THAIS REGINA ELMADJIAN

**Proposta de tratamento para hipersensibilidade dentinária à base de biovidro
em diferentes veículos. Estudo morfológico *in vitro***

SÃO PAULO

2014

THAIS REGINA ELMADJIAN

**Proposta de tratamento para hipersensibilidade dentinária à base de biovidro
em diferentes veículos. Estudo morfológico *in vitro***

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Odontologia

Área de Concentração: Dentística

Orientador: Profa. Dra. Márcia Martins
Marques

São Paulo

2014

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Elmadjian, Thais Regina.

Proposta de tratamento para hipersensibilidade dentinária à base de biovidro em diferentes veículos: estudo morfológico *in vitro* / Thais Regina Elmadjian; orientadora Márcia Martins Marques. -- São Paulo, 2014.

75 p. : il. : fig. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração: Dentística. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão original.

1. Sensibilidade da dentina. 2. Biomateriais. 3. Dentina. 4. Microscopia eletrônica de varredura. I. Marques, Márcia Martins. II. Título.

Elmadjian TR. Proposta de tratamento para hipersensibilidade dentinária à base de biovidro em diferentes veículos. Estudo morfológico *in vitro*. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Aprovado em: / /2014

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Aos meus maiores amores: meu pai, minha mãe e meu irmão.

Aos meus queridos pais, Moisés Elmadjian Neto e Márcia Regina Gallo Elmadjian, a quem devo os maiores agradecimentos por todo exemplo de amor, companheirismo e carinho. Vocês muito jovens tiveram que abrir mão da diversão e liberdade para assumirem o compromisso de formar uma família e se dedicaram com determinação e brilhantismo a isso. Tanta dedicação e comprometimento plantaram em mim qualidades, as quais possibilitaram as maiores conquistas que tive e ainda terei. Nossa proximidade, amizade, amor, respeito e cumplicidade são raros nas famílias de hoje e me sinto honrada por ter vocês comigo. Obrigada por compreenderem as dificuldades e apoiarem e incentivarem meu crescimento pessoal e profissional.

Ao meu irmão, Moyzés Elmadjian Filho, às vezes filho, às vezes pai, às vezes amigo..... De tudo que nossos pais fizeram por mim, sem dúvidas, terem me dado você como irmão foi o mais essencial. O amor que sinto por você é inexplicável e espero nunca perder a sintonia que temos. Obrigada por tudo, principalmente por estar ao meu lado em todos os momentos, não medindo esforços em fazer o que for necessário para me agradar, ajudar e poupar.

A toda à minha Família, tios, tias, primos e primas. Em especial à minha Vó Cida, que sempre fez questão de estar muito próxima e que mesmo com a diferença de idade conseguia nos entender, apoiar, ajudar e estimular. A sua ausência nesse momento dói, mas sei que está vibrando com a minha conquista. Agradecimento especial ao meu Tio Edson, por quem sempre tive um apresso imenso, e a minha Tia lara que me proporcionou calma e boas vibrações nos momentos mais conturbados.

À minha segunda família, Silvia, Dequinha, Laís e Letícia. Deus não nos colocou oficialmente na mesma família, mas fizemos questão de criar essa relação. Amo vocês. Muito obrigada por serem tão especiais.

Às amigas de graduação, por toda a convivência, amizade e contribuição na minha formação. Nossos estudos em grupo despertaram em mim o interesse pela docência e o apoio e estímulo de vocês estimula meu desejo de ensinar.

Aos amigos que torcem pelo meu crescimento e estão de alguma forma presentes. Em especial, à Patrícia Harume Shine, sempre interessada, disposta a ajudar e torcendo pelo meu sucesso e felicidade.

À minha orientadora, Márcia Martins Marques, admirável no âmbito pessoal e profissional. Exemplo de docente e pesquisadora, com responsabilidade, amor, determinação e competência sempre busca estimular a todos e oferece condições

para que nossos objetivos sejam alcançados. Mesmo com todas as responsabilidades decorrentes do seu cargo é capaz de perceber quando alguém tem algum problema ou dificuldade e não se tranquiliza até que tudo seja resolvido. Obrigada por todos os ensinamentos, paciência e compreensão.

À todos os professores que tive no meu processo de formação, desde o colégio, até a pós graduação.

Aos professores do Departamento de Dentística, em especial aos que de maneira mais ativa contribuíram para meu processo de aprendizagem e para a prazerosa convivência nesse período: Ana Cecília Corrêa Aranha, por sua doçura; Maria Ângela Pita Sobral, por sua prestatividade; Narciso Garone Netto, pelo exemplo de responsabilidade profissional, de amor à Odontologia e à docência e Glauco Fioranelli Vieira, pelo bom humor e prazer em ajudar.

Aos colegas de pós-graduação, com os quais compartilhei momentos de aprendizado e companheirismo, em especial à Sandra Cunha que auxiliou nas irradiações com o laser Nd:YAG; Thayanne Monteiro Ramos, com delicadeza e atenção sempre dando dicas para facilitar o estudo, além das ótimas conversas e à pessoa mais especial que conheci nessa fase, Ivana Márcia Alves Diniz que foi minha companheira desde o início dessa jornada, guerreira, estudiosa, inteligente e dedicada além de ter um coração imenso. Obrigada por estar sempre por perto e disposta a acrescentar, pelas conversas e companhia, te admiro muito e torço pelo seu sucesso.

Aos colegas de laboratório: Ivana Diniz, Talita Lopez, Stella Moreira, Renata Duarte Rodrigues, Sueli Miyagi de Cara, Roberta Couto Santiago, Paula Loures e Ana Clara Pedroni. A companhia de vocês trouxe muito conhecimento, aprendizado, cumplicidade e alegria.

Aos funcionários do Departamento de Dentística, Débora, Selma, Sônia, Davi, Arnaldo, Aldo e Leandro por todo apoio e bons momentos compartilhados. Especial agradecimento a Débora Franca de Oliveira, uma mãe que ganhei nessa fase: a afinidade entre nós começou desde nosso primeiro contato. É difícil compreender os bons sentimentos que existem entre nós e o quão rápido tudo aconteceu. Impossível expressar toda a gratidão que sinto por tudo que vivemos juntas.

À Profa. Dra. Juliana Marchi e o aluno Roger Borges, da Universidade Federal do ABC, que formularam e cederam o biovidro utilizado nesse estudo, além de auxiliarem nos estudos piloto e maiores esclarecimentos sobre o material.

À Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, na pessoa do diretor, Prof. Dr. Waldyr Antonio Jorge

À Comissão de Pós Graduação em Odontologia, na pessoa da presidente, Profa. Dra. Márcia Martins Marques

À Coordenadoria do Curso de Pós Graduação em Dentística da FOUSP, na pessoa da Profa. Dra. Márcia Martins Marques

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida durante o curso de Pós Graduação.

À empresa Heraeus Kulzer por fornecer o material utilizado nesse estudo.

Ao Laboratório Especial de Laser em Odontologia (LELO-FOUSP) onde foram realizadas as irradiações com o laser Nd:YAG.

“Dizem que o que procuramos é um sentido para a vida. Penso que o que procuramos são experiências que nos façam sentir que estamos vivos.”

(Joseph Campbell)

RESUMO

Elmadjian TR. Proposta de tratamento para hipersensibilidade dentinária à base de biovidro em diferentes veículos. Estudo morfológico *in vitro*. Versão original [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2014.

Os tratamentos para a hipersensibilidade dentinária (HD) não exibem efetividade em longo prazo, o que justifica a busca por novos tratamentos. O uso do biovidro por ser um material bioestimulador com capacidade de promover deposição de hidroxiapatita seria um tratamento promissor na redução da HD em longo prazo. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi comparar *in vitro* o efeito do pó de biovidro associado a diferentes veículos na obliteração de túbulos dentinários expostos antes e após desafio erosão/abrasão (DEA). Dois fragmentos da porção cervical da raiz de 36 dentes humanos uniradiculares tiveram o cimento removido com curetas periodontais. A seguir, para mimetizar a HD, a dentina exposta foi tratada com ácido fosfórico a 37% por 1 min para abertura dos túbulos. Os fragmentos foram distribuídos nos seguintes grupos experimentais (n=12): G1: Controle: nenhum tratamento adicional; G2: biovidro com ácido fosfórico a 30%; G3: Gluma Desensitizer; G4: Gluma Desensitizer com biovidro; G5: irradiação com laser Nd:YAG e G6: biovidro com irradiação com o laser de Nd:YAG. A irradiação foi realizada com laser Nd:YAG (1.064 nm; 1,0 W, 15 Hz, 66 mJ, 10 s por quatro vezes, com intervalos de relaxamento térmico de 10 s entre as irradiações) no modo contato e em varredura. Após a realização dos tratamentos dos diferentes grupos experimentais todos os espécimes ficaram armazenados em saliva artificial por 14 dias. Os dois fragmentos de uma mesma raiz foram submetidos ao mesmo tratamento e, de forma aleatória, um fragmento foi submetido ao DEA e o outro não. Este desafio foi realizado por meio da imersão dos espécimes em ácido cítrico a 1 % (pH 3,75), por 2 min, seguido da imersão em 15 ml de saliva artificial por 60 min. Após, os espécimes foram submetidos à escovação (270 ciclos em suspensão de dentifrício e saliva artificial para cada espécime) e à lavagem ao final deste DEA. Estes procedimentos foram repetidos 3 vezes ao dia por 3 dias. Então, estes espécimes foram armazenados em saliva artificial por 24 h. Após as incubações em saliva artificial todos os espécimes dos

diferentes grupos experimentais foram preparados para análise morfológica por microscopia eletrônica de varredura (MEV). As eletromicrografias de varredura foram analisadas qualitativamente e quantitativamente, onde a área relativa de túbulos abertos em relação à área total das imagens com e sem DEA foram comparadas pelo teste t de Student ($p < 0,05$). As maiores alterações morfológicas da dentina apareceram nos grupos Nd:YAG e o grupo biovidro + ácido fosfórico a 30%. Os grupos Nd:YAG não foram considerados na análise qualitativa porque a irradiação não aconteceu de forma homogênea. O grupo Gluma sem DEA apresentou área relativa de túbulos abertos significativamente menor que todos os outros grupos com e sem DEA. Houve uma tendência de redução de área relativa de túbulos dentinários abertos nos grupos com biovidro após o DEA, especialmente no grupo biovidro + ácido fosfórico a 30%. Os resultados sugerem que o ácido fosfórico a 30% é um veículo promissor para a aplicação do pó de biovidro para o tratamento da HD.

Palavras-chave: Sensibilidade da dentina. Biomateriais. Dentina. Microscopia eletrônica de varredura.

ABSTRACT

Elmadjian TR. Proposal of treatment for dentinal hypersensitivity based on bioglass in different vehicles. Morphological study in vitro [dissertation]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia, 2014.

Treatments for dentin hypersensitivity (DH) do not exhibit long-term effectiveness, what boost the search for new treatments. The use of bioglass that is a biostimulator material with the ability to promote hydroxyapatite deposition would be a promising treatment for long term DH reducing. In this sense, the aim of this study was to compare the in vitro effect of a bioglass powder in different vehicles for closing exposed dentinal tubules before and after an erosion / abrasion challenge. Two fragments of the cervical portion of the root were obtained from 36 single-rooted human teeth. The cementum was removed with periodontal cures. Then, to mimic the DH, the dentin was treated with 37% phosphoric acid for 1 min to open the tubules. The fragments were assigned to two experimental groups (n = 12): G1: Control: no additional treatment; G2: bioglass with 30% phosphoric acid, G3: Gluma Desensitizer; G4: Gluma Desensitizer with bioglass; G5: Nd:YAG laser irradiation and G6: bioglass with Nd:YAG laser irradiation. Irradiation was performed with Nd: YAG laser (1.064 nm, 1.0 W, 15 Hz, 66 mJ, 10s, four times with 10s- intervals between them for thermal relaxation) in scanning and contact mode. After the treatments, all specimens from different experimental groups were stored into artificial saliva for 14 days. The two fragments of the same roots received the same treatment and at random, one fragment was submitted to erosion/abrasion challenge and the other not. This challenge was carried out by the immersion of the specimens into a 1% citric acid solution (pH 3.75) for 2 min, followed by immersion into 15 ml of artificial saliva for 60 min. Next, the specimens were submitted to brushing (270 cycles in slurry of toothpaste and artificial saliva for each specimen) and washed in the end of this challenge. These procedures were repeated three times a day for 3 days. Then, the specimens were stored in artificial saliva for 24 h. After incubations in artificial saliva all specimens of different experimental groups were prepared for morphological analysis by scanning electron microscopy (SEM). The scanning electron micrographs were analyzed qualitatively

and quantitatively, and the relative area of open tubules in relation to the total area of the images with and without the erosion/abrasion challenge were compared by using the Student's t test ($p < 0.05$). The major morphological changes of the dentine were observed in the Nd:YAG groups and in the bioglass + 30% phosphoric acid group. The Nd:YAG groups were not considered for qualitative analysis because irradiation was uneven. The Gluma group without erosion/abrasion challenge showed relative area of open tubules significantly lower than those of all other groups with and without erosion/abrasion challenge. There was a tendency of reduction of the open dentinal tubules relative areas in the groups with bioglass after erosion/abrasion challenge, in particular in the bioglass + 30% phosphoric acid group. The results suggest that the 30% phosphoric acid could be a promising vehicle for the application of bioglass powder for the treatment of HD.

Keywords: Dentin Hypersensitivity. Biomaterials. Dentin. Scanning electron microscopy.

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

DEA - desafio erosão/abrasão

HD - hipersensibilidade dentinária

Hz - hertz

MEV - microscopia eletrônica de varredura

min - minutos

mJ - milijoule

ml - mililitros

mm -milímetros

Nd:YAG - neodymium-doped yttrium aluminum garnet

Nm - nanômetros

pH - potencial hidrogeniônico

rpm – rotações por minuto

s - segundos

W - watts

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 Anatomia do complexo dentinho-pulpar	18
2.2 A hipersensibilidade dentinária	18
2.3 Mecanismo de dor na hipersensibilidade dentinária	18
2.4 Diferenças estruturais entre a dentina sensível e não sensível	19
2.5 A perda estrutural e a HD	20
2.5.1 As lesões não cariosas e a HD	21
2.5.2 A recessão gengival e a HD	23
2.6 Diagnóstico	23
2.7 Tratamento da Hipersensibilidade Dentinária Cervical	24
2.7.1 Tratamento de consultório x over-the-counter (OTC)	26
2.7.2 Tratamentos que promovem bloqueio da ativação neural	26
2.7.3 Tratamentos que promovem oclusão tubular	27
2.7.4 Tratamento fotobiomodulador	36
3 PROPOSIÇÃO	38
4 MATERIAIS E MÉTODOS	39
4.1 Obtenção dos dentes e preparo de fragmentos dentinários para receberem os diferentes tratamentos	39
4.2 Divisão dos fragmentos dentinários em grupos experimentais	40
4.3 Desafio erosão/abrasão	41
4.4 Preparo da Amostra para análise em MEV	42
5 RESULTADOS	44
5.1 Análise morfológica qualitativa das eletromicrografias de varredura da superfície dos espécimes	44
5.2 Análise quantitativa da área relativa de túbulos dentinários abertos	55
6 DISCUSSÃO	58
7 CONCLUSÃO	64
REFERÊNCIAS	65
ANEXO	73

1 INTRODUÇÃO

Medidas preventivas como a fluoretação das águas de abastecimento, a utilização de dentifrícios fluoretados e a divulgação dos princípios preventivos propiciaram uma redução na incidência de cárie. Contribuindo com esse panorama, o desenvolvimento de novas técnicas e materiais restauradores e o aumento na expectativa de vida da população tem propiciado a manutenção de dentes na cavidade bucal por um período mais prolongado (Chabanski; Gillam, 1997). Assim sendo, esses dentes tem se mantido expostos de forma prolongada aos desafios ácidos e mecânicos que ocorrem cavidade bucal. Esses desafios podem causar perdas estruturais nos dentes, as denominadas lesões não cariosas, as quais podem resultar na exposição da dentina (Addy, 1992; Ling; Gillam, 1996; Marquezini Junior et al., 2002; Furlan et al., 2004). Essa condição permite que o fluido dentinário presente no interior dos túbulos se movimente em resposta a estímulos aplicados sobre a dentina exposta, como variações de temperatura, estímulos mecânicos e contato com soluções hipertônicas, gerando dor, a denominada hipersensibilidade dentinária (HD) (Brännström, 1972). Essa condição muitas vezes necessita de terapia dessensibilizante.

As terapias dessensibilizantes consistem no uso de substâncias químicas, irradiação com laser em alta ou baixa intensidade, tratamentos restauradores e/ou cirurgias periodontais. O modo de ação é baseado no impedimento da movimentação do fluido dentinário dentro dos túbulos ou no bloqueio da ativação neural dos mecanoreceptores pulpaes e ainda ambos simultaneamente (Canadian Advisory Board on Dentin Hypersensitivity, 2003). Esses tratamentos, no entanto, nem sempre são efetivos em todos os pacientes ou podem perder seu efeito em longo prazo, fato que estimula a busca de novos materiais e tratamentos (Aranha; Eduardo, 2012).

O uso do biovidro é a proposta mais recente no tratamento da HD devido à sua capacidade de promover a deposição de hidroxiapatita na superfície da dentina (Gillam et al., 2002; Lee et al., 2007; Kuo et al., 2007; Curtis et al., 2010; Bakry et al., 2011a). Comercialmente está disponível um dentifrício que contém biovidro em sua composição. Esse produto tem apresentado bons resultados na redução da HD (Miglani et al., 2010). A desvantagem da utilização de dentifrícios como método

dessensibilizante é a necessidade de aplicação frequente para que se mantenha a redução da sintomatologia dolorosa.

A indicação do uso de biovidro como um tratamento de longa duração para a HD seria baseada não só na sua capacidade de promover a deposição de hidroxiapatita na superfície da dentina, mas também por se tratar de uma substância bioativa. De fato, em estudo prévio do nosso grupo de pesquisa foi observado que o pó de biovidro libera substâncias biocompatíveis capazes de promover proliferação de células mesenquimais indiferenciadas da polpa dentária humana, sem interferir na diferenciação dessas células (Lopez, 2013). Assim sendo, a influência desse material na polpa dentária poderia induzir uma resposta que resultasse no selamento biológico dos túbulos dentinários. Portanto, seria interessante que esse biovidro pudesse ser aplicado na superfície da dentina exposta com procedimentos únicos em consultório que pudessem promover sua permanência por tempo prolongado.

Para a aplicação clínica do biovidro com vistas a conseguir um tratamento duradouro da HD, esse biomaterial deveria permanecer em contato com a dentina exposta para exercer seu efeito bioestimulador e para promover a obliteração de túbulos dentinários com a deposição de hidroxiapatita sobre a superfície do dente. Adicionalmente, esse material e os depósitos minerais decorrentes da precipitação de hidroxiapatita deveriam se manter sobre a dentina exposta, resistindo aos desafios de erosão/abrasão aos quais ela é fisiologicamente submetida no meio bucal. Para tanto, há que se investigar possíveis formas de aplicação do pó de biovidro sobre a dentina exposta. Entre essas possíveis formas destacamos a mistura do pó com ácido fosfórico, como proposto por outros autores (Lee et al., 2005a; Lee et al., 2005b, Kuo et al., 2007; Curtis et al., 2010; Barky et al., 2011a). Outro veículo para o pó de biovidro poderia ser o Gluma Desensitizer, uma vez que esse material isoladamente leva à redução da HD *in vivo* (Lopes; Aranha, 2013), ou ainda, a irradiação com laser de alta potência. O laser de Nd:YAG (Neodymium: yttrium – aluminum – garnet), já utilizado no tratamento da HD, promove derretimento e recristalização da dentina, que poderia propiciar a incorporação do biovidro à matriz dentinária (Farmakis et al., 2013). Neste sentido, esse trabalho teve como objetivo comparar *in vitro* o efeito do pó de biovidro associado a diferentes veículos na obliteração de túbulos dentinários expostos com e sem desafio erosão/abrasão. A capacidade de obliteração dos túbulos foi observada em eletromicrografias de varredura em análise qualitativa, bem como quantitativa pelo

cálculo das áreas relativas de túbulos abertos nas dentinas dos diferentes grupos experimentais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Anatomia do complexo dentino-pulpar

A dentina é um tecido duro vital composto por túbulos que contêm prolongamentos de odontoblastos e fluido intradentinário no seu interior. Os túbulos dentinários dispõem-se paralelos entre si, estendendo-se da superfície dentária em direção à câmara pulpar, tendo seu diâmetro e número por área aumentados com o aumento da proximidade com a cavidade pulpar. Quimicamente, a dentina é composta por 35% de matéria orgânica, especialmente fibras colágenas, e 65% de material inorgânico, sob a forma de cristais de hidroxiapatita (Cate, 2008).

O tecido pulpar é composto por células e substância intercelular. As principais células que compõe o tecido pulpar são os fibroblastos, os odontoblastos, as células de defesas e as células mesenquimais indiferenciadas. Vasos sanguíneos, linfáticos e nervos também compõe esse tecido. Os odontoblastos se localizam na periferia da polpa, no limite com a pré-dentina, e seus prolongamentos se estendem para o interior dos túbulos dentinários (Cate, 2008).

2.2 A hipersensibilidade dentinária

A hipersensibilidade dentinária é uma condição clínica cujo pré-requisito é a exposição da dentina e a presença de túbulos dentinários abertos. Caracterizada como uma dor aguda e localizada ocorre em resposta a estímulos térmicos, osmóticos, táteis, químicos ou evaporativos em dentes vitais e sem associação a nenhuma outra patologia dental (Canadian Advisory Board on Dentin Hypersensitivity, 2003).

2.3 Mecanismos de dor na hipersensibilidade dentinária

Há mais de 110 anos surgiram as primeiras propostas teóricas para explicar o mecanismo da hipersensibilidade dentinária (HD). Diversos pesquisadores

propuseram explicações para o mecanismo da dor decorrente da exposição dentinária, porém apenas na década de 60 que a teoria hidrodinâmica foi aceita com os estudos de Brännström (Brännström, 1966; Brännström; Aström 1972).

A partir do conhecimento de que os túbulos dentinários são preenchidos por um fluido (Ferreira et al., 1927), concluiu-se que quando a dentina exposta recebe estímulos, o fluido dentinário se movimenta obedecendo ao princípio da capilaridade. Dessa forma, estímulos osmóticos, térmicos e táteis causam uma perturbação e movimentação do fluido dentinário e em consequência disso, haveria deformação dos prolongamentos de odontoblastos e de fibras nervosas que poderiam estar no início dos túbulos, próximos à polpa dental (Brännström, 1966; Brännström; Aström, 1972).

As fibras nervosas se localizam ao longo dos odontoblastos e processos odontoblásticos, entretanto, não existem junções ou sinapses entre elas. Pelo fato das fibras nervosas estarem embebidas ou rodeadas pelos processos odontoblásticos, quando um estímulo é aplicado à dentina, ocorre uma mudança morfológica no processo odontoblástico, acarretando em sua expansão ou em sua contração momentânea. Isso transmitiria o estímulo às fibras nervosas, excitando-as, o que provocaria dor (Ochi; Matsumoto, 1988).

A intensidade da dor desencadeada pela aplicação de um estímulo dependerá da taxa de movimentação do fluido gerada, o que está diretamente relacionado ao estímulo desencadeador do processo, além da subjetividade da resposta de cada indivíduo (Matthews; Vongsavan, 1994).

A movimentação do fluido pode ocorrer de duas formas. A primeira ocorre por estímulos de sondagem, jato de ar, frio e soluções hipertônicas. Nesses casos, o fluido que preenche o túbulo é removido e o fluido da polpa é transportado para fora, em direção à superfície da dentina, a fim de repor o conteúdo perdido. Outra forma de sensação dolorosa é a provocada pelo calor, que ocorre pela movimentação do fluido em direção à polpa e é mais lenta (Brännström; Aström, 1972).

2.4 Diferenças estruturais entre a dentina sensível e não sensível

De acordo com a teoria hidrodinâmica, a exposição da dentina é um fator essencial para que haja sensibilidade, entretanto, nem toda dentina exposta é sensível. Existem diferenças estruturais da dentina sensível quando comparada à

dentina não sensível: maior número de túbulos dentinários abertos por unidade de área (aproximadamente oito vezes mais que na dentina não sensível) e maior diâmetro dos túbulos dentinários abertos (aproximadamente duas vezes mais amplos que na dentina não sensível) (Absi et al., 1987).

Os túbulos dentinários abertos não são encontrados em toda a superfície da dentina exposta. Eles podem estar totalmente ou parcialmente obliterados por mecanismos de remineralização por componentes salivares, por cimento radicular e/ou pela camada de esfregaço (Absi et al., 1987). A camada de esfregaço da dentina sensível é amorfa, delgada e pouco cristalina, enquanto na dentina não sensível ela apresenta maior porcentagem de componentes cristalinos (Rimondini et al., 1995).

Dessa forma, pode-se afirmar que o maior número de túbulos abertos e amplos permite um maior fluxo do fluido dentinário dentro dos túbulos em resposta a diferentes estímulos, o que aumenta a resposta de dor (Mantzourani; Sharma, 2013).

2.5 A perda estrutural e a HD

Para que exista HD dois requisitos devem estar presentes: a exposição da dentina e a presença de túbulos dentinários abertos da polpa até a superfície dentinária exposta (Addy, 1992).

A exposição da dentina pode ocorrer pela perda do esmalte, pela recessão gengival acompanhada ao não de perda óssea e ainda uma combinação entre os dois casos. O esmalte dental pode ser desgastado por atrição, abrasão, erosão e abfração, as denominadas lesões não cariosas. Já a recessão gengival pode ocorrer devido à escovação traumática, desajustes oclusais, doença periodontal e movimentação ortodôntica (Grippio et al., 2004). (Figura 2.1).

Figura 2.1: Esquema representativo dos fatores etiológicos relacionados à exposição dentinária. Quando os túbulos dentinários da dentina exposta estão abertos há dor.

2.5.1 Lesões não cariosas e a HD

A lesão não cariosa é toda perda lenta e irreversível da estrutura dental a partir da superfície externa, sem envolvimento bacteriano. Quando ocorre na região próxima à junção cimento-esmalte é classificada como lesão cervical não cariosa, sendo causada por processos de erosão, abfração e abrasão. Ainda existe outro tipo de lesão não cariosa- a lesão de atrição- que ocorre nas superfícies incisal ou oclusal dos dentes. Essas lesões apresentam grande variedade de forma, podendo atingir as superfícies vestibular, incisal/oclusal, lingual e proximais (Levitch et al., 1994).

O desgaste dental inicia-se pelo esmalte e após a perda desse tecido, atinge a dentina. A perda estrutural pode ocorrer como resultado do contato entre superfícies em movimento ou em situações estáticas como resultado da degradação química.

A atrição ocorre pelo contato entre as superfícies incisais e oclusais em função (deglutição) e parafunção (bruxismo) (Grippio et al., 2004).

A abfração é a perda microestrutural que ocorre pela concentração de tensões devido à carga oclusal intensa. Essa concentração de tensões acompanhada da perda

de estrutura é mais comum na região cervical dos dentes, onde a flexão gera um rompimento da fina camada de prismas de esmalte ali presentes. Interferências oclusais, contato prematuro e bruxismo são fatores que aumentam o stress ao qual os dentes são submetidos, aumentando a prevalência de lesões de abfração (Kuroe et al., 2000).

A abrasão ocorre pela ação de agentes extrínsecos em movimentos sobre o dente, como as escovas dentais e os dentífricos, somados à escovação inadequada. Também são classificadas como lesões por abrasão, as perdas estruturais devido ao hábito de morder lápis e caneta, roer unhas, abrir grampos de cabelo nos dentes e pelo contato com grampos de próteses parciais removíveis. É possível associar as lesões de abrasão com algumas profissões como alfaiates e costureiras- por separar e cortar a linha com os dentes; sapateiros e estofadores - que apreendem pregos entre os dentes; ou tocadores de instrumentos de sopro, entre outras (Grippio et al., 2004).

A erosão ocorre pela presença de soluções ácidas de origem não bacteriana, que podem ter origem intrínseca ou extrínseca. Os ácidos de origem intrínseca atingem a cavidade oral devido a quadros de regurgitação e vômito. No caso da regurgitação, as lesões acometem predominantemente os molares inferiores. Já nos casos de vômitos, comuns em pacientes com bulimia, a face palatina dos dentes anteriores da maxila são as mais atingidas, podendo ainda haver lesões em dentes posteriores. Os ácidos de origem extrínseca são oriundos do consumo de bebidas, alimentos e drogas com baixo pH (Larsen; Nyvad, 1999). Sucos de frutas ácidas, isotônicos, refrigerantes, frutas ácidas, alimentos industrializados, vitamina C, aspirina e bebidas alcoólicas são exemplos de substâncias que apresentam baixo pH e estão fortemente associadas ao surgimento de lesões de erosão (Mair, 1992).

Apesar das lesões não cariosas serem classificadas separadamente, sabe-se que dificilmente esses mecanismos ocorrem individualmente durante as atividades oclusais. Mais de um fator contribui para o surgimento dessas lesões, seja de forma simultânea, sequencial ou alternada. Atrição e abfração podem estar combinadas quando decorrentes do apertamento e bruxismo; abrasão e abfração pela escovação de áreas cervicais que concentram grande tensão; erosão e abfração pela ação de ácidos de origem não bacteriana em áreas de concentração de tensões; atrição e erosão em pacientes que apresentam bruxismo e episódios de regurgitação; abrasão

e erosão quando a escovação dental ocorre após a exposição a algum líquido ou sólido ácido; entre outras combinações (Grippio et al., 2004).

2.5.2 A recessão gengival e a HD

A recessão gengival expõe o cemento que recobre a porção radicular dos dentes. O cemento por ser delgado é facilmente removido e, por esta razão, há exposição da dentina.

Dentre os fatores que predispõe a recessão gengival, pode-se destacar a anatomia dos dentes, a movimentação ortodôntica, a escovação traumática e a má higiene que pode acarretar uma doença periodontal. Nesses casos, ocorre perda do osso alveolar, especialmente vestibular, e conseqüentemente, do tecido mole (Patel et al., 2011).

2.6 Diagnóstico

Para determinar o tratamento adequado, é necessário que seja feito o diagnóstico correto da HD, uma vez que outras condições apresentam sintomas semelhantes, podendo ser confundidos com os sintomas da HD. A inflamação gengival, dentes trincados ou fraturados, a presença de restaurações fraturas ou com término marginal deficiente, cárie dental, restaurações infiltradas, sensibilidade pós-confecção de restaurações em resina composta, algumas doenças endodônticas, sensibilidade pós-clareamento dental entre outras (Canadian Advisory Board on Dentin Hypersensitivity, 2003).

Para se obter o diagnóstico correto é necessário iniciar por questões relacionadas à história da dor. O paciente deve relatar com as próprias palavras os sintomas e quando a dor aparece. Além disso, é importante que se investigue a presença de hábitos e doenças que possam estar relacionados à doença. A descrição de sintomas como dor latejante, dor que persiste por longo período após a remoção do estímulo, dor que mantém o paciente acordado, necessidade de medicamentos para alívio da dor, dor com a mastigação ou escovação das superfícies de mastigação, pode ser indicativo de outras doenças dentárias (Gillam et al., 2013).

Na etapa do exame clínico deve-se realizar teste mecânico com o auxílio de sonda exploradora, passando a ponta ativa do instrumento nas áreas com dentina

exposta e/ou teste térmico/evaporativo com a aplicação de jato de ar com seringa tríplice. Em resposta à aplicação de estímulo controlado, é esperado que nos casos de HD, a resposta seja uma dor aguda de curta duração. No entanto, dor/ desconforto podem por vezes continuar por um curto período de tempo pós-estimulação, nos casos mais graves de HD (Gillam et al., 2013).

A avaliação da intensidade da dor é importante para a seleção do tratamento proposto e no controle da efetividade do tratamento. Pela característica subjetiva da dor, nos estudos tem se utilizado a escala visual analógica (VAS). A escala VAS consiste em uma linha horizontal com 10 cm de comprimento, ancorada na extremidade esquerda pelo descritor “sem dor”, que corresponde à dor igual a 0, e na extremidade direita pelo descritor “pior dor imaginável”, que corresponde à dor igual a 10 (Lopes; Aranha, 2013).

2.7 Tratamento da Hipersensibilidade Dentinária Cervical

Para o manejo adequado de pacientes que apresentam hipersensibilidade dentinária cervical é necessário:

- 1-) Diagnóstico: identificar os locais de dentina exposta com estímulos de dor; eliminar outras possíveis doenças que possam ser a causa desta dor; identificar os fatores que causaram a exposição dos túbulos dentinários à cavidade bucal;
- 2-) Prevenção: remoção de fatores etiológicos, como técnica de escovação traumática; momento e quantidade de escovação no dia; doenças estomacais ou esofágicas; dieta ácida; e outros fatores que possam causar exposição dentinária.
- 3-) Tratamento: deve ser escolhido de acordo com a extensão da lesão e severidade da dor (Miglani et al., 2010; Gillam et al., 2013). (Figura 2.2).

Figura 2.2: Esquema representativo do manejo de pacientes com HD. O tratamento deve iniciado após o diagnóstico correto e remoção dos fatores etiológicos e baseado na extensão da perda. (Modificado de Schmidlin; Sahrman, 2013)

A dessensibilização dentinária pode ocorrer sem a realização de um tratamento profissional, como através da formação de dentina secundária e terciária, da oclusão mecânica dos túbulos pela *smear layer* e da remineralização por componentes salivares. Entretanto, na maior parte dos casos, é necessário que seja realizado algum tratamento adicional a fim de minimizar ou eliminar a dor (Bamise; Esan, 2011).

Independente do tratamento proposto, ele deve obedecer ao máximo os requisitos de um dessensibilizante ideal: ser biocompatível, ser de fácil aplicação, ter efeito permanente, de ação rápida, não ser irritante pulpar, além de não alterar a cor da estrutura dental (Grossman, 1935).

Os tratamentos para a terapia dessensibilizante podem ser classificados: de acordo com modo como é utilizado e/ou comercializado (de consultório ou “*over-the-counter*” - OTC) e de acordo com o seu modo de ação (bloqueio da ativação neural ou impedimento da movimentação do fluido dentinário através da oclusão tubular). Embora sejam classificados separadamente, há a possibilidade de combinação de

vários tratamentos na tentativa de aumentar o sucesso do tratamento (Canadian Advisory Board on Dentin Hypersensitivity, 2003).

2.7.1 Tratamento de consultório x over-the-counter (OTC)

Os tratamentos de consultório promovem um alívio da dor mais rápido quando comparados aos OTC, muitas vezes instantâneo, entretanto, seu efeito pode não ser duradouro e perdurar até a consulta seguinte. Basicamente são vernizes, agentes antiinflamatórios, restaurações em resina composta ou cimento de ionômero de vidro, sistemas adesivos, laser em baixa e alta intensidade e produtos dessensibilizantes aplicados pelo profissional em consultório. Os tratamentos OTC são aqueles comercializados em farmácias e supermercados, disponíveis para o público consumidor em geral, como dentifrícios, bochechos e enxaguatórios, em cuja formulação há um agente dessensibilizante. Possuem a vantagem da facilidade no acesso e o conforto da auto-aplicação, porém o efeito pode levar semanas para surgir (Addy, 1992; Mantzourani; Sharma, 2013). Os casos nos quais a HD se apresenta de forma localizada, o tratamento de escolha, em geral, é o de consultório, sendo o tratamento OTC escolhido nos casos que a HD é generalizada, sendo ainda comum a associação entre as duas modalidades terapêuticas (Rösing et al., 2009).

2.7.2 Tratamentos que promovem bloqueio da ativação neural

- Sais de potássio

O bloqueio da ativação neural é uma estratégia de tratamento obtida pela utilização de sais de potássio, que pode ser através da aplicação de soluções a 1-15 % de KNO_3 e pastas contendo 10 % de KNO_3 e ainda outros sais de potássio, tal como cloreto de potássio, citrato de potássio e bicarbonato de potássio. O potássio age diretamente nos nervos localizados na polpa dental, alterando o potencial elétrico de forma a despolarizar a membrana das células nervosas, tornando-as menos responsivas aos estímulos. O alívio da dor não é imediato, uma vez que os sais de potássio, após a aplicação, levam tempo para atravessar os túbulos dentinários e atingir a polpa (Poulsen et al., 2006).

Os sais de potássio estão presentes em produtos para uso em consultório e OTC. Em consultório, geralmente estão presentes em solução aquosa ou gel bioadesivo. Também estão disponíveis produtos OTC, em dentifrícios (Rebelo et al., 2011).

2.7.3 Tratamentos que promovem oclusão tubular

Imagens obtidas a partir de microscopia eletrônica de varredura mostram que a maior parte dos orifícios dos túbulos dentinários em áreas hipersensíveis apresentam-se abertos, enquanto nas áreas não sensíveis estão obliterados por cristais (Yoshiyama et al., 1989). Dessa forma, o conceito de oclusão tubular como um método de dessensibilização dentinária seria uma conclusão lógica da teoria hidrodinâmica de Brännström.

Diversos mecanismos podem ocluir os túbulos dentinários a fim de reduzir a HD. A formação de depósitos insolúveis nos túbulos e em sua superfície ou que facilitem a formação de depósitos biológicos são os mecanismos mais comuns de oclusão tubular (Ling; Gillam, 1996). A oclusão pode ser física ou química. Os principais representantes da oclusão tubular por mecanismos físicos são: hidroxiapatita, laser em alta intensidade, resinas e sistemas adesivos, cimentos de ionômero de vidro, partículas abrasivas, vidros bioativos e estrôncio ou sais de estanho. Outros dessensibilizantes promovem uma oclusão tubular química, caso do fosfato de cálcio, do glutaraldeído, dos compostos fluoretados e dos oxalatos (Jacobsen; Bruce, 2001; Wang et al., 2011; Lin et al., 2013).

- Estrôncio

O estrôncio possui uma estrutura química similar a do cálcio dos cristais de hidroxiapatita e dessa forma é capaz de substituí-lo e ser incorporado à dentina, agindo como agente oclusivo. Ao ser comparado clinicamente com um dentifrício fluoretado durante 12 semanas, notou-se uma redução progressiva da HD, porém semelhante à encontrada quando o dentifrício fluoretado foi utilizado (Pearce et al., 1994). Também houve clinicamente redução da HD no tratamento com a utilização de um dentifrício contendo estrôncio, um dentifrício contendo nitrato de potássio e um dentifrício controle contendo apenas fluoreto de sódio, por um período de 10 semanas,

porém sem diferença entre os tratamentos (West et al., 1997). Outros estudos com metodologias similares confirmaram que dentifrícios contendo estrôncio são eficazes, embora não haja diferença quando comparado a um placebo (Rösing et al., 2009).

- Fluoretos

O uso de fluoretos é largamente proposto na literatura. Tradicionalmente, são utilizados a fim de promover remineralização de esmalte e dentina, especialmente nos casos de alto risco de cárie (Paine et al., 1998). A redução da HD ocorre pela precipitação de cristais de fluoreto de cálcio (CaF_2) nos túbulos dentinários, presentes na saliva. Inúmeras formulações de fluoretos são utilizadas, como o fluoreto de sódio, fluoreto estanhoso, fluorsilicato entre outros. O fluoreto de sódio é utilizado na forma de dentifrício, ou aplicado pelo profissional. Pela fácil remoção desses depósitos por componentes salivares e ações mecânicas, uma alternativa foi a adição de um ácido, caso do fluoreto de sódio acidulado e do fluorfosfatoacidulado (Miglani et al., 2010). Compostos à base de flúor podem ser utilizados em concentrações mais altas em consultório, neste caso aplicados pelo profissional. Em concentrações mais baixas podem ser aplicados pelo próprio paciente em casa, pelo uso de dentifrícios e enxaguatórios contendo flúor (Pearce et al., 1994).

- Oxalatos

Os oxalatos promovem a formação de sais insolúveis que se depositam nos túbulos. No entanto, esses cristais são facilmente removidos pela escovação e por isso tem-se sugerido o condicionamento prévio com ácido ortofosfórico a 35%. A reação do ácido com a matriz dentinária resulta na liberação de íons cálcio, que reagem com o ácido oxálico, formando os cristais de oxalato. Os cristais de oxalato possuem maior penetração nos túbulos dentinários. Em estudos clínicos que propõe tratamentos a base de oxalatos tendo grupo placebo como controle, não se tem encontrado diferença na redução da HD entre eles (Trushkowsky; Oquendo, 2011).

- Sistema Pró-Argin

Mais recentemente foi desenvolvido um material com o objetivo de promover a redução da HD baseada nas propriedades dessensibilizantes fisiológicas da saliva. Na saliva ocorre o transporte e deposição de íons cálcio e fosfato nos túbulos dentinários expostos, sendo depois recobertos por uma película de glicoproteínas salivares, favorecido pelo pH ligeiramente alcalino da saliva. Esse material é composto por arginina, um aminoácido carregado positivamente em pH fisiológico; bicarbonato que atua como tampão do pH; e o carbonato de cálcio, fonte essencial de cálcio (Kleinberg, 2002). Esse material é capaz de selar túbulos dentinários com boa resistência à pressão pulpar e à exposição a ácidos. Dentifrícios contendo arginina promovem alívio imediato da dor, com duração de cerca de 28 dias (Cummins, 2009).

- Fosfopeptídeo de caseína e fosfato de cálcio amorfo (CPP-ACP)

O CPP-ACP, quando aplicado sobre a dentina exposta, bloqueia a entrada dos túbulos dentinários através da deposição de componente proteico e ligação dos íons cálcio e fosfato. Apesar de ser utilizado no tratamento da HD, é muito utilizado na prevenção da sensibilidade dental durante e após tratamento clareador. Mais recente houve a adição de flúor ao CPP-ACP em busca de aumentar o poder dessensibilizante (Walsh, 2010).

- Materiais adesivos

Como muitos agentes dessensibilizantes não aderem à superfície da dentina, seus efeitos muitas vezes são pouco duradouros. Materiais adesivos como vernizes, adesivos, resinas e selantes promovem uma dessensibilização mais duradoura, uma vez que a oclusão ocorre pela formação de uma camada polimerizada na superfície (Orchardson; Gillam, 2006).

Nos sistemas adesivos resinosos convencionais um ácido é aplicado na superfície para remover a camada de *smear* e criar microirregularidades no esmalte e/ou na dentina; posteriormente *primer* e *Bond* são aplicados para formar *tags* resinosos dentro dos túbulos e penetrar entre as fibras colágenas da dentina. A camada formada pela reação entre dentina e sistema adesivo é chamada camada híbrida, que é a responsável pela oclusão tubular e redução da HD. Mais

recentemente surgiram sistemas adesivos que modificam a camada híbrida sem removê-la e a incorporam na camada híbrida formada (Prati et al., 2001).

Quando não há perda de estrutura dental, materiais adesivos na forma de adesivos e vernizes podem ser indicados. Eles produzem um efeito imediato, com a desvantagem de serem facilmente removidos (Duran; Sengun, 2004).

Quando ocorre perda de estrutura dental, é necessário que além do tratamento dessensibilizante, seja instalado um tratamento que devolva a forma e a função do dente. Nesses casos as restaurações em resina composta (Schmidlin; Sahrman, 2013) e com ionômero de vidro têm apresentado bons resultados. Ambos são materiais adesivos, apesar do mecanismo de adesividade ser diferente; a resina composta se adere aos tecidos dentais como já citado acima, já o ionômero de vidro se liga quimicamente através de ligações entre os grupos carboxílicos dos poliácidos (COOH) e os íons cálcio existentes no esmalte, dentina e nele próprio (Namgung et al., 2013).

- Gluma

O Gluma (Heraeus Kulzer Inc., Armonk, NY, USA) é um dessensibilizante dentinário resinoso desenvolvido há mais de uma década com o propósito de tratamento da HD, mostrando resultados promissores em estudos *in vitro* e *in vivo* (Aranha et al., 2009; Lopes; Aranha, 2013). Os componentes principais são: hidroxietil metacrilato (HEMA) e glutaraldeído (Miglani et al., 2010; Yu et al., 2010; Ishihata et al., 2011, Al-Saud; Al-Nahedh, 2012; Brahmabhatt et al., 2012).

Quando o Gluma é aplicado *in vivo*, duas reações ocorrem: primeiramente, o glutaraldeído reage com proteínas plasmáticas do fluido dentinário, o que induz a precipitação dessas proteínas. Secundariamente, a reação do glutaraldeído com as proteínas induz a polimerização do HEMA, formando *tags*. Em conjunto, esses mecanismos promovem a obliteração dos túbulos dentinários (Schupbach et al., 1997). O glutaraldeído, quando aplicado sem o HEMA, proporciona oclusão tubular de menor profundidade quando comparado ao Gluma (glutaraldeído e HEMA) (Qin et al., 2006).

Atualmente estão disponíveis comercialmente o Gluma Desensitizer e o Gluma Comfort Bond + Desensitizer. O Gluma Desensitizer é uma solução aquosa dessensibilizante. O Gluma Comfort Bond + Desensitizer é um sistema adesivo

fotopolimerizável contendo *primer* e *bond* no mesmo frasco, o qual promove adesão dental, além da ação dessensibilizante. Dessa forma, pode ser utilizado como adesivo na confecção de restaurações de áreas sensíveis com perda estrutural ou apenas como dessensibilizante (Heraeus Kulzer Inc., Armonk, NY, USA).

A ampla utilização desses materiais deve-se ao fato de proporcionar um alívio imediato após a aplicação semelhante ou superior aos outros tratamentos. A comparação do Gluma Desensitizer com outros tratamentos dessensibilizantes, como o Seal & Protect (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil), Oxa Gel (Art Dent, Araraquara, SP, Brasil), Flúor Fosfato Acidulado (Nuprogel, Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil) e a irradiação com um laser de diodo de baixa potência (MMOptics, São Carlos, SP, Brasil), mostrou que o Gluma Desensitizer e o Seal & Protect apresentaram maior redução da dor imediatamente após a aplicação, apesar de em longo prazo não tenham sido observadas diferenças estatísticas quando comparados aos outros materiais (Aranha et al., 2009).

- Lasers

A tecnologia a laser oferece uma alternativa ao tratamento da HD e pode ser dividida em alta potência e baixa potência. A melhora da HD foi testada e comprovada com os lasers de alta potência como o Dióxido de carbono (CO₂), Nd:YAG, Erbium: yttrium – aluminum - garnet (Er:YAG) e Erbium chromium: yttrium – scandium – gallium - garnet (Er,Cr:YSGG) e lasers de baixa potência como Helio – neônio (He-Ne), lasers de diodo e de arseneto de gálio e alumínio (ArGaAl) (Kimura et al., 2000; Aranha et al., 2009; Sgolastra et al., 2011; Aranha; Eduardo, 2012; Al-Saud; Al-Nahedh, 2012; Farmakis et al., 2012; Lin et al., 2013, Sgolastra et al., 2013).

Os parâmetros e protocolos utilizados para as aplicações dos lasers que contribuem para a emissão de energia emitida são: a potência (W), tempo de aplicação (segundos), densidade de energia (J/cm²), modo pulsado ou contínuo, e a distância e o ângulo de aplicação da fibra ou da caneta em relação ao tecido. Tem-se notado que diferenças no tipo de laser utilizado e no protocolo de aplicação podem determinar diferentes resultados na redução da dor (Lin et al., 2013; Sgolastra et al., 2013).

Apenas os lasers de alta potência possuem efeito de oclusão tubular. Os lasers de baixa potência tem um efeito fotobiomodulador (Lin et al., 2013). Ambos serão mais bem explicados abaixo.

- Lasers de alta potência

Dentre os lasers de alta potência, destaca-se a ação do laser Nd:YAG (Dilsiz et al., 2010). Estudado desde 1970, o laser de Nd:YAG mostrou-se eficaz no tratamento da HD pela capacidade de obliterar os túbulos dentinários através de um processo de fusão e ressolidificação da superfície dentinária, processo denominado de *melting*. Esse processo não causa injúrias pulpare ou trincas na dentina irradiada se utilizado em um protocolo adequado, além de produzir um selamento de cerca de 4 µm de profundidade para dentro dos túbulos dentinários (Liu et al., 1997).

A redução da sensibilidade após a irradiação com o laser de Nd: YAG é imediata, o que pode ser explicado por dois mecanismos principais. Comparando o diâmetro e a quantidade de túbulos dentinários abertos em superfícies irradiadas e não tratadas nota-se que as irradiadas apresentam uma área homogênea, com túbulos dentinários abertos em menor número e diâmetro (Liu et al., 1997). Outra explicação seria a ação secundária do laser na polpa dental, como um laser de baixa potência, promovendo analgesia. O mecanismo de ação dos lasers de baixa potência, o laser de alta potência em baixa intensidade ou ainda o efeito secundário do laser de alta potência serão melhor explicados abaixo, no tópico “tratamento fotobiomodulador”.

Por não promover alívio completo da dor em longo prazo, o laser de Nd:YAG foi associado ao Gluma Desensitizer. Essa associação apresentou melhores resultados quando comparado ao uso isolado de cada terapia, promovendo ausência de dor em longo prazo. O Gluma Desensitizer pode complementar a obliteração dos túbulos, caso algum túbulo não seja obliterado pelo processo de fusão e resolidificação (Lopes; Aranha, 2013).

O mecanismo de ação dos lasers de érbio (Er:YAG e Er,Cr:YSGG) difere do mecanismo de ação do laser de Nd:YAG. Esses lasers possuem um mecanismo termo-mecânico de ablação, no qual o comprimento de onda emitido é absorvido pela água do tecido dental, o que induz a evaporação e consequente mudança estrutural no tecido (Sgolastra et al., 2011).

Em uma meta-análise recente, concluíram que os lasers são mais efetivos na redução da HD que placebo embora não tenham sido considerados os diferentes tipos de laser (Lin et al., 2013). Tendo os lasers de alta potência diferentes mecanismos de ação e diferentes respostas nos tecidos, outra meta-análise foi realizada no intuito de comparar os diferentes tipos de laser. Não foi encontrada diferença na redução da HD nos estudos que compararam o laser Er,Cr:YSSG com placebo. Na comparação dos lasers Er:YAG, Nd:YAG com placebo, todos se mostraram eficazes na redução da HD. Contudo, pela alta heterogenicidade dos estudos incluídos na meta-análise, foi sugerido que estudos clínicos controlados randomizados futuros sejam realizados para confirmar esse resultado (Sgolastra et al., 2013).

- Biovidro

Uma das mais recentes modalidades terapêuticas propostas para o tratamento da HD é a utilização de biovidros. O primeiro biovidro foi sintetizado por Hench e colaboradores com a finalidade de estimular a formação de tecido ósseo (Hench et al., 1991). Na Ortopedia é utilizado com a finalidade de promover a união entre implante e osso e no preenchimento de defeitos ósseos. Na Odontologia seu uso tem se destacado na Periodontia e Implantodontia, para tratamento de defeitos ósseos (Cruz et al., 2006; Margonar et al., 2012).

Os biovidros apresentam várias formulações, tais como 45S5, 45S2, 55S5, dentre outras, onde a primeira dezena, à esquerda do “S” significa o percentual de SiO₂ no composto, e o último número a relação molar de Ca/P r. Dessa forma, a composição básica que o biovidro mais utilizado na odontologia (45S5) possui é 45% SiO₂; 24,5% CaO, 24,5% Na₂O e 6% P₂O₅.

Os biovidros são vidros silicatos. As ligações Si-O-Si da superfície vítrea são clivadas quando em contato com o fluido corpóreo, formando ligações Si-OH (silanol) que configuram uma camada de silanol sobre a superfície vítrea; esta camada de silanol favorece a nucleação de hidroxiapatita na sua superfície (Migliani et al., 2010).

Hench descreveu o processo de bioatividade do biovidro: primeiramente, ocorre troca de íons de sódio e cálcio do biovidro, com prótons no ambiente biológico, seguido pela clivagem das ligações Si-O-Si da rede tetraédrica de sílica e precipitação de uma camada de fosfato de cálcio amorfa sobre a superfície de gel de silanol, na qual a hidroxiapatita é nucleada. A nucleação do fosfato de cálcio amorfo em

hidroxiapatita é um processo termodinamicamente favorável nas condições fisiológicas, fator responsável pelo desencadeamento da bioatividade deste material. As etapas adicionais posteriores estão relacionadas à ligação de proteínas à superfície do biovidro, à adesão celular e à dissolução contínua do biovidro (Hench, 1991). A bioatividade dos vidros bioativos se completa quando a camada superficial de hidroxiapatita liga-se quimicamente aos tecidos adjacentes. Esta ligação química entre o biomaterial e o tecido adjacente é o que caracteriza um vidro bioativo (Cormack; Tilocca, 2012). (Figura 2.3)

Figura 2.3: representação esquemática da formação de hidroxiapatita na superfície de um biovidro. No estágio 1 ocorre troca entre íons Na^+ e Ca^{2+} pertencentes à superfície do material com íons H^+ da solução, aumentando o pH do meio e formação de grupos silanol (Si-OH). No estágio 2 há liberação de sílica para a solução na forma $\text{Si}(\text{OH})_4$, resultado da quebra de ligações siloxano (Si-O-Si) e contínua formação de grupos silanol. No estágio 3 ocorre policondensação dos grupos silanol formando uma camada porosa rica em sílica na superfície do material. No estágio 4 há formação de um filme amorfo, rico em Ca^{2+} e PO_4^{3-} na superfície do material, pela alta concentração de íons na solução. A alta área superficial da camada rica em sílica age como uma fonte de sítios para a nucleação heterogênea do filme, que cresce pela incorporação de mais íons Ca^{2+} e PO_4^{3-} presentes na solução. No estágio 5 ocorre formação da HA na superfície do material pela cristalização do filme amorfo, rico em íons Ca^{2+} e PO_4^{3-} e pela incorporação dos ânions OH^- e CO_3^{2-} presentes na solução (Siqueira; Zanotto, 2011).

A utilização do biovidro no tratamento da HD é justificada pela capacidade de formação de hidroxiapatita na superfície dentinária, significando uma união química mais duradoura à superfície dental e, conseqüentemente, aos túbulos dentinários (Miglani et al., 2010). Essa união é resistente à escovação e aos desafios de desgaste e abrasão (Bakry et al., 2011b). Sua composição química permite que exiba um comportamento biocompatível com os tecidos dentais, além de apresentar efeito antibacteriano e pouco citotóxico para células eucarióticas, quando comparado a

outros materiais com a mesma finalidade (Forsback et al., 2004; Lee et al., 2007; Kuo et al., 2007; Curtis et al., 2010; Bakry et al., 2011a).

A obliteração dos túbulos promovida pelo biovidro não é imediata devido às reações entre o meio aquoso, o material e a superfície dentinária necessárias à formação dos cristais de hidroxiapatita. Espécimes tratados com o biovidro e analisados por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) diretamente após a aplicação ou após 24 h de imersão em saliva artificial apresentaram comportamentos distintos. Foi observado que logo após a aplicação do biovidro era possível detectar apenas alguns aglomerados de partículas na superfície dentinária, enquanto que após o armazenamento em saliva artificial os túbulos ficaram preenchidos por hastes de apatita (Curtis et al., 2010). Esse fato sugere que um veículo é necessário para manter o biovidro em contato com o tecido sobre o qual ele é aplicado e que um tempo é necessário para que as reações de bioatividade ocorram.

O uso do biovidro no tratamento da HD tem sido empregado na fabricação de alguns produtos comerciais e em materiais experimentais (Lee et al., 2005b; Kuo et al., 2007; Lee et al., 2007; Chiang et al., 2010; Curtis et al., 2010; Tirapelli et al., 2010; Bakry et al., 2011a; Bakry et al., 2013; Lopez, 2013). Como exemplo de produtos comercialmente disponíveis, tem-se o dentifrício Sensodyne Repair & Protect, que possui a tecnologia NovaMin (NovaMin Technology Inc., FL, EUA) com o propósito de promover a obliteração dos túbulos dentinários após escovação diária (Migliani et al., 2010)

Os resultados positivos na redução da sensibilidade dentinária dos dentifrícios contendo biovidro estimularam a busca de um produto para tratamento em consultório com o mesmo mecanismo de ação. O pó de biovidro foi manipulado com diferentes veículos, como água destilada (Tirapelli et al., 2010) e ácidos fosfórico em diferentes concentrações (Lee et al., 2005b; Kuo et al., 2007; Lee et al., 2007; Chiang et al., 2010; Curtis et al., 2010; Bakry et al., 2011a; Bakry et al., 2013), além da associação com laser de Nd:YAP (Lee et al., 2005a) e CO₂ (Bakry et al., 2011a). Todas as manipulações promoveram obliteração dos túbulos dentinários, em diferentes graus, nas condições avaliadas.

O pó biovidro e de associações do pó com ácido fosfórico foram estudadas a fim de avaliar a citotoxicidade, por meio de meios de cultura condicionados, modelos transwell e de disco de dentina. Quando comparado a outros materiais utilizados para

o tratamento da HD, como o Gluma Desensitizer e o SuperSeal, o biovidro apresentou menor alteração na viabilidade celular (Kuo et. al, 2005 Bakry et.al., 2011; Lopez, 2013). Uma formulação de biovidro foi capaz de promover proliferação celular, sem interferir na diferenciação de células mesenquimais indiferenciadas da polpa, com formação de matriz mineralizada (Lopez, 2013).

Frente a todas as características deste biomaterial, o seu emprego na HD permitiria uma modalidade de tratamento mais eficaz e duradoura, uma vez que este material além de promover a obliteração mecânica dos túbulos dentinários, é biocompatível, promove migração, proliferação e não interfere na diferenciação celular, o que favoreceria a formação de dentina terciária, que mesmo na presença de inúmeros tratamentos, ainda é a barreira mais eficaz e duradoura para obliterar os túbulos dentinários.

- Cirurgias periodontais

Cirurgias periodontais podem ser realizadas no intuito de recobrir áreas com dentina exposta, devido à recessão gengival. É importante ressaltar que o sucesso depende da indicação correta, uma vez que nem todos os casos há a possibilidade de se realizar esse procedimento. Uma revisão sistemática recente analisou 9 artigos relevantes e encontrou uma redução da HD pós cirurgia periodontal para recobrimento radicular, porém ressaltou que não há evidência científica suficiente para que se conclua que esse procedimento é capaz de reduzir a HD. Dessa forma é necessário que mais estudos clínicos bem conduzidos sejam realizados (De Oliveira et al., 2013).

Apesar dos procedimentos periodontais e restaurações em resina composta e ionômero de vidro terem a capacidade de reduzir a HD, muitas vezes não são realizados com esse foco, mas sim no intuito de restabelecer a estética e a função perdidas (Marquezini Junior et al., 2002).

2.7.4 Tratamento fotobiomodulador

- Laser em baixa intensidade

Os lasers de baixa potência como Helio – neônio (He-Ne), lasers de diodo de arseneto de gálio e alumínio (ArGaAl) apresentaram efetividade da redução da HD

(Kimura et al., 2000; Aranha et al., 2009; Sgolastra et al., 2011; Aranha; Eduardo, 2012; Al-Saud ; Al-Nahedh, 2012; Farmakis et al., 2012; Lin et al., 2013, Sgolastra et al., 2013)

O laser de baixa potência, o laser de alta potência em baixa intensidade ou ainda o efeito secundário do laser de alta potência promovem uma mudança no potencial elétrico da membrana celular, ativando as bombas de Na^+ e K^+ e, consequentemente, um aumento da síntese da Adrenalina Trifosfato (ATP). Dessa forma, utilizando-se parâmetros adequados, poderia apresentar efeitos analgésicos, antiinflamatórios e biomoduladores para as células pulpares. Estudos sugerem que esses lasers bloqueiam a despolarização das fibras C aferentes, fazendo com que a transmissão neural do estímulo de dor na polpa não chegue ao sistema nervoso central (SNC), promovendo assim, analgesia imediata (Yilmaz et al., 2011). Alguns estudos mostram que os lasers de baixa potência podem obliterar os túbulos dentinários pelo efeito biomodulador das células pulpares (aumento da atividade metabólica dos odontoblastos o que aumentaria a produção de dentina terciária) (Yilmaz et al., 2011).

Frente grande quantidade de possibilidade terapêuticas para o tratamento da HD e ao fato de nenhum ser efetivo em todos os paciente ou perder o efeito em longo prazo, estimula a busca de novos materiais e tratamentos (Aranha; Eduardo, 2012).

3 PROPOSIÇÃO

Esse trabalho teve como objetivo comparar *in vitro* o efeito do pó de biovidro associado a diferentes veículos na obliteração de túbulos dentinários expostos com e sem desafio erosão/abrasão.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Obtenção dos dentes e preparo de fragmentos dentinários para receberem os diferentes tratamentos

Trinta e seis dentes humanos uniradiculares foram utilizados nesse estudo, extraídos por motivos não relacionados a essa pesquisa, cedidos pelo Banco de Dentes Humanos da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo após a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética dessa instituição (Anexo A).

Os dentes foram raspados com curetas periodontais para a remoção de tecidos moles e do cimento, seguido da profilaxia com pedra pomes e água em taça de borracha. Com auxílio de cortadeira automática (Isomet 1000, Buehler Ltda, Lake Buff, IL, EUA), as raízes foram separadas das coroas e a porção radicular será seccionada longitudinalmente no sentido vestibulo-lingual/palatino (Figura 4.1). Das faces mesial e distal, foram obtidos 72 espécimes de dentina da porção cervical da raiz, com dimensões de 4 x 4 x 2 (Figura 4.2), os quais foram planificados com tiras de carbeto de silício de granulação 600 por 1 minuto, girando sobre uma politriz, sob água corrente, a velocidade de 200 rpm.

Figura 4.1: Esquema representativo do corte realizado para separar a raiz da coroa e do corte realizado para seccionar a raiz longitudinalmente no sentido vestibulo-lingual/palatino.

Figura 4.2: Esquema representativo da obtenção dos espécimes das faces mesial e distal da raiz, com dimensões de 4 x 4 x 2

Estes espécimes tiveram sua superfície dentinária tratada com ácido fosfórico, 37%, por 1 min, a fim de promover o aumento do diâmetro dos túbulos dentinários.

Esse passo teve como objetivo obter um substrato dentinário similar àquele de dentes com HD. Após o tratamento com ácido fosfórico, os espécimes foram lavados com água corrente por 30 seg (Bakry et al, 2011; Al-Saud; Al-Nahedh, 2012) e, posteriormente, serão armazenados em timol 0,1%, pH 7,0, sob refrigeração (4° C), até o início da fase experimental.

4.2 Divisão dos fragmentos dentinários em grupos experimentais

Os fragmentos de uma mesma raiz foram utilizados nos mesmos grupos experimentais, sendo que de forma aleatória foram distribuídos nos seguintes grupos experimentais (n=12/grupo):

G1: Controle: nenhum tratamento adicional;

G2: biovidro com ácido fosfórico a 30%;

G3: Gluma® desensitizer;

G4: Gluma + biovidro;

G5: irradiação com laser Nd:YAG

G6: biovidro com irradiação com o laser de Nd:YAG.

Durante a aplicação dos diferentes tratamentos, os espécimes foram mantido sobre gases contendo saliva artificial, de modo que a umidade fosse mantida.

Os grupos nos quais o pó de biovidro foi manipulado com ácido fosfórico e Gluma Desensitizer e no grupo no qual ele foi aplicado previamente à irradiação com laser Nd:YAG, o pó foi pesado em balança analítica e a quantidade utilizada foi a mesma, de 0,0001g.

O grupo no qual o biovidro foi manipulado com ácido fosfórico (30%), foi feita uma mistura do pó com o ácido fosfórico. Esta mistura foi aplicada sobre os espécimes de dentina com o auxílio de um pincel descartável por 1min e posteriormente lavada com água destilada por 30 s (Lee et al., 2005b).

O grupo no qual o biovidro foi manipulado com o Gluma, foi feita uma mistura com pó com o Gluma. Esta mistura foi aplicada sobre os espécimes de dentina com o auxílio de um pincel descartável, deixando secar por 30 s. Em seguida, a dentina foi secada com jato de ar até o líquido desaparecer e perder o brilho e, posteriormente, lavada com água destilada por 30 s.

O grupo no qual o biovidro foi irradiado com laser de Nd:YAG como veículo, o biovidro foi aplicado sobre espécimes de dentina e ao término da aplicação do pó, a superfície dentinária foi irradiada com laser de Nd:YAG (Power Laser™ ST6, Lares Research®, San Clemente, CA- FAPESP 07/55487-0), em contato com a superfície dental (1W, 15Hz e 66mJ, $\lambda = 1064\text{nm}$). Foram realizadas quatro irradiações de 10 s cada, nos sentidos longitudinal e transversal (varredura), totalizando uma irradiação de 40 s, com intervalos de 10 s entre as irradiações para relaxamento térmico do tecido. Esse protocolo foi modificado a partir de outro já utilizado para o tratamento da HD, após piloto (Lopes; Aranha, 2013).

Após a realização dos tratamentos dos diferentes grupos experimentais todos os espécimes ficaram armazenados individualmente em placas contendo saliva artificial por 14 dias, à 37° C (Curtis et al, 2010). Ao final dos 14 dias, metade dos espécimes de cada grupo foi submetida ao desafio erosão/abrasão (DEA) e metade não. Os espécimes não submetidos DEA ficaram armazenados em saliva artificial enquanto seus pares passavam pelo desafio.

Para o preparo da saliva artificial, os reagentes foram pesados em balança analítica, 0.213 g/l $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 0.738 g/l KH_2PO_4 ; 1.114 g/l KCl; 0.381 g/l NaCl; 12 g/l Tris buffer e incorporados à água destilada sob agitação em mesa agitadora. O pH foi ajustado a 7.0 com HCl (Scaramucci et al, 2013).

4.3 Desafio erosão/abrasão

Os fragmentos de uma mesma raiz foram utilizados nos mesmos grupos experimentais sendo que de forma aleatória um deles foi submetido ao desafio erosão/abrasão e o outro não. Os que serão submetidos ao desafio erosão/abrasão serão imersos separadamente em 15 ml de ácido cítrico 1% (Ph 3,75, ajustado com 1N NaOH), estaticamente, por 2min, seguido da imersão em 15 ml de saliva artificial por 60min. Em seguida, os espécimes foram posicionados na máquina simuladora de escovação, utilizando-se 270 ciclos com 10 ml de suspensão de dentífrício e saliva artificial para cada espécime. Ao término de cada procedimento (desmineralização, remineralização e escovação), os espécimes foram lavados com água deionizada e secados com papel absorvente. O ciclo foi repetido 3 vezes ao dia por 3 dias (Hara et al, 2009). Durante o desafio, os espécimes não submetidos ao desafio ficaram armazenados em saliva artificial.

Para a realização do desafio abrasivo foi utilizada uma máquina que simula escovação (MSEt- ELQUIP, São Carlos, SP, projeto FAPESP 2007/55487-0). Nas extremidades dos braços com parafusos foram acopladas escovas dentais Colgate Classic Macia. Os espécimes foram colocados nos casulos de escovação e sobre eles foram aplicados 10 ml da suspensão de saliva artificial e dentifrício (Colgate Total 12 Professional Clean). A diluição do dentifrício em saliva artificial foi na proporção 1:2, sendo a diluição preparada imediatamente antes da sua utilização. As escovas dentais atuaram perpendicularmente, com carga de 200g, em movimentos de vai e vêm e de modo uniforme sobre os espécimes. Cada movimento de vai e vêm foi considerado 1 ciclo.

Após as incubações em saliva artificial a superfície dos espécimes dos diferentes grupos experimentais que sofreram, bem como os que não sofreram o desafio erosão/abrasão foram preparados para análise morfológica por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e foram analisados em MEV

4.4 Preparo da Amostra para análise em MEV

Os espécimes foram imersos individualmente em solução de glutaraldeído 2,5% por 24h. Ao final desse tempo, eles foram lavados com solução tampão de fosfato de sódio (PBS) 0,1M pH 7,4 em três banhos consecutivos de 5min cada. O passo seguinte consistiu na desidratação das amostras através de uma sequência de soluções de etanol em concentrações crescentes: Álcool 30% por 10min (duas imersões de 5min); Álcool 50% por 10min (duas imersões de 5min); Álcool 70% por 10min (duas imersões de 5min); Álcool 90% por 10min (duas imersões de 5min); Álcool 96% por 10min (duas imersões de 5min); Álcool Absoluto por 20min (quatro imersões de 5min). Para secagem dos espécimes foi utilizado hexadimetil disilazona (HMDS – Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, EUA) por 20min em capela com exaustor.

Após o preparo para microscopia, os espécimes foram cobertos com fina película de ouro e então observados em microscópio eletrônico de varredura.

Três eletromicrografias foram captadas de cada amostra (Figura 4.3), com padronização da área de onde elas seriam obtidas, padronização de aumento de 5000x e mantendo a distância focal dentro de uma média. A análise quantitativa foi realizada por um programa de computador (NIS- Elements AR). A razão entre a porcentagem da área de túbulos abertos e da área total foi calculada em cada

eletromicrografia e o valor para cada amostra foi a média entre suas três eletromicrografias. A análise qualitativa (descritiva) considerou a característica da superfície dentinária, dentina intertubular e peritubular, *smear layer* e presença de depósitos.

Figura 4.3: Esquema representativo da padronização das três áreas eletromicrografadas.

5 RESULTADOS

5.1 Análise morfológica qualitativa das eletromicrografias de varredura da superfície dos espécimes

O grupo controle sem desafio erosão/abrasão (DEA) foi aquele no qual a dentina recebeu somente o tratamento com ácido fosfórico a 37 % para abertura dos túbulos dentinários com o intuito de simular uma dentina sensível. A maior parte dos espécimes apresentou uma superfície com muitos túbulos dentinários amplos e abertos de diâmetros similares e homoganeamente distribuídos na superfície. Foi possível notar a presença de sujidades sobre a dentina intertubular e na entrada de alguns túbulos (Figura 5.1).

Figura 5.1- Eletromicrografia de varredura representativa do grupo controle sem desafio erosão/abrasão (DEA). Notar a presença de sujidades sobre a dentina intertubular e na entrada de alguns túbulos (Aumento original 5000X)

O grupo controle com DEA foi aquele no qual os espécimes passaram pelo DEA após o tratamento para simular a dentina sensível. A maior parte da superfície dentinária apresentou-se recoberta por *smear layer*. Foi possível notar uma superfície com número reduzido de túbulos dentinários abertos distribuídos de forma não homogênea, por vezes concentrado em determinadas áreas de permeio à *smear layer*. Os túbulos abertos exibiam diâmetros variados (Figura 5.2).

Figura 5.2- Eletromicrografia de varredura representativa do grupo controle com desafio erosão/abrasão (DEA). Notar a presença de grande área da superfície dentinária recoberta por *smear layer* (Aumento original 5000X)

O grupo ácido + biovidro sem DEA foi aquele no qual foi aplicada uma solução contendo ácido fosfórico e biovidro. As superfícies de dentina apresentaram-se livres de *smear layer*. Os túbulos dentinários apresentaram-se abertos com diâmetros amplos e uniformes, distribuídos de maneira homogênea (Figura 5.3).

Figura 5.3- Eletromicrografia de varredura representativa do grupo ácido + biovidro sem desafio erosão/abrasão (DEA). Notar que a superfície da dentina apresenta-se livre de *smear layer*. (Aumento original 5000X)

O grupo ácido + biovidro com DEA exibiu a maior parte de túbulos dentinários abertos ou parcialmente obliterados. Esses túbulos, apesar de distribuídos de forma homogênea, apresentaram diâmetros variados. A maior parte dos espécimes deste grupo apresentou dentina intertubular com aspecto rugoso, representado por um rendilhado aparentemente composto por feixes de colágeno (Figura 5.4).

Figura 5.4- Eletromicrografia de varredura representativa do grupo ácido + biovidro com desafio erosão/abrasão (DEA). Notar a dentina intertubular com aspecto rugoso e rendilhado (Aumento original 5000X)

O grupo Gluma sem DEA apresentou superfície dentinária com túbulos dentinários abertos. Os túbulos dentinários distribuíram-se uniformemente nas superfícies dentinárias e apresentaram-se parcialmente ou completamente obliterados por material amorfo. Na superfície da dentina intertubular era possível encontrar grumos de material, interpretados como restos de Gluma (Figura 5.5).

Figura 5.5- Eletromicrografia de varredura representativa do grupo Gluma sem desafio erosão/abrasão (DEA). Notar que os túbulos dentinários apresentam-se parcialmente ou completamente obliterados por material amorfo (Aumento original 5000X)

O grupo Gluma com DEA mostrou túbulos abertos com diâmetros regulares e homogeneamente distribuídos na dentina. A maior parte dos espécimes deste grupo apresentou sujidades sobre a dentina intertubular. Estas sujidades não ocluíam, nem ocultavam as luzes dos túbulos, sendo ocasionalmente encontradas nas suas aberturas. Estavam representadas por fragmentos amorfos de tamanhos variados, isolados ou aglomerados (Figura 5.6).

Figura 5.6- Eletromicrografia de varredura representativa do grupo Gluma com desafio erosão/abrasão (DEA). Notar sujidades sobre a dentina intertubular, às vezes penetrando na abertura dos túbulos (Aumento original 5000X)

O grupo Gluma + biovidro sem DEA apresentou morfologia similar ao grupo Gluma sem DEA, porém com dentina intertubular apresentando pequena quantidade de sujidades numa superfície lisa (Figura 5.7).

Figura 5.7- Eletromicrografia de varredura representativa do grupo Gluma + biovidro sem desafio erosão/abrasão (DEA) (Aumento original 5000X)

O grupo Gluma + biovidro com DEA apresentou túbulos homogeneamente dispostos na superfície da dentina. Esses túbulos apresentavam afastados uns dos outros e exibiam diâmetros diminutos. Poucos depósitos puderam ser observados sobre superfície de dentina de aspecto rugoso e homogêneo (Figura 5.8).

Figura 5.8- Eletromicrografia de varredura representativa do grupo Gluma + biovidro com desafio erosão/abrasão (DEA) (Aumento original 5000X)

Nos grupos Nd:YAG, independentemente se com ou sem biovidro e com ou sem DEA, a irradiação com o laser em modo contato e em varredura foi capaz de alterar a morfologia superficial da dentina de forma marcante. As áreas irradiadas mostraram-se completamente livres de túbulos abertos e com a superfície exibindo aspecto compatível com um processo de fusão e resolidificação, representado por camada compacta rugosa e granular. A Figura 5.9 ilustra esta morfologia.

Figura 5.9- Eletromicrografia de varredura representativa das superfícies irradiadas pelo Nd:YAG. Observe a dentina coberta por espessa faixa de dentina resolidificada (Aumento original 5000X)

As alterações acima descritas também apareceram em algumas eletromicrografias de varredura em continuidade com áreas ricas em túbulos dentinários abertos e de amplo diâmetro (Figura 5.10).

Figura 5.10- Eletromicrografia de varredura representativa dos grupos irradiados pelo laser Nd:YAG. Observe à direita da imagem vários túbulos abertos, enquanto à esquerda a dentina está coberta por espessa faixa de dentina resolidificada (Aumento original 5000X)

Algumas eletromicrografias de varredura dos grupos irradiados pelo laser Nd:YAG apresentaram morfologia similar àquela do grupo controle sem DEA. A Figura 5.11 representa estas eletromicrografias.

Figura 5.11- Eletromicrografia de varredura dos grupos irradiados pelo laser Nd:YAG representativa das áreas que não exibiram alterações pela irradiação. Notar a homogeneidade dos túbulos dentinários amplos de permeio à dentina intertubular superficialmente descalcificada (Aumento original 5000X)

Alguns dos espécimes tratados não puderam ser analisados, pois após a obtenção das eletromicrografias pode-se notar que o cimento radicular não foi totalmente removido durante a curetagem manual. O cimento radicular recobre a superfície e não permite a exposição dos túbulos, o que comprometeu a análise que se desejava realizar (Figura 5.12).

Figura 5.12- Eletromicrografia de varredura representativa das áreas onde a dentina não foi exposta. Observe a superfície coberta por ligamento periodontal. (Aumento original 5000X)

5.2 Análise quantitativa da área relativa de túbulos dentinários abertos

O gráfico 5.1 ilustra graficamente as médias das áreas relativas de túbulos abertos (áreas abertas / área total de cada eletromicrografia) em função dos grupos experimentais. Para esta análise somente foram considerados os grupos controle,

ácido + biovidro, Gluma e Gluma + biovidro, com e sem DEA. Os grupos: Nd:YAG e Nd:YAG + biovidro com e sem DEA foram analisados apenas qualitativamente uma vez que o protocolo de irradiação proposto não foi capaz de irradiar toda a superfície dos espécimes de forma uniforme, como descrito e exemplificado na análise qualitativa.

Gráfico 5.1- Representação gráfica das médias das áreas relativas de aberturas tubulares em função dos grupos experimentais. * significativamente menor que dos demais grupos. As barras indicam os erros padrões das médias.

Na comparação entre os diferentes grupos, o grupo Gluma sem DEA foi o único que apresentou diferença estatisticamente significativa com outros grupos. A diferença ocorreu com os grupos: controle sem DEA ($p=0,0056$), controle com DEA ($p=0,0283$), ácido + biovidro sem DEA ($p=0,0184$), ácido + biovidro com DEA ($p=0,0237$), Gluma + biovidro sem DEA ($p=0,0071$). Não houve diferença com o grupo Gluma + biovidro com DEA ($p=0,2527$).

Não houve diferença estatisticamente significativa na comparação dentro de um mesmo grupo dos espécimes que passaram pelo DEA com os que não passaram pelo desafio ($p<0,05$).

Com exceção do grupo Gluma, houve uma tendência de redução de área relativa de túbulos dentinários abertos nos grupos com biovidro após o DEA, em especial no grupo ácido + biovidro.

6 DISCUSSÃO

Métodos preventivos de saúde bucal propiciaram a manutenção dos dentes na cavidade oral por períodos prolongados o que, juntamente com mudanças nos hábitos de higiene e dieta, resultaram no aumento da incidência de lesões cervicais não cariosas e quadros de hipersensibilidade dentinária (HD) (Chabanski; Gillam, 1997). Diversos tratamentos tem sido propostos para a HD, entretanto, nenhum apresenta total efetividade em longo prazo, fato que justifica a busca por novos tratamentos. O biovidro é um material biocompatível e biativo e, além disso, é capaz de promover deposição de hidroxiapatita (Hench, 1991), sendo, portanto um material promissor na busca da efetiva redução da HD em longo prazo. Ele tem sido utilizado para tratamento da HD na forma de aplicações seriadas de pastas dentifrícias (Miglani et al., 2010). Na busca do selamento biológico dos túbulos dentinários, o biovidro na forma de pó também poderia ser aplicado na superfície da dentina exposta como procedimento de consultório. A necessidade de se encontrar formas de manipulação do biovidro em pó que possibilitem sua aplicação profissional e sua manutenção por períodos mais prolongados na superfície dentinária exposta de dentes com HD motivou a realização desse estudo.

Os veículos para aplicação do pó de biovidro propostos nesse estudo foram escolhidos devido ao fato de possuírem propriedades dessensibilizantes, ou seja, além de servirem como veículos poderiam potencializar a ação do biovidro ou por estarem sendo estudados por outros grupos de pesquisa. A associação com o ácido fosfórico foi proposta por alguns autores para formar uma pasta que pudesse ser aplicada sobre a dentina (Lee et al., 2005a; Kuo et al., 2007; Chiang et al., 2010; Bakry et al., 2011a; Bakry et al., 2011b; Bakry et al., 2013). Acredita-se que o pó de biovidro ao ser misturado a uma solução aquosa de ácido fosfórico forneceria cálcio, fosfato e cristais de sódio para o meio, e simultaneamente, o ácido mobilizaria íons cálcio e fosfato da dentina subjacente. Os íons fosfato reagem com os íons cálcio, formando sais ácidos de cálcio e fosfato, sais inorgânicos que precipitam na superfície dentinária, com pequenos cristais se depositando na entrada dos túbulos dentinários (Bakry et al., 2011a). A associação com o laser de Nd:YAG tem sido estudada (Lee et al., 2005a) e foi proposta uma vez que se o laser de alta potência fosse capaz de incorporar o biovidro pelo processo de derretimento e recristalização da dentina, a

obliteração dos túbulos dentinários seria mais efetiva e duradoura. A associação com o Gluma Desensitizer foi testada uma vez que esse produto tem proporcionado bons resultados na redução da HD como um procedimento de consultório (Aranha et al., 2009; Lopes; Aranha, 2013). De uma forma geral, com a aplicação do biovidro seguida de desafio erosivo/abrasivo (DEA) houve tendência de ocorrer oclusões parciais ou totais dos túbulos dentinários, diferentemente com o que ocorreu no grupo Gluma sem biovidro onde houve aumento de túbulos abertos após o DEA.

Para mimetizar a situação clínica *in vivo* da HD, onde os materiais aplicados sobre a dentina estariam em contato constante com a saliva, os momentos em que os espécimes tiveram que ficar estocados em meio líquido, como após a aplicação dos diferentes tratamentos e entre os desafios de erosão e abrasão, a estocagem foi feita em saliva artificial. Ela foi escolhida por apresentar vantagens como facilidade de obtenção e por eliminar a questão da variabilidade da composição, validade de armazenamento e controle de infecção (Hara et al., 2009) e poder fornecer os minerais necessários para a deposição de cristais sobre o biovidro.

O objetivo do estudo foi buscar um veículo para a aplicação do biovidro em pó que propiciasse a manutenção deste material na superfície da dentina exposta por períodos prolongados. Portanto, o material deveria resistir à fisiologia bucal, bem como aos procedimentos de higiene bucal. Assim sendo, os espécimes tratados foram submetidos ao DEA. De fato, o DEA foi proposto no intuito de verificar se caso houvesse a formação de depósitos, como estes resistiriam aos desafios ácidos e abrasivos que ocorrem na cavidade oral pela ingestão de alimentos e bebidas ácidas e pela escovação dental. A estocagem dos espécimes em saliva entre os desafios de erosão e abrasão foi realizada com a finalidade de aumentar a resistência à abrasão dos espécimes erodidos e apesar de controversa, (Attin et al., 2000; Ganss et al., 2007) representa de maneira mais fiel as condições reais diárias, nas quais dificilmente é realizada a escovação dental imediatamente após o desafio erosivo (Wiegand; Attin, 2011).

De posse dos espécimes tratados e submetidos ou não ao DEA foi realizada análise morfológica qualitativa das superfícies dentinárias pela técnica da microscopia eletrônica de varredura (MEV). A MEV possibilitou esta análise qualitativa onde foram observados a quantidade e distribuição de túbulos dentinários, o aspecto da dentina intertubular, bem como possíveis depósitos no interior dos túbulos e sobre a dentina intertubular. Além da observação da morfologia superficial da dentina, também foram

realizadas nas eletromicrografias uma análise quantitativa das áreas de túbulos abertos em relação às áreas totais de dentina. Houve padronização na obtenção das eletromicrografias de varredura que eram obtidas em condições pré-estabelecidas, como o aumento da imagem e a distância focal média em todos os espécimes. Além disso, as áreas eletromicrografadas também foram pré-estabelecidas. Isto possibilitou a obtenção de dados que puderam ser comparados estatisticamente. Este método de captação de imagens evitou que as eletromicrografias fossem obtidas das áreas com aspecto de maior interesse pelo pesquisador, mas sim de áreas pré-estabelecidas e, portanto representativas. Através de um programa de computador (NIS- Elements AR) que selecionou áreas com túbulos abertos e calculou a porcentagem de áreas abertas em relação à área total, foi feita a análise quantitativa. Apesar de menos subjetivo que a contagem manual, apresenta um ponto a ser considerado: dependendo da inclinação do túbulo dentinário na eletromicrografia, a área do túbulo dentinário aberto pode ter sido registrada com um valor menor do que seria caso os túbulos estivessem em toda a sua extensão na direção do feixe de elétrons. Inicialmente foram tratados 12 espécimes por grupo, sendo que 6 desses passaram pelo DEA e 6 não. No momento da análise das eletromicrografias, notou-se que alguns espécimes não poderiam ser incluídos na análise uma vez que apresentavam cemento radicular recobrindo a superfície dentinária mesmo após a raspagem com curetas manuais e por isso foram excluídos. Importante ressaltar que os dentes dos quais foram obtidos os espécimes foram provenientes de Banco de Dentes, e, portanto, não tínhamos conhecimento sobre o tempo pós-extração, o motivo da extração, as condições nas quais os dentes se encontravam antes das extrações e, nem mesmo o meio de acondicionamento até a chegada ao Banco de Dentes. Por esse motivo, os dentes utilizados poderiam apresentar características de espessura de cemento radicular, exposição e diâmetro de túbulos e grau de mineralização diferentes. Talvez tenham sido estes os fatos que levaram à presença de cemento, e mesmo de ligamento periodontal que mesmo após o tratamento com ácido fosfórico 37% por 1 min. Estes espécimes não mimetizaram as condições *in vitro* da HD *in vivo* e, portanto, tiveram que ser descartados do estudo.

Nas eletromicrografias do grupo ácido + biovidro, a maior parte dos túbulos dentinários permaneceu aberto ou parcialmente obliterado. Os resultados favoráveis encontrados em outros estudos que fizeram essa associação podem ser devido ao tempo que a pasta formada pelo ácido e biovidro ficou em contato com a superfície,

que foi de 10 min (Lee et al., 2007; Chiang et al., 2010) Uma alternativa para reduzir esse tempo foi proposta por Bakry et al., (2013) e consiste na cobertura da dentina com uma camada de agente adesivo sobre o gel de ácido + biovidro, que apesar de ter apresentado resultados positivos na retenção do gel e obliteração dos túbulos dentinários, ainda não foi testada em nível de toxicidade celular. Além disso, acreditamos que o adesivo impediria a troca iônica do biovidro com a saliva prevenindo a esperada formação de cristais de hidroxiapatita na superfície da dentina, ou mais especificamente dentro dos túbulos dentinários.

Na comparação entre os diferentes grupos, o Gluma sem DEA foi o único que apresentou diferença estatística com os outros grupos, o que juntamente com outros estudos da literatura justifica o fato de ele ainda ser um dos tratamentos mais propostos e com melhores resultados na redução da HD (Aranha et al., 2009; Lopes; Aranha, 2013). A utilização do Gluma isolado foi o tratamento da dentina exposta que levou a maior obliteração de túbulos dentinários nos espécimes não submetidos ao DEA. Isto era esperado devido ao efeito do glutaraldeído com as proteínas do fluido dentinário: os dois grupos aldeído presentes no glutaraldeído se entrelaçam com os grupos amino do colágeno presente na dentina, permitindo a fixação de proteínas e formando uma barreira, dessa forma a oclusão dos túbulos é rápida (Schüpbach et al., 1997) e a redução clínica da HD imediata (Kakaboura et al., 2005; Aranha et al., 2009). No entanto, após o DEA parte as obliterações foi perdida, fato que está de acordo com a literatura que tem verificado que apesar do efeito imediato desse tratamento, com o tempo a obliteração é reduzida e ocorre ressurgimento parcial ou total de HD (Davidson; Suzuki, 1997; Duran; Sengun, 2004). Diferente do esperado, o Gluma quando utilizado como veículo para o biovidro não levou a aumento da obliteração tubular. O fato do grupo no qual apenas o Gluma foi utilizado ter apresentado menor área relativa de túbulos abertos que o grupo no qual ele foi associado ao biovidro sugere que o biovidro possa ter interferido nas reações do glutaraldeído e HEMA. Portanto, a associação de Gluma com o biovidro não seria indicada, porque além de não causar o efeito desejado do biovidro, ainda preveniria a ação imediata e benéfica do Gluma

O protocolo de irradiação utilizado nos grupos Nd:YAG (em contato, 1W, 15Hz e 66mJ, $\lambda = 1064\text{nm}$, em varredura, quatro irradiações de 10 s cada, com 10 s para relaxamento térmico do tecido) foi obtido com base em estudo piloto, no qual densidades de energia mais altas causaram trincas e fraturas nos espécimes. Esse

tratamento da superfície dentinária com o laser Nd:YAG, associado ou não ao biovidro, não causou um *melting* de modo uniforme, de forma que foi possível encontrar muitas áreas completamente inalteradas, e somente algumas áreas parcialmente ou totalmente alteradas. Almejava-se que a dentina sofresse uniformemente fusão e ressolidificação dos cristais pela ação de laser, apresentando túbulos totalmente ou parcialmente obliterados, superfície com aspecto de grumos, com projeções arredondadas, sem trincas e sem fraturas (Al-Saud; Al-Nahedh, 2012). Na verdade, nas áreas onde houve irradiação efetiva, as alterações da superfície de dentina poderiam ter causado a fixação do biovidro na massa de dentina derretida, o que provavelmente seria interessante, tanto do ponto de vista mecânico com o fechamento de túbulos, que provavelmente se tornariam permanentes pela posterior deposição de hidroxiapatita sobre o biovidro, mas também do ponto de vista biológico pela indução de formação de dentina reacional causada pela bioatividade do biovidro. No entanto, o método de irradiação utilizado, não foi capaz de varrer toda a superfície dentinária. De fato, a utilização de um motor de passo favoreceria uma irradiação mais uniforme, no entanto, isso não representaria o modo que a irradiação é realizada durante o atendimento clínico. Assim sendo, os grupos tratados com o laser Nd:YAG não foram analisados quantitativamente.

Lasers com diferentes comprimentos de onda mostram-se capazes de, em associação com biovidro, levar à obliteração de túbulos dentinários. A dentina efetivamente submetida à associação do laser Nd:YAG com o biovidro no presente estudo levou à obliteração dos túbulos dentinários como esperado. Adicionalmente, na literatura o uso de um laser similar, o de Nd:YAP, de comprimento de onda de 1340nm, essa associação também promoveu a obliteração e selamento dos túbulos em profundidade (Lee et al., 2005a).

A associação de um dentifrício comercialmente disponível com o laser de Nd:YAG também foi testada *in vitro* em diferentes parâmetros e comparada com o uso isolado de laser e do dentifrício. Embora a irradiação com o laser de Nd:YAG no parâmetro de 1W, 10 Hz e 100 mJ tenha promovido oclusão dos túbulos dentinários maior que a do uso isolado do dentifrício, ela foi similar à do uso isolado do laser (Farmakis et al., 2013). Outra proposta foi a associação do laser de CO₂ (comprimento de onda de 10.6µm) com o biovidro (manipulado com ácido fosfórico, formando um gel, que foi recoberto por uma camada de agente adesivo). O uso isolado do biovidro e a associação dele com o laser de CO₂ foram capazes de formar uma camada que

recobriu 100% das superfícies dentinárias, sendo a camada formada pela ação do laser mais compacta e com estruturas cristalinas menores (Bakry et al., 2011a).

Sabe-se que a rede de sílica do biovidro reage com os íons hidroxila do meio aquoso com o qual o biovidro entra em contato, formando compostos silanol, solúveis em água. A solubilidade em água pode explicar o fato de não ter sido encontrada sílica nas eletromicrografias.

Pela análise do gráfico em colunas pode-se notar que de modo geral houve uma tendência de redução do diâmetro ou do número de túbulos abertos em todos os grupos após o desafio erosão/abrasão, exceto no grupo Gluma, ou seja, com exceção do Gluma, o protocolo erosivo/abrasivo proposto não removeu os depósitos formados nem causou um desgaste na superfície dentinária, pelo contrário, formou um *slurry* capaz de recobrir parcialmente os túbulos.

A busca de um veículo para o pó do biovidro ainda deve continuar uma vez que sendo menos agressivo às células pulpares (Lopez, 2013) e por ser bioativo, o selamento prolongado da superfície dentinária por este material poderia contribuir para um selamento biológico desta dentina, provavelmente facilitando a resposta pulpar com a formação de dentina esclerosada ou mesmo de dentina terciária que selaria os túbulos em definitivo. Adesivos dentinários, dessensibilizante dentinário e cimento de ionômero de vidro são materiais odontológicos que poderiam ser testados como veículos. Caso um veículo adequado seja encontrado, testes biológicos em estudos *in vitro* e *in vivo* da resposta da polpa ou de células pulpares às formulações de biovidro deverão ser realizados.

7 CONCLUSÃO

Baseados nas limitações deste estudo *in vitro*, concluiu-se que o pó de biovidro nos diferentes veículos testados não foi capaz de induzir a obliteração de túbulos dentinários expostos.

REFERÊNCIAS¹

Absi EG, Addy M., Adams D. Dentin hypersensitivity. A study of the patency of dentinal tubules in sensitive and non-sensitive cervical dentin. *J Clin Periodontol*. 1987;14: 280-28.

Addy M. Clinical aspects of dentin hypersensitivity. *Proc Finn Dent Soc*. 1992;88 Suppl 1:23-30.

Al-Saud LM, Al-Nahedh HN. Occluding effect of Nd:YAG laser and different dentin desensitizing agents on human dentinal tubules in vitro: a scanning electron microscopy investigation. *Oper Dent*. 2012 Jul-Aug; 37(4):340-55.

Aranha AC, Pimenta LA, Marchi GM. Clinical evaluation of desensitizing treatments for cervical dentin hypersensitivity. *Braz Oral Res*. 2009 Jul-Sep;23(3):333-9.

Aranha ACC, Eduardo CP. Effects of Er:YAG and Er,Cr:YSGG lasers on dentine hypersensitivity. Short-term clinical evaluation. *Lasers Med Sci*. 2012 Jul;27(4): 813-8.

Attin T, Buchalla W, Gollner M, Hellwig E: Use of variable remineralization periods to improve the abrasion resistance of previously eroded enamel. *Caries Res*. 2000 Jan-Feb;34(1):48-52.

Bakry AS, Takahashi H, Otsuki M, Sadr A, Yamashita K, and Tagami J. CO2 laser Improves 45S5 Bioglass Interaction with Dentin. *J Dent Res*. 2011a;90(2):246-50.

Bakry AS, Takahashi H, Otsuki M, Tagami J. The durability of phosphoric acid promoted bioglass-dentin interaction layer. *Dent Mater*. 2013 Apr;29(4):357-64.

Bakry AS, Tamura Y, Otsuki M, Kasugai S, Ohya K, Tagami J. Cytotoxicity of 45S5 bioglass paste used for dentine hypersensitivity treatment. *J Dent*. 2011b Sep; 39(9):599-603.

Bamise CT, Esan TA. Mechanisms and Treatment Approaches of Dentine Hypersensitivity: A literature review. *Oral Health Prev Dent*. 2011;9:353-67.

¹ De acordo com Estilo Vancouver.

Brahmbhatt N, Bhavsar N, Sahayata V, Acharya A, Kshatriya P A double blind controlled trial comparing three treatment modalities for dentin hypersensitivity. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012 May 1;17(3):e483-90.

Brännström M, Aström A. The hydrodynamics of the dentine; its possible relationship to dentinal pain. *Int Dent J*. 1972 Jun;22(2):219-27.

Brännström M. Sensitivity of dentine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1966 Apr;21(4):517-26.

Canadian Advisory Board on Dentin Hypersensitivity. Consensus-based recommendations for the diagnosis and management of dentin hypersensitivity. *J Can Dent Assoc*. 2003 Apr;69(4):221-6.

Cate T. *Histologia oral: desenvolvimento, estrutura e função*. 7a. ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2008.

Chabanski MB, Gillam DG (1997) Aetiology, prevalence and clinical features of cervical dentine sensitivity. *J Oral Rehabil*. 1997;24:15–1.

Chiang YC, Chen HJ, Liu HC, Kang SH, Lee BS, Lin FH, Lin HP, Lin CP. A novel mesoporous biomaterial for treating dentin hypersensitivity. *J Dent Res*. 2010 Mar; 89(3):236-40.

Cormack AN, Tilocca A. Structure and biological activity of glasses and ceramics. *Philos Transact A Math Phys Eng Sci*. 2012;370(1963):1271-80.

Cruz ACC, Silva JCZ, G L Pilatti, Santos F A. Use of bioactive glasses as bone graft substitutes: A review of literature. *Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo*. 2006;18(3):287-95.

Cummins D. Dentin hypersensitivity: from diagnosis to a breakthrough therapy for everyday sensitivity relief. *J Clin Dent*. 2009;20(1):1-9.

Curtis AR, West NX, Su B. Synthesis of nanobioglass and formation of apatite rods to occlude exposed dentine tubules and eliminate hypersensitivity. *Acta Biomater*. 2010 Sep;6(9):3740-6.

Davidson DF, Suzuki M. The Gluma bonding System: a clinical evaluation of its various components for the treatment of hypersensitive root dentin. *J Can Dent Assoc.* 1997;63(1):38-41.

De Oliveira DW, Marques DP, Aguiar-Cantuária IC, Flecha OD, Gonçalves PF. Effect of surgical defect coverage on cervical dentin hypersensitivity and quality of life. *J Periodontol.* 2013 Jun;84(6):768-75

Dilsiz A, Aydin T, Canakci V, Gungormus M. Clinical evaluation of Er:YAG, Nd:YAG, and diode laser therapy for desensitization of teeth with gingival recession. *Photomed Laser Surg.* 2010 Oct; 28 Suppl 2:S11-7.

Duran I, Sengun A. The long-term effectiveness of five current desensitizing products on cervical dentine sensitivity. *J Oral Rehabil.* 2004 Apr;31(4):351-6.

Farmakis ET, Kozyrakis K, Khabbaz MG, Schoop U, Beer F, Moritz A. In vitro evaluation of dentin tubule occlusion by Densshield and Neodymium-doped yttrium-aluminum-garnet laser irradiation. *J Endod.* 2012 May;38(5):662-6.

Farmakis ET, Beer F, Kozyrakis K, Pantazis N, Moritz A. The influence of different power settings of Nd:YAG laser irradiation, bioglass and combination to the occlusion of dentinal tubules. *Photomed Laser Surg.* 2013 Feb;31(2):54-8.

Ferreira AN, Silveira L, Genovese WJ, de Araújo VC, Frigo L, de Mesquita RA, Fish EW. The Lymph Supply of the Dentine and Enamel. *Proc R Soc Med.* 1927 Jan; 20(3):225-36.

Forsback AP, Areva S, Salonen JI. Mineralization of dentin induced by treatment with bioactive glass S53P4 In vitro. *Acta Odontol Scand.* 2004;62:14-20.

Furlan GHV, Braga SRM, Steagall Junior W, Sobral MAP. Desgaste dental causado por diferentes cerdas de escovas dentais. *Rev Inst Ciênc Saúde* 2004 out-dez;23(4):305-8.

Ganss C, Schlueter N, Hardt M, von Hinckeldey J, Klimek J. Effects of toothbrushing on eroded dentine. *Eur J Oral Sci.* 2007 Oct;115(5):390-6.

Gillam D, Chesters R, Attrill D, Brunton P, Slater M, Strand P, Whelton H, Bartlett D. Dentine hypersensitivity--guidelines for the management of a common oral health problem. *Dent Update.* 2013 Sep;40(7):514-6, 518-20, 523-4.

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 Rehabil.* 2002 Apr;29(4):305-13.

Grippio JO, Simring M, Schreiner S. Attrition, abrasion, corrosion and abfraction revisited: a new perspective on tooth surface lesions. *J Am Dent Assoc.* 2004 Aug; 135(8):1109-18; quiz 1163-5.

Grossman LE. The treatment of hypersensitive dentine. *J. Am.Dent. Assoc.*1935; 22(4):592-602.

Hara AT, González-Cabezas C, Creeth J, Parmar M, Eckert GJ, Zero DT. Interplay between fluoride and abrasivity of dentifrices on dental erosion-abrasion. *J Dent.* 2009 Oct; 37(10):781-5.

Hench LL. Bioceramics: from concept to clinic. *J Am Ceram Soc.* 1991; 74(7) 1487-1510.

Ishihata H, Finger WJ, Kanehira M, Shimauchi H, Komatsu M. In vitro dentin permeability after application of Gluma® desensitizer as aqueous solution or aqueous fumed silica dispersion. *J Appl Oral Sci.* 2011 Apr;19(2):147-53.

Jacobsen PL, Bruce G. Clinical dentin hypersensitivity: understanding the causes and prescribing a treatment. *J Contemp Dent Pract.* 2001 Feb 15;2(1):1-12.

Kakaboura A, Rahiotis C, Thomaidis S, Doukoudakis S. Clinical effectiveness of two agents on the treatment of tooth cervical hypersensitivity. *Am J Dent.* 2005;18(4):291-5.

Kimura Y, Wider-Smith P, Yonaga K, Matsumoto K. Treatment of dentine hypersensitivity by lasers: a review. *J Clin Periodontol.* 2000 Oct;27(10):715-21.

Kleinberg I. SensiStat. A new saliva-based composition for simple and effective treatment of dentinal sensitivity pain. *Dent Today.* 2002 Dec;21(12):42-7.

Kuo TC, Lee BS, Kang SH, Lin FH, Lin CP. Cytotoxicity of DP-bioglass paste used for treatment of dentin hypersensitivity. *J Endod.* 2007 Apr;33(4):451-4.

Kuroe T, Itoh H, Caputo AA, Konuma M. Biomechanics of cervical tooth structure lesions and their restoration. *Quintessence Int.* 2000 Apr;31(4):267-74.

Larsen MJ, Nyvad B. Enamel erosion by some soft drinks and orange juices relative to their pH, buffering effect and contents of calcium phosphate. *Caries Res.* 1999;33(1):81-7.

Lee BS, Chang CW, Chen WP, Lan WH, Lin CP. In vitro study of dentin hypersensitivity treated by Nd:YAP laser and bioglass. *Dent Mater.* 2005a Jun;21(6):511-9.

Lee BS, Kang SH, Wang YL, Lin FH, Lin CP. In vitro study of dentinal tubule occlusion with sol-gel DP-bioglass for treatment of dentin hypersensitivity. *Dent Mater J.* 2007 Jan;26(1):52-61.

Lee BS, Tsai HY, Tsai YL, Lan WH, Lin CP. In vitro study of DP-bioglass paste for treatment of dentin hypersensitivity. *Dent Mater J.* 2005b Dec;24(4):562-9.

Levitch LC, Bader JD, Shugars DA, Heymann HO. Non-carious cervical lesions. *J Dent.* 1994 Aug;22(4):195-207.

Lin PY, Cheng YW, Chu CY, Chien KL, Lin CP, Tu YK. In-office treatment for dentin hypersensitivity: a systematic review and network meta-analysis. *J Clin Periodontol.* 2013 Jan;40(1):53-64.

Ling TY, Gillam DG. The effectiveness of desensitizing agents for the treatment of cervical dentine sensitivity (CDS)--a review. *J West Soc Periodontol Periodontol Abstr.* 1996;44(1):5-12.

Liu HC, Lin CP, Lan WH. Sealing depth of Nd:YAG laser on human dentinal tubules. *J Endod.* 1997 Nov;23(11):691-3.

Lopes AO, Aranha AC. Comparative evaluation of the effects of Nd:YAG laser and a desensitizer agent on the treatment of dentin hypersensitivity: a clinical study. *Photomed Laser Surg.* 2013 Mar;31(3):132-8.

Lopez TCC. Investigação dos efeitos de substâncias liberadas por materiais utilizados no tratamento da Hipersensibilidade Dentinária (Gluma e Biovidro), associados ou não à laser fototerapia, na proliferação e diferenciação de células

mesenquimais de polpa dentária humana [Dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo. Faculdade de Odontologia; 2013.

Mair LH. Wear in dentistry: current terminology. J Dent 1992 Jun;20(3):140-4.

Mantzourani M, Sharma D. Dentine sensitivity: past, present and future. J Dent. 2013 Jul;41 Suppl 4:S3-17.

Margonar R, Queiroz TP, Luvizuto ER, Marcantonio É, Lia RC, Holzhausen M, Marcantonio-Júnior É. Bioactive glass for alveolar ridge augmentation. J Craniofac Surg. 2012 May;23(3):e220-2.

Marquezini Junior L, Sunfeld RH, Briso ALF, Mauro SJ, Okida RC. Hipersensibilidade dentinária em lesões cervicais com ou sem cavitação. JBD. 2002Jul/ set;1(3):245-54.

Matthews B, Vongsavan N. Interactions between neural and hydrodynamic mechanisms in dentine and pulp. Arch Oral Biol. 1994; 39 Suppl:87S-95S.

Miglani S, Aggarwal V, Ahuja B. Dentin hypersensitivity: Recent trends in management. J Conserv Dent. 2010 Oct;13(4):218-24.

Namgung C, Rho YJ, Jin BH, Lim BS, Cho BH. A retrospective clinical study of cervical restorations: longevity and failure-prognostic variables. Oper Dent. 2013 Jul-Aug;38(4):376-85.

Ochi K, Matsumoto K. A morphological study of dentinal nerve endings. J Endod. 1988 Dec;14(12):601-6.

Orchardson R, Gillam DG. Managing dentin hypersensitivity. J Am Dent Assoc. 2006 Jul;137(7):990-8.

Paine ML, Slots J, Rich SK. Fluoride use in periodontal therapy: A review of the literature. J Am Dent Assoc. 1998;129:69-77.

Patel M, Nixon PJ, Chan MF. Gingival recession: Part 1. Aetiology and non-surgical management. Br Dent J. 2011 Sep 23;211(6):251-4.

- Pearce NX, Addy M, Newcombe RG. Dentine hypersensitivity: a clinical trial to compare 2 strontium desensitizing toothpastes with a conventional fluoride toothpaste. *J Periodontol*. 1994 Feb;65(2):113-9.
- Poulsen S, Errboe M, Lescay Mevil Y, Glennly AM. Potassium containing toothpastes for dentine hypersensitivity. *Cochrane Database Syst Rev*. 2006 Jul 19;(3).
- Prati C, Cervellati F, Sanasi V, Montebugnoli L. Treatment of cervical dentin hypersensitivity with resin adhesives: 4-week evaluation. *Am J Dent* 2001;14:378-82.
- Qin C, Xu J, Zhang Y. Spectroscopic investigation of the function of aqueous 2-hydroxyethylmethacrylate/glutaraldehyde solution as a dentin desensitizer. *Eur J Oral Sci*. 2006;114:354 -59.
- Rebello D, Loureiro M, Ferreira P, Paula A, Carrilho E. Tratamento médico dentário da hipersensibilidade dentinária - o estado da arte. *Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac*. 2011;52:98-106.
- Rimondini L, Baroni C, Carassi A. Ultrastructure of hypersensitive and non-sensitive dentine. A study on replica models. *J Clin Periodontol*. 1995 Dec;22(12):899-902.
- Rösing CK, Fiorini T, Liberman DN, Cavagni J. Dentine hypersensitivity: analysis of self-care products. *Braz Oral Res*. 2009;23 Suppl 1:56-63.
- Scaramucci T, Borges AB, Lippert F, Frank NE, Hara AT. Sodium fluoride effect on erosion-abrasion under hyposalivatory simulating conditions. *Arch Oral Biol*. 2013 Oct;58(10):1457-63.
- Schmidlin PR, Sahrman P. Current management of dentin hypersensitivity. *Clin Oral Investig*. 2013 Mar;17 Suppl 1:S55-9.
- Schüpbach P, Lutz F, Finger W. Closing of dentinal tubules by Gluma desensitizer. *Eur J Oral Sci* 1997;63:1087-9.
- Sgolastra F, Petrucci A, Gatto R, Monaco A. Effectiveness of laser in dentinal hypersensitivity treatment: a systematic review. *J Endod*. 2011 Mar;37(3):297-303.
- Sgolastra F, Petrucci A, Severino M, Gatto R, Monaco A. Lasers for the Treatment of Dentin Hypersensitivity: A Meta-analysis. *J Dent Res*. 2013 Jun;92(6):492-9.

Siqueira RL, Zanutto ED. Biosilicato®: histórico de uma vitrocerâmica brasileira de elevada bioatividade. *Quím. Nova, São Paulo*. 2011;34(7):1231-41.

Tirapelli C, Panzeri H, Soares RG, Peitl O, Zanutto ED. A novel bioactive glass-ceramic for treating dentin hypersensitivity. *Braz Oral Res*. 2010 Oct-Dec;24(4):381-7.

Trushkowsky RD, Oquendo A. Treatment of dentin hypersensitivity. *Dent Clin North Am*. 2011;55(3):599-608.

Walsh LJ. The effects of GC Tooth Mousse on cervical dentinal sensitivity: A controlled clinical trial. *Int Dent South Afr*. 2010;12(1): 4-12.

Wang Z, Jiang T, Sauro S, Wang Y, Thompson I, Watson TF, Sa Y, Xing W, Shen Y, Haapasalo M. Dentine remineralization induced by two bioactive glasses developed for air abrasion purposes. *J Dent*. 2011 Nov;39(11):746-56.

West NX, Addy M, Jackson RJ, Ridge DB. Dentine hypersensitivity and the placebo response. A comparison of the effect of strontium acetate, potassium nitrate and fluoride toothpastes. *J Clin Periodontol*. 1997 Apr;24(4):209-15.

Wiegand A, Attin T. Design of erosion/abrasion studies--insights and rational concepts. *Caries Res*. 2011;45 Suppl 1:53-9.

Yilmaz HG, Kurtulmus-Yilmaz S, Cengiz E, Bayindir H, Aykac Y. Clinical evaluation of Er,Cr:YSGG and GaAlAs laser therapy for treating dentine hypersensitivity: A randomized controlled clinical trial. *J Dent*. 2011 Mar;39(3):249-54.

Yoshiyama M, Masada J, Uchida A, Ishida H. Scanning electron microscopic characterization of sensitive vs. insensitive human radicular dentin. *J Dent Res*. 1989 Nov;68(11):1498-502.

Yu X, Liang B, Jin X, Fu B, Hannig M. Comparative in vivo study on the desensitizing efficacy of dentin desensitizers and one-bottle self-etching adhesives. *Oper Dent*. 2010 May-Jun;35(3):279-86.

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Proposta de tratamento para hipersensibilidade dentinária à base de biovidro. Estudo morfológico in vitro.

Pesquisador: Thais Regina Elmadjian

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 20917913.8.0000.0075

Instituição Proponente: Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 500.222

Data da Relatoria: 18/12/2013

Apresentação do Projeto:

Diversos tratamentos tem sido propostos para a hipersensibilidade dentinária (HD), entretanto, nenhum tem apresentado efetividade em longo prazo, fato que justifica a busca por novos tratamentos. O biovidro, por sua capacidade de promover deposição de hidroxiapatita, é um material promissor na busca da efetiva redução da HD em longo prazo.

Objetivo da Pesquisa:

Testar o pó de biovidro manipulado em diferentes veículos, a fim de encontrar um tratamento mais eficaz e duradouro para a HD. A capacidade de obliteração dos túbulos, bem como as características químicas, físicas e morfológicas resultantes das diferentes aplicações do biovidro serão analisadas antes e depois de desafio erosão/abrasão.

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-900

UF: SP

Município: SÃO PAULO

Telefone: (11)3091-7960

Fax: (11)3091-7614

E-mail: cepfo@usp.br

**FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO**

Continuação do Parecer: 600.222

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Ambos mensurados.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Em parecer anterior, solicitou-se:

- 1- esclarecimentos sobre a participação da UniABC. A instituição foi removida, portanto, pendência atendida.
- 2- as metodologias descritas no projeto digitado e no projeto anexado divergiam. Atendido. Foram padronizadas, e apresentam o mesmo conteúdo.
- 3- definir o descarte do material (dentes) após o uso. Atendido, serão incinerados.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados: Folha de Rosto, Projeto de Pesquisa e Declaração do Banco de Dentes.

Recomendações:

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP-FOUSP relatórios parciais semestrais referentes ao andamento da pesquisa e relatório final ao término do trabalho. Qualquer modificação do projeto original deve ser apresentada a este CEP, de forma objetiva e com justificativas, para nova apreciação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Nenhuma.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-900

UF: SP

Município: SÃO PAULO

Telefone: (11)3091-7960

Fax: (11)3091-7814

E-mail: cepfo@usp.br

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

Continuação do Parecer: 500.222

SAO PAULO, 18 de Dezembro de 2013

Assinador por:
Maria Gabriela Haye Biazevic
(Coordenador)

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-900

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-7960

Fax: (11)3091-7814

E-mail: cepfo@usp.br