação dos materiais conforme com os grupos experimentais.

| | PROTOCOLO DE APLICAÇÃO |
|----------------------------|---|
| DFP 12% | Com o auxílio de um microaplicador a aplicação foi realizada por 2 minutos, depois lavagem com água destilada por um minuto. |
| DFP 30% | Com o auxílio de um microaplicador a aplicação foi realizada por 2 minutos, depois lavagem com água destilada por um minuto. |
| DFP 38% Bottle | Com o auxílio de um microaplicador a aplicação seguiu a aplicação primeiramente com o Riva Star Step 1 por 10 segundos. Em seguida, com um novo microaplicador aplicar o Riva Star Step 2 até que o precipitado branco leitoso se torne transparente por um minuto, seguido de enxágue com água deionizada por 1 minuto. |
| DFP 38% Aqua | Com o auxílio de um microaplicador a aplicação seguiu a aplicação primeiramente com o Riva Star Aqua Step 1 por 10 segundos. Em seguida, com um novo microaplicador aplicar o Riva Star Step 2 até que o precipitado branco leitoso se torne transparente por um minuto, seguido de enxágue com água deionizada por 1 minuto. |
| Ácido fosfórico 37% | Aplicação direta sobre a dentina por 2 minutos e logo após lavagem com água deionizada por um minuto. |

Microscopia eletrônica de varredura e Espectroscopia por dispersão de elétrons

Após os protocolos, as amostras foram preparadas para o teste de microscopia, (n=3) e EDS (n=3). A composição química bem como a morfologia superficial foram analisadas em microscópia eletrônica de varredura - MEV (VEGA 3 LMU, Tescan, Brno, República Tcheca). Para cada grupo experimental, três discos foram desidratados com soluções alcoólicas em concentrações de 50%, 70%, 80%, 90% e 100%, respectivamente. Em seguida foram fixados em stubs, secos em temperatura ambiente por 24 horas, e em dessecador por 14 dias. Os discos foram metalizados e levados para análise em MEV/EDS.

Ensaio de dureza knoop

As amostras foram submetidas ao ensaio de microdureza (n=10) com um microdurômetro (FM – 700, Future-Tech CORP., Kawasaki, Kanagawa Prefecture, Japão). As seis indentações por amostra foram realizadas, com 50 gramas de carga, por

15 segundos, respeitando uma distância mínima de 100 μ m entre cada indentação, para dentina.

Espectroscopia Infravermelha Transformada de Fourier (ATR/FTIR)

Após a seleção e preparo e protocolo de aplicação dos materiais as amostras foram submetidas a análise da composição química utilizando a técnica por reflexão total atenuada no Espectrômetro Infravermelho com Transformada de Fourier ATR/FTIR (Vertex 70, Bruker, Ettlingen, Alemanha). A superfície que recebeu a aplicação dos materiais foi posicionada em contato com o cristal de diamante da unidade ATR e uma pressão constante foi aplicada para facilitar a leitura. O espectro final de cada amostra foi obtido a partir de um escaneamento de 32 vezes no intervalo de 400 a 4000 cm⁻¹, em uma resolução de 4 cm⁻¹ e analisados com o auxílio do software OPUS 6,5 (Bruker, Ettlingen, Alemanha). Após correção da linha de base e normalização, foram calculadas as áreas integradas de bandas relativas ao conteúdo orgânico e inorgânico da dentina (Lopes *et al.*, 2018).

Os intervalos considerados para avaliar as bandas foram: amida I²², amida III²³, carbonato v₃²⁴, fosfato v₃⁻¹ e anéis pirrolidínicos²⁵. As amostram após aplicação dos DFPs foram lavadas com água destilada em cuba ultrassônica por 5 minutos e secas com gaze estéril para controle da umidade. O background foi realizado no próprio equipamento antes das leituras espectroscópicas, garantindo a calibração adequada para as análises subsequentes.

Ensaio de molhabilidade

A avaliação da molhabilidade foi realizada pela técnica de gota séssil sobre discos de dentina humana dispostas sobre um dispositivo metálico plano e um goniômetro digital auxiliou na planificação. No disco de dentina foi dispensado uma gota de água destilada, na região central de cada amostra, previamente e após a aplicação dos materiais (Quadro 2).

Ao aplicar a água destilada, em até 5 segundos foram realizados registros fotográficos (Canon EOS 400D Digital; Canon Inc., Tóquio, Japão) com objetiva (Canon EF 100 mm f/2.8 Macro USM; Canon Inc., Tóquio, Japão) e flash circular (Canon MR-

14 EX; Canon Inc., Tóquio, Japão) com distância padronizada para todas as amostras. Após a produção da imagem, o arquivo foi exportado para o software ImageJ para obter o valor do ângulo de contato gerado da água e a superfície da amostra. A média foi calculada e expressa em graus ($^{\circ}$) (Valente *et al.*, 2015).

Análise estatística

Os dados foram organizados e tabulados no software Excel (Microsoft 365®). Em seguida, os valores obtidos nos testes de pH, microdureza e EDS, foram submetidos à análise descritiva, ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e à análise de variância (ANOVA one-way), complementada pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5% entre os diferentes grupos. Os achados qualitativos foram descritos a partir das imagens obtidas por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Para os ensaios de ATR/FTIR e molhabilidade, os dados foram analisados pelo teste de Shapiro-Wilk, seguido do teste t pareado, permitindo a comparação entre as amostras antes e após a aplicação dos materiais. As análises estatísticas foram realizadas no software JAMOVI (versão 2.3.21).

Resultados

Análise de pH

Para a análise do pH, o grupo ácido fosfórico 37% apresentaram os menores valores médios de pH ($3,27 \pm 0,10$), seguido do grupo DFP 38% Aqua ($5,34 \pm 0,33$) enquanto o grupo DFP 38% apresentaram os maiores valores médios ($12,15 \pm 0,17$).

pH Diamino Fluoreto de Prata

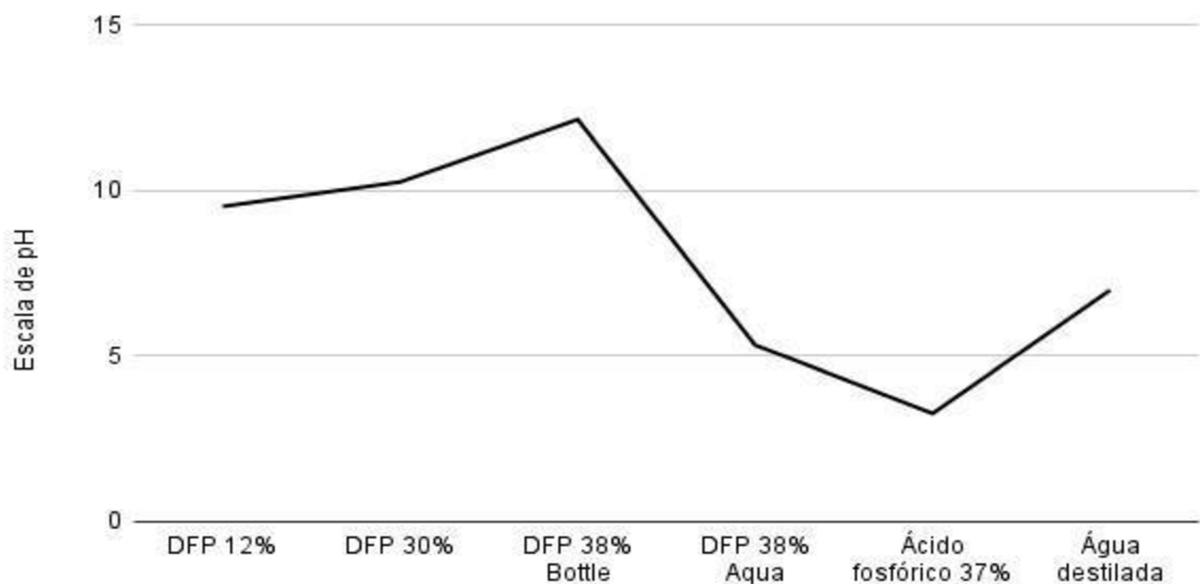


Gráfico 1. Valores médios de pH dos grupos experimentais (n=6).

Espectroscopia por Dispersão de Elétrons e Microscopia eletrônica de varredura

O EDS apresentou concentrações de Ca e P na dentina após aplicação do DFP (Tabela 1). O grupo DFP 30% apresentou diferença de Ca e P do grupo DFP 38% Bottle ($p<0,02$). Os grupos, ácido fosfórico 37% e água destilada apresentaram diferença estatística dos demais grupos experimentais ($p<0,001$) para Ca e P. Não houve diferença estatística significativa entre os demais grupos ($p>0,05$).

Na proporção Ca/P, não houve diferença estatística ($p>0,71$) entre DFP 12% e água destilada. Houve diferença estatística entre os diferentes DFP ($p<0,001$). Também houve diferença entre os DFP e ácido fosfórico ($p<0,001$).

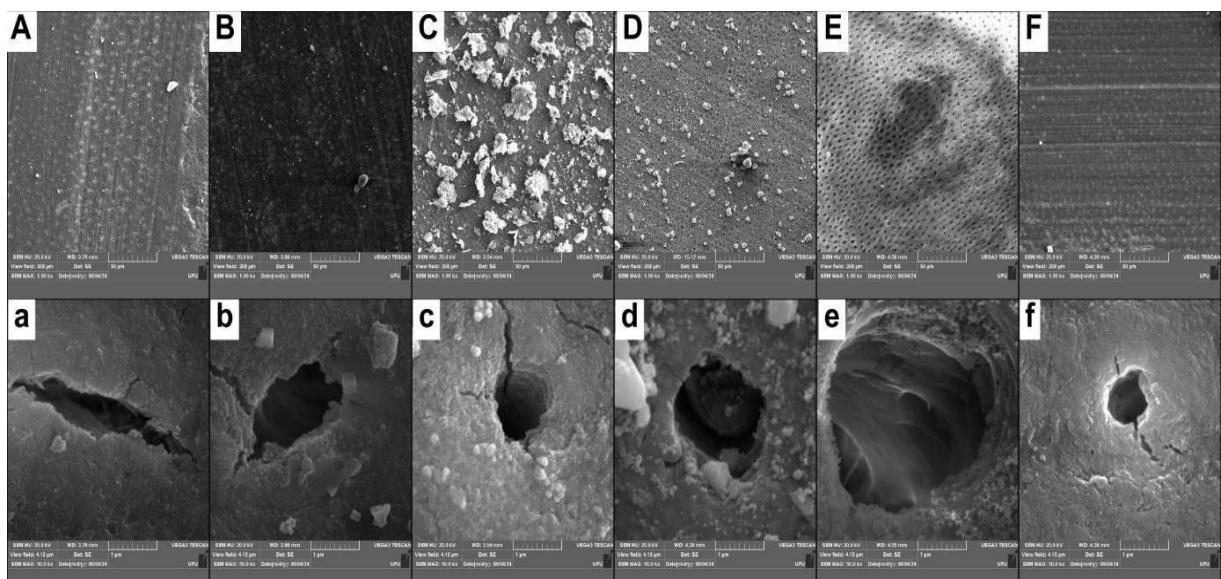
Tabela 1. Valores médios de Ca e P, obtidos por EDS.

| | Ca | P | Ca/P |
|---------------------|-----------------|-----------------|--------|
| DFP 12% | 45,84 (8,23) A | 33,35 (8,92) A | 1,37 A |
| DFP 30% | 54,67 (16,46) A | 38,55 (10,18) A | 1,42 E |
| DFP 38% Bottle | 34,03 (5,44) AB | 22,08 (3,90) AB | 1,54 D |
| DFP 38% Aqua | 41,36 (10,36) A | 28,02 (6,93) A | 1,48 C |
| | Ca | P | Ca/P |
| Ácido fosfórico 37% | 8,18 (3,41) C | 7,18 (3,01) C | 1,14 B |
| Água destilada | 79,39 (5,99) D | 57,91 (4,80) D | 1,37 A |

Análise estatística das concentrações (médias e desvio-padrão) de Ca, P e a razão Ca/P, no ensaio EDS ($n=5$). ANOVA one way suplementado por Tukey a 5%. Letras diferentes indicam diferença estatística na coluna.

Nas imagens obtidas pela microscopia eletrônica de varredura (Figura 2), é possível observar alteração na superfície dentinária após aplicação do ácido fosfórico 37%, enquanto a morfologia não se altera de maneira importante nos demais grupos. Também é possível identificar cristais formados e na superfície nos grupos DFP 38% Bottle e DFP 38% Aqua, mas não no interior dos túbulos dentinários.

Figura 2. Microscopia eletrônica de varredura da dentina após a aplicação dos materiais.

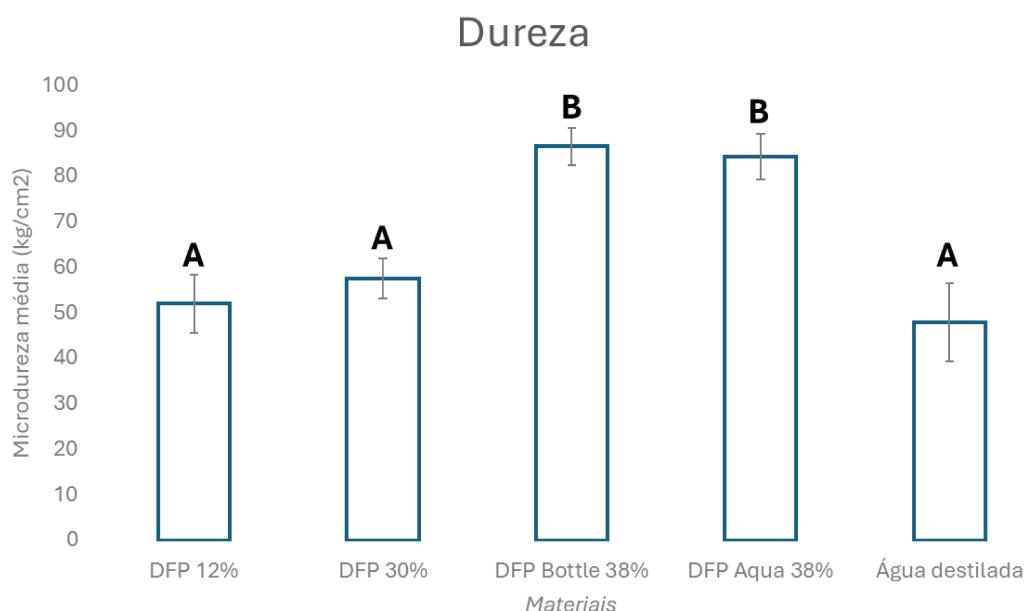


Letras maiúsculas com aumento de 1.000 e as minúsculas com aumento 50.000 kx. (A/a) DFP 12%; (B/b) DFP 30%; (C/c) DFP 38% Bottle; (D/d) DFP 38% Aqua; (E/e) Ácido fosfórico 37%; (F/f) Água destilada.

Ensaio de dureza knoop

O ensaio de dureza *knoop* (Gráfico 2) apontou que o grupo sem aplicação não apresentou diferença do grupo DFP 12% e DFP 30% ($p<0,04$), enquanto há diferença estatística dos demais grupos estudados ($p>0,65$). Não houve diferença estatística entre os grupos com DFP 38% ($p<0,001$), mas houve diferença com os demais grupos ($p>0,66$).

Gráfico 2. Valores médio de dureza *knoop* ($n=10$) após aplicação de diferentes materiais a base de diamino fluoreto de prata. Letras diferentes indicam diferença estatística, ANOVA *one way* suplementado por Tukey 5%.



Ensaio ART/FTIR

Os achados encontrados apresentaram normalidade após submetidos ao teste Shapiro-Wilk ($p>0,737$). O ensaio ART/ FTIR analisou a absorbância dos componentes químicos da dentina antes e após aplicação dos materiais. O grupo DFP 12% não apresentou diferença estatística de amida I, carbonato, fosfato e anéis pirrolidínicos ($p>0,07$) enquanto amida III apresentou diferença ($p<0,03$). O grupo DFP 30% não apresentou diferença nos compostos amida I, amida III, carbonato, fosfato e anéis pirrolidínicos ($p>0,3$). No grupo DFP 38% houve diferença de amida I ($p<0,002$), amida III ($p<0,001$), fosfato ($p<0,02$) e anéis pirrolidínicos ($p<0,03$) embora não haja diferença de carbonato ($p>0,63$). O grupo DFP 38% aqua não apresentaram diferença nos valores

de amida I ($p>0,06$), amida III ($p>0,09$) e anéis pirrolidínicos ($p>0,051$), mas houve diferença de carbonato ($p<0,02$) e fosfato ($p>0,03$).

Tabela 2. Média dos intervalos de absorbância após aplicação dos materiais a base de diamino fluoreto de prata.

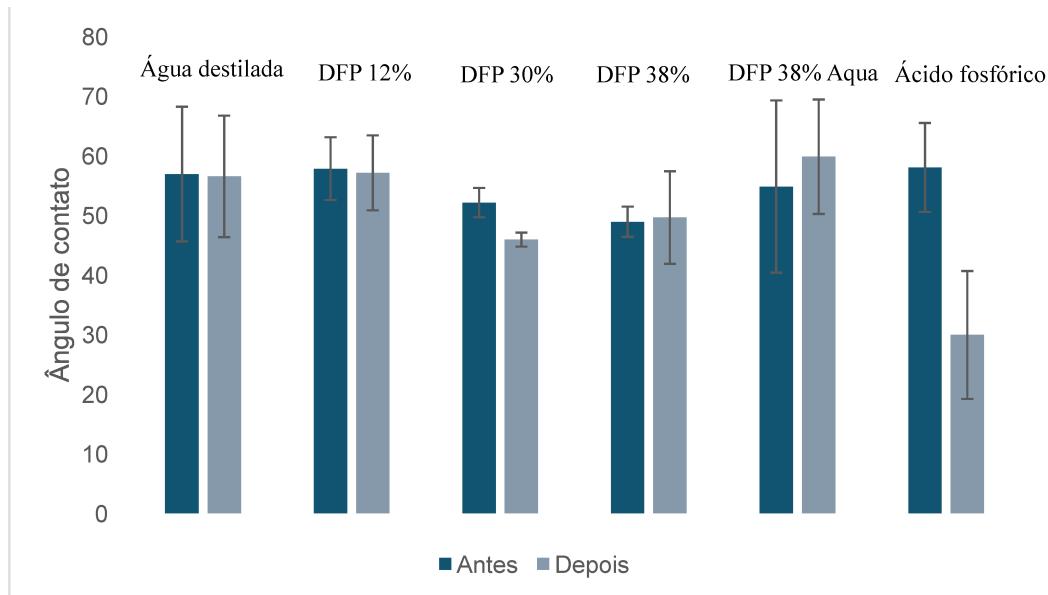
| | | <i>Aqua Destilada</i> | <i>DFP 12%</i> | <i>DFP 30%</i> | <i>DFP 38%</i> | <i>DFP 38%</i> <i>Acqua</i> |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------------|
| ANTES APLICAÇÃO | <i>Amida I</i> | 0,434 (0,03) | 3,32 (2,01) | 1,53 (0,7) | 4,66 (0,6) | 4,64 (0,2) |
| | <i>Amida III</i> | 0,257 (0,06) | 0,42 (0,1) | 0,16 (0,0) | 0,57 (0,0) | 0,59 (0,0) |
| | <i>Carbonato</i> | 0,156 (0,08) | 3,91 (1,9) | 1,96 (0,5) | 5,27 (0,8) | 5,06 (0,3) |
| | <i>Fosfato</i> | 5,72 (0,4) | 33,34 (15,4) | 17,7 (5,6) | 41,2 (1,2) | 42,7 (1,0) |
| | <i>Anéis pirrolidínicos</i> | 0,110 (0,01) | 0,30 (0,1) | 0,15 (0,0) | 0,47 (0,0) | 0,44 (0,1) |
| DEPOIS APLICAÇÃO | <i>Amida I</i> | 0,368 (0,04) | 3,07 (0,8) | 1,06 (0,4) | 1,68 (0,5)* | 2,11 (1,3) |
| | <i>Amida III</i> | 0,199 (0,04) | 0,37 (0,1)* | 0,18 (0,0) | 0,20 (0,0)* | 0,23 (0,2) |
| | <i>Carbonato</i> | 0,178 (0,05) | 4,47 (1,8) | 2,54 (0,2) | 4,63 (2,8) | 1,10 (0,6)* |
| | <i>Fosfato</i> | 5,539 (0,5) | 30,37 (5,6) | 14,0 (5,1) | 13,5 (7,8)* | 11,6 (4,4)* |
| | <i>Anéis pirrolidínicos</i> | 0,093 (0,01) | 0,37 (0,0) | 0,18 (0,0) | 0,23 (0,0)* | 0,14 (0,1) |

*Indica diferença estatística ($p<0,05$) com relação a análise prévia a aplicação das diferentes concentrações de DFP. Teste t pareado ($n=6$).

Ensaio de molhabilidade

Não houve diferença estatística na formação do ângulo de contato no grupo sem aplicação e após aplicação dos DFP ($p>0,056$). O grupo ácido fosfórico 37% apresentaram diferença ($p<0,005$) após aplicação do material.

Gráfico 3. Valores médio de ângulo de contato pelo ensaio de molhabilidade.



Média de ângulo de contato ($n=3$), antes e depois após aplicação de diferentes materiais a base de diamino fluoreto de prata.

Discussão

Com base nos resultados obtidos, a hipótese nula do presente estudo foi rejeitada, uma vez que diferentes concentrações de DFP provocaram alterações nas propriedades físico-químicas e mecânicas da dentina hígida. Observou-se diferença estatística significativa no pH entre os materiais testados, bem como na composição elementar, na proporção Ca/P e nas estruturas orgânicas e inorgânicas, especialmente em comparação ao grupo controle tratado com ácido fosfórico.

Nos grupos DFP 38% Aqua e DFP 38% Bottle, foi utilizado iodeto de potássio em associação ao DFP. A presença do iodeto, um íon de grande tamanho e alta polarizabilidade, pode ter influenciado a interação com o DFP, favorecendo a formação de precipitados ou aglomerações localizadas²⁶. Assim, os resultados observados nesses grupos podem ter sido impactados pela ação combinada dos dois componentes, dificultando a interpretação isolada dos efeitos do DFP sobre a dentina hígida.

Os dados obtidos no teste de pH corroboram a literatura^{27 28}, demonstrando que as concentrações de 12%, 30% e 38% Bottle mantiveram-se em ambiente alcalino. Como

relatado por Mei et al.²⁹, o pH alcalino é benéfico, pois contribui para a inibição da degradação enzimática da matriz colágena e preserva o conteúdo mineral do tecido dentário³⁰. Entretanto, soluções com pH excessivamente alcalino podem causar lesões químicas aos tecidos moles³¹. Por esse motivo, foi proposta a substituição da amônia por um veículo aquoso no DFP 38%³². No entanto, esta formulação apresentou pH significativamente mais baixo, próximo ao ácido. Embora a bula do produto não informe seu pH, esperava-se um valor próximo à neutralidade, o que não foi observado.

A acidez do DFP 38% Aqua traz implicações clínicas importantes. Um pH muito ácido pode promover desmineralização excessiva da dentina, resultando no colapso das fibras colágenas. Esse colapso dificulta a penetração dos sistemas adesivos e compromete a formação da camada híbrida, levando a menor resistência adesiva e maior risco de falhas restauradoras precoces³³.

Estudos prévios demonstram que a presença de íons cálcio e fosfato está diretamente relacionada ao potencial remineralizante do DFP, especialmente por favorecer a formação de fluoroapatita^{34,35}. No presente estudo, observou-se diferença estatística nos níveis de Ca²⁺ e P entre os grupos DFP 30% e DFP 38% (Bottle), com a razão Ca/P significativamente maior nos grupos tratados com DFP quando comparados ao grupo controle ácido. A proporção Ca/P é indicativa da qualidade mineral do tecido: quanto mais próxima de 1,37, mais compatível com dentina hígida³⁶. Nesse contexto, o grupo DFP 38% Bottle apresentou a maior razão Ca/P (1,54), sugerindo maior capacidade de remineralização. Observou-se também diferença estatística entre todos os grupos DFP quanto à razão Ca/P, sendo que as maiores concentrações demonstraram melhor desempenho, reforçando o potencial clínico do DFP na manutenção ou recuperação da integridade mineral da dentina.

O DFP atua promovendo a formação de precipitados de prata na superfície da dentina, aumentando sua resistência à desmineralização e sua microdureza³⁷. Nas micrografias obtidas neste estudo, observou-se estreitamento dos lúmens dos túbulos dentinários na maioria dos grupos tratados com DFP. No entanto, no grupo DFP 38% Aqua, verificou-se um leve aumento do diâmetro dos túbulos, possivelmente relacionado

ao seu pH mais ácido, que pode promover desmineralização superficial inicial seguida de um efeito remineralizante tardio³⁸.

A maior dureza observada nos grupos Aqua e Bottle pode indicar maior resistência à ação desmineralizante, refletindo um potencial remineralizante superior em comparação às outras concentrações. A manutenção da microdureza dentinária é crucial para garantir a integridade estrutural do dente e a longevidade dos procedimentos restauradores³⁸. Estudos anteriores demonstram que o DFP pode formar uma camada de cristais na superfície dentinária, conferindo maior resistência mecânica^{39,40}. Entretanto, a penetração do DFP nos túbulos e sua interferência na matriz orgânica devem ser cuidadosamente consideradas, especialmente quando há previsão de restaurações adesivas subsequentes⁴¹.

A análise espectroscópica por FTIR/ATR evidenciou que o efeito do DFP sobre a dentina varia de acordo com a concentração e formulação. O DFP 12% provocou alterações discretas na matriz orgânica, observadas pela modificação na banda Amida III. A concentração de 30% não demonstrou alterações relevantes, indicando boa preservação estrutural. Em contrapartida, o DFP 38% Bottle promoveu mudanças marcantes tanto na matriz colágena quanto na mineral, evidenciadas pelas alterações nas bandas de Amida I, Amida III, fosfato e anéis pirrolidínicos⁴². Esses achados indicam que concentrações elevadas de DFP têm maior capacidade de modificar estruturalmente a dentina, o que pode influenciar suas propriedades mecânicas e biológicas⁴³. A formulação Aqua de DFP 38% mostrou maior ação sobre a matriz inorgânica, com menor interação com o colágeno, sugerindo que o veículo aquoso modula a atuação do DFP no tecido dentário⁴⁴. No entanto, a modificação intensa da matriz orgânica pelo DFP 38% Bottle pode gerar desnaturação do colágeno, interferindo negativamente na formação da camada híbrida e, consequentemente, na adesão. A molhabilidade da superfície dentinária é um fator importante para a adesão eficaz de materiais restauradores hidrofílicos. No presente estudo, nenhuma das concentrações de DFP promoveu alterações significativas no ângulo de contato em comparação ao grupo controle, indicando que a afinidade da superfície pela água foi preservada. Esse comportamento sugere que o DFP não compromete a molhabilidade da dentina, mantendo uma condição favorável para a interação com

adesivos⁴⁵. Esses resultados reforçam o que já é descrito na literatura sobre a interação do fluoreto com a hidroxiapatita (formação de fluoroapatita), da prata com fosfatos (formação de sais de prata), e sobre os efeitos da reticulação colagênica^{29,30}. Diferente da maioria dos estudos prévios, que se concentram na dentina cariada^{46, 47}, o presente trabalho foca na dentina hígida, contribuindo para o entendimento dos efeitos do DFP em contextos clínicos mais amplos. Embora este estudo in vitro tenha fornecido dados relevantes sobre o comportamento do DFP em diferentes concentrações, suas limitações metodológicas como a ausência de variáveis clínicas reais, a exemplo da presença de lesões de cárie ou biofilme, restringem a extração direta dos resultados para a prática clínica. Ainda assim, foi possível demonstrar que o DFP promove modificações estruturais na dentina hígida, especialmente em concentrações mais elevadas. Esses achados sugerem um potencial de aplicação clínica, tanto na prevenção da cárie quanto no controle da hipersensibilidade dentinária. Para que os dados obtidos possam, de fato, embasar condutas clínicas baseadas em evidências, é fundamental que estudos futuros avancem para ensaios clínicos controlados. Tais investigações permitirão avaliar a resposta biológica em condições reais de uso, fornecendo dados sobre a eficácia, segurança e longevidade dos efeitos do DFP na prática odontológica. Com base nesses achados, recomenda-se a realização de estudos específicos que avaliem possíveis implicações clínicas, como testes de resistência de união, a fim de confirmar a hipótese de comprometimento da adesão após a aplicação do DFP. Além disso, estudos de biocompatibilidade, interação com materiais restauradores adesivos e longevidade clínica dos efeitos promovidos pelo DFP são fundamentais para ampliar o entendimento sobre seu uso seguro e eficaz em diferentes contextos odontológicos.

Conclusão

O DFP alterou a dentina hígida de forma distinta conforme a concentração e formulação. O DFP Aqua apresentou pH mais ácido e lúmens dentinários mais abertos. Todos os grupos mostraram precipitados de prata. O DFP Bottle teve melhor potencial remineralizador (EDS) e maior microdureza. A FTIR indicou alterações estruturais importantes com o DFP 38%, e apenas o ácido fosfórico modificou a molhabilidade da superfície.

Agradecimentos

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), o INCT Saúde Oral e Odontologia, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro e incentivo à pesquisa. O suporte dessas instituições foi essencial para o desenvolvimento deste trabalho e para minha formação acadêmica e profissional.

Referências

- 1) Liu R, Liu Y, Yi J, Fang Y, Guo Q, Cheng L, He J, Li M. Imbalance of oral microbiome homeostasis: the relationship between microbiota and the occurrence of dental caries. *BMC Microbiol.* 2025 Jan 27;25(1):46. doi: 10.1186/s12866-025-03762-6. PMID: 39865249; PMCID: PMC11770982.
- 2) Pitts NB, Zero DT, Marsh PD, Ekstrand K, Weintraub JA, Ramos-Gomez F, et al. Dental caries. *Nat Rev Dis Primers.* 2017 May 25;3:17030. doi: 10.1038/nrdp.2017.30. PMID: 28540937.
- 3) World Health Organization. *Global oral health status report: towards universal health coverage for oral health by 2030.* Geneva: WHO; 2022. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240061484> [Accessed 6 Jul 2024].
- 4) Guo A, Wide U, Arvidsson L, Eiben G, Hakeberg M. Dietary intake and meal patterns among young adults with high caries activity: a cross-sectional study. *BMC Oral Health.* 2022 May 19;22(1):190. doi: 10.1186/s12903-022-02227-w. PMID: 35590301; PMCID: PMC9118703.
- 5) Wen PYF, Chen MX, Zhong YJ, Dong QQ, Wong HM. Global burden and inequality of dental caries, 1990 to 2019. *J Dent Res.* 2022 Apr;101(4):392-9. doi: 10.1177/00220345211056247. PMID: 34852668.
- 6) De Oliveira Rocha A, Silva LM, Souza TR, Pereira JF, Lima RS, Andrade MF. Crianças e adolescentes residentes em zonas rurais apresentam maior prevalência de cárie? *Res Soc Dev.* 2022;11(1):e10611124634.

- 7) El-Yousfi S, Jones K, White S, Marshman Z. A rapid review of barriers to oral healthcare for vulnerable people. *Br Dent J.* 2019 Jul 26;227(2):143-51.
- 8) Barros MMAF, et al. Selective, stepwise, or nonselective removal of carious tissue: which technique offers lower risk for the treatment of dental caries in permanent teeth? A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig.* 2020 Feb;24(2):521-32.
- 9) Crystal YO, Niederman R. Evidence-based dentistry update on silver diamine fluoride. *Dent Clin North Am.* 2019 Jan;63(1):45-68.
- 10) Samani M, et al. Evaluating the effect of silver diamine fluoride, with or without glutathione and potassium iodide, on fluoride release, dentin microhardness and surface properties of dentin. *Maedica (Bucur).* 2024;19(1):48.
- 11) Smutkeeree A, Charoentumnukit P, Jirarattanasopha V. Silver diamine fluoride to arrest dentine caries of permanent teeth in people with intellectual disability. *Int Dent J.* 2025 Apr;75(2):1021-8. doi: 10.1016/j.identj.2024.10.024. PMID: 39837713; PMCID: PMC11976620.
- 12) Mei ML, Lo ECM, Chu CH. Arresting dentine caries with silver diamine fluoride: what's behind it? *J Dent Res.* 2018 Jul;97(7):751-8. doi: 10.1177/0022034518774783. PMID: 29768975.
- 13) de Souza J, Ñaupari-Villasante R, Hass V, Arana-Gordillo LA, Gutiérrez MF, Gomes GM, et al. Optimizing phosphoric acid etching times across different formulations: impact on dentin structure, roughness, and adhesive performance after 4 years. *Dent Mater.* 2025 Jul;41(7):850-61. doi: 10.1016/j.dental.2025.05.004. PMID: 40461317.
- 14) Mungur A, Chen H, Shahid S, Baysan A. A systematic review on the effect of silver diamine fluoride for management of dental caries in permanent teeth. *Clin Exp Dent Res.* 2023 Apr;9(2):375-87. doi: 10.1002/cre2.716. PMID: 36823765; PMCID: PMC10098297.
- 15) Xu GY, Yin IX, Zhao IS, Lung CY, Lo ECM, Chu CH. Minimizing tooth discoloration caused by topical silver diamine fluoride application: a systematic review. *J Dent.* 2024 Nov;150:105353. doi: 10.1016/j.jdent.2024.105353. PMID: 39284509.

- 16) Mahajan P, Nayak PA, Natarajan S, Yarmunje Mahabala K, Baliga KN, Rao A, et al. Comparative evaluation on the masking ability of different tooth-colored restorations over blackish discoloration caused by 38% silver diamine fluoride: an in vitro study. *BDJ Open*. 2025 Mar 17;11(1):26. doi: 10.1038/s41405-025-00318-8. PMID: 40097412; PMCID: PMC11914529.
- 17) Ozuna J, Nguyen C, Abubakr NH. Color stability of different restorative approaches for the masking of silver diamine fluoride after thermal aging. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2024 Sep;17(9):987-92. doi: 10.5005/jp-journals-10005-2920. PMID: 39664836; PMCID: PMC11628685.
- 18) Shirani F, Ravanbod S, Sehat MS. Impact of silver diamine fluoride on composite resin bond strength: an in vitro study with various adhesive systems. *Heliyon*. 2025 Jan 6;11(2):e41731. doi: 10.1016/j.heliyon.2025.e41731. PMID: 39897876; PMCID: PMC11786881.
- 19) Fung MHT, Duangthip D, Wong MCM, Lo ECM, Chu CH. Randomized clinical trial of 12% and 38% silver diamine fluoride treatment. *J Dent Res*. 2018 Feb;97(2):171-8. doi: 10.1177/0022034517728496. PMID: 28846469; PMCID: PMC6429575.
- 20) Kusumasari C, Abdou A, Tichy A, Hatayama T, Hosaka K, Foxton RM, et al. Effect of smear layer deproteinization with chemomechanical caries removal agents on sealing performances of self-etch adhesives. *J Dent*. 2020 Mar;94:103300. doi: 10.1016/j.jdent.2020.103300. PMID: 32070754.
- 21) Faggion CM Jr, Stein JM, Bakas NP, Tumedei M, Tenenbaum H, Giannobile WV. Guidelines for reporting pre-clinical in vitro studies on dental materials. *J Evid Based Dent Pract*. 2021 Sep;21(3):101584. doi: 10.1016/j.jebdp.2021.101584. PMID: 34366134.
- 22) Kirchner HO. Infrared spectra of collagen and gelatin. *Biopolymers*. 1988;27(11):1749-60.
- 23) Fang Y, Yang Y, Wu X. FTIR study of collagen extracted from fish scales. *Biopolymers*. 2002;66(1):26-32.

- 24) Toledano M, Osorio R, Osorio E, García-Godoy F, Pereira PN. FTIR analysis of natural and synthetic collagen. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2015 Jan;103(1):198-204.
- 25) Sylvester FD, Payne KJ, Veis A. Fourier transform infrared spectroscopy of collagen and gelatin solutions: Deconvolution of the amide I band for conformational studies. *Biopolymers.* 1989;28(8):1345-59
- 26) Zhao IS, Chu S, Yu OY, Mei ML, Chu CH, Lo ECM. Effect of silver diamine fluoride and potassium iodide on shear bond strength of glass ionomer cements to caries-affected dentine. *Int Dent J.* 2019 Oct;69(5):341-347. doi: 10.1111/idj.12478. Epub 2019 Mar 20. PMID: 30892699; PMCID: PMC9379027.
- 27) Soares-Yoshikawa AL, Cury JA, Tabchoury CPM. Fluoride Concentration in SDF Commercial Products and Their Bioavailability with Demineralized Dentine. *Braz Dent J.* 2020 Jun;31(3):257-263. doi: 10.1590/0103-6440202003669. Epub 2020 Jul 13. PMID: 32667523.
- 28) Rossi G, Valadas LA, Squassi A. Fluoride and silver ion concentrations and pH in silver diamine fluoride solutions from Argentina. *Acta Odontol Latinoam.* 2022 Sep 30;35(2):120-124. doi: 10.54589/aol.35/2/120. PMID: 36260943; PMCID: PMC10283375.
- 29) Mei ML, Lo ECM, Chu CH. Arresting Dentine Caries with Silver Diamine Fluoride: What's Behind It? *J Dent Res.* 2018 Jul;97(7):751-758. doi: 10.1177/0022034518774783. Epub 2018 May 16. PMID: 29768975.
- 30) Cifuentes-Jiménez CC, et al. Evaluation of the remineralizing capacity of silver diamine fluoride on demineralized dentin under pH cycling conditions. *J Appl Oral Sci.* 2023;31:e20220306.
- 31) Patel J, Foster D, Smirk M, Turton B, Anthonappa R. Acidity, fluoride and silver ion concentrations in silver diamine fluoride solutions: a pilot study. *Aust Dent J.* 2021 Jun;66(2):188-193. doi: 10.1111/adj.12822. Epub 2021 Feb 6. PMID: 33450061.
- 32) D'Alessandro C, Mancuso E, Mazzitelli C, Maravic T, Josic U, D'Urso D, et al. Comparisons of ammonia- and water-based silver-containing solutions on dentin bonding and enzymatic activity: 1-yr evaluation. *Dent Mater.* 2024;40(5):777-88.

- 33) De Souza et al. [referência do estudo sobre impacto do pH ácido na adesão e colapso colágeno - detalhar conforme o original].
- 34) Mei ML, Nudelman F, Marzec B, Walker JM, Lo ECM, Walls AW, Chu CH. Formation of Fluorohydroxyapatite with Silver Diamine Fluoride. *J Dent Res.* 2017 Sep;96(10):1122-1128. doi: 10.1177/0022034517709738. Epub 2017 May 18. PMID: 28521107; PMCID: PMC5582683.
- 35) Kaur S, Bhola M, Bajaj N, Brar GS. Comparative evaluation of the remineralizing potential of silver diamine fluoride, casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate, and fluoride varnish on the enamel surface of primary and permanent teeth: an in vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2023;16(Suppl 1):S91-S96. doi: 10.5005/jp-journals-10005-2622.
- 36) Mei ML, Ito L, Cao Y, Lo EC, Li QL, Chu CH. An ex vivo study of arrested primary teeth caries with silver diamine fluoride therapy. *J Dent.* 2014 Apr;42(4):395–402. doi: 10.1016/j.jdent.2013.12.007. PMID: 24373856.
- 37) Qasim SSB, Baskaradoss JK, Mohamed AM, Murray CA, Daood U, Baig MR. The Effect of Nanosilver Sodium Fluoride on the Mechanical and Physiochemical Properties of Artificially Demineralised Dentin. *Oral Health Prev Dent.* 2023 May 24;21:199-210. doi: 10.3290/j.ohpd.b4116081. PMID: 37222556; PMCID: PMC11619846.
- 38) Samani M, Saeed S, Hayat A, Khan MF, Waqas M, Shah SAA, et al. Evaluating the effect of silver diamine fluoride, with or without glutathione and potassium iodide, on fluoride release, dentin microhardness and surface properties of dentin. *Maedica (Bucur).* 2024;19(1):48
- 39) Willershausen I, Schulte D, Azaripour A, Weyer V, Briseño B, Willershausen B. Penetration Potential of a Silver Diamine Fluoride Solution on Dentin Surfaces. An Ex Vivo Study. *Clin Lab.* 2015;61(11):1695-701. doi: 10.7754/clin.lab.2015.150401. PMID: 26731995.
- 40) Chawhuaveang DD, et al. Preventing dentin erosion with silver diamine fluoride and salivary pellicle: an in vitro study. *Clin Oral Investig.* 2024;28(11):577.
- 41) Sunny S, Sargod SS, Bhat SS, Rao HA. Comparative Evaluation of Effect of Silver Diamine Fluoride and Glass Ionomer Cement on Microhardness of Artificial

Caries Lesion in Primary Teeth: An In Vitro Study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2023 Nov-Dec;16(6):858-863. doi: 10.5005/jp-journals-10005-2695. PMID: 38344374; PMC10854254.

42) Miles CA, et al. The Increase in Denaturation Temperature Following Crosslinking of Collagen is Caused by Dehydration of the Fibres. *J Mol Biol.* 2005 Feb 18;346(2):551–556.

43) Dias AGLF. Efeito do diamino fluoreto de prata na dentina irradiada: análise de composição química [Trabalho de Conclusão de Curso]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/43173>

44) Otsuka M, et al. Chemometric evaluation of physicochemical properties of carbonated-apatitic preparations by Fourier transform infrared spectroscopy. *J Biomed Mater Res A.* 2012 Aug;100(8):2186–2193.

45) Nogueira RCB, Catirse ABCEB. Molhabilidade da dentina erodida sob ação de dentifrícios dessensibilizantes [dissertação]. Ribeirão Preto: USP, Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto; 2016. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/58/58131/tde28082017101447/publico/ME_RaisaCasteloBessaNogueira_corrigida.pdf

46) Ma Y, Chen H, He Y, Tao L. The Effect of Silver Diamine Fluoride Combined with Potassium Iodide and Sodium Fluoride on the Remineralisation of Hydroxyapatite. *Oral Health Prev Dent.* 2025 Jan 23;23:59-66. doi: 10.3290/j.ohpd.c_1811. PMID: 39846967.

47) Ajcharareeya P, Kunwara T, Panupong J, Pipop S, Chantida PNM. The performance of silver diamine fluoride on bond strength and ultramorphology of universal adhesive to artificial carious dentin under thermocycling conditions. *Clin Oral Investig.* 2025 Apr 7;29(5):225. doi: 10.1007/s00784-025-06304-6. PMID: 40189667.

3. Considerações finais

Os achados deste estudo evidenciam que diferentes concentrações e formulações de diamino fluoreto de prata (DFP) exercem efeitos distintos sobre a dentina hígida, afetando suas propriedades físico-químicas e mecânicas. A análise integrada dos resultados obtidos por meio das técnicas de pH, EDS, FTIR, MEV, microdureza e molhabilidade permite considerar que o DFP 38% Aqua pode representar uma opção promissora do ponto de vista remineralizador e de aumento de dureza superficial. No entanto, seu pH significativamente ácido requer cautela clínica, uma vez que pode induzir desmineralização e colapso da matriz colágena, comprometendo a adesão.

O DFP 38% Bottle demonstrou melhor desempenho geral, promovendo alterações estruturais marcantes tanto na matriz orgânica quanto inorgânica, maior razão Ca/P, oclusão dos túbulos dentinários, e aumento da dureza superficial. Esses resultados indicam sua eficácia potencial como agente de reforço estrutural da dentina, com aplicabilidade em protocolos clínicos preventivos ou de reforço em substratos fragilizados.

As concentrações intermediárias, como o DFP 30% e 12%, apresentaram efeito remineralizador inferior, com manutenção das estruturas dentinárias mais próximas às do grupo controle. Ainda assim, mostraram capacidade de promover oclusão tubular, o que pode ser explorado clinicamente no controle da hipersensibilidade dentinária, especialmente quando se busca minimizar alterações químicas profundas ou quando há previsão de uso subsequente de sistemas adesivos.

Os resultados obtidos neste estudo contribuem significativamente para a compreensão dos efeitos do diamino fluoreto de prata sobre a dentina hígida. Embora o DFP seja amplamente reconhecido por sua eficácia no controle da cárie, sobretudo em populações com acesso limitado a tratamentos restauradores, seus impactos em tecidos dentários hígidos ainda são pouco explorados na literatura.

Esses achados são especialmente relevantes para o Sistema Único de Saúde (SUS), que frequentemente atende grupos em situação de vulnerabilidade, como crianças, idosos e pessoas com deficiência, em contextos marcados por escassez de recursos e barreiras de acesso. Nesse sentido, os dados aqui apresentados reforçam o potencial do DFP como uma estratégia preventiva complementar, desde que utilizada com critério e respaldo técnico. Ao dialogar com os princípios da universalidade, equidade e integralidade do SUS, esta investigação contribui para a formulação de condutas clínicas mais adequadas, seguras e compatíveis com a realidade dos serviços públicos de saúde.

Referências

- Liu R, Liu Y, Yi J, Fang Y, Guo Q, Cheng L, He J, Li M. Imbalance of oral microbiome homeostasis: the relationship between microbiota and the occurrence of dental caries. *BMC Microbiol.* 2025 Jan 27;25(1):46. doi: 10.1186/s12866-025-03762-6. PMID: 39865249; PMCID: PMC11770982.
- Pitts NB, Zero DT, Marsh PD, Ekstrand K, Weintraub JA, RamosGomez F, et al. Dental caries. *Nat Rev Dis Primers.* 2017 May 25;3:17030. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.30>
- World Health Organization. Global oral health status report: towards universal health coverage for oral health by 2030. Geneva: WHO; 2022 [cited 2024 Jul 6]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240061484>
- Guo A, Wide U, Arvidsson L, Eiben G, Hakeberg M. Dietary intake and meal patterns among young adults with high caries activity: a cross-sectional study. *BMC Oral Health.* 2022 May 19;22(1):190. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02227-w>
- Wen PYF, Chen MX, Zhong YJ, Dong QQ, Wong HM. Global Burden and Inequality of Dental Caries, 1990 to 2019. *J Dent Res.* 2022 Apr;101(4):392-9. <https://doi.org/10.1177/00220345211056247>
- Rocha AOR, et al. Crianças e adolescentes residentes em zonas rurais apresentam maior prevalência de cárie?. *ResSoc Dev.* 2022;11(1):e10611124634. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i1.124634>
- El-Yousfi S, Jones K, White S, Marshman Z. A rapid review of barriers to oral healthcare for vulnerable people. *Br Dent J.* 2019 Jul;227(2):143-51.
- Barros MMAF, Lins RDAU, Silva EO, Cavalcanti AL, Granville-Garcia AF. Selective, stepwise, or nonselective removal of carious tissue: which technique offers lower risk for the treatment of dental caries in permanent teeth? A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig.* 2020 Feb;24(2):521-32.

Seifo N, Robertson M, MacLean J, Blain K, Grosse S, Milne R, et al. The use of silver diamine fluoride (SDF) in dental practice. Br Dent J. 2020 Jan;228(2):75-81.

Crystal YO, Niederman R. Evidence-based dentistry update on silver diamine fluoride. Dent Clin North Am. 2019 Jan;63(1):45-68.

Jesus MB. O uso do diamino fluoreto de prata no contexto da saúde bucal indígena. 2021.

Samani M, Saeed S, Hayat A, Khan MF, Waqas M, Shah SAA, et al. Evaluating the effect of silver diamine fluoride, with or without glutathione and potassium iodide, on fluoride release, dentin microhardness and surface properties of dentin. Maedica (Bucur). 2024;19(1):48.

Smutkeeree A, Charoentumnukit P, Jirarattanasopha V. Silver diamine fluoride to arrest dentine caries of permanent teeth in people with intellectual disability. Int Dent J. 2025 Apr;75(2):1021-8. <https://doi.org/10.1016/j.identj.2024.10.024>

Molina GF, Zar M, Ribba L, Mazzola I, Cabalén MB, Burrow MF. Acceptability and feasibility of minimally invasive restorative procedures for patients with disability. A cohort study. Spec Care Dentist. 2025 Jan-Feb;45(1):e13096. <https://doi.org/10.1111/scd.13096>

Mei ML, Lo ECM, Chu CH. Arresting dentine caries with silver diamine fluoride: what's behind it? J Dent Res. 2018 Jul;97(7):751-8. <https://doi.org/10.1177/0022034518774783>

Kale YJ, Misal S, Dadpe M, Dahake PT, Kendre SB, Jain M. Comparative evaluation of cariostatic and remineralizing potential of two commercial silver diamine fluoride preparations using confocal laser microscopy and EDX-SEM spectroscopy: an in vitro study. Int J Clin Pediatr Dent. 2022 Jul-Aug;15(4):442-9. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2423>

Mungur A, Chen H, Shahid S, Baysan A. A systematic review on the effect of silver diamine fluoride for management of dental caries in permanent teeth. *Clin Exp Dent Res.* 2023 Apr;9(2):375-87. <https://doi.org/10.1002/cre2.716>

Xu GY, Yin IX, Zhao IS, Lung CY, Lo EC, Chu CH. Minimizing tooth discoloration caused by topical silver diamine fluoride application: a systematic review. *J Dent.* 2024 Nov;150:105353. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.105353>

Mahajan P, Nayak PA, Natarajan S, Yarmunje Mahabala K, Baliga KN, Rao A, et al. Comparative evaluation on the masking ability of different tooth colored restoration over blackish discoloration caused by 38% silver diamine fluoride: an in-vitro study. *BDJ Open.* 2025 Mar 17;11(1):26. <https://doi.org/10.1038/s41405-025-00318-8>

Ozuna J, Nguyen C, Abubakr NH. Color stability of different restorative approaches for the masking of silver diamine fluoride after thermal aging. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2024 Sep;17(9):987-92. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2920>

Shirani F, Ravanbod S, Sehat MS. Impact of silver diamine fluoride on composite resin bond strength: an in vitro study with various adhesive systems. *Heliyon.* 2025 Jan 6;11(2):e41731. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e41731>

Fung MHT, Duangthip D, Wong MCM, Lo ECM, Chu CH. Randomized clinical trial of 12% and 38% silver diamine fluoride treatment. *J Dent Res.* 2018 Feb;97(2):171-8. <https://doi.org/10.1177/0022034517728496>

Kusumasari C, Abdou A, Tichy A, Hatayama T, Hosaka K, Foxton RM, et al. Effect of smear layer deproteinization with chemo-mechanical caries removal agents on sealing performances of self-etch adhesives. *J Dent.* 2020 Mar;94:103300. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103300>

Cai J, Burrow MF, Manton DJ, Tsuda Y, Sobh EG, Palamara JEA. Effects of silver diamine fluoride/potassium iodide on artificial root caries lesions with adjunctive

application of proanthocyanidin. *Acta Biomater.* 2019 Apr 1;88:491-502.
<https://doi.org/10.1016/j.actbio.2019.02.020>

Yan IG, Zheng FM, Yin IX, Sun IG, Lo ECM, Chu CH. Stability of Silver and Fluoride Contents in Silver Diamine Fluoride Solutions. *Int Dent J.* 2023 Dec;73(6):840-846. doi: 10.1016/j.identj.2023.05.001.

Yan IG, Zheng FM, Gao SS, Duangthip D, Lo ECM, Chu CH. Ion Concentration of Silver Diamine Fluoride Solutions. *Int Dent J.* 2022 Dec;72(6):779-784. doi: 10.1016/j.identj.2022.04.005.

Anexo I

Parecer consubstanciado aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com número (6.944.909) e CAAE: 80543524.7.0000.5565



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito do uso do Diamino Fluoreto de Prata sobre a dentina humana. Estudo in vitro.

Pesquisador: Luiz Renato Paranhos

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 80543524.7.0000.5565

Instituição Proponente: ASSOCIAÇÃO SALGADO DE OLIVEIRA DE EDUCACAO E CULTURA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.944.909

Apresentação do Projeto:

Segue os preceitos éticos.

Objetivo da Pesquisa:

Atende os preceitos éticos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segue os preceitos éticos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Atende os preceitos éticos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Atende os preceitos éticos.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Atende os preceitos éticos.

Considerações Finais a critério do CEP:

De acordo com as atribuições definidas nas Resoluções CNS no 466/12, CNS no 510/16 e suas complementares, o CEP/UNITRI manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa. Após a análise do CEP/UNITRI não foram observados impedimentos éticos nos documentos do estudo.

Endereço: Av. Nicomedes Alves dos Santos, 4545, Bairro Glória, Bloco E, 3º andar
Bairro: MORADA DA COLINA CEP: 38.411-106
UF: MG Município: UBERLÂNDIA
Telefone: (34)4009-9039 E-mail: cep@unitri.edu.br

Página 17 de 22