



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE ODONTOLOGIA

LUIZ FELIPE DUARTE FAYAL

**ANÁLISE DA ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE UMA PASTA
PROFILÁTICA FLUORETADA EXPERIMENTAL DE USO
ODONTOLÓGICO**

SÃO LUÍS – MA

2025

LUIZ FELIPE DUARTE FAYAL

**ANÁLISE DA ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE UMA PASTA PROFILÁTICA
FLUORETADA EXPERIMENTAL DE USO ODONTOLÓGICO**

Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentado ao Curso de Odontologia da Universidade Federal do Maranhão como pré-requisito para obtenção do grau de Cirurgião-Dentista.

Orientador: Prof^o. Dr. Tarcísio Jorge Leitão de Oliveira.

Coorientadora: Cirurgiã-Dentista Ana Beatriz Duarte Fonseca.

SÃO LUÍS – MA

2025

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Duarte Fayal, Luiz Felipe.

ANÁLISE DA ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE UMA PASTA
PROFILÁTICA FLUORETADA EXPERIMENTAL DE USO ODONTOLÓGICO /
Luiz Felipe Duarte Fayal. - 2025.

45 p.

Coorientador(a) 1: Ana Beatriz Duarte Fonseca.

Orientador(a): Tarcísio Jorge Leitão de Oliveira.

Curso de Odontologia, Universidade Federal do Maranhão,
São Luís-ma, 2025.

1. Fluoretos Tópicos. 2. Profilaxia Dentária. 3.
Acidificação. 4. Materiais Dentários. I. Duarte Fonseca,
Ana Beatriz. II. Leitão de Oliveira, Tarcísio Jorge. III.
Título.

Fayal, LFD. **Análise da estabilidade físico-química de uma pasta profilática fluoretada experimental de uso odontológico.** Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Odontologia da Universidade Federal do Maranhão como pré-requisito para obtenção do grau de Cirurgião-Dentista.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em: 29/07/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dr. Tarcísio Jorge Leitão de Oliveira
(Orientador)

Prof^a. Dr^a. Elizabeth Lima Costa
(Titular)

Prof^a. Dr^a. Daniele Meira Conde Marques
(Titular)

Prof^a. Dr^a. Rubenice Amaral da Silva
(Suplente)

DEDICATÓRIA

Dedico o presente trabalho a Deus, que me permitiu chegar até aqui.

Dedico também aos meus pais, que fizeram o possível e o impossível para que eu jamais desistisse.

Dedico aos meus irmãos e amigos que me trouxeram palavras de apoio durante a trajetória

. Dedico aos meus professores, que muito me inspiram nesta linda profissão.

Dedico à minha namorada, que dividiu comigo a carga do dia a dia, as dificuldades e os louros.

Por fim, e de forma muito especial, dedico ao meu Avô Rivaldo Duarte, que foi a pessoa que me fez encarar com bons olhos e bom ânimo a ideia de um novo curso, uma nova empreitada que seria a odontologia.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar meus profundos agradecimentos a Deus, por me manter de pé e firme para ter conseguido chegar até aqui, sem ele nada seria possível.

Agradeço aos meus pais, Manoel Fayal e Fabiana Fayal, que mesmo com as dificuldades da vida, de criar três filhos, sendo pessoas humildes, jamais cogitaram a possibilidade de me deixar parar, e desistir. Meus sinceros agradecimentos, amo vocês, papai e mamãe.

Agradeço aos meus irmãos, Fábio Fayal e Fernando Fayal, por serem extensão dos meus pais na terra, pessoas íntegras, admiráveis, amáveis, afeto em que posso repousar, buscar uma palavra de apoio ou sermão.

Agradeço aos meus amigos Anderson, Maickel, Pedro (PG), Lucas, Gabriel, por sempre me trazerem ânimo, mesmo distantes em virtude da dinâmica da vida.

Agradeço ainda, aos meus professores, por serem exemplos de profissionais para mim, pelas oportunidades oferecidas durante essa trajetória árdua e longa.

Agradeço ao meu orientador Tarcísio Leitão pela oportunidade de estar nesta pesquisa e poder defender este tema.

Agradeço de maneira especial a minha coorientadora, que não largou minha mão em toda essa jornada árdua, que é pesquisar em meio a uma graduação. Muito obrigado, Ana Beatriz Duarte.

Não poderia deixar de agradecer a minha companhia diária, pessoa que tanto me traz conforto, suporte, afeto e é meu esteio no dia a dia, a minha namorada Kessia Evelyn. Muito obrigado, meu amor, você fez dessa trajetória mais leve.

Por fim, gostaria de deixar um agradecimento mais que especial ao meu Avô Rivaldo Duarte, que no início de tudo me fez encarar com bons olhos uma mudança de curso superior, e me fez me enxergar dentista pela primeira vez. Lembrar que o senhor no dia da minha aprovação estava doente e essa “simples” notícia lhe fez melhorar, enche meu coração de alegria, saudade e orgulho por ter chegado até aqui. Muito obrigado meu avô, vou seguir buscando o que me pediu naquele dia: “meu filho, com muita humildade busque ser o melhor”! Meus sinceros agradecimentos a todos!

*“Não temas, porque eu sou contigo;
não te assombres, porque eu sou
teu Deus; eu te fortaleço, e te
ajudo, e te sustento com a
destra da minha justiça..”
(Isaías 41:10)*

RESUMO

A cárie dentária é uma doença multifatorial altamente prevalente e destaca o papel fundamental dos fluoretos na sua prevenção. Dentre os produtos utilizados na prática clínica, as pastas profiláticas fluoretadas são relevantes por sua ação combinada de limpeza profissional e entrega tópica de fluoreto. No entanto, muitas formulações apresentam limitações quanto ao pH adequado e biodisponibilidade do íon fluoreto, o que pode comprometer sua eficácia. Assim, este estudo *in vitro* teve como objetivo avaliar a estabilidade físico-química de uma pasta profilática fluoretada experimental, comparando-a a produtos comerciais por meio de testes de envelhecimento acelerado. Foi conduzido um estudo *in vitro* com três grupos amostrais: duas pastas profiláticas comerciais (SS White, 0,04% de F⁻, pH 10,11; Pert-X, 0,8% de F⁻, pH 9,89) e uma formulação experimental (3,0% de F⁻, pH 2,78). As amostras foram submetidas a um teste de envelhecimento acelerado a 45 °C, simulando cerca de dois anos de prateleira. Avaliaram-se dois parâmetros principais: pH e concentração de fluoreto iônico (F⁻), em diferentes intervalos de tempo (0 a 384 horas). As análises seguiram métodos estabelecidos por Tabchoury & Cury (1994). As análises estatísticas por regressão linear indicaram estabilidade físico-química das três formulações ao longo do tempo. A variação no pH foi mínima e não significativa (β próximo de 0; $p > 0,05$). De modo semelhante, a concentração de fluoreto também se manteve estável, sem alterações significativas. A formulação experimental apresentou estabilidade satisfatória do pH e do teor de fluoreto iônico após envelhecimento acelerado, sendo comparável às pastas comerciais avaliadas. Os achados reforçam o potencial da pasta como um produto eficaz na prevenção da cárie, desde que os parâmetros físico-químicos sejam mantidos.

Palavras-chave: Fluoretos Tópicos; Profilaxia Dentária; Acidificação; Materiais Dentários.

ABSTRACT

Dental caries is a highly prevalent multifactorial disease and highlights the fundamental role of fluorides in its prevention. Among the products used in clinical practice, fluoride prophylactic pastes are relevant for their combined action of professional cleaning and topical delivery of fluoride. However, many formulations have limitations regarding the appropriate pH and bioavailability of the fluoride ion, which can compromise their effectiveness.. Therefore, the aim of this in vitro study was to evaluate the physicochemical stability of an experimental fluoridated prophylactic paste, comparing it to commercial products by means of accelerated ageing tests. An in vitro study was conducted with three sample groups: two commercial prophylactic pastes (SS White, 0.04% F⁻, pH 10.11; Pert-X, 0.8% F⁻, pH 9.89) and an experimental formulation (3.0% F⁻, pH 2.78). The samples were subjected to an accelerated ageing test at 45 °C, simulating around two years of shelf life. Two main parameters were evaluated: pH and ionic fluoride concentration (F⁻), at different time intervals (0 to 384 hours). The analyses followed methods established by Tabchoury & Cury (1994). The statistical analyses by linear regression indicated the physicochemical stability of the three formulations over time. The variation in pH was minimal and not significant (β close to 0; $p > 0.05$). Similarly, the fluoride concentration also remained stable, with no significant changes. The experimental formulation showed satisfactory stability of pH and ionic fluoride content after accelerated ageing, being comparable to the commercial pastes evaluated. The findings reinforce the paste's potential as an effective caries prevention product, as long as the physicochemical parameters are maintained.

Keywords: Topical Fluorides; Dental Prophylaxis; Acidification; Dental Materials.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATPF	Aplicação Tópica Profissional de Flúor
CaCO ₃	Carbonato de Cálcio
CDTA	Ácido Ciclohexilenodinitrilotetracético
CaF ₂	Fluoreto de Cálcio
F	Fluoretos
FA	Fluoroapatita
HF	Ácido Fluorídrico.
H ₂ O	Água Deionizada.
H ₃ PO ₄	Ácido Fosfórico
ICCMS	Sistema Internacional de Classificação e Gerenciamento de Cárie
ICDAS	Sistema Internacional de Detecção e Avaliação de Cárie
NaF	Fluoreto de Sódio
NaOH	Hidróxido de sódio.
SiO ₂	Dióxido de Silício.
TISAB II	Total Ionic Strength Adjustment Buffer II
VF	Verniz Fluoretado

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
1 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2 ARTIGO CIENTÍFICO	18
2.1 INTRODUÇÃO	19
2.2 METODOLOGIA	20
2.2.1 Delineamento experimental	20
2.2.2 Formulação da pasta profilática experimental	20
2.2.3 Teste de estabilidade	21
2.2.3.1 Centrifugação	21
2.2.3.2 Análise da concentração de fluoreto e valores de pH	22
2.3 RESULTADOS	23
2.3.1 Estabilidade da concentração de Flúor iônico e pH	23
2.4 DISCUSSÃO	26
3 CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	30
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS	33
ANEXO A – Normas da revista Journal of Applied Oral Science	37

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Cárie dentária

A cárie dentária é uma doença de etiologia multifatorial, mediada pela presença de biofilme e favorecida pela ingestão frequente de açúcares, resultando na desmineralização dos tecidos duros dentários (Frencken, 2018; Tinanoff *et al.*, 2019). Essa desmineralização progressiva ocorre em decorrência de um desequilíbrio entre os minerais do substrato dentário e aqueles presentes no fluido do biofilme, especialmente quando este é continuamente exposto a carboidratos fermentáveis (Fejerskov, 2008).

Entre as principais condições que acometem a cavidade bucal, a cárie dentária não tratada, tanto em dentes permanentes quanto decíduos, destaca-se como a mais prevalente, com aproximadamente 2 bilhões e 510 milhões de casos, respectivamente (WHO, 2022). Diante desse cenário global, ressalta-se a importância de estratégias eficazes de prevenção e tratamento, com o objetivo de reduzir a incidência e a prevalência da doença, além de evitar desfechos mais graves, como a perda dentária (Tinanoff *et al.*, 2019).

Atualmente, diversas abordagens e sistemas de classificação têm sido empregados para o manejo clínico da cárie dentária (Cheng *et al.*, 2022). Um exemplo amplamente utilizado é o Sistema Internacional de Detecção e Avaliação de Cárie (ICDAS), introduzido em 2002, que permite a categorização das lesões com base em sua aparência clínica e radiográfica (Pitts; Ekstrand, 2013). Esse sistema é complementado pelo Sistema Internacional de Classificação e Gerenciamento de Cárie (ICCMS), desenvolvido em 2006, o qual fornece um conjunto abrangente de informações essenciais para o planejamento terapêutico e a gestão individualizada das lesões cariosas (Cheng *et al.*, 2022).

Nesse contexto, uma das formas de identificar e classificar as lesões de cárie é por meio da avaliação das características da superfície dentária (Kidd; Fejerskov, 2013). O esmalte acometido por uma lesão ativa costuma apresentar-se esbranquiçado ou amarelado, sem brilho e com textura rugosa, indicando perda mineral inicial (Cheng *et al.*, 2022). Quando essas alterações visuais são associadas aos códigos do ICDAS, correspondem aos estágios iniciais da doença, nos quais ocorre a primeira evidência clínica da desmineralização do esmalte (Pitts; Ekstrand, 2017).

Em contraste, a cárie ativa que atinge a dentina apresenta coloração acastanhada, consistência amolecida e pode evoluir para cavidades extensas com exposição da dentina, sendo considerada, segundo o ICDAS, uma manifestação avançada do processo carioso (Gomez, 2015; Pitts; Ekstrand, 2017).

Dessa forma, compreende-se que o tratamento da cárie dentária deve ir além do simples controle dos fatores de risco, exigindo uma abordagem individualizada das lesões, conforme suas características clínicas e estágio de progressão. A conduta profissional deve incluir ações de promoção de saúde, prevenção e tratamento, com o propósito de restabelecer o equilíbrio da microbiota oral, interromper a progressão da doença e restaurar a integridade estrutural e funcional dos dentes afetados (Cheng *et al.*, 2022).

1.2 Uso de Fluoretos

O controle do processo de desmineralização, que leva à formação da cárie dentária, é frequentemente alcançado por meio da gestão da dieta e uso de fluoretos (Banihani *et al.*, 2018; Twetman, 2018). A classificação dos métodos de utilização de fluoretos compreende tanto sua abrangência quanto seu modo de administração, podendo ser realizada de forma coletiva ou individual (Cury; Tenuta, 2015).

A adição de fluoreto às águas de abastecimento público consiste em um método coletivo de utilização de F no Brasil. É uma exigência legal: de acordo com a Lei Federal 6.050, de 24 de maio de 1974, todas as cidades com estações de tratamento de água são obrigadas a incluir F em seu fornecimento de água. Dito isso, não é somente o consumo de água fluoretada que proporciona um efeito benéfico, os alimentos preparados com ela, também proporcionam os mesmos benefícios (Cury; Tenuta, 2015).

Adentrando no âmbito individual de utilização de F, as modalidades tópicas podem ser autoaplicadas como os dentifrícios, utilizados no dia a dia. Trata-se de uma modalidade amplamente utilizada para a prevenção da cárie e um método racional, pois promove a desorganização do biofilme dental, cujo acúmulo é necessário para o desenvolvimento da doença (Cury; Tenuta, 2015; Gadelha *et al.*, 2019; Maguire, 2014). Sua utilização deve seguir as recomendações do cirurgião-dentista, com base nas evidências mais sólidas disponíveis, indicando as concentrações de F adequadas (Cury; Tenuta, 2014).

Soma-se a isso, os bochechos fluoretados, que correspondem a um método suplementar ao uso dos dentifrícios (Fernández *et al.*, 2017). A sua utilização possibilita que as soluções fluoretadas atinjam regiões do dente de difícil acesso, além de serem indicados para pacientes com falta de destreza manual para realizar a higienização bucal (Gadelha *et al.*, 2019).

Os produtos fluoretados de uso profissional possuem uma alta concentração de F em suas formulações e são capazes de proporcionar uma biodisponibilidade de F para formação de reservatórios minerais do tipo fluoreto de cálcio (CaF_2) sobre a superfície dental e em lesões de cárie. Estes dissolvem-se lentamente liberando íons F durante os ciclos de desmineralização e remineralização da cavidade oral., podendo perdurar durante semanas ou meses (Manchanda *et al.*, 2022).

O gel fosfatado acidulado e o verniz fluoretado (VF) são exemplos de produtos fluoretados empregados por profissionais, especialmente recomendados para indivíduos com alta atividade de cárie dentária, devido à sua concentração mais elevada de F, o que resulta em um efeito prolongado de liberação na cavidade bucal (Manchanda *et al.*, 2022). Ambos atuam por meio da formação de compostos reativos na superfície dos dentes, permitindo a liberação de flúor para promover a remineralização nas áreas afetadas pela cárie, além de reduzir a perda mineral em superfícies dentárias hígidas suscetíveis ao processo carioso (Maltz *et al.*, 2016).

1.3 Mecanismo de ação do Fluoreto

Os fluoretos (F) representam a forma iônica do elemento químico flúor, e são os principais responsáveis pelo declínio da cárie dentária (Ministério da Saúde, 2024). Desse modo, tendo em vista, a importância que o F desempenha na cavidade bucal, é fundamental compreender o seu mecanismo de ação para a implementação eficaz de estratégias de prevenção e tratamento da doença cárie (Buzalaf *et al.*, 2011).

Uma das primeiras medidas adotadas para combater a cárie por meio da utilização de F, foi a sua introdução no abastecimento público de água (Cury, Tenuta, Tabchoury, 1998). A teoria subjacente acreditava que os íons na forma de fluoroapatita (FA) incorporado ao esmalte dental, reduziria sua solubilidade quando exposto aos ácidos produzidos por bactérias. Contudo, pesquisas mais recentes demonstraram que, mesmo com

uma significativa adição de FA ao dente, sua proporção em relação ao mineral total não ultrapassa 10% (Cury; Tenuta, 2015).

Posteriormente, na década de 1980, foi reconhecida a eficácia do F por meio de seu efeito tópico nos processos de des-remineralização que ocorrem entre a interface do dente e os fluidos orais (Grget *et al.*, 2013). Alguns exemplos da sua aplicação tópica são as soluções fluoretadas para bochecho, géis, vernizes fluoretados e dentifrícios fluoretados (Epple; Enax; Meyer, 2022; Pollick, 2018; Whelton *et al.*, 2019).

Segundo Cury, Tenuta, Tabchoury, (1998), o F de importância dinâmica é aquele que se mantém constantemente presente na cavidade bucal, exercendo influência sobre a cárie ao agir diretamente nos fenômenos de des-remineralização. Nesse sentido, a presença do F na cavidade bucal em concentrações adequadas e controladas é essencial para prevenir o processo carioso (Buzalaf *et al.*, 2011).

Nesse contexto, é essencial compreender que o flúor (F) não atua diretamente sobre os fatores primários da cárie dentária (biofilme + açúcar). No entanto, sua presença na cavidade bucal desempenha um papel crucial na redução da perda mineral resultante, como observado por Cury, Tenuta, Tabchoury (1998). Essa ação é facilitada pela capacidade do F em diminuir o pH crítico, que anteriormente, para o esmalte, situava-se em 5,5 e, para a dentina, em 6,5 (Dawes, 2003).

A reversão parcial da perda mineral na presença de F, como discutido anteriormente, assume uma importância crucial, especialmente em situações em que o desafio cariogênico não é excessivo (Cury; Tenuta, 2015). O F permite que a perda mineral líquida que ocorre sob o biofilme dental cariogênico, seja mitigada e parcialmente compensada pela deposição de íons de cálcio e fosfato na forma de apatita fluoretada. O fluoreto de cálcio (CaF_2) formado após a aplicação de produtos fluoretados de uso profissional, atua como um reservatório lábil de íon flúor para os fluidos bucais, mantendo-se ativo por semanas e até meses (Grget, 2013; Tenuta *et al.*, 2008).

Destarte, os meios de uso de F devem ser recomendados de acordo com as necessidades de cada paciente ou grupo de pessoas. Cabe ressaltar que a água fluoretada, por ser uma medida de saúde pública, e os dentifrícios fluoretados por ser o meio mais racional de uso do F, tem indicação para todos os indivíduos (Cury *et al.*, 1987).

1.4 Profilaxia dentária

A profilaxia dentária realizada em consultório, tem como objetivo a remoção da placa bacteriana ou de manchas extrínsecas que possam influenciar no desenvolvimento da cárie. Atualmente, a abordagem convencional da profilaxia em consultório, emprega o uso de pedra-pomes ou pasta profilática abrasiva, aplicados nas superfícies dos dentes com um copo de borracha conectado a um motor de baixa velocidade (Azarpazhooh; Main, 2009).

As pastas profiláticas, diferentemente dos dentifrícios, possuem maior teor de flúor, são mais abrasivas e de uso menos frequente (Pessan *et al.*, 2011). A adição de fluoretos nas pastas profiláticas visa combinar a limpeza profissional com a exposição ao F. No entanto, uma série de estudos não conseguiu comprovar os benefícios dessas formulações no controle da cárie, devido às limitações metodológicas, erros de formulação ou baixa biodisponibilidade do F (Costa., 2021; Munteanu et al., 2022).).

Para investigar essas limitações, foi realizada uma pesquisa com quatro pastas profiláticas disponíveis no mercado brasileiro. A partir dos resultados foi possível observar que as amostras apresentaram uma capacidade de formação de CaF_2 inferior a 10% do esperado em comparação com o flúor gel acidulado, que é amplamente reconhecido na literatura como um produto eficaz de aplicação tópica profissional de flúor (ATPF). Os pesquisadores concluíram que esse desempenho reduzido está relacionado ao alto pH dos produtos e à incompatibilidade do fluoreto com o abrasivo utilizado (Costa, 2021).

Com o intuito de preencher essa lacuna, em 2021, uma formulação experimental de uma pasta profilática fluoretada alcançou resultados positivos em um estudo *in vitro*. Essa formulação foi testada para avaliar a redução da desmineralização dental e a rugosidade da superfície em um modelo de ciclagem de pH. Os resultados revelaram que a pasta profilática fluoretada formulada com otimização de pH, tipo de abrasivo e sais fluoretados, demonstrou potencial anticárie ao reduzir a desmineralização dental, sem causar alterações significativas na superfície do esmalte bovino hígido (Costa, 2021).

1.5 Análise físico-química de produtos odontológicos fluoretados

A análise das propriedades físico-químicas de um produto é fundamental durante o processo do seu desenvolvimento, pois permite verificar se o produto acabado apresenta características essenciais e adequadas à sua finalidade. Um dos métodos dessa análise é feita

por meio de testes de estabilidade dos princípios ativos presentes na formulação, garantindo a eficácia e a segurança do produto ao longo do tempo (Anvisa, 2022).

Esta avaliação serve para estimar e confirmar o prazo de validade, ao emitir, definir e validar por quanto tempo o produto mantém sua eficácia e uso seguro sob condições de armazenamento específicas, como diferentes temperaturas, e umidade. Oferece ainda dados para o desenvolvimento e aprimoramento, ajudando a orientar a escolha de componentes e materiais de acondicionamento adequados, visando a otimização do processo e manutenção da estabilidade do produto (Anvisa, 2004).

No campo da odontologia, é comum a realização de testes que avaliem diversas propriedades físico-químicas e mecânicas dos materiais, como fluidez, radiopacidade, estabilidade dimensional e pH (Kwak *et al.*, 2023). Uma revisão sistemática recente investigou o impacto da orientação de construção nas propriedades mecânicas e físicas de resinas produzidas por manufatura aditiva, por meio do processamento de luz digital. Nesse estudo, foram avaliadas características como resistência à tração, resistência à flexão, microdureza, resistência de adesão ao cisalhamento, brilho e variação de cor (Paranna; Thosar; Kanitkar, 2024).

Além disso, no âmbito da odontologia existem diversos estudos de formulações de produtos fluoretados, visando o combate e controle da doença cárie. Muitos desses trabalhos científicos têm como objetivo avaliar sua eficácia por meio de análises das concentrações de flúor, e análise de pH. Variações de pH por exemplo, podem afetar a biodisponibilidade do fluoreto, biocompatibilidade com os tecidos bucais e provocar alterações no esmalte dentário, sendo necessário realizar testes específicos como o de rugosidade superficial para avaliar a sua integridade (Tomaz *et al.*, 2020).

Nesse sentido, independentemente da área de aplicação, a análise das propriedades físico-químicas dos produtos é fundamental, pois permite assegurar a qualidade, eficácia e segurança das formulações. Esses testes auxiliam na identificação de possíveis alterações indesejadas durante o uso ou armazenamento, além de garantir a conformidade com os padrões exigidos por órgãos regulatórios.

2 ARTIGO CIENTÍFICO

PHYSICOCHEMICAL STABILITY ANALYSIS OF AN EXPERIMENTAL FLUORIDATED PROPHYLACTIC PASTE FOR DENTAL USE

Luiz Felipe Duarte Fayal
Universidade Federal do Maranhão
ORCID:

Ana Beatriz Duarte Fonseca
Universidade Federal do Maranhão
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1016-9163>

Tarcísio Jorge Leitão Oliveira
Universidade Federal do Maranhão
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0342-9956>

RESUMO

As formulações de produtos odontológicos exigem não apenas a comprovação de eficácia clínica, mas também devem estar em conformidade com os critérios de qualidade, sendo a estabilidade físico-química um requisito fundamental para garantir a segurança e a viabilidade comercial do produto. Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar a estabilidade físico-química de uma pasta profilática fluoretada experimental eficaz para controle da cárie. Foi conduzido um estudo *in vitro* com três grupos amostrais: duas pastas profiláticas comerciais (SS White, 0,04% de F⁻, pH 10,11; Pert-X, 0,8% de F⁻, pH 9,89) e uma formulação experimental (3,0% de F⁻, pH 2,78). As amostras foram submetidas a teste de estabilidade acelerada em estufa a 45 °C, com monitoramento contínuo. As variáveis analisadas foram pH e concentração de fluoreto iônico nos tempos 0, 24, 48, 96, 192 e 384 horas, simulando aproximadamente dois anos de armazenamento em temperatura ambiente. A análise estatística conduzida por meio de regressão linear, indicou estabilidade físico-química das amostras, com coeficientes de regressão próximos de zero para os valores de pH ($\beta = -0,0001$; $p > 0,05$) e ausência de variações estatisticamente significativas na concentração de fluoreto iônico ($p > 0,05$). Os achados sugerem que a formulação experimental apresenta estabilidade físico-química comparável às formulações comerciais, após envelhecimento acelerado.

Palavras-chave: Profilaxia Dentária. Cárie Dentária. Análise Físico-Química. Materiais Dentários.

2.1 INTRODUÇÃO

A cárie dentária é uma doença crônica, de etiologia multifatorial, que afeta bilhões de pessoas em todo o mundo, sendo considerada a condição bucal não tratada mais prevalente tanto em dentições permanentes quanto decíduas ^{1, 2}. Seu desenvolvimento está diretamente relacionado à presença de biofilme cariogênico, à ingestão frequente de carboidratos fermentáveis e ao desequilíbrio entre os processos de desmineralização e remineralização dos tecidos dentários ^{3, 4}.

Dentre as estratégias mais eficazes para o controle da cárie, destaca-se o uso de fluoretos, cuja ação tópica promove a remineralização do esmalte e a inibição da atividade metabólica bacteriana ^{5, 6}. A utilização de produtos fluoretados, como dentifrícios, bochechos, géis e vernizes, tem sido amplamente recomendada por sua eficácia comprovada na redução da incidência de cárie em diferentes populações ^{7, 8}. No Brasil, a fluoretação das águas de abastecimento público e a distribuição de dentifrícios fluoretados pelo SUS são exemplos de políticas públicas bem-sucedidas nesse contexto ⁹.

Entre os produtos de uso profissional, as pastas profiláticas fluoretadas ocupam papel relevante na prática clínica, sendo utilizadas durante procedimentos de profilaxia para remover biofilme e manchas extrínsecas, além de proporcionar exposição tópica ao flúor ^{10, 11}. No entanto, estudos apontam que muitas dessas formulações apresentam limitações quanto à biodisponibilidade do fluoreto, estabilidade do pH e compatibilidade entre os componentes, o que pode comprometer sua eficácia clínica ¹².

Mais recentemente, uma formulação experimental de uma pasta profilática fluoretada foi desenvolvida e demonstrou resultados positivos no seu potencial em diminuir a desmineralização dental em um modelo de ciclagem de pH ¹¹. Nesta formulação, a fonte de flúor, o pH da pasta e o tipo de abrasivo (3,3% de F, pH 3,5 e sílica) contribuíram para uma boa biodisponibilidade do fluoreto no produto, que ainda necessita ser aprimorado. Diante disso, a análise da estabilidade de parâmetros como pH e concentração de fluoreto iônico, desses produtos ao longo do tempo é fundamental para garantir a segurança e eficácia ¹³. O presente estudo teve como objetivo avaliar a estabilidade das propriedades físico-químicas de uma pasta profilática fluoretada experimental de uso odontológico.

2.2 METODOLOGIA

2.2.1 Delineamento experimental

Foi conduzido um estudo *in vitro* para avaliar os requisitos de estabilidade físico-química de valores de pH e concentração de F por meio do teste de envelhecimento acelerado. Os testes foram realizados utilizando 3 grupos amostrais de pastas profiláticas fluoretadas de uso odontológico: Controle comercial 1 (Pasta profilática SS White 0,04% de F, pH = 10,11), Controle comercial 2 (Pasta Profilática Pert-X 0,8% de F, pH = 9,89, SS White), Controle experimental (Pasta profilática fluoretada 3,0 % de F, pH = 2,78).

2.2.2 Formulação da pasta profilática experimental

A pasta profilática fluoretada experimental foi formulada e avaliada no laboratório de bioquímica e microbiologia oral do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Maranhão seguindo normas técnicas de desinfecção antisepsia do guia da ANVISA ¹⁴. A sua composição básica é composta por água deionizada, glicerina (umectante), sílica (abrasivo), fluoreto de sódio (NaF), ácido fosfórico, ácido fluorídrico, carboximetilcelulose (ligante), hidróxido de sódio, xilitol e flavorizante de morango. A Tabela 1 apresenta as concentrações de todos os componentes que foram utilizados no experimento.

TABELA 1. Concentrações dos componentes da pasta profilática fluoretada experimental

COMPONENTE	CONCENTRAÇÃO (%)
Carboximetilcelulose	1,0
Glicerina	2,5
H ₂ O	24,0
H ₃ PO ₄	2,5
SiO ₂	14,0
NaF	3,0
HF	17,5
NaOH	17,5
Xilitol	10,0
Flavorizante	8,0

H₂O - Água deionizada. H₃PO₄ – Ácido fosfórico. SiO₂ - Dióxido de Silício.
NaF – Fluoreto de sódio. HF - Ácido fluorídrico. NaOH – Hidróxido de sódio.

Para o preparo, os diferentes componentes foram pesados em balança digital (OHAUS Corp. USA ARR2140). Inicialmente, a carboximetilcelulose e a glicerina foram envoltas e depois dissolvidas em ácido fosfórico. Em seguida foi adicionado o xilitol e o flavorizante, seguido da sílica e por último os compostos fluoretados NaF e HF.

2.2.3 Teste de estabilidade

2.2.3.1 Centrifugação

Antecedendo a etapa de análise das propriedades físico-químicas, as amostras foram centrifugadas em uma microcentrífuga refrigerada (Novatecnica NT 805) a uma

temperatura de 28 °C, velocidade de 3.000 rpm, por 30 minutos, para avaliar possíveis interferências (separação de fases).

2.2.3.2 Análise da concentração de fluoreto e valores de pH

A Análise da estabilidade de fluoreto nas amostras foi conduzido segundo a metodologia proposta por Tabchoury ¹³, e a concentração de fluoreto iônico (F) na pasta profilática experimental e nos controles comerciais foi determinada segundo a metodologia de Tenuta ¹².

As amostras foram submetidas ao teste de estabilidade acelerada (envelhecimento artificial precoce), em estufa (Nova Ética 400-5ND) a 45 °C monitorada com termômetro de mercúrio para garantir maior controle. A leitura da concentração de F foi feita antes do armazenamento (T0), e em intervalos de 24, 48, 96, 192 e 384h, sendo este último período equivalente a 2 anos de prateleira em temperatura ambiente ¹³. Durante o envelhecimento acelerado, uma quantidade aproximadamente 100 mg de cada pasta foi pesada em triplicata ($\pm 0,01$ g), homogeneizada em 100 ml de água deionizada. Da suspensão, 0,25ml passou pelo processo de tamponamento com TISAB II (tampão acetato 1,0 M, pH 5,0 contendo 1,0 M de NaCl e 0,4% de CDTA), e foi analisada em um eletrodo íon sensível acoplado a um analisador de íons (Orion EA-740; Orion Research) previamente calibrado com padrões de flúor.

As amostras também foram submetidas a análise de pH durante o período de teste do envelhecimento acelerado. Para essa análise foi pesado aproximadamente 1,0 g da pasta experimental e das pastas comerciais e adicionado 10 mL de água destilada e deionizada. Após vortexar a mistura até obter uma suspensão homogênea, os valores de pH foram aferidos em eletrodo de pH (Analyser 2A14) previamente calibrado com padrões 4,0, 7,0 e 10,0 (Orion Research) antes do armazenamento das pastas (T0), 24h após (T2), 48h (T3), 96h (T4), 192h (T5) e 384h (T6) após.

2.2.4 Análise estatística dos resultados

A análise estatística das variáveis foi analisada com o auxílio do software GraphPad Prism, versão 10.4.2 (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, EUA). A evolução das variáveis concentração de flúor e estabilidade do pH ao longo do tempo foi examinada por meio de modelos de regressão linear. Foram calculadas as medidas do intercepto (α) coeficiente de regressão (β) e intervalo de confiança a 95%. O valor de probabilidade (P valor) foi calculado pela estatística F. O nível de significância adotado para todas as análises foi de 5% ($p < 0,05$).

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Estabilidade da concentração de Flúor iônico e pH

A análise por regressão linear foi utilizada para avaliar a estabilidade da concentração de flúor iônico (ppm) e do pH nas amostras das pastas profiláticas fluoretadas ao longo do tempo de envelhecimento acelerado. Os dados obtidos estão representados graficamente na Figura 1 e resumidos na Tabela 1.

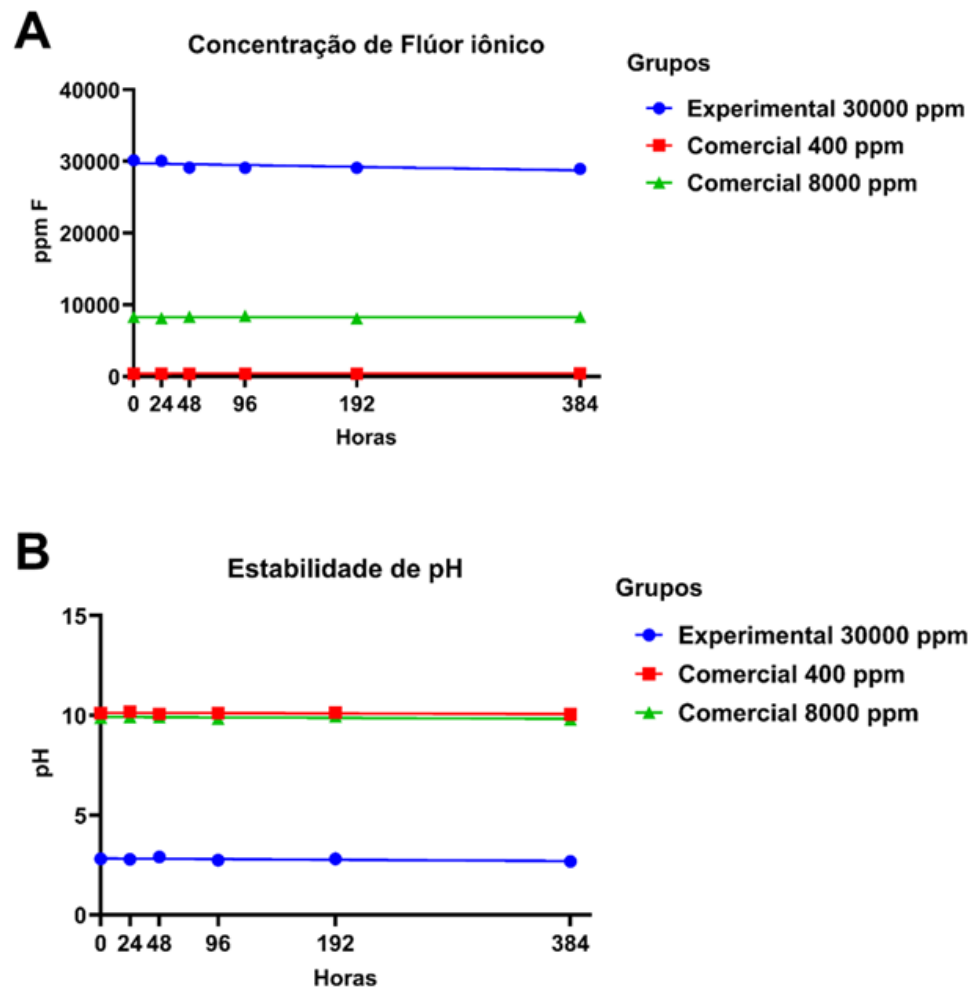


Figura 1. Gráficos de linhas mostrando o comportamento temporal da concentração de Flúor em ppm (A) e estabilidade de pH (B) nos três grupos de estudo.

Tabela 1. Análise de regressão linear do tempo sobre as medidas de Flúor e pH nos três grupos de estudo.

Modelos de regressão	Experimental	Comercial	Comercial
	30000 ppm	400 ppm	8000 ppm
Média	29421	406	8291
Regressão para Flúor			
Intercepto (α)	29737	396,3	8303
Coefficiente (β)	-2,54	0,08	-0,09
IC95%	-6,35 to 1,25	-0,01 to 0,17	-1,30 to 1,12
F	3,45	5,24	0,04
P valor	0,136	0,0838	0,841
Medida de ajuste			
R ²	0,463	0,5674	0,01122
Regressão para pH			
Intercepto (α)	2,82	10,13	9,92
Coefficiente (β)	-0,0003	-0,0001	-0,0002
IC95%	-0,0008 to 0,0001	-0,0005 to 0,0002	-0,0006 to 0,0002
F	3,181	1,433	2,167
P valor	0,149	0,297	0,215
Medida de ajuste			
R ²	0,443	0,263	0,351

IC95% = intervalo de confiança a 95%. R² = coeficiente de determinação.

Em relação à concentração de flúor, observou-se que a formulação experimental apresentou um valor médio de 29.421 ppm, com um coeficiente de regressão negativo ($\beta = -2,54$), indicando uma leve tendência de queda ao longo do tempo. No entanto, essa variação não foi estatisticamente significativa ($p = 0,136$). A pasta comercial com 400 ppm apresentou um coeficiente positivo ($\beta = 0,08$), e a com 8000 ppm um coeficiente levemente negativo ($\beta = -0,09$), ambos também sem significância estatística ($p = 0,0838$ e $p = 0,841$, respectivamente). Os coeficientes de determinação (R²) foram de 0,463 (experimental), 0,5674 (comercial 400 ppm) e 0,01122 (comercial 8000 ppm), indicando uma relação moderada com o tempo apenas nos dois primeiros grupos.

Quanto à estabilidade do pH, todas as amostras demonstraram coeficientes de regressão próximos de zero (β variando entre -0,0001 e -0,0003), sem alterações significativas

ao longo do período avaliado ($p > 0,05$). Os valores de R^2 para o pH foram de 0,443 (experimental), 0,263 (comercial 400 ppm) e 0,351 (comercial 8000 ppm), sugerindo que o tempo teve pouca influência na variação do pH em todos os grupos.

Esses achados indicam que não houve diferença significativa no comportamento das concentrações de flúor e dos valores de pH entre os grupos analisados. As três formulações apresentaram boa estabilidade química, mesmo após 384 horas de envelhecimento acelerado, período equivalente a aproximadamente dois anos de prateleira. A formulação experimental, apesar de sua maior concentração inicial de flúor, manteve desempenho compatível com as formulações comerciais.

2.4 DISCUSSÃO

Através do perfil de estabilidade de um produto, é possível analisar seu desempenho, segurança, eficácia e também sua aceitação pelo consumidor. Esse tipo de estudo fornece informações sobre como o produto se comporta, ao longo do tempo, diante das condições ambientais às quais pode ser exposto, desde sua fabricação até o final do prazo de validade ¹⁵.

No que se refere à estabilidade do flúor iônico, estudos demonstraram que o envelhecimento de dentifrícios à base de NaF e carbonato de cálcio como abrasivo a 45 °C por 192 horas, equivale ao armazenamento em temperatura ambiente por um ano ¹³. No presente estudo, foi realizado um teste de estabilidade em pastas profiláticas contendo NaF e sílica como abrasivo na formulação experimental. Os resultados obtidos foram favoráveis durante as 384 horas de experimento, o que corresponde a aproximadamente dois anos de armazenamento em temperatura ambiente.

A escolha do abrasivo foi baseada em estudos anteriores que evidenciaram a incompatibilidade entre certos componentes, como é o caso da combinação de fluoreto de sódio (NaF) com o abrasivo carbonato de cálcio (CaCO_3). Nessa associação, o cálcio reage com o flúor, formando um sal de baixa solubilidade e, conseqüentemente, inativando o íon fluoreto ¹². Diante disso, os componentes da nova formulação da pasta profilática fluoretada foram selecionados com o objetivo de corrigir limitações presentes em produtos comerciais similares.

A avaliação do pH é um parâmetro essencial na caracterização de produtos odontológicos fluoretados, podendo ser realizada por meio de testes colorimétricos de menor sensibilidade ou, preferencialmente, por meio da potenciometria, utilizando-se um pHmetro acoplado a eletrodo de vidro ¹⁶. Essa análise é comumente aplicada a produtos como géis fluoretados, pastas profiláticas e cremes dentais.

Em um estudo experimental realizado por Hilgenberg, Pinto e Farago ¹⁷, foi investigada a interferência de diferentes formulações de dentifrícios fluoretados na rugosidade da superfície do esmalte após tratamento clareador. Para tal, os valores de pH de cada amostra foram mensurados, a fim de se verificar possíveis correlações com a alteração da textura superficial. A determinação do pH em formulações fluoretadas é fundamental, uma vez que esse parâmetro pode influenciar na análise da rugosidade do esmalte ¹⁷.

Uma outra análise para essa variável diz respeito a capacidade do produto em promover a formação de reservatórios de fluoreto de cálcio (CaF_2) na superfície dental. De acordo com Costa ¹¹, os resultados obtidos com uma formulação de pH ácido indicaram que pastas profiláticas podem atuar como veículos eficazes para a aplicação tópica de fluoreto, promovendo efeitos benéficos no processo de desmineralização e remineralização do esmalte, sem causar danos significativos à superfície tratada. Além disso, diversos estudos corroboram a influência direta do pH na formação de subprodutos fluoretados, sendo amplamente reconhecido que valores mais baixos de pH favorecem a formação de reservatórios minerais, como o CaF_2 .

A indisponibilidade de pastas profiláticas fluoretadas com pH ácido no mercado constitui uma limitação relevante nesse estudo. Assim, a seleção das formulações comerciais utilizadas como controle experimental, baseou-se exclusivamente na similaridade de características organolépticas, como cor e sabor, uma vez que não foi possível identificar produtos com equivalência em termos de concentração de flúor e valores de pH. Uma outra limitação condiz com a necessidade da realização futura de testes microbiológicos e de citotoxicidade para posterior aplicação *in vivo*, para validar o uso da formulação em contextos clínicos e garantir sua aplicabilidade futura em larga escala na prática odontológica profissional.

Apesar dessas limitações, os resultados obtidos no presente estudo demonstraram comportamento favorável das variáveis relacionadas ao fluoreto iônico e ao pH, reforçando o potencial da formulação testada na prevenção e no controle da cárie dentária. Esses achados

destacam a relevância da continuidade dessa linha de pesquisa, visando o desenvolvimento de produtos profiláticos mais eficazes e alinhados às demandas clínicas atuais.

3 CONCLUSÃO

Assim, de acordo com os resultados obtidos nesse estudo, ficou evidenciado que a pasta profilática fluoretada experimental apresentou estabilidade físico-química dos valores de pH e da concentração de fluoreto iônico, sem variações estatisticamente significativas satisfatória ao longo do tempo, mesmo após exposição a condições de envelhecimento acelerado. No entanto, faz-se necessário realizar testes microbiológicos e de citotoxicidade para validar sua aplicação *in vivo* no contexto clínico.

REFERÊNCIAS

- 1 Global oral health status report: towards universal health coverage for oral health by 2030. Regional summary of the African Region. World Health Organization. 2022..
- 2 Tinanoff N, Baez RJ, Diaz Guillory C, Donly KJ, Feldens CA, McGrath C, et al. Early childhood caries epidemiology, aetiology, risk assessment, societal burden, management, education, and policy: Global perspective. *Int J Paediatr Dent* [Internet]. 2019;29(3):238–48. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/ipd.12484>.
- 3 Fejerskov O, Kidd E. Dental caries: the disease and its clinical management. 2 ed. Oxford, Blackwell Munksgaard; 2008.
- 4 Dawes C. What is the critical pH and why does a tooth dissolve in acid? *J Can Dent Assoc*. 2003;69(11):722–4.
- 5 Buzalaf MAR, Pessan JP, Honório HM, Ten Cate JM. Mechanisms of action of fluoride for caries control. *Monogr Oral Sci* [Internet]. 2011;22:97–114. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1159/000325151>.
- 6 Cury JA, Tenuta LM. Usos de fluoreto em odontologia restauradora fundamentado em evidências. Em: *Odontologia restauradora: fundamentos e possibilidades*. 2015. p. 53–71.
- 7 Marinho VC, Worthington HV, Walsh T, Clarkson JE. Fluoride gels for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015
- 8 Manchanda S, Sardana D, Liu P, Lee GH, Li KY, Lo EC, et al. Topical fluoride to prevent early childhood caries: Systematic review with network meta-analysis. *J Dent* [Internet]. 2022;116(103885):103885. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103885>.
- 9 Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia de recomendações para o uso de fluoretos no Brasil. Brasília: Ministério da Saúde; 2024.
- 10 Azarpazhooh A, Main PA. Efficacy of dental prophylaxis (rubber cup) for the prevention of caries and gingivitis: a systematic review of literature. *Br Dent J* [Internet]. 2009;207(7):E14; discussion 328-9. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/sj.bdj.2009.899>
- 11 Costa RNP. Avaliação in vitro do potencial anti-cárie e abrasivo de uma pasta profilática fluoretada. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-graduação em Odontologia Universidade Federal do Maranhão. São Luís; 2021.
- 12 Tenuta LMA, Cury JA. Laboratory and human studies to estimate anticaries efficacy of fluoride toothpastes. *Monogr Oral Sci* [Internet]. 2013;23:108–24. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1159/000350479>
- 13 Tabchoury CP, Cury JA. Study of dentifrices accelerated aging conditions to foresee the fluoride behavior in normal conditions. *Revista Brasileira de Farmacia*. 1994;75:67–71.

- 14 Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos. Brasília: ANVISA; 2007.
- 15 Guia de estabilidade de produtos cosméticos. Brasília: ANVISA; 2004.
- 16 Cardoso GM. Avaliação das características físico-químicas de géis de flúor de uso odontológico profissional. Programa de Pós-graduação em. 2014;60.
- 17 Hilgenberg SP, Pinto SCS, Farago PV, Santos FA, Wambier DS. Physical-chemical characteristics of whitening toothpaste and evaluation of its effects on enamel roughness. Braz Oral Res [Internet]. 2011;25(4):288–94. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-83242011005000012>

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio de testes de envelhecimento acelerado, foi possível verificar que tanto o pH quanto a concentração de fluoreto iônico da pasta experimental se mantiveram estáveis ao longo do tempo, indicando uma formulação consistente comparável às formulações comerciais.

No entanto, ressalta-se a importância de estudos futuros, incluindo análises microbiológicas e avaliações clínicas *in vivo*, para validar o uso da formulação em contextos clínicos e garantir sua aplicabilidade futura em larga escala na prática odontológica profissional.

REFERÊNCIAS

- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 752**, de 19 de setembro de 2022.
- AZARPAZHOOH, A.; MAIN, P. A. Efficacy of dental prophylaxis (rubber cup) for the prevention of caries and gingivitis: a systematic review of literature. **Br Dent J**. v. 207, n. 7, p. 1-8, 2009.
- BANIHANI, A. et al. Outcomes of the conventional and biological treatment approaches for the management of caries in the primary dentition. **International Journal of Paediatric Dentistry**, v. 28, n. 1, p. 12–22, 2018.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Guia de estabilidade de produtos cosméticos**. Brasília: ANVISA, 2004
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos**. Brasília: ANVISA; 2007.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Estratégias e Políticas de Saúde Comunitária. Coordenação Geral de Saúde Bucal. **Guia de recomendações para o uso de fluoretos no Brasil**. Brasília: Ministério da Saúde, 2024.
- BUZALAF, M. A. R. et al. Mechanisms of action of fluoride for caries control. **Fluoride and the oral environment**, v. 22, p. 97-114, 2011.
- CARDOSO, G. M. Avaliação das características físico-químicas de géis de flúor de uso odontológico profissional. 2014. 60 f. **Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande - Paraíba - Brasil**, 2014.
- CHENG, L. et al. Expert consensus on dental caries management. **International Journal of Oral Science**. Springer Nature, 2022.
- COSTA, R. N. P. Avaliação in vitro do potencial anti-cárie e abrasivo de uma pasta profilática fluoretada. **Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-graduação em Odontologia Universidade Federal do Maranhão**, São Luís, 2021.

- CURY, J. A. Dentifrícios: como escolher e como indicar. **Quintessence**, v. 18, p. 1, 1987.
- CURY, J. A.; TENUTA, L. M. A. Evidence-based recommendation on toothpaste use. **Brazilian Oral Research**, v. 28, n. SPECIALISSUE, p. 1–7, 2014.
- CURY, J. A.; TENUTA, L. M. A. Usos de fluoreto em odontologia restauradora fundamentado em evidências. **Odontologia restauradora: fundamentos e possibilidades**, v. 2, p. 53-71, 2015.
- CURY, J. A.; TENUTA, L. M. A.; TABCHOURY, C. M. P. Flúor e cárie: uma revisão. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, p. 1–14, 1998.
- DAWES, C. What is the critical pH and why does a tooth dissolve in acid?. **Journal-Canadian Dental Association**, v. 69, n. 11, p. 722-725, 2003.
- EPPLÉ, M.; ENAX, J.; MEYER, F. Prevention of Caries and Dental Erosion by Fluorides—A Critical Discussion Based on Physico-Chemical Data and Principles. **Dentistry Journal**. MDPI, 2022.
- FEJERSKOV, O. e KIDD, E. Dental caries: the disease and its clinical management. 2 ed. Oxford, **Blackwell Munksgaard**, 2008.
- FERNÁNDEZ, C. E. et al. Effect of 5,000 ppm Fluoride Dentifrice or 1,100 ppm Fluoride Dentifrice Combined with Acidulated Phosphate Fluoride on Caries Lesion Inhibition and Repair. **Caries Research**, v. 51, n. 3, p. 179–187, 2017.
- FERNÁNDEZ, C. E. et al. Stability of chemically available fluoride in Chilean toothpastes. **International Journal of Paediatric Dentistry**, v. 27, n. 6, p. 496–505, 2017.
- FRENCKEN, J. Caries epidemiology and its challenges. **Monogr Oral Sci**. v. 27, p. 11-23, 2018.
- GADELHA, K. S. S. M; VASCONCELOS, R. G. Flúor: mecanismo de ação e prescrição tera pêutica para diferentes situações clínicas. **Scientific-Clinical Odontology**, v. 59082, p. 120, 2019.
- GOMEZ, J. Detection and diagnosis of the early caries lesion. **BMC Oral Health**, v. 15, n. 1, 2015.

- GRGET, K. R. et al. The cariostatic mechanisms of fluoride. **Acta Med Acad**, v. 42, n. 2, p. 179-88, 2013.
- HILGENBERG, P. S.; PINTO, C. S.; FARAGO, P. V. et al. Physical-chemical characteristics of whitening toothpaste and evaluation of its effects on enamel roughness. **Braz Oral Res**. v. 25, n.4, p. 288-94, 2011.
- KIDD, E. e FEJERSKOV, O. Changing concepts in cariology: forty years on. **Dent Update**. v. 40, n. 4, p. 277-286, 2013.
- KWAK, S. W. et al. Physicochemical Properties and Biocompatibility of Various Bioceramic Root Canal Sealers: In Vitro Study. **Journal of Endodontics**, v. 49, n. 7, p. 871–879, 2023.
- MAGUIRE, A. A. clinical recommendations on topical fluoride for caries prevention. **Evidence-based dentistry**, v. 15, n. 2, p. 38-39, 2014.
- MALTZ, M. et al. Cariologia: Conceitos Básicos, Diagnóstico e Tratamento Não Restaurador: Série Abeno: Odontologia Essencial-Parte Clínica. **Artes Medicas**, 2016.
- MANCHANDA, S. et al. Topical fluoride to prevent early childhood caries: Systematic review with network meta-analysis. **Journal of Dentistry**, Elsevier Ltd, 2022.
- MARINHO, V. C. et al. Fluoride gels for preventing dental caries in children and adolescents. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, 2015.
- PARANNA, S.; THOSAR, N.; KANITKAR, A. Effect of Build Orientation on Mechanical and Physical Properties of Additively Manufactured Resins Using Digital Light Processing Technology in Dentistry: A Systematic Review. **The journal of contemporary dental practice**, v. 25, n. 9, p. 891–903, 2024.
- PESSAN, J. P. et al. Impact of Fluoride in the Prevention of Caries and Erosion Buzalaf MAR (ed): Fluoride and the Oral Topical Use of Fluorides for Caries Control Environment. **Monogr Oral Sci**. Basel, Karger. 2011.
- PITTS, N. B.; EKSTRAND, K. International caries detection and assessment system (ICDAS) and its international caries classification and management system (ICCMS) - Methods for staging of the caries process and enabling dentists to manage caries. **Community Dentistry and Oral Epidemiology**, 2013.

PITTS, N. B. et al. Dental caries. **Nat Rev Dis Primers**. v. 3, n. 17030, p. 1-16, 2017.

POLLICK H. The role of fluoride in the prevention of tooth decay. **Pediatr Clin North Am**. v. 65, n. 5, p. 923-940, 2018.

TABCHOURY, C. P., & Cury, J. A. Study of dentifrices accelerated aging conditions to foresee the fluoride behavior in normal conditions. **Revista Brasileira de Farmacia**, 75, 67-71. 1994.

TENUTA, L. M. A. et al. Fluoride release from CaF₂ and enamel demineralization. **Journal of Dental Research**, v. 87, n. 11, p. 1032–1036, 2008.

TENUTA, L. M. A.; CURY, J. A. Laboratory and human studies to estimate anticaries efficacy of fluoride toothpastes. **Monographs in Oral Science**, v. 23, p. 108–124, 2013.

TINANOFF, N. et al. Early childhood caries epidemiology, aetiology, risk assessment, societal burden, management, education, and policy: Global perspective. **International journal of paediatric dentistry**, v. 29, n. 3, p. 238-248, 2019.

TOMAZ, P. L. S. et al. Effects of 1450-ppm fluoride-containing toothpastes associated with boosters on the enamel remineralization and surface roughness after cariogenic challenge. **European Journal of Dentistry**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 161–170, 2020.

TWETMAN, S. Prevention of dental caries as a non-communicable disease. **Eur J Oral Sci**. v, 126, p. 19-25, 2018.

WHELTON, H. P. Fluoride revolution and dental caries: evolution of policies for global use. **J Dent Res**. v. 98, n. 8, p. 837-846, 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. Global oral health status report: towards universal health coverage for oral health by 2030. Regional summary of the African Region. **World Health Organization**, 2022.

ANEXO A – NORMAS DA REVISTA JOURNAL OF APPLIED ORAL SCIENCE

Tipos de Documentos Aceitos:

- Artigos Originais
- Artigos de Revisão (incluindo revisões sistemáticas) a
- convite dos editores
- Preprints, desde que disponíveis em plataformas de sistema aberto, confiável e que permita discussão aberta antes da publicação/aceite (ver seção Preprints na política editorial)

Contribuição dos Autores

A autoria deverá ser atribuída seguindo as recomendações do ICMJE: contribuições substanciais à concepção ou projeto do estudo; ou coleta, análise, ou interpretação dos dados do estudo; redação ou revisão crítica com importante contribuição intelectual; aprovação final da versão a ser publicada; e concordância de se responsabilizar por todos os aspectos do trabalho, assegurando que as questões relacionadas com a exatidão e integridade de qualquer parte do estudo foram devidamente investigadas e resolvidas.

Todos os autores devem ter registro no ORCID e vinculá-lo ao registro no ScholarOne. Consulte o Guia do Autor para orientações de como vincular o ORCID a sua conta no ScholarOne. Também deverão ser adicionados na etapa 4 do processo de submissão no sistema ScholarOne. Todos os autores devem descrever a sua participação na elaboração do manuscrito, usando a estrutura de taxonomia do CREDiT, contidas no Formulário de Submissão e também durante a submissão do manuscrito no ScholarOne.

Preparação do Manuscrito

Formato de Envio dos Artigos

Title page

Deverá ser submetida em arquivo separado do arquivo principal e conter:

- a) O título do manuscrito em inglês.
- b) Os nomes dos autores na ordem direta seguido da sua afiliação institucional. Para autores brasileiros, as afiliações devem vir em português, em espanhol para latino-americanos e em inglês para as demais nacionalidades.

A autoria deverá ser atribuída seguindo as recomendações do ICMJE: contribuições substanciais à concepção ou projeto do estudo; ou coleta, análise, ou interpretação dos dados do estudo; redação ou revisão crítica com importante contribuição intelectual; aprovação final da versão a ser publicada; e concordância de se responsabilizar por todos os aspectos do trabalho, assegurando que as questões relacionadas com a exatidão e integridade de qualquer parte do estudo foram devidamente investigadas e resolvidas.

Todos os autores devem ter registro no ORCID (<https://orcid.org/>) e vinculá-lo ao registro no ScholarOne.

Consulte o Guia do Autor para orientações de como vincular o ORCID a sua conta no ScholarOne. Todos os autores deverão ser adicionados na etapa 4 do processo de submissão no sistema ScholarOne. Todos os autores devem descrever a sua participação na elaboração do manuscrito, usando a estrutura de taxonomia do CREDiT, contidas no Formulário de Submissão e também durante a submissão do manuscrito no ScholarOne.

- c) Endereço completo do autor correspondente, a quem todas as correspondências serão endereçadas, incluindo telefone e endereço de e-mail.
- d) Informação sobre o depósito do manuscrito em um servidor de preprints, quando for o caso, indicando o endereço de acesso e número DOI; citação e referenciamento dos dados de pesquisa especificando o repositório e o número DOI. Anexar o formulário de Conformidade com a Ciência Aberta.

e) Nota obrigatória informando se o manuscrito é derivado de dissertações ou teses e seu respectivo endereço de acesso quando disponível.

Arquivo principal

O manuscrito deverá ser previamente traduzido ou revisado quanto à língua inglesa por empresa, profissional autônomo ou autores que tenham a língua inglesa como nativa.

- a) Título do trabalho em inglês.
- b) Resumo estruturado de no máximo 300 palavras em parágrafo único, contendo as seguintes subseções: breve introdução, objetivo, conclusões. metodologia, resultados e conclusões.
- c) Palavras-chave: correspondem às palavras ou expressões que identificam o conteúdo do artigo. Para determinação das palavras-chave, os autores deverão consultar a lista de assuntos do MeSH e DeCS. Deve-se adicionar de 3 a 5 palavras-chave separadas entre si por pontos e devem ter a primeira letra da primeira palavra em letra maiúscula. Ex: Dental implants. Fixed prosthesis. Photoelasticity. Passive fit.
- d) Introdução: resumo do raciocínio e a proposta do estudo, citando somente referências pertinentes. Estabelecer a hipótese do trabalho.
- e) Metodologia: o material e os métodos são apresentados com detalhes suficientes para permitir a confirmação das observações. Incluir cidade, estado e país de todos os fabricantes depois da primeira menção dos produtos, instrumentais, softwares, equipamentos, etc. Métodos publicados devem ser referenciados e discutidos brevemente, exceto se modificações tenham sido feitas. Indicar os métodos estatísticos utilizados, se aplicável. Consultar o item princípios éticos e registro de ensaios clínicos.

- f) Resultados: devem ser apresentados em uma sequência lógica no texto, com tabelas e ilustrações. Não repetir no texto todos os dados das tabelas e ilustrações, enfatizando somente as observações importantes.
- g) Discussão: enfatizar os aspectos novos e importantes do estudo contextualizando com observações de investigações prévias. Não repetir em detalhes dados ou informações citadas na introdução ou resultados. Apontar as implicações de seus achados e suas limitações.
- h) Conclusão: Listar sucintamente as conclusões que podem ser extraídas da pesquisa. Não apenas reafirmar os resultados, mas estabelecer conclusões pertinentes aos objetivos e justificadas pelos dados. Na maioria das situações, as conclusões são verdadeiras apenas para a população do experimento.
- i) Agradecimentos (quando apropriado): agradeça aos que tenham contribuído de maneira significativa para o estudo (pessoas, laboratórios, setores etc).
- j) Financiamentos: especifique patrocinadores, auxílios financeiros, bolsas e/ou programas citando o nome da organização de apoio de fomento e o número do processo.
- k) Declarações: adicionar, após os agradecimentos, quando houver, as declarações de conflito de interesse e de disponibilidade de dados de pesquisa.
- l) Referências (ver item Referências).

Resumo gráfico

Um resumo gráfico é um formato visual do manuscrito para resumir os achados essenciais do estudo. Ajuda a divulgar informações fáceis e concisas, que podem ser rapidamente incorporadas pelos leitores e ajudam a ser compartilhadas, inclusive nas mídias sociais. **Portanto, o JAOS encoraja esta submissão.** Uma figura original que indique claramente a sequência descrita

no manuscrito precisa ser projetada (JPEG, mínimo de 300 dpi e 1080 x 1080 pixels - largura x altura) e enviada como um arquivo separado. Exemplos:

<https://www.instagram.com/p/CL44dlbF-wu/>

<https://www.instagram.com/p/CVh4M9aFsGw/>

<https://www.instagram.com/p/CHhyixyFkag/>

Ativos Digitais

As ilustrações (fotografias, gráficos, desenhos, fluxogramas etc.) serão consideradas no texto como figuras, sendo limitadas ao mínimo indispensáveis e devem ser adicionadas em arquivos separados, numeradas consecutivamente em algarismos arábicos, segundo a ordem em que aparecem no texto. Devem apresentar formato .jpg, com no mínimo 300 dpi de resolução e entre 15 cm a 20 cm de largura.

Materiais provenientes de câmeras digitais devem ter no mínimo 3 megapixels de resolução óptica sem compressão (módulo high definition).

As tabelas deverão ser logicamente organizadas, numeradas consecutivamente em algarismos arábicos e a legenda será colocada na parte superior. Devem ser incluídas no texto do manuscrito.

As legendas das ilustrações e os títulos das tabelas deverão ser claros, concisos e localizados ao final do arquivo principal em forma de lista separada e precedidas da numeração correspondente.

As notas de rodapé de ilustrações e tabelas serão indicadas por asteriscos e restritas ao mínimo indispensável.

Citações e Referências

A citação dos autores no texto poderá ser feita de duas maneiras:

- 1) Somente numérica - As referências devem ser citadas em ordem crescente no parágrafo.

Ex. ... and interfere with the bacterial system and tissue system.^{3,4,7-10}

2) ou alfanumérica:

Um autor: Gatewood³¹ (2012)

Dois autores: Cotti and Mercurio¹⁹ (2016)

Três autores: Azar, Safi, Nikaein²⁷ (2012)

Mais que três autores: Gealh, et al.²⁸ (2014)

Referências

As Referências deverão obedecer aos requisitos "Uniform requirements for manuscripts submitted to Biomedical Journals- Vancouver".

Toda referência deverá ser citada no texto. Elas devem ser ordenadas de acordo com sua apresentação no texto e numeradas sequencialmente em ordem crescente. As abreviaturas dos títulos dos periódicos citados deverão estar de acordo com o padrão MEDLINE.

Não incluir comunicações pessoais e materiais bibliográficos sem data de publicação na lista de referências.

Teses, dissertações, monografias e resumos não serão aceitos como referências, mesmo que apresentem DOI.

Minimizar referências a publicações em línguas que não a inglesa. O título traduzido em inglês deve ser citado entre colchetes e o idioma original inserido no final da referência.

Listar os nomes dos 6 primeiros autores do trabalho; excedendo este número, os 6 primeiros autores do trabalho devem ser citados, seguidos pela expressão

"et al." não escrita em itálico e acompanhada por ponto final. Ex: Cintra LT, Samuel RO, Azuma MM, Ribeiro CP, Narciso LG, Lima VM, et al.

Não ultrapassar a citação de 40 referências.

Exemplos de Referências

Livro

Preedy VR, organizator. Fluorine: chemistry, analysis, function and effects. London: Royal Society of Chemistry; 2015.

Capítulo de livro

Buzalaf CP, Leite AL, Buzalaf MA. Fluoride metabolism. In: Preedy VR, organizator. Fluorine: chemistry, analysis, function and effects. London: Royal Society of Chemistry; 2015. p. 54-72.

Artigo de periódico

Conti PC, Bonjardim LR, Stuginski-Barbosa J, Costa YM, Svensson P. Pain complications of oral implants: Is that an issue? J Oral Rehabil. 2021;48(2):195-206. Doi: 10.1111/joor.13112.

Artigo de periódico com idioma original que não o inglês

Schubert O, Le V, Probst F. Chancen und Risiken von Zahnimplantaten [Dental implants - opportunities and risks]. MMW Fortschr Med. 2022;164(9):50-2. German. doi: 10.1007/s15006-022-0970-4.

Artigo de periódico exclusivamente na Internet (com identificador eletrônico)

Peixoto KO, Resende CM, Almeida EO, Almeida-Leite CM, Conti PC, Barbosa GA, et al. Association of sleep quality and psychological aspects with reports of

bruxism and TMD in Brazilian dentists during the COVID-19 pandemic. J Appl Oral Sci [Internet]. 2021 [cited 2022 June 20];29:e20201089. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-7757-2020-108>.

Artigo de periódico com DOI

Francesse MM, Gonçalves IV, Vertuan M, Souza BM, Magalhães AC. The protective effect of the experimental TiF4 and chitosan toothpaste on erosive tooth wear in vitro. Sci Rep. 2022;12(1):7088. doi: 10.1038/s41598-022 11261-1.

Artigo de periódico Epub ahead of print/In press/Forthcoming

Pucciarelli MG, Toyoshima GH, Oliveira TM, Neppelenbroek KH, Soares S. Quantifying the facial proportions in edentulous individuals before and after rehabilitation with complete dentures compared with dentate individuals: a 3D stereophotogrammetry study. J Prosthet Dent. Forthcoming 2022. doi: 10.1016/j.prosdent.2022.03.013.

Preprint

Weissheimer T, Só MV, Alcalde MP, Cortez JB, Rosa RA, Vivan RR, et al. Evaluation of mechanical properties of coronal flaring nickel-titanium instruments. Research Square rs-49258/v1 [Preprint]. 2020 [cited 2020 Sept 2]. Available from: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-49258/v1>.

Dados de pesquisa

Mahardawi B. The role of hemostatic agents following dental extractions: a systematic review and meta-analysis [dataset]. 2022 Mar 14 [cited 2022 Apr 22]. In: Dryad [Internet]. doi: 10.5061/dryad.59zw3r297. Available from: <https://doi.org/10.5061/dryad.59zw3r297>.

Inteligência artificial

ChatPDF GmbH. What is the significance of beta-defensin 118 in the defense against Candida infection? [artificial intelligence]. GPT-3.5 version 2023 [cited 2023 Oct 19]. Available from: <https://www.chatpdf.com/>.

Artigos com mais de 6 autores

Citam-se até os 6 primeiros seguidos da expressão "et al." Bergantin BT, Di Leone CC, Cruvinel T, Wang L, Buzalaf MA, Borges AB, et al. S-PRG-based composites erosive wear resistance and the effect on surrounding enamel. Sci Rep. 2022;12(1):833. doi: 10.1038/s41598-021-03745-3.

Volume com suplemento e/ou Número Especial

Ricomini AP Filho, Chávez BA, Giacaman RA, Frazão P, Cury JA. Community interventions and strategies for caries control in Latin American and Caribbean countries. Braz Oral Res. 2021;35(suppl 1):e054. doi: 10.1590/1807 3107bor-2021.vol35.0054.

A exatidão das referências é de responsabilidade dos autores.

Documentos Suplementares

O Formulário de Submissão, assinado por TODOS os autores, deve ser submetido como arquivo obrigatório.

Formulário sobre Conformidade com a Ciência Aberta DEVE ser submetido como arquivo obrigatório.

Informações Adicionais

Os manuscritos deverão ser submetidos por meio do endereço: <https://mc04.manuscriptcentral.com/jaos-scielo>.