

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO ESTADO DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA

Breno Bevilaqua e Silva Ribeiro

**EFEITO ANTI-EROSIVO DE GÉIS EXPERIMENTAIS A BASE DE PRÓPOLIS
SOBRE LESÕES INICIAIS EM DENTINA CERVICAL RADICULAR BOVINA**

Belém

2024

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO ESTADO DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA

Breno Bevilaqua e Silva Ribeiro

**EFEITO ANTI-EROSIVO DE GÉIS EXPERIMENTAIS A BASE DE PRÓPOLIS
SOBRE LESÕES INICIAIS EM DENTINA CERVICAL RADICULAR BOVINA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia - Mestrado Profissional em Clínica Odontológica como requisito para obtenção do título de Mestre.

Área de Concentração: Dentística.

Orientadora: Profa. Dra. Paula Mendes Acatauassú Carneiro

Belém

2024

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO ESTADO DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA

Breno Bevilaqua e Silva Ribeiro

EFEITO ANTI-EROSIVO DE GÉIS EXPERIMENTAIS A BASE DE PRÓPOLIS
SOBRE LESÕES INICIAIS EM DENTINA CERVICAL RADICULAR BOVINA

Data: 24/09/2024

Conceito: Aprovado

Banca Examinadora

Profa. Dra. Paula Mendes Acatauassú Carneiro (Orientadora)
Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA)

Profa. Dra. Cristiane de Melo Alencar
Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA)

Profa. Dra. Jesuina Lamartine Nogueira Araújo
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Profa. Dra. Roberta Pimentel de Oliveira (Suplente)
Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA)

DEDICATÓRIA

*A minha **família**, que sempre me apoiou e esteve ao meu lado, incentivando-me a ser um profissional sempre em processo de evolução.*

Breno Bevilaqua e Silva Ribeiro

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pela vida, proteção, saúde e orientação a cada dia da minha vida.

A minha **mãe Sandra**, meu **pai Arcelino** e meu **irmão Arcelino Filho**, por sempre estarem ao meu lado, incentivando-me a estar sempre em processo de evolução, não somente profissional, como pessoal. Por acreditarem em mim mais do que eu acredito em mim mesmo. Jamais terei como retribuir tudo o que vocês fazem por mim. Amo vocês.

Ao meu filhote de quatro patas canino, **Luke**, por ser essa imensidão de amor incondicional e infinito que os animais conseguem ser em nossas vidas. Te amo demais.

A minha queridíssima orientadora, **Profa. Dra. Paula Carneiro**, por ser um exemplo de ser humano, profissional, professora, dentista e orientadora. Por me inspirar a seguir a minha jornada profissional na especialidade da Dentística. Por ser essa inspiração de profissional que eu almejo um dia ser. Agradeço imensamente por todos os momentos de aprendizado ao longo destes anos no MPCO. Obrigado por tudo.

A **Profa. Dra. Cristiane Alencar**, por ser uma grande inspiração como profissional, pesquisadora, professora, amiga e ser humano. Obrigado por me inspirar a seguir no campo da pesquisa científica e a trilhar minha jornada no campo da dentística. Agradeço sua infinita dedicação, incentivo e paciência. Agradeço-lhe por todos os momentos de orientação e apoio.

A todos os incríveis **Professores** do Mestrado Profissional em Clínica Odontológica. Prof. Dr. Marcelo Carneiro, Prof. Dr. Sílvio Menezes, Prof. Dr. Aluísio Celestino, Prof. Dr. Douglas Magno, Prof. Dr. Sandro Loretto, Prof. Dr. Jesus Pinheiro Júnior, Profa. Dra. Patrícia Rodrigues, Profa. Dra. Paula Carneiro, Profa. Dra. Paula Gabriela Pessoa, Profa. Dra. Cristiane Alencar, Profa. Dra. Roberta Pimentel, Profa. Msc. Ceci Baker, Profa. Msc. Sandra Daher e Profa. Dra. Mileide Brito. Obrigado por todos os ensinamentos.

Aos **amigos** que o MPCO me deu de presente, obrigado por tornarem estes anos mais leves. Obrigado em especial a **Alessandra Vasconcelos, Samara Martins, Natácia Menezes, Igor Soares, Luíza Braga e Thayna Tavares**. Pelo companheirismo, amizade e parceria em todos os momentos que passamos juntos. Que continuemos nossas

jornadas apoiando uns aos outros sempre. Que nossos caminhos continuem se cruzando, e que sejamos sempre guiados em nossos passos.

As amigas **Laíse Louzeiro**, **Maria Eduarda Bentes** e a todos do **LABMULT** por todo o apoio, ensinamentos e auxílio durante as etapas laboratoriais deste trabalho.

Ao Centro Universitário do Estado do Pará (**CESUPA**) e a todos os seus **colaboradores**. Obrigado por todo o apoio, dedicação e carinho de cada um que eu tive a oportunidade de conhecer desde o início da minha graduação até o momento. Sentirei saudades, mas espero retornar em breve.

*“Não fiz o melhor, mas fiz tudo para que o melhor fosse feito.
Não sou o que deveria ser, mas não sou o que era antes.”*

Martin Luther King

Resumo

Objetivo: O presente estudo teve como objetivo avaliar o potencial preventivo de géis experimentais a base de própolis, sobre a estrutura inorgânica de lesões iniciais de erosão dentinária.

Materiais e métodos: quarenta amostras de dentina cervical bovina (4x4x2) foram obtidas e pré erodidas em solução de ácido cítrico a 1%, pH 2,0 por, 10 minutos. Posteriormente as amostras foram randomizadas em 4 grupos de acordo com o tratamento anti-erosivo: G1 – gel experimental sem componente ativo; G2 – gel experimental com própolis a 0,5%; GP3– gel experimental com própolis a 1%; G4 – gel dessensibilize Ultra EZ (Ultradent, Indaiatuba, SP, Brasil). Foi realizada ciclagem erosiva e tratamento durante 3 dias. Após a ciclagem, as amostras foram submetidas a teste de perfilometria 3D para mapeamento da topografia de superfície e mensuração da perda de estrutura dentária (TSL – Tooth Structure Loss). Em seguida foi realizada análise qualitativa de microscopia eletrônica de varredura (MEV) para avaliar a morfologia superficial dos espécimes. O teste ANOVA One way, seguido de pós-teste de Tukey, foi usado para analisar os dados.

Resultados: Os menores valores de rugosidade foram demonstrados no grupo experimental G3 ($p < 0,05$). Além disso, a TSL foi significativamente menor no grupo experimental G3 em comparação aos demais ($p < 0,05$). Os grupos experimentais G2 e G3, demonstram obliteração dos túbulos dentinários. Além disso, em G3 foi possível observar alta cobertura de precipitados na superfície das amostras.

Conclusão: Dessa forma, o gel experimental à base de própolis a 1% apresentou desempenho promissor sobre lesões iniciais de erosão dentinária.

Palavras Chaves: Erosão Dentária; Dentina; Própolis.

Abstract

Objective: The aim of this study was to evaluate the preventive potential of na experimental propolis-based gels on the inorganic structure of initial dentin erosion lesions.

Materials and Methods: Forty bovine cervical dentin samples (4x4x2 mm) were obtained and pre-eroded in a 1% citric acid solution, pH 2.0, for 10 minutes. The samples were then randomized into four groups based on the anti-erosive treatment: G1 – experimental gel without active component; G2 – experimental gel with 0.5% propolis; G3 – experimental gel with 1% propolis; G4 – Ultra EZ desensitizing gel (Ultradent, Indaiatuba, SP, Brazil). Erosion cycling and treatment were performed for 3 days. After cycling, the samples were subjected to 3D profilometry testing to map the surface topography and measure the tooth structure loss (TSL). Scanning electron microscopy (SEM) was then performed for qualitative analysis to assess the surface morphology of the specimens. The One-way ANOVA test, followed by the Tukey post-test, was used to analyze the data.

Results: The lowest roughness values were observed in the experimental group G3 ($p < 0.05$). Additionally, TSL was significantly lower in group G3 compared to the other groups ($p < 0.05$). The experimental groups G2 and G3 showed obliteration of dentinal tubules. Furthermore, in G3, a high coverage of precipitates on the surface of the samples was observed.

Conclusion: Thus, the experimental propolis-based gel at 1% showed promising performance on initial dentin erosion lesions.

Keywords: Dental Erosion; Dentin; Propolis.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

LCNCs	Lesões Cervicais Não Cariosas
JEC	Junção Amelocementária/Cemento-Esmalte
NaF	Fluoreto de Sódio
CaF ₂	Fluoreto de Cálcio
TSL	Tooth Structure Loss
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
SOCIPE	Cooperativa da Indústria Pecuária do Pará
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
CESUPA	Centro Universitário do Estado do Pará
mm	Milímetros
rpm	Rotações Por Minuto
pH	Potencial Hidrogeniônico
g	Gramas
ml	Mililitro
KCl	Cloreto de Potássio
NaCl	Cloreto de Sódio
MgCl ₂	Cloreto de Magnésio
K ₂ HPO ₄	Fosfato Dipotássico
CaCl ₂	Cloreto de Cálcio
°C	Graus Celsius
v/v	(volume)/(volume)
m/v	(massa)/(volume)
%	Porcentagem
m/m	(massa)/(massa)
®	Marca Registrada
EDTA	Ácido Etilenodiamino Tetra-Acético
q.s.p.	Quantidade Suficiente Para
UFPA	Universidade Federal do Pará
LABIOMAT	Laboratório de Biomateriais da Faculdade de Odontologia
m/s	Metros/Segundo
Δ	Delta

μm	Micrômetro
FOP	Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas
h	Hora
kV	Quilovolt
x	Ampliação
α	Nível de Significância
p	Valor-p
<	Menor que
M	Média
$\pm\text{DP}$	Desvio Padrão
Ra	Rugosidade Linear
CPP-ACP	Caseína Fosfato de Cálcio Amorfo
MMPs	Metaloproteinases

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** A) Dente bovino incisivo. B) Raspagem com curetas periodontais dos dentes. C) Profilaxia com pedra pomes e escova de Robinson. D) Secção em máquina de corte de precisão automática Minitom (Struers, SP, Brasil). E) Visualização da separação da coroa e raiz 1mm abaixo da JCE. F) Fragmento de dentina da face vestibular com dimensões padronizadas obtido. G) Medição do fragmento contendo 4mm de largura e comprimento. H) Medição do fragmento contendo 2mm de espessura.....18
- Figura 2.** A) Amostras com suas superfícies laterais e fundos recobertas com verniz impermeável de cor vermelha (Colorama). B) Amostras imersas em solução de ácido cítrico a 1%, pH 2,0 por 10 minutos para o processo de pré-erosão. C) Metade da superfície vestibular das amostras protegida com a aplicação de verniz impermeável de cor vermelha.....18
- Figura 3.** A) Gel Aquoso sem Componente Bioativo. B) Gel Experimental com Própolis a 0,5%. C) Gel Experimental com Própolis a 1%. D) Gel Dessensibilize Ultra EZ (Ultradent, Indaiatuba, SP, Brasil).....19
- Figura 4.** A) Gel Aquoso sem Componente Bioativo. B) Gel Experimental com Própolis a 0,5%. C) Gel Experimental com Própolis a 1%. D) Gel Dessensibilize Ultra EZ (Ultradent, Indaiatuba, SP, Brasil).....21
- Figura 5.** A) Imersão das amostras em ácido cítrico (1%; pH 2) por um período de 5 minutos. B) Imersão em saliva artificial por um período de 2 horas.....21
- Figura 6.** A) Metalizador (SCD 050, Baltec, Jundiaí, SP, Brasil) B e C) Microscópio eletrônico de varredura (JSM-IT300 InTouchScope™ Scanning Electron Microscope, Joel, Akishima, Tóquio, Japão).22
- Figura 7.** A, B e C) Processo de metalização das amostras para análise em MEV.....22
- Figura 8.** Fotomicrografias de Perfilometria 3D de não contato.....24
- Figura 9.** Fotomicrografias obtidas em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) dos grupos amostrais G1 (A), G2 (B), G3 (C) e G4 (D). Aumento de 1500x (A, B, C e D).....25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Grupos Amostrais.....	19
Tabela 2. Descrição do gel a ser utilizado no grupo controle (Grupo G4).....	19
Tabela 3. Composição química da formulação dos géis experimentais de Própolis.....	20
Tabela 4. Média (M) e desvio padrão (\pm DP) dos valores de rugosidade linear (Ra) e perda de volume.....	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	16
2.1. Objetivo Geral.....	16
2.2. Objetivos Específicos.....	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS	17
3.1. Aspectos Éticos.....	17
3.2. Preparo das Amostras.....	17
3.3. Proteção da Superfície das Amostras e Erosão Inicial.....	18
3.4. Tratamentos Anti-Erosivos.....	18
3.5. Preparo das Soluções Experimentais.....	19
3.5.1. Obtenção Do Material Vegetal.....	19
3.5.2. Preparo do Extrato de Própolis.....	20
3.5.3. Preparo do Gel Creme de Vagens de Própolis.....	20
3.6. Ciclagem Erosiva.....	21
3.7. Perfilometria 3D.....	22
3.8. MEV – Microscopia Eletrônica De Varredura.....	22
3.9. Análise Estatística.....	23
4. RESULTADOS	24
4.1. Rugosidade Linear E Perda de Volume.....	24
4.2. MEV – Microscopia Eletrônica de Varredura.....	25
5. DISCUSSÃO	26
6. CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS.....	30

1. INTRODUÇÃO

As lesões cervicais não-cariosas (LCNCs) são áreas de perda de estrutura dentária mineralizada não decorrentes da ação de bactérias, e sim da associação de múltiplos fatores de desgaste na região da junção amelocementária/cemento-esmalte (JEC). Estas lesões podem apresentar-se clinicamente de distintas formas: sulcos rasos, lesões amplas e irregulares ou grandes defeitos em formato de cunha; com o assoalho plano, arredondado ou em ângulo reto. As LCNCs são: abrasão, abfração, atrição e erosão. (Cavalcante, *et al.*, 2021; Levitch, *et al.*, 1994).

A erosão dental pode ser caracterizada como uma lesão cervical não-cariosa provocada por processo químico, decorrente da exposição a produtos ácidos não-bacterianos. O processo erosivo apresenta etiologia multifatorial, podendo ser endógeno (ácidos provenientes do meio interno), exógeno (ácidos originários do meio externo), ou através da associação de ambas as exposições (combinada). A erosão dental pode afetar tanto a dentição decídua como a permanente, ocorrendo, portanto, independentemente da idade do paciente. Pode vir a englobar todas as superfícies dentais, entretanto afeta principalmente a superfície oclusal e faces vestibulares dos dentes superiores e inferiores (erosão exógena), e as faces palatinas dos dentes anteriores superiores (erosão endógena). (Schlueter, *et al.*, 2020; Kanzow *et al.*, 2016; Jaeggi & Lussi, 2006).

O fenômeno da erosão exerce efeitos diferenciados sobre tecidos dentários distintos, tendo em vista as particularidades das composições químicas destes. Estruturalmente, esmalte e dentina são predominantemente formados por cristais de hidroxiapatita. Enquanto o esmalte é constituído por aproximadamente 96% de matriz inorgânica (conteúdo mineral), 4% de matriz orgânica (proteínas e lipídios) e água, a dentina apresenta conteúdo mineral inferior (70%), 20% de matriz orgânica e 10% de água. (Lussi, *et al.*, 2011; Teruel, *et al.*, 2015).

Esta desmineralização erosiva provoca inicialmente um amolecimento superficial do esmalte, provocando aumento da rugosidade superficial, e a progressão deste tipo de lesão advém da dissolução de camada por camada dos cristais de esmalte, ocasionando perda permanente de massa dentária, com a manutenção de uma camada de tecido amolecido na superfície dentária remanescente. Os sinais clínicos iniciais de erosão dental são superficiais, ocorrendo principalmente diminuição de textura dentária, acima ou na área da JEC, usualmente mantendo-se uma banda intacta na margem cervical. Em casos mais avançados, ocorre o envolvimento da dentina. (Lussi, *et al.*, 2011; Schlueter, *et al.*, 2020).

A erosão dental é um problema de grande relevância atualmente na odontologia, considerando-se o número elevado de casos clínicos segundo a literatura. Sendo assim, é de extrema importância que os profissionais estejam aptos a identificarem os primeiros sinais clínicos desta condição, visando a implementação de estratégias e protocolos eficazes, não somente com objetivos preventivos, como também com o propósito de evitar a progressão de lesões já em desenvolvimento. Destaca-se também que protocolos minimamente invasivos reduzem a necessidade de procedimentos restauradores extensos. (Donovan *et al.*, 2021).

O tratamento preventivo e controle não-restaurador da erosão dental é realizado mediante aplicação de agentes tópicos, os quais podem ser categorizados em: fluoretos tópicos, agentes a base de fosfato de cálcio, compostos orgânicos e outros agentes anti-erosivos. Entre as propriedades ideais que estes materiais devem apresentar, destacam-se: formar uma camada protetora na superfície dental, modificar os cristais de hidroxiapatita, modificar a película salivar, fornecer íons de fosfato/cálcio, e neutralizar a acidez. (Chawhuaveang *et al.*, 2022).

A aplicação de fluoretos tópicos ainda é proposta como o procedimento preventivo com maior eficácia para casos de erosão dental. Todavia, exacerba-se a necessidade de pesquisar soluções com componentes bioativos que apresentem maior potencial anti-erosivo, considerando-se que a maioria dos agentes tópicos para a prevenção ou controle da erosão dental são utilizados em estágios precoces, e a efetividade destes em casos mais avançados apresenta-se insatisfatória. (Erpaçal, Bahsi & Sonkaya, 2018; Chawhuaveang *et al.*, 2022).

O mecanismo de ação dos fluoretos de sódio (NaF) se dá pela precipitação de uma camada de fluoreto de cálcio (CaF₂). Esta camada de moléculas de fluoreto de cálcio (CaF₂) irá atuar como uma barreira mecânica protetora inibindo o contato de soluções ácidas com a superfície dentária erodida remanescente, além de ser um reservatório de flúor. Entretanto, esta barreira mecânica é apenas transitória. Sendo assim, produtos a base somente de fluoretos, os quais, segundo a literatura, permanecem apenas algumas horas na superfície dentária, não seriam soluções preventivas eficazes a longo prazo, tendo em vista que representariam uma proteção efêmera contra o processo erosivo. (Lussi *et al.*, 2019; Saxegaard & Rölla, 1988).

A própolis, um complexo resinoso natural produzido por abelhas, é relatado na literatura como um material com grande potencial para uso na odontologia, por apresentar importantes propriedades antibacterianas, antifúngicas, antioxidantes, anestésicas, anti-

inflamatórias, entre outras. Este produto em sua forma bruta, apresenta aspecto viscoso/adesivo, é coletado por abelhas sobretudo de botões de flores e folhas de diferentes espécies de plantas, consistindo basicamente em uma combinação de resinas vegetais, óleos essenciais, cera de abelha, pólen e outros compostos orgânicos. Quimicamente, é rica em polifenóis, sendo os principais os flavonóides e ácidos fenólicos. Além destes, apresenta em sua composição ácidos e ésteres aromáticos, aldeídos e cetonas, terpenóides e fenilpropanóides, esteróides, aminoácidos, polissacarídeos e muitos outros compostos orgânicos e inorgânicos. Sua composição apresenta variação de acordo com a localização geográfica e fatores ambientais. Atualmente, destaca-se como matéria-prima inicial para a produção de extratos naturais que podem atuar como ingredientes ativos farmacêuticos. (Šuran *et al.*, 2021; Lesmana *et al.*, 2022; Zuhendri, *et al.*, 2021).

Estudos demonstram a compatibilidade da própolis como material bioativo em biomateriais odontológicos, entre eles os biomateriais a base de hidroxiapatita/fosfato de cálcio, os quais tem suas propriedades físico-químicas aprimoradas por este componente natural, potencializando a liberação de íons fosfato e cálcio e tornando a capacidade destes se ligarem ao esmalte de forma mais uniforme. (Lesmana *et al.*, 2022).

Relata-se que a incorporação de extrato de própolis em enxaguantes bucais e dentifrícios potencializa suas propriedades, assim como vernizes a base de própolis exibem atividade antimicrobiana satisfatória contra *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguinis*, *Streptococcus salivarius* e *Lactobacillus casei*, além de apresentarem baixa citotoxicidade em osteoblastos. Outros estudos demonstraram que dessensibilizantes experimentais à base de própolis apresentaram elevada eficácia no combate a hipersensibilidade dentinária. A incorporação da própolis em produtos em formato de gel também foi relatada na literatura com o propósito de reduzir a permeabilidade dentinária, apresentando resultados promissores, destacando-se a capacidade desta de obliterar parcialmente a dentina exposta (selamento parcial dos túbulos dentinários), com efeito similar a géis de oxalato de potássio e géis fluoretados. (Anjum *et al.*, 2019; De Luca *et al.*, 2014; Madhavan *et al.*, 2012; Sales-Peres *et al.*, 2011).

Considerando o impacto que a erosão dental apresenta, provocando danos extremamente significantes a saúde bucal da sociedade atualmente, assim como a falta de um protocolo terapêutico altamente eficaz, o presente estudo almeja desenvolver e avaliar possíveis géis anti-erosivos inovadores, contendo em suas composições químicas a própolis como matéria prima.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial preventivo anti-erosivo de géis experimentais a base de própolis, sobre a estrutura inorgânica de lesões iniciais de erosão dentinária.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Mensurar a perda de estrutura dentária (TSL – Tooth Structure Loss) das amostras posteriormente a realização do protocolo de desafio erosivo laboratorial por meio da Perfilometria 3D (análise de topografia da superfície);
- b) Avaliar a topografia de superfície mediante teste de rugosidade.
- c) Avaliar a obliteração de túbulos dentinários e a formação de precipitados na superfície das amostras dentinárias através da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. ASPECTOS ÉTICOS

Para o presente estudo, foram utilizados dentes de origem bovina hígidos extraídos de animais abatidos e doados para fins de pesquisa científica pela Cooperativa da Indústria Pecuária do Pará (SOCIPE). Foi realizado o encaminhamento do trabalho ao Comitê de Ética no Uso de Animais do Centro Universitário do Estado do Pará (CEUA-CESUPA). Todavia, de acordo com o escopo da legislação vigente deste, não há necessidade de submissão, visto que somente precisam de apreciação os protocolos que utilizam animais vivos em suas atividades.

3.2. PREPARO DAS AMOSTRAS

40 dentes bovinos (incisivos) foram limpos com o auxílio de curetas periodontais (Duflex, SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Posteriormente, submetidos à profilaxia com pedra pomes (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e água, utilizando-se uma escova de Robinson (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) acoplada a contra ângulo e micromotor. Em seguida foi conduzida a lavagem destes dentes em água deionizada e armazenamento destes em solução de Timol (Sigma-Aldrich Co.) a 0,1%.

Os dentes foram seccionados em uma máquina de corte de precisão automática Minitom (Struers, SP, Brasil) transversalmente, 1mm apical da junção cimento-esmalte, com o propósito de realizar a separação coroa-raiz (ajuste de 350rpm selecionado manualmente). Foram seccionados fragmentos de dentina cervical radicular da face vestibular com dimensões padronizadas (4mm de largura, 4mm de comprimento e 2mm de espessura), tendo sido utilizado um paquímetro para a confirmação destas.

O polimento dos espécimes foi realizado por intermédio de lixas de carbeto de silício #600 e #1200 (3M, Sumaré, São Paulo, Brasil), com movimentos circulares sob refrigeração com água abundante em lixadeira/politriz metalográfica (Arotec, SP, Brasil). Com o propósito de realizar a remoção de restos residuais provenientes da etapa do polimento, os espécimes foram submersos em cuba ultrassônica (Cristófoli, Campo Mourão, PR, Brasil) por ciclo determinado pelo fabricante (3 minutos em água destilada), após a utilização de cada lixa.

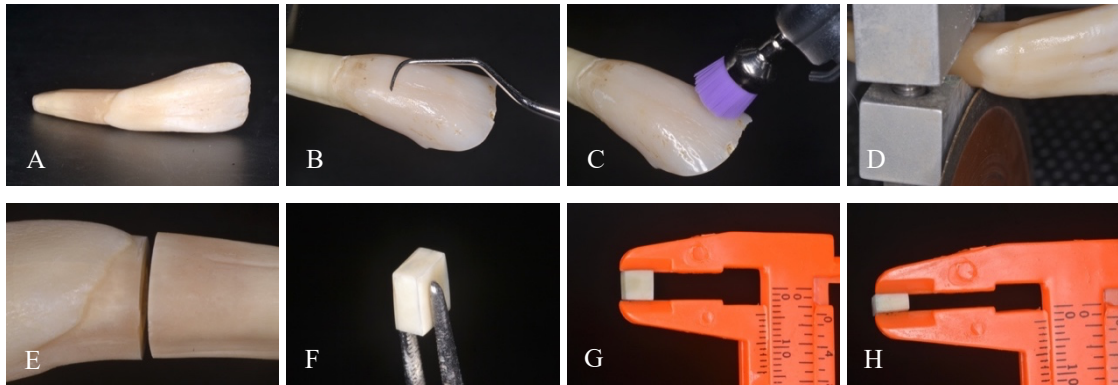


Figura 1. A) Dente bovino incisivo. B) Raspagem com curetas periodontais dos dentes. C) Profilaxia com pedra pomes e escova de Robinson. D) Secção em máquina de corte de precisão automática Minitom (Struers, SP, Brasil). E) Visualização da separação da coroa e raiz 1mm abaixo da JCE. F) Fragmento de dentina da face vestibular com dimensões padronizadas obtido. G) Medição do fragmento contendo 4mm de largura e comprimento. H) Medição do fragmento contendo 2mm de espessura. FONTE: Autor (2024).

3.3. PROTEÇÃO DA SUPERFÍCIE DAS AMOSTRAS E EROSÃO INICIAL

As quarenta amostras de dentina cervical radicular bovina (4x4x2) foram secas com lenço de papel (Kleenex, Kimberly-Clark Worldwide, Inc., Kimberly-Clark, EUA) e tiveram suas superfícies laterais e fundos recobertas com verniz impermeável de cor vermelha (Colorama), com o intuito de impedir a penetração da solução ácida nos túbulos dentinários. Realizada a devida proteção das superfícies, as amostras foram pré-erodidas em solução de ácido cítrico a 1%, pH 2,0 por 10 minutos, em temperatura ambiente, de acordo com adaptação do protocolo efetivado por Alencar et al. (2020). Em seguida os espécimes foram lavados em água destilada durante 10 segundos e secados. Metade da superfície vestibular foi protegida com a aplicação de verniz impermeável de cor vermelha. Posteriormente as amostras foram armazenadas em umidade 100%, até o início dos devidos procedimentos.



Figura 2. A) Amostras com suas superfícies laterais e fundos recobertas com verniz impermeável de cor vermelha (Colorama). B) Amostras imersas em solução de ácido cítrico a 1%, pH 2,0 por 10 minutos para o processo de pré-erosão. C) Metade da superfície vestibular das amostras protegida com a aplicação de verniz impermeável de cor vermelha. FONTE: Autor (2024).

3.4. TRATAMENTOS ANTI-EROSIVOS

Após a etapa da erosão inicial, as amostras foram randomizadas em quatro grupos de acordo com o tratamento anti-erosivo a ser aplicado ($n=10$): G1 – gel aquoso sem

componente bioativo; G2 – gel dental experimental com própolis a 0,5%; G3 – gel dental experimental com própolis a 1%; G4 – gel Dessensibilize Ultra EZ (Ultradent, Indaiatuba, SP, Brasil).

Tabela 1 - Grupos Amostrais.

Grupo	Tratamento Anti-Erosivo
G1 (n=10)	Gel Aquoso sem Componente Ativo.
G2 (n=10)	Gel Experimental com Própolis a 0,5%.
G3 (n=10)	Gel Experimental com Própolis a 1%.
G4 (n=10)	Gel Dessensibilize Ultra EZ (Ultradent, Indaiatuba, SP, Brasil)

Tabela 2 - Descrição do gel a ser utilizado no grupo controle (Grupo G4).

Gel	Fabricante	Composição
Dessensibilize Ultra EZ	Ultradent, Indaiatuba, SP, Brasil	Glicerol (<80%), Ácido Poliacrílico (>2,5-≤10%), Polietileno Glicol >2,5-≤10%), Nitrato de Potássio (≤3%), Hidróxido de Sódio (≤2,5%), Flúor (0,11%).

Os géis anti-erosivos foram aplicados às superfícies dentinárias das amostras em uma fina camada utilizando-se hastes flexíveis (Cotonete, Johnson & Johnson, São Paulo, SP, Brasil), agindo por 10 minutos. Posteriormente o excesso foi removido com lenços de papel toalha dupla face soft (Kleenex) e as amostras imersas em saliva artificial (0.96 g/1000 mL – KCl; NaCl; MgCl₂; K₂HPO₄; CaCl₂; Carboximetilcellulose; Sorbitol 70%; Nipagin; Nipazole e água deionizada), individualmente em placa de poços para a formação da película adquirida, durante 3 horas.

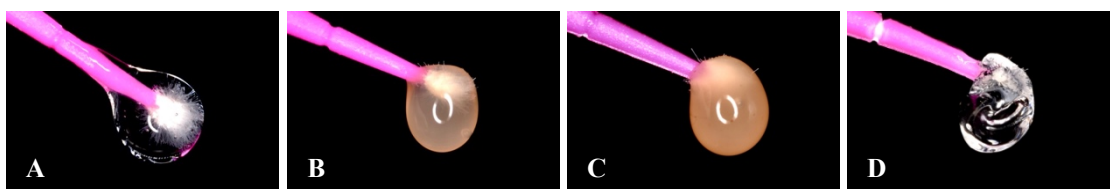


Figura 3. A) Gel Aquoso sem Componente Bioativo. B) Gel Experimental com Própolis a 0,5%. C) Gel Experimental com Própolis a 1%. D) Gel Dessensibilize Ultra EZ (Ultradent, Indaiatuba, SP, Brasil). FONTE: Autor (2024).

3.5. PREPARO DAS SOLUÇÕES EXPERIMENTAIS

3.5.1. OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL

A própolis foi fornecida pela empresa Ouremmel, situada em Ourem/PA, município localizado no nordeste do Pará. A resina foi triturada em liquidificador industrial, em seguida, o pó foi armazenado em frasco âmbar em freezer -20°C.

3.5.2. PREPARO DO EXTRATO DE PRÓPOLIS

O extrato foi obtido segundo a Farmacopéia Brasileira II (1988), empregando-se a maceração por 10 dias em solução hidroalcoólica 70% (v/v), na proporção 30% (m/v). Durante todo o processo, o material esteve ao abrigo da luz e em temperatura ambiente. Após extração, o extrato foi rotaevaporado, congelado e em seguida liofilizado. Ele permaneceu em freezer -20C, até o momento do uso.

3.5.3. PREPARO DO GEL DE PRÓPOLIS

Para a composição da formulação de gel creme de própolis foi feita com duas propostas, as quais estão descritas na Tabela 3.

Tabela 3 – Composição química da formulação dos géis experimentais de Própolis.

COMPONENTES DAS FORMULAÇÕES	CONCENTRAÇÃO (% , m/m)	
	F1	F2
Extrato de própolis	0,5	1
Glicerina Vegetal ^{*1}	5	5
Carbopol 940 ^{®*2}	1	1
Conservante ^{*3}	0,3	0,3
Hostacerin ^{®*4}	0,3	0,3
EDTA ^{*5}	0,05	0,05
Água Purificada q.s.p.	100	100

*1 – Umectante, ou seja, ela melhora a molhabilidade da formulação, evitando aspecto ressecado da própria fórmula quando em contato tópico. A glicerina auxilia na solubilidade da própolis, portanto tem papel fundamental na fórmula.

*2 – É um modificador reológico extremamente eficiente, capaz de fornecer alta viscosidade e formar géis transparentes cintilantes ou géis e cremes hidroalcoólicos.

*3 – Ação antimicrobiana.

*4 – Substância que auxilia na solubilidade de substâncias lipofílicas, auxilia na viscosidade e dá um aspecto de gel creme. A baixa concentração é sua grande vantagem, pois não altera o aspecto de gel.

*5 – É um antiquelante, auxilia na conservação também, importantíssimo em fórmulas com muita água. Anti quelante significa que não permite interação com metais presentes na água. Evita a alteração do cheiro, mudança de cor, degradação de insumos naturais como óleos e extratos vegetais.

3.6. CICLAGEM EROSIVA

O protocolo de ciclagem erosiva foi realizado durante três dias. Os espécimes já tratados foram removidos dos quarenta poços contendo saliva artificial e a película adquirida limpa com papel soft. Posteriormente foram submetidos a protocolo padronizado de erosão simulada laboratorial.

No início de cada dia, cada grupo amostral recebeu o seu respectivo tratamento anti-erosivo, através da aplicação por meio de hastes flexíveis (Cotonete, Johnson & Johnson, São Paulo, SP, Brasil) e aguardou-se um período de 10 minutos. Posteriormente os grupos foram imersos em ácido cítrico (1%; pH 2) por um período de 5 minutos, sendo as placas de poços colocadas em mesa agitadora orbital (AO-370, Gehaka, São Paulo, SP, Brasil), utilizando-se 200 rpm, considerando-se que as soluções ácidas no meio bucal não se apresentam estáticas. Em seguida, imersos em saliva artificial por um período de 2 horas, não utilizando-se a mesa agitadora durante a imersão em saliva artificial. Este processo intercalado foi realizado 2 vezes ao dia, durante os 3 dias.

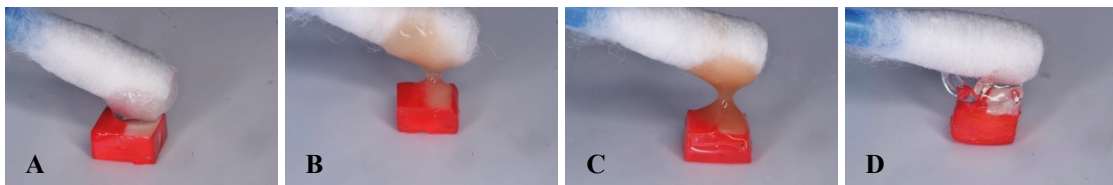


Figura 4. A) Gel Aquoso sem Componente Bioativo. B) Gel Experimental com Própolis a 0,5%. C) Gel Experimental com Própolis a 1%. D) Gel Dessensibilize Ultra EZ (Ultradent, Indaiatuba, SP, Brasil). FONTE: Autor (2024).

Ao final de cada dia, os espécimes foram armazenados em estufa a 37°C. A solução erosiva foi trocada a cada exposição. A água deionizada e a saliva artificial foram renovadas ao final de cada dia. O protocolo previamente descrito foi uma adaptação do efetuado por Alencar et al. (2020).

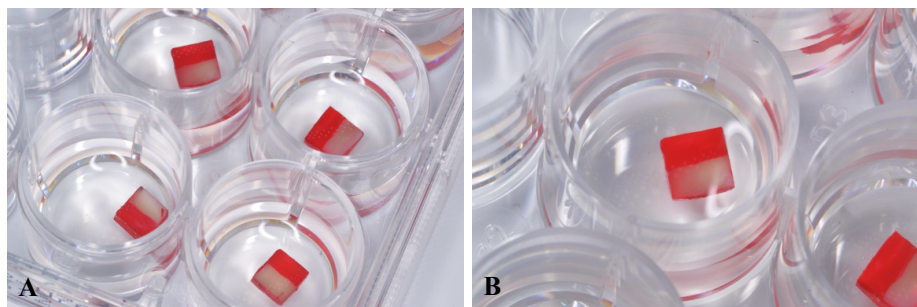


Figura 5. A) Imersão das amostras em ácido cítrico (1%; pH 2) por um período de 5 minutos. B) Imersão em saliva artificial por um período de 2 horas. FONTE: Autor (2024).

3.7. PERFILOMETRIA 3D

Essa etapa foi realizada no Laboratório de Biomateriais da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Pará – UFPA (LABIOMAT-UFPA). A umidade de 100% dos corpos de prova foi mantida durante todo o experimento. A topografia de superfície das amostras foi mensurada por intermédio de perfilômetro a laser 3D (LEXT OLS4000, Olympus, Tóquio, Japão). A captura foi realizada com um sensor confocal cromático com fonte axial de luz branca, velocidade de varredura de 2 m/s e índice de refração de 10.000.

Foi obtida área de 1mm x 1mm das amostras, da área correspondente a janela de exposição a ciclagem erosiva. A análise da respectiva área determinou a perda de estrutura dentária (TSL – Tooth Structure Loss), a qual representou a diferença de altura (Δ altura) entre a superfície não tratada e a superfície tratada e submetida ao desafio. O software Nanovea Professional 3D foi utilizado para calcular em μm os valores de TSL. Esta metodologia é uma adaptação do protocolo realizado por Alencar *et al.* (2020).

3.8. MEV – MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

A presente etapa foi conduzida na Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas (FOP-Unicamp). As imagens foram obtidas por meio da utilização de microscópio eletrônico de varredura (JSM-IT300 InTouchScope™ Scanning Electron Microscope, Joel, Akishima, Tóquio, Japão).

As amostras foram montadas em suportes de alumínio (12mm de diâmetro) com fita adesiva dupla face de carbono e metalizadas com ouro por 1,5h, que depositou sobre a amostra um filme com espessura média de 10 a 15 μm . As imagens foram geradas por detecção de elétrons secundários, utilizando aceleração de tensão de 3,0kV, distância de trabalho em torno de 15mm e ampliação de 1500x. As micrografias resultantes foram analisadas qualitativamente.

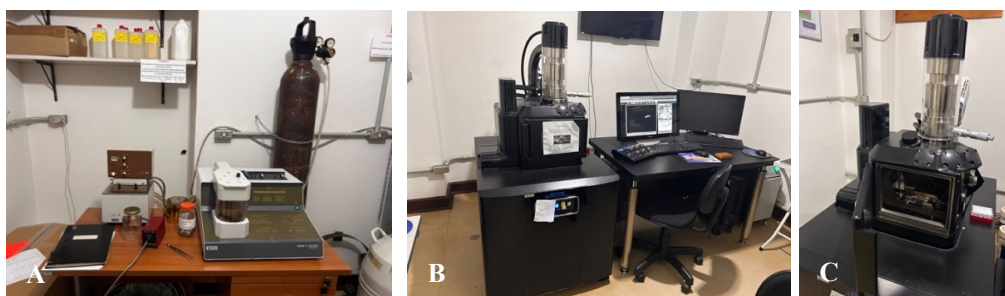


Figura 6. A) Metalizador (SCD 050, Baltec, Jundiaí, SP, Brasil) B e C) Microscópio eletrônico de varredura (JSM-IT300 InTouchScope™ Scanning Electron Microscope, Joel, Akishima, Tóquio, Japão). FONTE: Autor (2024).

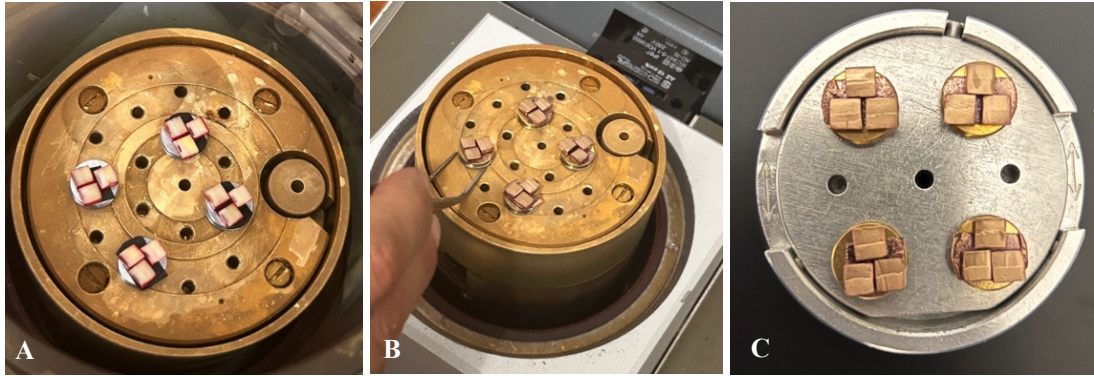


Figura 7. A, B e C) Processo de metalização das amostras para análise em MEV. FONTE: Autor (2024).

3.9. ANÁLISE ESTATÍSTICA

O software SPSS versão 13.0 (SPSS, Tulsa, OK, EUA) foi utilizado para a análise estatística dos dados obtidos. O teste de Shapiro-Wilk foi empregado para avaliação da distribuição paramétrica dos dados. Os dados de Perfilometria 3D sem contato apresentaram distribuição paramétrica. Por isso, o teste ANOVA One way seguido de pós teste de Tukey foi usado para analisar os dados de rugosidade e perda de volume ($\alpha = 0,05$). Uma análise qualitativa foi realizada para os resultados de MEV.

4. RESULTADOS

4.1. RUGOSIDADE LINEAR E PERDA DE VOLUME

Os resultados de Perfilometria 3D estão descritos na tabela 4. O grupo G1 apresentou os maiores valores de rugosidade linear quando comparado aos demais grupos ($p < 0,05$). Em contrapartida, os menores valores de rugosidade foram demonstrados no grupo experimental G3 ($p < 0,05$). O grupo G2 mostrou valores de rugosidade intermediários, diferindo estatisticamente de G1, G3 e G4 ($p < 0,05$).

No que diz respeito à perda de volume, o grupo G1 mostrou valores significativamente maiores quando comparado aos demais grupos ($p < 0,05$). Por outro lado, a perda volumétrica foi significativamente menor no grupo experimental G3 em comparação aos demais ($p < 0,05$). Essa análise mostrou a perda de estrutura dentária - definida como a diferença entre a altura e a superfície não tratada e a tratada - submetida ao desafio erosivo. Os valores encontrados foram calculados utilizando-se o software Nanovea Professional 3D. Essa metodologia é uma adaptação do estudo realizado por Alencar *et al.* (2020). As fotomicrografias representativas das análises de rugosidade e perda de volume estão descritas na Figura 8.

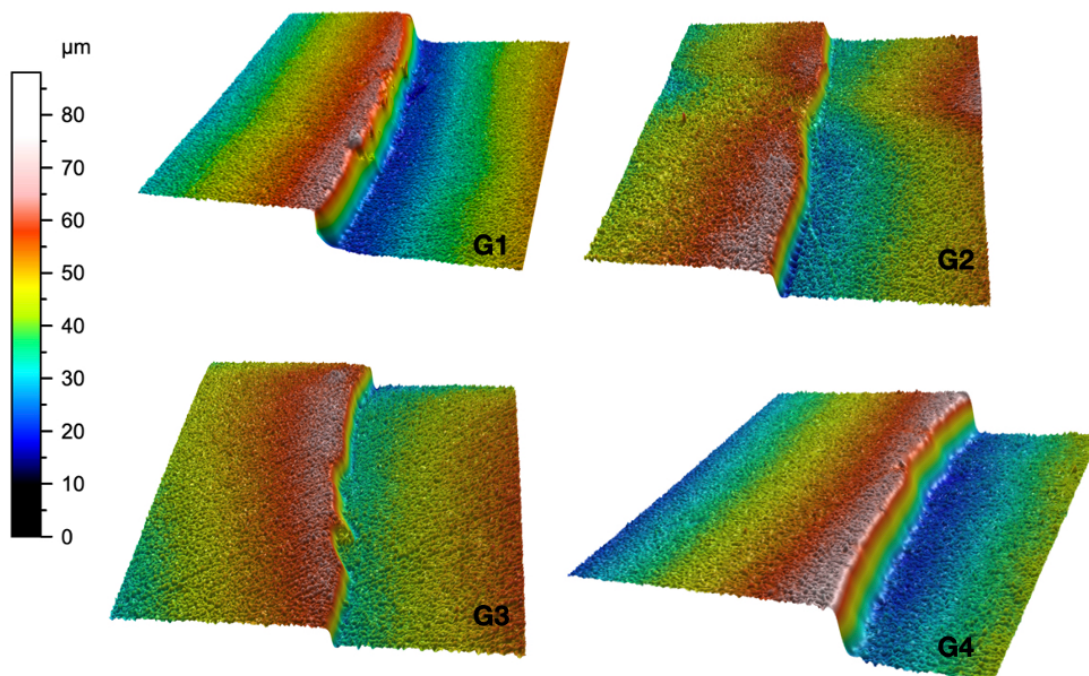


Figura 8. Fotomicrografias de Perfilometria 3D de não contato. Fonte: Autor (2024)

Tabela 4. Média (M) e desvio padrão (\pm DP) dos valores de rugosidade linear (Ra) e perda de volume.

GRUPOS	SUPERFÍCIE DENTINÁRIA (M (\pm DP))	
	Ra	Per. Volume μ 3
G1	13,22 (\pm 3,47) ^a	-245,10 (\pm 12,75) ^a
G2	9,98 (\pm 2,76) ^a	-72,04 (\pm 10,91) ^b
G3	7,76 (\pm 1,98) ^b	-47,33 (\pm 11,00) ^c
G4	10,32 (\pm 3,90) ^a	-166,72 (\pm 21,03) ^d

Nota: Letras minúsculas diferentes demonstram diferença estatística significativa ($p < 0,05$).

4.2. MEV – MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

A análise qualitativa das fotomicrografias evidenciou que o grupo amostral G1 (Gel Aquoso sem Componente Ativo) apresentou número significativo de túbulos dentinários abertos, sem a presença de precipitado de superfície. Os grupos experimentais G2 (Gel Experimental com Própolis a 0,5%) e G3 (Gel Experimental com Própolis a 1%), demonstram obliteração dos túbulos dentinários. Além disso, em G3 foi possível observar alta cobertura de precipitados na superfície das amostras. No que diz respeito ao G4 (Gel Dessensibilize Ultra EZ), não foi observado precipitado de superfície, mas foi possível detectar obliterações parciais de túbulos dentinários.

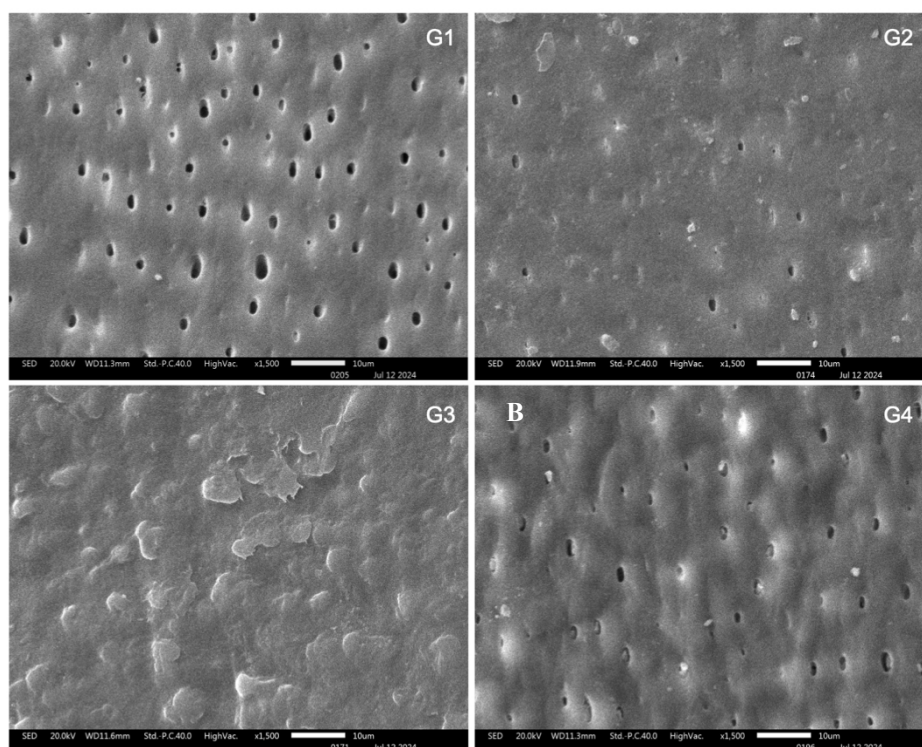


Figura 9. Fotomicrografias obtidas em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) dos grupos amostrais G1 (A), G2 (B), G3 (C) e G4 (D). Aumento de 1500x (A, B, C e D). FONTE: Autor (2024).

5. DISCUSSÃO

A erosão dental pode apresentar-se como lesão cervical não-cariosa (LCNC) de impacto extremamente significativo na odontologia contemporânea (Donovan *et al.*, 2021; Carvalho *et al.*, 2015). A magnitude dos danos provocados por esta LCNC estimula a ampla pesquisa por tratamentos alternativos a utilização dos fluoretos, como selantes ou polímeros capazes de provocar precipitações sobre a superfície dentinária remanescente e formação de barreiras protetoras contra ácidos (Buzalaf, Magalhães & Wiegand, 2014).

O presente estudo *in vitro* evidenciou resultados promissores quanto a utilização da própolis como componente bioativo em formato de géis experimentais com efeito anti-erosivo sobre lesões iniciais em dentina cervical radicular bovina, através da análise quantitativa de rugosidade linear e perda de volume mediante a perfilometria 3D, e análise qualitativa das fotomicrografias dos túbulos dentinários obtidas pela realização da microscopia eletrônica de varredura.

Estudos realizados por Wegehaupt *et al.* (2008) e Hertel *et al.* (2023) validam a substituição dos dentes humanos por dentes bovinos em estudos *in vitro* para estudos concernentes à erosão e desmineralização de tecidos dentários duros, evidenciando que não há diferenças estatísticas significativas entre desafios erosivos na dentina de incisivos bovinos e dentina de terceiros molares humanos. Quanto a utilização de fragmentos da dentina cervical radicular de dentes bovinos, Walter *et al.* (2014) enfatizam que a JCE apresenta maior susceptibilidade as LCNCs devido as suas especificidades anatômicas, como menor resistência do cemento e dentina, e a menor espessura do esmalte nesta área.

De acordo com o melhor conhecimento dos autores, não foram encontrados estudos prévios que investigaram a perda de volume frente ao desafio erosivo em dentina, associando-se produtos a base de própolis, por perfilometria 3D. O presente estudo *in vitro* apresentou o melhor resultado referentes a TSL (Tooth Structure Loss) no grupo G3, sendo este o grupo no qual foi aplicado o géil a base de própolis 1%.

Estudo preliminar demonstrou o potencial de géis de própolis em concentrações 10% e 30% de obliteração dos túbulos dentinários expostos, apresentando efeitos análogos aos do gel de oxalato de potássio e gel de fluoreto (Sales-Peres *et al.*, 2011). Segundo os autores, estes eventos também provocam redução da permeabilidade da dentina, devido à precipitação e vedação dos túbulos dentinários. No presente estudo fora evidenciado por intermédio da MEV, a ação dos géis experimentais de própolis, em concentrações de 0,5% (G2) e 1% (G3), os quais provocaram a obliteração dos túbulos dentinários (G2 e

G3), além da alta cobertura de precipitados na superfície das amostras (G3), condizente com os dados de Sales-Peres *et al.*, (2011).

Comparando-se estudos presentes na literatura relativos a alternativas terapêuticas frente a erosão dental e hipersensibilidade dentinária, os produtos a base de própolis apresentaram resultados não somente promissores como superiores aos demais grupos, validando cientificamente o uso da própolis como componente bioativo no presente estudo. No estudo *in vitro* conduzido por Sales-Peres *et al.*, (2011), os autores demonstraram resultados superiores de gel de própolis 10%, o qual resultou alta cobertura de precipitados e obliteração dos túbulos dentinários, resultando em uma superfície dentinária mais homogênea, quando comparados ao gel de própolis 30%, gel de oxalato de potássio e gel de fluorofosfato acidulado. Estudo clínico realizado por Madhavan *et al.*, (2023) evidenciou a obtenção de resultados elevados da própolis em comparação ao fluoreto de sódio e ao CPP-ACP (Caseína Fosfato de Cálcio Amorfo).

Quanto ao mecanismo de ação do gel a base de própolis, acredita-se que este possa apresentar múltiplos aspectos, como os relatados por Buzalaf, Magalhães & Wiegand (2014), autores os quais destacam que polímeros poderiam estar atuando por intermédio da formação de uma barreira mecânica protetora contra a ação de ataque ácidos, aprimoramento de precipitação de minerais, e a preservação da matriz orgânica dentinária, através da inibição de metaloproteinases da matriz (MMPs). Cortez *et al.* (2024) relatam que, a maior parte dos extratos naturais apresentam atividade antioxidante, que realiza um papel fundamental na inibição das MMPs. Evidências relatadas por Kocot *et al.* (2018) destacaram que a própolis é uma fonte potencial de antioxidantes naturais capazes de neutralizar os efeitos negativos do estresse oxidativo, associado a formação de radicais livres e degradação das fibras de colágeno.

Referente a forma de apresentação, a opção de se desenvolver um produto em formato de gel teve o propósito de possibilitar a aplicação deste por parte do próprio paciente, considerando estudos prévios, realizados por Alqahtani *et al.* (2023) e Sales-Peres *et al.* (2011), os quais evidenciaram a eficácia de géis formulados a base de própolis no tratamento de hipersensibilidade dentinária, por intermédio da obliteração dos túbulos dentinários. Entretanto, outros estudos preliminares demonstraram a possibilidade de aplicação da própolis em produtos com distintos formatos de apresentação. Kripal *et al.* (2019) apresentaram um verniz a base de própolis, na concentração de 15%, com resultados promissores na obliteração de túbulos dentinários, enquanto Gargouri *et al.*

(2020) relataram a incorporação da própolis (5%) em goma de mascar associada ao xilitol, a qual apresentou potencial de remineralização dentinária.

Em relação a película salivar, em estudo preliminar *in vitro*, Niemeyer *et al.* (2021) avaliaram a capacidade dos polifenóis (flavonóides) presentes no extrato de própolis provocarem alterações na película salivar que viessem a elevar a proteção do esmalte dental frente o processo erosivo, entretanto os resultados evidenciaram que não houve potencialização deste efeito protetor da saliva. Contudo os autores ressaltam que não se deve excluir a possibilidade de outros tipos extratos de própolis apresentarem resultados promissores em relação a capacidade de modificação da película salivar adquirida. Deve-se ressaltar que os autores conduziram o estudo sobre o esmalte dental, e não sobre a dentina. Outro estudo, realizado por Srisomboon *et al.* (2024), observou a formulação de salivas artificiais com a adição da própolis, apresentando dados que evidenciaram potencial de remineralização dentinária e precipitação de minerais nos túbulos dentinários expostos.

O presente estudo foi realizado com a utilização do gel Dessensibilize Ultra EZ (Ultradent, Indaiatuba, SP, Brasil) como grupo controle positivo (G4), tendo em vista que este, segundo o fabricante, apresenta em sua composição íons de flúor. Este fora selecionado, apesar de sua ação neural como mecanismo de ação, devido a sua forma em gel e íons de flúor, elemento químico o qual, segundo Al-Mashhadani *et al.* (2016) e Chawhuaveang *et al.* (2022), apresenta potencial de promover a obliteração dos túbulos dentinários e formação de uma barreira mecânica contra ação de ácidos.

Há aspectos que devem ser considerados de extrema importância para futuros estudos que venham a avaliar a própolis como potencial agente bioativo, segundo Lesmana *et al.* (2022). Os autores enfatizam que aspectos como composição química e heterogeneidade podem dificultar a padronização dos extratos, assim como o método de extração dos componentes e tipos de extratos podem resultar em produtos finais com propriedades biológicas, físicas e químicas distintas. Kurek-Górecka *et al.* (2022) corroboraram a variação na composição química da própolis de acordo com a origem geográfica deste composto natural, além de influenciar diretamente o seu potencial antioxidante. Portanto, podemos entender que múltiplas são as variáveis que podem influenciar os resultados de estudos que venham a analisar a própolis e seus benefícios na odontologia, futuramente.

6. CONCLUSÃO

De acordo com o presente estudo *in vitro*, considerando-se as limitações desta modalidade, pode-se concluir que a solução experimental em gel a base de própolis a 1% possui de fato potencial anti-erosivo, tendo em vista que evitou maior perda de estrutura dentinária, além de ter obliterado com maior expressividade os túbulos dentinários, demonstrando resultados significativamente promissores, devendo ser foco de futuros estudos que possam avaliar outras propriedades do respectivo produto.

REFERÊNCIAS

1. AL-MASHHADANI, A. et al. Three-dimensional in vitro measurements of tooth wear using fluoridated dentifrices. *Australian Dental Journal*, v. 61, n. 3, p. 304-309, 2016.
2. ALENCAR, Cristiane de Melo et al. Anti-erosive profile of an experimental 5% SnCl₂ varnish containing different concentrations of NaF. *Brazilian dental journal*, v. 33, p. 68-76, 2022.
3. ALENCAR, Cristiane de Melo et al. Morphological and chemical effects of in-office and at-home desensitising agents containing sodium fluoride on eroded root dentin. *Archives of Oral Biology*, v. 110, p. 104619, 2020.
4. ALQAHTANI, Saad Mohammed et al. Evaluation of Propolis Hydrogel for the Treatment of Dentinal Sensitivity A Clinical Study. *Gels*, v. 9, n. 6, p. 483, 2023.
5. ANJUM, Syed Ishtiaq et al. Composition and functional properties of propolis (bee glue) A review. *Saudi journal of biological sciences*, v. 26, n. 7, p. 1695-1703, 2019.
6. BUZALAF, Marília Afonso Rabelo; MAGALHÃES, Ana Carolina; WIEGAND, Annette. Alternatives to fluoride in the prevention and treatment of dental erosion. *Erosive Tooth Wear*, v. 25, p. 244-252, 2014.
7. CARVALHO, Thiago S. et al. Consensus report of the European Federation of Conservative Dentistry erosive tooth wear—diagnosis and management. *Clinical oral investigations*, v. 19, p. 1557-1561, 2015.
8. CAVALCANTE, Mauro Tavares et al. Lesões cervicais não cariosas—do conceito ao tratamento: Revisão de literatura. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 4, n. 5, p. 21358-21366, 2021.
9. CHAWHUAVEANG, Darren Dhananthat et al. Topical agents for nonrestorative management of dental erosion a narrative review. In *Healthcare*. MDPI, 2022. p. 1413.
10. CORTEZ, Thiago Vinícius et al. Pomegranate extract on eroded dentin: antioxidant action, bond strength and morphology of the adhesive interface after aging. *Restorative Dentistry & Endodontics*, v. 49, n. 1, 2024.
11. DE DIOS TERUEL, Juan et al. Comparison of chemical composition of enamel and dentine in human, bovine, porcine and ovine teeth. *Archives of oral biology*, v. 60, n. 5, p. 768-775, 2015.

12. DE LUCA, Mariana P. et al. Propolis varnish antimicrobial properties against cariogenic bacteria, cytotoxicity, and sustained-release profile. *BioMed research international*, v. 2014, 2014.
13. DONOVAN, Terence et al. Contemporary diagnosis and management of dental erosion. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, v. 33, n. 1, p. 78-87, 2021.
14. ERPAÇAL, Begüm; BAHŞI, Emrullah; SONKAYA, Ezgi. Dental Erosion and Treatment Methods. *International Biological and Biomedical Journal*, v. 4, n. 4, p. 170-176, 2018.
15. GARGOURI, Wafa et al. Effect of xylitol chewing gum enriched with propolis on dentin remineralization in vitro. *Archives of Oral Biology*, v. 112, p. 104684, 2020.
16. HERTEL, S. et al. Erosion behaviour of human, bovine and equine dental hard tissues. *Scientific reports*, v. 13, n. 1, p. 19617, 2023.
17. JAEGGI, Thomas; LUSI, Adrian. Prevalence, incidence and distribution of erosion. *Dental erosion*, v. 20, p. 44-65, 2006.
18. KANZOW, Philipp et al. Etiology and pathogenesis of dental erosion. *Quintessence international*, v. 47, n. 4, 2016.
19. KOCOT, Joanna et al. Antioxidant potential of propolis, bee pollen, and royal jelly: Possible medical application. *Oxidative medicine and cellular longevity*, v. 2018, n. 1, p. 7074209, 2018.
20. KRIPAL, Krishna et al. Treatment of dentinal hypersensitivity using propolis varnish A scanning electron microscope study. *Indian Journal of Dental Research*, v. 30, n. 2, p. 249-253, 2019.
21. KUREK-GÓRECKA, Anna et al. Comparison of the antioxidant activity of propolis samples from different geographical regions. *Plants*, v. 11, n. 9, p. 1203, 2022.
22. LESMANA, Ronny et al. The Suitability of Propolis as a Bioactive Component of Biomaterials. *Frontiers in Pharmacology*, v. 13, p. 930515, 2022.
23. LEVITCH, L. C. et al. Non-cariious cervical lesions. *Journal of dentistry*, v. 22, n. 4, p. 195-207, 1994.
24. LUSI, Adrian et al. Dental erosion—an overview with emphasis on chemical and histopathological aspects. *Caries research*, v. 45, n. Suppl. 1, p. 2-12, 2011.

25. LUSI, Adrian et al. The use of fluoride for the prevention of dental erosion and erosive tooth wear in children and adolescents. *European archives of paediatric dentistry*, v. 20, p. 517-527, 2019.
26. MADHAVAN, Souparna et al. Dentinal hypersensitivity A comparative clinical evaluation of CPP-ACP F, sodium fluoride, propolis, and placebo. *Journal of Conservative Dentistry JCD*, v. 15, n. 4, p. 315, 2012.
27. MONTEIRO FILHO, George et al. Anti-erosion effect of an experimental varnish on eroded dentin. *Brazilian Dental Journal*, v. 34, p. 94-100, 2023.
28. NIEMEYER, Samira Helena et al. Salivary pellicle modification with polyphenol-rich teas and natural extracts to improve protection against dental erosion. *Journal of dentistry*, v. 105, p. 103567, 2021.
29. SALES-PERES, Silvia Helena de Carvalho et al. Effect of propolis gel on the in vitro reduction of dentin permeability. *Journal of Applied Oral Science*, v. 19, p. 318-323, 2011.
30. SAXEGAARD, ERIK; RÖLLA, GUNNAR. Fluoride acquisition on and in human enamel during topical application in vitro. *European Journal of Oral Sciences*, v. 96, n. 6, p. 523-535, 1988.
31. SCHLUETER, Nadine et al. Terminology of erosive tooth wear consensus report of a workshop organized by the ORCA and the Cariology Research Group of the IADR. *Caries research*, v. 54, n. 1, p. 2-6, 2020.
32. SRISOMBOON, Surapong et al. The in vitro assessment of rheological properties and dentin remineralization of saliva substitutes containing propolis and aloe vera extracts. *Plos one*, v. 19, n. 5, p. e0304156, 2024.
33. ŠURAN, Jelena et al. Propolis extract and its bioactive compounds—From traditional to modern extraction technologies. *Molecules*, v. 26, n. 10, p. 2930, 2021.
34. WALTER, C. et al. The anatomy of non-carious cervical lesions. *Clinical oral investigations*, v. 18, p. 139-146, 2014.
35. WEGEHAUPT, F. et al. Is bovine dentine an appropriate substitute for human dentine in erosion/abrasion tests?. *Journal of oral rehabilitation*, v. 35, n. 5, p. 390-394, 2008.
36. ZULHENDRI, Felix et al. Antiviral, antibacterial, antifungal, and antiparasitic properties of propolis: A review. *Foods*, v. 10, n. 6, p. 1360, 2021.