

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM
ODONTOLOGIA – DOUTORADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: CLÍNICA INTEGRADA**

MÁRCIO CRISTIANO DE SOUZA RASTELLI

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE DENTIFRÍCIOS
DESSENSIBILIZANTES CONTENDO NANOPARTÍCULAS DE
HIDROXIAPATITA**

PONTA GROSSA

2012

MÁRCIO CRISTIANO DE SOUZA RASTELLI

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE DENTIFRÍCIOS DESSENSIBILIZANTES
CONTENDO NANOPARTÍCULAS DE HIDROXIAPATITA

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Odontologia, Área de concentração Clínica Integrada, linha de pesquisa: Prevenção em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Fábio André dos Santos
Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Helena Raposo Fernandes

PONTA GROSSA

2012

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

R229 Rastelli, Márcio Cristiano de Souza
Desenvolvimento e avaliação de
dentifrícios dessensibilizantes contendo
nanopartículas de hidroxiapatita/ Márcio
Cristiano de Souza Rastelli. Ponta Grossa,
2012.
142f.

Tese (Doutorado em Odontologia - Área
de Concentração: Clínica Integrada),
Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Fábio André dos
Santos.

Co-Orientadora: Prof^a Dr^a Maria Helena
Raposo Fernandes.

1.Hipersensibilidade dentinária.
2.Dentifrícios. 3.Hidroxiapatita.
4.Nanopartículas. I.Santos, Fábio André
dos. II. Fernandes, Maria Helena Raposo.
III. Universidade Estadual de Ponta
Grossa. Doutorado em Odontologia. IV. T.

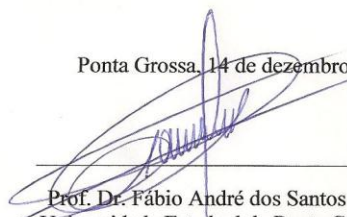
CDD: 617.6

MÁRCIO CRISTIANO DE SOUZA RASTELLI

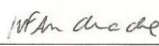
DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE DENTIFRÍCIOS
DESSENSIBILIZANTES CONTENDO NANOPARTÍCULAS DE
HIDROXIAPATITA

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Odontologia na Universidade Estadual de Ponta Grossa, Área de concentração Clínica Integrada, linha de pesquisa Prevenção em Odontologia.

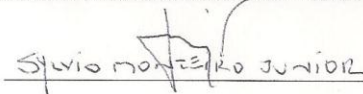
Ponta Grossa, 14 de dezembro de 2012.



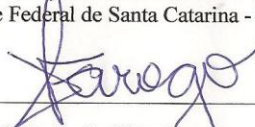
Prof. Dr. Fábio André dos Santos - Orientador
Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG



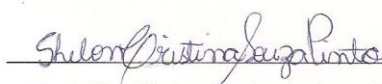
Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade
Universidade Estadual de São Paulo – UNESP-Araraquara



Prof. Dr. Sylvio Monteiro Júnior
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC



Prof. Dr. Paulo Vitor Farago
Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG



Profa. Dra. Shelon Cristina de Souza Pinto
Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG

DADOS CURRICULARES

MÁRCIO CRISTIANO DE SOUZA RASTELLI

NASCIMENTO	14.05.1967	Ponta Grossa – Paraná
FILIAÇÃO		Milton Manrique Rastelli Nelza Aparecida de Souza Rastelli
1985 – 1989		Curso de graduação em Odontologia Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) – Ponta Grossa, Paraná
1994 – 1996		Curso de Especialização em Metodologia do Ensino Superior Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) – Itajaí, Santa Catarina
1996 – 1999		Programa de pós-graduação stricto sensu em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Mestrado em Odontologia, área de concentração: Odontopediatria. Florianópolis, Santa Catarina
2009- 2012		Programa de pós-graduação stricto sensu em Odontologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Doutorado em Odontologia, área de concentração: Clínica Integrada, linha de pesquisa – Prevenção em Odontologia– Ponta Grossa, Paraná.
2011		Doutorado Sanduíche pelo Programa PDSE - Laboratório de Farmacologia e Biocompatibilidade Celular da Faculdade de Medicina Dentária, Universidade do Porto, Portugal.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A **Deus** por ter me dado saúde, disposição e alegria para minhas atividades diárias. Agradeço-te pelas glórias em minha família e por acertar qual momento era mais precioso realizar o Doutorado.

A minha amada, **Stella Maria Glaci Reinke**, esposa dedicada, fiel, companheira, divertida, paciente, sonhadora. Tanto quanto eu... Agradeço-te por todos os ótimos momentos vividos ao seu lado. Peço a Deus que continue te dando saúde para que nossa jornada continue dando frutos. Como esposa, perfeita! Admiração cresce ainda mais!

Mas, quis o destino que nos tornássemos colegas de pós-graduação e aí devo agradecer-te pelas excepcionais contribuições a este trabalho...laboratório, análise estatística, correção de texto e outras tantas tarefas ingratas que realizou com o sorriso estampado no rosto, como sempre. Além da eterna gratidão... Amo-te!

Aos meus filhos, **Pedro e Giovana**, amores incondicionais da minha vida, razão de todo meu esforço. A vocês minhas desculpas pela ausência nestes últimos anos e o agradecimento por serem meus verdadeiros amigos, parceiros de Ressacada e de viagens. Que os anjos continuem protegendo vocês e mantendo-os com a bondade que possuem. A alegria de vocês é contagiante e sempre me deu forças para seguir em frente. Continuem sorrindo, levando esta alegria a todos seus amigos. Deus abençoe vocês! Amo e admiro vocês!

Aos meus pais, **Milton e Nelza**, por terem me recebido com o carinho e amor que um filho sempre espera de seus pais, mesmo depois de tantos anos distante. Melhor presente ao poder realizar o Doutorado foi retornar a minha casa, onde aprendi a amar, respeitar, ajudar, doar sem nenhum interesse. Agradeço a vocês pela hospedagem, pelos domingos em família e pelas divertidas histórias do “andarilho”. Ainda, pela maior das heranças, a educação que me propiciaram com tanto esforço e dedicação.

A minha irmã, **Márcia** e meu sobrinho, **Felipe**, que me receberam com carinho e amor, abrindo mão de suas individualidades para dividir espaço comigo no período

em que residi com vocês. Que Deus os abençoe e que tenham saúde para continuar em suas caminhadas...

A minha irmã, **Alessandra**, professora, doutora, pós-doutora, viajante no mundo, mas que nunca deixará de ser a caçula, que mexia nos meus instrumentais durante a graduação, o que certamente a levou para a Odontologia, meu profundo agradecimento pelas sugestões e correções neste trabalho. Agradeço-te igualmente pelas oportunidades criadas em parcerias que se iniciaram neste período do Doutorado. Salve a luz!

Ao meu irmão, **Milton Júnior** e minha cunhada **Carolina**, que mesmo distantes milhares de quilômetros, tenho certeza que sempre me incluíram em suas orações e que seus pensamentos positivos para que eu tivesse saúde e disposição para a jornada dos últimos quatro anos. Minha admiração pelo casal!

Aos meus sogros, **Rolf Junior** e **Diana** pela compreensão e torcida por nosso sucesso. Além disso, sempre é bom agradecer pela preciosa educação dada a minha esposa...a simplicidade e respeito com que conduzem seus relacionamentos serve de grande exemplo.

Aos meus cunhados, cunhadas, sobrinhos e sobrinhas, **Beto, Anna, Victor, Daiana, Matheus, Bárbara, Luka, Kyvia e Victor Filho**, pela paciência e compreensão de vocês, por eu não desfrutar da agradável companhia de vocês da maneira que eu sempre desejei...

Ao meu orientador, Professor Doutor **Fábio André dos Santos**, exemplo de funcionário público, professor, pesquisador. Quando tudo parecia sem rumo, eis que aceitou um grande desafio, a minha orientação. Sou muito grato por sua atitude corajosa e ousada. Mostrou-me não só novo conhecimento como apoiou nossas decisões, e com sua sabedoria, que vi em poucos profissionais da área, mostrou-me como a Odontologia pode ser mais fascinante quando inter-relacionada com outras áreas do conhecimento. Fica a admiração, respeito e imensa gratidão!

Ao grande amigo Professor Doutor **Paulo Vitor Farago**, meu sincero agradecimento por toda a ajuda dispensada a este estudo. Sua criatividade, alegria, simpatia,

carisma e claro, seu vasto conhecimento, faz com que sempre tenha muitos orientados a sua volta. Além disso, muito obrigado por permitir que desfrutássemos dos seus quitutes.

AGRADECIMENTOS

A **Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)** representada pelo Magnífico Reitor Professor Doutor João Carlos Gomes pela oportunidade de realizar o Doutorado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**CAPES**), pela concessão de bolsa de estudos do programa PDSE para que o sonho de realizar o Doutorado Sanduíche em Portugal pudesse ser concretizado.

A **Professora Doutora Osnara Maria Mongruel Gomes**, coordenadora do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Odontologia (UEPG), que de forma muito competente conduziu todas as tarefas para que nosso programa atingisse o nível de excelência que possui. Modelo de gestora a ser seguido pelos mais jovens, sempre ponderada, disposta a ajudar e a transformar sonhos em realidade. Fica nossa imensa admiração!

Aos professores **Alessandro, Alessandra, Benjamim, Denise, Fábio, Gibson, Janaína, João Carlos, Nara, Osnara, Paulo Vítor e Daniel** que sabiamente repassaram seus conhecimentos e experiência em pesquisa para que nosso aprendizado fosse o melhor possível. Bons momentos vividos ao lado de vocês. Saúde a todos!

Aos colegas de Doutorado, **Alessandro, Ana Izidoro, Ana Cláudia, Cristian, Cristiana, Douglas, Gislaine, Lissandra, Michele, Rodrigo e Vânia** meu agradecimento pelos ótimos momentos vividos nesta jornada. Fica meu respeito!

Aos membros da **Comissão Própria de Avaliação (CPA)**, **Comissão de Ética em Pesquisa (COEP)** e **Comissão de Pós-graduação (CPG)** da UEPG pela ótima receptividade quando da nossa participação nestas comissões. O aprendizado obtido nessas instâncias será fundamental em nossa vida acadêmica.

A servidora técnico-administrativa, **Morgana das Graças Procz dos Santos**, secretária do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Odontologia (UEPG), por sua disposição em colaborar na resolução de “burocracias”.

Aos novos colegas **Luis Alfonso Arana, Miguel Muñoz, John Alexis e Andres Felipe**, corações latinos que me fizeram rir em nossos encontros para degustar “comes e bebes” e permitiram que eu conhecesse um pouco mais das suas culturas. Admiração pela América Latina aumentou!

A minha mais nova colega de Departamento em Blumenau, **Ana Cristina Kovalik**, enorme privilégio, poder conviver contigo nesses anos de laboratório. Aprendi muito!

Aos incansáveis, **Luiz Lima Júnior**, “o Vermelho”, **Sérgio Rodrigues da Luz Júnior e Rômulo Mell dos Santos**, estagiários do Laboratório da Pós-graduação, sempre dispostos a nos ajudar com o manuseio dos equipamentos.

Aos servidores técnicos de laboratório da UEPG, **Julia Folmer de Andrade Ribeiro** (Departamento de Ciências Farmacêuticas), **Elizabete Munhoz** (Departamento de Ciências Farmacêuticas), **Luzia Chaves Simão** (LABMU), **Milton Domingos Michel** (CIPP) **Nilson Biagini Sabino** (LABMU) **Valdeci Souza de Almeida** (Departamento de Química) e **Douglas Wellington Migliorini** (CIPP) pelos inestimáveis serviços prestados para que este estudo pudesse ser realizado.

Ao Professor Doutor **César Augusto Galvão Arrais**, pelas dicas no preparo das amostras para análise em microscopia eletrônica de varredura.

A Professora Doutora **Shelon Cristina de Souza Pinto**, pelas contribuições dadas ao trabalho.

A doutoranda **Bruna Bittencourt Cunha**, pela colaboração no teste de permeabilidade dentinária e por tornar os momentos de laboratório muito divertidos.

Ao doutorando **João Paulo Steffens**, pela contribuição dada na tradução do abstract e por ter compartilhado momentos agradáveis com suas histórias.

Aos futuros colegas, **Fábio Luiz Hofstaetter** e **Marcella Fontana Fernandes**, alunos do curso de graduação em Odontologia da UEPG pela oportunidade de orientá-los no trabalho de conclusão de curso. Sucesso a vocês!

A Universidade do Porto (UP), Portugal, representada pela Professora **Luiza Capitão**, responsável pela Mobilidade acadêmica internacional, por sua constante demonstração de afeto e carinho no trato com os estrangeiros.

Ao Professor Doutor **Afonso Pinhão Ferreira**, Diretor da Faculdade de Medicina Dentária da UP (FMD), pela gentileza com que nos recebeu em Portugal.

A Professora Doutora **Maria Helena Raposo Fernandes**, chefe do Laboratório de Farmacologia e Biocompatibilidade Celular da FMD da UP, pela receptividade e carinho com que nos recebeu em Portugal. Sua alegria ao ver se as células “cresceram” foi entusiasmante. Enorme admiração!

Ao amigo e orientador no Doutorado Sanduíche, Professor Doutor **João Miguel Costa-Rodrigues**, bioquímico, professor, torcedor do Porto FC, entusiasta da pesquisa e trabalhador incansável. Agradeço-te pelos ensinamentos na cultura de células, pelas dicas de viagens, por sua compreensão e paciência. Mostrou-me que a simplicidade é fundamental na vida. Gratidão eterna!

Ao Professor **Pedro de Sousa Gomes**, da FMDUP, pelas dicas e empréstimos de equipamentos pessoais para o desenvolvimento dos nossos experimentos.

A técnica de laboratório, **Mónica Pereira Garcia**, por nos receber sempre muito bem, diariamente, em nossas atividades e pela dedicação com que nos auxiliou.

A Professora Doutora **Delminda Magalhães**, responsável pela microscopia da Faculdade de Medicina da UP, pela disposição com que nos auxiliou nas análises em microscopia eletrônica de transmissão. Inesquecível aprendizado!

A senhora **Elisa Silva**, técnica de laboratório do Departamento de Biologia Experimental da UP, pela disponibilidade em nos ajudar na confecção das amostras para análise microscópica.

Ao amigo, **Fernando José Martins**, técnico de laboratório do Departamento de Biologia Experimental da UP, pelas dicas culturais em Portugal, pelas histórias e quitutes saborosos de Angola. Força!

A **Universidade Regional de Blumenau (FURB)**, minha segunda casa, representada pelo Magnífico Reitor João Natel Pollonio Machado, pelo apoio financeiro para a realização deste programa de pós-graduação.

A **Pró-reitoria de Pesquisa, Pós-graduação, Extensão e Cultura da FURB (PROPEX)**, representada pelo Pró-reitor Professor Doutor Marcos Rivail da Silva, pela concessão da bolsa de estudos por meio do Edital 05/2008 - PROPEX para a realização do Doutorado.

Ao servidor técnico-administrativo, **Márcio Nunes**, chefe da Divisão de Apoio a Pesquisa da FURB, por sua colaboração na elaboração de nossos relatórios e pela ágil presteza com que sempre nos atendeu.

Ao **Centro de Ciências da Saúde (CCS)** e ao **Departamento de Odontologia da FURB** pelo apoio incondicional para nosso afastamento da instituição.

Aos Professores Doutores **Eduardo Deschamps**, ex-reitor e **Clodoaldo Machado**, ex-Pró-reitor de Pesquisa, Pós-graduação, Extensão e Cultura da FURB por terem acreditado que o melhor caminho para uma Universidade é a capacitação e formação continuada de seus servidores.

Ao amigo Professor Doutor **Cláudio Laurentino Guimarães**, diretor do CCS da FURB, pelas constantes conversas sobre pesquisa e suas experiências docentes. Seu apoio no momento certo viabilizou nosso Doutorado.

As colegas de disciplina, Professoras **Ana Marise e Márcia**, pela compreensão e paciência em meu afastamento. Certamente, muitas crianças chorando em nossas clínicas de Odontopediatria. Saudades!

Ao grande amigo Professor **Ivens Frishknecht**, solidário em situações adversas na gestão universitária. Grande aprendizado me proporcionou e sua torcida foi fundamental para a realização deste sonho.

Ao amigão de todas as horas, **Osnildo Marcos Rodrigues**, servidor técnico-administrativo, conselheiro, parceiro de futebol. Estamos voltando! Obrigado por sua amizade.

Aos amigos (as) **Wanderley, Gilson, Ledjane, Larissa, Márcia, Elise, Denise, Onorina, Sheila, Terezinha, Norma, Sandra, Margareth**, servidores técnico-administrativos da FURB, pelo ótimo convívio que deixou saudades e está prestes a reiniciar.

Sem a curiosidade que me move, que me inquieta,
que me insere na busca, não aprendo nem ensino.

(Paulo Freire)

Rastelli MCS. **Desenvolvimento e avaliação de dentifrícios dessensibilizantes contendo nanopartículas de hidroxiapatita**. 2012, 142f. Tese [Doutorado em Clínica Integrada – Faculdade de Odontologia]. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2012.

RESUMO

Dentifrícios dessensibilizantes que promovem a oclusão dos túbulos dentinários mostraram-se eficazes no tratamento da hipersensibilidade dentinária. O objetivo deste trabalho foi desenvolver e avaliar dentifrícios dessensibilizantes contendo nanopartículas de hidroxiapatita. O estudo *in vitro* foi realizado em três etapas: síntese e caracterização das nanopartículas de hidroxiapatita; formulação e caracterização dos dentifrícios e avaliação do potencial da oclusão dos túbulos dentinários. A obtenção das nanopartículas de hidroxiapatita foi feita por meio da síntese química por via úmida a 37° C, com a qual se elaborou a nanopartícula de hidroxiapatita WCS e síntese hidrotérmica a 180° C (HS). A caracterização foi realizada por meio de microscopia eletrônica de varredura, microanálise por espectroscopia por dispersão de energia, difração de raio-X, espectroscopias na região do infravermelho com transformada de Fourier e micro-Raman, análise térmica, avaliação de citotoxicidade. Foram formulados quatro dentifrícios experimentais e comparados com dois comerciais. Realizou-se a caracterização e controle de qualidade destes dentifrícios por meio da avaliação do pH, da consistência, densidade, análise da perda por dessecação e incineração e por MEV e EDS. A avaliação do potencial de oclusão dos túbulos dentinários foi realizada usando-se amostras obtidas de dentes bovinos que foram preparadas para apresentarem exposição da dentina radicular. Foram usadas 84 amostras que foram divididas de acordo com o tipo de dentifrício utilizado: Grupos com dentifrício controle negativo sem abrasivo (DCNS), controle negativo com abrasivo (DCNC), experimental WCS (DEW), experimental HS (DEH), dentifrício comercial Colgate® Sensitive Pró Alívio™ (DCPA) e dentifrício comercial Sensodyne® Rápido Alívio™ (DSRA). Todas as amostras foram seus próprios controles já que foram realizados os testes antes e após escovação simulada. Foram realizados testes de rugosidade superficial, permeabilidade dentinária, difração de raio-X, espectroscopia micro-Raman, microscopia de força atômica e eletrônica de varredura e microanálise espectroscopia por dispersão de energia. A caracterização das nanopartículas de hidroxiapatita mostrou que se tratava de partículas nanométricas e com propriedades químicas compatíveis com hidroxiapatita. Estas partículas não foram citotóxicas a fibroblastos gengivais humanos quando em baixas concentrações. Os dentifrícios apresentaram valores adequados de pH, consistência, densidade e perda por dessecação. A análise dos resíduos demonstrou que os dentifrícios apresentaram os componentes químicos usados nas formulações. A rugosidade superficial foi diferente estatisticamente ($p<0,05$) entre o grupo DEW e DSRA, porém nenhum grupo apresentou alto valor de rugosidade superficial, o que se comprovou com a microscopia de força atômica. A permeabilidade dentinária foi reduzida significativamente ($p<0,05$) para os grupos DEW, DEH e DSRA. A difração de raio-X apresentou para o DEH os picos de maior intensidade de cristalinidade correspondentes ao cálcio. A espectroscopia micro-Raman e a microanálise por EDS mostraram que os dentifrícios apresentavam os componentes químicos usados em sua formulação, sendo os mesmo encontrados nas superfícies das amostras após a escovação. As imagens de MEV mostraram que houve variações morfológicas sobre a superfície dentinária, nas quais houve oclusão de túbulos dentinários, sendo o DSRA o único a apresentar oclusão total. Os dentifrícios experimentais apresentaram potencial de oclusão de túbulos dentinários semelhantes aos produtos comerciais.

Palavras-chave: Hipersensibilidade dentinária. Dentifrícios. Hidroxiapatita. Nanopartículas.

Rastelli MCS. **Development and evaluation of desensitizing toothpaste containing hydroxyapatite nanoparticles.** 2012, 142f. Tese [Doutorado em Clínica Integrada – Faculdade de Odontologia]. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2012.

ABSTRACT

Desensitizing toothpastes that occlude dentinal tubules were shown to be effective in the treatment of dentinal hypersensitivity. The aim of this study was to develop and evaluate a desensitizing toothpaste containing hydroxyapatite nanoparticles. The *in vitro* study was performed in three steps: synthesis and characterization of hydroxyapatite nanoparticles, formulation and characterization of toothpastes and assessing the potential for occlusion of dentinal tubules. Hydroxyapatite nanoparticles were obtained by wet chemical synthesis at 37 ° C, and from that it was developed the WCS nanoparticle hydroxyapatite and hydrothermal synthesis at 180 ° C (HS). The characterization was performed using scanning electron microscopy (SEM), microanalysis by energy dispersive spectroscopy, X-ray diffraction, spectroscopy in the infrared Fourier transform and micro-Raman, thermal analysis, and assessment of cytotoxicity. Four experimental toothpastes were formulated and compared to two commercially available ones. We carried out the characterization and quality control of these toothpastes by evaluating pH, consistency, density, analysis of loss on drying and incineration by SEM and EDS. The evaluation of the potential occlusion of dentinal tubules was performed using samples obtained from bovine teeth that were prepared to present exposure of the root dentin. 84 samples were used and divided according to the type of dentifrice used: Groups with negative control toothpaste without abrasive (DCNS), negative control toothpaste with abrasive (DCNC), experimental WCS (DEW), experimental HS (DEH), commercial toothpaste Colgate Sensitive Pro Relief™ (DCPA) and Sensodyne Fast Relief™ toothpaste (DSRA). All samples were their own controls since the tests were performed before and after simulated toothbrushing. Tests of surface roughness, dentin permeability, X-ray diffraction, micro-Raman spectroscopy, atomic force microscopy and scanning electron microscopy and microanalysis by energy dispersive spectroscopy were performed. Characterization of hydroxyapatite nanoparticles showed that they were nano-sized particles and presented chemical properties consistent with those of hydroxyapatite. These particles were not cytotoxic to human gingival fibroblasts when at low concentrations. The dentifrices showed adequate values of pH, consistency, density and loss on drying. The analysis of the residue showed that the toothpaste had the chemical components used in the formulations. Surface roughness was statistically different between DEW and DSRA group ($p < 0.05$), but no group showed a high value of surface roughness, which was demonstrated by atomic force microscopy. The dentin permeability was significantly reduced ($p < 0.05$) for groups DEW, DEH and DSRA. The X-ray diffraction showed peaks for DEH crystallinity of greater intensity corresponding to calcium spectroscopy. The micro-Raman microanalysis and EDS showed that the toothpaste had the chemical components used in its formulation, being found in the same sample surfaces after brushing. The SEM images showed that there were variations on the dentin surface morphology, in which occlusion of dentinal tubules occurred, being the DSRA the only group to show total occlusion. The experimental dentifrices showed potential for occlusion of dentinal tubules similar to those of commercially available products.

Keywords: Dentin hypersensitivity. Dentifrices. Hydroxyapatite. Nanoparticles.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Desenho experimental.....	60
Figura 2	A-Dentifrícios controles negativos; B- Dentifrícios experimentais; C e D- Dentifrícios comerciais utilizados no experimento.....	66
Figura 3	A-Dentifrício pesado; B- Dentifrício disperso e agitado; C- Verificação do pH	67
Figura 4	Esquema de mensuração do diâmetro do halo formado durante a determinação de consistência dos dentifrícios.....	68
Figura 5	A, B, C - Amostras de dentifrícios experimentais espalhadas nas placas de Petri e tipo vidro de relógio, nas quais foram pesados 5 g de cada. D - Dentifrícios em estufa para dessecação a 105° C por 24 horas. E- Dentifrícios dessecados.....	69
Figura 6	Cinzas residuais após incineração dos dentifrícios. A- Controle negativo sem abrasivo; B- Controle negativo com abrasivo; C – Experimental WCS; D- Experimental HS; E- Colgate® Pró-Alívio™; F- Sensodyne® Rápido Alívio™.....	70
Figura 7	A- Dente bovino B- Demarcação na junção amelo-cementária; C- Ponta diamantada esférica 1015 para sulco de orientação; D- Sulco de orientação com profundidade correspondente a metade da ponta esférica.....	72
Figura 8	A- Sulco de orientação (visão lateral); B- Demarcação do segundo sulco de orientação a 5 mm distante do primeiro sulco; C- Segundo sulco de orientação com profundidade correspondente a metade da ponta diamantada esférica 1015; D- União dos sulcos de orientação com ponta diamantada 4370 para remoção do cimento e pequena quantidade de dentina.....	72
Figura 9	A- Secção da raiz com disco diamantado; B- Coroa e raiz separadas; C- Remoção de tecido pulpar com extirpa nervos; D- Irrigação com EDTA a 0,5 M.....	73
Figura.10	A – Demarcação inicial das raízes, seccionadas transversalmente a 2 mm abaixo desta linha; Secção da raiz feita 2 mm abaixo da linha demarcatória do segundo sulco de orientação; B – Vista do conduto	

	radicular após seccionada parte da raiz e demarcação do local onde raiz foi seccionada; C – Remanescente dentário foi seccionado no centro do conduto radicular com disco diamantado.....	74
Figura 11	A- Lixas de carbureto de silício usadas para planificar as amostras; B- Politrix usada para planificação das amostras; C- Amostra planificada sob refrigeração com água corrente.....	75
Figura 12	A- Polimento com óxido de alumínio e disco de feltro; B- Espessura final das amostras confirmadas com paquímetro digital; C- Aplicação de EDTA a 24% para remoção de smear layer.....	75
Figura 13	Secção radicular onde se observa a variação de diâmetro dos condutos radiculares. A- Conduto considerado pequeno; B- conduto médio; C- conduto grande.....	76
Figura 14	Delineamento dos testes para avaliação dos dentifrícios.....	77
Figura 15	A- Rugosímetro de contato surfest SJ400; B- amostra posicionada e ponta de diamante durante leitura; C- resultados de Ra e Rt.....	78
Figura 16	Localização das leituras de rugosidade superficial na amostra.....	78
Figura 17	Aparelho de permeabilidade dentinária e pressão intrapulpar modelo THD-02. Em destaque, medição do deslocamento de uma bolha de ar por um tubo capilar de vidro.....	79
Figura 18	Equipamento de escovação simulada.....	80
Figura 19	A- Suporte metálico com as 10 amostras para escovação simulada. B- Detalhes da amostra posicionada e cerdas da escova dental macia cobrindo a amostra completamente.....	81
Figura 20	Escova dental usada na escovação simulada e fotomicrografia obtida em estereomicroscópio (aumento de 40x) de uma cerda, na qual se verifica a ponta arredondada.....	81
Figura 21	Fotomicrografias obtidas em MEV das nanopartículas de hidroxiapatita tipo WCS em aumentos de (A) 15.000x e (B) 30.000x apresentando as características morfológicas.....	85
Figura 22	Fotomicrografias obtidas em MEV das nanopartículas de hidroxiapatita tipo HS em aumentos de (A) 15.000x e (B) 30.000x apresentando as características morfológicas.....	86
Figura 23	Difratogramas das nanopartículas WCS (A) e HS (B).....	86

Figura 24	Espectros FTIR das nanopartículas de hidroxiapatita tipo WCS (A) e HS (B).....	87
Figura 25	Espectros micro-Raman das nanopartículas de hidroxiapatita WCS (A) e HS (B).....	87
Figura 26	Curvas de ATG das nanopartículas de hidroxiapatita WCS (A) e HS (B).....	88
Figura 27	Curvas de DSC das nanopartículas de hidroxiapatita WCS (A) e HS (B) na faixa de 0-1000° C.....	89
Figura 28	Fotomicrografias das cinzas, nas quais se observa o conteúdo inorgânico dos dentifrícios. A- DCNS: morfologia irregular sem a presença de conteúdo inorgânico; B-DCNC: grânulos irregulares e de pequeno tamanho (agente abrasivo - carbonato de cálcio); C-DEW: grânulos agregados gerando estruturas de maior tamanho (hidroxiapatita WCS e carbonato de cálcio); D-DEH: grânulos de pequeno tamanho e irregulares, mas com conteúdo aglomerado ((hidroxiapatita HS e carbonato de cálcio); E-DCPA: grânulos regulares e de menor tamanho (arginina e carbonato de cálcio); F-DSRA: poucos grânulos de maior tamanho (acetato de estrôncio e sílica hidratada).....	94
Figura 29	Espectros das cinzas obtidos pelo EDS. Observou-se que todos os componentes químicos descritos no quadro 1 e 2 (páginas 62 e 63) foram detectados por esta análise, na qual verificou-se diferenças de intensidade dos picos correspondentes aos elementos químicos. (A- DCNS; B-DCNC; C-DEW; D-DEH; E-DCPA; F-DSRA).....	94
Figura 30	Difratogramas das superfícies dentinárias, sem tratamento (inicial) e após escovação (final) com os dentifrícios.....	98
Figura 31	Fotomicrografia de força atômica da amostra do grupo DCNS. A- Antes da escovação simulada; B- Após a escovação com uso do dentifrício.....	99
Figura 32	Fotomicrografia de força atômica da amostra do grupo DCNC. A- Antes da escovação simulada; B- Após a escovação com uso do dentifrício.....	99

Figura 33	Fotomicrografia de força atômica da amostra do grupo DEW. A- Antes da escovação simulada; B- Após a escovação com uso do dentífrício.....	100
Figura 34	Fotomicrografia de força atômica da amostra do grupo DEH. A- Antes da escovação simulada; B- Após a escovação com uso do dentífrício.....	100
Figura 35	Fotomicrografia de força atômica da amostra do grupo DCPA. A- Antes da escovação simulada; B- Após a escovação com uso do dentífrício.....	101
Figura 36	Fotomicrografia de força atômica da amostra do grupo DSRA. A- Antes da escovação simulada; B- Após a escovação com uso do dentífrício.....	101
Figura 37	Espectros micro-Raman da amostra antes da escovação (inicial); do dentífrício e da amostra após a escovação (final) do grupo DCNS.....	102
Figura 38	Espectros micro-Raman da amostra antes da escovação (inicial); do dentífrício e da amostra após a escovação (final) do grupo DCNC.....	102
Figura 39	Espectros micro-Raman da amostra antes da escovação (inicial); do dentífrício e da amostra após a escovação (final) do grupo DEW.....	102
Figura 40	Espectros micro-Raman da amostra (inicial) antes da escovação; do dentífrício e da amostra após a escovação (final) do grupo DEH.....	103
Figura 41	Espectros micro-Raman da amostra (inicial) antes da escovação; do dentífrício e da amostra após a escovação (final) do grupo DCPA	103
Figura 42	Espectros micro-Raman da amostra (inicial) antes da escovação; do dentífrício e da amostra após a escovação (final) do grupo DSRA.....	103
Figura 43	Fotomicrografia obtida pelo microscópio Raman, na qual se observa em A- Amostra antes da escovação (inicial); B- Amostra após escovação, evidenciando os depósitos cristalinos dos componentes dos dentífrícios e C- Visão aproximada dos cristais.....	104
Figura 44	Fotomicrografias obtida pelo MEV, aumentos de 500x (A), 2400x (B) e espectro por EDS (C) do grupo DCNS.....	104
Figura 45	Fotomicrografias obtida pelo MEV, aumentos de 500x (A), 2400x (B) e espectro por EDS (C) do grupo DCNC.....	105
Figura 46	Fotomicrografias obtida pelo MEV, aumentos de 500x (A), 2400x (B) e espectro por EDS (C) do grupo DEW.....	105
Figura 47	Fotomicrografias obtida pelo MEV, aumentos de 500x (A), 2400x (B) e espectro por EDS (C) do grupo DEH.....	105

Figura 48	Fotomicrografias obtida pelo MEV, aumentos de 500x (A), 2400x (B) e espectro por EDS (C) do grupo DCPA.....	106
Figura 49	Fotomicrografias obtida pelo MEV, aumentos de 500x (A), 2400x (B) e espectro por EDS (C) do grupo DSRA.....	106
Figura 50	Fotomicrografias obtidas pelo MEV (aumento de 2400x) das amostras dentinárias após escovação e submetidas à lavagem em cuba ultrassônica. A-DCNS; B-DCNC; C-DEW; D-DEH; E-DCPA; F-DSRA.....	107
Figura 51	Fotomicrografias obtidas pelo MEV (aumento de 2400x) das amostras dentinárias escovadas e fraturadas. A- DCNS: túbulos dentinários isentos de depósitos cristalinos; B- DCNC: presença de depósitos cristalinos na entrada do túbulo dentinário (setas) e C- DEW: túbulos dentinários isentos de depósitos cristalinos.....	107
Figura 52	Fotomicrografias obtidas pelo MEV (aumento de 2400x) das amostras dentinárias escovadas e fraturadas. A- DEH: presença de depósitos cristalinos (seta); B- DCPA e C-DSRA: túbulos dentinários isentos de depósitos cristalinos.....	108
Quadro 1	Composição e validade dos materiais experimentais testados.....	65
Quadro 2	Marcas comerciais, fabricante, lote, composição e validade dos materiais testados.....	66
Gráfico 1	Viabilidade celular (%) nas semeaduras em placas de fibroblastos gengivais humanos e nanopartículas de hidroxiapatita WCS por período de 24 e 72 horas.....	90
Gráfico 2	Viabilidade celular (%) nas semeaduras em placas de fibroblastos gengivais humanos e nanopartículas de hidroxiapatita HS por período de 24 e 72 horas.....	90
Gráfico 3	Média e erro padrão da rugosidade média (Ra) antes e depois da escovação com os diferentes dentifrícios (DCNS; DCNC; DEW; DEH; DEH; DCPA; DSRA). Comparações entre os valores iniciais e finais: diferenças significativas para os grupos DCNC e DEW (teste t de <i>student</i> pareado). Comparações dos valores iniciais entre os diferentes grupos: (*) com DCNS, DEH e DCPA. ($p < 0,05$, ANOVA com pós-teste de Tukey). Comparações dos valores finais entre os diferentes grupos, diferenças significativas (#) com DCNS e DEW ($p < 0,05$, ANOVA com pós-teste de	

	Tukey).....	95
Gráfico 4	Média e erro padrão da rugosidade total (Rt) antes e depois da escovação com os diferentes dentifrícios (DCNS; DCNC; DEW; DEH; DEH;DCPA; DSRA). Comparações entre os valores iniciais e finais: diferenças significativas para os grupos DCNC, DEW, DEH, DCPA E DSRA (teste t de <i>student</i> pareado). Comparações dos valores iniciais entre os diferente grupos, diferenças não significativas (p=0,2153, ANOVA). Comparações dos valores finais entre os diferente grupos, diferenças não significativas (p= 0,3325, ANOVA).....	96
Gráfico 5	Média e erro padrão da permeabilidade dentinária avaliada pela condutividade hidráulica antes e depois da escovação com os diferentes dentifrícios (DCNS; DCNC; DEW; DEH; DEH; DCPA; DSRA). Comparações entre os valores iniciais e finais: diferenças significativas para os grupos DEW; DEH e DCPA (teste t de <i>student</i> pareado). Comparações dos valores iniciais entre os diferentes grupos: (*) com DCNS, DCNC e DEW; (**) com DCNS e DEW; (***) com DCNS (p<0,05, ANOVA com pós teste de Tukey). Comparações dos valores finais entre os diferente grupos, diferenças não significativas (p<0,0595, ANOVA).....	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resultados obtidos após análise espectrofotométrica (490 nm) do corante incorporado nos fibroblastos gengivais humanos após serem submetidos ao contato com as nanopartículas WCS e HS por 24 e 72 horas.....	89
Tabela 2	Resultados da caracterização dos dentifrícios levando em consideração a média e desvio padrão do pH, consistência, densidade relativa, densidade absoluta e perda por dessecação.....	91
Tabela 3	Resultados da caracterização dos dentifrícios levando em consideração a média e desvios padrão dos resíduos obtidos após perda por dessecação e incineração.....	93
Tabela 4	Valores da rugosidade superficial (Ra e Rz) obtida por meio da microscopia de força atômica antes e após a escovação simulada.....	99

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CMC	Carboximetilcelulose
DRX	Difração de raio-X
DSC	Análise por calorimetria exploratória diferencial
EDTA	Ácido etilenodiamino tetra-acético
EDS	Espectroscopia de energia dispersiva
EIS	Espectroscopia de impedância eletroquímica
FTIR	Espectroscopia na região do infravermelho com transformada de Fourier
HCA	Hidroxiapatita carbonatada
HS	Hydrothermal synthesis
HSDC	Hipersensibilidade dentinária cervical
IFM	Microscópio de varredura vertical em três dimensões
ISSO	International Organization for Standardization
LASER	Light amplification by stimulated emission of radiation
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
MTS	Supravital do composto tetrazólio
n-CAP	Nanopartículas de apatita carbonatada
Nd:YAG	Neodímio: ítrio-alumínio-granada
Pdi	Permeabilidade dentinária inicial
Pdf	Permeabilidade dentinária final
Pf	Peso final
Pi	Peso inicial
PPM	Partes por milhão
PVC	Cloreto de polivinila
PVM/MA	Copolímero ácido polivinilmetil éter-maleico
Ra	Rugosidade aritmética
RPM	Rotações por minuto
Rs	Resíduo sólido
Rt	Rugosidade total
SPR	Ressonância de plasma de superfície
TGA	Análise termogravimétrica
VAS	Escala visual analógica

WCS	Wet chemical synthesis
α -MEM	Meio essencial mínimo modificação alfa

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°	Grau
Ph	Potencial hidrogeniônico
®	Marca registrada (Brasil)
™	Marca registrada
μm	Micrometro
Mm	Milímetro
mL	Mililitros
=	Igual
° C	Graus Celsius
SrCl ₂	Cloreto de estrôncio
Cm	Centímetro
H ₂ O	Água
M	Mol
Mg	Miligrama
μL	Microlitros
Kv	Kilovolt
Min	Minuto
Θ	Teta
Λ	Lambda
Å	Angstrom
mA	Miliamper
KBr	Brometo de potássio
Nm	Nanometro
mW	Miliwatts
N ₂	Nitrogênio
S	Segundo
μg	Micrograma
G	Grama
KOH	Solução potássica
Gf	Gramas de força

$\pm$	Mais ou menos
α	Alfa
$\leq$	Menor ou igual
$<$	Menor
$>$	Maior

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	30
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	35
2.1	HIPERSENSIBILIDADE DENTINÁRIA CERVICAL.....	36
2.1.1	Terminologia e definição.....	36
2.1.2	Prevalência.....	36
2.1.3	Etiologia.....	39
2.1.4	Mecanismo de sensibilidade da dentina.....	40
2.1.5	Estratégias para prevenir e controlar a hipersensibilidade dentinária.....	42
2.1.6	Tratamento.....	42
2.1.6.1	Estudos clínicos.....	43
2.1.6.2	Estudos laboratoriais.....	51
3	OBJETIVOS.....	58
3.1	OBJETIVO GERAL.....	58
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	58
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	59
4.1	NANOPARTÍCULAS DE HIDROXIAPATITA.....	59
4.1.1	Síntese das nanopartículas de hidroxiapatita.....	59
4.1.2	Caracterização das nanopartículas de hidroxiapatita.....	61
4.1.2.1	Microscopia eletrônica de varredura (MEV).....	61
4.1.2.2	Difração de raio-X (DRX).....	62
4.1.2.3	Espectroscopia na região do infravermelho com transformada de Fourier (FTIR).....	62
4.1.2.4	Espectroscopia micro-Raman.....	62
4.1.2.5	Análise térmica.....	63
4.1.2.5.1	Análise termogravimétrica (TGA).....	63
4.1.2.5.2	Análise por calorimetria exploratória diferencial (DSC).....	63
4.1.2.6	Avaliação <i>in vitro</i> em fibroblastos gengivais humanos.....	63
4.2	DENTIFRÍCIOS DESSENSIBILIZANTES EXPERIMENTAIS.....	64
4.2.1	Caracterização dos dentifrícios dessensibilizantes.....	65
4.2.1.1	Determinação de pH.....	67

4.2.1.2	Determinação da consistência.....	67
4.2.1.3	Determinação da densidade.....	68
4.2.1.4	Determinação da perda por dessecação.....	69
4.2.1.5	Determinação do resíduo por incineração.....	70
4.2.1.6	Análise das cinzas em MEV e por Espectroscopia de energia dispersiva (EDS).....	71
4.3	AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE OCLUSÃO DOS TÚBULOS DENTINÁRIOS PELOS DENTIFRÍCIOS.....	71
4.3.1	Obtenção e preparo das amostras.....	71
4.3.2	Delineamento do estudo.....	75
4.3.3	Determinação da rugosidade superficial.....	76
4.3.4	Permeabilidade dentinária.....	78
4.3.5	Escovação simulada.....	80
4.3.6	Difração de raio X (DRX).....	82
4.3.7	Espectroscopia micro-Raman.....	82
4.3.8	Microscopia de força atômica.....	83
4.3.9	MEV e EDS.....	83
4.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	84
5	RESULTADOS	85
5.1	SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DAS NANOPARTÍCULAS DE HIDROXIAPATITA.....	85
5.1.1	Microscopia eletrônica de varredura (MEV).....	85
5.1.2	Difração de raio X (DRX).....	86
5.1.3	Espectroscopia na região de infravermelho com transformada de Fourier....	86
5.1.4	Espectroscopia micro-Raman.....	87
5.1.5	Análise térmica.....	88
5.1.5.1	Análise termogravimétrica (TGA).....	88
5.1.5.2	Calorimetria exploratória diferencial (DSC).....	88
5.1.6	Avaliação in vitro em fibroblastos gengivais humanos.....	89
5.2	CARACTERIZAÇÃO DOS DENTIFRÍCIOS DESSENSIBILIZANTES....	91
5.2.1	Determinação do pH, consistência, densidade relativa/absoluta e perda por dessecação.....	91
5.2.2	Determinação dos resíduos por dessecação e incineração.....	92

5.2.3	Análise das cinzas em MEV e EDS.....	93
5.3	AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE OCLUSÃO DOS TÚBULOS DENTINÁRIOS PELOS DENTIFRÍCIOS.....	95
5.3.1	Rugosidade Superficial.....	95
5.3.2	Permeabilidade dentinária.....	96
5.3.3	Difração de raio X (DRX).....	97
5.3.4	Microscopia de força atômica.....	98
5.3.5	Espectroscopia micro-Raman.....	101
5.3.6	MEV e EDS.....	104
6	DISCUSSÃO	109
7	CONCLUSÃO	116
8	REFERÊNCIAS	117
	APÊNDICES	125
	ANEXOS	142

1 INTRODUÇÃO

A hipersensibilidade dentinária cervical (HSDC) pode ser definida como um distúrbio que se manifesta por meio de dor de intensidade variável, curta e aguda, decorrente da dentina exposta em resposta a um estímulo térmico, tátil, osmótico ou químico, que não pode ser descrita como um defeito dentário ou qualquer outra patologia bucal (Bartold¹ 2006; Ricarte et al.² 2008). Considera-se alta a prevalência de HSDC, podendo acometer de 4 a 74% da população (Bartold¹ 2006; Orchardson, Gillam³ 2006; Bamise et al.⁴ 2008; Markowitz, Pashley⁵ 2008). A razão para essa grande discrepância na prevalência se deve à diferença nos métodos para coleta dos dados e à forma de análise dos resultados.

Os dentes mais acometidos pela HSDC são os pré-molares, seguidos pelos primeiros molares superiores, e os incisivos os menos acometidos (Bartold¹ 2006; West⁶ 2008). Além disso, foi demonstrado que a prevalência é maior nas mulheres, com 72% dos casos de HSDC (Camps, Pashley⁷ 2003). Notou-se que mais de 90% das superfícies que apresentaram HSDC localizam-se na região cervical, na vestibular ou lingual (Orchardson, Gillam³ 2006; West⁶ 2008).

A perda de esmalte dentário em decorrência de erosão, abrasão, atrição ou abfração, e o desgaste de cimento na superfície radicular, em decorrência de recessão gengival e/ou tratamento periodontal, podem possibilitar a exposição dentinária (Orchardson, Gillam³ 2006; Ricarte et al.² 2008; West⁶ 2008). Além disso, percebeu-se que esse desgaste ocorre de forma multifatorial. Salientou-se que a combinação destes fatores poderia ocasionar uma perda maior dos tecidos duros e contribuir para o estabelecimento da HSDC (Olusile et al.⁸ 2008; Petrou et al.⁹ 2009; Sicilia et al.¹⁰ 2009).

A sensibilidade dos dentes é explicada pela teoria hidrodinâmica proposta por Brännström e Anström¹¹ (1972). Diversos autores citaram estudos que comprovaram a referida teoria, que leva em consideração o movimento do fluido localizado dentro dos túbulos dentinários que podem estimular os receptores nervosos localizados na periferia do tecido pulpar, causando a sintomatologia dolorosa (Ricarte et al.² 2008; Markowitz, Pashley⁵ 2008; Parkinson, Earl¹² 2009; Rösing et al.¹³ 2009).

A HSDC pode ser tratada de forma não invasiva e/ou invasiva. A maneira não invasiva de tratamento baseia-se no uso de agentes dessensibilizantes aplicados topicamente, tanto pelo profissional, ou prescrito para a utilização domiciliar pelo paciente (Orchardson, Gillam³ 2006; Markowitz, Pashley⁵ 2008; West⁶ 2008; Olusile et al.⁸ 2008; Petrou et al.⁹ 2009; Parkinson, Earl¹² 2009; Rösing et al.¹³ 2009; Aranha et al.¹⁴ 2009; Markowitz¹⁵ 2009). As formulações contendo agentes dessensibilizantes mais comuns, empregadas por profissionais, são: vernizes (Ritter et al.¹⁶ 2006; Olusile et al.⁸ 2008), pastas (West et al.¹⁷ 2002; Wara-Aswapati et al.¹⁸ 2005; Claydon et al.¹⁹ 2009), soluções (Yates et al.²⁰ 2004; Rösing et al.¹³ 2009) e géis (Zantner et al.²¹ 2006; Pamir et al.²² 2007).

Para uso domiciliar, os dentifrícios que são formulações disponíveis comercialmente, nas quais os agentes dessensibilizantes a base de sais de potássio são os mais comumente usados. Outros sais frequentemente utilizados são nitratos, cloretos, citratos e oxalatos (West⁶ 2008). Estudos demonstraram que dentifrícios contendo agentes dessensibilizantes são eficazes na oclusão da entrada dos túbulos dentinários (Arrais et al.²³ 2004; Pillon et al.²⁴ 2004; Wara-Aswapati et al.¹⁸ 2005; Santiago et al.²⁵ 2006; Sauro et al.²⁶ 2006; Schiff et al.²⁷ 2006; Al-Azzawi, Dayem²⁸ 2006; Vachiramon et al.²⁹ 2008; Markowitz¹⁵ 2009; Oberg et al.³⁰ 2009). Mesmo assim, não apresentaram longevidade desejada pelos portadores da HSDC em relação à diminuição da sensibilidade presente.

Os protocolos considerados invasivos são as restaurações com materiais adesivos ou procedimentos cirúrgicos periodontais, geralmente empregados como último recurso para solucionar a HSDC (Bartold¹ 2006; Orchardson, Gillam³ 2006; West⁶ 2008).

A alternativa que tem sido muito difundida atualmente é a utilização da luz LASER e, mesmo que tenha sido demonstrada efetividade do equipamento de alta intensidade, o alto custo e a complexidade do uso deste equipamento tem limitado sua utilização (Al-Azzawi, Dayem²⁸ 2006; Yazici et al.³¹ 2010). Contudo, o equipamento de baixa intensidade tem apresentado resultados promissores no tratamento da HSDC. Deve-se salientar que esta alternativa promove a dessensibilização dentinária por meio de ação nas terminações nervosas encontradas no tecido pulpar. Poucos estudos foram realizados comparando a laserterapia e agentes dessensibilizantes (Kumar, Mehta³² 2005; Sicilia et al.¹⁰ 2009; Aranha et al.¹⁴ 2009; Ipci et al.³³ 2009; Kara, Orbak³⁴ 2009).

Outra modalidade de tratamento da HSDC, que surgiu recentemente, é a terapia a base de ozônio que é um agente oxidante muito conhecido. Teste de oxidação em superfícies que contém cálcio levaram a formação de oxalato de cálcio o qual é bem conhecido por ocluir túbulos dentinários (Dähnhardt et al.³⁵ 2008). Um estudo clínico foi realizado e demonstrou que o ozônio tem capacidade para reduzir a HSDC (Azarpazhooh et al.³⁶ 2009).

Atualmente a utilização de dentifrícios dessensibilizantes tem sido difundida demasiadamente, o que acarreta dúvidas entre os portadores de HSDC e até mesmo entre os cirurgiões-dentistas a respeito de diversos aspectos envolvendo esses produtos. Durante muito tempo predominaram os dentifrícios a base de sais de estrôncio (West⁶ 2008) e mesmo que diversos estudos tenham demonstrado que esses dentifrícios provocavam melhoria na percepção de dor dos pacientes (Gillam et al.³⁷ 1996; West et al.³⁸ 1997), análises feitas posteriormente puderam demonstrar que os efeitos benéficos eram equivocados. Pois, ao se analisar estudos *in vitro* com dentifrícios contendo acetato de estrôncio que geralmente estava associado a um abrasivo a base de sílica, era possível verificar que o próprio agente abrasivo aderiria-se química e fisicamente a dentina promovendo a oclusão dos túbulos dentinários (Banfield, Addy³⁹ 2004; Addy, Smith⁴⁰ 2010).

Outra maneira de reduzir a HSDC por meio de dentifrícios é interromper a resposta neural ao estímulo doloroso. Isto é possível utilizando-se dentifrícios contendo nitrato de potássio. Alguns estudos demonstraram a eficácia desta modalidade de tratamento, principalmente usando-se concentração de 5% em um dentifrício com baixa abrasividade (Bartold¹ 2006). Contudo, uma revisão sistemática demonstrou que não há evidências científicas conclusivas para suportar a eficácia do nitrato de potássio para o tratamento da HSDC (Poulsen et al.⁴¹ 2005).

Novas formulações têm sido criadas com o intuito de melhorar o desempenho dos dentifrícios dessensibilizantes. A mais recente, baseou-se no potencial benéfico da arginina, um aminoácido conhecido, que associada a outros componentes (bicarbonato e carbonato de cálcio) pode depositar-se sobre a superfície dentinária exposta e ocluir os túbulos dentinários. Este mecanismo foi descrito no início dos anos dois mil e posteriormente criado um novo dentifrício contendo arginina em uma base de carbonato de cálcio com 1450 ppm de fluoreto monofluorofosfato de sódio (Cummins⁴² 2009; Panagakos et

al.⁴³ 2009). Estudos clínicos demonstraram a eficácia desses dentifrícios (Ayad et al.⁴⁴ 2009; Docimo et al.⁴⁵ 2009; Nathoo et al.⁴⁶ 2009; Schiff et al.⁴⁷ 2011). Contudo, poucos estudos laboratoriais foram realizados para verificar a capacidade de oclusão de túbulos dentinários por esse novo produto (Petrou et al.⁹ 2009; Olley et al.⁴⁸ 2012).

Deve-se salientar que outros componentes dos dentifrícios dessensibilizantes podem perfeitamente ser responsáveis pela oclusão dos túbulos dentinários. Estudos sugeriram que o fluoreto contido nesses dentifrícios pode eventualmente ocluir a entrada dos túbulos (West⁶ 2008). Os agentes abrasivos a base de sílica ou carbonato de cálcio podem atuar nos mecanismos de oclusão dos túbulos dentinários. Este último é uma verdadeira fonte de cálcio agindo junto com a arginina para acelerar os mecanismos de oclusão da entrada dos túbulos dentinários como um mineral parecido com a dentina, contendo cálcio e fosfato (Petrou et al.⁹ 2009).

Alternativas para oclusão de túbulos dentinários deveriam ser consideradas, já que na literatura encontram-se relatos de estudos clínicos que avaliaram dentifrícios que contém nanocristais de hidroxiapatita carbonatada e zinco (Orsini et al.⁴⁹ 2010) e biovidro (Ananthakrishna et al.⁵⁰ 2012). Da mesma maneira, estudos laboratoriais demonstraram a eficácia de dentifrícios a base de copolímero ácido maleico polivinilmetil éter (PVM/MA) bioadesivo (Liu et al.⁵¹ 2011), biovidro (Wang et al.⁵² 2010; Lynch et al.⁵³ 2012), biovidro nanoestruturado (Mitchell et al.⁵⁴ 2011), biovidro cerâmico (Tirapelli et al.⁵⁵ 2010). Nota-se que foi testado *in vitro*, dentifrício contendo nanopartículas de hidroxiapatita para remineralização de lesões de cárie em esmalte e dentina (Tschoppe et al.⁵⁶ 2011). Neste estudo as nanopartículas apresentaram alto potencial remineralizador, fato que torna promissor, seu uso no tratamento da HSDC. Além disso, por não serem encontrados estudos *in vitro* com este tipo de dentifrício relacionado à HSDC, torna-se necessário a execução de testes laboratoriais com este novo produto.

Apenas estudos clínicos foram conduzidos, nos quais foram usados dentifrícios contendo hidroxiapatita, sem que seja mencionado o tamanho das partículas (Kang et al.⁵⁷ 2009; Kim et al.⁵⁸ 2009). Fato que justificaria a formulação de um dentifrício contendo hidroxiapatita nanoparticulada com objetivo de ocluir túbulos dentinários e testá-los *in vitro* para posteriormente, realizar-se ensaios clínicos.

Estudos têm demonstrado resultados variáveis em relação à capacidade dos dentifrícios em ocluírem a entrada dos túbulos dentinários, aos compostos químicos que se formam sobre a dentina exposta e a profundidade de penetração destes compostos nos túbulos dentinários. Desta forma, tornou-se primordial a formulação de um dentifrício que promova uma oclusão mais profunda nos túbulos dentinários, e diminuição da sua abrasividade, o que poderia ser obtido por meio da nanotecnologia. Levando em consideração as seguintes hipóteses: dentifrícios contendo nanopartículas de hidroxiapatita ocluem túbulos dentinários?; Quais estruturas são formadas sobre a superfície dentinária?; Qual a profundidade de penetração dos compostos químicos nos túbulos dentinários?; Os dentifrícios contendo nanopartículas de hidroxiapatita apresentam melhor desempenho que as formulações comerciais em relação à oclusão de túbulos dentinários? Sendo assim, este estudo *in vitro* pretendeu desenvolver e avaliar dentifrícios dessensibilizantes contendo nanopartículas de hidroxiapatita.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura do presente estudo foi realizada de forma sistematizada em três etapas. Na primeira etapa, foram consultadas as bases de dados eletrônicas: Pubmed, Scielo, Science Direct, Lilacs, BBO, Scopus, Cochrane Controlled Trials Database e ISI Web of Science. Inicialmente, utilizou-se como critérios de inclusão: o idioma (inglês, espanhol e português) e período de publicação das referências (2002-2012).

Foram selecionados os seguintes descritores (de acordo com o DescBVS e Mesh) para busca das referências: dentin sensitivity, dentin, sensitivity, tooth permeability, dentinal fluid, dentin desensitizing agents, dentifrices, dentin-bonding agents, dental cavity lining, toothpastes, sensitive teeth, protect dentin desensitizer, dentin solubility, dentin permeability, sensibilidade da dentina, hipersensibilidade da dentina, sensibilidad de la dentina. Recorreu-se aos operadores lógicos “and”, “or” e “and not” para combinação dos descritores e termos utilizados para rastreamento das publicações.

Levando em consideração os dois critérios de inclusão citados anteriormente, foram identificados 1.138 referências científicas potencialmente elegíveis para inclusão nesta revisão. Na segunda etapa, estas publicações foram analisadas por meio dos títulos e resumo para identificar os seguintes critérios de inclusão: estudos clínicos ou laboratoriais e revisões narrativas ou sistemáticas que avaliassem dentifícios dessensibilizantes. Poderiam ser incluídos artigos científicos, independentemente do periódico, dissertações e teses. Após esta análise, foram identificadas 334 referências.

Na terceira etapa, estas referências foram lidas na íntegra e procurou-se identificar os seguintes aspectos para inclusão das referências na presente revisão de literatura: (a) nos estudos clínicos a menção de aprovação em Comitê de Ética e uso de termo de consentimento livre e esclarecido; (b) nos estudos laboratoriais, o emprego de metodologia que tenha sido validada; (c) no caso de artigos científicos, o periódico em que foi publicado, levando em consideração a classificação conforme o Qualis do periódico, sendo dada preferência pelos Qualis A e B.

Ao final da terceira etapa, foram incluídos 66 artigos científicos que atenderam a todos os critérios de inclusão e um artigo que não atendia ao critério período de publicação. Contudo, por se tratar de uma referência clássica sobre o assunto, o mesmo foi incluído nesta revisão.

Para facilitar o entendimento e melhor esclarecer o tema proposto nesta revisão, optou-se pela divisão em tópicos dos assuntos a serem abordados.

2.1 HIPERSENSIBILIDADE DENTINÁRIA CERVICAL

2.1.1 Terminologia e definição

Observou-se na literatura, uma variada terminologia para a HSDC. Sendo empregada pelos estudiosos termos como: sensibilidade dentária, hipersensibilidade dentinária, hipersensibilidade da dentina, hipersensibilidade, sensibilidade cervical, sensibilidade radicular, sensibilidade cementária e hiperestesia dentinária (Sallum et al.⁵⁹ 2008).

Em que pese autores recomendarem o uso do termo hiperestesia dentinária (Sallum et al.⁵⁹ 2008), a expressão mais frequentemente usada na literatura internacional é Hipersensibilidade Dentinária Cervical (HSDC) por se enquadrar mais adequadamente às características desse problema. Pois, a HSDC pode ser definida como um distúrbio que se manifesta por meio de dor de intensidade variável, curta e aguda, normalmente localizada e de início rápido, decorrente da dentina exposta em resposta a um estímulo térmico, tátil, osmótico ou químico a qual não pode ser descrita por nenhuma forma de defeito dentário ou processo patológico. Normalmente, nas áreas de dentina exposta, há presença de recessão da margem gengival (Bartold¹ 2006; Ricarte et al.² 2008; Sallum et al.⁵⁹ 2008; Matias et al.⁶⁰ 2010; Blaggana et al.⁶¹ 2011; Trushkowsky, Oquendo⁶² 2011).

2.1.2 Prevalência

Gillam et al.⁶³ (2002) averiguaram a prevalência em indivíduos recrutados para um estudo clínico de avaliação da eficácia de um enxaguatório bucal dessensibilizante. Examinaram 129 indivíduos, sendo 48 homens e 81 mulheres, com idade média de 35 anos.

Destes, 12 foram excluídos por utilizarem regularmente algum tipo de medicamento, e os demais responderam a um questionário, levando 104 indivíduos a participarem do referido estudo. Observou-se que a maior prevalência foi verificada entre os indivíduos de 20 a 30 anos de idade (34%), seguidos pelos de 30 a 40 anos (33%). Quando perguntados qual o estímulo que mais causava desconforto, 32% responderam que o frio. Ao escovarem seus dentes, 35% dos indivíduos relataram que não sentiam nenhum desconforto, mas 49% apresentavam desconforto médio. Dos 3136 dentes examinados, 1575 (50,2%) dentes não responderam a nenhum estímulo e 1561 (49,8%) responderam a um ou ambos os estímulos testados. Os molares foram os dentes que mais responderam a um ou ambos os estímulos (tátil e térmico).

A prevalência de HSDC em indivíduos do Reino Unido foi publicada por Rees, Addy⁶⁴ (2002), no qual estabeleceram a prevalência de hipersensibilidade dentinária em um estudo transversal de pacientes atendidos por clínicos gerais durante um mês. Dezenove cirurgiões dentistas examinaram 4841 pacientes e os que apresentavam diagnóstico de HSDC foram questionados sobre atividade profissional e hábitos de tabagismo. Foram encontrados 201 pacientes portadores de HSDC, nos quais se apresentou prevalência de 4,1%. Observou-se que os pré-molares superiores foram acometidos mais frequentemente do que os demais dentes e que o estímulo ao frio desencadeia essa sensação. Houve tendência a relacionar fumantes e problemas periodontais com a hipersensibilidade.

Palma et al.⁶⁵ (2005) analisaram a prevalência de HSDC nos pacientes atendidos na clínica da Universidade Estadual de Montes Claros, Minas Gerais. Este estudo foi realizado coletando-se dados por meio da anamnese e exame clínico de 49 indivíduos com idade entre 11 e 59 anos. A coleta de dados foi realizada por um único examinador. Além disso, os pacientes responderam um questionário com informações referentes a HSDC. Verificou-se que 71,43% dos indivíduos apresentavam pelo menos um dente com HSDC, sendo encontrados 86,66% de dentes com HSDC no gênero masculino e 61,11% no gênero feminino. Em relação às superfícies dentárias afetadas pela HSDC, detectou-se que a maior prevalência correspondeu às superfícies vestibulares (85,96%), seguida das superfícies lingual/palatina com 13,15%.

Bamise et al.⁶⁶ (2007) avaliaram pacientes adultos, atendidos na clínica odontológica do Hospital Universitário de Obafemi Awolowo, Nigéria. Todos os pacientes

que foram atendidos num período de 13 meses foram incluídos neste estudo. Foram examinados 2165 pacientes e somente 29 foram diagnosticados como portadores de HSDC, havendo maior prevalência entre os indivíduos do gênero masculino. Verificou-se que os molares foram os dentes mais afetados, assim como as superfícies oclusal e cervical foram as mais afetadas.

Em revisão da literatura, West⁶ (2008) mencionou que a prevalência da HSDC variou de 3 a 57% dos pacientes em diferentes estudos e que a hipersensibilidade pode estar presente tanto em pacientes jovens quanto em pacientes com idade mais avançada, mas a maioria dos afetados está entre as idades de 20 a 40 anos. Relatou ainda, que as mulheres são mais frequentemente acometidas e em idades mais jovens do que os homens. Porém, vale ressaltar que as mulheres procuram mais atendimento do que os homens nesses casos.

Shen et al.⁶⁷ (2009) realizaram estudo clínico para avaliar a eficácia de dentifrício contendo agente dessensibilizante e observaram uma prevalência da HSDC de 38% nos participantes. Foram analisados 172 indivíduos e 65 relataram possuir sensibilidade dentária que foi devidamente diagnosticada como sendo HSDC.

Estudo para estabelecer a prevalência da HSDC, em adultos chineses residentes em áreas urbanas e verificar os possíveis efeitos do tabagismo na hipersensibilidade dentária, foi conduzido por Que et al.⁶⁸ (2010). Foram investigadas 2640 pessoas de duas cidades chinesas. Todos os indivíduos preencheram um questionário estruturado e aqueles que relatavam possuir dentes sensíveis foram examinados com ar frio da seringa tríplice para confirmar-se o diagnóstico de HSDC. A perda de inserção e recessão gengival foi verificada por meio de sonda periodontal. Encontrou-se uma prevalência de 25,5% de HSDC na população estudada. A faixa etária onde houve predomínio da HSDC foi entre 50-59 anos e 78,6% dos dentes com HSDC estavam relacionados com perda de inserção e 31,4% com recessão gengival. Os indivíduos fumantes não possuíam número maior de dentes sensíveis em relação aos não fumantes.

Silva et al.⁶⁹ (2011) avaliaram a ocorrência de casos de HSDC e seus fatores etiológicos entre os pacientes que procuravam atendimento na Faculdade de Odontologia de Pernambuco. Nesta investigação analítica transversal foram observados 97 pacientes e destes, 37 (38,14%) apresentavam HSDC. Os indivíduos com HSDC apresentavam idade entre 18 e

69 anos, sendo 31 do gênero feminino e 6 do masculino. No grupo examinado, 142 dentes apresentavam algum grau de sensibilidade, sendo os pré-molares os dentes mais acometidos. Verificou-se ainda neste estudo que a ingestão frequente de bebidas ácidas, tratamento periodontal prévio, sangramento gengival, problemas gastrointestinais e tipo de escova foram relacionados ao risco de desenvolver HSDC.

2.1.3 Etiologia

Evidências científicas sugeriram que os pacientes que apresentaram sintomatologia dolorosa ocasionada pela HSDC, apresentaram dentina exposta e os túbulos dentinários abertos para a cavidade bucal (Addy⁷⁰ 2006; Markowitz, Pashley⁵ 2008; Cummins⁴² 2009).

A exposição dentinária pode ser acarretada pela perda de esmalte dentário na área cervical e pela recessão gengival seguida de perda de cemento (Swift⁷¹ 2004; Addy⁷⁰ 2006; Orchardson, Gillam³ 2006; West⁶ 2008; Addy, Smith⁴⁰ 2010). Addy⁷⁰ (2006) mencionou que a escovação dentária realizada com força excessiva com ou sem dentifrício apareceu como causa do desgaste mínimo do esmalte dentário (na ausência de substâncias ácidas). Ainda, relatou que evidências apontaram para a escovação dentária como principal razão para o surgimento da recessão gengival e consequente exposição dentinária.

Outros processos que podem desencadear a perda de esmalte dentário foram relatados na literatura científica: erosão e atrição, o que acarretaria a exposição dentinária (Addy⁷⁰ 2006; Addy, Smith⁴⁰ 2010). Estes autores descreveram que pode haver dois fatores causadores da perda de esmalte dentário atuando em conjunto, e algumas vezes os três processos ocorrem simultaneamente. Além disso, referiram-se a abfração como sendo uma situação moduladora da erosão dentária, o que provocaria aumento da perda de esmalte dentário. A ideia de que esses fatores atuam em conjunto foi defendida por Swift⁷¹ (2004).

Importante ser mencionado que nem sempre a dentina exposta desencadeia a HSDC. Uma quantidade razoável de fatores tem sido identificada como causa potencial desse problema, incluindo a ingestão de alimentos e bebidas ácidas, uso de dentifrícios abrasivos, técnica de escovação errada e escovação imediatamente após a ingestão de alimentos e bebidas ácidas (Swift⁷¹ 2004). Estes fatores associados poderiam remover a

oclusão dos túbulos dentinários que geralmente é feita pelo “smear layer” e “smear plugs”, desta forma expondo a entrada dos túbulos dentinários, desencadeando a HSDC (Rösing et al.¹³ 2009).

Fatores que contribuem para a exposição dentinária são relacionados em diversos estudos (Gillam et al.⁶³ 2002; Bartold¹ 2006; Orchardson, Gillam³ 2006; Markowitz, Pashley⁵ 2008). Salienta-se que a recessão gengival seguida de desgaste do cemento expõe dentina radicular que rotineiramente acomete-se de sensibilidade dolorosa. Verificou-se que a recessão gengival é comum tanto em populações com alto padrão de escovação dentária quanto naqueles que apresentam baixo padrão de escovação. As pessoas que realizaram adequadamente sua higienização bucal acabaram expondo a dentina em função do extremo exagero na força realizada durante a escovação, o que provocaria a destruição dos tecidos marginais. Além disso, problemas periodontais e tratamentos odontológicos restauradores e/ou periodontais acarretariam recessão gengival. Há uma tendência a se acreditar que a recessão gengival relacionada à pacientes com tecido gengival saudável possa provocar a HSDC. Porém, em ambas as situações mencionadas anteriormente resultariam no mesmo tipo de dor. Pacientes que foram submetidos a tratamento periodontal cirúrgico ou não, onde tenha ocorrido recessão gengival apresentaram tendência a HSDC, geralmente sendo episódios transitórios.

2.1.4 Mecanismo de sensibilidade da dentina

Frequentemente os estudos (Bartold¹ 2006; Orchardson, Gillam³ 2006; Markowitz, Pashley⁵ 2008; Matias et al.⁶⁰ 2010; Chu⁷² 2010) têm relatado que a Teoria Hidrodinâmica proposta por Brännström, Anström¹¹ em 1972 é a mais aceita para explicar a HSDC. Porém, é necessário enfatizar que outras explicações podem ser consideradas para explicar a sensibilidade que afeta os dentes quando a dentina está exposta. As teorias mais comuns que são apresentadas na literatura são: a transdução odontoblástica, teoria neural e hidrodinâmica (Bartold¹ 2006; West⁶ 2008).

De acordo com a Teoria da transdução odontoblástica, os prolongamentos odontoblásticos são expostos na superfície dentinária e podem ser excitados por variação de estímulos químicos e mecânicos. Como resultado de tais estímulos, neurotransmissores são liberados e impulsos são transmitidos em direção às terminações nervosas. Porém, até o

presente momento nenhum neurotransmissor foi encontrado por ser produzido ou liberado pelos prolongamentos odontoblásticos (Bartold¹ 2006; West⁶ 2008).

A Teoria Neural é defendida levando-se em consideração que estímulos térmicos ou mecânicos diretamente afetem as terminações nervosas dentro dos túbulos dentinários através de comunicação direta com as fibras nervosas pulpares. Embora, esta teoria seja suportada pela observação da presença de fibras nervosas amielínicas na camada mais externa da dentina radicular e a presença de polipeptídeos neurogênicos, esta teoria ainda é considerada teórica em função da pequena evidência científica para suportá-la (Bartold¹ 2006; West⁶ 2008).

Portanto, acredita-se que a Teoria Hidrodinâmica proposta por Brännström, Anström¹¹ (1972) seja a mais condizente com a realidade clínica. Esta teoria postula que fluídos dentro dos túbulos dentinários sofram alterações em função de mudanças físicas, osmóticas ou de temperatura provocando neste fluído mudanças ou estímulos de movimentação, o que acarretaria uma descarga sobre as terminações nervosas. Nesta teoria, salientou-se que os túbulos dentinários ficariam abertos em ambas as extremidades, tanto na câmara pulpar quanto na superfície de dentina exposta, o que favoreceria as mudanças no fluído intratubular (Bartold¹ 2006; Orchardson, Gillam³ 2006; West⁶ 2008; Markowitz, Pashley⁵ 2008; Shiau⁷³ 2012).

Independentemente da teoria que se use para explicar, sempre se deve lembrar que a dentina deverá estar exposta para que a HSDC ocorra. A perda do esmalte na região cervical e do cimento expõe dentina, apontando-se como responsáveis por esta perda: abrasão, atrição, erosão, abfração, recessão gengival, anomalias ósseas, anomalias dentárias e iatrogenias dentárias e periodontais provocadas em tratamentos odontológicos (Bartold¹ 2006; Orchardson, Gillam³ 2006; Ricarte et al.² 2008; Markowitz, Pashley⁵ 2008; West⁶ 2008; Olusile et al.⁸ 2008; Petrou et al.⁹ 2009; Sicilia et al.¹⁰ 2009). A ação de alimentos e bebidas ácidas, escovação dentária feita com excessiva força e dentifrícios abrasivos contribuem para a abertura dos túbulos dentinários expostos.

2.1.5 Estratégias para prevenir e controlar a hipersensibilidade dentinária

Todo cirurgião dentista independente de sua especialidade deve se preocupar em instituir medidas que assegurem aos seus pacientes a possibilidade de evitarem a exposição de dentina. Diversos pesquisadores tem enfatizado este aspecto da prevenção em relação à HSDC (Gillam et al.⁶³ 2002; Bartold¹ 2006; Orchardson, Gillam³ 2006; Markowitz, Pashley⁵ 2008; Shiau⁷³ 2012).

Há consenso entre os pesquisadores de que para prevenir a HSDC, é necessário enfatizar a redução dos riscos de fatores etiológicos da HSDC (West⁶ 2008; Addy, Smith⁴⁰ 2010; Shiau⁷³ 2012). Além disso, devem-se recomendar regularmente técnicas de escovação apropriadas e uso de produtos para saúde oral; identificar doença periodontal deveria ser um pré-requisito nos exames bucais; tratamento periodontal deveria ser realizado prontamente, quando necessário, seguido de regular terapia de suporte periodontal; escovação deveria ser evitada imediatamente após a ingestão de alimentos e bebidas ácidas, além de limitar a frequência da ingestão desses produtos; investigar a dieta do indivíduo quando se suspeita da presença de erosão dentária (Markowitz, Pashley⁵ 2008; West⁶ 2008; Shiau⁷³ 2012).

2.1.6 Tratamento

Verificou-se na literatura científica uma diversidade de protocolos para tratamento da HSDC. Contudo, mesmo que cada um tenha sido avaliado e apresentado resultados animadores, não há nenhum protocolo considerado como padrão ouro. Pois, os tratamentos tendem a não funcionar da mesma maneira em todos os pacientes (Addy, Smith⁴⁰ 2010). Os estudos tem revelado que o principal objetivo do tratamento da HSDC é obter a oclusão dos túbulos dentinários, mesmo que haja produtos que visem atuar diretamente na dessensibilização das terminações nervosas (Bartold¹ 2006; Markowitz, Pashley⁵ 2008; Cummins⁴² 2009; Addy, Smith⁴⁰ 2010; Shiau⁷³ 2012).

Encontraram-se relatos de que é possível a utilização de protocolos que contenham agentes dessensibilizantes, que podem ser aplicados topicamente, tanto por profissionais quanto pelos pacientes em seus domicílios (Orchardson, Gillam³ 2006; Markowitz, Pashley⁵ 2008; West⁶ 2008; Olusile et al.⁸ 2008; Petrou et al.⁹ 2009; Parkinson,

Earl¹² 2009; Rösing et al.¹³ 2009; Aranha et al.¹⁴ 2009; Markowitz¹⁵ 2009; Porto et al.⁷⁴ 2009; Peixoto et al.⁷⁵ 2010; Shiau⁷³ 2012).

Há vários produtos disponíveis comercialmente, contendo agentes dessensibilizantes, que podem ser aplicados por profissionais: vernizes (Ritter et al.¹⁶ 2006; Olusile et al.⁸ 2008), pastas (West et al.¹⁷ 2002; Wara-Aswapati et al.¹⁸ 2005; Claydon et al.¹⁹ 2009), soluções (Yates et al.²⁰ 2004; Rösing et al.¹³ 2009) e géis (Zantner et al.²¹ 2006; Pamir et al.²² 2007). Além desses protocolos, a utilização da luz laser tem se mostrado uma alternativa eficaz no tratamento da HSDC (Al-Azzawi, Dayem²⁸ 2006; Yazici et al.³¹ 2010), assim como a terapia a base de ozônio (Dähnhardt et al.³⁵ 2008). As restaurações com materiais adesivos ou procedimentos cirúrgicos periodontais podem ser usadas como último recurso para solucionar a HSDC (Bartold¹ 2006; Orchardson, Gillam³ 2006; Tantbirojn et al.⁷⁶ 2006; West⁶ 2008).

Os dentifrícios contendo agentes dessensibilizantes são prescritos para os pacientes para utilização domiciliar e diversos estudos demonstraram a eficácia desse protocolo, mesmo que não apresentassem a longevidade desejada (Ayad et al.⁴⁴ 2009; Docimo et al.⁴⁵ 2009; Shen et al.⁶⁷ 2009; Day et al.⁷⁷ 2010; Olley et al.⁴⁸ 2012; Pinto et al.⁷⁸ 2012).

Nesta revisão de literatura priorizou-se apresentar estudos clínicos e laboratoriais que investigaram dentifrícios com capacidade para oclusão dos túbulos dentinários.

2.1.6.1 Estudos clínicos

Wara-Aswapati et al.¹⁸ (2005) investigaram o efeito de um dentifrício contendo um agente antiplaca e anti-inflamatório (triclosan a 0,3%), um dessensibilizante (nitrato de potássio a 5%) e um anticárie (monofluorfosfato de sódio a 0,76%) na saúde gengival, formação de biofilme e HSDC durante um período de 12 semanas. A eficácia desse dentifrício foi testada comparando-se com um dentifrício controle contendo nitrato de potássio a 5% e monofluorfosfato de sódio a 0,76% e um produto contendo somente monofluorfosfato de sódio a 0,76%. Participaram do estudo, 102 voluntários que apresentavam pelo menos um dente sensível. Todos os participantes receberam profilaxia dentária e instruções sobre técnica de escovação. Após quatro semanas de período pré-

experimental (inicial), os índices de sangramento gengival, de biofilme e escala visual analógica (VAS) para indicar o nível de HSDC após estímulo tátil e ar. De forma randomizada, entregou-se aos voluntários um dos três dentifrícios: teste, controle e de referência, e uma escova com cerdas macia para uso domiciliar. Os índices de sangramento gengival, de biofilme e escala visual analógica foram reexaminadas após 4 e 12 semanas. Em todos os participantes do estudo, o índice de sangramento gengival foi reduzido em comparação com o inicial para todos os grupos. Entretanto, não houve diferenças estatisticamente significantes, neste índice, entre os três grupos. O índice de biofilme diminuiu nos grupos teste e de referência em relação ao inicial. Houve uma significativa diferença entre os três grupos nos escores de sensibilidade obtidos pela VAS, apresentando os melhores índices nos grupos teste e controle. Os autores concluíram que o dentifrício, contendo triclosan, nitrato de potássio e monofluorofosfato de sódio, foi efetivo na redução da HSDC.

Os fabricantes tem apresentado uma tendência de combinar ingredientes ativos para tratamento de vários problemas na cavidade bucal. Isto tem gerado preocupação entre pesquisadores, já que há possibilidade de um agente interferir no efeito do outro. Nesta perspectiva, Yates et al.⁷⁹ (2005) compararam os efeitos de um produto comercialmente disponível (dentifrício contendo citrato de potássio e fluoreto de sódio) e uma formulação modificada (mesma formulação citada, com triclosan e citrato de zinco). O delineamento do estudo foi randomizado, duplo-cego, paralelo, tendo 56 indivíduos apresentando HSDC que participaram por oito semanas. Foram obtidos índices por meio da VAS (inicial, 14 e 56 dias) das respostas aos estímulos à água fria e ar. Os dois grupos apresentaram melhoras, principalmente estatisticamente significante, do grupo inicial até o 14º dia e 56º dias. Permitiu-se com este estudo, verificar que a combinação de agentes com propósitos diferentes, não interferiram na função um do outro.

Schiff et al.²⁷ (2006) avaliaram a eficácia de um dentifrício contendo fluoreto estanhoso a 0,45% estabilizado com hexametáfosfato de sódio, em relação ao tratamento da HSDC. Neste estudo randomizado, duplo cego, paralelo, 90 voluntários foram estratificados baseados na idade, gênero e escores de sensibilidade inicial e distribuídos em dois grupos (dentifrício com fluoreto estanhoso e hexametáfosfato; dentifrício controle). A escovação deveria ser feita duas vezes ao dia por oito semanas. A eficácia da avaliação foi feita usando-se exame tátil e térmico, e um exame dos tecidos moles da cavidade bucal foi realizado no início do experimento, na quarta e oitava semanas. A média dos escores de

HSDC do grupo que escovou com dentifrício teste foram mais baixa e estatisticamente significantes quando comparado com o grupo controle em ambos os períodos de avaliação. O dentifrício teste apresentou redução estatisticamente significativa da HSDC em comparação ao dentifrício controle.

Shen et al.⁶⁷ (2009) avaliaram clinicamente dentifrícios dessensibilizantes contendo citrato de potássio para o tratamento da HSDC. Participaram do estudo, 172 voluntários que foram submetidos a estímulo de ar, aqueles que apresentaram índices entre 30 e 80 na escala VAS foram qualificados a participar do estudo. Em seguida, cada voluntário recebeu dentifrício contendo citrato de potássio e uma escova dentária com cerdas macias para uso domiciliar. Após período de quatro semanas, os dentes hipersensíveis foram novamente examinados e escores da VAS registrados. Neste estudo, 65 participantes apresentaram HSDC, mas somente 40 atingiram os escores pré-determinados e foram incluídos na etapa experimental do estudo. Entre estes, 34 (85%) relataram redução significativa da HSDC após usarem dentifrício dessensibilizante contendo citrato de potássio por quatro semanas.

Em 2009, surgiu um dentifrício empregando uma nova tecnologia para alívio da HSDC. Segundo Cummins⁴² (2009) esta nova tecnologia é baseada em mecanismos da cavidade bucal, em que a saliva desempenha importante papel na redução natural da HSDC. Inicialmente, pelo transporte de cálcio e fosfato para dentro dos túbulos dentinários induzindo o fechamento de suas entradas; e segundo, pela formação de uma camada superficial protetora de glicoproteína salivar com cálcio e fosfato. O pH alcalino favorece esses processos, o que tem sido sugerido na maioria dos estudos clínicos. Contudo, esses mecanismos naturais são insuficientes para reduzirem a HSDC com rapidez, isto fez com que pesquisadores desenvolvessem essa nova tecnologia para reduzir a sensibilidade dos dentes. Os componentes essenciais desta tecnologia são: arginina, um aminoácido que é carregado facilmente em pH entre 6,5-7,5; bicarbonato, que age como tampão de pH e carbonato de cálcio, que é uma fonte de cálcio.

Ayad et al.⁴⁴ (2009) compararam a eficácia na redução da HSDC de um dentifrício contendo arginina a 8%, carbonato de cálcio e fluoreto e de um dentifrício contendo íon potássio a 2%. Esse estudo estratificado, duplo cego e paralelo foi realizado em 77 adultos canadenses e teve duração de oito semanas. Avaliação de sensibilidade ao exame

tátil e jatos de ar foi usada para comparar a eficácia dos produtos avaliados. Este estudo demonstrou que o dentifrício com arginina apresentou redução mais significativa do que o outro produto em relação ao estímulo tátil (16,2%, 22,4% e 21,4%) e em relação ao jato de ar (16,2%, 29,2% e 63,4%) após duas, quatro e oito semanas de uso do produto.

Outro estudo semelhante foi conduzido na Itália, por Docimo et al.⁴⁵ (2009) no qual 80 pacientes portadores de HSDC foram submetidos ao mesmo tratamento descrito anteriormente. Neste estudo, os indivíduos que usaram o dentifrício contendo arginina apresentaram redução de HSDC em resposta ao estímulo tátil (37,0%, 30,0% e 12,2%) e ao jato de ar (23,9%, 32,0% e 29,3%) após avaliações feitas por duas, quatro e oito semanas.

Kang et al.⁵⁷ (2009) avaliaram clinicamente um dentifrício contendo hidroxiapatita na redução da HSDC comparando com um dentifrício contendo fluoreto de sódio e outro contendo acetato de estrôncio. Os pacientes foram submetidos à avaliação da resposta ao estímulo térmico com emprego da VAS no início do estudo, uma e quatro semanas após o tratamento. Neste estudo, uma VAS foi preenchida pelo próprio participante e outra pelo operador depois que o paciente relatou a resposta ao estímulo. Quando se analisou os resultados da VAS preenchida pelo paciente e pelo operador, o dentifrício contendo hidroxiapatita apresentou superioridade, estatisticamente significativa, na redução da HSDC quando comparado com os outros dentifrícios. Os pesquisadores recomendaram a utilização de dentifrício contendo hidroxiapatita para reduzir a HSDC.

Kim et al.⁵⁸ (2009) realizaram um estudo clínico, randomizado, duplo cego, paralelo com objetivo de comparar um dentifrício contendo hidroxiapatita e outro contendo cloreto de estrôncio na redução da HSDC. Participaram deste estudo 55 pacientes que receberam aleatoriamente um dos dois dentifrícios e instruções sobre a escovação. Para o acompanhamento dos participantes adotaram-se alguns índices clínicos (de placa, gengival e de profundidade de sondagem); escala verbal para sensibilidade ao estímulo e escala analógica visual no início, duas, quatro e oito semanas de acompanhamento. A proporção de participantes com alívio da HSDC foi de 70,4% para o grupo experimental e 57,1% no grupo controle após oito semanas de estudo. O estudo demonstrou que o dentifrício contendo hidroxiapatita foi similar na redução da HSDC quando comparado ao dentifrício disponível comercialmente.

Morales et al.⁸⁰ (2010) avaliaram a eficácia de um dentifrício para dentes sensíveis com citrato de potássio a 5,6% e fluoreto de sódio a 0,3%. Participaram deste estudo clínico aleatorizado, controlado (grupo placebo), triplo cego, 100 pacientes que apresentavam HSDC e que cumpriram com os critérios de inclusão. Os participantes foram submetidos a uma entrevista, na qual se qualificou a intensidade de dor de cada paciente, usando-se uma escala visual analógica antes da intervenção. Posteriormente, um dente de cada participante foi submetido ao teste dos estímulos térmico e tátil e avaliado pela escala visual analógica. Cada participante recebeu uma escova dentária com cerdas macias e de maneira aleatória recebeu o produto a ser avaliado (com agente ativo e placebo). Os mesmos estímulos foram realizados após quatro e oito semanas de uso dos dentifrícios. Os resultados mostraram que os dois dentifrícios reduziram a HSDC. Contudo, o dentifrício para dentes sensíveis apresentou maior redução que o placebo em todas as variáveis testadas.

Considerando que a maioria dos dentifrícios são eficazes na redução da HSDC e que outras formulações tem sido criadas, um estudo foi conduzido na Itália para avaliar a eficácia de um dentifrício dessensibilizante contendo nanocristais de zinco-hidroxiapatita carbonatada. O estudo randomizado e duplo cego foi realizado comparando-se este dentifrício com outro contendo nitrato de potássio e fluoreto (controle). A HSDC dos participantes foi avaliada no início, após quatro e oito semanas, usando estímulo tátil, jato de ar, água fria e testes subjetivos, no qual foram perguntados sobre sua percepção em relação aos estímulos que foram usados e, em seguida anotaram escores variáveis de 0 a 10. Participaram do estudo 70 indivíduos, no qual 36 receberam o dentifrício teste e 34 o controle. Os dois dentifrícios foram eficazes e a porcentagem de redução desde o início até a oitava semana foi maior que 28% para todos os estímulos e maior do que 55% para o estímulo com água fria em ambos os grupos. Quando comparados os grupos, os indivíduos que usaram o dentifrício teste apresentaram maior redução da HSDC em relação ao controle, no qual foi significativo estatisticamente após quatro semanas de uso. O estudo documentou que este dentifrício contendo nanocristais de zinco-hidroxiapatita carbonatada reduziu a HSDC no período estudado (Orsini et al.⁴⁹ 2010).

Ni et al.⁸¹ (2010) avaliaram a eficácia na redução da HSDC de um dentifrício contendo estanho, comparando com um dentifrício controle que estava disponível no mercado. Um estudo clínico randomizado, paralelo, duplo cego foi conduzido em uma população de adultos com HSDC moderada em resposta aos estímulos térmico e tátil. Um

total de 60 adultos participou do estudo, no qual foram estratificados de acordo com idade, gênero e com escores de sensibilidade ao estímulo ao ar frio. Foi entregue, aleatoriamente, o dentifrício teste (contendo estanho e fluoreto de sódio) e o controle (contendo nitrato de potássio). Os participantes deveriam escovar por dois minutos duas vezes por dia e após a avaliação inicial, a escovação foi supervisionada pelos pesquisadores. No início do estudo e após quatro e oito semanas, os dentes sensíveis foram avaliados por estímulo tátil e térmico. Do total de participantes apenas 58 concluíram o estudo e passaram por todas as avaliações. Os participantes apresentaram redução significativa com ambos os dentifrícios para os dois tipos de estímulos em todos os períodos de avaliação.

Day et al.⁷⁷ (2010) analisaram um dentifrício contendo fluoreto de sódio e estanho e compararam com um contendo apenas fluoreto de sódio (controle negativo). Este estudo foi randomizado, duplo cego e paralelo, no qual participaram 31 indivíduos que haviam relatado a existência de HSDC e aleatoriamente receberam o dentifrício experimental ou o controle para usar duas vezes por dia por quatro semanas. Os dentes sensíveis foram avaliados em relação a resposta ao estímulo do jato de ar, no início, duas e quatro semanas de uso dos produtos. O dentifrício experimental apresentou superioridade estatisticamente significativa na redução da HSDC quando comparado ao dentifrício controle.

Mason et al.⁸² (2010) realizaram um ensaio clínico randomizado, cego, paralelo com duração de três dias, no qual compararam dois dentifrícios para redução de HSDC, um contendo acetato de estrôncio a 8% e fluoreto (1040 ppm) e outro contendo fluoreto (1450 ppm), ambos em base de sílica. Participaram 79 indivíduos que foram estratificados de acordo com os escores de dor iniciais, obtidos por meio do estímulo tátil e ao jato de ar. Os dentifrícios foram usados imediatamente após a avaliação dos estímulos iniciais, aplicando-se uma pequena porção no dente sensível e massageando o local, em seguida os indivíduos escovaram os dentes duas vezes/dia por um minuto, durante três dias consecutivos. Todos os participantes completaram o estudo, nos quais houve redução de HSDC com ambos os dentifrícios após a primeira aplicação. Contudo, o dentifrício contendo acetato de estrôncio apresentou melhor desempenho que o controle.

O dentifrício contendo acetato de estrôncio e fluoreto de sódio (1040 ppm) foi comparado a outro dentifrício, contendo arginina a 8%, carbonato de cálcio e monofluorofosfato de sódio (1450 ppm). Hughes et al.⁸³ (2010) conduziram este ensaio clínico

randomizado, cego, paralelo, com duração de oito semanas no qual 79 participantes foram estratificados de acordo com escores de sensibilidade obtidos inicialmente. Os participantes escovaram os dentes duas vezes/dia durante um minuto, com um dentífrico ou com outro e foram avaliados por estímulos tátil e térmico no início, duas, quatro e oito semanas. Ao final do estudo verificaram que não houve diferenças estatisticamente significantes na redução da HSDC entre os indivíduos que usaram os dois dentífricos, em todas as variáveis testadas, exceto na resposta ao estímulo tátil, no qual o dentífrico contendo acetato de estrôncio foi superior ao outro produto testado.

Olley et al.⁴⁸ (2012) investigaram a oclusão dos túbulos dentinários e a resistência ácida de dentífricos dessensibilizantes num estudo *in situ* em indivíduos, o qual foi randomizado, cego, de boca dividida, com quatro tratamentos e com dois períodos de cruzamento. Voluntários usaram aparelhos intra-bucais com quatro amostras de dentina por período de quatro dias consecutivos, com um produto de estudo aplicado por aparelho: dentífrico contendo acetato de estrôncio a 8% em base de sílica e fluoreto de sódio 1040 ppm (Sensodyne® Rapid Relief); dentífrico contendo arginina a 8%, carbonato de cálcio e monofluorofosfato 1450 ppm (Colgate® Sensitive Pro-Relief™) e um dentífrico contendo fluoreto de sódio 1450 ppm (controle) e água. No terceiro e quarto dia, dois desafios com suco de laranja foram feitos por um minuto e ao final de cada dia uma amostra de dentina foi removida para análise em MEV. Nesta análise três examinadores calibrados usaram escores baseados nos aspectos visuais para mensurar os túbulos dentinários em sua extensão. Participaram do estudo 28 indivíduos com idade média de 34 anos, dos quais as amostras foram analisadas. No segundo dia, ambos os dentífricos testes demonstraram superioridade significativa na oclusão dos túbulos dentinários em relação ao dentífrico controle e a água. Após o terceiro e quarto dias de escovação e com desafio ácido o dentífrico contendo acetato de estrôncio demonstrou ser superior na oclusão dos túbulos dentinários quando comparado aos demais grupos. Ambos os dentífricos testados apresentaram superioridade, estatisticamente significativa, na oclusão de túbulos dentinários quando comparados aos grupos controle. Contudo, o dentífrico contendo arginina é mais susceptível ao desafio ácido.

Estudos utilizando modelo animal são raros quando se trata de avaliar o efeito dos dentífricos dessensibilizantes. Pinto et al.⁷⁸ (2012) analisaram os efeitos da escovação com dentífricos dessensibilizantes na permeabilidade dentinária e oclusão dos túbulos dentinários. Neste estudo foram utilizados 50 ratos, nos quais foram usados 200

dentes incisivos, divididos em cinco grupos: (AD) dentes escovados com água destilada; (DF) dentes escovados com dentifrício fluoretado; (DCE) dentes escovados com dentifrício contendo cloreto de estrôncio; (DCP) dentes escovados com dentifrício contendo citrato de potássio; e (DNP) dentes escovados com dentifrício contendo nitrato de potássio. Cavidades foram preparadas para expor os túbulos dentinários e os incisivos foram escovados usando os dentifrícios experimentais. Após cada tratamento, solução azul de Evans foi aplicada nos dentes e a permeabilidade dentinária foi analisada após obtenção de imagens em microscópio ótico e, posterior análise no software Image Pro Plus versão 4.5. Cada imagem foi calibrada individualmente usando uma escala estandarizada em μm . Três mensurações foram realizadas para cada imagem, indicando a profundidade de infiltração da solução corante, e a média foi calculada para cada espécime. Realizaram-se análises em MEV e EDX, nos quais verificaram quantitativa e qualitativamente. A análise quantitativa possibilitou a contagem do número de túbulos dentinários e obtenção de uma estimativa por mm^2 , considerando uma área total de $1.600 \mu\text{m}^2$; o diâmetro dos túbulos dentinários e a área de túbulos abertos usando o mesmo software citado anteriormente.

A avaliação qualitativa considerou as características superficiais da dentina, dentina inter e peritubular, túbulos dentinários e depósitos de “smear layer”. Além disso, as amostras foram analisadas por EDX, no qual foram determinados os elementos químicos em depósitos encontrados próximos aos túbulos dentinários de cada espécime. Foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos quanto à permeabilidade dentinária, número e diâmetro dos túbulos dentinários e área de túbulos abertos. Nos grupos DCE, DCP e DNP havia túbulos dentinários abertos e parcialmente obliterados, depósitos e um pouco de “smear layer” também foram observados. Nos grupos AD e DF a maioria dos túbulos dentinários estavam abertos, sem nenhum depósito ou smear layer na dentina. Dentifrícios diminuíram a permeabilidade dentinária, embora tenham somente produzido uma oclusão parcial dos túbulos dentinários.

Wang et al.⁸⁴ (2012) estudaram a efetividade de um dentifrício contendo copolímero ácido polivinilmetil éter-maleico (PVM/MA) na oclusão dos túbulos dentinários e investigaram a interação entre PVM/MA e colágeno tipo I usando ressonância de plasma de superfície (SPR). Cinquenta voluntários escovaram discos de dentina, em um modelo *in situ*, usando dentifrícios com e sem copolímero PVM/MA em estudo cruzado. A oclusão dos túbulos dentinários foi avaliada após escovação, desafio a saliva durante a noite (*in vivo*) por

12 horas e após beberem 250 mL de suco de laranja. Uma média de 91% dos túbulos dentinários foram ocluídos após uma simples escovação com PVM/MA e no grupo controle foi de 9%. Após o desafio em saliva e da erosão com suco de laranja por 10 minutos, uma média de 73% dos túbulos dentinários permaneceu totalmente ocluídos no grupo do dentifrício contendo PVM/MA enquanto no grupo controle a média foi nula. O tamanho dos túbulos dentinários aumentaram após a erosão ácida com suco de laranja no grupo controle, mas não no grupo PVM/MA. Estudo com SPR mostrou que o PVM/MA ligou-se facilmente as moléculas de colágeno numa proporção de 4:1. Dentifrício contendo PVM/MA poderia efetivamente ocluir túbulos dentinários e prevenir erosão dentária.

2.1.6.2 Estudos laboratoriais

Aparentemente não há nenhum produto que promova oclusão de túbulos dentinários permanentemente. Isto tem feito com que pesquisadores testem novos produtos. Gillam et al.⁸⁵ (2002) avaliaram um dentifrício contendo biovidro modificado substituindo parte do componente abrasivo (sílica) em comparação a um dentifrício contendo biovidro original 45S6. Discos de dentina foram tratados com o dentifrício original, três dentifrícios codificados contendo biovidro modificado a 0 (Y), 2,5 (X) e 7,5 % (Z) e dois dentifrícios disponíveis no mercado, um livre de abrasivo (Elmex® Fluoreto de amina) e um com carbonato de cálcio (Macleans® Freshmint). As amostras foram analisadas em MEV e os resultados demonstraram que as partículas de biovidro original cobriram a superfície de dentina e/ou ocluíram os túbulos dentinários. Contudo, esta formulação foi facilmente deslocada da superfície. Os dentifrícios com as variadas proporções adicionadas de biovidro (X e Z) foram avaliados e propiciaram maior cobertura das superfícies dentinárias e oclusão dos túbulos dentinários do que com o dentifrício sem biovidro, o que permitiu os pesquisadores concluírem que a inclusão de partículas de biovidro numa formulação adequada pode tornar-se um efetivo agente para tratamento da HSDC.

West et al.¹⁷ (2002) estudaram as alterações morfológicas superficiais da dentina condicionada e não condicionada *in vitro*, atribuídas a escovação com ou sem dentifrícios indicados para tratamento da HSDC. Um total de 96 discos de dentina condicionada e 96 de dentina não condicionada foram escovados com os seguintes dentifrícios: 1) Pasta onde foi disperso uma parte de dentifrício Macleans® Sensitive e quatro partes de água; 2) Sensodyne® original (cloreto de estrôncio); 3) Sensodyne® F (cloreto de

potássio); 4) Colgate® (MFP) e 5) Água. A escovação foi realizada por 1, 2, 5 ou 10 minutos em uma máquina de escovação simulada e em seguida analisadas em MEV. A análise das amostras condicionadas demonstrou que o tempo e o tratamento foram significantes na oclusão dos túbulos dentinários. Além disso, a interação entre tempo e tratamento foi estatisticamente significativa. Todos os dentifrícios estudados causaram alterações dinâmicas no smear layer da dentina não condicionada abrindo os túbulos. Estes dentifrícios apresentaram capacidade de remover o smear layer, mas alguns puderam ocluir os túbulos dentinários por conta de seus componentes.

Arrais et al.⁸⁶ (2003) avaliaram por meio de MEV a capacidade de ocluir túbulos dentinários de três dentifrícios (Sensodyne®, Emoform® e Sorriso®). Neste estudo *in vitro*, os autores utilizaram 50 fragmentos das superfícies vestibular e lingual obtidos de terceiros molares humanos íntegros, nos quais o esmalte dentário cervical foi abrasionado até que ficasse exposta a superfície dentinária. Em seguida, os fragmentos foram polidos com pasta diamantada e os espécimes divididos aleatoriamente em cinco grupos experimentais (n=10): G1- nenhuma escovação; G2-escovação sem dentifrício; G3-escovação com Sensodyne®; G4-escovação com Emoform®; G5-escovação com Sorriso®. Os espécimes foram escovados por quatro minutos, diariamente, durante sete dias em uma máquina de escovação e preparados para serem observados em MEV para calcular a porcentagem de túbulos dentinários obliterados. Além disso, os depósitos de dentifrícios foram analisados pela microanálise de EDX. As médias de túbulos dentinários obliterados em ordem decrescente: G5-98,83%; G4-96,02%; G3-80,12%; G1-37,31% e G2-22,92%. Os três dentifrícios testados produziram aumento da oclusão de túbulos dentinários quando comparados aos grupos controles, mas entre si apresentaram capacidade equivalente. Na microanálise identificou-se cálcio do carbonato de cálcio em todos os dentifrícios. O que demonstrou que os dentifrícios testados apresentaram efetiva capacidade de ocluir túbulos dentinários.

Zandim et al.⁸⁷ (2010) avaliaram as alterações na permeabilidade dentinária após exposição da dentina radicular a diferentes ácidos da dieta, assim como o efeito da escovação com e sem dentifrício subsequente à exposição da dentina aos diferentes ácidos. A dentina radicular de terceiros molares extraídos foi exposta após uso de instrumento rotatório em alta rotação. Os dentes foram seccionados acima da junção amelocementária e o tecido pulpar foi removido. Após o preparo, cada amostra foi conectada a um sistema de pressão para que a permeabilidade da dentina radicular pudesse ser mensurada após as seguintes

etapas sequenciais: a- aplicação do EDTA por 3 minutos para obtenção da permeabilidade máxima b- raspagem radicular para formação de uma nova *smear layer*; c- exposição às diferentes substâncias ácidas (vinagre, coca-cola, suco de limão, vinho branco, suco de laranja); d- escovação sem dentifrício por 3 minutos; e- escovação com dentifrício por 3 minutos. Os resultados mostraram que todas as substâncias ácidas aumentaram significativamente a permeabilidade dentinária após a raspagem radicular. Os sucos de limão e laranja provocaram maior aumento no valor da permeabilidade da dentina radicular em comparação com as demais substâncias. A escovação subsequente à exposição ácida reduziu a permeabilidade dentinária e a associação com o dentifrício provocou uma redução adicional na permeabilidade dentinária. Pôde-se concluir que ácidos da dieta aumentam a permeabilidade da dentina radicular e que a escovação sem e com dentifrício promove uma redução na permeabilidade da dentina radicular após exposição ácida da dentina.

Poucos estudos compararam dentifrícios com outras modalidades de tratamento da HSDC, um desses estudos foi realizado em 2006 por Al-azzawi, Dayem²⁸, no qual compararam o efeito de oclusão de túbulos dentinários do LASER de Nd:YAG e um dentifrício contendo cloreto de estrôncio (Sensodyne®) na dentina exposta por meio de: (1) determinação da penetração de corante através dos túbulos dentinários expostos na região cervical dos dentes tratados endodonticamente; (2) usando MEV para mostrar a superfície dentinária antes e após o uso do laser e do dentifrício. Foram usados 40 dentes ântero-superiores, nos quais os condutos radiculares foram tratados e obturados. Todos os dentes foram armazenados em 100% de umidade a 37,8° C por 48 horas para que o cimento de obturação se ajustasse ao conduto. Dentina de 35 dentes foi exposta pela remoção do cimento e os cinco dentes remanescentes foram o grupo controle negativo. Os espécimes foram examinados usando-se um estereomicroscópio para verificar a superfície topográfica da dentina antes e após o tratamento com o laser ou com o dentifrício. Uma técnica duplo cego foi usada para as mensurações da penetração do corante (em mm) para cada grupo. Os dentes tratados com LASER apresentaram menor penetração do corante quando comparados aos dentes tratados com Sensodyne®. No grupo controle positivo houve penetração completa do corante, no grupo controle negativo não houve penetração do corante. Na análise com estereomicroscópio o grupo tratado com LASER apresentou depósitos sobre a dentina enquanto no grupo com dentifrício havia deposição parcial. Nos grupos controle não houve deposição sobre a dentina e os túbulos continuaram abertos. Não houve diferenças estatisticamente significantes na oclusão de túbulos dentinários entre os grupos nos quais se

usaram LASER e dentifrício Sensodyne®. Ambos os tratamentos ofereceram capacidade de ocluir túbulos. Contudo, a oclusão proporcionada com laserterapia ocorre em questão de segundos enquanto com o dentifrícios são necessárias pelo menos três semanas.

Lee, Kwon, Kim⁸⁸ (2008) avaliaram os efeitos por curto prazo do uso de um dentifrício contendo nanopartículas de apatita carbonatada (n-CAP) na oclusão dos túbulos dentinários usando o MEV e um analisador de imagem. Foram obtidos 100 amostras de dentina humana que foram desgastadas com lixas de carboneto de silício sob irrigação com água e condicionados com ácido cítrico a 6% durante 1 minuto para permitir a abertura completa dos túbulos dentinários. As amostras foram divididas aleatoriamente em cinco grupos: G1-n-CAP a 0%; G2-n-CAP a 5%; G3-n-CAP a 10%; G4-n-CAP a 20% e G5-cloreto de estrôncio a 10% (SrCl₂). Foram escovadas cinco amostras de cada grupo aplicando-se 50, 100, 250 e 500 movimentos respectivamente. Todas as amostras foram avaliadas por MEV e o grau de oclusão dos túbulos dentinários foi quantificado usando um analisador de imagens. As amostras escovadas com o dentifrício contendo n-CAP a 20% e com 50 movimentos apresentou superioridade na oclusão de túbulos quando comparada aos demais grupos. De acordo com esta metodologia, o dentifrício contendo n-CAP a 20% foi o mais eficaz na oclusão de túbulos dentinários.

Pinto et al.⁸⁹ (2010) investigaram as alterações da permeabilidade na dentina radicular após exposição a bebidas ácidas. Vinte e cinco terceiros molares foram seccionados abaixo do limite amelocementário, o segmento radicular foi coletado e o tecido pulpar removido. As raízes foram conectadas num aparelho de pressão hidráulica para mensurar a permeabilidade da dentina radicular após as seguintes etapas, com cinco amostras cada: 1) ácido fosfórico por 30 segundos (máxima permeabilidade); 2) planificação das raízes para criar smear layer; 3) exposição a diferentes substâncias ácidas por 5 minutos (suco de laranja, coca cola, vinagre, vinho branco e suco de limão); 4) escovação com escova elétrica por 3 minutos e 5) escovação com escova elétrica com dentifrício por 3 minutos. Considerou-se que a etapa 1 foi 100%, os dados foram convertidos em porcentagem e cada amostra foi seu próprio controle. Todas as substâncias aumentaram a permeabilidade da dentina significativamente após a planificação das amostras. A escovação após a exposição às substâncias ácidas diminuiu a permeabilidade dentinária e a associação com dentifrício acentuou esse decréscimo exceto para as amostras submetidas à coca cola. Concluiu-se que

houve aumento da permeabilidade dentinária nas amostras submetidas às bebidas ácidas e a escovação com ou sem dentifrícios diminuiu a permeabilidade dentinária.

Tirapelli et al.⁵⁵ (2010) avaliaram *in vitro* o efeito de micropartículas de um vidro cerâmico bioativo (biosilicato) na oclusão de túbulos dentinários em comparação com outros agentes dessensibilizantes e um dentifrício. Um modelo no qual usou-se discos de dentina foi empregado para realizar essa comparação, usando MEV para observar a oclusão dos túbulos dentinários com diferentes produtos e a deposição de hidroxiapatita carbonatada (HCA) na superfície dentinária pelo biosilicato, após uma simples aplicação: G1- dentifrício com nitrato de potássio e fluoreto; G2- tratamento com fosfato de cálcio (duas etapas); G3- gel livre de água contendo partículas de biosilicato (1%); G4- partículas de biosilicato misturadas com água destilada, todas usadas após 1, 12 e 24 horas de imersão em saliva artificial. Espectroscopia na região do infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) foi usada para detectar a formação de HCA nos discos de dentina preenchidos com biosilicato após 2 minutos, 30 minutos e 12 horas de imersão em saliva artificial. O MEV mostrou uma camada de HCA formada na superfície dentinária após 24 horas para os grupos G4, G1, G2. Contudo no G3 não houve oclusão de túbulos dentinários após este período. FTIR mostrou precipitação de HCA nas superfícies dentinárias induzidas por biosilicato após 30 minutos. As micropartículas de vidro cerâmico bioativo demonstraram capacidade para induzir a deposição de HCA nos túbulos dentinários abertos, o qual poderá ser uma alternativa na redução da HSDC. Importante salientar que todos os produtos testados apresentaram algum padrão de oclusão dos túbulos.

Wang et al.⁵² (2010) avaliaram a efetividade de um dentifrício contendo biovidro (NovaMin™) e dois dentifrícios comerciais na oclusão dos túbulos após desafio com ácido cítrico ou imersão em saliva artificial. Foram usados 100 discos de dentina obtidos de terceiros molares humanos que foram aleatoriamente distribuídos em cinco grupos (n=20): G1- dentina tratada com EDTA; G2- escovação com água destilada; G3- escovação com NovaMin™; G4- escovação com Sensodyne™ Freshmint; G5: escovação com Colgate™ Sensitive. Em cada grupo foram igualmente divididos em dois subgrupos (n=10) para testar dois pós-tratamentos: desafio com ácido cítrico a 6% ou imersão em saliva artificial. Permeabilidade dentinária de cada amostra foi mensurada antes e depois de cada tratamento usando um dispositivo hidrostático funcionando a 20 cm de H₂O de pressão. Além disso, a morfologia e a deposição superficial foram analisadas por meio de MEV. Todos os três

dentifrícios dessensibilizantes reduziram significativamente a permeabilidade dentinária e criaram precipitados nas superfícies dentinárias tratadas. De qualquer forma, as reduções na permeabilidade dentinária mostraram recobrimento parcial após desafio ácido e imersão em saliva. Sensodyne™ Freshmint apresentou significante resistência ao ácido e NovaMin™ exibiu a mais baixa permeabilidade após imersão em saliva por 24 horas. Ainda assim, este dentifrício ao lado dos demais apresentou uma grande capacidade em ocluir túbulos dentinários enquanto o Sensodyne™ Freshmint demonstrou maior redução na permeabilidade quando houve desafio ácido.

Zandim, Leite, Sampaio⁸⁷ (2010) quantificaram as alterações na permeabilidade dentinária radicular após exposição a dieta ácida e avaliaram o efeito da escovação após esse desafio ácido. Amostras de dentina radicular foram usadas após serem obtidas de terceiros molares humanos. Vinte e cinco amostras foram distribuídas aleatoriamente em cinco grupos e fixadas em um aparelho de pressão hidráulica para as avaliações. A permeabilidade dentinária foi mensurada após as seguintes etapas: (1) tratamento com EDTA por 3 minutos para obtenção da máxima permeabilidade; (2) planificação radicular para criar smear layer; (3) exposição a diferentes substâncias ácidas por 5 minutos (vinagre, coca cola, suco de limão, vinho branco e suco de laranja) e (4) escovação por 3 minutos. Todas as substâncias ácidas aumentaram a permeabilidade dentinária após a planificação das amostras. Suco de limão produziu os valores mais altos de permeabilidade quando comparados com as outras substâncias. A dieta ácida aumentou a permeabilidade dentinária que foi reduzida imediatamente após a escovação.

Davies et al.⁹⁰ (2011) compararam a eficácia de um dentifrício contendo arginina, dois a base de acetato de estrôncio e um controle contendo fluoreto para ocluir túbulos dentinários quando submetidos a desafio ácido. Amostras com túbulos dentinários abertos foram divididas em quatro grupos que foram tratadas com uma pasta que foi obtida após mistura de um dos dentifrícios com saliva humana estimulada. As amostras tratadas foram subdivididas e molhadas em ácido cítrico a 0,3% por 10 segundos, 30 segundos, 2 minutos, 5 ou 10 minutos. A análise da oclusão dos túbulos dentinários feitas com as imagens obtidas por meio de MEV foi realizada usando-se escores por meio cego. Todos os dentifrícios ofereceram boa oclusão dos túbulos, nos quais foram mantidos variações de graus seguindo os desafios ácidos. Após imersão em ácido por 10 e 30 segundos, os dentifrícios contendo acetato de estrôncio e arginina quase ocluíram totalmente os túbulos. Mas, somente

o acetato de estrôncio manteve este nível de oclusão após imersão em ácido por 2 minutos, com forte evidência estatística que estes dentifrícios ocluem mais túbulos que os outros dentifrícios após imersão em ácido por 2 ou 5 minutos. Isto sugeriu que os dentifrícios contendo acetato de estrôncio podem ser mais efetivos na redução da HSDC.

Liu et al.⁵¹ (2011) estudaram a efetividade de um dentifrício contendo copolímero ácido polimetil vinil éter-maleico (PVM/MA) em base de sílica na oclusão dos túbulos dentinários para tratamento da HSDC. Trinta e dois discos de dentina humana foram divididos em dois grupos e escovados de manhã por 30 segundos para estudar os dentifrícios com e sem o copolímero PVM/MA. A oclusão de túbulos dentinários e permeabilidade dentinária foram avaliadas com microscópio de varredura vertical em três dimensões (IFM) e espectroscopia de impedância eletroquímica (EIS). Após a segunda escovação por 30 segundos no período da tarde os discos de dentina foram imersos em saliva por 16 horas e submetidos à erosão usando suco de laranja por 10 minutos. Os efeitos da saliva e suco de laranja na oclusão dos túbulos dentinários neste estudo foram avaliados com IFM. Em média, 97,7% dos túbulos dentinários foram ocluídos no grupo com PVM/MA após escovação, quando comparado com o grupo controle que teve 13,3%. Avaliação com EIS mostrou que a impedância dos discos de dentina aumentou após tratamento com PVM/MA, o que não ocorreu no grupo controle. Após 16 horas de armazenamento em saliva e 10 minutos de erosão em suco de laranja, 86% dos túbulos dentinários permaneceram ocluídos quando tratados com dentifrício contendo PVM/MA. O tamanho dos túbulos abertos foi aumentado após erosão com suco de laranja no grupo controle, mas não no grupo em que se usou o dentifrício com PVM/MA. Verificou-se que o dentifrício contendo o copolímero PVM/MA em base de sílica efetivamente ocluiu os túbulos dentinários. Os plugs intra-tubulares foram resistentes aos desafios com suco de laranja e saliva.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver e avaliar dentifrícios dessensibilizantes contendo nanopartículas de hidroxiapatita.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Sintetizar nanopartículas de hidroxiapatita;
- Promover a caracterização morfológica, espectroscópica e térmica das nanopartículas de hidroxiapatita;
- Estudar o efeito *in vitro* das nanopartículas de hidroxiapatita em cultura de células de fibroblastos gengivais humanos;
- Formular dentifrícios dessensibilizantes experimentais;
- Realizar a caracterização dos dentifrícios dessensibilizantes experimentais, comparativamente a dentifrícios dessensibilizantes comerciais;
- Avaliar a capacidade *in vitro* dos dentifrícios dessensibilizantes em ocluir túbulos dentinários;
- Analisar alterações morfológicas e da superfície na dentina bovina, após escovação simulada com o uso dos dentifrícios dessensibilizantes.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo *in vitro* desenvolveu-se em três etapas: elaboração, caracterização e avaliação das nanopartículas de hidroxiapatita; formulação e caracterização de dentifrícios dessensibilizantes experimentais contendo nanopartículas de hidroxiapatita, e avaliação do potencial de oclusão de túbulos dentinários por meio desses dentifrícios contendo nanopartículas de hidroxiapatita. O desenho experimental do presente estudo está apresentado de forma resumida na Figura 1.

4.1 NANOPARTÍCULAS DE HIDROXIAPATITA

4.1.1 Síntese das nanopartículas de hidroxiapatita

As nanopartículas de hidroxiapatita foram produzidas utilizando-se a síntese química por via úmida a 37° C, gerando as nanopartículas de hidroxiapatita tipo WCS (Wet Chemical Synthesis) e a síntese hidrotérmica a 180° C, gerando as nanopartículas de hidroxiapatita tipo HS (Hydrothermal Synthesis). Em ambos os métodos foram usadas soluções de cálcio, citrato e fosfato como agentes precursores.

Para a síntese química por via úmida a 37° C, usaram-se soluções preparadas com os seguintes compostos químicos: ácido cítrico monohidratado, nitrato de cálcio-tetra-hidratado, hidrogenofosfato de amônia e solução de amônia. Estes produtos foram usados sem serem purificados. A precipitação das partículas de hidroxiapatita foi obtida após mistura de uma solução aquosa de ácido cítrico (0,6 M) com a adição de pequenas porções de hidróxido de amônia (25%) para ajuste do pH, para valores situados entre 7,4 e 8,5. Em seguida, foram misturados com porções apropriadas de soluções de nitrato de cálcio (0,2 M) e fosfato de amônia (0,2 M). Uma proporção de 3:1 foi adotada para a proporção molar das soluções de ácido cítrico e nitrato de cálcio, já que esta condição poderia assegurar soluções estáveis em temperatura ambiente, evitando a precipitação. Com o mesmo intuito, o pH da solução de ácido cítrico foi mantido abaixo de 8,5. Caso contrário, a solução de citrato de cálcio obtida precipitaria imediatamente em temperatura ambiente. A solução foi filtrada através de membrana de poli(fluoreto de vinilideno) (Durapore® Membrane, filtro hidrofílico, 0,22 µm de abertura dos poros, Millipore, Badford, EUA) e submetida a banho em água a 37°

C por 24 horas. Após este período, ocorreu precipitação das partículas que foram separadas após centrifugação por 15 minutos. O líquido remanescente foi descartado e o pó obtido foi lavado e seco em dessecador (Martins et al.⁹¹ 2007).

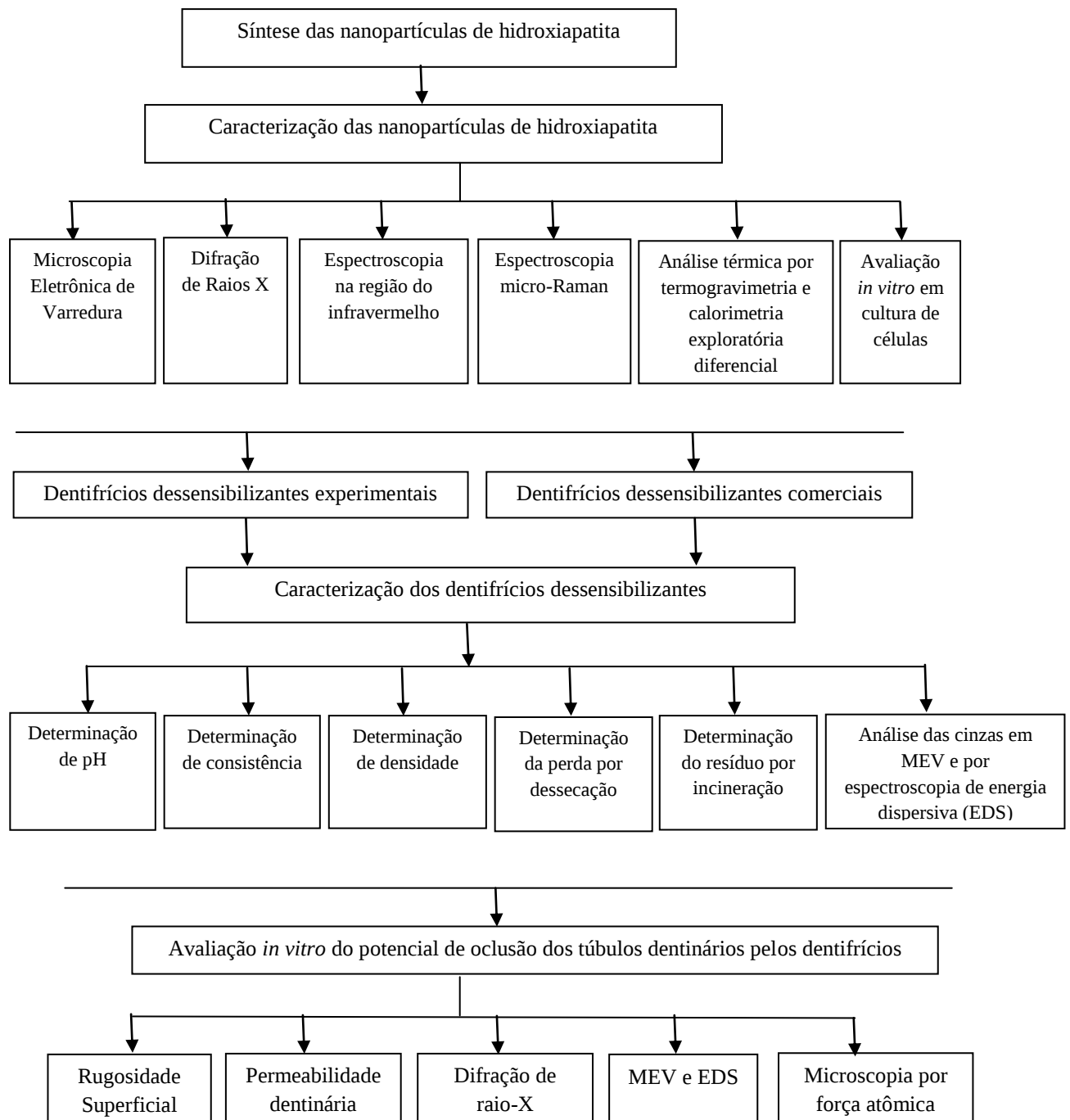


Figura 1: Desenho experimental

Na síntese hidrotérmica a 180° C, as nanopartículas foram obtidas usando-se soluções supersaturadas preparadas pela mistura de ácido cítrico, nitrato de cálcio e hidrogenofosfato de amônia. Para tanto, uma solução aquosa de ácido cítrico (0,6 M) foi

adicionada a pequenas porções de hidróxido de amônia (25%) para ajuste de pH a 8,12. Esta solução foi misturada com porções apropriadas das soluções de nitrato de cálcio (0,2 M) e fosfato de amônia (0,2 M). A solução homogênea resultante de cálcio/citrato/fosfato foi transferida para uma autoclave de aço inoxidável e mantida a 180° C por 24 horas. Após o resfriamento, os pós precipitados foram filtrados, lavados com água destilada e secos em dessecador (Santos et al.⁹² 2008).

As nanopartículas de hidroxiapatita utilizadas neste experimento foram gentilmente cedidas por pesquisadores do Laboratório de Farmacologia e Biocompatibilidade celular, da Faculdade de Medicina Dentária, da Universidade do Porto, Portugal.

4.1.2 Caracterização das nanopartículas de hidroxiapatita

Esta etapa foi de vital importância para que sejam definidas as características das nanopartículas de hidroxiapatita, uma vez que dependendo da maneira como foram obtidas, podem ocorrer diferenças em relação à cristalinidade, tamanho das partículas e morfologia. Fatores que afetam diretamente o desempenho das partículas no experimento. Para tanto se realizou as seguintes análises das nanopartículas de hidroxiapatita WCS e HS:

4.1.2.1 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

As nanopartículas de hidroxiapatita foram avaliadas no microscópio eletrônico de varredura SSX-550 Superscan (Shimadzu Co., Kyoto, Japão) com o objetivo de se mensurar as partículas e verificar sua morfologia. Previamente, diluiu-se em um microtubo tipo Eppendorf 3810X (Eppendorf do Brasil, São Paulo), 3 mg de nanopartículas em 2 mL de água destilada. Em seguida, esta solução foi submetida a um agitador vortex (Biomixer QL-901, Taboão da Serra, São Paulo) por 5 minutos. Isto fez com que as nanopartículas ficassem dispersas no líquido. Após este procedimento, foi retirado 5 µL da solução e colocada sobre um porta amostra metálico e levada à estufa por 50° C por 12 horas. Este procedimento foi realizado com os dois tipos de partículas.

As amostras foram levadas ao equipamento IC-50 Ion Coater (Shimadzu Co., Kyoto, Japão) para que fossem metalizadas com ouro. As micrografias foram obtidas

após a visualização das amostras, empregando voltagens de aceleração de 10 ou 15 kV. O registro das imagens ocorreu por meio da utilização do software específico.

4.1.2.2 Difração de raios X (DRX)

As nanopartículas de hidroxiapatita foram examinadas em difratômetro de raios X Shimadzu XRD-6000 (Shimadzu Co., Kyoto, Japão), scan de $2^\circ.\text{min}^{-1}$ e 2θ de 5° a 80° , radiação $K\alpha$ de cobre ($\lambda = 1.5418\text{\AA}$), corrente de 40 mA e voltagem 40 kV. Esta análise foi feita com o intuito de caracterizar as partículas quanto a sua cristalinidade. Esta análise é baseada no princípio de que cada cristal possui propriedade intrínseca em desviar, em um ângulo específico, a direção dos raios X emitidos sobre ele. O ângulo de desvio da radiação é único para cada forma de cristal o que gera picos indicativos de cristalinidade.

4.1.2.3 Espectroscopia na região do infravermelho com transformada de Fourier (FTIR)

A identificação dos grupos funcionais característicos das nanopartículas de hidroxiapatita foi realizada utilizando a espectroscopia na região do infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), a partir das bandas de absorção das amostras dos pós. Esta técnica foi realizada empregando-se 4 mg de cada amostra e 196 mg de KBr, grau espectroscópico (2% massa), no equipamento IR Prestige-21 (Shimadzu Co., Kyoto, Japão), 32 scans. min^{-1} , resolução de 4 cm^{-1} .

4.1.2.4 Espectroscopia micro-Raman

A análise das nanopartículas de hidroxiapatita por meio da espectroscopia micro-Raman foi realizada com o objetivo de verificar características físicas relacionadas à fase cristalina das partículas. Os espectros Raman foram coletados à temperatura ambiente utilizando um Espectrômetro FT-Raman modelo Senterra Detector DU420A-OE-152 com microscopia ótica acoplada (Bruker Optics GMBH Co., Ettlingen, Germany), no qual foi empregado uma linha de LASER de neodímio: ítrio-alumínio-granada (Nd: YAG) a 532 nm e 20 mW como fonte de excitação. As análises foram realizadas de acordo com os seguintes parâmetros experimentais: detector CCD resfriado com N_2 a -65°C ; resolução espectral de $3\text{--}5\text{ cm}^{-1}$, poder sobre a amostra de 2 mW; intervalo de varredura de $4000\text{--}200\text{ cm}^{-1}$; tempo de acumulação de 30 s e número de varreduras de 4. Objetiva de 50x com abertura de 50/1000

foi usada para a visualização das amostras e determinação do local exato das varreduras. O software Opus Spectroscopy (Versão 6.0, Bruker Optics Inc., Billerica, MA, EUA) foi usado para processar os dados coletados.

4.1.2.5 Análise térmica

4.1.2.5.1 Análise termogravimétrica (TGA)

A estabilidade térmica das amostras foi estudada por meio de ATG, que foram obtidas na faixa de temperatura entre 20° e 1300° C. Para isso, foi empregada uma termobalança modelo TGA-50 da marca Shimadzu (Shimadzu Co, Kyoto, Japão), sob atmosfera oxidante (50 mL.min⁻¹), razão de aquecimento de 10°C.min⁻¹, em cadinho de alumina contendo aproximadamente 5 mg da amostra. O equipamento foi previamente aferido com sulfato de cobre penta-hidratado. Esta análise foi realizada com o objetivo de determinar a temperatura em que as partículas começavam a se decompor.

4.1.2.5.2 Análise por calorimetria exploratória diferencial (DSC)

Esta análise foi realizada no equipamento Labsys Evo TG DTA DSC 1600° C (Setaram Instrumentation, Caluire, France). Para a avaliação por DSC, aproximadamente 10 mg de cada amostra foram colocadas em cadinho de alumina. O material foi submetido à análise na faixa de temperatura de -20 a 1.000° C, com uma taxa de aquecimento de 10° C/min, sob fluxo de argônio em todo o processo de 50 mL/min. Em seguida, as amostras foram resfriadas a uma taxa de resfriamento de 10° C/min e, novamente aquecida, nas mesmas condições empregadas para a primeira varredura. Usou-se como referência para a análise a alumina em pó.

4.1.2.6 Avaliação *in vitro* em fibroblastos gengivais humanos

Foi realizado teste de citotoxicidade em cultura de células de fibroblastos gengivais humanos (cultura primária) com as nanopartículas de hidroxiapatita WCS e HS. Este teste foi realizado no Laboratório de Farmacologia e Biocompatibilidade Celular, da Faculdade de Medicina Dentária, na Universidade do Porto, Portugal. Primeiramente, as células foram semeadas numa concentração de 10⁴ células/cm², em uma placa estéril de 96

poços. Em seguida, foram adicionados 100 µL de meio essencial mínimo, modificação alfa (α -MEM) contendo bactericida, fungicida e soro fetal bovino. A cultura ficou armazenada em estufa a 37° C e 5% de CO₂ por 24 horas. Após este período, as nanopartículas foram depositadas em triplicata, nas seguintes concentrações: 10, 100, 1000 e 5000 µg/mL. Além disso, houve um controle negativo no qual não foram acrescentadas nanopartículas na cultura das células. Foram avaliados os efeitos nas células por 24 e 72 horas sem que houvesse troca do meio de cultura. Nestes períodos de avaliação foi realizada análise quantitativa de células vivas, após a exposição às nanopartículas de hidroxiapatita, pela incubação com o corante supravital do composto tetrazólio (MTS). O MTS foi biorreduzido pelas células viáveis a um produto solúvel no meio de cultura e, então, efetuada uma análise espectrofotométrica do corante incorporado, empregando um leitor de microplacas (Biotech, Winooski, EUA) com leitura feita com comprimento de onda de 490 nm. A quantidade de MTS, o marcador da viabilidade celular incorporada pela população de células, foi diretamente proporcional ao número de células vivas na cultura, representado em porcentagem (%).

3.2 DENTIFRÍCIOS DESSENSIBILIZANTES EXPERIMENTAIS

Os dentifrícios dessensibilizantes experimentais foram formulados no Laboratório de Farmacotécnica Alopática do Departamento de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual de Ponta Grossa, utilizando os procedimentos de desinfecção e antisepsia preconizados à manipulação farmacêutica. A obtenção das formulações foi conduzida conforme o método geral para a manipulação de dentifrícios (Ferreira⁹³ 2011), conforme as fórmulas apresentadas no Quadro 1. A obtenção das mesmas obedeceu, de forma sintética, as seguintes etapas: 1) Formação do gel base de carboximetilcelulose (CMC) por hidratação a frio; 2) Trituração dos sólidos em gral; 3) Levigação dos sólidos com glicerina; 4) Adição do gel base e demais componentes em gral; 5) Incorporação geométrica das nanopartículas de hidroxiapatita. As recomendações de armazenamento foram respeitadas, sendo as formulações acondicionadas em frascos plásticos, protegidas da luz e em temperatura ambiente.

Dentifrícios Experimentais	Composição	Validade
Controle Negativo sem Abrasivo	Carboximetilcelulose sódica – 2%; Glicerina – 35%; Flavorizante de menta – 0,7%; Mentol – 0,1%; Sacarina sódica – 0,15% ; Lauril Sulfato de Sódio – 1%; Metilparabeno – 0,1%; Água purificada – 120 g	11/2012
Controle Negativo com abrasivo	Carbonato de cálcio - 20%; Carboximetilcelulose sódica – 2%; Glicerina – 35%; Flavorizante de menta – 0,7%; Mentol – 0,1%; Sacarina sódica – 0,15%; Lauril Sulfato de Sódio – 1%; Metilparabeno – 0,1%; Água purificada – 100 g	11/2012
Contendo nanopartículas de hidroxiapatita (WCS)	Componentes idênticos ao dentifrício controle negativo com abrasivo + Nanopartículas de hidroxiapatita tipo WCS – 2,5%	11/2012
Contendo nanopartículas de hidroxiapatita (HS)	Componentes idênticos ao dentifrício controle negativo com abrasivo + Nanopartículas de hidroxiapatita tipo HS – 2,5%	11/2012

Quadro 1 - Composição e validade dos materiais experimentais testados

Com o propósito de permitir uma análise comparativa, foram selecionados dois dentifrícios comerciais para a continuidade do presente estudo. O nome comercial e a composição declarada pelo fabricante encontram-se no Quadro 2.

3.2.1 Caracterização dos dentifrícios dessensibilizantes

Os métodos de caracterização foram realizados para os seis dentifrícios testados neste estudo: dois dentifrícios controles negativos (um com e outro sem abrasivo), dois dentifrícios experimentais contendo nanopartículas de hidroxiapatita tipo WCS e HS, e os comerciais como controles positivos (Figura 2: A, B, C e D). Quando possível seguiu-se as recomendações feitas pela Farmacopeia Brasileira (F. Bras. V⁹⁴ 2010). Portanto, todos os testes foram realizados em ambiente climatizado com temperatura variando entre 20° e 25° C. Além disso, o operador utilizou luvas descartáveis para a manipulação das amostras dos dentifrícios, a fim de evitar contaminação, reduzindo o viés nos resultados.

Marca Comercial	Fabricante	Lote	Composição	Validade
Colgate® Sensitive Pro-Alívio™	Colgate-Palmolive (São Paulo, SP, Brasil)	0171BR12CB	Ingredientes Ativos: Arginina - 8%, Monofluorofosfato de sódio - 1,10% (1450 ppm F) Ingredientes: Carbonato de cálcio, Água, Sorbitol, Bicarbonato de arginina, Laurilsulfato de sódio, Monofluorofosfato de sódio, aroma, goma celulose, bicarbonato de sódio, Acesulfame potássio, silicato de sódio, goma xantana, sucralose, dióxido de titânio (CI 77891)	08/2012
Sensodyne® Rápido Alívio™	GlaxoSmithKline (Rio de Janeiro, RJ, Brasil)	491C	Ingredientes ativos: Fluoreto de sódio 0,23% (1040 ppm), Acetato de estrôncio a 8%. Outros ingredientes: Água, sorbitol, sílica hidratada, glicerina, taurato cocoilmetil de sódio, goma xantana, dióxido de titânio, aroma (mentol, óleo de menta piperita, anetol, carvona, eucaliptol, L-mentona, acetato de metil, limoneno), sacarina sódica, propilparabeno de sódio, metilparabeno de sódio,	11/2013

Quadro 2- Marcas comerciais, fabricante, lote, composição e validade dos materiais testados.



Figura 2: A – Dentifrícios controles negativos; B - Dentifrícios experimentais e C e D - Dentifrícios comerciais utilizados no experimento.

3.2.1.1 Determinação do pH

Os valores do pH foram obtidos com um potenciômetro digital DMPH-2 (Digimed®, São Paulo, Brasil) previamente calibrado, utilizando um eletrodo de vidro próton seletivo, conforme descrito nos métodos gerais da Farmacopeia Brasileira (F. BRAS. V⁹⁴ 2010). O eletrodo foi colocado em uma solução tampão fosfato pH 6,86 e a calibração foi ajustada até esse valor. O eletrodo foi retirado e lavado em água destilada e o mesmo procedimento foi executado para a solução tampão pH 4,0. As análises de pH foram realizadas em triplicata para cada uma das seis amostras de dentifrícios utilizados neste estudo, a partir da dispersão de 3 gramas de dentifrícios (Figura 3A) em 30 mL de água destilada, como descrito por Panzeri et al.⁹⁵ (1978) e Pinto⁹⁶ (2008). Esta dispersão foi realizada usando-se um agitador magnético (Fisatom, São Paulo, Brasil) por 5 minutos em velocidade 7 (Figura 3B). Em seguida, o eletrodo de vidro próton seletivo foi introduzido dentro do béquer contendo a dispersão de dentifrício, evitando que tocasse no fundo do frasco, e obteve-se o valor do pH (Figura 3C).

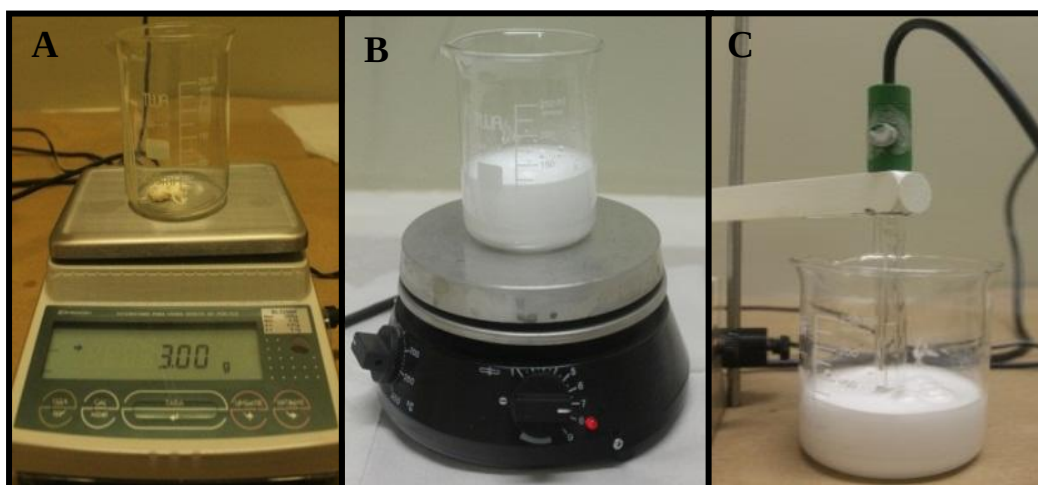


Figura 3: A-Dentifrício pesado; B- Dentifrício disperso e agitado; C- Verificação do pH

3.2.1.2 Determinação da consistência

A consistência dos dentifrícios foi estabelecida por meio do escoamento sob uma carga pré-determinada. Inicialmente, foi pesada uma massa de 1,00 g de dentifrício e depositada sobre uma placa de vidro fina. Outra placa de vidro, de massa aferida de 761,75 g, foi depositada de forma paralela e sobre a primeira. Após 5 minutos, realizou-se a mensuração dos diâmetros maiores e menores do halo resultante da aplicação da força, com paquímetro

graduado em milímetros (Figura 4). A determinação foi executada em triplicata e não se mediu a espessura. Este procedimento baseou-se no método descrito por Panzeri et al.⁹⁵ (1978).

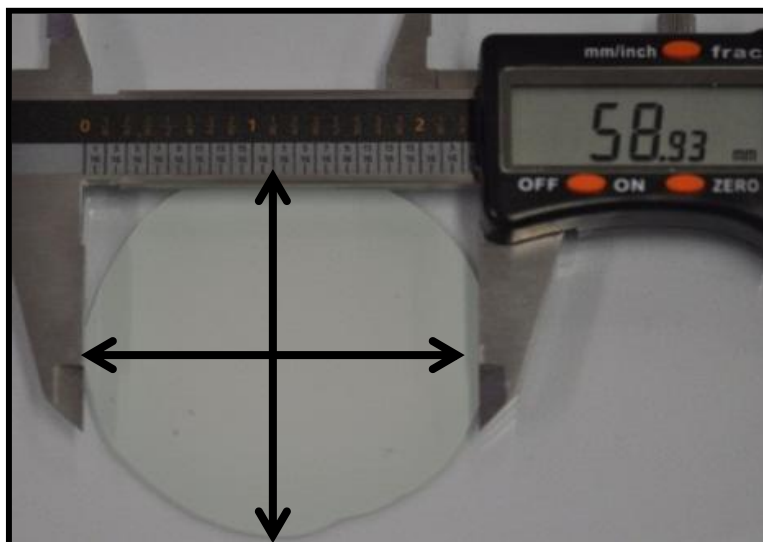


Figura 4: Esquema de mensuração do diâmetro do halo formado durante a determinação de consistência dos dentifrícios.

3.2.1.3 Determinação da densidade

A determinação da densidade relativa foi feita utilizando-se picnometria, em triplicata, segundo a Farmacopéia Brasileira (F. Bras V⁹⁴ 2010). Para tanto, foi utilizado um picnômetro de metal com capacidade total de 25 mL, água destilada como líquido de referência e temperatura constante de 20° C. De forma sintética, o picnômetro teve sua massa aferida em balança analítica AW 220 (Shimadzu do Brasil LTDA, São Paulo, Brasil) com precisão de 0,0002g, em três momentos distintos: vazio, preenchido completamente com água destilada e preenchido completamente com cada dentifrício em estudo. As equações 1 e 2 foram empregadas para o cálculo das densidades relativa e absoluta, respectivamente. Nas quais, d_{20}^{20} = densidade relativa do dentifrício frente à água destilada, ambos a 20°C e μ_{20} = densidade absoluta do dentifrício em análise a 20°C.

$$d_{20}^{20} = \frac{\text{massa do dentifrício}}{\text{massa da água destilada}} \quad (1)$$

$$\mu_{20} = 0,99703.d_{20}^{20} + 0,0012 \quad (2)$$

3.2.1.4 Determinação da perda por dessecação

Este teste seguiu as exigências recomendadas pela Farmacopeia Brasileira (F. Bras V⁹⁴ 2010). Os dentifrícios foram pesados em placas de Petri e tipo vidro de relógio, previamente limpa com solução potássica (KOH), para remoção de compostos orgânicos. Essa placa foi manipulada com auxílio de pinça para essa finalidade, com o objetivo de evitar contaminação por lipídeos cutâneos e interferência no peso das amostras. Foram pesados 5 gramas de dentifrício, repetindo-se esse procedimento três vezes para cada produto testado. Depois de pesadas, as placas de Petri e tipo vidro de relógio foram preenchidos com os dentifrícios e aquecidas em estufa à 105°C (SP Labor, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil), durante 24 horas (Figura 5). Decorrido esse tempo de aquecimento, foram novamente pesadas, sendo esse processo repetido até a obtenção do mesmo peso em três aferições consecutivas (Panzeri et al.⁹⁵ 1978). A perda por dessecação foi calculada pela diferença entre o peso inicial e final. O percentual de resíduo sólido foi avaliado considerando o peso inicial e final aplicando-se a equação 3, sendo que Rs representa o resíduo sólido, Pf o peso final e Pi o peso inicial:

$$Rs = \frac{P_f}{P_i} \times 100 \quad (3)$$

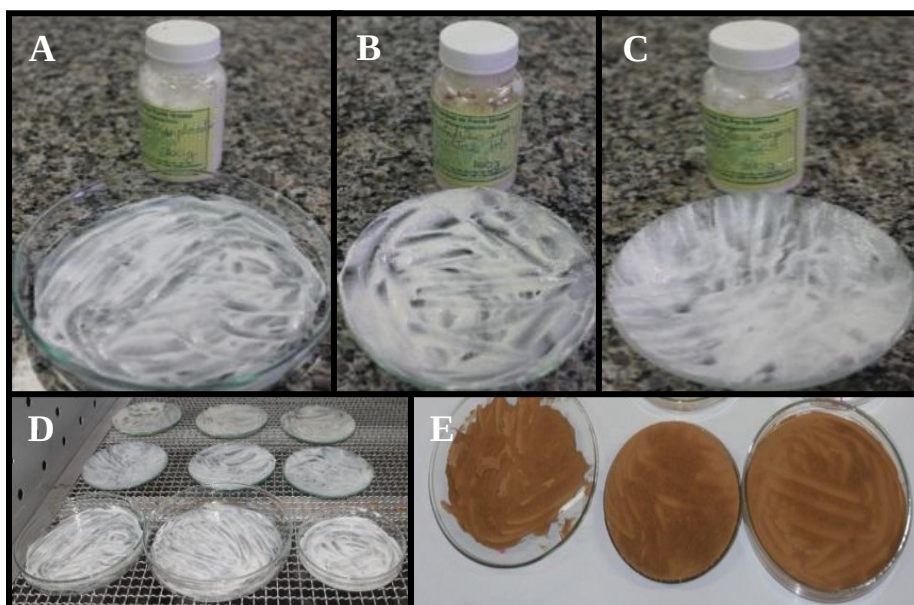


Figura 5: A, B, C - Amostras de dentifrícios experimentais espalhadas nas placas de Petri e tipo vidro de relógio, nas quais foram pesados 5 g de cada. D - Dentifrícios em estufa para dessecação a 105° C por 24 horas. E - Dentifrícios dessecados.

3.2.1.5 Determinação do resíduo por incineração

As cinzas foram obtidas pesando-se os resíduos sólidos remanescentes da dessecação em estufa a 105°C. As amostras foram transferidas para cadinhos de porcelana previamente calcinados, tarados e levados ao forno mufla refratário modelo 318M.24 (Quimis Aparelhos Científicos LTDA, Diadema, São Paulo, Brasil) em temperatura de 800° C por 24 horas para incineração. O resfriamento dos cadinhos foi feito dentro do próprio forno até atingir a temperatura ambiente. As cinzas obtidas foram transferidas para recipientes plásticos individuais (Figura 6) e permaneceram tampados e armazenados em dessecador até a realização das análises em MEV. A porcentagem de cinzas foi calculada por meio da equação 4, em que: P_1 = Massa do cadinho após a incineração e esfriamento (tara do cadinho); P_2 = massa do cadinho com amostra após a incineração e esfriamento em dessecador; P_3 = massa da amostra inicial.

$$\text{Cinzas (\%)} = \frac{P_2 - P_1}{P_3} \times 100 \quad (4)$$



Figura 6: Cinzas residuais após incineração dos dentifrícios. A- Controle negativo sem abrasivo; B- Controle negativo com abrasivo; C – Experimental WCS; D- Experimental HS; E- Colgate® Pró-Alívio™; F- Sensodyne® Rápido Alívio™.

3.2.1.6 Análise das cinzas em MEV e por Espectroscopia de energia dispersiva (EDS)

As cinzas foram dispersas sobre um porta-amostra metálico e submetidas à metalização com ouro. Em seguida, foram avaliadas por meio do MEV Shimadzu SSX- 550 Superscan (Shimadzu Co., Kyoto, Japan), associado a um sistema de microanálise por dispersão de energia. Todas as análises foram executadas na potência de 20 kV, de tensão de aceleração de elétrons a uma distância focal de 25 mm.

4.3 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE OCLUSÃO DOS TÚBULOS DENTINÁRIOS PELOS DENTIFRÍCIOS

4.3.1 Obtenção e preparo das amostras

As amostras foram preparadas a partir de 84 (oitenta e quatro) dentes bovinos que foram obtidos por meio de doação junto ao Matadouro Municipal de Ponta Grossa, Paraná (Anexo 1). Estes dentes foram cedidos imediatamente após os animais terem sido abatidos. Os animais apresentavam nesse momento idade entre 18 e 27 meses. A opção por dentes bovinos se deve ao fato de que estudos demonstraram semelhanças aos dentes humanos, em relação às propriedades físico-químicas (Camargo et al.⁹⁷ 2007; Donassollo et al.⁹⁸ 2007; Campos et al.⁹⁹ 2008; Matos et al.¹⁰⁰ 2008; Lopes et al.¹⁰¹ 2009; Wegehaupt, Widmer, Attin¹⁰² 2010; Freitas et al.¹⁰³ 2010).

Em seguida, as mandíbulas foram congeladas e após 24 horas foram realizadas as exodontias dos dentes. Os dentes foram imersos em soro fisiológico até o momento da conclusão desse procedimento e congelados novamente por 24 horas. Após, foram limpos, onde se removeu tecido mole com o auxílio de lâmina de bisturi número 15 e curetas periodontais. Novamente, os dentes foram armazenados em soro fisiológico. Os congelamentos foram feitos para facilitar os procedimentos de exodontia e limpeza dos dentes.

Optou-se pela obtenção das amostras na superfície vestibular, por apresentar maior área e superfície mais plana do que as demais superfícies dos dentes. Previamente, os dentes foram demarcados no limite amelo-cementário com o uso de uma caneta e em seguida,

utilizou-se uma ponta diamantada esférica 1015 (KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil) em alta rotação, sob refrigeração ar-água, e efetuou-se um sulco no limite amelo-cementário. Respeitaram-se as angulações da superfície vestibular e usou-se como parâmetro de profundidade, metade da espessura da ponta diamantada. Após realização deste primeiro sulco de orientação, mediu-se 5 mm em direção apical a partir do primeiro sulco e realizou-se um segundo sulco de orientação com os mesmos parâmetros do primeiro. Em seguida os sulcos foram unidos, usando-se uma ponta diamantada tronco cônica 4370 (KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil) promovendo o desgaste do cimento e de pequena quantidade de dentina radicular, gerando um preparo cavitário tipo classe V (Figura 7 A, B, C, D e Figura 8 A, B, C, D).

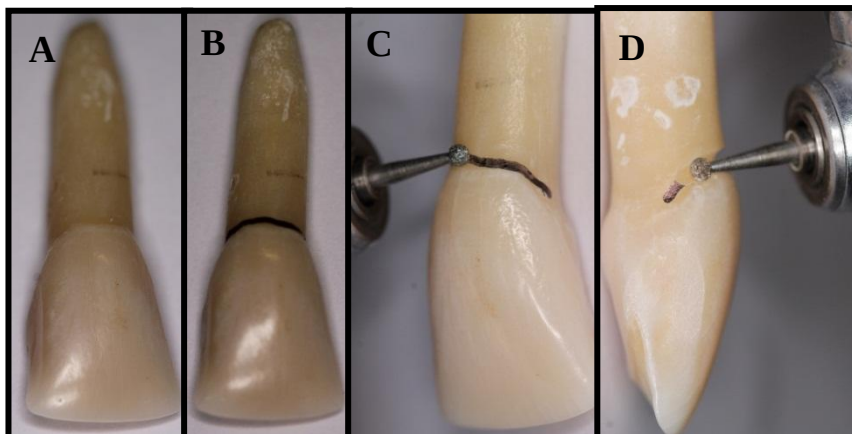


Figura 7: A- Dente bovino B- Demarcação na junção amelo-cementária; C- Ponta diamantada esférica 1015 para sulco de orientação; D- Sulco de orientação com profundidade correspondente a metade da ponta diamantada esférica.

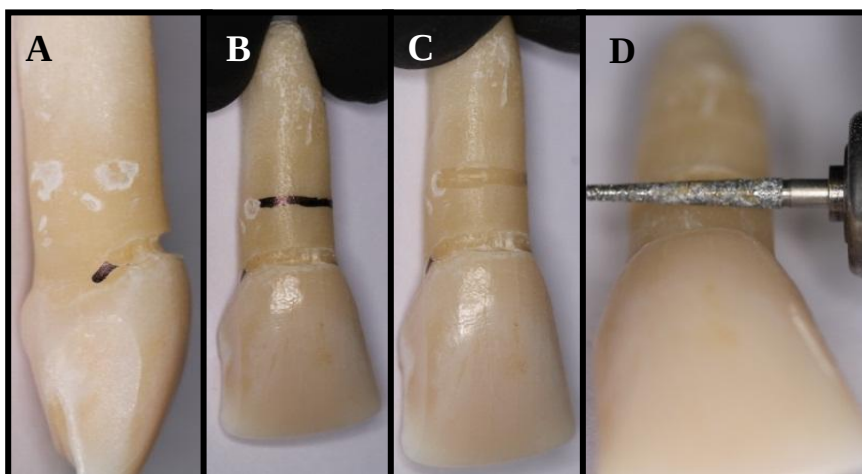


Figura 8: A- Sulco de orientação (visão lateral); B- Demarcação do segundo sulco de orientação a 5 mm distante do primeiro sulco; C- Segundo sulco de orientação com profundidade correspondente a metade da ponta diamantada esférica 1015; D- União dos sulcos de orientação com ponta diamantada 4370 para remoção do cimento e pequena quantidade de dentina.

Após o desgaste na região cervical, os dentes foram seccionados no limite amelo-cementário, separando-se coroa e raiz, usando-se um disco diamantado flexível 7020, dupla face (KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil). Imediatamente o tecido pulpar foi removido de todos os dentes utilizando-se extirpa nervos (Dentsply, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil) e em alguns houve necessidade de complementação desta limpeza com limas tipo K (Dentsply, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil). Os condutos radiculares foram irrigados com EDTA Trissódico a 0,5M (Biodinâmica, Ibiporã, Paraná, Brasil), aspirados e, em seguida, lavados com hipoclorito de sódio a 1% (formulado no Laboratório de Farmacotécnica da Universidade Estadual de Ponta Grossa), sendo novamente aspirados e secos com pontas de papel absorvente Tanari (Tanariman Ind. LTDA, Manaus, Amazonas, Brasil) (Figura 9 – A, B, C, D). As coroas foram armazenadas em soro fisiológico separadamente das raízes.

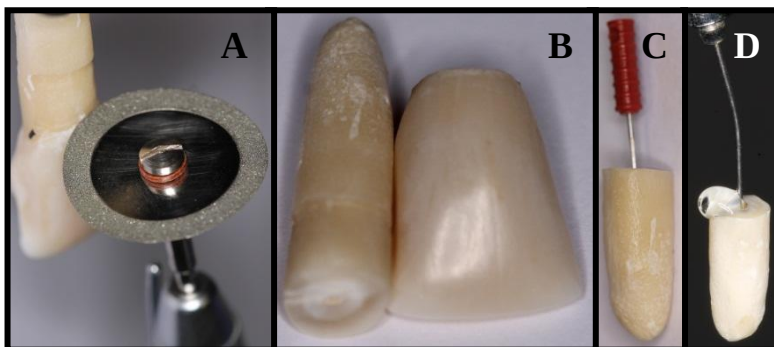


Figura 9: A- Secção da raiz com disco diamantado; B- Coroa e raiz separadas; C- Remoção de tecido pulpar com extirpa nervos; D- Irrigação com EDTA a 0,5 M.

Em seguida, as raízes foram seccionadas transversalmente a 2 mm abaixo do sulco apical realizado anteriormente (Figura 10 - A). Observou-se que as raízes apresentaram variações no diâmetro dos condutos radiculares, o que indica diferenças na cronologia de formação dos dentes. Este fato nos levou a distribuir as amostras em cada grupo de acordo com o diâmetro do conduto radicular. O remanescente dentário foi seccionado no centro do conduto radicular (Figura 10 – B e C). Deste modo, obtiveram-se amostras de formato quadrangular com espessuras variadas. Após este procedimento, as amostras foram planificadas na superfície vestibular, usando-se lixas de carbureto de silício nas granulações de 600, 800 (3M do Brasil, Sumaré, São Paulo, Brasil), 1000 (Doble A, Buenos Aires, Argentina), 1200 (Norton Saint Gobain Abrasivos, São Paulo, Brasil), 1500, 2000 e 2500 (3M do Brasil, Sumaré, São Paulo, Brasil). Este procedimento foi realizado na

Lixadeira Politriz Motorizada Arnopol-E (Arotec S/A Indústria e Comércio, Cotia, São Paulo, Brasil) a 60 RPM e sob refrigeração com água corrente. Cada amostra foi polida por 2 minutos em cada lixa utilizada, mantendo-se o mesmo sentido de desgaste.

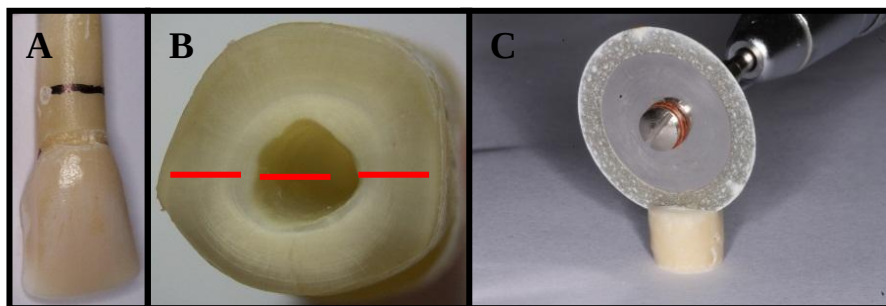


Figura 10: A – Demarcação inicial das raízes, seccionadas transversalmente a 2 mm abaixo desta linha; Secção da raiz feita 2 mm abaixo da linha demarcatória do segundo sulco de orientação; B – Vista do conduto radicular após seccionada parte da raiz e demarcação do local onde raiz foi seccionada; C – Remanescente dentário foi seccionado no centro do conduto radicular com disco diamantado.

Em seguida utilizou-se uma pasta de óxido de alumínio para polimento I e II (FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil) com auxílio de um disco de feltro. A cada troca de lixa e durante o polimento, os dentes eram submetidos à avaliação em estereomicroscópio binocular modelo SQF-F (SP Labor, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil) para verificação dos resultados obtidos. Estes procedimentos foram realizados com o objetivo de padronizarem-se as superfícies dentinárias que seriam, posteriormente, submetidas à verificação do potencial de oclusão dos túbulos dentinários pelos dentifrícios.

Após a conclusão desta etapa, as superfícies internas das amostras foram lixadas com o objetivo de padronizá-las em espessura de 1,5 mm, sendo confirmada com o uso de paquímetro digital Absolute Mitutoyo 500-171-20B (Mitutoyo, Kawasaki, Japão). Este procedimento teve como objetivo atingir a espessura recomendável para o teste de condutância hidráulica. Para esta etapa foram utilizadas lixas de carbureto de silício nas granulações 600, 800 (3M do Brasil, Sumaré, São Paulo, Brasil) e 1000 (Doble A, Buenos Aires, Argentina). Em seguida, foram selecionadas aleatoriamente 12 amostras, onde foram preparadas canaletas na porção interna, com ponta diamantada 2137 (KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil), com objetivo de favorecer a fratura destas amostras previamente a análise por MEV. Cada amostra recebeu aplicação de EDTA a 24% por 3 minutos, em ambos os lados, com o intuito de remover a smear layer formada em consequência da planificação e em seguida foram colocadas em uma cuba ultrassônica (Cristófoli, Campo Mourão, PR-Brasil) por 5 minutos. (Figura 11 – A, B, C e Figura 12 – A, B, C).

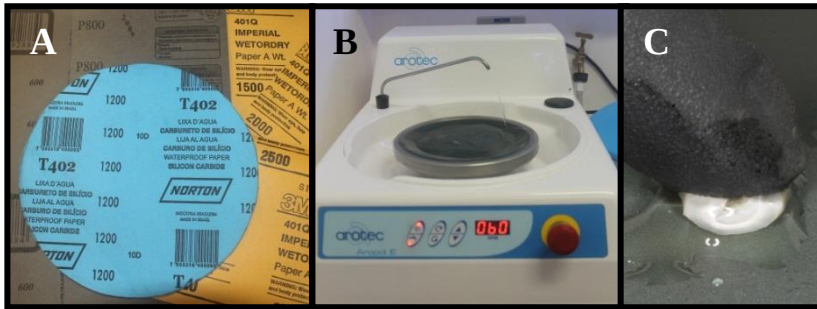


Figura 11: A- Lixas de carbureto de silício usadas para planificar as amostras; B- Politriz usada para planificação das amostras; C- Amostra planificada sob refrigeração com água corrente.



Figura 12: A- Polimento com óxido de alumínio e disco de feltro; B- Espessura final das amostras confirmadas com paquímetro digital; C- Aplicação de EDTA a 24% para remoção de smear layer.

Todas as amostras obtidas foram armazenadas em uma caixa plástica contendo soro fisiológico e onde cada amostra possuía seu reservatório para que pudessem ser identificadas e posteriormente realizarem-se correlações entre os dados obtidos. Salienta-se que o soro fisiológico foi trocado a cada período de 24 horas para evitar-se o acúmulo de impurezas e microrganismos nas amostras.

4.3.2 Delineamento do estudo

As 84 (oitenta e quatro) amostras foram distribuídas em cada grupo levando em consideração o diâmetro do conduto radicular. Este cuidado foi tomado para que cada grupo fosse composto por amostras originadas de dentes com diferentes diâmetros dos condutos radiculares. Deste modo, os grupos apresentaram amostras com dentina que foi mensurado com auxílio de um paquímetro digital (Mitutoyo, Kawasaki, Japão). Adotaram-se as seguintes mensurações para determinação do diâmetro dos condutos radiculares: diâmetro pequeno (2,00-2,40 mm), médio (2,41-2,85 mm) e grande (2,86 ou +). Desta forma, foram incluídas as amostras em cada um dos seis grupos experimentais (Figura 13 – A, B e C).

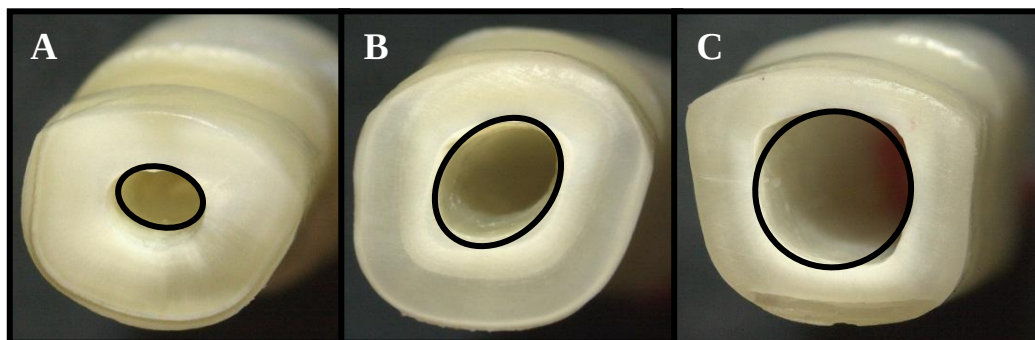


Figura 13: Secção radicular onde se observa a variação de diâmetro dos condutos radiculares. A- Conduto considerado pequeno; B- conduto médio; C- conduto grande.

Os grupos experimentais foram divididos de acordo com o tipo de dentífrico utilizado e denominados da seguinte maneira: Grupo com dentífrico controle negativo sem abrasivo (DCNS), Grupo com dentífrico controle negativo com abrasivo (DCNC), Grupo com dentífrico experimental WCS (DEW), Grupo com dentífrico experimental HS (DEH), Grupo com dentífrico comercial Colgate® Sensitive Pró Alívio™, (Colgate-Palmolive Industrial LTDA, São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil) (DCPA) e Grupo com dentífrico comercial Sensodyne® Rápido Alívio™, GlaxoSmithKline Brasil LTDA, Rio de Janeiro, Brasil) (DSRA).

As amostras foram seus próprios controles, sendo que todos os testes previstos foram realizados, em cada amostra, antes e depois do tratamento com os dentífricos utilizados neste estudo (Figura 14).

4.3.3 Determinação da rugosidade superficial

A rugosidade superficial inicial (Ra e Rt) foi verificada utilizando-se um rugosímetro de contato modelo surfest-SJ400 (Mitutoyo, Kawasaki, Japão) (Figura 15 – A, B e C). O rugosímetro foi calibrado pelo resultado da placa padrão em 9,5 para rugosidade total (Rt) e 2,95 para rugosidade aritmética (Ra).

As amostras foram posicionadas sempre da mesma maneira o que permitiu a realização de quatro leituras, duas laterais, uma superior e uma inferior (Figura 16). Tentou-se desta forma abranger o máximo de sua extensão, para medição da Ra. As rugosidades

iniciais e finais de cada amostra foram obtidas calculando-se, a média aritmética dos quatro valores de Ra e Rt antes e após o uso dos dentifrícios.

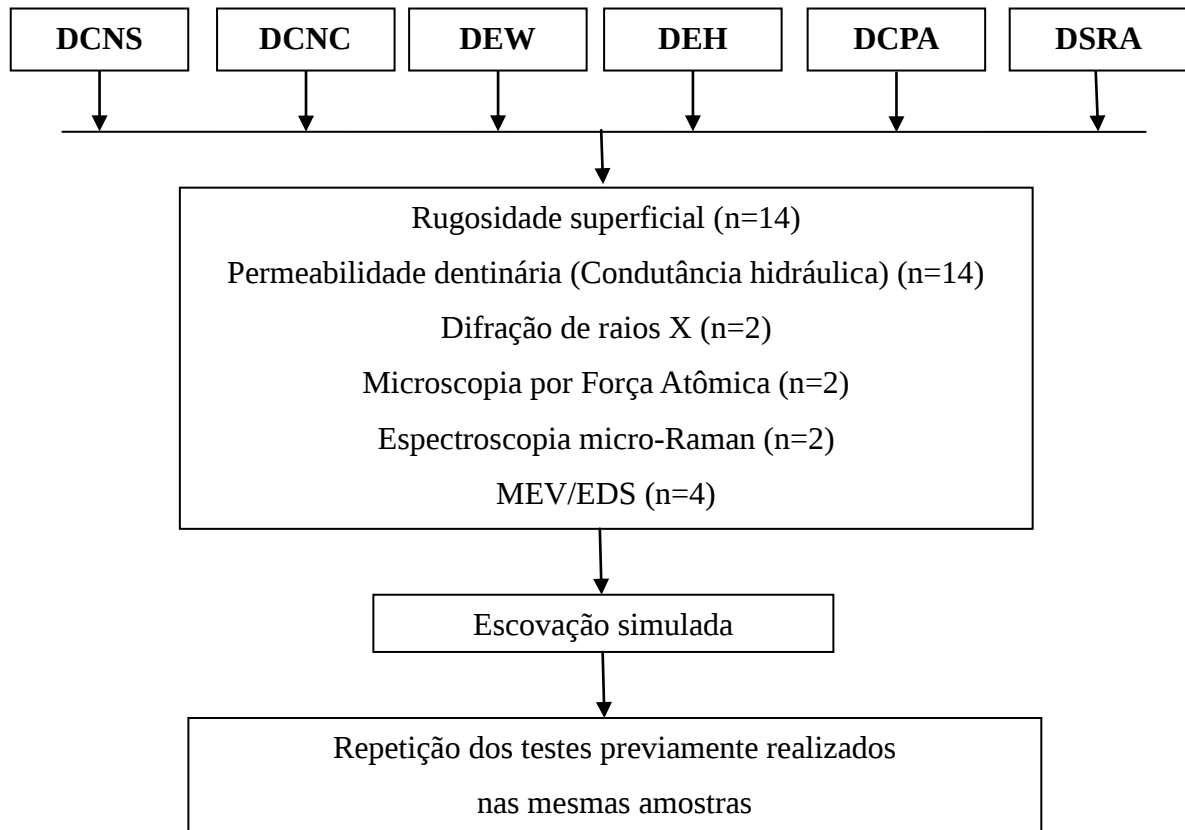


Figura 14: Delineamento dos testes para avaliação dos dentifrícios.

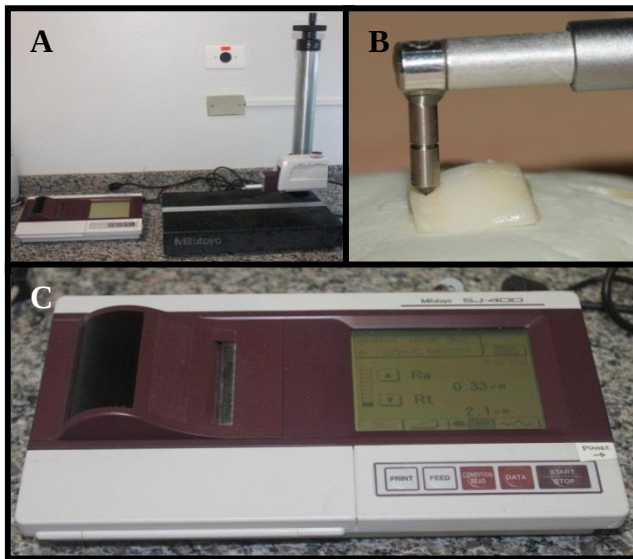


Figura 15: A- Rugosímetro de contato surftest SJ400; B- amostra posicionada e ponta de diamante durante leitura; C- Visor do equipamento mostrando resultado de uma leitura de Ra e Rt.

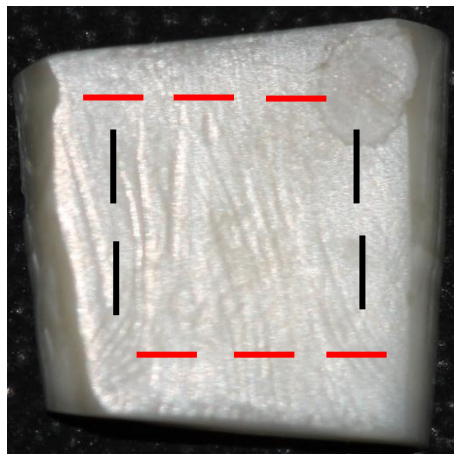


Figura 16: Localização das leituras de rugosidade superficial na amostra.

4.3.4 Permeabilidade dentinária

A permeabilidade das amostras de dentina foi mensurada pela filtração de água deionizada e expressa em termos de condutividade hidráulica usando o método sugerido por Pashley e Galloway¹⁰⁴ (1985). Este teste foi realizado usando-se o Aparelho de permeabilidade dentinária e pressão intrapulpar modelo THD-02 (Odeme Biotechnology, Joaçaba, Santa Catarina, Brasil) (Figura 17). A filtração da água deionizada foi testada antes e após a utilização dos dentifrícios utilizados. A permeabilidade dentinária se deu por meio da medição do deslocamento de uma bolha de ar por um tubo capilar de vidro com comprimento

(75 mm) e calibre (1,1 mm) padronizados (Figura 17, em destaque). Neste tubo havia sempre 75 µL de água deionizada. Para este teste foi adotado um parâmetro de 5 minutos para o deslocamento da bolha de ar.

Para que os valores de condutividade hidráulica fossem obtidos, usaram-se dois cálculos, nos quais inicialmente foi obtido o Índice de filtração (Q) expresso em µL/minuto a partir da equação 5, em que: V_p = volume do capilar utilizado (75 µL); D = deslocamento da bolha no tubo capilar, valor que variou em cada amostra; L = comprimento do capilar utilizado (75 mm); T = tempo do ensaio (5 minutos).

$$Q = \frac{V_p \times D}{L \times T} \quad (5)$$

O segundo cálculo foi feito para obtenção da condutividade hidráulica da dentina (L_p) expresso em µL.cm²/min.cmH₂O, usando-se a equação 6, na qual: Q = índice de filtração (µL/min.); P = pressão hidrostática através da dentina; A_{sup} = área de superfície dentinária exposta (0,05817 cm²). O valor da área da dentina exposta foi padrão e fornecido pelo fabricante do equipamento.

$$L_p = \frac{Q}{P \times (A_{sup})} \quad (6)$$

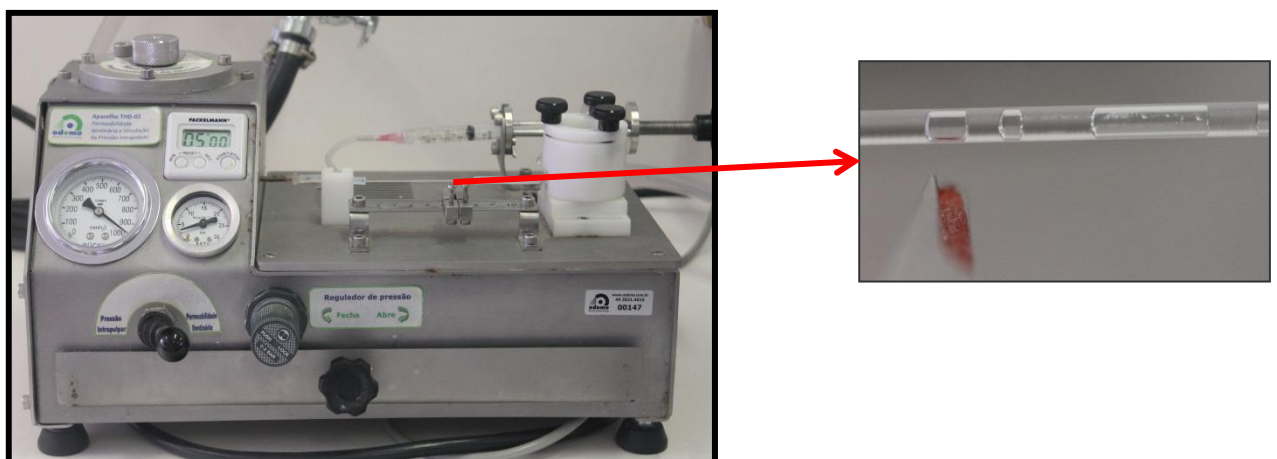


Figura 17: Aparelho de permeabilidade dentinária e pressão intrapulpar modelo THD-02. Em destaque, medição do deslocamento de uma bolha de ar por um tubo capilar de vidro.

4.3.5 Escovação Simulada

O tratamento das amostras com dentifrícios dessensibilizantes foi realizado num equipamento de escovação simulada (ElQuip, São Carlos, São Paulo, Brasil) (Figura 18). As amostras foram colocadas em um tubo de PVC preenchido com resina acrílica para fixação das mesmas durante a escovação. Este conjunto era levado à base da máquina de escovação e as amostras foram submetidas a 6.000 ciclos de escovação com carga de 400 gramas de força (gf) numa velocidade de 4,5 ciclos/segundos. Em seguida, as amostras foram giradas 90° e escovadas por mais 6.000 ciclos, totalizando 12.000 ciclos de escovação, sendo que após esse período de escovação as escovas foram trocadas. Dessa forma, cada amostra foi submetida a escovação com o uso de escovas novas. Esta quantidade de ciclos foi determinada levando em consideração sua equivalência a aproximadamente 6 meses de escovação feita por um indivíduo (Reinke et al.¹⁰⁵ 2011).



Figura 18: Equipamento de escovação simulada.

A escovação foi realizada usando-se escovas dentais com cerdas macias (MedFio Ltda, Curitiba, Paraná, Brasil), que foram acopladas em braços metálicos que realizaram movimentos de vai e vem (Figura 19 – A e B). Para que as escovas dentais fossem acopladas a máquina de escovação simulada, os cabos foram removidos com uma serra manual de aço 300 mm (Starrett, Itu, SP-Brasil), para que somente as cabeças das escovas dentais e 10 mm dos cabos fossem inseridas nos braços da máquina. Este corte da escova permitiu padronizar o peso das escovas em 2 g. Além disso, as escovas foram caracterizadas, nas quais se observaram: 34 tufo com 33 cerdas cada, 0,20 mm de diâmetro e 10,52 mm de comprimento cada cerda, e a ponta apresentou morfologia arredondada (Figura 20). Uma base de aço inoxidável contendo dez dispositivos para o posicionamento dos corpos de prova

sob os braços da máquina possibilitaram a escovação simultânea de dez amostras (Figura 19 – A e B). Por possuir um sensor de temperatura e uma cúpula de vidro, a máquina permite que a escovação ocorra num ambiente com temperatura entre $37^{\circ}\text{C} \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ (Reinke et al.¹⁰⁵ 2011).



Figura 19: A- Suporte metálico com as 10 amostras para escovação simulada. B- Detalhes da amostra posicionada e cerdas da escova dental macia cobrindo a amostra completamente.

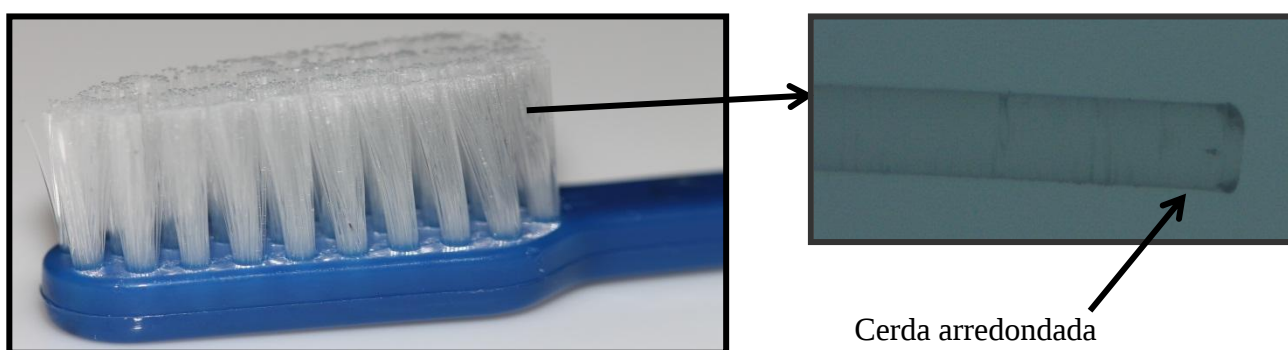


Figura 20: Escova dental usada na escovação simulada e fotomicrografia obtida em estereomicroscópio (aumento de 40x) de uma cerda, na qual se verifica a ponta arredondada.

As amostras foram escovadas com os dentifrícios dessensibilizantes seguindo o delineamento deste estudo. Estes dentifrícios foram dispersos em água destilada com auxílio de um agitador magnético sem aquecimento (Fisatom, São Paulo, SP-Brasil) de acordo com a especificação da ISO 14569-1 (International Organization for Standardization¹⁰⁶ 1999) na proporção de 1:2 em peso, com o objetivo de reproduzir a diluição que ocorre pela saliva (Rios et al.¹⁰⁷ 2002). Depois de diluído, o dentifrício foi colocado em seringas descartáveis de 20 mL (Embramac, Itajaí, SC-Brasil) que foram acopladas a máquina de escovação, sendo esta regulada para injetar 2 mL do dentifrício diluído a cada 2 minutos (Reinke et al.¹⁰⁵ 2011).

Ao término da escovação, o excesso dos dentifrícios e da espuma formada foi delicadamente retirado com papel absorvente, tomando-se o cuidado para não ser tocada a

superfície da amostra. Em seguida, foram determinadas a rugosidade superficial (Ra e Rt) e permeabilidade dentinária final, imediatamente após a escovação simulada.

Após a obtenção dos valores finais de rugosidade superficial e da permeabilidade dentinária por meio da condutância hidráulica, foram separadas as amostras destinadas para serem fraturadas e analisadas em MEV. Além disso, aleatoriamente foram selecionadas outras duas amostras por grupo para serem analisadas superficialmente em MEV. Destas amostras, uma por grupo permaneceu em cuba ultrassônica (Cristofóli, Campo Mourão, Paraná, Brasil) por 10 minutos sem aquecimento. Em seguida, todas as amostras para MEV foram congeladas em nitrogênio líquido a -196°C .

4.3.6 Difração de raios X (DRX)

As amostras de dentina bovina foram examinadas em difratômetro de raio-X Shimadzu XRD-6000, scan de $2^{\circ}.\text{min}^{-1}$ e 2θ de 5° a 80° , radiação $K\alpha$ de cobre ($\lambda = 1.5418\text{\AA}$), corrente de 40 mA e voltagem 40 kV, para a observação de possíveis picos indicativos de cristalinidade. Esta verificação foi realizada em duas amostras por grupo, antes e após a utilização dos dentifrícios, com o objetivo de obterem-se características sobre a estrutura da superfície dentinária e dos compostos dos dentifrícios usados.

4.3.7 Espectroscopia micro-Raman

A análise de duas amostras por grupo, antes e após do uso dos dentifrícios, por meio da espectroscopia micro-Raman foi realizada com o objetivo de verificar características físicas relacionadas a cristalinidade das superfícies dentinárias e dos componentes dos dentifrícios. Os espectros Raman foram coletados à temperatura ambiente utilizando um Espectrômetro FT-Raman modelo Senterra Detector DU420A-OE-152 com microscopia ótica acoplada (Bruker Optics GMBH Co., Ettlingen, Germany), no qual foi empregado uma linha de LASER de neodímio: ítrio-alumínio-granada (Nd: YAG) a 532 nm e potência de 20 mW como fonte de excitação. As análises foram realizadas de acordo com os seguintes parâmetros experimentais: detector CCD resfriado com N_2 a -65°C ; resolução espectral de $3\text{--}5\text{ cm}^{-1}$, poder sobre a amostra de 2 mW; intervalo de varredura de $4000\text{--}200\text{ cm}^{-1}$; tempo de acumulação de 20 s e número de varreduras de 4. Objetiva de 50x com abertura de 50/1000 foi usada para a visualização das amostras e determinação do local exato

das varreduras. O software Opus Spectroscopy (versão 6.0) foi usado para processar os dados coletados.

4.3.8 Microscopia de força atômica

Foi realizada análise por meio de microscópio de força atômica Shimadzu Modelo SPM 9600 (Shimadzu Co., Tokyo, Japan). Esta análise foi realizada antes e após o uso dos dentifrícios e as seguintes condições de análise foram usadas: área (100x100 μm), ponto de operação (1,5), ganho proporcional (0,001), ganho integral (250), frequência (0,6 Hz), resolução (512x512). Além disso, foi utilizado microcantilever Olympus OMCL-TR800PSA-1. Esta análise foi realizada com o objetivo de verificar a rugosidade superficial média (Ra) e a rugosidade levando em consideração (Rp e Rv) das amostras antes e após o uso dos dentifrícios. Além disso, obtiveram-se imagens tridimensionais das superfícies das amostras.

4.3.9 MEV e EDS

As amostras destinadas para análise dos túbulos dentinários longitudinalmente, em microscopia eletrônica de varredura e por espectroscopia de energia dispersiva foram descongeladas, imediatamente fraturadas com auxílio de um instrumento metálico no sulco previamente confeccionadas na superfície interna da amostra e armazenadas em microtubo tipo Eppendorf. Estas amostras foram deixadas em estufa a 37° C por 12 horas para que toda umidade fosse removida. As amostras fraturadas foram metalizadas com uma fina camada de ouro (MED 010, Balzers) e posteriormente examinadas em MEV (Shimadzu SSX- 550 Superscan®, Kyoto, Japan), no qual se obteve fotomicrografias de superfícies representativas de dentina com aumento entre 500 e 2400 vezes. Para as amostras que foram analisadas em sua superfície, os mesmos procedimentos foram realizados em relação ao armazenamento, secagem, metalização e obtenção das imagens por MEV.

A análise por EDS foi realizada para determinar quais elementos químicos estavam presentes nas superfícies dentinárias analisadas no MEV (Shimadzu SSX- 550 Superscan®, Kyoto, Japan). A análise foi realizada considerando apenas a presença dos elementos químicos de cada dentifrício que tenham sido depositados na superfície dentinária.

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos neste estudo foram analisados por meio do teste de Shapiro-Wilk para verificação da distribuição de normalidade destes dados. Os resultados dos testes realizados com as amostras foram analisados pelo teste t de *student* (amostras pareadas).

O teste de ANOVA de 1 critério foi usado para realizar comparações entre os dentifrícios, como foram detectadas diferenças estatisticamente significantes foi empregado o pós-teste para comparações múltiplas de Tukey.

O nível de significância para todos os testes foi de $\alpha=5\%$ ($p \leq 0,05$). Todos os cálculos foram realizados com o pacote estatístico GraphPad Prism (Versão 5.0, GraphPad Software Inc., San Diego, California, EUA).

3 RESULTADOS

5.1 SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DAS NANOPARTÍCULAS DE HIDROXIAPATITA

5.1.1 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Observou-se que as nanopartículas de hidroxiapatita WCS apresentaram morfologia esférica e de tamanho variado, quando analisadas nos aumentos de 15.000 e 30.000 vezes. Foi possível perceber que as nanopartículas tem tendência a se agregar e aglomerar formando grânulos de maior tamanho. Entretanto, apresentaram-se com as superfícies regulares e de tamanho nanométrico (Figura 21: A e B).

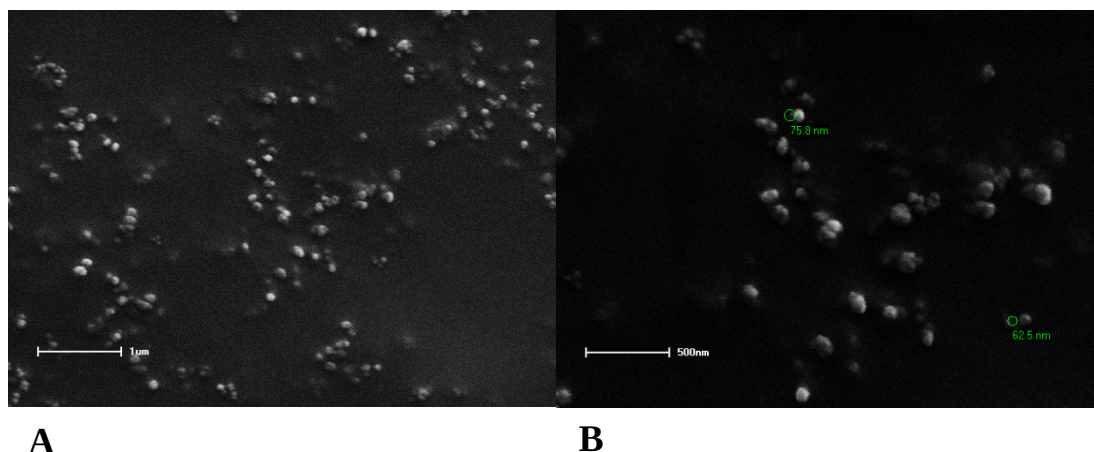


Figura 21: Fotomicrografias obtidas em MEV das nanopartículas de hidroxiapatita tipo WCS em aumentos de (A) 15.000x e (B) 30.000x apresentando as características morfológicas.

As nanopartículas de hidroxiapatita HS apresentaram morfologia esférica e de tamanho variado, com superfícies regulares. Contudo, apresentaram tendência a se agregarem e a formar aglomerados de partículas. As análises que confirmaram o tamanho nanométrico foram feitas ao serem observadas fotomicrografias em aumentos diferentes (15.000 e 30.000 vezes) (Figura 22: A e B). A morfologia e o tamanho das partículas são importantes serem conhecidos em função da capacidade de desgaste dessas partículas. Pois, partículas pequenas e irregulares produzirão maior desgaste que partículas maiores e mais regulares.

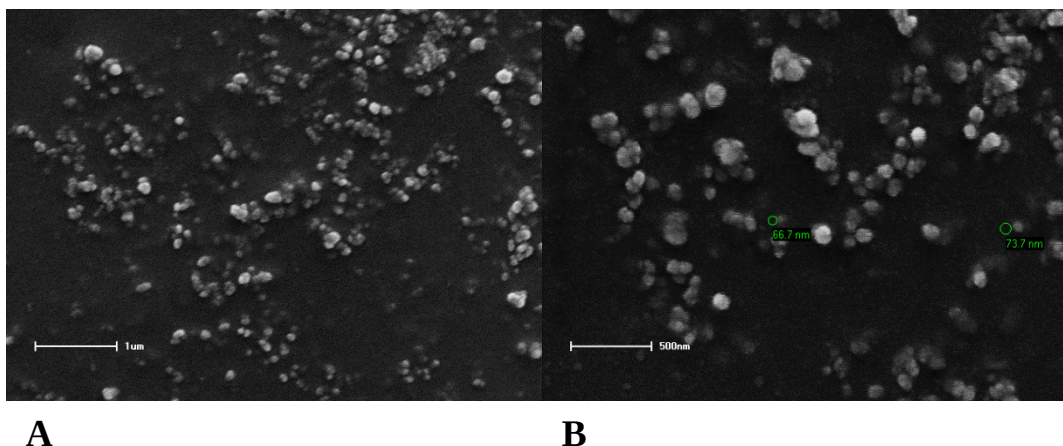


Figura 22: Fotomicrografias obtidas em MEV das nanopartículas de hidroxiapatita tipo HS em aumentos de (A) 15.000x e (B) 30.000x apresentando as características morfológicas.

5.1.2 Difração de raios X (DRX)

A Figura 23 sumariza os resultados de difração de raios X obtidos para as nanopartículas de hidroxiapatita WCS e HS. Observou-se que ambas as partículas apresentaram perfis de difração semelhantes, nos quais a cristalinidade ficou evidenciada pelos diferentes picos indicativos da estrutura da hidroxiapatita. Contudo, percebeu-se que as nanopartículas HS apresentaram maior intensidade.

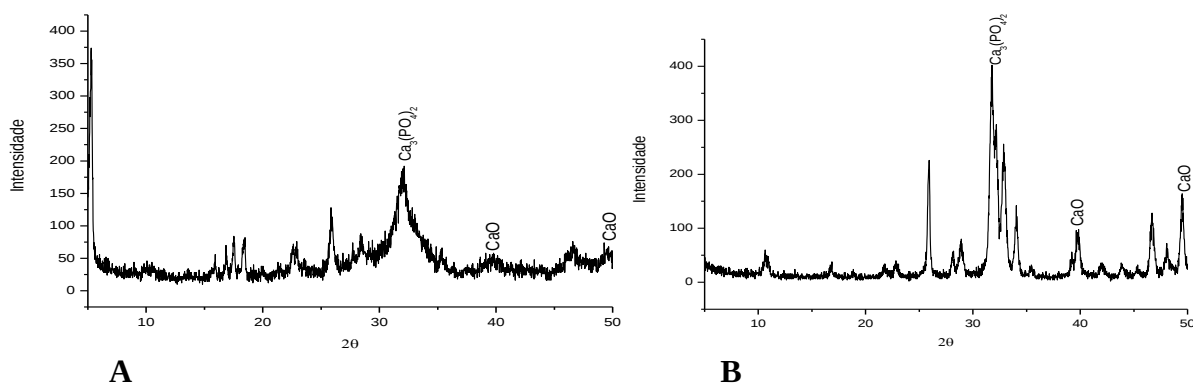


Figura 23: Difractogramas das nanopartículas WCS (A) e HS (B).

5.1.3 Espectroscopia na região de infravermelho com transformada de Fourier

Os números de ondas das bandas e suas respectivas atribuições estão expressos em espectros de FTIR (Figura 24 – A e B). Nos quais foi possível verificar que as amostras (WCS e HS) exibiram as bandas características do grupo fosfato da estrutura da apatita em cerca de 560 cm^{-1} e 1.050 cm^{-1} . Normalmente, o espectro da hidroxiapatita tem bandas características próximas a 600 a 3500 cm^{-1} , correspondendo aos grupos hidroxila

(OH), fato que pôde ser observado nessa análise. O qual nos permitiu caracterizar a estrutura química das nanopartículas de hidroxiapatita. O ruído nas regiões entre $3.600\text{--}3.800\text{ cm}^{-1}$ corresponderam às moléculas de água.

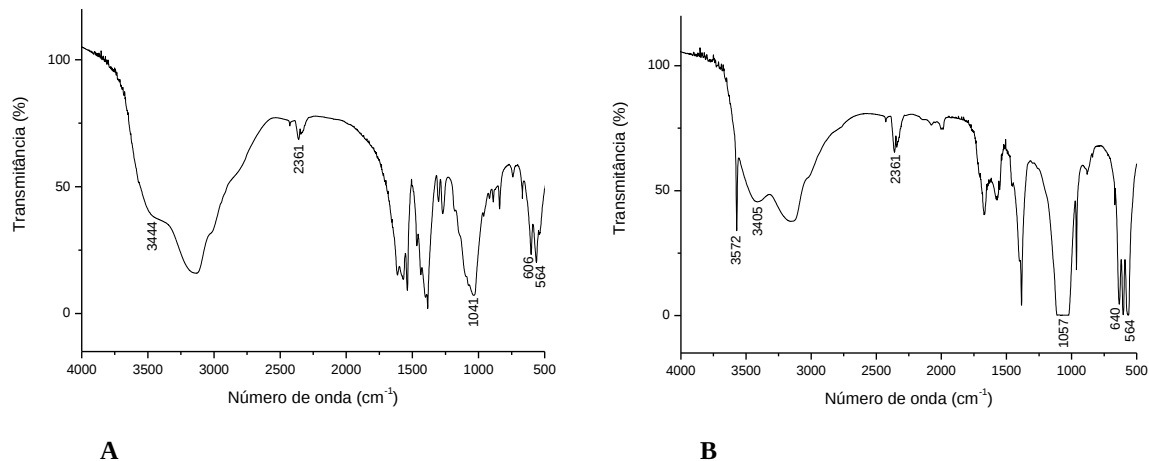


Figura 24: Espectros FTIR das nanopartículas de hidroxiapatita tipo WCS (A) e HS (B).

5.1.4 Espectroscopia micro-Raman

A Figura 25 mostra os espectros micro-Raman obtidos para as nanopartículas de hidroxiapatita WCS (A) e HS (B), os quais forneceram informações sobre as vibrações inelásticas das ligações químicas, principalmente dos grupos fosfatos. Notou-se que apareceram os picos referentes aos grupos funcionais de fosfato de cálcio com elevada contagem em 965 cm^{-1} , correspondentes a hidroxiapatita, os quais são mais intensos no espectro das nanopartículas WCS.

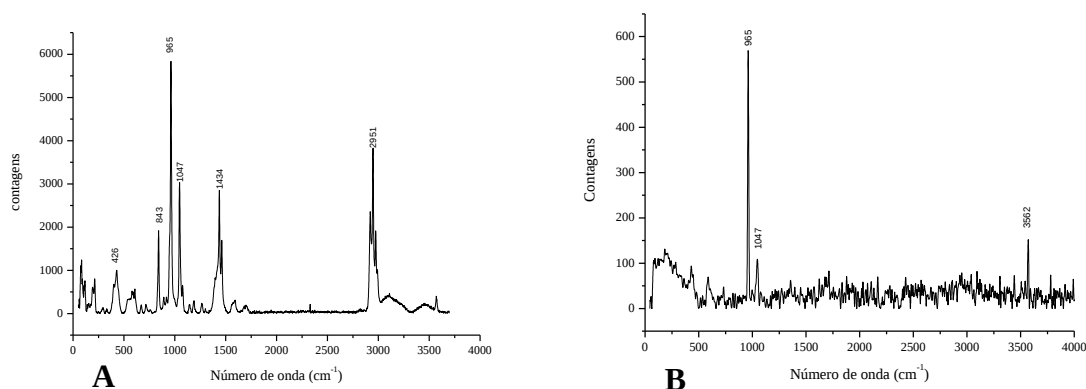


Figura 25: Espectros micro-Raman das nanopartículas de hidroxiapatita WCS (A) e HS (B).

5.1.5 Análise térmica

5.1.5.1 Análise termogravimétrica (TGA)

As curvas de TGA obtidas para as nanopartículas de hidroxiapatita WCS e HS estão representadas na Figura 26, nas quais se observou que ambas as partículas mantiveram-se estáveis, sem que houvesse degradação térmica. Este aspecto é importante, já que a perda de massa foi mínima nas duas partículas à medida que a temperatura aumentou. A nanopartícula WCS apresentou uma perda de massa $\Delta m=5\%$ levemente superior a nanopartícula HS $\Delta m=1,2\%$, o que pode ser relacionada à perda de água, decorrente do processo de obtenção.

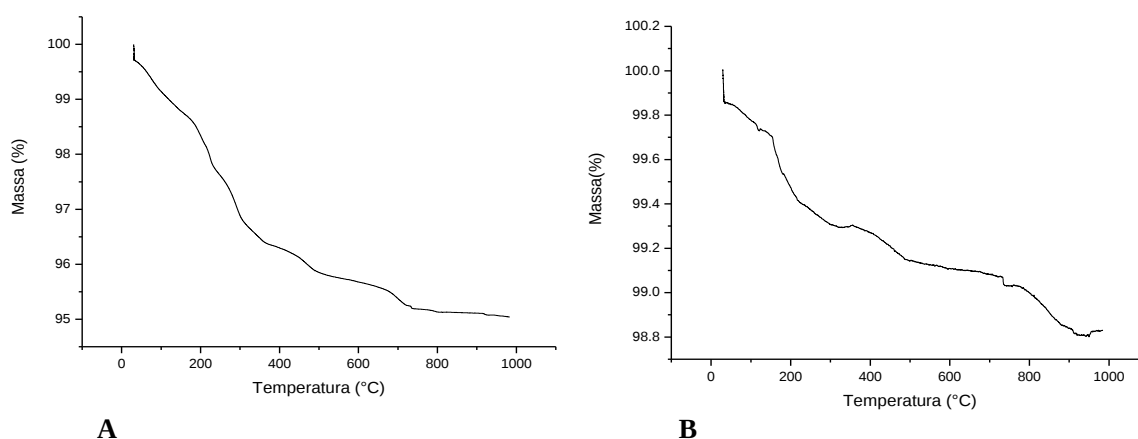


Figura 26: Curvas de ATG das nanopartículas de hidroxiapatita WCS (A) e HS (B).

5.1.5.2 Calorimetria exploratória diferencial (DSC)

Na Figura 27 apresentam-se as curvas de DSC obtidas após análise das nanopartículas de hidroxiapatita WCS (A) e HS (B), nas quais se observou que durante o ciclo de aquecimento não ocorreu formação de pico endotérmico característico de transição de fase da fusão.

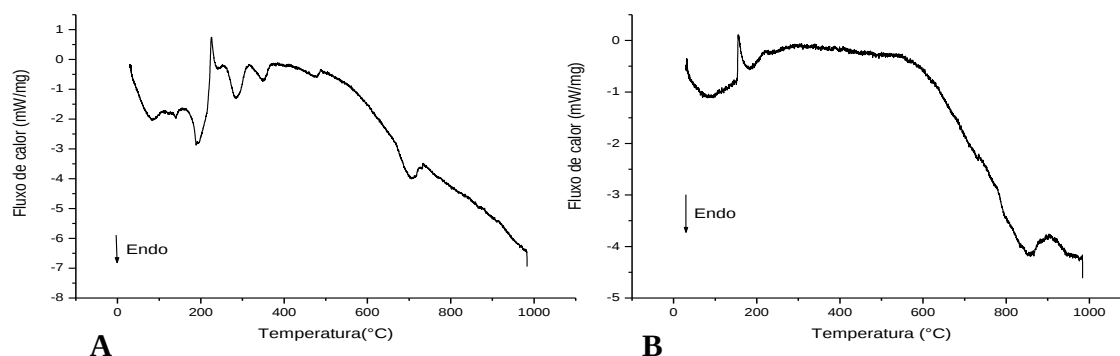


Figura 27: Curvas de DSC das nanopartículas de hidroxiapatita WCS (A) e HS (B) na faixa de 0-1000°C.

5.1.6 Avaliação *in vitro* em fibroblastos gengivais humanos

A avaliação da biocompatibilidade das nanopartículas WCS e HS permitiu analisar a interação entre os fibroblastos gengivais humanos e a superfície destas partículas. Na Tabela 1 estão expressos os valores obtidos pela análise espectrofotométrica (490 nm) do corante incorporado nas células. De forma geral, apenas a concentração de 5.000 $\mu\text{g/mL}$ foi citotóxica para ambas as partículas, a qual apresentou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) em relação às demais concentrações que não apresentaram citotoxicidade, em ambos os períodos de avaliação. Na análise das culturas celulares, após 24 horas, com nanopartículas de hidroxiapatita WCS nas concentrações que não foram citotóxicas, houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre as concentrações de 10 e 1000 $\mu\text{g/mL}$. Nas demais condições não houve diferenças estatisticamente significativas nos parâmetros estudados.

Tabela 1: Resultados obtidos após análise espectrofotométrica (490 nm) do corante incorporado nos fibroblastos gengivais humanos após serem submetidos ao contato com as nanopartículas WCS e HS por 24 e 72 horas.

Grupos	WCS		HS	
	24 horas	72 horas	24 horas	72 horas
Negativo	0,916 ($\pm 0,12$) ^{a,b}	1,064 ($\pm 0,06$) ^a	1,023 ($\pm 0,00$) ^a	1,062 ($\pm 0,06$) ^a
10	0,946 ($\pm 0,06$) ^b	1,105 ($\pm 0,03$) ^a	0,933 ($\pm 0,06$) ^{a,b}	1,078 ($\pm 0,03$) ^a
100	0,863 ($\pm 0,05$) ^{a,b}	1,032 ($\pm 0,06$) ^a	0,983 ($\pm 0,01$) ^{b,c}	1,030 ($\pm 0,06$) ^a
500	0,753 ($\pm 0,06$) ^{a,b,c}	0,968 ($\pm 0,03$) ^a	0,965 ($\pm 0,01$) ^c	0,965 ($\pm 0,03$) ^a
1000	0,782 ($\pm 0,12$) ^{a,c,d}	0,868 ($\pm 0,09$) ^a	0,950 ($\pm 0,01$) ^c	0,865 ($\pm 0,09$) ^a
5000	0,564 ($\pm 0,03$) ^{c,d}	0,544 ($\pm 0,13$) ^b	0,533 ($\pm 0,02$) ^d	0,554 ($\pm 0,13$) ^b

Nota: Vertical: letras diferentes ($p < 0,05$) diferenças significativas (ANOVA de 1 critério com pós-teste de Tukey).

Nos Gráficos 1 e 2 observa-se a viabilidade celular, expressa em porcentagem, das sementeiras em placas contendo fibroblastos gengivais humanos e

nanopartículas de hidroxiapatita WCS e HS por período de 24 e 72 horas. A maior viabilidade (103,27%) das células observadas foi com concentração de 10 µg/mL de nanopartículas de hidroxiapatita WCS, após 24 horas de semeadura. No período de 72 horas, a maior viabilidade (103,95%) das células foi com as partículas HS na concentração de 10 µg/mL.

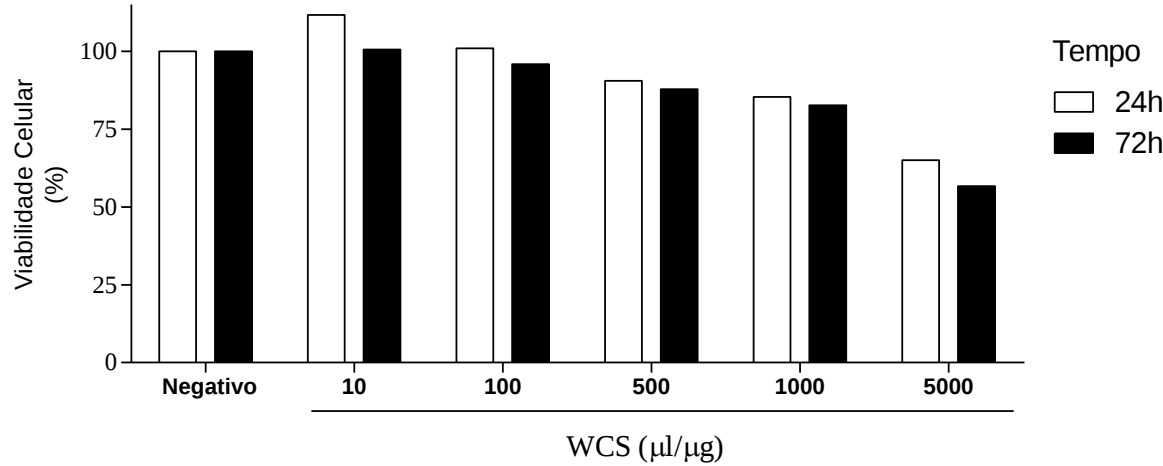


Gráfico 1: Viabilidade celular (%) nas semeaduras em placas de fibroblastos gengivais humanos e nanopartículas de hidroxiapatita WCS por período de 24 e 72 horas.

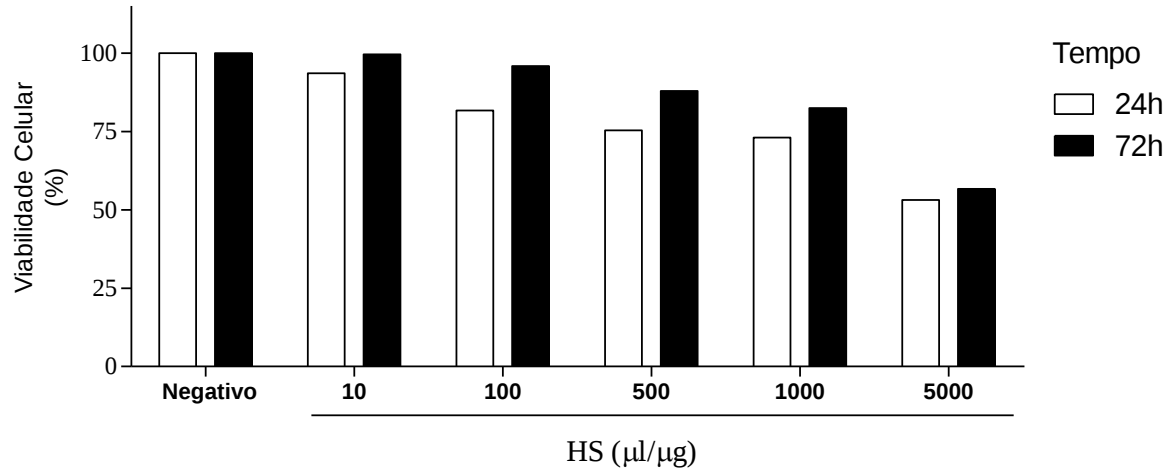


Gráfico 2: Viabilidade celular (%) nas semeaduras em placas de fibroblastos gengivais humanos e nanopartículas de hidroxiapatita HS por período de 24 e 72 horas.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS DENTIFRÍCIOS DESSENSIBILIZANTES

5.2.1 Determinação do pH, consistência, densidade relativa/absoluta e perda por dessecação

A caracterização dos dentifrícios foi realizada utilizando-se procedimentos em triplicata para a determinação do pH, consistência, densidade relativa/absoluta e para perda por dessecação, obtendo-se as médias e desvios padrão que são apresentados na Tabela 2.

Observou-se que o dentifrício do grupo DCNS apresentou pH levemente ácido, o DSRA pH neutro, enquanto os demais pH alcalino. Os dentifrícios dos grupos DEW e DEH mostraram pH semelhantes entre si, e juntamente com os demais mostraram pH de acordo com norma internacional, a qual recomenda que um dentifrício tenha pH entre 5,5-10,5. O teste ANOVA de 1 critério mostrou que houve diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$) entre a maioria dos grupos, exceto entre DEW e DEH.

A consistência dos dentifrícios manteve-se entre o recomendado (30-70 mm) e percebeu-se que a maioria apresentou valores muito próximos entre si. Apenas o DCNS mostrou valor discrepante, o qual foi estatisticamente significativo ($p < 0,05$) em relação a maioria dos grupos, exceto com o DCPA. Esta menor consistência pode ser explicada pela presença de maior quantidade de água em sua composição quando comparado ao demais, o que lhe conferiu maior fluidez. Fato que mereceu destaque é o resultado da consistência para os dentifrícios experimentais (DEW e DEH) que apresentaram valores semelhantes aos dentifrícios comerciais (DCPA e DSRA), os quais não apresentaram diferenças estatisticamente significantes.

Tabela 2: Resultados da caracterização dos dentifrícios levando em consideração a média e desvio padrão do pH, consistência, densidade relativa, densidade absoluta e perda por dessecação.

Grupos	pH	Consistência (mm)	Densidade relativa	Densidade absoluta	Perda por dessecação
DCNS	6,64 ($\pm 0,09$) ^a	61,49 ($\pm 1,16$) ^a	1,11 ($\pm 0,10$) ^a	1,11 ($\pm 0,10$) ^a	4,87 ($\pm 0,01$) ^a
DCNC	8,0 ($\pm 0,00$) ^b	54,52 ($\pm 3,25$) ^b	1,45 ($\pm 0,23$) ^{a,b}	1,37 ($\pm 0,23$) ^{a,b}	3,81 ($\pm 0,02$) ^{a,d}
DEW	8,5 ($\pm 0,1$) ^c	53,66 ($\pm 0,58$) ^b	1,46 ($\pm 0,24$) ^{a,b}	1,41 ($\pm 0,24$) ^{a,b}	3,82 ($\pm 0,05$) ^{b,d}
DEH	8,56 ($\pm 0,06$) ^c	54,22 ($\pm 2,91$) ^b	1,28 ($\pm 0,13$) ^{a,b}	1,27 ($\pm 0,13$) ^{a,b}	3,22 ($\pm 0,97$) ^{a,d}
DCPA	9,74 ($\pm 0,03$) ^d	56,33 ($\pm 2,64$) ^{a,b}	1,58 ($\pm 0,04$) ^b	1,56 ($\pm 0,04$) ^b	0,27 ($\pm 0,15$) ^{b,c}
DSRA	7,01 ($\pm 0,08$) ^e	55,07 ($\pm 1,71$) ^b	1,51 ($\pm 0,10$) ^{a,b}	1,54 ($\pm 0,10$) ^{a,b}	0,18 ($\pm 0,24$) ^c

Nota: Vertical: letras diferentes ($p < 0,05$) diferenças significativas (ANOVA de 1 critério com pós-teste de Tukey).

Em relação à densidade relativa e absoluta dos dentifrícios, verificou-se que o DCNS apresentou valor abaixo do recomendável (1,3 a 1,6 g/mL), certamente pela inexistência de agente abrasivo em sua composição. O DEH apresentou valor bem próximo ao mínimo recomendável e os demais se mostraram com valores adequados. O dentifrício do grupo DEW mostrou valor mais próximo dos produtos comerciais. Houve diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$) entre os grupos DCNS e DCPA.

A perda do conteúdo dos dentifrícios após processo de dessecação demonstrou que os grupos DCPA e DSRA foram que menos perderam massa, enquanto o DCNS foi o que mais perdeu conteúdo, o que se explica pela grande quantidade de água existente em sua composição e ausência de agente abrasivo. Deve-se salientar que houve diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$) entre vários grupos, conforme pode ser visualizado na Tabela 2.

5.2.2 Determinação dos resíduos por dessecação e incineração

Em relação aos resíduos após dessecação, somente verificou-se diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$) entre os grupos DEW, DCPA e DSRA. A análise dos resíduos obtidos após incineração possibilitou averiguar a presença dos conteúdos inorgânicos dos dentifrícios, os quais foram diretamente proporcionais à quantidade de resíduos. O dentifrício DCPA foi o que apresentou a maior porcentagem residual após incineração, o que certamente é resultado da maior quantidade de agentes abrasivos e outros materiais inorgânicos. Já o DCNS apresentou a menor porcentagem residual, uma vez que este dentifrício foi formulado sem agente abrasivo. Os dentifrícios dos grupos DEW e DEH apresentaram percentuais adequados de resíduos. Contudo, houve diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$) entre estes grupos e o DCPA.

Tabela 3: Resultados da caracterização dos dentifrícios levando em consideração as médias e desvios padrão dos resíduos obtidos após perda por dessecação e incineração.

Grupos	Resíduo sólido após dessecação (%)	Resíduo por incineração (%)
DCNS	92,96 ^{a,b}	4,87 ^a
DCNC	94,52 ^{a,b}	37,25 ^{b,c}
DEW	94,54 ^a	32,05 ^{b,c}
DEH	94,55 ^{a,b}	30,62 ^b
DCPA	99,40 ^b	58,67 ^d
DSRA	99,84 ^b	40,59 ^c

Nota: Vertical: letras diferentes (p<0,05) diferenças significativas (ANOVA de 1 critério com pós-teste de Tukey).

5.2.3 Análise das cinzas em MEV e EDS

As fotomicrografias mostradas na Figura 28 apresentam as cinzas obtidas após a incineração dos dentifrícios. O dentifrício do DCNS apresentou morfologia irregular sem a presença de conteúdo inorgânico, já que não possuía agente abrasivo. Deve-se lembrar de que o DSRA possuía como agente abrasivo, a sílica hidratada e os demais grupos carbonato de cálcio, o que provocou a variação de morfologia. Naturalmente, conteúdo inorgânico proveniente destes agentes abrasivos e os demais componentes inorgânicos fizeram com essas diferenças fossem evidenciadas, como se pode observar entre o DSRA e os demais grupos.

Foi possível verificar por meio da microanálise por espectroscopia de energia dispersiva que os compostos inorgânicos residuais foram compatíveis com os componentes dos dentifrícios descritos nas embalagens dos dentifrícios comerciais (DCPA e DSRA), assim como os demais que foram formulados especialmente para este estudo (de acordo com o Quadro 1). Os espectros mostrados na Figura 29 evidenciam os elementos químicos inorgânicos contidos nos dentifrícios, nos quais se percebeu nitidamente o predomínio de cálcio.

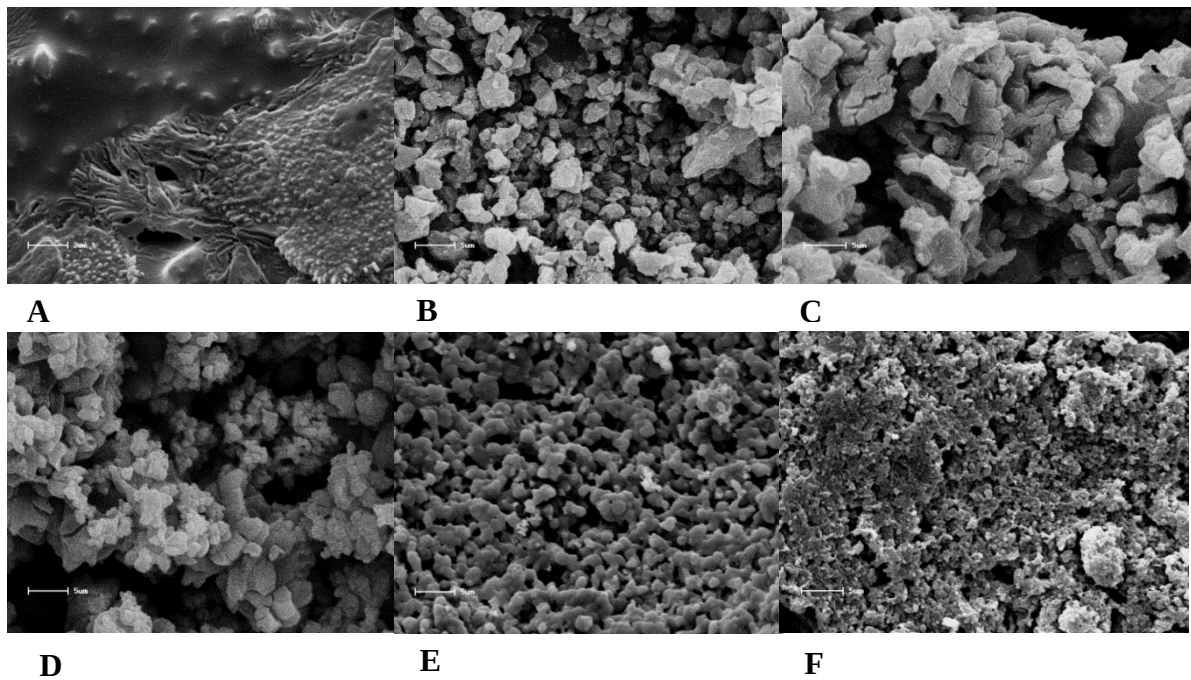


Figura 28: Fotomicrografias das cinzas, nas quais se observa o conteúdo inorgânico dos dentifrícios. A- DCNS: morfologia irregular sem a presença de conteúdo inorgânico; B-DCNC: grânulos irregulares e de pequeno tamanho (agente abrasivo - carbonato de cálcio); C-DEW: grânulos agregados gerando estruturas de maior tamanho (hidroxiapatita WCS e carbonato de cálcio); D-DEH: grânulos de pequeno tamanho e irregulares, mas com conteúdo aglomerado ((hidroxiapatita HS e carbonato de cálcio); E-DCPA: grânulos regulares e de menor tamanho (arginina e carbonato de cálcio); F-DSRA: poucos grânulos de maior tamanho (acetato de estrôncio e sílica hidratada).

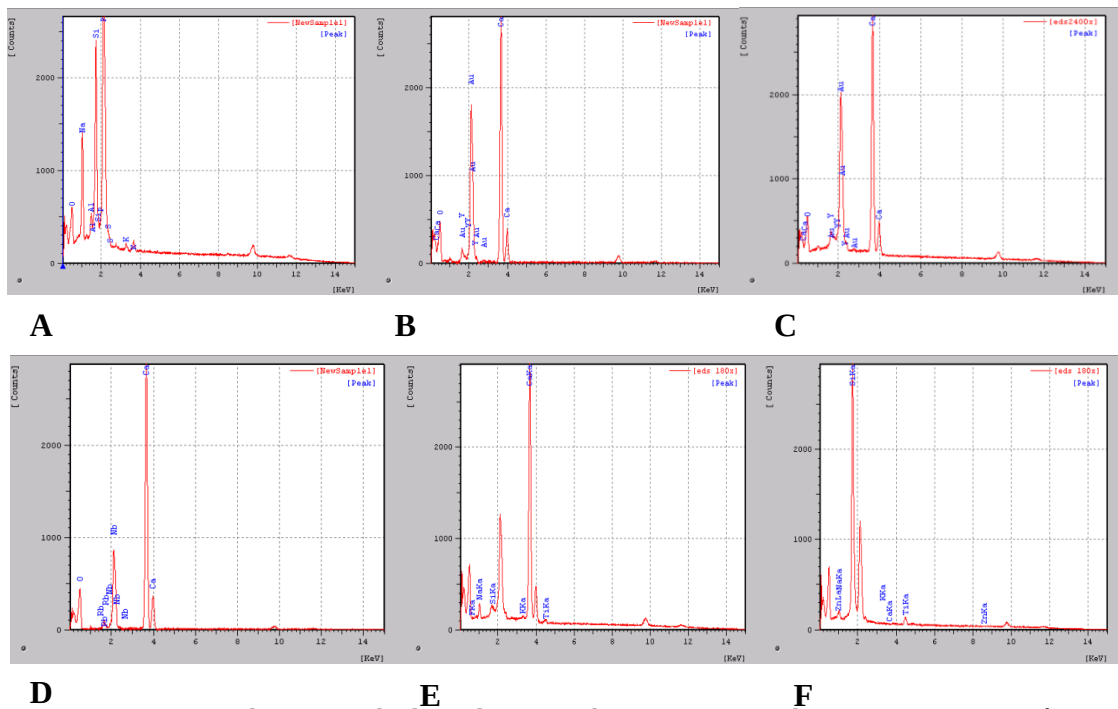


Figura 29: Espectros das cinzas obtidos pelo EDS. Observou-se que todos os componentes químicos descritos nos quadros 1 e 2 (páginas 62 e 63) foram detectados por esta análise, na qual verificou-se diferenças de intensidade dos picos correspondentes aos elementos químicos (A- DCNS; B-DCNC; C-DEW; D-DEH; E-DCPA; F-DSRA).

3.3 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE OCLUSÃO DOS TÚBULOS DENTINÁRIOS PELOS DENTIFRÍCIOS

3.3.1 Rugosidade Superficial

As rugosidades superficiais média (Ra) e total (Rt) inicial e final são apresentadas nos Gráficos 3 e 4, levando em consideração a média e erro padrão. Observou-se que em todos os grupos houve aumento da rugosidade média superficial (Ra) final em relação a inicial. Contudo, a análise da rugosidade total (Rt) mostrou o efeito contrário, na qual houve diminuição dos valores de Rt em todos os grupos. Contudo, no DCNS esta diminuição não foi estatisticamente significativa ($p>0,05$). Somente nos grupos DCNC e DEW apresentaram diferenças estatisticamente significantes ($p<0,05$) entre a Ra inicial e final. Quando se comparou os grupos entre si, verificou-se que Ra inicial apresentou diferenças estatisticamente significantes ($p<0,05$) entre os grupos DCNS, DEH e DCPA em relação ao DSRA. Ao comparar a Ra final as diferenças estatisticamente significantes foram averiguadas entre os grupos DCNS e DEW em relação ao DSRA.

Quando se comparou os valores de Rt entre grupos, observou-se que não houve diferenças estatisticamente significantes ($p>0,05$) em todos os grupos.

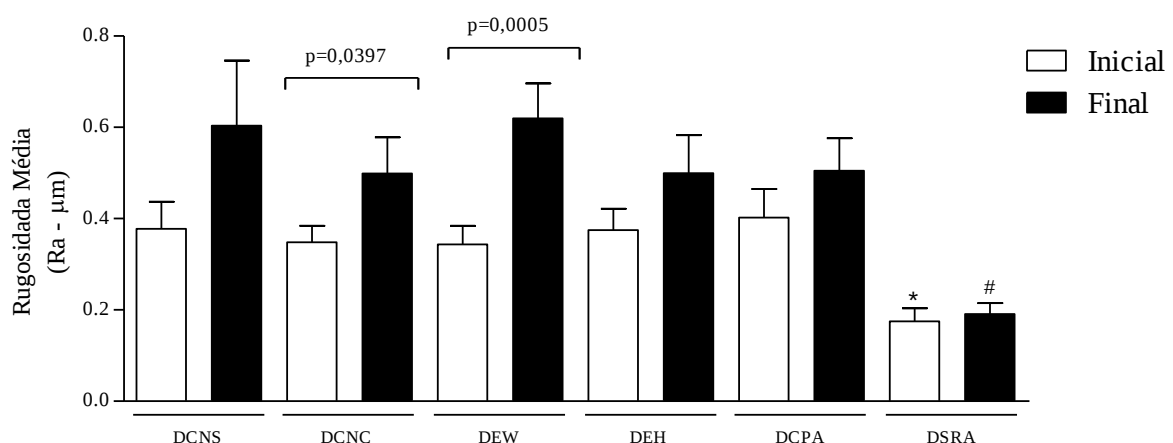


Gráfico 3: Média e erro padrão da rugosidade média (Ra) antes e depois da escovação com os diferentes dentifrícios (DCNS; DCNC; DEW; DEH; DCPA; DSRA). Comparações entre os valores iniciais e finais: diferenças significativas para os grupos DCNC e DEW (teste t de *student* pareado). Comparações dos valores iniciais entre os diferentes grupos: (*) com DCNS, DEH e DCPA. ($p<0,05$, ANOVA com pós-teste de Tukey). Comparações dos valores finais entre os diferentes grupos, diferenças significativas (#) com DCNS e DEW ($p<0,05$, ANOVA com pós-teste de Tukey).

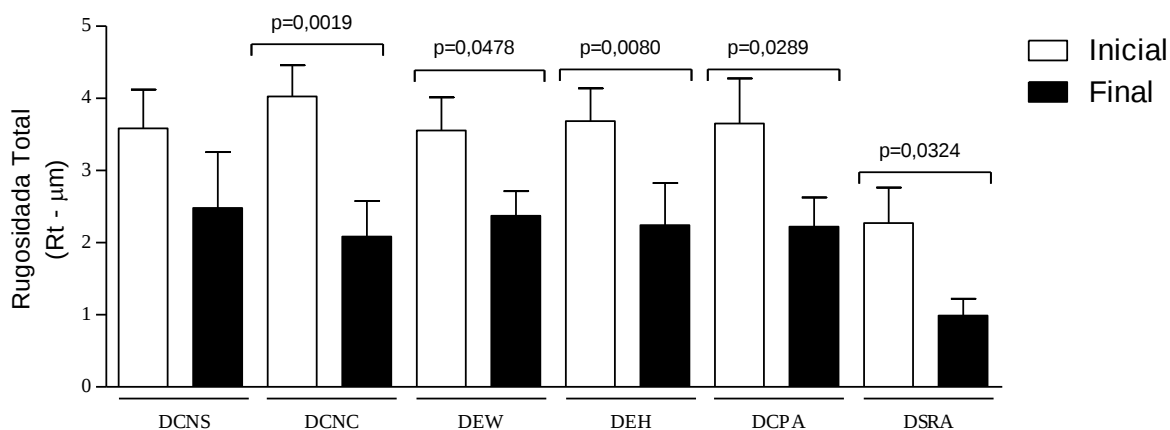


Gráfico 4: Média e erro padrão da rugosidade total (Rt) antes e depois da escovação com os diferentes dentífricos (DCNS; DCNC; DEW; DEH; DEH;DCPA; DSRA). Comparações entre os valores iniciais e finais: diferenças significativas para os grupos DCNC, DEW, DEH, DCPA E DSRA (teste t de *student* pareado). Comparações dos valores iniciais entre os diferentes grupos, diferenças não significativas ($p=0,2153$, ANOVA). Comparações dos valores finais entre os diferentes grupos, diferenças não significativas ($p=0,3325$, ANOVA).

3.3.2 Permeabilidade dentinária

A permeabilidade dentinária foi verificada antes e após a escovação simulada com os dentífricos experimentais e controles. A análise da condutividade hidráulica da dentina foi calculada usando-se as equações descritas anteriormente (pág. 76). No Gráfico 5 é possível perceber que a condutividade hidráulica diminuiu após a utilização dos dentífricos em todos os grupos. Para realização da análise estatística realizou-se teste de normalidade (Shapiro Wilk) e verificou-se a necessidade de transformação dos dados em logaritmo. Observou-se que os grupos DEW, DEH e DSRA apresentaram os menores valores de condutividade hidráulica após o uso dos respectivos dentífricos. Compararam-se os resultados entre os grupos e verificou-se que diferenças estatisticamente significante ($p<0,05$) ocorreram na condutividade hidráulica inicial entre os grupos DEH com DCNS, DCNC e DEW; DCPA com DCNS e DEW; DSRA com DCNS ($p<0,05$). Em relação à condutividade hidráulica final não foram verificadas diferenças entre os grupos.

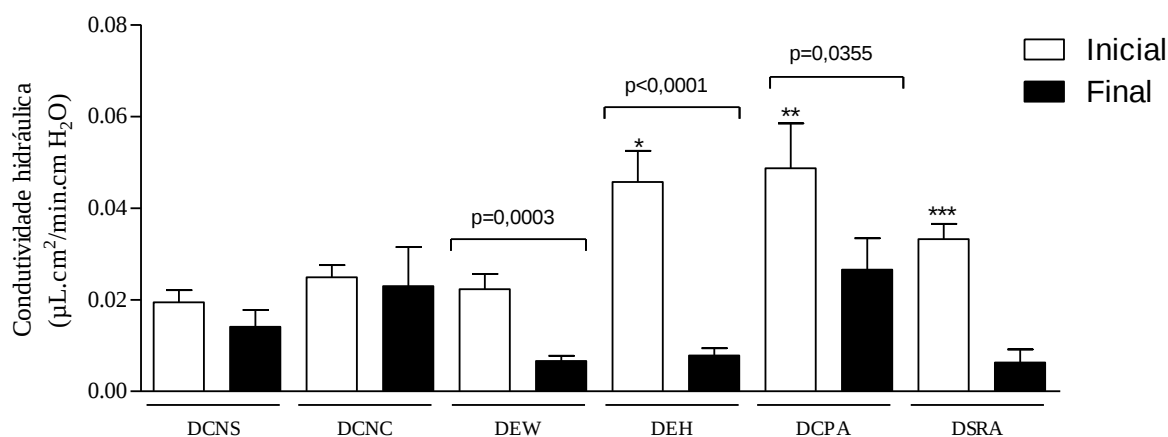


Gráfico 5: Média e erro padrão da permeabilidade dentinária avaliada pela condutividade hidráulica antes e depois da escovação com os diferentes dentifrícios (DCNS; DCNC; DEW; DEH; DCPA; DSRA). Comparações entre os valores iniciais e finais: diferenças significativas para os grupos DEW; DEH e DCPA (teste t de *student* pareado). Comparações dos valores iniciais entre os diferentes grupos: (*) com DCNS, DCNC e DEW; (**) com DCNS e DEW; (***) com DCNS ($p < 0,05$, ANOVA com pós teste de Tukey). Comparações dos valores finais entre os diferentes grupos, diferenças não significativas ($p < 0,0595$, ANOVA).

3.3.3 Difração de raios X (DRX)

A Figura 30 mostra os dados da difração de raios X das superfícies dentárias antes e após a escovação simulada. Optou-se por apresentar apenas um difratograma correspondente a amostra antes da escovação, já que os demais se apresentaram muito semelhantes. Percebeu-se que o difratograma do grupo DCNS apresentou-se muito parecido com o da amostra antes da escovação, certamente em função da inexistência de conteúdo inorgânico neste dentifrício. Os demais dentifrícios usados apresentaram picos de cristalinidade correspondentes aos seus componentes químicos. Deve-se salientar que nos grupos DCNC e DEH houve maior intensidade dos picos correspondentes à estrutura de cristais contendo cálcio.

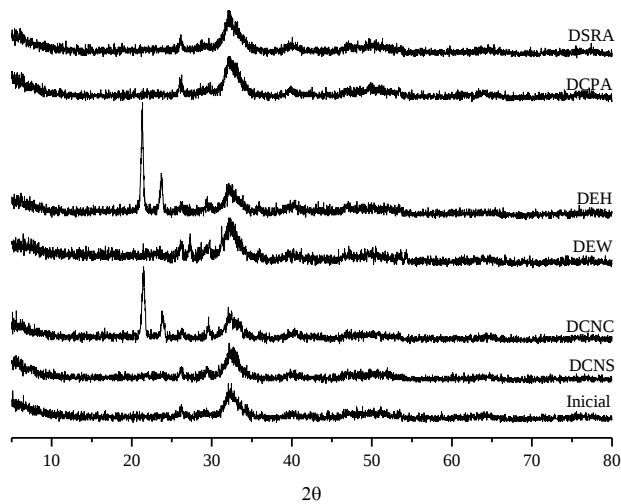


Figura 30: Difrátogramas das superfícies dentinárias, sem tratamento (inicial) e após escovação com os dentifrícios.

3.3.4 Microscopia de força atômica

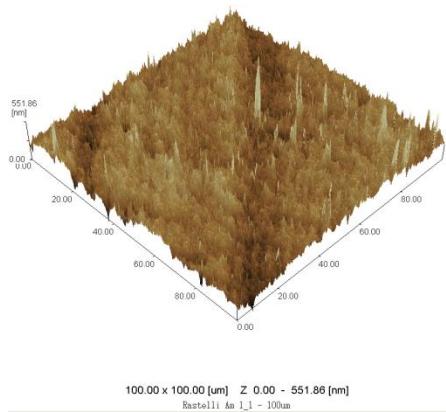
A análise por meio da microscopia de força atômica permitiu uma observação complementar ilustrando aspectos tridimensionais das amostras. Foram analisadas duas amostras de cada grupo por meio de microscopia de força atômica, nas quais se verificou a rugosidade superficial (R_a , R_p e R_v) antes e após a escovação simulada com os dentifrícios. Na Tabela 4 estão expressos os valores médios obtidos nesta análise.

Foi possível verificar que os grupos DEH e DCPA apresentaram redução da rugosidade depois de terem sido escovados enquanto nos demais grupos a rugosidade foi superior após este procedimento. As amostras apresentaram aumento de rugosidade considerando ($R_p + R_v$) após a escovação simulada com os dentifrícios, sendo que estes dois valores juntos representam um valor semelhante a R_t , tendo em vista que R_p considera o valor do maior pico e R_v o valor da maior profundidade do vale.

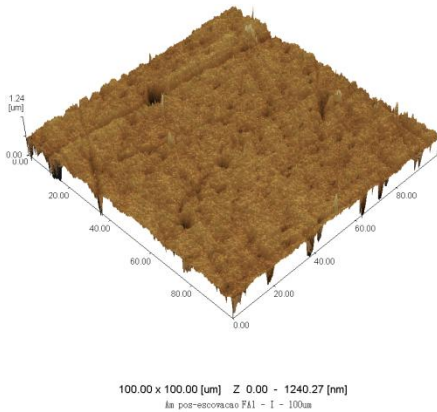
Tabela 4: Valores da rugosidade superficial (Ra, Rp e Rv) obtidos por meio da microscopia de força atômica antes e após a escovação simulada.

Grupos	Ra	Ra	Rp	Rp	Rv	Rv
	Inicial (nm)	Final (nm)	Inicial (µm)	Final (µm)	Inicial (nm)	Final (nm)
DCNS	56.123	65.684	0.954	0.773	404.166	993.832
DCNC	62.931	116.793	1.440	1.372	552.783	990.340
DEW	39.836	82.363	0.290	0.675	494.194	739.751
DEH	82.884	68.172	1.241	1.195	536.813	816.119
DCPA	51.563	44.999	0.763	1.709	586.785	363.046
DSRA	89.894	101.286	0.817	1.795	901.131	967.856

Nas Figuras 31 a 36 (A e B) são mostradas as imagens obtidas pela microscopia de força atômica, nas quais se percebeu a nítida variação morfológica das amostras.

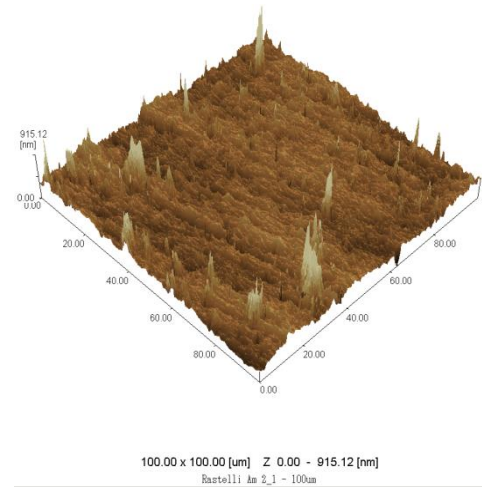


A

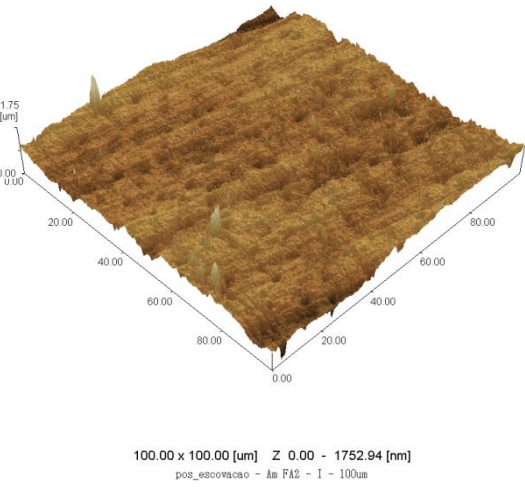


B

Figura 31: Fotomicrografia de força atômica da amostra do grupo DCNS. A- Antes da escovação simulada; B- Após a escovação com uso do dentifrício.

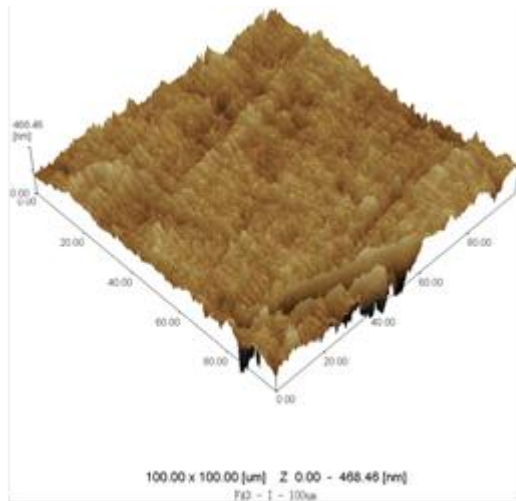


A

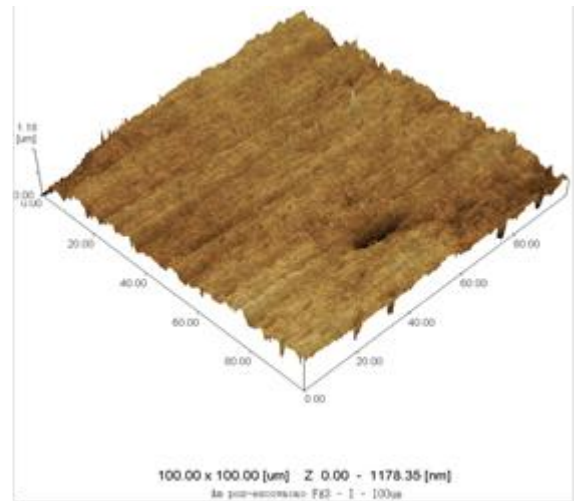


B

Figura 32: Fotomicrografia de força atômica da amostra do grupo DCNC. A- Antes da escovação simulada; B- Após a escovação com uso do dentifrício.

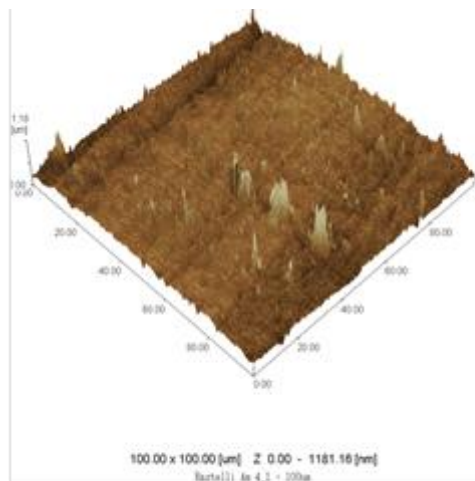


A

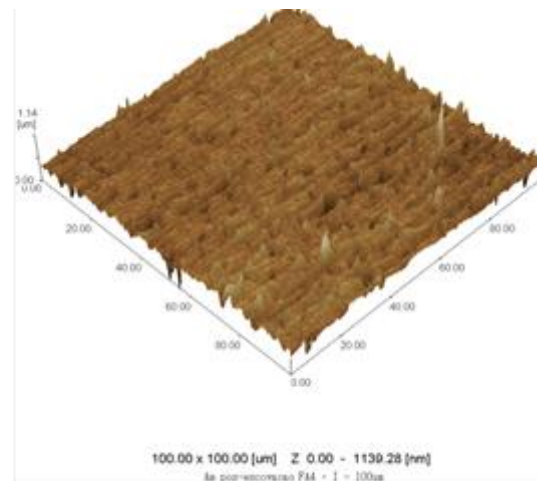


B

Figura 33: Fotomicrografia de força atômica da amostra do grupo DEW. A- Antes da escovação simulada; B- Após a escovação com uso do dentífrico.



A



B

Figura 34: Fotomicrografia de força atômica da amostra do grupo DEH. A- Antes da escovação simulada; B- Após a escovação com uso do dentífrico.

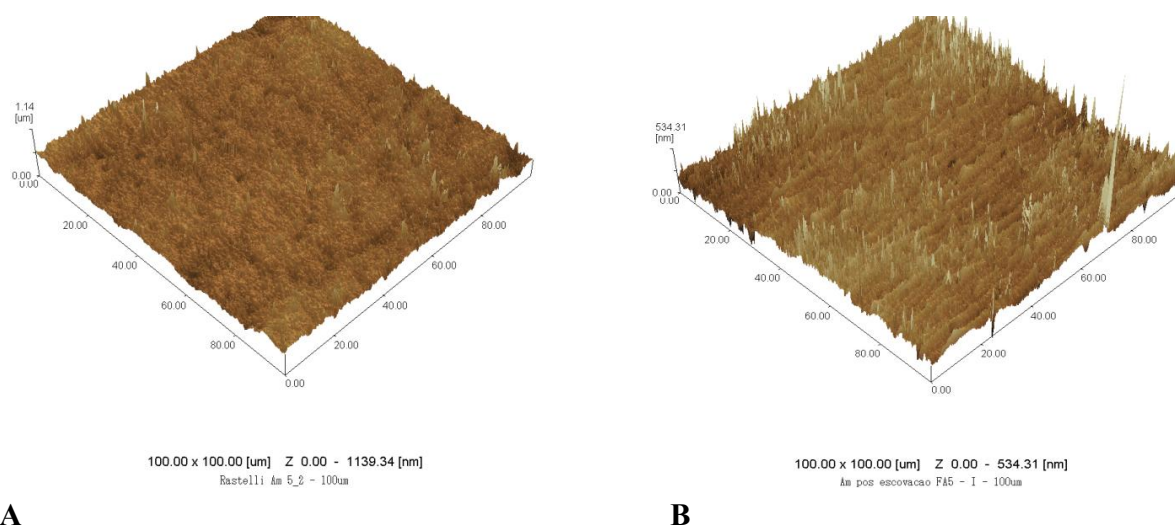


Figura 35: A- Fotomicrografia de força atômica da amostra do grupo DCPA. A- Antes da escovação simulada; B- Após a escovação com uso do dentifrício.

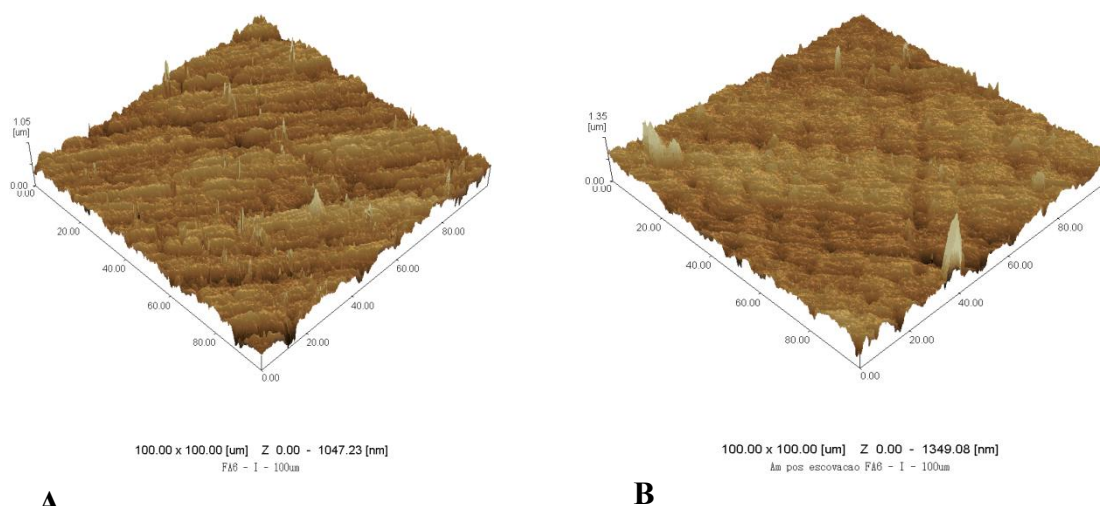


Figura 36: Fotomicrografia de força atômica da amostra do grupo DSRA. A- Antes da escovação simulada; B- Após a escovação com uso do dentifrício.

3.3.5 Espectroscopia micro-Raman

Os resultados obtidos pela espectroscopia micro-Raman das amostras antes e após o uso dos dentifrícios durante a escovação simulada estão expressos em espectros (Figuras 37 a 42), nos quais é possível observar o comportamento das moléculas dos compostos químicos contidos nos dentifrícios. Foram feitas análises da amostra antes da escovação (inicial), dos dentifrícios individualmente e após a escovação (final). Deve-se enfatizar o fato de que, como as análises das amostras antes da escovação propiciaram resultados semelhantes, adotou-se apenas um destes dados para todos os espectros.

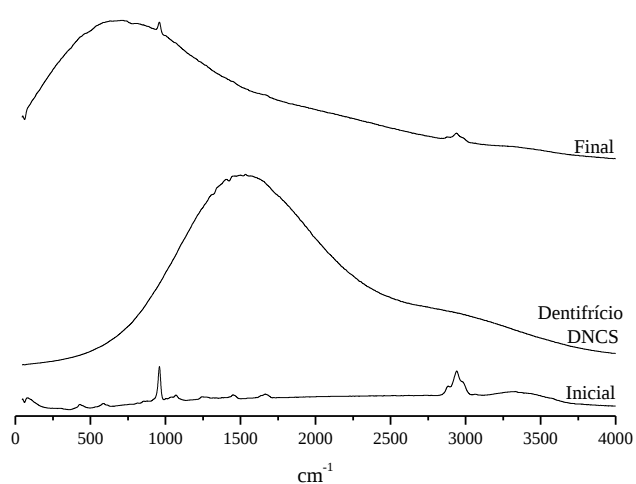


Figura 37: A- Espectros micro-Raman da amostra antes da escovação (inicial); do dentifrício e da amostra após a escovação (final) do grupo DCNS.

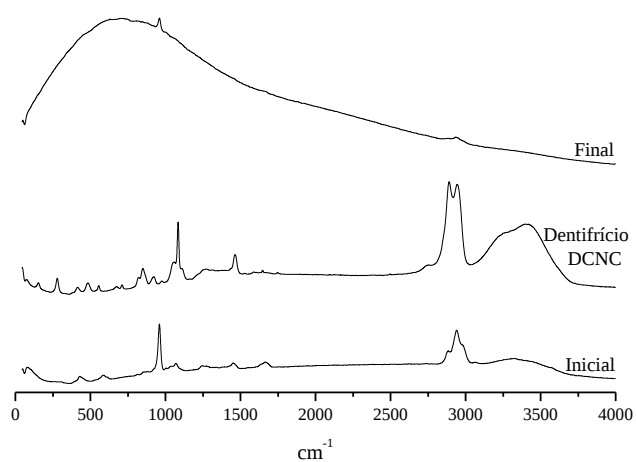


Figura 38: A- Espectros micro-Raman da amostra antes da escovação (inicial); do dentifrício e da amostra após a escovação (final) do grupo DCNC.

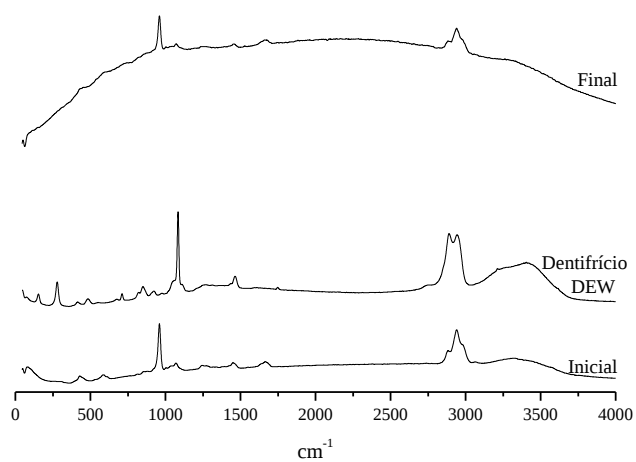


Figura 39: A- Espectros micro-Raman da amostra antes da escovação (inicial); do dentifrício e da amostra após a escovação (final) do grupo DEW.

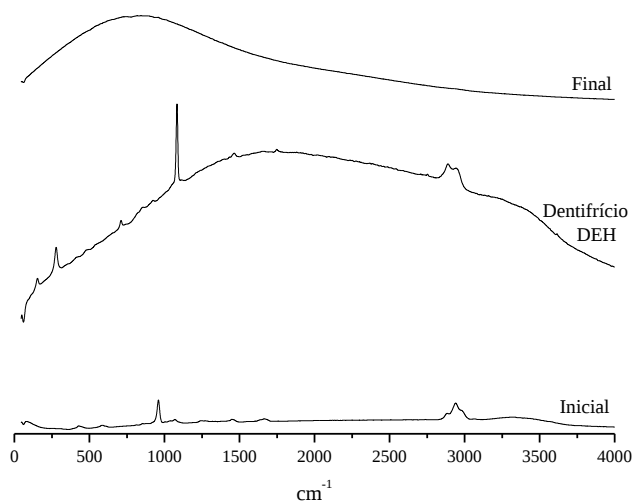


Figura 40: A- Espectros micro-Raman da amostra antes da escovação (inicial); do dentifrício e da amostra após a escovação (final) do grupo DEH.

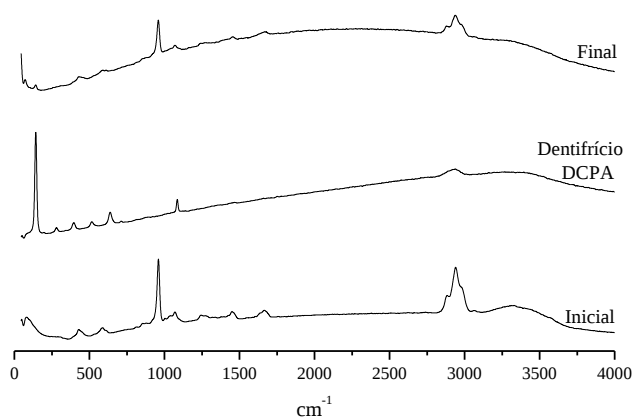


Figura 41: A- Espectros micro-Raman da amostra antes da escovação (inicial); do dentifrício e da amostra após a escovação (final) do grupo DCPA.

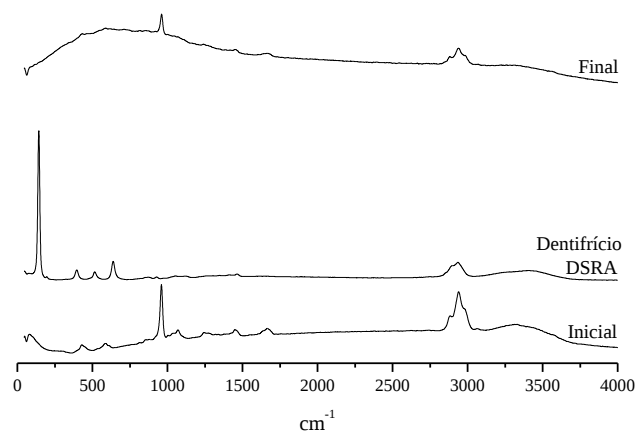


Figura 42: A- Espectros micro-Raman da amostra antes da escovação (inicial); do dentifrício e da amostra após a escovação (final) do grupo DSRA.

Na Figura 43 (A, B e C) obtida pelo microscópio Raman é possível visualizar a morfologia da amostra antes e depois da escovação com dentifrícios, na qual se observou a presença de depósitos cristalinos dos componentes dos dentifrícios.

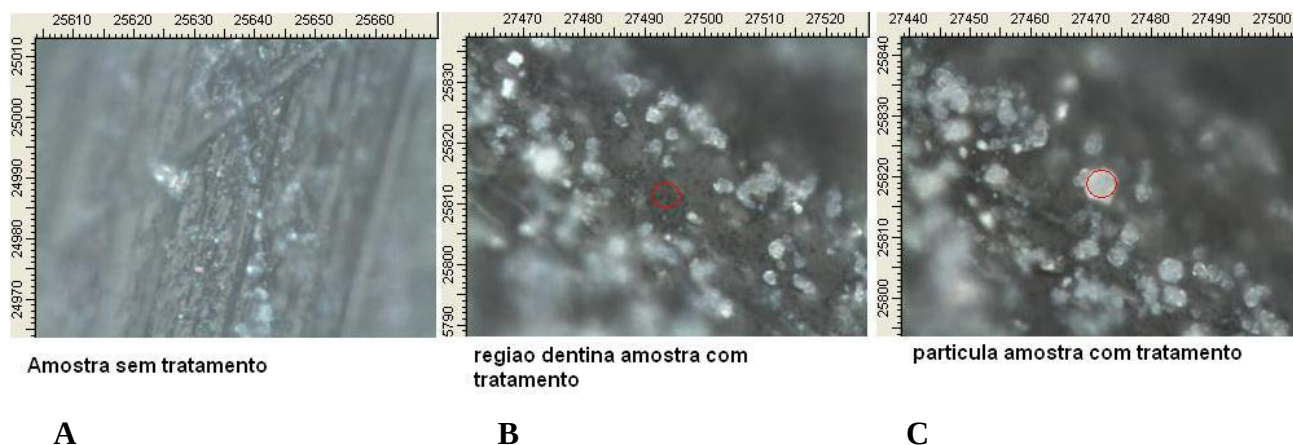


Figura 43: Fotomicrografia obtida pelo microscópio Raman, na qual se observa em A- Amostra antes da escovação; B- Amostra após escovação, evidenciando os depósitos cristalinos dos componentes dos dentifrícios e C- Visão aproximada dos cristais.

3.3.6 MEV e EDS

A análise das imagens obtidas por meio do MEV possibilitou verificar nas amostras, que não foram submetidas à lavagem em cuba ultrassônica, a existência de variação nas alterações morfológicas geradas sobre a superfície dentinária. O grupo DCNS não apresentou depósitos cristalinos sobre a dentina, possibilitando que os túbulos dentinários permanecessem abertos (Figura 44 – A e B). No grupo DCNC, na Figura 45 (aumento de 500x) visualizam-se poucas áreas com depósitos cristalinos, com permanência de túbulos dentinários abertos. Ao observar esta imagem com maior aumento, percebe-se que os depósitos formados localizam-se ao redor ou sobre os túbulos dentinários, mas sem que haja oclusão dos mesmos.

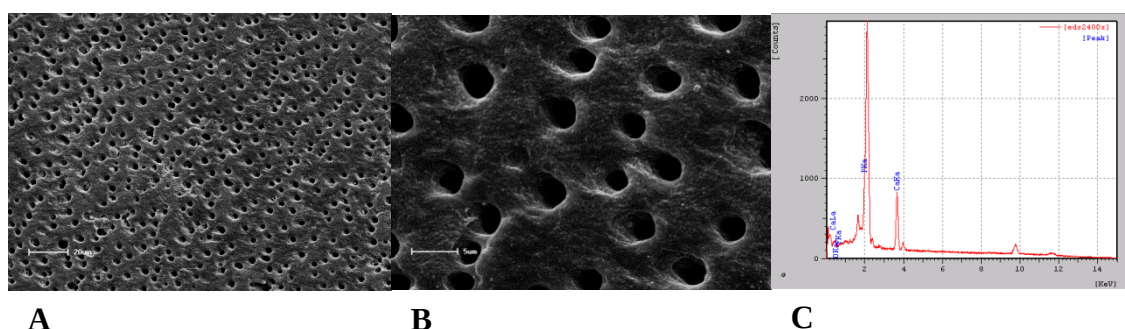
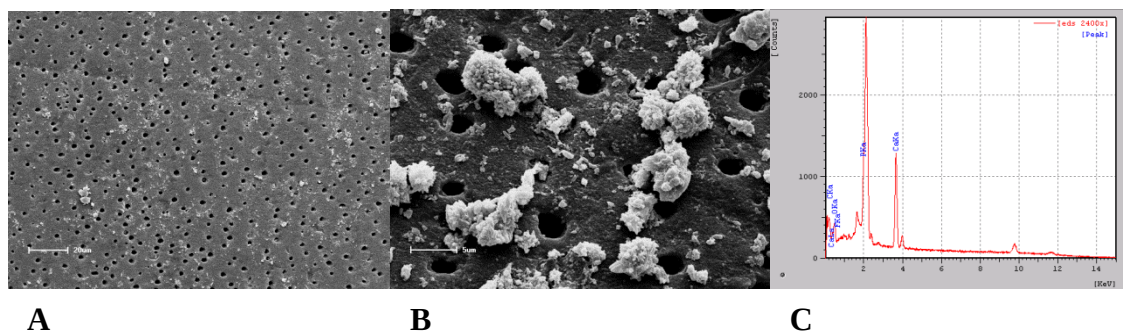
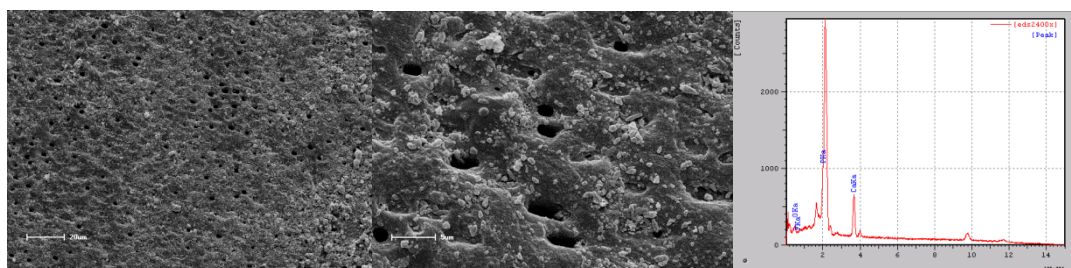


Figura 44: Fotomicrografias obtida pelo MEV, aumentos de 500x (A), 2400 (B) e espectro por EDS (C) do grupo DCNS.

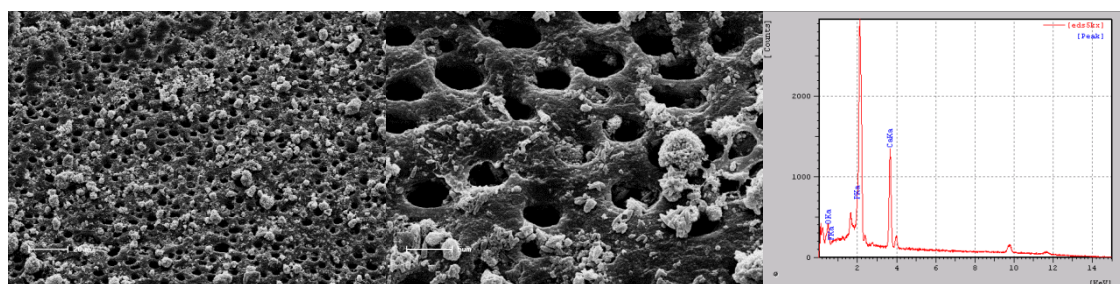


A **B** **C**
 Figura 45: Fotomicrografias obtida pelo MEV, aumentos de 500x (A), 2400 (B) e espectro por EDS (C) do grupo DCNC.

Nos grupos DEW e DEH, nos quais foram usados os dentifrícios experimentais contendo nanopartículas de hidroxiapatita WCS e HS, respectivamente, foi possível visualizar nas Figuras 46 e 47 (aumento de 500x) que uma área mais extensa de dentina foi coberta pelos depósitos cristalinos dos dentifrícios. Embora, isto foi mais evidente no DEW, no qual poucos túbulos dentinários apareceram abertos.



A **B** **C**
 Figura 46: Fotomicrografias obtida pelo MEV, aumentos de 500x (A), 2400 (B) e espectro por EDS (C) do grupo DEW.



A **B** **C**
 Figura 47: Fotomicrografias obtida pelo MEV, aumentos de 500x (A), 2400 (B) e espectro por EDS (C) do grupo DEH.

Nos grupos DCPA e DSRA, nos quais foram usados os dentifrícios comerciais, visualizou-se nas Figuras 48 e 49 (aumento de 500x) uma área de dentina totalmente coberta pelos depósitos cristalinos dos dentifrícios. Quando se analisou as imagens em maior aumento, o grupo DCPA apresentou alguns túbulos dentinários abertos enquanto no

DSRA a oclusão dos túbulos é total. As microanálises obtidas por EDS mostraram que todos os depósitos visualizados em todos os grupos estavam de acordo com os componentes químicos descritos na embalagem dos dentifrícios, assim como os componentes dos dentifrícios formulados.

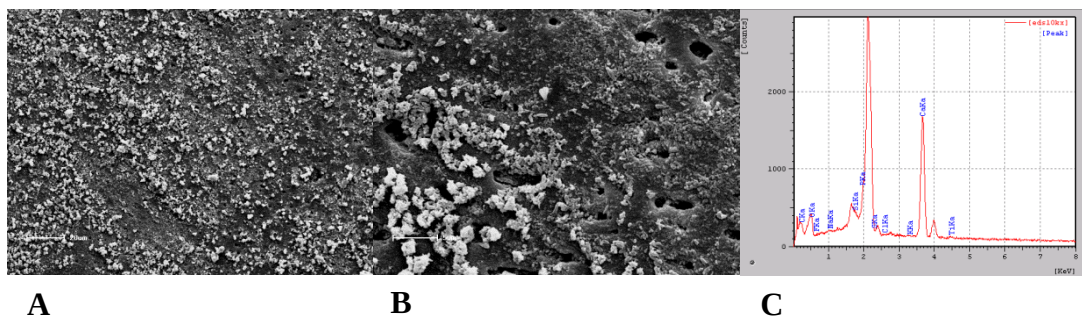


Figura 48: Fotomicrografias obtida pelo MEV, aumentos de 500x (A), 2400 (B) e espectro por EDS (C) do DCPA.

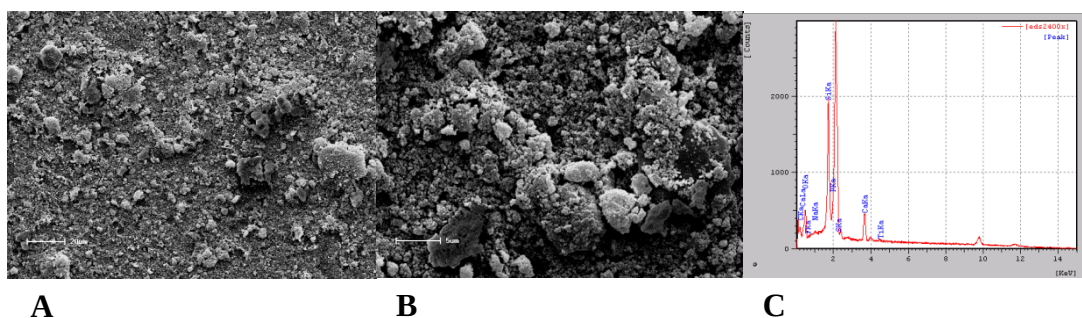


Figura 49: Fotomicrografias obtida pelo MEV, aumentos de 500x (A), 2400 (B) e espectro por EDS (C) do DSRA.

As amostras de dentina que foram escovadas e submetidas à lavagem em cuba ultrassônica são mostradas na Figura 50 (A, B, C, D, E e F). Na qual se verificou que apenas a amostra do grupo DSRA (Figura 50 - F) apresentou túbulos dentinários ocluídos e poucos cristais depositados sobre a superfície.

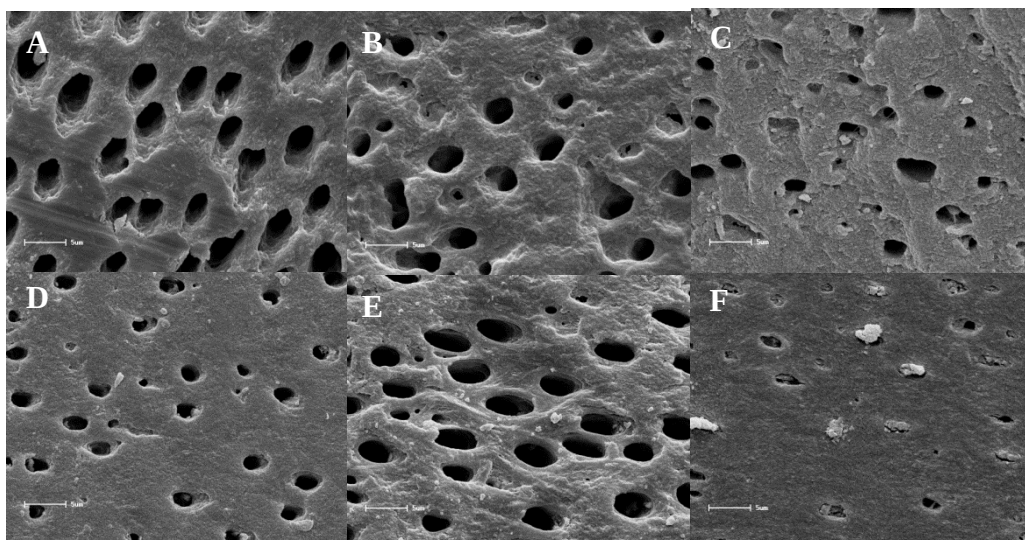


Figura 50: Fotomicrografias obtidas pelo MEV (aumento de 2400x) das amostras dentinárias após escovação e submetidas à lavagem em cuba ultrassônica. A- DCNS, B- DCNC, C- DEW; D- DEH; E- DCPA e F- DSRA.

As Figuras 51 e 52 visualizam-se as amostras que foram fraturadas, para que fosse averiguada a capacidade dos dentifrícios em penetrar os túbulos dentinários e a profundidade dessa penetração. Na Figura 51 (A, B e C) não se observou a presença de depósitos proveniente dos dentifrícios. Contudo, verificaram-se pequenos cristais na entrada dos túbulos dentinários da amostra do grupo DCNC (setas).

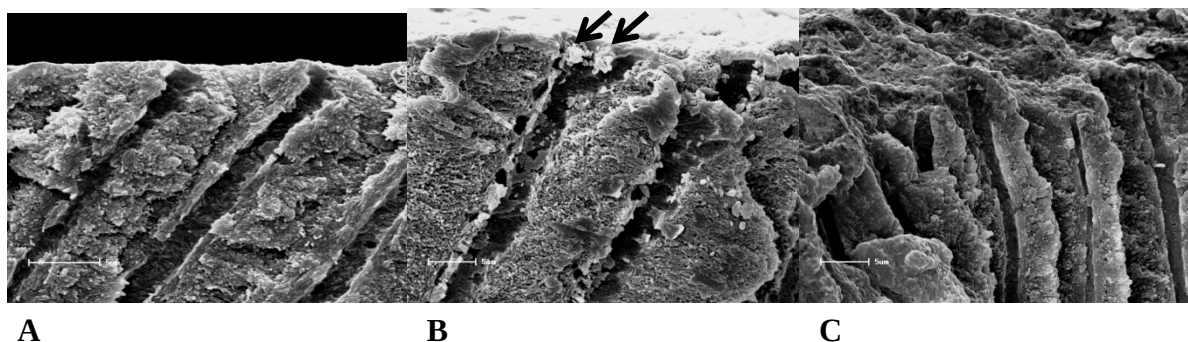
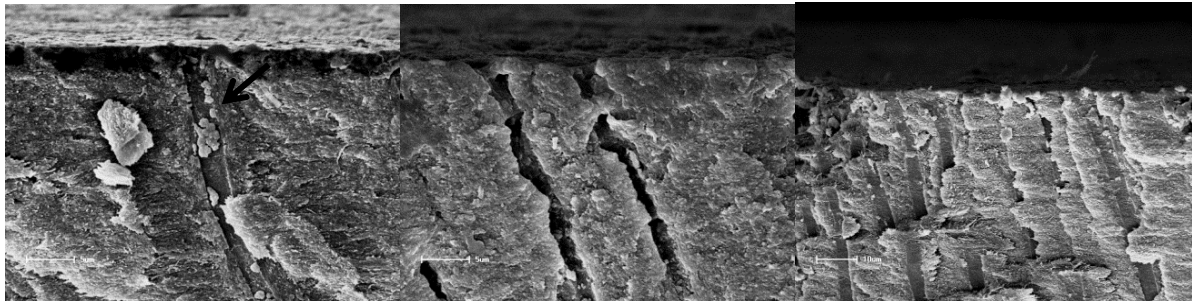


Figura 51: Fotomicrografias obtidas pelo MEV (aumento de 2400x) das amostras dentinárias escovadas e fraturadas. A- DCNS: túbulos dentinários isentos de depósitos cristalinos; B- DCNC: presença de depósitos cristalinos na entrada do túbulo dentinário (setas) e C- DEW: túbulos dentinários isentos de depósitos cristalinos.

Na Figura 52 (A, B e C) observou-se a presença de depósitos proveniente dos dentifrícios somente na amostra do grupo DEH (seta) e nas demais, os túbulos dentinários apresentaram-se isentos de depósitos.



A **B** **C**
Figura 52: Fotomicrografias obtidas pelo MEV (aumento de 2400x) das amostras dentinárias escovadas e fraturadas. A- DEH: presença de depósitos cristalinos (seta); B- DCPA e C-DSRA: túbulos dentinários isentos de depósitos cristalinos.

6 DISCUSSÃO

Atualmente, estudos têm indicado a existência de várias modalidades de tratamentos para a HSDC. Dois princípios são apontados como responsáveis pela redução da sintomatologia dolorosa dos pacientes, um envolve o bloqueio da atividade dos nervos pulpares e o outro bloqueia o movimento do fluído pela oclusão dos túbulos dentinários. (Bartold¹ 2006; Orchardson, Gillam³ 2006; Markowitz, Pashley⁵ 2008; West⁶ 2008; Olusile et al.⁸ 2008; Petrou et al.⁹ 2009; Parkinson, Earl¹² 2009; Rösing et al.¹³ 2009; Aranha et al.¹⁴ 2009; Demi et al.¹⁰⁸ 2009).

A oclusão dos túbulos dentinários pode ser obtida por meio de protocolos usados por profissionais e/ou pelos próprios pacientes. Diversos estudos apontaram os dentifrícios dessensibilizantes como os principais métodos usados no tratamento caseiro. Além disso, mencionaram que estes produtos apresentaram capacidade de oclusão dos túbulos dentinários (Arrais et al.²³ 2004; Pillon et al.²⁴ 2004; Wara-Aswapati et al.¹⁸ 2005; Santiago et al.²⁵ 2006; Sauro et al.²⁶ 2006; Schiff et al.²⁷ 2006; Al-Azzawi, Dayem²⁸ 2006; Vachiramon et al.²⁹ 2008; Markowitz¹⁵ 2009; Oberg et al.³⁰ 2009; Davies et al.⁹⁰ 2011; Olley et al.⁴⁸ 2012; Wang et al.⁸⁴ 2012). Deve-se salientar que um número razoável destes estudos mencionou que os dentifrícios poderiam ser melhorados, para que o alívio da dor dos pacientes fosse obtido de forma mais fácil, rápida e com maior longevidade, aspectos igualmente citados por Tirapelli et al.⁵⁵ (2010).

Alguns aspectos relacionados aos dentifrícios têm sido estudados exaustivamente: capacidade de oclusão, profundidade de penetração dos depósitos nos túbulos dentinários e longevidade da eficácia (Banfield, Addy³⁹ 2004; Petrou et al.⁹ 2009; Addy, Smith⁴⁰ 2010; Olley et al.⁴⁸ 2012). Desta forma, novos produtos têm sido lançados no mercado com relativa frequência, o que gerou dúvidas entre profissionais e pacientes sobre quais produtos atenderiam a estes aspectos com maior eficácia.

Este experimento *in vitro* teve como principal objetivo desenvolver e avaliar dentifrícios dessensibilizantes contendo nanopartículas de hidroxiapatita. Para este estudo, foram sintetizadas partículas por meio de dois métodos, os quais geraram tipos diferentes de hidroxiapatita sintética. As caracterizações destas partículas comprovaram que se tratava de nanopartículas de hidroxiapatita com propriedades físico-químicas compatíveis com esse tipo

de material. Os dados das caracterizações corroboraram com estudos feitos por Martins et al.⁹¹ (2007) e Santos et al.⁹² (2008). Evidencia-se que na literatura encontraram-se estudos clínicos com nanopartículas de hidroxiapatita, nos quais não foram mencionados como as partículas foram obtidas e nem tampouco dados referentes a sua caracterização (Kang et al.⁵⁷2009; Kim et al.⁵⁸2009).

Importante mencionar que de uma forma em geral, as nanopartículas de hidroxiapatita HS apresentaram melhores propriedades que a WCS. Embora, em relação à viabilidade celular dos fibroblastos gengivais humanos, ambas tenham apresentado potencial de biocompatibilidade em baixas concentrações. A opção por um teste de citotoxicidade de curta duração levou em consideração o ciclo de desenvolvimento das células e o fato de que as partículas seriam incorporadas a um produto que normalmente é usado por curtos períodos de tempo e com baixa frequência.

A caracterização dos dentifrícios seguiu normas recomendadas por autores e órgãos reguladores de produtos para uso pessoal (F. Bras V.⁹⁴2010; Ferreira⁹³2011). Mesmo que tenha havido diferenças entre os resultados, verificou-se que os dentifrícios apresentaram resultados satisfatórios nos parâmetros avaliados, exceto o dentifrício do grupo DCNS que apresentou resultados insatisfatórios, certamente em função da sua composição, já que não foi formulado com agente abrasivo e componente com potencial de oclusão dos túbulos dentinários.

Dos parâmetros avaliados, deve-se destacar que o pH é uma das características mais importantes dos dentifrícios, o qual normalmente deve ficar na faixa da alcalinidade. Este fator é importante, pois propicia que seus componentes possam interagir adequadamente com os componentes dentários. Além disso, evita-se a potencialização da abrasividade, fato que ocorreria se apresentassem pH ácido (Leite¹⁰⁹2012). Em relação ao pH, Pinto⁹⁶(2008) caracterizou dentifrícios dessensibilizantes usando metodologia semelhante a usada neste estudo. Os resultados obtidos foram semelhantes, mesmo que fossem de marcas comerciais diferentes.

A consistência dos dentifrícios foi considerada adequada por atender as recomendações estabelecidas (F. Bras V.⁹⁴2010; Ferreira⁹³ 2011). Este parâmetro é outro aspecto importante deste tipo de produto, pois interfere diretamente na sensação do paciente e

no escoamento pela cavidade bucal. Porém, como se tratava de um estudo *in vitro* este aspecto passou a ter menor relevância. A densidade dos dentifrícios é diretamente relacionada à abrasividade do mesmo. Desta forma, importante salientar que os dentifrícios experimentais (DEW e DEH) apresentaram densidades menores que os comerciais, fato que favorece a uma menor abrasividade.

Em relação à perda por dessecação dos componentes dos dentifrícios, deve-se observar que os de marca comercial (DCPA e DSRA) foram os que menos perderam conteúdo. Isto está relacionado à presença de maior conteúdo inorgânico nestes dentifrícios, o que acarreta maior abrasividade dos mesmos. Os dentifrícios experimentais (DEW e DEH) mantiveram-se com valores menores que os comerciais, o que faz destes produtos muito promissores em relação à baixa abrasividade. A microanálise por meio de EDS comprovou a existência dos componentes químicos descritos nas embalagens dos dentifrícios comerciais e daqueles formulados para este estudo.

A análise dos dentifrícios em relação a sua capacidade de oclusão dos túbulos dentinários foi realizada por meio de testes em dentes bovinos. A opção por este tipo de dente levou em consideração aspectos éticos e a reprodutibilidade do experimento, já que muitos estudos mostraram a similaridade das características morfológicas e histológicas entre os dentes humanos e bovinos (Camargo et al.⁹⁷ 2007; Donassollo et al.⁹⁸ 2007; Campos et al.⁹⁹ 2008; Matos et al.¹⁰⁰ 2008; Wegehaupt, Widmer, Attin¹⁰² 2010). A luz da bioética, a facilidade em se obter dentes bovinos e em grande quantidade possibilitou a realização deste estudo sem que necessitássemos usar dentes humanos, fato que corrobora com citação feita por Freitas et al.¹⁰³ (2010).

Outra preocupação que se teve neste estudo foi em relação à padronização das variáveis envolvidas na escovação simulada, fato que foi considerado por outros pesquisadores (Arrais et al.⁸⁶ 2003; Lee et al.⁸⁸ 2008; Mitchell et al.⁵⁴ 2011; Reinke et al.¹⁰⁵ 2011). Outros estudos foram feitos usando-se alternativas para a realização da escovação e posterior avaliação da permeabilidade e/ou rugosidade superficial, nos quais se usaram escovação manual com padronização (Wang et al.⁵² 2010) e sem padronização (Davies et al.⁹⁰ 2011), e ainda com escovas sônicas (Azevedo et al.¹¹⁰ 2008; Pinto et al.⁸⁹ 2010). A padronização durante a escovação é significativa, pois pode interferir nos resultados finais de rugosidade. Como foi bem descrito por Parry et al.¹¹¹ (2008), a escovação simulada

demonstrou boa reprodutibilidade em verificação de abrasão do esmalte e da dentina. Pois, se a força da escovação e a temperatura forem aumentadas, haverá aumento da abrasividade, o que gera aumento da rugosidade destas superfícies dentárias.

A rugosidade superficial é um parâmetro importante para se avaliar quando se analisam dentifrícios dessensibilizantes. Pois, estes produtos apresentam potencial oclusivo dos túbulos dentinários, mas se mostrarem alta abrasividade podem provocar danos às superfícies dentárias. Desta forma, novos produtos devem apresentar baixa abrasividade e capacidade de ocluir os túbulos dentinários. Os dentifrícios que foram formulados contendo nanopartículas de hidroxiapatita provocaram aumento da rugosidade superficial média das amostras quando comparada com a rugosidade inicial. Deve-se salientar que este fato ocorreu em todos os grupos testados, inclusive no grupo em que o dentifrício não continha agente abrasivo. Apenas o grupo DSRA apresentou diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) em relação aos demais grupos quando analisada a rugosidade superficial final das amostras. Deve-se lembrar de que este dentifrício era o único com agente abrasivo diferente, no qual se usa a sílica hidratada e dióxido de titânio, enquanto nos demais o carbonato de cálcio foi usado como abrasivo.

É importante salientar que o aumento da rugosidade superficial está geralmente relacionado a um desgaste da superfície dental, porém neste estudo como as amostras não foram levadas a ultrassom, método usado na maioria dos outros estudos para remover os resíduos de dentifrício, este aumento da rugosidade encontrado pode estar relacionado aos depósitos dos agentes abrasivos e dessensibilizantes, sendo o tamanho e forma dos mesmos diretamente relacionados à alteração da rugosidade.

Contudo, os dentifrícios experimentais (DEW e DEH) apresentaram resultados equivalentes a outro de marca comercial (DCPA) e com aqueles considerados como controle negativo (DCNS e DCNC), onde não houve diferenças estatísticas significantes ($p > 0,05$). Deve-se levar em consideração que os resultados da rugosidade não dependem exclusivamente dos componentes dos dentifrícios, já que o dentifrício sem agente abrasivo e sem conteúdo inorgânico provocou aumento da rugosidade. Outros fatores devem ser levados em consideração, como os descritos anteriormente por Parry et al.¹¹¹ (2008), entre os quais a ação da escova pode ter sido fator determinante dessa abrasividade.

Esta rugosidade quando analisada em microscopia de força atômica mostrou que houve aumento da rugosidade superficial final em alguns grupos (DCNS, DCNC, DEW e DSRA) e apenas DEH e DCPA não provocaram diferença nesse parâmetro avaliado. Contudo, deve-se salientar que este teste levou em consideração somente duas amostras por grupo, fato que não possibilitou analisá-las estatisticamente.

Normalmente, os estudos que foram conduzidos para avaliar dentifrícios dessensibilizantes não se preocuparam com a análise da rugosidade superficial. Geralmente, as análises ficaram restritas a permeabilidade dentinária e aos depósitos que foram formados sobre a superfície dentinária. Fato que limitou confrontar nossos resultados com a literatura, na qual se verificou alguns estudos que avaliaram a rugosidade em dentes bovinos e humanos, usando-se dentifrícios fluoretados (Wegehaupt, Widmer, Attin¹⁰²2010) e que avaliou informações de outras pesquisas, sobre os efeitos da escovação na superfície dentária (Addy⁷⁰2006), no qual concluiu que houve relação entre a abrasão e a HSDC. No caso do estudo com dentifrícios fluoretados, verificou-se haver aumento da rugosidade após a escovação.

A permeabilidade dentinária foi analisada usando-se o teste da condutividade hidráulica e permitiu verificar que ocorreu diminuição desta permeabilidade em todos os grupos, o que sugeriu que todos os dentifrícios apresentaram potencial de oclusão dos túbulos dentinários. Contudo, os grupos DEW, DEH e DSRA apresentaram os melhores desempenhos em relação à diminuição da permeabilidade. Dentifrícios formulados contendo nanopartículas de hidroxiapatita não foram avaliados por outros autores em estudos *in vitro*, somente em estudos clínicos (Kang et al.⁵⁷2009; Kim et al.⁵⁸2009) e mesmo assim, sem que mencionassem detalhes a respeito das partículas usadas nos dentifrícios. Nestes dois estudos, um comparou dentifrício contendo hidroxiapatita com dentifrícios contendo fluoreto de sódio e outro acetato de estrôncio, no qual o dentifrício experimental foi superior aos demais no tratamento da HSDC. O outro estudo avaliou um dentifrício contendo hidroxiapatita com um contendo cloreto de estrôncio, no qual verificou similaridade de resultados. Os dentifrícios comerciais (DCPA e DSRA) foram analisados clínica e laboratorialmente e mostraram eficácia como demonstrado em nosso estudo (West, Hughes, Addy¹⁷2002; Al-Azzawi, Dayem²⁸2006; Ayad et al.⁴⁴2009; Docimo et al.⁴⁵2009; Nathoo et al.⁴⁶2009; Panagakos et al.⁴³2009; Mason et al.⁸² 2010; Hughes et al.⁸³2010; Davies et al.⁹⁰2011; Olley et al.⁴⁸2012).

As análises por meio da difração de raio-X e por espectroscopia micro-Raman apontaram que as amostras sofreram alterações em suas superfícies após serem escovadas com os dentifrícios como era esperado, apresentando formação de cálcio. Ocorreu deposição cristalina resultante dos componentes inorgânicos dos dentifrícios, o que contribuiu para a oclusão dos túbulos dentinários. Salienta-se que esta oclusão não deve ser duradoura, já que quando as amostras foram submetidas à lavagem ultrassônica os depósitos cristalinos foram removidos, reforçando assim a necessidade do uso contínuo dos dentifrícios. Fato que corrobora com estudos que mencionaram haver um efeito temporário dos dentifrícios no tratamento da HSDC (Al-Azzawi, Dayem²⁸2006; Lee et al.⁸⁸2008).

Atualmente, os estudos sobre HSDC têm sido conduzidos levando em consideração a longevidade da oclusão dos túbulos dentinários, os quais usam metodologia onde desafios erosivos foram feitos nas amostras após uso dos dentifrícios dessensibilizantes (Pinto et al.⁸⁹2010; Zandim et al.⁸⁷2010; Mitchell et al.⁵⁴2011; Olley et al.⁴⁸2012; Wang et al.⁸⁴2012;). Embora, não se propôs em nosso estudo este tipo de metodologia, verificou-se que a lavagem ultrassônica promoveu a remoção dos depósitos cristalinos na maioria dos grupos, exceto da amostra escovada com o dentifrício DSRA, o que revelou o caráter temporário dos depósitos formados sobre a dentina.

As amostras que não foram submetidas à lavagem ultrassônica mostraram depósitos cristalinos na superfície dentinária e nas entradas dos túbulos dentinários igualmente observadas em outros estudos (Arrais et al.⁸⁶2003; Oberg et al.³⁰2009; Wang et al.⁵²2010; Tirapelli et al.⁵⁵2010; Mitchell et al.⁵⁴2011; Davies et al.⁹⁰2011; Olley et al.⁴⁸2012).

Observou-se que todos os dentifrícios usados promoveram redução da permeabilidade dentinária da mesma maneira que se verificou em outros estudos (West, Hughes, Addy¹⁷2002; Gillam et al.⁸⁵2002; Arrais et al.⁸⁶2003; Arrais et al.²³2004; Tirapelli et al.⁵⁵2010; Davies et al.⁹⁰2011). Contudo, este fator parece não apresentar relação direta com as imagens obtidas pelo MEV, pois se visualizou túbulos dentinários preenchidos parcialmente. Fato que parece comum nos estudos publicados, imagens com túbulos dentinários parcialmente ocluídos e descrição de que os dentifrícios foram eficazes. Este aspecto pode ser explicado pelo fato de que na metodologia adotada, uma pequena área da dentina é submetida ao teste e esta pode não ter sido escolhida para ser apresentada no

trabalho. Isto se configurou num fator limitante do nosso estudo, que certamente poderá ser corrigido em futuros estudos.

Deve-se realçar que a metodologia adotada neste estudo foi mais completa do que os estudos encontrados na literatura, o que torna relevante os resultados obtidos para todos os dentifrícios analisados. Estes resultados são promissores, quando se compara os dentifrícios experimentais com os produtos comerciais, o que os torna viáveis para uso clínico. As hipóteses estabelecidas para este estudo foram confirmadas: os dentifrícios contendo nanopartículas de hidroxiapatita ocluíram parcialmente os túbulos dentinários; ocorreu formação de depósitos cristalinos sobre a superfície dentinária; não foi possível mensurar a profundidade de penetração dos compostos químicos nos túbulos dentinários, já que este aspecto não foi visualizado nas imagens de MEV e os dentifrícios experimentais apresentaram resultados satisfatórios quando comparados aos dentifrícios comerciais.

7 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, foi possível concluir que:

- Os métodos utilizados para sintetizar as nanopartículas foram eficazes, sendo possível a obtenção de duas formas de nanopartículas de hidroxiapatita;
- As partículas de hidroxiapatita sintetizadas foram caracterizadas como nanométricas, esféricas, apresentaram cristalinidade e estrutura química compatíveis, além de estabilidade térmica;
- As nanopartículas de hidroxiapatita apresentaram biocompatibilidade em fibroblastos gengivais humanos;
- A formulação de dentifrícios experimentais e a incorporação das nanopartículas de hidroxiapatita foram realizadas com sucesso;
- Os dentifrícios contendo nanopartículas de hidroxiapatita apresentaram características físico-químicas semelhantes aos produtos comerciais;
- Após escovação simulada com o uso dos dentifrícios dessensibilizantes, concluiu-se que os dentifrícios experimentais apresentaram baixa abrasividade, potencial para ocluir os túbulos dentinários e reduzir a permeabilidade dentinária;
- A superfície dentinária apresentou depósitos cristalinos nas entradas dos túbulos dentinários, sem grande alteração da rugosidade superficial.

Conclui-se assim que foi possível desenvolver e avaliar dentifrícios dessensibilizantes contendo nanopartículas de hidroxiapatita, e que os mesmos apresentaram resultados semelhantes aos dentifrícios dessensibilizantes atualmente comercializados.

REFERÊNCIAS *

1. Bartold PM. Dentinal hypersensitivity: a review. *Aust Dental J.* 2006;51(3):212-218.
2. Ricarte JM, Matoses VF, Llácer VJF, Fernández AJF, Moreno BM. Dentinal sensitivity: concept and methodology for its objective evaluation. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2008;13(3):E201-206.
3. Orchardson R, Gillam DG. Managing dentin hypersensitivity. *J Am Dent Assoc.* 2006;137(7):990-998.
4. Bamise CT, Olusile AO, Oginni AO. An analysis of the etiological and predisposing factors related to dentin hypersensitivity. *J Contemp Dent Pract.* 2008;9(5):52-59.
5. Markowitz K, Pashley DH. Discovering new treatments for sensitive teeth: the long path from biology to therapy. *J Oral Rehab.* 2008;35(4):300-315.
6. West NX. Dentine hypersensitivity: preventive and therapeutic approaches to treatment. *Periodontol 2000.* 2008;48(1):31-41.
7. Camps J, Pashley D. In vivo sensitivity of human root dentin to air blast and scratching. *J Periodontol.* 2003;74(11):1589-1594.
8. Olusile A, Bamise CT, Oginni AO, Dosumu OO. Short-term clinical evaluation of four desensitizing agents. *J Contemp Dent Pract.* 2008;9(1):1-10.
9. Petrou I, Heu R, Stranick M, Lavender S, Zaidel L, Cummins D et al. A breakthrough therapy for dentin hypersensitivity: how dental products containing 8% arginine and calcium carbonate work deliver effective relief of sensitive teeth. *J Clin Dent.* 2009;20(Spec Iss):23-31.
10. Sicilia A, Cuesta-Frechoso S, Suarez A, Angulo J, Pordomingo A, De Juan P. Immediate efficacy of diode laser application in the treatment of dentine hypersensitivity in periodontal maintenance patients: a randomized clinical trial. *J Clin Periodontol.* 2009;36(8):650-60.
11. Brännström M, Aström A. The hydrodynamics of the dentin: its possible relationship to dentinal pain. *Int Dent J.* 1972;22(2):219-227.
12. Parkinson CR, Earl JS. Advances in methodologies to characterize dentine and dentine hypersensitivity treatments in vitro. *J Clin Dent.* 2009;20(5):152-7.
13. Rösing CK, Fiorini T, Liberman DN, Cavagni J. Dentine hypersensitivity: analysis of self-care products. *Braz Oral Res.* 2009;23(Spec Iss 1):56-63.

*De acordo com a norma do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Odontologia da UEPG, baseada no modelo Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

14. Aranha ACC, Pimenta LAF, Marchi GM. Clinical evaluation of desensitizing treatments for cervical dentin hypersensitivity. *Braz Oral Res.* 2009;23(3):333-339.
15. Markowitz, K. The original desensitizers: strontium and potassium salts. *J Clin Dent.* 2009;20(5):145-51.
16. Ritter AV, Dias WL, Miguez P, Caplan DJ, Swift Jr EJ. Treating cervical dentin hypersensitivity with fluoride varnish: a randomized clinical study. *J Am Dent Assoc.* 2006;137(7):1013-20; quiz 1029.
17. West NX, Hughes JA, Addy M. Dentine hypersensitivity: the effects of brushing toothpaste on etched and unetched dentine in vitro. *J Oral Rehab.* 2002;29(2):167-174.
18. Wara-aswapati N, Krongnawakul D, Jiraviboon D, Adulyanon S, Karimbux N, Pitiphat W. The effect of a new toothpaste containing potassium nitrate and triclosan on gingival health, plaque formation and dentine hypersensitivity. *J Clin Periodontol.* 2005;32(1):53-8.
19. Claydon NC, Addy M, MacDonald EL, West NX, Maggio B, Barlow A et al. Development of an in situ methodology for the clinical evaluation of dentine hypersensitivity occlusion ingredients. *J Clin Dent.* 2009;20(5):158-66.
20. Yates RJ, Newcombe RG, Addy M. Dentine hypersensitivity: a randomised, double-blind placebo-controlled study of the efficacy of a fluoride-sensitive teeth mouthrinse. *J Clin Periodontol.* 2004;31(10):885-9.
21. Zantner C, Popescu O, Martus P, Kielbassa AM. Randomized clinical study on the efficacy of a new lacquer for dentine hypersensitivity. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 2006;116(12):1232-7.
22. Pamir T, Dalgar H, Onal B. Clinical evaluation of three desensitizing agents in relieving dentin hypersensitivity. *Oper Dent.* 2007;32(6):544-8.
23. Arrais CAG, Chan DCN, Giannini M. Effects of desensitizing agents on dentinal tubule occlusion. *J Appl Orl Sci.* 2004;12(2):144-148.
24. Pillon FL, Romani IG, Schmidt ER. (2004). Effect of a 3% potassium oxalate topical application on dentinal hypersensitivity after subgingival scaling and root planing. *J Periodontol.* 2004;75(11):1461-4.
25. Santiago SL, Pereira JC, Martineli ACBF. Effect of commercially available and experimental potassium oxalate-based dentin desensitizing agentes in dentin permeability: influence of time and filtration system. *Braz Dent J.* 2006;17(4):300-305.
26. Sauro S, Gandolfi MG, Prati C, Mongiorgi R. Oxalate-containing phytocomplexes as dentine desensitisers: an in vitro study. *Arch Oral Biol.* 2006;51(8):655-664.
27. Schiff T, He T, Sagel L, Baker R. Efficacy and safety of a novel stabilized stannous fluoride and sodium hexametaphosphate dentifrice for dentinal hypersensitivity. *J Contemp Dent Pract.* 2006;7(2):1-8.
28. Al-Azzawi LM, Dayem RN. A comparison between the occluding effects of the Nd:YAG laser and the desensitising agent sensodyne on permeation through exposed dentinal

- tubules of endodontically treated teeth: an in vitro study. *Arch Oral Biol.* 2006;51(7):535-40.
29. Vachiramon V, Vargas MA, Pashley DH, Tay FR, Geraldeli S, Qian F et al. Effects of oxalate on dentin bond after 3-month simulated pulpal pressure. *J Dent.* 2008;36(3):178-185.
 30. Oberg C, Pochapski MT, Farago PV, Granado CJ, Pilatti GL, Santos FA. Evaluation of desensitizing agents on dentin permeability and dentinal tubule occlusion: an in vitro study. *Gen Dent.* 2009;57(5):496-501; quiz 502-3, 535-6.
 31. Yazici E, Gurgan S, Gutknecht N, Imazato S. Effects of erbium:yttrium-aluminum-garnet and neodymium:yttrium-aluminum-garnet laser hypersensitivity treatment parameters on the bond strength of self-etch adhesives. *Lasers Med Sci.* 2010;25(4):511-6.
 32. Kumar NG, Mehta DS. Short-term assessment of the Nd:YAG laser with and without sodium fluoride varnish in the treatment of dentin hypersensitivity-a clinical and scanning electron microscopy study. *J Periodontol.* 2005;76(7):1140-7.
 33. Ipci SD, Cakar G, Kuru B, Yilmaz S. Clinical Evaluation of Lasers and Sodium Fluoride Gel in the Treatment of Dentine Hypersensitivity. *Photomed Laser Surg.* 2009;27(1):85-91.
 34. Kara C, Orbak R. Comparative evaluation of Nd:YAG laser and fluoride varnish for the treatment of dentinal hypersensitivity. *J Endod.* 2009;35(7):971-4.
 35. Dähnhardt JE, Gygax M, Martignoni B, Suter P, Lussi A. Treating sensitive cervical area with ozone. A prospective controlled clinical trial. *Am J Dent.* 2008;21(2):74-76.
 36. Azarpazhooh A, Limeback H, Lawrence HP, Fillery ED. Evaluating the effect of an ozone delivery system on the reversal of dentin hypersensitivity: a randomized, double-blinded clinical trial. *J Endod.* 2009;35(1):1-9.
 37. Gillam DG, Bulman JS, Jackson RJ, Newman HN. Efficacy of a potassium nitrate mouthwash in alleviating cervical dentine sensitivity. *J Clin Periodontol.* 1996;23(11):993-997.
 38. West NX, Addy M, Jackson RJ, Ridge DB. Dentin hypersensitivity and the placebo response. A comparison of the effect of strontium acetate, potassium nitrate and fluoride toothpastes. *J Clin Periodontol.* 1997;24(4):209-215.
 39. Banfield N, Addy M. Dentine hypersensitivity: development and evaluation of a model in situ to study tubule patency. *J Clin Periodontol.* 2004;31(5):325-335.
 40. Addy M, Smith SR. Dentin hypersensitivity: an overview on which to base tubule occlusion as a management concept. *J Clin Dent.* 2010;21(2):25-30.
 41. Poulsen S, Errboe M, Hovgaard O, Wortthington HW. Potassium nitrate toothpaste for dentine hypersensitivity. *Cochrane Database Syst Rev.* 2001;(2):CDOO1476.
 42. Cummins D. Dentin hypersensitivity: from diagnosis to a breakthrough therapy for everyday sensitivity relief. *J Clin Dent.* 2009;20(1):1-9. Spec Iss.

43. Panagakos F, Schiff T, Guignon A. Dentin hypersensitivity: effective treatment with an in-office desensitizing paste containing 8% arginine and calcium carbonate. *Am J Dent.* 2009;22(Spec Iss A):3-7.
44. Ayad F, Ayad N, Zhang YP, DeVizio W, Cummins D, Mateo LR. Comparing the efficacy in reducing dentin hypersensitivity of a new toothpaste containing 8,0% arginine, calcium carbonate, and 1450 ppm fluoride to a commercial sensitive toothpaste containing 2% potassium ion: an eighth-week clinical study on Canadian adults. *J Clin Dent.* 2009;20(1):10-16.
45. Docimo R, Montesani L, Maturo P, Costacurta M, Bartolino M, DeVizio W et al. Comparing the efficacy in reducing dentin hypersensitivity of a new toothpaste containing 8,0% arginine, calcium carbonate, and 1450 ppm fluoride to a commercial sensitive toothpaste containing 2% potassium ion: an eighth-week clinical study in Rome, Italy. *J Clin Dent.* 2009;20(1):17-22.
46. Nathoo S, Delgado E, Zhang YP, DeVizio W, Cummins D, Mateo LR. Comparing the efficacy in providing instant relief of dentin hypersensitivity of a new toothpaste containing 8.0% arginine, calcium carbonate, and 1450 ppm fluoride relative to a benchmark desensitizing toothpaste containing 2% potassium ion and 1450 ppm fluoride, and to a control toothpaste with 1450 ppm fluoride: a three-day clinical study in New Jersey, USA. *J Clin Dent.* 2009;20(4):123-130.
47. Schiff T, Mateo LR, Delgado E, Cummins D, Zhang YP, DeVizio W. Clinical efficacy in reducing dentin hypersensitivity of a dentifrice containing 8.0% arginine, calcium carbonate, and 1450 ppm fluoride compared to a dentifrice containing 8% strontium acetate and 1040 ppm fluoride under consumer usage conditions before and after switch-over. *J Clin Dent.* 2011;22(4):128-138.
48. Olley RC, Pilecki P, Hughes N, Jeffery P, Austin RS, Moazzez R et al. An in situ study investigating dentine tubule occlusion of dentifrices following acid challenge. *J Dent.* 2012;40(7):585-593.
49. Orsini G, Procaccini M, Manzoli L, Giuliadori F, Lorenzini A, Putignano A. A double-blind randomized-controlled trial comparing the desensitizing efficacy of a new dentifrice containing carbonate/hydroxyapatite nanocrystals and a sodium fluoride/potassium nitrate dentifrice. *J Clin Periodontol.* 2010;37(6):510-517.
50. Ananthakrishna S, Raghu TN, Koshy S, Kumar N. Clinical evaluation of the efficacy of bioactive glass and strontium chloride for treatment of dentinal hypersensitivity. *J Interd Dent.* 2012;2(2):92-97.
51. Liu X, Barnes V, DeVizio W, Yang H, Malmstrom H, Ren Y. Effects of dentin tubule occlusion by dentifrice containing a PVM/MA bioadhesive copolymer in a silica base. *J Dent.* 2011;39(4):293-301.
52. Wang Z, Sa Y, Sauro S, Chen H, Xing W, Ma X et al. Effect of desensitising toothpastes on dentinal tubule occlusion: a dentine permeability measurement and SEM in vitro study. *J Dent.* 2010;38(5):400-410.
53. Lynch E, Brauer DS, Karpukhina N, Gillam DG, Hill RG. Multi-component bioactive glasses of varying fluoride content for treating dentin hypersensitivity. *Dent Mater.*

2012;28(2):168-178.

54. Mitchell JC, Musanje L, Ferracane JL. Biomimetic dentin desensitizer based on nano-structured bioactive glass. *Dent Mater.* 2011;27(4):386-393.
55. Tirapelli C, Panzeri H, Soares RG, Peitl O, Zanotto ED. A novel bioactive glass-ceramic for treating dentin hypersensitivity. *Braz Oral Res.* 2010;24(4):381-387.
56. Tschoppe P, Zandim DL, Martus P, Kielbassa AM. Enamel and dentine remineralization by nano-hydroxyapatite toothpastes. *J Dent.* 2011;39(6):430-437.
57. Kang SJ, Kwon YH, Park JB, Herr Y, Chung JH. The effects of hydroxyapatite toothpaste on tooth hypersensitivity. *J Korean Acad Periodontol.* 2009;39(1):9-16.
58. Kim SH, Park JB, Lee CW, Koo KT, Kim TI, Seol YJ et al. The clinical effects of a hydroxyapatite containing toothpaste for dentine hypersensitivity. *J Korean Acad Periodontol.* 2009;39(1):87-94.
59. Sallum AW, Rösing CK, Lotufo RFM. Etiologia, diagnostic e manejo clinic da hipersensibilidade dentinária cervical. *Odontologia baseada em evidências.* 2008;1(1):6-26.
60. Matias MNA, Leão JC, Menezes Filho PF, Silva CHV. Hipersensibilidade dentinária: uma revisão de literatura. *Odontol Clin Cient.* 2010;9(3):205-208.
61. Blaggana A, Vohra P, Nagpal A. Diagnosis and treatment of dentinal hypersensitivity. *J Innov Dent.* 2011;1(3):1-4.
62. Trushkowsky RD, Oquendo A. Treatment of dentin hypersensitivity. *Dent Clin N Am.* 2011;55(3):599-608.
63. Gillam DG, Aris A, Bulman JS, Newman HN, Ley F. Dentine hypersensitivity in subjects recruited for clinical trials: clinical evaluation, prevalence and intra-oral distribution. *J Oral Rehab.* 2002;29(3):226-231.
64. Rees JS, Addy M. A cross-sectional study of dentine hypersensitivity. *J Clin Periodontol.* 2002;29(11):997-1003.
65. Palma ABO, Costa SM, Resende VLS, Neves AD, Abreu MHNG, Guedes CAS et al. Prevalência da hipersensibilidade dentinária cervical nos pacientes da clínica integrada I da Unimontes-Montes Claros/MG. *Pesq Bras Odontop Clin Integr.* 2005;5(1):29-34.
66. Bamise CT, Olusile AO, Oginni AO, Dosumu OO. The prevalence of dentine hypersensitivity among adult patients attending a Nigerian Teaching Hospital. *Oral Health Prev Dent.* 2007;5:49-53.
67. Shen SY, Tsai CH, Yang LC, Chang YC. Clinical efficacy of toothpaste containing potassium citrate in treating dentin hypersensitivity. *J Dent Sci.* 2009;4(4):173-177.
68. Que K, Ruan J, Fan X, Liang X, Hu D. A multi-centre and cross-sectional study of dentine hypersensitivity in China. *J Clin Periodontol.* 2010;37(7):631-637.
69. Silva B, Carvalho RE, Asfora KK, Coelho Junior LGTM, Gomes SGF, Caldas Junior, AF.

- Ocorrência da hipersensibilidade dentinária e seus fatores de risco. *Rev Cir Traumatol Buco-Maxilo-Fac.* 2011;11(1):9-12.
70. Addy M. Tooth brushing, tooth wear and dentine hypersensitivity: are they associated? *J Ir Dent Assoc.* 2006;55(5):226-231.
 71. Swift EJ. Causes, prevention and treatment of dentin hypersensitivity. *Comped* 2004;25(2):95-109.
 72. Chu CH. Management of dentine hypersensitivity. *Dent Bull.* 2010;15(3):21-23.
 73. Shiau HJ. Dentin hypersensitivity. *J Evid Based Dent Pract.* 2012;12(Spec Is 1):220-228.
 74. Porto ICCM, Andrade AKM, Montes MAJR. Diagnosis and treatment of dentinal hypersensitivity. *J Oral Sci.* 2009;51(3):323-332.
 75. Peixoto LM, Daleprane B, Batitucci MHG, Sanglard L, Pazinato FB. Tratamento da hipersensibilidade dentinária cervical. *Rev Bras Pesq Saúde.* 2010;12(2):69-74.
 76. Tantbirojn D, Poolthong S, Leevailoj C, Srisawasdi S, Hodges JS, Randall RC. Clinical evaluation of a resin-modified glass-ionomer liner for cervical dentin hypersensitivity treatment. *Am J Dent.* 2006;19(1):56-60.
 77. Day TN, Einwag J, Hermann JS, He T, Anastasia BA, Barker M et al. A clinical assessment of the efficacy of a stannous-containing sodium fluoride dentifrice on dentinal hypersensitivity. *J Contemp Dent Pract.* 2010;11(1):1-9.
 78. Pinto SCS, Silveira CMM, Pochapski MT, Pilatti GL, Santos FA. Effect of desensitizing toothpastes on dentin. *Braz Oral Res.* 2012;26(5):410-417.
 79. Yates R, Ferro R, Newcombe RG, Addy M. A comparison of a reformulated potassium citrate desensitising toothpaste with the original proprietary product. *J Dent.* 2005;33(1):19-25.
 80. Morales OMR, Londoño W, Ortíz LYG, Patiño EG, Blandón N, García N. Eficacia de una crema dental para dientes sensibles con citrato de potasio al 5,6% y fluoruro de sodio al 0,3%: ensayo clínico aleatorizado controlado. *Rev Facul Odontol Univ Antioquia.* 2010;21(2):186-197.
 81. Ni LX, He T, Chang A, Sun L. The desensitizing efficacy of a novel stannous-containing sodium fluoride dentifrice: an 8-week randomized and controlled clinical trial. *Am J Dent.* 2010;23(Spec Is B):17-21.
 82. Mason S, Hughes N, Sufi F, Bannon L, Maggio B, North M et al. A comparative clinical study investigating the efficacy of a dentifrice containing 8% strontium acetate and 1040 ppm fluoride in a silica base and a control dentifrice containing 1450 ppm fluoride in a silica base to provide immediate relief of dentin hypersensitivity. *J Clin Dent.* 2010;21(2):42-48.
 83. Hughes N, Mason S, Jeffery P, Welton H, Tobin M, O'Shea C et al. A comparative clinical study investigating the efficacy of a test dentifrice containing 8% strontium acetate and 1040 ppm sodium fluoride versus a marketed control dentifrice containing 8%

- arginine, calcium carbonate, and 1450 ppm sodium monofluorophosphate in reducing dentinal hypersensitivity. *J Clin Dent*.2010;21(2):49-55.
84. Wang Q, Kang Y, Barnes V, DeVizio W, Kashi A, Ren YF. Dentine tubule occlusion and erosion protection effects of dentifrice containing bioadhesive PVM/MA copolymers. *Clin Oral Invest*. 2012; Disponível em DOI 10.1007/s00784.012.0772-7.
 85. Gillam DG, Tang JY, Mordan NJ, Newman HN. The effects of a novel Bioglass[®] dentifrice on dentine sensitivity: a scanning electron microscopy investigation. *J Oral Rehab*. 2002;29(4):305-313.
 86. Arrais CAG, Micheloni CD, Giannini M, Chan DCN. Occluding effect of dentifrices on dentinal tubules. *J Dent*. 2003;31(8):577-584.
 87. Zandim DL, Leite FRM, Sampaio JECS. In vitro evaluation of the effect of dietary acids and toothbrushing on human root dentin permeability. *Quint Int*. 2010;41(3):257-263.
 88. Lee SY, Kwon HK, Kim BI. Effect of dentinal tubule occlusion by dentifrice containing nano-carbonate apatite. *J Oral Rehab*. 2008;35(11):847-853.
 89. Pinto SCS, Batitucci RG, Pinheiro MC, Zandim DL, Spin-Neto R, Sampaio JEC. Effect of an acid diet allied to sonic toothbrushing on root dentin permeability: an in vitro study. *Braz Dent J*. 2010;21(5):390-395.
 90. Davies M, Paice EM, Jones SB, Leary S, Curtis AR, West NX. Efficacy of desensitizing dentifrices to occlude dentinal tubules. *Eur J Oral Sci*. 2011;119(6):497-503.
 91. Martins MA, Santos C, Almeida MM, Costa MEV. Hydroxyapatite micro- and nanoparticles: nucleation and growth mechanisms in the presence of citrate species. *J Colloid Interface Sci*. 2007, DOI:10.1016/j.jcis.2007.10.008:1-7.
 92. Santos C, Franke RP, Almeida MM, Costa MEV. Nanoscale characterization of hydroxyapatite particles by electron microscopy. *Microsc Microanal*. 2008;14(suppl 3):67-70.
 93. Ferreira AO. Guia prático da farmácia magistral. 4ed. São Paulo:Pharmabooks, 2011.
 94. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Farmacopéia Brasileira. 5ed. Brasília, 2010.
 95. Panzeri H, Lara EHG, Siéssere F, Marchetti RM. Avaliação de dentifrícios. 1ª Parte: consistência, densidade, pH, “vida útil” e perda de água. *Odontol Mod*. 1978; (3):4-10.
 96. Pinto SCS. Avaliação da oclusão de túbulos dentinários pelo uso de dentifrícios com agentes dessensibilizantes: estudo em ratos. 2008, 90f. Dissertação (Mestrado em Clínica Integrada) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.
 97. Camargo CHR, Siviero M, Camargo SEA, Oliveira SHG, Carvalho CAT, Valera MC. Topographical, diametral, and quantitative analysis of dentin tubules in the root canals of human and bovine teeth. *J Endod*. 2007;33(4):422-426.
 98. Donassollo TA, Romano AR, Demarco FF, Della-Bona A. Avaliação da microdurezasuperficial do esmalte e da dentina de dentes bovinos e humanos (permanentes

- e decíduos). Rev Odonto Ciênc.2007;22(58):311-316.
99. Campos MIC, Campos CN, Vitral RWF. O uso de dentes bovinos como substitutos de dentes humanos em pesquisas odontológicas: uma revisão da literatura. Pesq Bras Odontoped Clin Integr. 2008;8(1):127-132.
 100. Matos IC, Sab TBB, Juliboni NC, Guerra RF, Miranda MS. Utilização de dentes bovinos como possível substituto aos dentes humanos nos testes in vitro: revisão de literatura. UFES Rev Odontol. 2008;10(2):58-63.
 101. Lopes MB, Sinhoreti MAC, Gonini Júnior A, Consani S, MacCabe JF. Comparative study of tubular diameter and quantify for human and bovine dentina t diferente depths. Braz Dent J. 2009;20(4):279-283.
 102. Wegehaupt FJ, Wildmer R, Attin T. Is bovine dentine an appropriate substitute in abrasion studies? Clin Oral Invest. 2010;14(2):201-205.
 103. Freitas ABDA, Castro CDL, Sett GSJ, Barros LM, Moreira NA, Magalhães CS. Uso de dentes extraídos nas pesquisas odontológicas publicadas em periódicos brasileiros de acesso online gratuito:um estudo sob o prisma da bioética. Arq Odontol. 2010;46(3):136-143.
 104. Pashley DH, Galloway SE. The effects of oxalate treatment on the smear layer of ground surfaces of human dentine. Arch Oral Biol. 1985;30(10):731-737.
 105. Reinke SMG, Rastelli MCS, Santos FA, Wambier DS. Ação de escovas dentais de diferentes texturas em cimentos de ionômero de vidro indicados para o tratamento restaurador atraumático. Pesq Bras Odontoped Clin Integr. 2011;11(2):151-158.
 106. International Organization for Standardization. Technical specification 14569-1. Dental Materials - guidance on testing of wear resistance - Part I: wear by tooth brushing. Switzerland: ISO. 1999.
 107. Rios D, Honório HM, Araújo PA, Machado MAAM. Wear and superficial roughness of glass ionomer cements used as sealants, after simulated toothbrushing. Pesqui Odontol Bras. 2002;16(4):343-348.
 108. Demi M, Delmé KIM, De Moor RJG. Hypersensitive teeth: conventional vs laser treatment. Part I: Conventional treatment of dentin hypersensitivity. J Oral Laser Appl. 2009;9(1):7-20.
 109. Leite VMF. Avaliação laboratorial de um dentifrício experimental à base de *Ricinus communis* para limpeza de próteses totais. 2012, 105f. Dissertação (Mestrado em Reabilitação Oral) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo, 2012.
 110. Azevedo AM, Panzeri H, Prado CJ, De-Mello, JDB, Soares CJ, Fernandes-Neto AJ. Assessment in vitro of brushing on dental surface roughness alteration by laser interferometry. Braz Oral Res. 2008;22(1):11-17.
 111. Parry J, Harrington E, Rees GD, McNab R, Smith AJ. Control of brushing variables for the in vitro assessment of toothpaste abrasivity using a novel laboratory model. J Dent. 2008;36(2):117-124.

APÊNDICES

APÊNDICE A- Planilha de resultados da rugosidade superficial inicial.....	126
APÊNDICE B- Planilha de resultados da rugosidade superficial final.....	130
APÊNDICE C- Planilha de resultados do teste de permeabilidade dentinária inicial.....	134
APÊNDICE D- Planilha de resultados do teste de permeabilidade dentinária final.....	138

Planilha de resultados da rugosidade superficial inicial												
	Direito		Esquerdo		Oclusal		Apical					
	Ra	Rt	Ra	Rt	Ra	Rt	Ra	Rt	Média Ra	Desvio Padrão	Média Rt	Desvio Padrão
G1A	0,09	1,2	0,29	3,5	0,25	2,3	0,14	1,5	0,19	0,09	1,67	0,57
G1B	0,27	2,2	0,39	4	0,4	3,3	0,22	2	0,32	0,09	2,88	0,94
G1C	0,73	6,3	0,74	6,9	0,49	4,1	0,47	4,1	0,61	0,15	5,35	1,46
G1D	0,96	7,9	0,66	6,1	0,49	4,8	0,26	2,6	0,59	0,29	5,35	2,23
G1E	0,68	5,9	0,52	5	0,31	3,2	0,37	3,5	0,47	0,17	4,4	1,27
G1F	0,43	5,4	0,33	3,4	0,17	1,8	0,68	7,3	0,40	0,21	4,48	2,39
G1G	0,85	7,9	0,6	5,1	0,55	5,5	0,35	3	0,59	0,21	5,38	2,01
G1H	0,44	4,5	0,32	3,5	0,2	2,9	0,77	8,7	0,43	0,25	4,9	2,62
G1I	0,93	7,2	0,72	6	0,71	10,7	0,4	3,4	0,69	0,22	6,83	3,03
G1J	0,91	5,9	0,46	3,4	0,43	3,3	0,49	3,6	0,57	0,23	4,05	1,24
G1K	0,03	0,3	0,04	0,4	0,08	1,8	0,07	0,9	0,06	0,02	0,85	0,69
G1L	0,04	0,3	0,04	0,4	0,06	0,5	0,06	0,8	0,05	0,01	0,5	0,22
G1M	0,2	4,5	0,16	1,1	0,33	3,7	0,13	1,1	0,21	0,09	2,60	1,76
G1N	0,08	0,9	0,16	1,6	0,1	0,6	0,11	0,8	0,11	0,03	0,975	0,43
G2A	0,44	5	0,67	9,7	0,22	2,1	0,24	3,1	0,39	0,21	4,98	3,37
G2B	0,43	4,1	0,25	2,2	0,23	2,3	0,2	1,9	0,28	0,10	2,63	1,00
G2C	0,56	5,1	0,41	5,6	0,32	2,5	0,29	3,1	0,40	0,12	4,08	1,51
G2D	0,34	3,3	0,63	13,1	0,26	3,3	0,14	1,1	0,34	0,21	5,2	5,37
G2E	0,35	4	0,29	2,9	0,16	1,3	0,66	9,5	0,37	0,21	4,43	3,56
G2F	0,51	6,6	0,92	10,9	0,31	4,8	0,31	2,1	0,51	0,29	6,1	3,70
G2G	0,58	5,8	0,45	3,6	0,33	2,3	0,26	2,4	0,41	0,14	3,53	1,63
G2H	0,25	3,7	0,33	4,7	0,39	3,8	0,61	10,9	0,40	0,15	5,78	3,45

G2I	0,72	6,3	0,49	7,2	0,42	2,8	0,53	5,4	0,54	0,13	5,43	1,90
G2J	0,68	7,8	0,35	3,1	0,29	3,1	0,25	2,1	0,39	0,20	4,03	2,56
G2K	0,08	1,7	0,12	1,9	0,05	0,5	0,1	1,5	0,09	0,03	1,40	0,62
G2L	0,05	0,4	0,06	0,7	0,06	0,5	0,05	0,4	0,06	0,01	0,50	0,14
G2M	0,58	8,1	0,14	1	0,18	1,5	0,28	3,7	0,30	0,20	3,58	3,24
G2N	0,13	0,8	0,72	8,3	0,48	6,8	0,25	3	0,40	0,26	4,73	3,44
G3A	0,54	4,9	0,52	5,5	0,38	3,4	0,42	4,5	0,47	0,08	4,58	0,88
G3B	0,31	3,5	0,48	4,7	0,58	4,7	0,3	2,2	0,42	0,14	3,78	1,19
G3C	0,46	3,5	0,38	2,9	0,23	1,8	0,33	2,8	0,35	0,10	2,75	0,70
G3D	0,43	5,3	0,47	6,2	0,2	1,8	0,43	5	0,38	0,12	4,58	1,92
G3E	0,3	3,4	0,41	4,7	0,22	4,5	0,42	3,9	0,34	0,10	4,13	0,59
G3F	0,28	2	0,39	4,4	0,9	10,5	0,38	4	0,49	0,28	5,23	3,67
G3G	0,55	7,9	0,62	6,3	0,28	2,6	0,52	8,3	0,49	0,15	6,28	2,60
G3H	0,5	3,9	0,4	3,6	0,28	2,5	0,32	2,5	0,38	0,10	3,13	0,73
G3I	0,68	5,7	0,5	4,6	0,38	3,1	0,34	3	0,48	0,15	4,1	1,29
G3J	0,41	5	0,33	3,4	0,76	8,3	0,24	2,3	0,44	0,23	4,75	2,61
G3K	0,07	1,1	0,05	0,5	0,04	0,4	0,05	0,5	0,05	0,01	0,63	0,32
G3L	0,06	0,9	0,06	0,6	0,06	0,6	0,08	0,6	0,07	0,01	0,68	0,15
G3M	0,11	0,7	0,64	8,8	0,11	0,9	0,45	5,6	0,33	0,26	4,00	3,92
G3N	0,14	1,1	0,11	1,7	0,11	0,9	0,13	1	0,12	0,02	1,18	0,36
G4A	0,42	4,1	0,61	6,9	0,51	4,1	0,2	2,7	0,44	0,17	4,45	1,76
G4B	0,29	3,1	0,77	9,1	0,2	2,9	0,27	4	0,38	0,26	4,78	2,92
G4C	0,43	3,2	0,36	3,4	0,61	6,2	0,19	1,6	0,40	0,17	3,6	1,91
G4D	0,72	7,5	0,35	5,9	0,29	2,1	0,58	7,4	0,49	0,20	5,73	2,53
G4E	0,65	7,7	0,68	6,8	0,2	2,1	0,24	3,7	0,44	0,26	5,08	2,62

G4F	0,65	5,2	0,6	5,4	0,42	3,1	0,47	4,1	0,54	0,11	4,45	1,07
G4G	0,72	6,3	0,71	6,9	0,33	2,4	0,33	2,7	0,52	0,22	4,58	2,35
G4H	0,61	4,3	0,57	4,5	0,97	7,5	0,53	4,7	0,67	0,20	5,25	1,51
G4I	0,36	3,3	0,34	3,5	0,52	5	0,45	3,4	0,42	0,08	3,8	0,80
G4J	0,49	5,9	0,34	4,4	0,35	5,5	0,2	2,4	0,35	0,12	4,55	1,57
G4K	0,07	0,4	0,08	0,5	0,08	0,6	0,08	0,6	0,08	0,01	0,53	0,10
G4L	0,07	0,6	0,12	2,5	0,08	0,6	0,09	0,9	0,09	0,02	1,15	0,91
G4M	0,15	1,1	0,11	0,7	0,11	0,8	0,11	0,9	0,12	0,02	0,875	0,17
G4N	0,28	1,9	0,54	6,1	0,13	0,8	0,29	2,3	0,31	0,17	2,775	2,31
G5A	0,4	3,8	0,26	2,2	0,17	1,4	0,17	1,5	0,25	0,11	2,23	1,11
G5B	0,51	3,9	0,47	3,9	0,46	3,8	0,69	8,5	0,53	0,11	5,03	2,32
G5C	0,73	5,6	0,82	6,9	1,14	12,1	0,62	5,5	0,83	0,22	7,53	3,12
G5D	0,54	4,9	0,73	6,7	0,85	6,1	0,53	4,5	0,66	0,16	5,55	1,02
G5E	0,35	3,2	0,67	4,6	0,52	4,1	0,25	2,1	0,45	0,19	3,5	1,10
G5F	0,94	14,8	0,73	6,2	0,44	4,9	0,45	3,8	0,64	0,24	7,43	5,01
G5G	0,75	7,9	0,42	4	0,49	5,5	0,38	3,2	0,51	0,17	5,15	2,07
G5H	0,71	5,9	0,37	3,1	0,46	4	0,4	3,3	0,49	0,15	4,08	1,28
G5I	0,67	4,5	0,58	6,4	0,39	4	0,26	2,2	0,48	0,18	4,28	1,73
G5J	0,25	2,4	0,32	2,9	0,26	2,2	0,57	4	0,35	0,15	2,88	0,81
G5K	0,08	0,6	0,08	0,5	0,08	0,6	0,08	0,6	0,08	0,00	0,58	0,05
G5L	0,08	0,7	0,09	0,7	0,08	0,6	0,09	1	0,09	0,01	0,75	0,17
G5M	0,13	0,9	0,14	1	0,12	1,1	0,17	1,2	0,14	0,02	1,05	0,13
G5N	0,13	1,3	0,11	0,8	0,15	1,2	0,12	1	0,13	0,02	1,08	0,22
G6A	0,17	10,9	0,13	1	0,12	1,1	0,13	1,7	0,14	0,02	3,68	4,83
G6B	0,19	3,6	0,12	1,2	0,1	0,8	0,16	1,6	0,14	0,04	1,8	1,24

G6C	0,16	1,8	0,14	1,5	0,2	2	0,16	1,5	0,17	0,03	1,7	0,24
G6D	0,23	2,1	0,12	2	0,24	2,5	0,13	1,4	0,18	0,06	2	0,45
G6E	0,12	4,1	0,13	1,3	0,18	1,9	0,25	2,3	0,17	0,06	2,4	1,21
G6F	0,1	2,6	0,2	2,6	0,06	0,5	0,08	1,3	0,11	0,06	1,75	1,03
G6G	0,11	0,9	0,1	0,8	0,2	3	0,19	2,2	0,15	0,05	1,73	1,06
G6H	1,11	13,3	0,62	6,8	0,24	11,4	0,06	0,5	0,51	0,46	8	5,70
G6I	0,43	5,1	0,08	0,8	0,18	1,3	0,16	3,7	0,21	0,15	2,73	2,03
G6J	0,12	1,3	0,1	1,2	0,1	1	0,56	3,7	0,22	0,23	1,8	1,27
G6K	0,07	0,5	0,05	0,4	0,07	0,6	0,07	0,7	0,065	0,01	0,55	0,13
G6L	0,06	0,5	0,08	0,6	0,07	0,5	0,06	0,4	0,0675	0,01	0,5	0,08
G6M	0,13	0,8	0,11	0,9	0,12	1	0,13	1	0,1225	0,01	0,93	0,10
G6N	0,16	1,8	0,33	5,3	0,13	0,9	0,13	1	0,1875	0,10	2,25	2,07

Planilha de resultados da rugosidade superficial final												
	Direito		Esquerdo		Oclusal		Apical					
	Ra	Rt	Ra	Rt	Ra	Rt	Ra	Rt	Média Ra	Desvio Padrão	Média Rt	Desvio Padrão
G1A	0,27	1,7	0,35	4,4	0,24	1,4	0,29	2	0,29	0,05	2,38	1,37
G1B	0,48	3,1	0,97	7,6	0,25	1,4	1,22	8,2	0,73	0,44	5,08	3,34
G1C	0,68	4,9	0,61	3,7	1,02	5,4	0,3	2,3	0,65	0,30	4,08	1,38
G1D	0,86	6,7	1,42	8,7	0,42	2,8	1,71	8,2	1,10	0,58	6,6	2,67
G1E	0,62	4,2	0,64	5,9	0,36	2,6	0,33	2,4	0,49	0,17	3,78	1,63
G1F	0,43	2,6	0,57	4,5	0,49	4	0,27	2	0,44	0,13	3,28	1,17
G1G	0,93	5,7	0,76	4,6	0,43	3,2	0,72	5,2	0,71	0,21	4,68	1,08
G1H	0,36	1,9	0,99	7,2	0,47	2,4	0,56	4,4	0,60	0,28	3,98	2,41
G1I	0,62	4	1,01	7,2	4,62	29,3	2,37	23,4	2,16	1,81	15,98	12,29
G1J	0,53	4,4	0,95	6,6	0,44	2,6	0,9	4,4	0,71	0,26	4,5	1,64
G1K	0,14	2,1	0,13	0,8	0,12	0,9	0,5	5,3	0,22	0,19	2,28	2,10
G1L	0,08	0,7	0,1	0,8	0,12	1,6	0,16	2,5	0,12	0,03	1,40	0,84
G1M	0,06	0,6	0,05	0,6	0,15	4	0,15	2,4	0,10	0,06	1,90	1,64
G1N	0,24	3,8	0,12	2	0,08	1,8	0,07	1,1	0,13	0,08	2,18	1,15
G2A	0,54	4,1	0,27	2	0,95	6,2	0,2	1,1	0,49	0,34	3,35	2,28
G2B	0,59	3,6	0,47	5,8	0,24	1,6	0,29	3,5	0,40	0,16	3,63	1,72
G2C	1,18	8,1	0,59	4,1	0,49	3,3	0,73	4,8	0,75	0,30	5,08	2,11
G2D	0,43	3,6	0,55	4	0,98	7,5	0,33	2,7	0,57	0,29	4,45	2,10
G2E	0,26	2	0,3	2,8	0,21	1,4	0,58	4,8	0,34	0,17	2,75	1,48
G2F	0,83	5,7	0,49	5,3	0,36	2	0,5	5	0,55	0,20	4,5	1,69
G2G	0,78	6,4	0,46	3,4	0,64	4,1	1,99	10,6	0,97	0,69	6,13	3,25

G2H	0,54	5,7	0,34	3	1,04	9,7	2,49	21,2	1,10	0,97	9,9	8,02
G2I	0,42	3,4	0,43	2,6	0,88	5,6	0,27	2,2	0,5	0,26	3,45	1,52
G2J	0,53	3,8	0,81	6,9	0,75	5	0,4	3,3	0,62	0,19	4,75	1,60
G2K	0,16	1,1	0,16	3,2	0,1	0,6	0,13	0,9	0,14	0,03	1,45	1,18
G2L	0,09	1,8	0,08	0,6	0,12	0,9	0,11	0,8	0,10	0,02	1,025	0,53
G2M	0,13	2,1	0,12	1	0,3	2,4	0,54	2,7	0,27	0,20	2,05	0,74
G2N	0,07	0,8	0,09	1	0,38	2,9	0,21	1,1	0,19	0,14	1,45	0,97
G3A	1,37	9,8	0,49	4,5	0,59	10,6	0,41	2,5	0,72	0,44	6,85	3,97
G3B	0,47	3,2	0,7	4,7	0,42	2,6	1,04	9,4	0,66	0,28	4,98	3,08
G3C	0,78	11,7	0,9	6,5	0,98	7,6	0,85	7,6	0,88	0,08	8,35	2,29
G3D	0,77	6,3	0,31	3,3	1,45	12	0,28	2,2	0,70	0,55	5,95	4,39
G3E	0,78	9,7	1,03	8,3	0,61	6,7	1,22	14,3	0,91	0,27	9,75	3,27
G3F	1,05	6,9	0,61	5,1	0,5	5	0,54	4,5	0,68	0,25	5,38	1,05
G3G	1,23	8,2	0,67	6,8	0,49	5,9	0,6	6,1	0,75	0,33	6,75	1,04
G3H	0,6	3,8	0,77	7,6	1,91	11,7	1,53	10,6	1,20	0,62	8,43	3,54
G3I	0,74	5,3	0,63	4,2	0,57	3	0,56	3,6	0,63	0,08	4,03	0,98
G3J	0,39	7,1	0,37	3,2	0,8	7,9	0,39	3,7	0,49	0,21	5,48	2,37
G3K	0,13	1,5	0,15	1	0,36	2,2	0,23	1,7	0,22	0,10	1,60	0,50
G3L	0,14	1,3	0,55	8,5	0,18	1,3	0,25	4,9	0,28	0,19	4,00	3,45
G3M	0,07	0,5	0,07	0,5	0,54	3,7	0,61	5	0,32	0,29	2,43	2,29
G3N	0,08	0,6	0,05	0,4	0,39	2,3	0,44	2,2	0,24	0,20	1,38	1,01
G4A	0,82	5,4	0,52	4,7	0,54	6,6	0,43	2,6	0,58	0,17	4,83	1,68
G4B	0,28	1,7	0,32	2	0,32	4,3	0,31	2,6	0,31	0,02	2,65	1,16
G4C	0,75	5,5	0,48	3,1	0,69	4,9	0,26	1,6	0,55	0,22	3,78	1,77
G4D	3,68	19,1	0,32	2,2	0,72	4,7	0,55	3,8	1,32	1,58	7,45	7,84

G4E	0,34	2,6	0,33	3	0,71	9	0,39	5	0,44	0,18	4,90	2,93
G4F	0,94	12,8	0,71	4,4	0,45	2,9	0,32	2,1	0,61	0,28	5,55	4,93
G4G	0,77	5,6	0,68	4,4	0,55	5,1	0,5	3,3	0,63	0,12	4,60	1,00
G4H	0,63	5,9	0,49	3,5	1,8	14,3	0,6	4,7	0,88	0,62	7,10	4,90
G4I	0,61	5	0,25	1,6	0,44	3,2	0,54	5,3	0,46	0,16	3,78	1,72
G4J	0,4	2,5	0,35	2,6	0,54	3,9	0,33	2,1	0,41	0,09	2,78	0,78
G4K	0,14	1,1	0,09	0,8	0,16	1,2	0,21	1,4	0,15	0,05	1,13	0,25
G4L	0,19	1,2	0,14	1	0,14	1	0,29	1,9	0,19	0,07	1,28	0,43
G4M	0,31	1,8	0,07	0,6	0,3	2,1	0,25	2,2	0,23	0,11	1,68	0,74
G4N	0,22	1,3	0,09	0,9	0,35	3,7	0,31	2,7	0,24	0,12	2,15	1,29
G5A	0,52	3,9	0,11	0,9	0,93	5,2	0,61	6,2	0,54	0,34	4,05	2,30
G5B	0,64	5,3	0,55	4,7	0,36	3,5	2,7	14	1,06	1,10	6,88	4,81
G5C	0,41	2,8	0,51	4,2	1,25	9,9	0,48	2,4	0,66	0,39	4,83	3,47
G5D	0,74	4,3	1,21	5,9	0,56	3,9	1,12	6,5	0,91	0,31	5,15	1,25
G5E	0,94	6	0,29	1,7	0,43	2,9	0,3	1,7	0,49	0,31	3,08	2,03
G5F	0,44	3,4	0,59	2,9	0,16	1,3	0,36	3,4	0,39	0,18	2,75	0,99
G5G	0,42	3,2	0,59	3,5	0,37	2,8	1,59	11	0,74	0,57	5,13	3,93
G5H	1,06	11,9	0,24	1,6	0,25	1,3	0,45	3,8	0,5	0,39	4,65	4,96
G5I	0,21	1,1	0,24	1,6	0,51	4,8	0,24	1	0,3	0,14	2,13	1,80
G5J	0,95	4,5	0,3	2	0,5	4,1	0,27	1,6	0,51	0,31	3,05	1,46
G5K	0,14	1	0,22	1,7	0,17	1,4	0,19	1,3	0,18	0,03	1,35	0,29
G5L	0,15	1,3	0,12	0,9	0,15	1,2	0,09	0,6	0,13	0,03	1	0,32
G5M	0,08	0,6	0,06	0,4	0,45	3,5	0,49	2,7	0,27	0,23	1,80	1,54
G5N	0,07	0,5	0,2	1,7	0,61	4,1	0,68	4,6	0,39	0,30	2,725	1,95
G6A	0,24	1,4	0,3	3,6	0,27	0,8	0,36	1,6	0,29	0,05	1,85	1,22

G6B	0,15	1,1	0,18	1,2	0,17	1,4	0,2	0,9	0,18	0,02	1,15	0,21
G6C	0,17	2,4	0,29	2,8	0,18	0,9	0,23	1,3	0,22	0,06	1,85	0,90
G6D	0,13	1	0,14	1,5	0,13	0,9	0,13	1	0,13	0,01	1,1	0,27
G6E	0,12	1	0,14	1,4	0,13	0,7	0,12	0,9	0,13	0,01	1	0,29
G6F	0,09	0,7	0,17	1,4	0,12	0,7	0,65	6,4	0,26	0,26	2,3	2,75
G6G	0,11	0,6	0,09	0,6	0,15	1,1	0,12	0,8	0,12	0,03	0,78	0,24
G6H	0,28	2,5	0,14	0,7	0,19	1,1	0,09	0,4	0,18	0,08	1,18	0,93
G6I	0,59	5,5	0,15	0,7	0,09	0,5	0,17	0,9	0,25	0,23	1,9	2,41
G6J	0,6	6,6	0,22	2,3	0,38	2,5	0,48	2,8	0,42	0,16	3,55	2,04
G6K	0,07	0,5	0,09	0,6	0,15	1	0,07	0,6	0,10	0,04	0,68	0,22
G6L	0,26	3,4	0,09	1	0,09	0,8	0,08	0,8	0,13	0,09	1,50	1,27
G6M	0,06	0,5	0,07	0,7	0,22	2	0,32	2,6	0,17	0,13	1,45	1,01
G6N	0,08	0,6	0,08	0,8	0,09	0,7	0,09	0,7	0,09	0,01	0,70	0,08

PLANILHA DE RESULTADOS DO TESTE DE PERMEABILIDADE DENTINÁRIA:

- Condições padrão do teste:

Pressão de trabalho (P)	2,5 PSI
Tempo de trabalho (T)	5 minutos
Comprimento do capilar (L)	75 mm
Volume do capilar (Vp)	75 µL
Área da amostra (A_{sup})	0,05817 cm²

- Resultados iniciais previamente a escovação simulada.

Amostras	Distância Inicial	Distância Final	Deslocamento da bolha (D)	Índice de filtração (µL/min.) (Q)	Condutividade hidráulica da dentina (µL.cm²/min.cmH20) Lp
G1A	3	3,45	0,45	0,09	0,0209412
G1B	6,3	6,85	0,55	0,11	0,0255948
G1C	6,4	6,9	0,5	0,1	0,023268
G1D	3,7	4,6	0,9	0,18	0,0418824
G1E	5,2	5,4	0,2	0,04	0,0093072
G1F	2,35	2,5	0,15	0,03	0,0069804
G1G	2,55	3,25	0,7	0,14	0,0325752
G1H	6,45	6,8	0,35	0,07	0,0162876
G1J	3	3,4	0,4	0,08	0,0186144
G1I	6,5	7	0,5	0,1	0,023268
G1K	4,5	4,65	0,15	0,03	0,0069804
G1L	3,8	4,25	0,45	0,09	0,0209412
G1M	2,5	2,85	0,35	0,07	0,0162876

G1N	3,7	3,9	0,2	0,04	0,0093072
G2A	2,3	3,1	0,8	0,16	0,0372288
G2B	6,2	7,2	1	0,2	0,046536
G2C	2,9	3,4	0,5	0,1	0,023268
G2D	4	4,3	0,3	0,06	0,0139608
G2E	2,4	3	0,6	0,12	0,0279216
G2F	3,1	3,6	0,5	0,1	0,023268
G2G	4	4,5	0,5	0,1	0,023268
G2H	5,6	6	0,4	0,08	0,0186144
G2J	5,5	5,7	0,2	0,04	0,0093072
G2I	2,5	3,2	0,7	0,14	0,0325752
G2K	4,3	4,6	0,3	0,06	0,0139608
G2L	5,5	6	0,5	0,1	0,023268
G2M	4,8	5,5	0,7	0,14	0,0325752
G2N	3,7	4,2	0,5	0,1	0,023268
G3A	6,1	6,5	0,4	0,08	0,0186144
G3B	3,2	4	0,8	0,16	0,0372288
G3C	2,3	2,95	0,65	0,13	0,0302484
G3D	3,2	3,8	0,6	0,12	0,0279216
G3E	5	6,1	1,1	0,22	0,0511896
G3F	2,1	2,4	0,3	0,06	0,0139608
G3G	4,6	5,3	0,7	0,14	0,0325752
G3H	2,8	3,4	0,6	0,12	0,0279216
G3J	4,8	5	0,2	0,04	0,0093072
G3I	3,6	3,85	0,25	0,05	0,011634

G3K	4,3	4,5	0,2	0,04	0,0093072
G3L	3,8	4,1	0,3	0,06	0,0139608
G3M	5,1	5,5	0,4	0,08	0,0186144
G3N	3,9	4,1	0,2	0,04	0,0093072
G4A	2,1	4,8	2,7	0,54	0,1256472
G4B	2,5	3,8	1,3	0,26	0,0604968
G4C	6,3	7,1	0,8	0,16	0,0372288
G4D	2,8	3,3	0,5	0,1	0,023268
G4E	4	4,7	0,7	0,14	0,0325752
G4F	2,8	3,7	0,9	0,18	0,0418824
G4G	2,5	3,4	0,9	0,18	0,0418824
G4H	2,4	3,45	1,05	0,21	0,0488628
G4J	2,8	4	1,2	0,24	0,0558432
G4I	4,1	4,9	0,8	0,16	0,0372288
G4K	3,4	4,1	0,7	0,14	0,0325752
G4L	2,7	3,5	0,8	0,16	0,0372288
G4M	2,6	3,1	0,5	0,1	0,023268
G4N	4	4,9	0,9	0,18	0,0418824
G5A	3,1	3,7	0,6	0,12	0,0279216
G5B	4,4	4,7	0,3	0,06	0,0139608
G5C	4,8	7,8	3	0,6	0,139608
G5D	2,2	2,55	0,35	0,07	0,0162876
G5E	2,8	3,6	0,8	0,16	0,0372288
G5F	2,1	3,6	1,5	0,3	0,069804
G5G	5,6	6,3	0,7	0,14	0,0325752

G5H	2,5	3	0,5	0,1	0,023268
G5J	3,9	5,1	1,2	0,24	0,0558432
G5I	4,1	6,5	2,4	0,48	0,1116864
G5K	3,4	3,9	0,5	0,1	0,023268
G5L	5,6	6,3	0,7	0,14	0,0325752
G5M	2,1	3	0,9	0,18	0,0418824
G5N	4,2	5,4	1,2	0,24	0,0558432
G6A	4,3	5,3	1	0,2	0,046536
G6B	2	2,5	0,5	0,1	0,023268
G6C	3,4	4,6	1,2	0,24	0,0558432
G6D	2,1	2,8	0,7	0,14	0,0325752
G6E	6,3	6,7	0,4	0,08	0,0186144
G6F	2,5	3,5	1	0,2	0,046536
G6G	4,1	4,5	0,4	0,08	0,0186144
G6H	3,5	4,2	0,7	0,14	0,0325752
G6J	2,8	3,1	0,3	0,06	0,0139608
G6I	3,6	4,2	0,6	0,12	0,0279216
G6K	2,8	3,6	0,8	0,16	0,0372288
G6L	5,6	6,6	1	0,2	0,046536
G6M	3,6	4,2	0,6	0,12	0,0279216
G6N	4,1	4,9	0,8	0,16	0,0372288

PLANILHA DE RESULTADOS DO TESTE DE PERMEABILIDADE DENTINÁRIA:

- Condições padrão do teste:

Pressão de trabalho (P)	2,5 PSI
Tempo de trabalho (T)	5 minutos
Comprimento do capilar (L)	75 mm
Volume do capilar (Vp)	75 µL
Área da amostra (A_{sup})	0,05817 cm²

- Resultados finais após a escovação simulada.

Amostras	Distância Inicial	Distância Final	Deslocamento da bolha (D)	Índice de filtração (µL/min.) (Q)	Condutividade hidráulica da dentina (µL.cm²/min.cmH20) Lp
G1A	3,6	3,9	0,3	0,78	0,069804
G1B	3,25	3,6	0,35	0,72	0,081438
G1C	2,9	3,1	0,2	0,62	0,046536
G1D	3,95	4,1	0,15	0,82	0,034902
G1E	4,2	4,6	0,4	0,92	0,093072
G1F	4,9	5,15	0,25	1,03	0,05817
G1G	2,5	3,75	1,25	0,75	0,29085
G1H	3,8	4,05	0,25	0,81	0,05817
G1J	3,45	3,6	0,15	0,72	0,034902
G1I	3,45	3,55	0,1	0,71	0,023268
G1K	3,6	3,8	0,2	0,76	0,046536
G1L	5,3	5,45	0,15	1,09	0,034902
G1M	2,9	3	0,1	0,6	0,023268

G1N	2,7	3,1	0,4	0,62	0,093072
G2A	3,75	4,05	0,3	0,81	0,069804
G2B	4,7	4,8	0,1	0,96	0,023268
G2C	2,7	3,75	1,05	0,75	0,244314
G2D	2,9	3,25	2,7	0,65	0,628236
G2E	2,45	2,7	0,25	0,54	0,05817
G2F	2,55	2,6	0,05	0,52	0,011634
G2G	6,3	7	0,7	1,4	0,162876
G2H	4,9	5,2	0,3	1,04	0,069804
G2J	3,5	3,85	0,35	0,77	0,081438
G2I	3,85	4,1	0,25	0,82	0,05817
G2K	3,75	3,85	0,1	0,77	0,023268
G2L	4,2	4,5	0,3	0,9	0,069804
G2M	4,25	4,55	0,3	0,91	0,069804
G2N	3,85	4	0,15	0,8	0,034902
G3A	5,2	5,3	0,1	1,06	0,023268
G3B	3,6	3,75	0,15	0,75	0,034902
G3C	5,85	6,05	0,2	1,21	0,046536
G3D	2,35	2,55	0,2	0,51	0,046536
G3E	3,15	3,25	0,1	0,65	0,023268
G3F	2,4	2,45	0,05	0,49	0,011634
G3G	3,15	3,2	0,05	0,64	0,011634
G3H	4,8	4,95	0,15	0,99	0,034902
G3J	3,25	3,55	0,3	0,71	0,069804
G3I	2,45	2,5	0,05	0,5	0,011634

G3K	3	3,2	0,2	0,64	0,046536
G3L	4,7	4,8	0,1	0,96	0,023268
G3M	3,9	3,95	0,05	0,79	0,011634
G3N	2,9	3,2	0,3	0,64	0,069804
G4A	3,05	3,3	0,25	0,66	0,05817
G4B	3,45	4	0,55	0,8	0,127974
G4C	6	6,1	0,1	1,22	0,023268
G4D	3,25	3,5	0,25	0,7	0,05817
G4E	4,15	4,35	0,2	0,87	0,046536
G4F	2,45	2,55	0,1	0,51	0,023268
G4G	2,95	3	0,05	0,6	0,011634
G4H	3,7	3,8	0,1	0,76	0,023268
G4J	5,5	5,7	0,2	1,14	0,046536
G4I	3	3,1	0,1	0,62	0,023268
G4K	4,5	4,6	0,1	0,92	0,023268
G4L	5,1	5,3	0,2	1,06	0,046536
G4M	3,6	3,65	0,05	0,73	0,011634
G4N	3,7	3,8	0,1	0,76	0,023268
G5A	3,2	5,45	2,25	1,09	0,52353
G5B	3,05	3,6	0,55	0,72	0,127974
G5C	4,25	4,4	0,15	0,88	0,034902
G5D	2,3	3	0,7	0,6	0,162876
G5E	2,5	3,35	0,85	0,67	0,197778
G5F	6,35	6,85	0,5	1,37	0,11634
G5G	2,6	2,65	0,05	0,53	0,011634

G5H	2,45	2,55	0,1	0,51	0,023268
G5J	2,65	2,8	0,15	0,56	0,034902
G5I	2,75	3,45	0,7	0,69	0,162876
G5K	2,4	2,7	0,3	0,54	0,069804
G5L	2,9	3,3	0,4	0,66	0,093072
G5M	2,7	3,2	0,5	0,64	0,11634
G5N	3,1	3,9	0,8	0,78	0,186144
G6A	2,55	2,7	0,15	0,54	0,034902
G6B	2,85	3,75	0,9	0,75	0,209412
G6C	3,8	3,95	0,15	0,79	0,034902
G6D	4,45	4,5	0,05	0,9	0,011634
G6E	3,55	3,6	0,05	0,72	0,011634
G6F	3,65	3,65	0	0,73	0
G6G	3,85	4	0,15	0,8	0,034902
G6H	2,9	2,9	0	0,58	0
G6J	3	3	0	0,6	0
G6I	3,45	3,55	0,1	0,71	0,023268
G6K	4,3	4,35	0,05	0,87	0,011634
G6L	2,3	2,35	0,05	0,47	0,011634
G6M	2,8	2,9	0,1	0,58	0,023268
G6N	3,7	3,85	0,15	0,77	0,034902

ANEXO

Ponta Grossa-PR, 04 de abril de 2012.

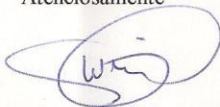
Ao Professor Doutor Fábio André dos Santos

Prezado Professor,

Em atenção ao contido em expediente encaminhado ao Matadouro Municipal, pelo qual nos é solicitado a doação de dentes bovinos visando atender a pesquisa **“Desenvolvimento e avaliação *in vitro* de dentifícios dessensibilizantes contendo nanopartículas de hidroxiapatita”**, do aluno **Márcio Cristiano de Souza Rastelli**, doutorando em Odontologia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), vimos informar que estamos doando 80 dentes bovinos em condições para prestar o atendimento do que se pretende. Acreditando que a proposta atenderá o programa estabelecido e atingir os objetivos da pesquisa.

Limitados ao exposto, reiteramos votos de estima e apreço.

Atenciosamente



Associação do Comércio e Indústria de
Carnes de Ponta Grossa ACIC-PG
CNPJ 84791995/0001-46

84791995/0001-46
Associação do Comércio e
Indústria de Carnes de
Ponta Grossa ACIC-PG
Rua Valério Ronchi, S/N.
Matadouro Municipal
84.300.000 - Ponta Grossa - PR