



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de São José dos Campos  
Instituto de Ciência e Tecnologia

**ANA LUISA LEME SIMÕES SALES**

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA EFICÁCIA E DURABILIDADE DA  
AÇÃO DE AGENTES DESSENSIBILIZANTES NA REDUÇÃO  
DA PERMEABILIDADE DENTINÁRIA**

2013

**ANA LUISA LEME SIMÕES SALES**

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA EFICÁCIA E DURABILIDADE DA AÇÃO DE  
AGENTES DESSENSIBILIZANTES NA REDUÇÃO DA  
PERMEABILIDADE DENTINÁRIA**

Dissertação apresentada ao curso de Odontologia do Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP - Univ Estadual Paulista, Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Área de Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Rocha Gomes Torres

São José dos Campos

2013

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Dr. Carlos Rocha Gomes Torres (Orientador)**

Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos  
UNESP – Univ Estadual Paulista

**Profa. Dra. Alessandra Bühler Borges**

Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos  
UNESP – Univ Estadual Paulista

**Profa. Dra. Andréa Anido Anido**

Instituto de Ciências da Saúde  
UNIBAN

São José dos Campos, 20 de junho de 2013.

## DEDICATÓRIA

*Primeiramente, a Deus que me deu, discernimento e coragem para realizar mais um sonho. Por me confortar nos momentos difíceis e força para não desistir...*

*Com muito amor e gratidão dedico este trabalho ao meu querido esposo Marcelo, que compartilhou cada momento, pelo grande esforço em me ajudar, sempre pronto a me socorrer. Meu amor, obrigada pela compreensão e principalmente pela paciência que teve por todo esse período.*

*Dedico aos meus pais, Hélio e Lêda, por todo amor, perseverança, são exemplos de determinação e trabalho. São dois anjos que me carregam e que me dão colo quando eu mais preciso, assim fazem e fizeram para que eu me tornasse a pessoa que sou hoje. Amo vocês!*

*A minha vizinha, Clara Eulália (in memoriam), que muito lúcida fez com que eu e meus irmãos trilhássemos o caminho do estudo. Deixou um valioso presente, através dos seus estudos fizeram-se os meus. Obrigada Vó!*

*Aos meus queridos irmãos, Hélio Jr, Marcos e Leonardo, amores da minha vida, que sempre muito presentes, me dão amor, carinho, força para alcançar tudo o que quero e tenho. Amo demais vocês!!*

*Meus sinceros agradecimentos à querida tia Aparecida Clara. Talvez precise viver gerações para encontrar uma pessoa tão bondosa e caridosa como ela. Me deu apoio quando eu mais precisei e tenho certeza que a minha vitória e esse degrau alcançado é também dela e pra ela. Peço a Deus que lhe dê muita saúde para que continue ajudando muita gente como fez comigo. Um beijo.*

*A minha querida tia Elizabeth, que sempre foi uma professora dedicada e esforçada. Um grande exemplo de mulher lutadora, através do seu diploma de professora fez seus filhos e netos terem o privilégio de estudar.*

*Aos meus primos, Eliane, Roberto e Antonio, que plantaram em mim uma mudinha de incentivo. Deixaram seus afazeres e alguns minutos de suas vidas para olhar pra mim e com isso me ajudaram a trilhar meu caminho. Meu profundo agradecimento.*

*Aos meus sogros, Rubens e Marilda, que sempre torceram pela minha vitória. Estão sempre prontos a ajudar e são muito importantes pra mim.*

*A toda minha família, dedico com muito amor este trabalho, pois pude contar com cada um de vocês, nesta caminhada longa e árdua. Compartilho a alegria e dedicação deste momento.*

## AGRADECIMENTO ESPECIAL

*Ao meu querido orientador, Prof. Carlos Torres, que me acolheu na Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, dando-me, sem mesmo me conhecer, a oportunidade. Oportunidade esta que me rendeu muitos conhecimentos, descobertas, superação e principalmente o presente da dissertação de mestrado. Ele me deu a oportunidade de crescer, ser uma pessoa melhor e pensar melhor. Depositou em mim confiança e conduziu assim sua orientação com os mais profundos conhecimentos. Ensinou-me, me explicou, me puxou as orelhas, enfim... Fez-me conhecer uma gota de água em um mar sem fim dos assuntos da Odontologia Restauradora.*

*Nesse momento agradeço esses anos de convívio. Admiro-o pela grande presteza que tem pelos seus pacientes, alunos e principalmente pela contribuição à ciência ao longo de todos esses anos.*

*Deixo aqui meus sinceros votos de gratidão e convicção de que tudo valeu a pena. Obrigada Professor!!!*

## **AGRADECIMENTOS**

A todos os professores da Faculdade de Odontologia de Araçatuba-UNESP, por terem me apoiado durante toda a Graduação. Por todos os ensinamentos que foram essenciais para a minha formação acadêmica. Em especial a minha primeira orientadora Maria Lucia Marçal Mazza Sundefeld, que despertou em mim a vontade de ser pesquisadora.

À professora Rita Cássia Menegati Dornelles, que foi uma excepcional orientadora da iniciação científica e me deu oportunidade de conhecer e se apaixonar pelos assuntos da Fisiologia. Através dela e de seu empenho tive uma bolsa aprovada pela FAPESP.

Ao Professor José Américo de Oliveira, professor de anatomia da FOA-Araçatuba, que me ensinou as ciências básicas e a anatomia odontológica.

À V Turma noturno da Faculdade de Odontologia de Araçatuba.

As minhas amigas de infância, Danielle Cardozo, Silvia de Lucca e Geovana Macedo, que vão ficar guardadas na minha mente e no meu coração, amigas de todas as horas, aprendemos a sorrir e a chorar juntas. Sempre foram uma ótima companhia e indiretamente me incentivaram a estudar cada vez mais.

As minhas amigas queridas que tive a oportunidade de conhecer no mestrado, Priscila Holleben e Monique Maia. Vocês ajudaram a

transformar a rotina do mestrado em dias especiais, que vão ser lembrados com muito carinho e cheio de saudades. Valeu amigas!!!

Às amigas e amigos que me ajudaram na caminhada Tânia Mara e Beatriz Maria, Patrícia, Daphne, Graziela, Letícia, Natália, Maria Beatriz, Luciana, Heleine, Ana Carolina, Débora, Érika, Fernanda, Stella, Geraldo, Viviane Figueiredo e Tatiane da Iniciação Científica. Por toda a ajuda e companheirismo.

À UNESP, na pessoa do diretor da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Prof. Carlos Augusto Pavanelli e do vice-diretor Prof. Estevão Tomomitsu Kimpara.

Aos professores da pós-graduação da Dentística Restauradora em especial Profa. Alessandra Bühler Borges, Prof. José Roberto Rodrigues, Prof. César Rogério Pucci, , Prof. Eduardo Bresciani, Profa. Taciana Caneppele. A todos os Professores do Departamento, pelo carinho e respeito.

Aos funcionários da FOSJC, em especial às funcionárias do departamento de Odontologia Restauradora, Dona Marinete, a secretária Rosângela e as queridas técnicas do laboratório, Josiana e Fernanda. Por toda a atenção, ajuda administrativa e manutenção do laboratório.

Ao Programa de Pós-graduação em Odontologia Restauradora, na pessoa da coordenadora Profa. Márcia Valera.

À CAPES pela concessão da bolsa.

E a todos aqueles que de alguma forma colaboraram para que eu concluísse esse trabalho.

*“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é  
senão uma gota de água no mar.  
Mas o mar seria menos se lhe faltasse essa gota”.*  
*(Madre Teresa de Calcutá)*

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>11</b>
<b>LISTA DE QUADROS E TABELAS.....</b>	<b>14</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....</b>	<b>15</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>16</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>17</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>22</b>
<b>3 PROPOSIÇÃO.....</b>	<b>54</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODO.....</b>	<b>55</b>
<b>4.1 Aberturas dos túbulos do lado pulpar.....</b>	<b>61</b>
<b>4.2 Mensurações da permeabilidade dentária inicial.....</b>	<b>61</b>
<b>4.3 Mensurações da permeabilidade máxima.....</b>	<b>66</b>
<b>4.4 Distribuições dos grupos experimentais.....</b>	<b>67</b>
<b>4.5 Aplicação dos agentes dessensibilizantes.....</b>	<b>69</b>
<b>4.6 Permeabilidade após cada tratamento.....</b>	<b>73</b>
<b>4.7 Simulação da escovação.....</b>	<b>74</b>
<b>4.8 Planejamento estatístico.....</b>	<b>77</b>
<b>5 RESULTADO.....</b>	<b>78</b>
<b>6 DISCUSSÃO.....</b>	<b>82</b>
<b>6.1 Da Metodologia.....</b>	<b>82</b>
<b>6.2 Dos Resultados.....</b>	<b>89</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>98</b>
<b>8 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>99</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Corte perpendicular ao longo eixo do dente ao nível da junçãoamelo cementária..... 55
- Figura 2 – Preparo dos espécimes: A) Máquina para corte de amostras circulares (UNESP – São José dos Campos); B) Posicionamento do incisivo na broca; C) e D) Alinhamento da câmara de coleta de água para que a superfície vestibular do incisivo fique perpendicular ao longo eixo da trefina; E) Posicionamento da broca na superfície vestibular do incisivo; F) Irrigação do corte com água; G) Espécime cortado com o dente; H) Espécime cortado sem o dente..... 57
- Figura 3 – Uniformização e marcação: A) Dispositivo metálico; B) Posicionamento da amostra no orifício do dispositivo; C) Alinhamento da superfície do suporte de desgaste e adaptação do anel para padronizar o desgaste da camada de esmalte; D) Desgaste na politriz; E) Superfície de esmalte planificada na posição correta com o remanescente de dentina de 1,1 mm; F) Marcação com a ajuda do bisturi do lado pulpar do remanescente de dentina..... 59
- Figura 4 – Padronização da espessura da dentina: A e B) Padronização da espessura com o paquímetro e ajuste, através da contra porca, de 1,1 mm; C) Colocação do espécime com esmalte para fora do dispositivo; D) Travamento do dispositivo; E) Desgaste em lixa 1200; F) Superfície desgastada; G) Espécime com as

dimensões adequadas DE 1,0 mm; H) Micrômetro para mensuração da espessura final.....	60
Figura 5 – Posicionamento do espécime em suporte de silicone: A) Suporte de silicone; B) Espécime posicionado; C) Condicionamento ácido do lado pulpar.....	61
Figura 6 – A) Aparelho para mensuração da permeabilidade dentinária; B) Peças que compõem a máquina de permeabilidade (Capilar de vidro e paquímetro digital).....	63
Figura 7 – Montagem da amostra na câmara de perfusão. A) Encaixe do O’ring inferior; B e C e D) Posicionamento da amostra; E e F) Posicionamento do O’ring superior; G e H) Trava em forma de anel com 3 roscas.....	64
Figura 8 – Foto da bolha de ar se deslocando pelo capilar de vidro.....	65
Figura 9 – Distribuição dos grupos.....	69
Figura10 – Aplicação dos agentes dessensibilizantes.....	70
Figura 11 – Produtos dessensibilizantes; A) Profluorid Varnish (Voco); B) Colgate Sensitive-Pro-Alívio para uso profissional; C) Nano P (FGM); D) Admira (Voco); E) Bifluorid 12 (Voco).....	71
Figura 12 – Simulação da escovação: A) Máquina de escovação; B) Haste metálica regulável para o encaixe das “cabeças” das escovas dentais; C) Suporte de metal para posicionamento dos corpos de prova; D) Pasta dental utilizada na escovação; E) Espécime posicionado; F) Espécimes imersos na solução de pasta dental em	

contato com a escova..... 76

Figura 13 – Porcentagem de redução da permeabilidade depois da aplicação de dessensibilizantes e depois da escovação..... 81

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 – Composição dos agentes dessensibilizantes que foram utilizados.....	72
Tabela 1 – Resultados da ANOVA um fator para a porcentagem da permeabilidade depois da aplicação dos dessensibilizantes.....	78
Tabela 2 – Resultado do teste de Tukey para a permeabilidade depois da aplicação dos dessensibilizantes.....	78
Tabela 3 – Resultados da ANOVA um fator para a porcentagem da permeabilidade depois da escovação.....	79
Tabela 4 – Resultados do teste de Tukey para a permeabilidade depois da escovação.....	79
Tabela 5 – Resultado do teste t comparando com antes e depois da escovação.....	80

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

%	=	porcento
$\mu\text{L}/\text{min}$	=	microlitro por minuto
$\mu\text{m}$	=	micrometro
ANOVA	=	análise de variância a um critério
$\text{cm H}_2\text{O}$	=	centímetro de água
$\text{cm}^2$	=	centímetro quadrado
EDTA	=	ácido etileno diamino
$\text{Kg}/\text{cm}^2$	=	quilograma por centímetro quadrado
kPa	=	quilopascal
Lp	=	condutividade hidráulica de dentina em $\mu\text{l cm}^{-2} \text{min}^{-1} \text{cmH}_2\text{O}$
M	=	molar
M/L	=	mol por litro
MEV	=	microscopia eletrônica de varredura
min	=	minuto
mL	=	mililitro
mm	=	milímetro
$\text{mm}^2$	=	milímetro ao quadrado
nm	=	nanômetro
$^{\circ}\text{C}$	=	grau Célcus
PBS	=	solução de salina tamponada com fosfato
pH	=	potencial hidrogeniônico
p/p	=	concentração peso por peso
psi	=	pound per square inch
RPM	=	rotações por minuto
Rx	=	raio X

Sales ALLS. Avaliação *in vitro* da eficácia e durabilidade da ação de agentes dessensibilizantes na redução da permeabilidade dentinária [dissertação]. São José dos Campos (SP): Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP – Univ Estadual Paulista; 2013.

## RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de diferentes tipos de agentes dessensibilizantes na redução da permeabilidade dentinária, verificada após ciclos de escovação. Material e Método: Foram utilizados 60 dentes incisivos bovinos, obtendo-se discos de dentina com 6 mm de diâmetro e 1 mm de espessura, e um modelo de câmara dividida, conectada a uma fonte de pressão hidrostática. A permeabilidade dentinária máxima foi medida após a remoção da *smear layer* e abertura tubular. Os espécimes foram divididos em 6 grupos (n=10), de acordo com o dessensibilizante utilizado: PF) Profluorid Varnish – Verniz a base de NaF a 5% (Voco); BF) Bifluoride 12 - Verniz a base de NaF a 6% e CaF<sub>2</sub> a 6% (Voco); AP) Admira Protect (Voco); CS) Colgate Sensitive Pro-Alívio para uso profissional (Colgate); NP) NanoP (FGM); CON) Grupo controle – Nenhum tratamento. Após a aplicação, os espécimes foram imersos em saliva artificial por 24 h e a permeabilidade mensurada. A seguir eles foram submetidos a 10.950 ciclos de escovação e a permeabilidade novamente mensurada. Os dados foram submetidos ao teste estatístico ANOVA um fator e o teste de tukey (p<0,05). Resultados: Porcentagem média da permeabilidade em relação ao valor máximo: AP 13,22A; PF 23,45A; NP 23,84A; BF 25,14A; CS 54,59B; CON 89,39C. Porcentagem média da permeabilidade em relação ao valor máximo depois da escovação: AP 15,10A; NP 24,87AB; PF 28,73AB; BF 33,92AB; CS 37,71B; CON 94,46. Conclusão: Todos os dessensibilizantes testados tiveram efeito na redução da permeabilidade em relação ao grupo controle. Em relação ao valor inicial, a aplicação do Admira Protect, NanoP, Profluoride e Bifluoride 12 mostraram efeitos similares na redução da permeabilidade, mas tiveram efeito maior em comparação com a Colgate Sensitive. Depois da escovação, apenas Admira Protect mostrou um efeito maior em relação a Colgate Sensitive, embora as diferenças não sejam significativas e observadas entre os outros.

Palavras-chave: Sensibilidade dental. Permeabilidade Dentinária. Oclusão Tubular. Escovação.

Sales ALLS. *In vitro* evaluation of efficacy and durability of desensitizing agents effect for reduction of dentin permeability[dissertation]. São José dos Campos (SP): Institute of Science and Technology, UNESP – Univ Estadual Paulista; 2013.

## **ABSTRACT**

*The aim of this study was to evaluate the different types of agents in the desensitizing reduction. This was verified after brushing cycles. Material and method: There have been used 60 (sixty) bovine incisive teeth, from which 6 mm diameter and 1 mm thick dentine discs were obtained. The dentin permeability was measured in the presence of the smear layer, and after the tubular opening. The samples were divided in six groups (n=10), in accordance with the agent used: PF) Profluorid Varnish – varnish based on NaF 5% (Voco); BF) Bifluoride 12 – varnish based on NaF 6% and CaF 6% (Voco); AP) Admira Protect (Voco); CS) Colgate Sensitive Pro-Relief for professional use (Colgate); NP) NanoP (FGM); CON) Control Group – no treatment. After the experiment the samples were immersed in artificial saliva for 24 h and the permeability was measured. After that, they went through 10.950 brushing cycles, and their permeability measured again. The data were submitted to the statistics ANOVA test, one factor and the Tukey test ( $p < 0,005$ ). Results: Percentage of permeability compared with the maximum: AP 13,22A; PF 23,45A; NP 23,84A; BF 25,14A; CS 54,59B; CON 89,39C The values after brushing were: AP 15,10A; NP 24,87AB; PF 28,73AB; BF 33,92AB; CS 37,71B; CON 94,46. Conclusion: All the agents tested succeeded in the permeability reduction in comparison with the control group. In reference to the initial value the use of Admira Protect, NanoP, Profluoride and Bifluoride 12 proved similar effects in the reduction, but a greater one comparing with Colgate Sensitive. After brushing only Admira Protect proved a greater effect compared to Colgate Sensitive, although the differences cannot be considered as significant, or even observed on others.*

*Keywords: Dental Sensitivity. Dentin Permeability. Tubular Occlusion. Toothbrushing.*

## 1 INTRODUÇÃO

A hipersensibilidade dentinária pode ser definida como uma dor transitória proveniente da dentina exposta, em resposta a estímulos térmicos, táteis e evaporativos e a exposição a substâncias químicas (Gillam et al., 1997). A exposição do tecido dentinário pode levar a abrasão, erosão, abfração ou desnudamento da raiz como resultado de uma recessão gengival ou tratamento periodontal (Bissada, 1994). Antes do diagnóstico de hipersensibilidade dentinária faz-se necessário a revisão completa do histórico médico e social do paciente, bem como seu estilo de vida, medicamentos e suplementos, dietas e hábitos orais. Adicionado a isso temos que observar também a presença de cáries, trauma oclusal, restaurações quebradas, patologia pulpar e doença periodontal. Quando descartada qualquer tipo de alteração e patologia dental a hipersensibilidade é considerada (Panagakos et al., 2009). Apresenta uma prevalência de cerca de 35% da população e um pico na terceira a quarta décadas de vida, atingindo principalmente as margens cervicais vestibulares e linguais, ou qualquer local onde exista exposição dentinária, embora nem toda dentina exposta é necessariamente hipersensível (Gillam et al., 1997). O tipo de dor mais frequentemente relatada é rápida e aguda (Cummins, 2010). Embora bastante estudada, não existe ainda um tratamento efetivo e permanente para essa condição (Pereira et al., 2005).

Brannstrom postulou a teoria hidrodinâmica, que diz que a dor dentinária é o resultado do movimento de fluido dentinário para dentro ou para fora dos túbulos. Esse movimento estimula as terminações nervosas pulpares no interior dos túbulos dentinários e da polpa, levando a ocorrência de dor (Brannstrom et al., 1967). Sendo assim, a estimulação

nervosa ocorre por um mecanismo indireto, causada pelo movimento de fluídos através dos túbulos. Como a movimentação dos fluídos é um mecanismo importante na produção da dor, deduz-se portanto que a redução do fluxo de fluídos produz a redução da sensibilidade (Greenhill, Pashley, 1981).

Foi relatado que a hipersensibilidade resultante de uma exposição da dentina ao meio bucal, seja por qual motivo for, pode ser reduzida por vários mecanismos: precipitação de proteínas e cristais intratubulares, pelo fluído dentinário ou minerais salivares, pela formação de dentina esclerótica, invasão dos túbulos por bactérias, infiltração de proteínas plasmáticas e formação de dentina reparadora (Pashley, 1986). Contudo, em alguns indivíduos esta sensibilidade não reduz e persiste, necessitando algum tipo de tratamento.

O objetivo terapêutico da maioria dos tratamentos disponíveis se baseiam na oclusão dos túbulos dentinários ou na alteração do impulso nervoso (Greenhill, Pashley, 1981). Alguns agentes dessensibilizantes dizem possuir tanto uma ação bloqueadora tubular, quanto nas terminações nervosas intratubulares (Kolker et al., 2002).

Os tratamentos oclusivos para sensibilidade podem ser à base de fluoretos, que são mais comumente usados no tratamento da dentina hipersensível (Pereira et al., 2005). Incluem vernizes e géis fluoretados em altas concentrações, substâncias diversas que promovem a precipitação de cristais (Garberoglio, Brannstrom, 1976; Pashley, 1986). Podem também ser à base de proteínas que quando combinadas com os carbonatos disponíveis na dentina, formam uma barreira que obstrui os túbulos dentinários (Cumins et al., 2010). Outro método oclusivo também muito utilizado são os dessensibilizantes resinosos, a base de Bis-GMA, que podem ter uma ação mais duradoura, pois são mais resistentes às abrasões e são menos solúveis que outros precipitados (Brunton et al., 2000). Outros agentes dessensibilizantes utilizam variados tipos de sais de cálcio na tentativa de formar precipitados sobre a superfície e dentro

dos túbulos. O fluído dentinário se encontra em equilíbrio dinâmico com a fase sólida de hidroxiapatita, fazendo com que ele fique saturado com cálcio e fosfato (Greenhill, Pashley, 1981). Aplicando-se um produto que aumente a concentração de cálcio e fosfato ionizado nesse ambiente irá quebrar o equilíbrio, excedendo a constante de solubilidade para o cálcio e fosfato, levando à criação de um precipitado (Greenhill, Pashley, 1981). Os métodos tópicos são largamente utilizados pelo fato deles serem convenientes e terem um efeito imediato (Garberoglio, Brannstrom, 1976).

O método chamado neural se baseia no fato que os íons potássio, aplicados sobre a dentina hipersensível, podem penetrar pelos túbulos e exercer seu efeito dessensibilizante diretamente nas terminações nervosas intratubulares (Markowitz et al., 1992; Gangarosa, 1994).

A determinação da eficácia dos agentes tópicos, caseiros ou de consultório, é preferencialmente realizada em estudos clínicos. Contudo, esse tipo de pesquisa consome mais tempo e possui maiores custos, e os resultados dependem muito do adequado planejamento do estudo (Ishihata et al., 2009). Embora testes *in vitro* sejam incapazes de imitar a complexidade da dentina vital, eles podem ser bem úteis na avaliação do potencial dos agentes dessensibilizantes (Ishihata et al., 2009). Avaliações por longos períodos, simulando as condições orais, incluindo a abrasão é necessária. (Kolker et al., 2002). Alguns autores supõem que a oclusão tubular conseguida pelo uso do dessensibilizante pode ser removida pela escovação diária, dissolução dos precipitados formados pela saliva ou consumo de substâncias ácidas, levando a uma curta duração dos efeitos do tratamento (Kerns et al., 1991; Kuroiwa et al., 1994; Suge et al., 1995; Arrais et al., 2004).

Em 1974, o grupo de pesquisa liderado por Pashley publicou o primeiro experimento laboratorial para medir a permeabilidade dentinária por condutância hidráulica, utilizando discos de dentina obtidos de terceiro molares humanos, e um modelo de câmara dividida,

conectada a uma fonte de pressão hidrostática (Outhwaite et al., 1974). Sendo assim, a avaliação da eficiência dos dessensibilizantes *in vitro* é baseada na habilidade dos agentes em reduzir a taxa de filtração de fluídos através de discos de dentina (Greenhill, Pashley, 1981).

Baseado no grande número de produtos dessensibilizantes oclusivos existentes, com variados mecanismos de ação, o clínico permanece na dúvida sobre qual estratégia utilizar. Além de apresentar eficácia imediata, o efeito oclusivo deve permanecer por longo tempo, frente aos desafios do meio bucal, garantindo o conforto do paciente e promovendo um tratamento mais durável.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Em 1978, Reeder et al. realizaram um estudo onde determinaram quantitativamente a facilidade com que os fluídos dentinários, em diferentes pressões, penetram na dentina tratada com ácido (condutância hidráulica), e também determinaram a influência da área de superfície e espessura na condutância hidráulica. Para este estudo utilizaram terceiros molares humanos, armazenados em solução isotônica de fosfato tamponado 0,01 M. Dez discos de dentina foram obtidos a partir de 10 molares humanos. Foram seccionados acima dos cornos pulpares. Estes discos eram acoplados em dispositivos, em forma de anel, que controla a área a ser medida. O volume de água que penetrou no túbulo dentinário (taxa de fluído) foi mensurado através de uma micropipeta. e a taxa de fluído na pressão zero e depois com as seguintes pressões: 60,120 e 240 cm H<sub>2</sub>O, pelo período de 30 minutos, por 3 vezes consecutivas. A concentração do ácido cítrico foi de 50% por 2 minutos. As espessuras também variaram de 0,99, 0,86, 0,74 até 0,61 mm, sendo desgastados apenas o lado do esmalte. Os dispositivos que prendem os discos de dentina possuíam as seguintes áreas: 0,079, 0,178, 0,317cm<sup>2</sup> mantendo a pressão de 240 cm H<sub>2</sub>O. Os resultados obtidos em relação à presença ou não do uso do ácido na superfície: os discos sem ácido tiveram uma pressão hidrostática quase zero e uma taxa de filtração linear ( $2,86 \times 10^{-3}$ ) com espessura de 0,99 mm. Os discos com o ácido tiveram condutância hidráulica significativa ( $p > 0.001$ ),  $3,90 \times 10^{-1}$  na espessura 0,61 mm,  $1,85 \times 10^{-1}$  Na espessura de 0,74 mm,  $1,21 \times 10^{-1}$  com a espessura de 0,86 mm,  $6,67 \times 10^{-2}$  com a espessura de 0,99 mm. Em relação à espessura da dentina, os discos que foram reduzidos obtiveram aumento na taxa de filtração. Em relação à área da dentina, com

espessura constante houve um aumento da taxa de filtração. Com espessura de 0,99 mm a condutância hidráulica (CH) nas áreas de superfície de 0,079 cm<sup>2</sup>, 0,178 cm<sup>2</sup> e 0,317 cm<sup>2</sup> foram de 4,40x10<sup>-2</sup>, 7,02x10<sup>-2</sup> e 7,01x10<sup>-2</sup> respectivamente. Com espessura de 0,86 mm a condutância hidráulica nas mesmas áreas citadas foram 1,05x10<sup>-1</sup>, 1,40x10<sup>-1</sup> e 1,53x10<sup>-1</sup>. Com espessura de 0,74 mm obtiveram a seguinte CH 1,58x10<sup>-1</sup>, 1,87x10<sup>-1</sup> e 2,06x10<sup>-1</sup>. Com espessura de 0,61 mm obtiveram CH 4,40x10<sup>-1</sup>, 4,21x10<sup>-1</sup> e 3,68x10<sup>-1</sup>. Os autores concluíram que as dentinas que foram lixadas obtiveram uma condutância mensurável, mais baixa, por provocarem a abrasão da superfície. A dentina tratada com ácido cítrico a 50% por 2 minutos teve taxa de filtração 32 vezes maior em comparação com a não tratada.

Pashley et al. (1983) pesquisaram quantitativamente os diferentes tipos de produtos que alteram o fluxo de fluido no túbulo dentinário. O teste foi realizado através da escovação com dentifrícios hipersensibilizantes, um dos dentifrícios testados continham oxalato experimental e o outro placebo sem ingredientes ativos. Usaram para o estudo discos de dentina de terceiro molares humanos impactados divididos em 6 grupos. Foram utilizados 4 marcas comerciais de pastas dessensibilizantes (Termodente, Sensodine, Promice e Crest,) uma pasta placebo (Denquel), uma experimental contendo oxalato, e um grupo controle com PBS (Salina tamponada com fosfato) . Cada dentifrício tinha diluições de 3\1, 1\1 e 1\3 v/v. Houve primeiramente um tratamento com ácido cítrico a 6% por 2 minutos e depois seguiu para a lavagem com PBS estéril. Foram para câmara de permeabilidade de 3 a 6 discos de dentina para cada grupo, e após a mensuração da permeabilidade a superfície dentinária ficou exposta para permitir a escovação por 1 minuto. Para a escovação foram utilizados aproximadamente 0,2 ml de dentifrício com uma escova que realizava movimentos circulares de 120 rpm . Como cada disco tem uma densidade única de dentina os testes foram realizados antes e depois dos dentifrícios para que obtivessem

resultado porcentual da diferença de permeabilidade, permitindo uma comparação estatística entre os grupos. Os resultados obtidos em % de  $L_p$  para o Nitrato de potássio, presentes nas pastas Promise e Denquel 5%, foram 0,15 e 0,06 respectivamente. Para o cloreto de estrôncio presente na Sensodyne e Thermodent na concentração de 10% foram respectivamente 5,20 e 6,16. Com o fluoreto de sódio presente na pasta Crest 0,2% obteve-se o resultado 1,91, enquanto o oxalato de potássio a 2% foi de 95,71. Concluíram portanto que todos os dentifrícios produzem uma diminuição da permeabilidade e os dentifrícios contendo oxalato são mais eficazes.

No ano de 1985, Pashley et al. realizaram um estudo para verificar se o oxalato de potássio junto com a smear layer reduz sua permeabilidade ou aumenta a sua resistência ao ataque ácido. Foram utilizados 60 discos de dentina de terceiros molares humanos. Os dentes foram seccionados e cortados discos. Cada disco possuía um lado pulpar e outro de esmalte. O lado pulpar foi condicionado com ácido cítrico a 6% por 2 min. A permeabilidade da dentina foi expressa pela condutância hidráulica. Para o teste de permeabilidade foram usados solução de salina tamponada com fosfato (PBS), sobre pressão de 15 psi. Foram divididos em 4 grupos com 15 amostras cada um. Os grupos foram os seguintes: Grupo 1: Controle com 3% de Cloreto de Potássio (KCL) por 2 minutos. Grupo 2: Tratado com 30% de oxalato de potássio por 2 minutos. Grupo 3: Solução de 3% de oxalato de potássio monohidratado por 2 minutos. Grupo 4: Tratado com 30% de oxalato dipotássico por 2 minutos seguido de 3% de oxalato de potássio monohidrogenado. A permeabilidade foi aferida em dois tempos, sendo o segundo tempo definido pelo condicionamento ácido cítrico 6% por 2 min, para se determinar a susceptibilidade do smear layer ao ataque ácido. Após essa etapa o teste de permeabilidade e microscopia eletrônica foi realizado para permitir a correlação da aparência da superfície com os dados da permeabilidade. Os resultados mostraram diferentes efeitos do oxalato na

smear layer. Antes do ataque ácido o grupo controle teve valores de condutância hidráulica ( $L_P$ ) de  $3,61 \times 10^{-2} \times 10^{-2} \mu\text{l cm}^{-2} \text{ min}^{-1} \text{ cm H}_2\text{O}^{-1}$ , depois do tratamento com 3% de KCl por 2 min os valores de  $L_P$  não foram significantes  $3,94 \times 10^{-2} \times 10^{-2}$ . Com o condicionamento ácido na *smear layer*, o KCl com 6% de ácido cítrico por 2 min, produziram valores estatisticamente significantes de  $L_P$ , ao contrário dos valores obtidos dos ácidos na dentina. Puderam concluir que as soluções de oxalato transformaram as superfícies dentinárias ácido-sensíveis em estruturas ácido-resistentes, provavelmente pela substituição por cristais de oxalato.

Em 1988, Fogel et al. realizaram um estudo para tentar mensurar a permeabilidade da dentina mais próxima da polpa e a mais próxima ao cimento. Verificaram também se as diferentes profundidades influenciavam na permeabilidade dentinária. Determinaram se a espessura da dentina alterou a permeabilidade e se há correlação entre a densidade e o diâmetro dos túbulos na permeabilidade dentinária. Para isso os autores utilizaram 30 dentes humanos, armazenados em salina isotônica de 0,2%. As amostras foram seccionadas axialmente nas porções radiculares obtendo duas fatias com médias de 0,08 mm: Uma contendo cimento e dentina e outra contendo apenas dentina, que é a porção próxima à polpa. A permeabilidade foi mensurada e as superfícies foram tratadas com ácido cítrico a 50% por 2 min. Novamente mediram a permeabilidade e depois disso foram diminuindo a espessura em 0,01 mm por 7 vezes. Entre as diminuições condicionavam-se as superfícies com ácido cítrico e mediam-se as permeabilidades. Com os resultados descobriram que a dentina próxima à polpa teve valores de condutância hidráulica ( $L_P$ ) de:  $2,69 \times 10^{-2} \mu\text{l cm}^{-2} \text{ min}^{-1} \text{ cm H}_2\text{O}^{-1}$  e a dentina próxima ao cimento teve valores de  $0,28 \times 10^{-2} \mu\text{l cm}^{-2} \text{ min}^{-1} \text{ cm H}_2\text{O}^{-1}$ . A densidade dos túbulos é maior próximo à polpa em relação à dentina próxima ao cimento, concluindo assim que a menor densidade tubular na área cementária é benéfica ao dente

Tagami et al. (1989) investigaram a permeabilidade dentinária de diferentes profundidades em incisivos centrais de dentes bovinos. Utilizaram para o estudo animais de 3 a 5 anos de idade em igual número de machos e fêmeas. Doze pares contralaterais de incisivos superiores recém-extraídos e preservados em solução isotônica de 0,2% de ácido sódico. As raízes foram cortadas na junção cimento esmalte e as coroas foram coladas em cilindros plásticos com resina epóxi. Primeiramente foram obtidas lâminas de dentina da junção cimento-esmalte da face vestibular. Na segunda secção foram obtidas lâminas paralelamente à primeira, junto à câmara pulpar, mantendo a polpa intacta. Essas secções tinham espessura de 0,69 mm com variação de 0,10 mm. Desta secção foram preparados discos de 1,87 mm de diâmetro com variação de 0,34 mm. Dois tipos de polimento foram efetuados e divididos em grupos. No grupo A o polimento foi realizado na superfície do esmalte em direção à polpa e o lado contrário ficou intacto. O grupo B recebeu polimento na superfície voltada para a polpa em direção ao esmalte, enquanto que a face oposta não recebeu polimento. As seqüências de redução da espessura da dentina foram repetidas de 6 a 13 vezes em cada disco. A permeabilidade da dentina foi medida, após cada redução, e entre as reduções cada amostra foi submetida a um tratamento de 0,5 M de EDTA por 2 min, para a remoção do *smear layer*. Quando os resultados da espessura foi maior que 1,2 mm os valores de condutância hidráulica ( $H_p$ ) dos dois grupos foram menores que  $6 \times 10^{-3} \mu\text{l cm}^{-2} \text{min}^{-1} \text{cm H}_2\text{O}^{-1}$ . A espessura da dentina foi reduzindo em direção à polpa, enquanto que a permeabilidade começou a aumentar na espessura de 0,9 mm. Quando foi reduzida em direção ao esmalte a permeabilidade teve um aumento mais lento. Houve diferença estatística significante entre o grupo A e o grupo B até a espessura de 0,8 mm. No grupo A entre as espessuras de 0,3 e 0,4 mm a permeabilidade foi de  $1,8 \times 10^{-1} \mu\text{l cm}^{-2} \text{min}^{-1} \text{cm H}_2\text{O}^{-1}$ . No grupo B a permeabilidade entre as espessuras de 0,3 e 0,4 mm foi de  $3,8 \times 10^{-2} \mu\text{l cm}^{-2} \text{min cm H}_2\text{O}^{-1}$ . Concluíram que a dentina

superficial (próxima ao esmalte) de dentes bovinos tem menos tubos com menores diâmetros do que a dentina profunda.

Goodis et al. (1991) verificaram se as diferentes soluções de armazenamento dos dentes e o tempo de armazenagem podem alterar a permeabilidade dentinária. Para esse estudo foram usados 40 dentes humanos (n=10) distribuídos em quatro grupos. Todas as amostras foram guardadas à temperatura ambiente. Cada grupo foi armazenado com um tipo de solução: Grupo 1- álcool 70% (G1), grupo 2 - formol 10% (G2), grupo 3 - água destilada com 0,02% de timol (G3) e grupo 4 - Salina tamponada com fosfato com 0,02% de timol (PBS) (G4). Os dentes foram armazenados por uma semana e depois disso suas coroas foram removidas. A smear layers foram removidas com 0,5 M de EDTA pelo tempo de 2 minutos. Os dentes seguiram para a mensuração da permeabilidade. Após a medida inicial foram separados em dois subgrupos. No primeiro subgrupo foram aferidas as permeabilidades com 4, 6 e 8 dias de armazenamento em suas respectivas soluções (G1- álcool 70%, G2- formol 10%, G3- água destilada com 0,02% de timol e G4- Salina tamponada com fosfato (PBS) com 0,02% de timol, e o segundo grupo com 8,15 e 22 dias de armazenamento respectivamente. Foram realizadas as microscopias eletrônicas de varredura. Os resultados de permeabilidade ( $\mu\text{l cm/ min}$ ) pelo período de 1-8 dias foram: Etanol no primeiro dia 3,6  $\mu\text{l cm/ min}$ , quarto dia 4,2  $\mu\text{l cm/ min}$ , sexto dia 4,7  $\mu\text{l cm/ min}$  e oitavo dia 4,8  $\mu\text{l cm/ min}$ . Para o formol no primeiro dia 0,3  $\mu\text{l cm/ min}$ ; no quarto 0,6  $\mu\text{l cm/ min}$ ; no sexto dia 0,6  $\mu\text{l cm/ min}$  e 0,5  $\mu\text{l cm/ min}$  no oitavo dia. Os resultados para a água com timol foram: Primeiro dia 17,8  $\mu\text{l cm/ min}$ , quarto dia 18,7  $\mu\text{l cm/ min}$ , sexto dia 23,5  $\mu\text{l cm/ min}$  e oitavo 23,4  $\mu\text{l cm/ min}$ . Solução salina com timol no primeiro dia 15  $\mu\text{l cm/ min}$ , dia quatro 19  $\mu\text{l cm/ min}$ , dia seis 22  $\mu\text{l cm/ min}$  e dia oito 21  $\mu\text{l cm/ min}$ . Os resultados da permeabilidade ( $\mu\text{l cm/ min}$ ) pelo período de 1-22 dias foram: Etanol no dia primeiro foi 6  $\mu\text{l cm/ min}$ , na primeira semana 8,5  $\mu\text{l cm/ min}$ , na segunda semana 10  $\mu\text{l cm/ min}$  e na terceira semana 7  $\mu\text{l cm/ min}$ .

cm/ min. Com formol no primeiro dia 2,5  $\mu\text{l cm/ min}$ , primeira semana 2,8  $\mu\text{l cm/ min}$ , segunda semana 2,9  $\mu\text{l cm/ min}$  e terceira semana 7  $\mu\text{l cm/ min}$ . Na presença de água com timol no primeiro dia 14,7  $\mu\text{l cm/ min}$ , na primeira semana 25,5  $\mu\text{l cm/ min}$ , na segunda semana 23,8  $\mu\text{l cm/ min}$  e terceira semana 32  $\mu\text{l cm/ min}$ . Quando armazenado em solução salina com timol, no primeiro dia obteve-se 11  $\mu\text{l cm/ min}$ , na primeira semana 14,8  $\mu\text{l cm/ min}$ , na segunda semana 15  $\mu\text{l cm/ min}$  e na terceira semana 17,5  $\mu\text{l cm/ min}$ . Os autores concluíram que todas as soluções de armazenamento tiveram efeito significativos na permeabilidade com o passar do tempo.

Em 1992, Maroli et al. examinaram a variação da permeabilidade na dentina humana de jovens nas regiões proximais, terço oclusal, terço médio, terço cervical, e especificaram suas diferenças. Também fez uma comparação da superfície mesial com a distal. Cinco terceiros molares recém-extraídos foram armazenados em solução salina, limpos e armazenados em solução de azida sódica 0,04% e mantidos sob-refrigeração. Os dentes eram hígidos extraídos de pessoas com até 19 anos ou menos. A localização da região amelocementária foi determinada radiograficamente para que fossem iniciadas as secções das regiões coronais. Foram obtidos 2 discos de cada dente, totalizando 10 discos com aproximadamente 1 mm de espessura. A smear Layer produzida pelo seccionamento foi removida com ácido cítrico a 6% por 2 minutos em cada lado. Após esse procedimento os discos foram lavados em água por 20 segundos. Foram realizados os testes de permeabilidade dentinária e os discos de dentina seguiram para a análise em microscópio eletrônico de varredura. Os resultados da permeabilidade nas regiões oclusais, terço médio e terço cervical foram 0,026; 0,053; 0,094  $\mu\text{l cm}^{-2} \text{ min}^{-1} \text{ cm H}_2\text{O}^{-1}$  respectivamente. Concluíram que a permeabilidade de dentinas jovens aumenta gradualmente no sentido ocluso-cervical, ou seja, a oclusal é menos permeável que a região cervical. O terço médio e oclusal não

demonstraram diferenças estatísticas quanto à permeabilidade. Também não houve diferenças estatísticas entre as regiões mesiais e distais. Na microscopia eletrônica há mais túbulos abertos nas secções proximais e cervicais quando comparado com os terços oclusais e médios.

Dragolich et al. (1993), testaram a capacidade do oxalato férrico em ocluir túbulos dentinários. Para tal utilizaram 24 dentes humanos coletados em três clínicas dentais, os dentes ficaram armazenados por 2 semanas em 2,63% de hipoclorito de sódio. Foram separados 4 dentes para cada grupo totalizando 6 grupos. Dois tipos de soluções foram preparadas. A primeira continha 6% de oxalato férrico mais 2,5% de ácido nítrico e outra solução com 2,5% de ácido nítrico sem oxalato férrico. Para o preparo das amostras as coroas foram removidas na junção cimento esmalte, removeram-se 1 mm de dentina ao redor da raiz. O primeiro grupo de 4 dentes produziram 6 espécimes com smear layer intacta. O segundo grupo tiveram a smear layer removida com ultrassom ligado a uma potência de 70%. O terceiro grupo teve o smear layer tratado em uma imersão de tetraciclina HCl (100 mg/ml pH=1,88) por 5 min, depois cada amostra foi removida e lavada em água por 30 segundos. O quarto grupo teve a smear layer tratada com 0,5 M de EDTA (pH=7,4) por 2 min, a seguir foram lavadas em água por 30 segundos. O quinto grupo teve a smear layer tratada com 20% de ácido cítrico (ajuste do pH para 1,0 com HCl) por 3 minutos, em seguida foram lavados com água por 30 segundos. O sexto grupo teve a smear layer tratada com uma solução de ácido cítrico saturado (pH=0,22) por 3 minutos, em seguida foram lavados por 30 segundos. Uma das seis amostras provenientes de cada dente foi deixada sem tratamento ou ainda tratada com aplicação de uma solução desconhecida. A solução sem nome chamada de Placebo era composta de: Oxalato férrico 6% com 2,5% de ácido nítrico ou 2,5% de ácido nítrico sem oxalato férrico. Essa solução sem nome (Placebo) foi aplicada para molhar a fatia de dentina e descansar por 60 segundos. A solução foi lavada com 30 cc de água da

torneira dispensada por uma seringa através de uma agulha de calibre 17. Os resultados obtidos com relação ao número de túbulos abertos por área de  $700 \mu\text{m}^2$  Com a aplicação de ácido nítrico e seus tratamentos: Smear Layer -7,5 tubulos; Ultrassom-1,0 ; Tetraciclina -4,2 ; EDTA-4,8; 20 % de ácido cítrico-2,2;Ácido cítrico-10,2.Com aplicação do oxalato férrico e seus tratamentos: Smear Layer -0,17 tubulos; Ultrassom-0,08 ; Tetraciclina -0,17 ; EDTA-0,08; 20 % de ácido cítrico-0,17; Ácido cítrico-0,00. Com esse estudo concluíram que conhecer o mecanismo de ação de oxalato férrico em dentina e os efeitos adversos do seu excesso e a formação de cristais, pode auxiliar o clínico no tratamento de pacientes com sensibilidade. A presença de uma camada de esfregaço aumentou o número de cristais que se formam após a aplicação de oxalato férrico em dentina radicular.

Em 1994, Kuroiwa et al. pesquisaram a relação entre hipersensibilidade dentinária e a oclusão dos túbulos dentinários pela escovação com e sem dentifício abrasivo. Para o experimento foram necessários 4 pacientes ( Uma mulher de 30 anos de idade e 3 homens, um de 34, um de 48 e outro de 59 anos). Foram extraídos vinte pré-molares de pacientes que faziam tratamento ortodôntico entre 10 e 12 anos. Regiões cervicais de pré-molares foram cortadas com cinco milímetros de espessura, com um disco diamantado e em seguida foram embebidos em resina epoxy. As superfícies vestibulares foram lixadas até cerca de  $50 \mu\text{m}$  em profundidade e as superfícies expostas de dentina foram polidos com discos de alumina  $0,3 \mu\text{m}$ . Os espécimes incorporados na resina foram cortados em quadrados de  $5 \text{ mm}$  áreas de dentina ( $25 \text{ mm}^2$ ), foram limpos por ultrassons para remover a smear layer. Quatro amostras foram aleatoriamente selecionados e utilizados como controle. Os restantes (16 amostras) foram ligados a placas de resina de acrílica com grampos simples (4 x 4 amostras de indivíduos em placas de resina). Foram utilizadas escovas de nylon com dentifício à base de fosfato de cálcio. Dentifícios contendo flúor não foram usados pela ação dos

fluoretos. Foram escovados de 2 em 2 espécimes com e sem dentifrício todos os dias por 1 minuto. Os resultados da porcentagem de oclusão dos túbulos em relação a 100%, o controle foi de 18,5%. Os resultados para a escovação com dentifrício 20,0% e sem dentifrício 100,0%. Concluíram que o uso de dentifrício não abrasivo irá prevenir ou reduzir a hipersensibilidade da dentina nas regiões cervicais da dentina.

Em 1995, Suge et al. avaliaram a oclusão tubular da dentina através do método que utiliza precipitado de fosfato de cálcio (CPP) nos túbulos. O objetivo foi avaliar a ação do flúor sobre esse precipitado, a textura e sua capacidade oclusiva. O fluoreto aumenta a conversão do DCPD para HAP (Hidroxiapatita). Foram avaliados os efeitos do flúor sobre o precipitado formado pelo método CPP. Avaliou também a relação entre a distância do precipitado e a superfície dentinária e conseqüentemente a permeabilidade dentinária. Para esse estudo foram utilizados molares humanos e desses confeccionados discos com 1,5 mm de espessura, onde foram feitos ataques com ácido clorídrico por 1 min, imediatamente lavados com água destilada por 1 min. Aplicada solução de CPP na superfície dos espécimes seguiram para o pós-tratamento com a solução de 1M /l de NaOH com 0 a 0,1M /L de NaF. Algumas amostras seguiram para análise em microscópio eletrônico de varredura (MEV) e microanálise dispersiva de Rx (Xma). Os discos após o tratamento foram submetidos ao teste de permeabilidade. Como controle foram usados solução de 10% de  $\text{SrCl}_2$  com 25% de oxalato de potássio. Os resultados da permeabilidade do controle apenas com  $\text{H}_2\text{O}$  (pH 6,9) foi de 100%. Para as soluções de CPP (1 mol/L  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  dissolvido em 2 mol/L  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .) as permeabilidades tiveram valores de 15,03%. Para valores do CPP 15,05%. Para 25% de oxalato de potássio 8,19%. Para o cloreto de estrôncio a 10% obtiveram 97,64%. A profundidade do precipitado foi de aproximadamente 10 a 15  $\mu\text{m}$  independentemente da concentração de NaF (que foi de 0 a 0.1 mol/L) após tratamento com a solução. A relação molar Ca/P do precipitado,

medido em raios-x de micro análise, foi mais elevada (1,25) na presença de NaF do que na sua ausência (1,03). Concluíram que a adição de NaF em soluções de pós-tratamento pelo método CPP é, portanto, recomendado para a hipersensibilidade dentinária.

Camps et al. (1997) avaliaram o efeito da pressão aplicada e do tempo sobre as medidas de condutância hidráulica da dentina humana. Fatias de dentina foram preparadas a partir de 50 terceiros molares humanos. A água foi pressionada através das fatias sob uma pressão hidrostática constante. Cinco pressões foram testados: 1,3 kPa (n = 10), 13,3 kPa (n = 10), 26,6 kPa (n = 10), 40 kPa (n = 10) e 53,3 kPa (n = 10). O volume que passou pelas fatias foram registradas a cada 10 min durante 3 h. O volume, a taxa de fluxo de fluido e a condutância hidráulica sob as cinco pressões foram comparados. O volume aumentou com o tempo e a pressão. O fluxo de fluido e a condutância hidráulica diminuíram com o tempo sob kPa 13,3, 26,6 e 40, mas manteve-se constante em 1,3 e 53,3 kPa. Utilizado uma baixa pressão (1,3 kPa) permitiu-se a passagem de água através dos túbulos dentinários, sem causar efeito no conteúdo intratubular. Pressões médias (13,3, 26,6, 40 kPa) pareceu ter efeito sobre o conteúdo do túbulo progressivamente, resultando num fluxo de fluido e, portanto, em uma diminuição da condutância hidráulica com o tempo. Sob estas pressões, os valores calculados de condutância hidráulica podem ser de confiança porque eles são dependentes do tempo. Pressão alta (53,3 kPa) pareceu empurrar o conteúdo do túbulo contra resistências intratubulares imediatamente, resultando em fluxos de fluidos baixos de condutâncias hidráulicas.

Ling et al. (1997) investigaram potenciais agentes dessensibilizantes na oclusão de orifícios tubulares, por MEV e microanálise de raios X, para caracterizar a natureza dos depósitos após a aplicação. Para o estudo foram selecionados e preparados discos da porção coronal humana. Comparações dos efeitos dos dois controles e duas condições de teste foram facilitadas pela divisão de cada disco de

dentina em um quarto. Cada amostra tinha duas linhas de fratura, uma na vertical outra na horizontal. As primeiras metades do disco do lado esquerdo eram o controle e foram deixados na dessecadora durante 2 dias. As outras duas metades do lado direito receberam o teste. Os testes foram realizados pelos produtos: Produtos usados em consultório - (Butler Protect, Sensodyne Sealant, Colgate FluoriGard Gel).; Produtos de uso caseiro - (Boots Formula F toothpaste, Boots Sensitive Teeth Mouthwash, Elgydium Mint Gel Toothpaste, Macleans Freshmint toothpaste, Macleans Sensitive toothpaste, Mentadent Sensitive toothpaste, Sensodyne F toothpaste, Sensodyne Mint toothpaste). Para avaliar a retenção das substâncias aplicadas, a parte inferior ficou armazenada durante 6 h em saliva. As amostras foram então lavadas em água destilada, durante 10 s com posterior secagem em uma dessecadora. Os discos foram, então, revestidos com ouro / paládio e analisados num microscópio eletrônico de varredura. Os discos de dentina fraturados permitiram uma comparação precisa de áreas similares de ambas as superfícies tratadas e não tratadas do mesmo disco. Os resultados deste estudo indicaram que o oxalato férrico, o ingrediente ativo do Sensodyne, produziram estruturas semelhantes a cristais, com oclusão de quase todos os orifícios tubulares. O oxalato férrico foi superior ao oxalato de potássio. Conclui-se que estes achados sugerem que determinados agentes dessensibilizantes têm propriedades oclusivas do túbulo, como observado neste sistema *in vitro*, que, por sua vez, podem indicar um potencial terapêutico *in vivo*.

Em 1998, Camps et al. fizeram um estudo longitudinal dos efeitos de três agentes dessensibilizantes comerciais, através do teste da permeabilidade. Foram utilizados 40 dentes humanos recém-extraídos não irrompidos, armazenados em solução salina a 4°C. As raízes foram embebidas em resina e preparadas discos de dentina de aproximadamente 0,5 mm de espessura, o mais próximo possível da câmara pulpar sem qualquer evidência do tecido pulpar. O lado pulpar dos discos foi condicionado com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos.

Foram divididos em 4 grupos n=10, G1-grupo controle, G2-Protect (oxalato de potássio), G3 - Gluma Desensitizer (HEMA+Glutaraldeido), G4 - Ms Coat (Ác Oxálico), sendo um grupo controle. Foram divididos em 3 tempos para as aferições de permeabilidade, uma medida antes do tratamento, imediatamente após e depois de um mês armazenado em água. As amostras tiveram um tratamento de acordo com os seus dessensibilizantes seguindo critérios de utilização preconizados pelos fabricantes. Os resultados desse estudo revelaram que a condutância hidráulica ( $L_p$ )  $10^{-7} \text{ s}^{-1} \text{ kPa}$  antes do tratamento foram G1- 8,32, G2 - 7,22, G3 - 5,60 e G4 - 10,00. As médias depois do tratamento foram G1-não aferido, G2 - 33, G3 - 38, G4 - 15. Os resultados depois de um mês em armazenamento G1-18,8, G2 - 37, G3 - 30 e G4 - 10. Concluíram que todos os produtos são eficazes para o tratamento de hipersensibilidade, entretanto a escovação dental pode modificar a durabilidade dos produtos utilizados para o tratamento. Os resultados do Ms Coat (oxalato) mostraram-se com melhor resultado na redução da permeabilidade dentinária.

Em 1999, Gillam et al. investigaram agentes dessensibilizantes na oclusão dos túbulos dentinários através do modelo de disco de dentina. Os efeitos da superfície e penetração nos túbulos dos cinco produtos de teste selecionados foram examinados por microscopia eletrônica de varredura. Foram utilizados para esse estudo 5 molares mandibulares, fixado em 3% de glutaraldeido e 0,1 M de solução básica de pH 7,4 E 4°C por 1 mês. Foram divididos em cinco discos da porção cérvico coronal e em duas linhas de fraturas. Uma metade foi para controle, no qual foi armazenada em água destilada e depois foi pra dessecadora para ser analisada em MEV. A outra metade foi submetida aos testes com os selantes, seguindo para a dessecadora e preparo para análise em MEV. Os resultados do presente estudo demonstram que em todos os agentes dessensibilizantes aplicados, foi produzida alguma oclusão dos túbulos, embora o grau de cobertura e de oclusão variou

entre os produtos. De todos os agentes testados, oxalato férrico, o ingrediente ativo do Sensodyne, produziu estruturas semelhantes a cristais que ocluíram uma proporção mais elevada dos túbulos em toda a superfície do disco de dentina. ALL-BOND 2 e One-Step (ambos os sistemas de fotopolimerização) produziram cristais, embora a cobertura não é uniforme em toda a superfície do disco, há alguma redução no diâmetro dos túbulos. Estes três produtos, no entanto, parecem ser mais eficazes do que o oxalato (oxalato de potássio) ou Oxa-gel (oxalato de potássio em gel), onde houve uma redução marcante tanto ao nível de cobertura como na oclusão do túbulo. Conclui-se que a sequência de aplicação dos cinco agentes, nas superfícies dos discos de dentina provocou, em diferentes níveis, a deposição de produtos e oclusão dos túbulos dentinários. Os produtos fotopolimerizáveis foram mais eficazes do que os oxalatos.

Schilke et al. (2000) compararam o número e diâmetro dos túbulos dentinários de humanos e bovinos através de uma investigação em microscópio eletrônico de varredura. Foram utilizados 30 incisivos centrais de bovinos, coroas e raízes. Nas amostras humanas apenas as coroas foram investigadas. Foram utilizados 30 terceiros molares mandibulares inclusos e 30 primeiros e segundos molares decíduos. Os molares humanos foram extraídos de crianças com idade de 9 a 12 anos e os adultos tinham de 18 a 23 anos. Os dentes bovinos foram seccionados na junção amelo-cementária com disco de diamante e irrigação abundante. As raízes dos dentes humanos e bovinos foram cortadas méso-distalmente com o mesmo disco. O número de túbulos dentinários por  $\text{mm}^2$  foram cortados partindo do centro para o lado, através de fotomicrografias realizadas em ampliação 500 x. Os cálculos foram facilitados por um papel de decalque que cobria cada fotomicrografia. Foram contados apenas túbulos nos lados direito e superior da margem e incluídos no total. Os resultados foram que a densidade de túbulos na camada média foi maior na raiz bovina (BR) de

dentina (número de túbulos por  $\text{mm}^2$ ): 23,760 do que na decídua humana (HD) (18,243), humana permanente (HP) (18,781), e bovina coronal (BC), (17,310) dentina. Os valores correspondentes para a camada de fundo eram 23,738 (BR), 24162 (HD), 21343 (HP), e 20980 (BC). Não foram encontradas diferenças significativas para o número de túbulos dentinários na dentina coronal bovina em comparação com a dentina de decíduos humanos e molares permanentes. O diâmetro médio dos túbulos dentinários bovinos foi ligeiramente, mas não significativamente, mais elevada do que na dentina humana (camada média / camada profunda): BC, 2,85  $\mu\text{m}$  /3,50  $\mu\text{m}$ ; BR, 3,10  $\mu\text{m}$  /3,23  $\mu\text{m}$ ; HD, 2,55  $\mu\text{m}$  /2,82  $\mu\text{m}$ ; HP, 2,65  $\mu\text{m}$ /2,90  $\mu\text{m}$ . Estes resultados demonstram que as camadas coronais correspondentes de dentina, decíduas humanas e molares permanentes e de incisivos bovinos centrais, não são significativamente diferentes do seu número de túbulos por  $\text{mm}^2$  e o seu diâmetro tubular, enquanto que a densidade dos túbulos da dentina na raiz bovina é significativamente maior. Os resultados sugeriram que dentina bovina é um substituto adequado para a dentina de molares humanos.

Em 2000, Jain et al. determinaram o efeito da permeabilidade dos dessensibilizantes (oxalatos e glutaraldeídos + HEMA) e agentes de adesão com e sem compósitos de adesão-RBC. A influência da saliva e da escovação sobre estes agentes também foi avaliada. Foram utilizados discos de dentina radiculares  $\pm 1$  mm de espessura, obtidos a partir de dentes humanos extraídos. A espessura dos discos foi padronizada com lixa 600 de gramatura. Ambas as superfícies pulpares e periodontais dos discos foram tratados com ácido cítrico a 6%, durante 2 min antes da medida inicial da permeabilidade dentinária. A permeabilidade foi realizada nos discos, utilizando um aparelho de câmara dividida, em quatro momentos diferentes: no início do estudo, após o tratamento com cada modalidade de dessensibilizante, após 24 horas de imersão em saliva e após escovação simulada

equivalente a 3 semanas de escovação. As modalidades de tratamento foram: Sensodyne Desensitizer (G1-oxalato férrico), Gluma Desensitizer (G2-glutaraldeído+HEMA), All-Bond DS (primers sem condicionamento)(G3), Etch + Primer (G4), Etch + Primer + Adesivo (G5) e Etch + adesivo +Primers +RBC (G6). Discos de dentina radicular foram preparadas separadamente para microscopia eletrônica de varredura (MEV). O grupo controle foi deixado sem tratamento. Os discos nos outros grupos foram tratados com os produtos acima referidos, no G1 os discos foram umedecidos com algodão e água e em seguida foi aplicado o produto com um aplicador e deixou secar por 1 minuto, no G2 o dessensibilizante foi aplicado com uma aplicação e agitação por 30 segundos, no G3 aplicou-se o primer A com aplicador e aplicado jato de ar de 5 a 6 segundos e depois o primer B, com fotopolimerização por 10 segundos. No G4 foi usado o ácido fosfórico a 32% por 15 segundos antes. Depois removeram o ácido com água e secaram, em seguida seguiram o mesmo protocolo de uso do G3. O G5 foi preparado com ácido como no grupo 4 e em seguida foi fotopolimerizado, por 20 segundos, uma fina camada de adesivo resinoso, com posterior escovação. No G6 os discos foram preparados como nos grupos G5 e em seguida foi fotopolimerizado por 40 segundos um produto chamado AeliteFlo RBC . Um disco a partir de cada grupo foi visualizada sob a MEV após o tratamento com o dessensibilizante. Os resultados obtidos foram: A maior redução da permeabilidade foi causada por All-Bond DS seguido por Sensodyne Desensitizer e Etch + Primer + Resina. Gluma Desensitizer, Etch + Primers e Etch + Primer + adesivo não reduziram a permeabilidade significativamente. A imersão em saliva aumentou a permeabilidade significativamente, apenas para a Gluma e Etch + adesivo. A taxa de filtração após cada tratamento foi: G1=antes do tratamento 0,94 µl/min, após tratamento 0,62 µl/min, após imersão da saliva 3,69 µl/min e após escovação 5,44 µl/min. G2=antes do tratamento 1,16 µl/min, após tratamento 1,39, após imersão da saliva 2,64 e após

escovação 3,62  $\mu\text{l}/\text{min}$ . G3= antes do tratamento 1,55  $\mu\text{l}/\text{min}$ , após tratamento 0,63  $\mu\text{l}/\text{min}$ , após imersão da saliva 2,05  $\mu\text{l}/\text{min}$  e após escovação 3,61  $\mu\text{l}/\text{min}$  G4=antes do tratamento 1,82  $\mu\text{l}/\text{min}$ , após tratamento 1,37  $\mu\text{l}/\text{min}$ , após imersão da saliva 4,29  $\mu\text{l}/\text{min}$  e após escovação 4,54  $\mu\text{l}/\text{min}$ . G5=antes do tratamento 1,45  $\mu\text{l}/\text{min}$ , após tratamento 1,01  $\mu\text{l}/\text{min}$ , após imersão da saliva 4,16  $\mu\text{l}/\text{min}$  e após escovação 2,03  $\mu\text{l}/\text{min}$ . G6= antes do tratamento 1,23  $\mu\text{l}/\text{min}$ , após tratamento 0,57  $\mu\text{l}/\text{min}$ , após imersão da saliva 1,89  $\mu\text{l}/\text{min}$  e após escovação 1,22  $\mu\text{l}/\text{min}$ . Assim concluíram que a colocação de primers sem ácido (All-Bond DS) reduziu a permeabilidade mais do que qualquer outra forma de tratamento. A exposição à saliva e escovação diminuiu a permeabilidade causada pelos dessensibilizantes e agentes adesivos dentinários. As micrografias do MEV revelaram que, na maioria dos casos, a forma e a morfologia da superfície da dentina foram condizentes com os resultados numéricos, isso quer dizer que eles fecharam os túbulos e com isso diminuíram a permeabilidade dentinária.

Schmalz et al. (2001) realizaram um estudo que comparou, a condutância hidráulica ( $L_p$ ) e o fluxo de água ( $J_s$ ) a partir de fatias de dentina humana e de bovinos, a fim de utilizar a dentina bovina em vez de dentina humana para adesão *in vitro*. As experiências de permeabilidade foram realizadas em uma câmara de permeabilidade utilizando água destilada e solução fisiológica. Foram utilizados incisivos bovinos, cujos animais sacrificados tinham por volta de 2 a 4 anos de idade. Os molares humanos foram extraídos de terceiros molares com formação incompleta da raiz. Após a extração os dentes foram limpos e estocados em 0,1% de solução de timol e solução salina a 4°C. Os dentes foram usados dentro de 2 semanas de armazenamento. Os dentes foram cortados em fatias de 100, 300, 500 e 700  $\mu\text{m}$ . Nos dentes bovinos foram retiradas as fatias do lado mesial e distal obedecendo às espessuras já descritas. A região que foi usada foi a junção cimento esmalte. Já nos dentes humanos os cortes das fatias foram feitos paralelos a superfície

oclusal e foi utilizada a região central dessas fatias. Todos os cortes foram feitos o mais próximo possível da polpa. A *smear layer* foi removida em metade das fatias. Esta foi removida com ácido cítrico a 50% por 30 segundos, dos dois lados de cada fatia. Para a análise no MEV (microscópio eletrônico de varredura) foram preparadas 20 fatias com 500µm de espessura. Metade dessas amostras recebeu ácido cítrico á 50% por 30 segundos. Os resultados da avaliação em MEV com dentina com *smear layer* e na face pulpar mostrou densidade tubular ( $\text{mm}^{-2}$ ) para o humano 35816  $\text{mm}^{-2}$  e para o bovino 32664  $\text{mm}^{-2}$ . No lado do esmalte a densidade de túbulos em dentina humana foi de 30873  $\text{mm}^{-2}$  enquanto que a bovina teve 23714  $\text{mm}^{-2}$ . O diâmetro dos túbulos após o ataque ácido no lado pulpar da dentina humana foi de 1,5 µm, enquanto que na bovina foi de 1,0 µm. No lado do esmalte a dentina humana teve 1,3 µm enquanto na bovina foi de 0,9 µm. Os resultados para condutância hidráulica ( $L_p$ ) na espessura de 100 µm em humanos com ataque ácido foi de  $0,02 \cdot 10^{-9}$  para  $0,24 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3 \text{ N}^{-1} \text{ s}^{-1}$  e sem ataque ácido  $0,01 \cdot 10^{-9}$  para  $0,11 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3 \text{ N}^{-1} \text{ s}^{-1}$ . A condutância em dentina bovina com ataque ácido foi de  $0,04 \cdot 10^{-9}$  para  $0,18 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3 \text{ N}^{-1} \text{ s}^{-1}$ , e sem ataque ácido  $0,03 \cdot 10^{-9}$  para  $0,07 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3 \text{ N}^{-1} \text{ s}^{-1}$ . Os resultados para fluxo de água ( $J_s$ ) para dentina bovina foi de  $0,21 \cdot 10^{-12}$  para  $1,52 \cdot 10^{-12} \text{ mol min}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ , enquanto que para a dentina humana tiveram  $0,11 \cdot 10^{-12}$  para  $0,99 \cdot 10^{-12} \text{ mol min}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ . Concluíram que a dentina bovina perto da junção amelocementária parece ser uma alternativa adequada para testes *in vitro*.

Kolker et al. (2002) avaliaram o efeito de cinco agentes dessensibilizantes dentinários sobre a permeabilidade utilizando condutibilidade hidráulica, e as alterações morfológicas dos túbulos com microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os materiais dessensibilizantes utilizados foram Seal & Protect, Gluma Desensitizer, Hurri Seal, D / Sense 2, e Selo Super. Trinta molares humanos foram seccionados com 1 mm de espessura nas porções coronais de dentina. Para medir a permeabilidade da dentina foram utilizados soro

bovino e salina tamponada com fosfato a 10 psi. Os tratamentos foram aplicados para as superfícies de dentina de acordo com as instruções do fabricante. Representantes de cada grupo foram selecionados para observação no MEV. Os resultados mostraram que a média de porcentagem de redução na permeabilidade da dentina para cada grupo foi: Superseal = 97,5%, HurriSeal = 54,2%, D / Sense 2 = 46,6%, Gluma Desensitizer = 39,6% e Seal & Protect = 33,8%. Os dados fornecidos evidenciaram diferenças na redução da permeabilidade entre os agentes ( $p < 0,01$ ). Comparações demonstraram que os efeitos de Superseal diferiu significativamente das reduções obtidas utilizando Seal & Protect, Gluma Desensitizer, e D / Sense 2. Diferenças no grau e conteúdo da oclusão dos túbulos dentinários foram observadas entre todos os grupos dos agentes dessensibilizantes dentinários através da microscopia eletrônica de varredura. Concluíram que dentre os materiais incluídos neste estudo o Superseal é melhor no tratamento da sensibilidade dentinária.

Arrais et al. (2004) avaliaram as características de obliteração dos túbulos dentinários de três agentes dessensibilizantes. Um dos materiais utilizados foi o oxalato de potássio-Oxagel (OX), outro produto foi a base de HEMA +glutaraldeído comercialmente chamado de Gluma Desensitizer (GD) e também um produto a base de flúor-fosfato acidulado-Nupro Gel (AF). Foram utilizados 24 terceiros molares humanos. A região vestibular e cervical de vinte e quatro terceiros molares humanos extraídos foram planejados e polidos com lixas para simular superfícies cervicais com hipersensibilidade. Os dentes foram aleatoriamente divididos em quatro grupos ( $n=6$ ), de acordo com os seguintes tratamentos superficiais da dentina: G1: Sem tratamento; G2:OX; G3:GD; G4:AF. Os espécimes foram fraturados no sentido línguo-vestibular e preparados para microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os resultados mostraram que o grupo OX promoveu oclusão pela disposição de cristais no interior dos túbulos. Enquanto GD criou uma

camada delgada sobre a superfície da dentina, e a aplicação do AF produziu a formação de precipitados que ocluíram os túbulos. De acordo com a análise em MEV, todos agentes dessensibilizantes testados foram capazes de obliterar túbulos dentinários.

Pereira et al. (2005) estudaram variações da permeabilidade através da dentina após o pré-tratamento (dessensibilizantes) com 3 diferentes géis de oxalato de potássio. Foram utilizados para o experimento: Oxagel- 3% de oxalato de potássio 3% a pH 4.1. Solução 1 - 6% de oxalato de potássio a pH 4.0. Solução 2 - 3% de oxalato de potássio pH 2.5, e o gel de flúor-fosfato acidulado da Nupro (1,23 % APF Gel, pH 3,6 e 3.9). Foram realizados cinco diferentes pré-tratamentos de superfície (Tratamento A: Removeu-se o smear layer com EDTA, pH 7.4, por 1 minuto, a superfície oclusal foi lavada com água deionizada e seca com ar; Tratamento B: Removeu-se o smear layer com EDTA, pH 7.4, por 1 minuto, a superfície oclusal foi lavada e levemente seca; Tratamento C: Removeu-se o smear layer com EDTA, pH 7.4, por 1 minuto, a superfície foi lavada e deixada úmida; Tratamento D: O EDTA foi aplicado mas não foi enxaguado, foi aplicado ar até secar; Tratamento E: O EDTA foi aplicado mas não foi enxaguado, foi aplicado um leve jato de ar). Terceiros molares humanos foram extraídos de pacientes jovens e conservados a 4°C em água deionizada e utilizados após 1 mês. As coroas dos molares foram seccionadas perpendicularmente ao longo eixo das raízes, criando 200 discos de dentina. Resultou-se em discos de dentina com aproximadamente 1 mm de diâmetro, livres do esmalte coronal e evidências de polpa. Os espécimes foram imersos em solução de 0,5M de EDTA (pH 7,4) por 1 minuto para remover a smear layer. Fizeram o teste da permeabilidade mínima (Lp mínimo), após esse teste passaram EDTA por 1 minuto para obter-se a permeabilidade máxima (Lp máximo). A partir desse momento os espécimes foram submetidos a 5 diferentes protocolos, cada protocolo usou como pré tratamento 4 diferentes tipos de dessensibilizantes. Aplicaram passivamente os géis

dessensibilizantes por 4 min e novamente seguiram para o teste de permeabilidade. Os resultados de condutância hidráulica ( $L_p$ ) foram: Oxa-Gel na presença de smear layer para o tratamentos A17,0; B29,0; C6,5; D31,8; E12,7  $\mu\text{Lcm}^{-2} \text{min}^{-1}\text{cmH}_2\text{O}$ . Para a solução 1 os resultados foram: A17,8; B14,0; C17,3; D17,8; E8,5  $\mu\text{Lcm}^{-2} \text{min}^{-1}\text{cmH}_2\text{O}$ . Para a solução 2 os resultados foram: A15,1; B16,5; C6,5; D15,7; E10,0  $\mu\text{Lcm}^{-2} \text{min}^{-1}\text{cmH}_2\text{O}$ . Para a solução de flúor fosfato acidulado os resultados foram: A12,4; B24,0; C16,4; D25,8; E10,6  $\mu\text{Lcm}^{-2} \text{min}^{-1}\text{cmH}_2\text{O}$ . Os resultados da permeabilidade na presença dos materiais para tratamentos A10,5; B14,4; C10,3; D38,5; E33,5  $\mu\text{Lcm}^{-2} \text{min}^{-1}\text{cmH}_2\text{O}$ . Para a solução 1 os resultados foram: A14,5; B18,7; C16,3; D26,1; E14,5  $\mu\text{Lcm}^{-2} \text{min}^{-1}\text{cmH}_2\text{O}$ . Para a solução 2 os resultados foram: A12,3; B15,3; C4,3; D16,3; E10,1  $\mu\text{Lcm}^{-2} \text{min}^{-1}\text{cmH}_2\text{O}$ . Para a solução de flúor fosfato acidulado os resultados foram: A41,4 ; B62,8; C73,2; D77,4; E72,2  $\mu\text{Lcm}^{-2} \text{min}^{-1}\text{cmH}_2\text{O}$ . O resultado com o ácido cítrico com tratamentos A 34,8; B 26,4; C 9,6; D 45,3; E 31,0  $\mu\text{Lcm}^{-2} \text{min}^{-1}\text{cmH}_2\text{O}$ . Para a solução 1 os resultados foram: A19,2; B25,6; C17,2; D44,7; E12,5  $\mu\text{Lcm}^{-2} \text{min}^{-1}\text{cmH}_2\text{O}$ . Para a solução 2 os resultados foram: A16,4; B19,4; C4,3; D26,9; E11,9  $\mu\text{Lcm}^{-2} \text{min}^{-1}\text{cmH}_2\text{O}$ . Para a solução de flúor fosfato acidulado os resultados foram: A49,6 ; B70,2; C75,7; D67,3; E82,2  $\mu\text{Lcm}^{-2} \text{min}^{-1}\text{cmH}_2\text{O}$ . Os autores concluíram que os produtos testados, com a exceção do gel de fluoreto, reduziram a permeabilidade da dentina para níveis semelhantes aos obtidos na presença smear layer. A solução 2 aplicado na dentina molhada mostrou a maior redução da permeabilidade e foi menos susceptível às condições do pré-tratamento. O OxaGel foi o segundo agente mais eficaz seguido da soluções 1 e o gel de fluoreto. Oxalato de potássio à base das soluções, em particular, a solução 2, pode ser considerado boas opções clínicas para o tratamento da hipersensibilidade dentinária.

No ano de 2006, Santiago et al. avaliaram a influência do tempo após a aplicação de soluções de oxalato na redução da

permeabilidade dentinária. Foram obtidos 50 discos de dentina a partir de terceiros molares humanos extraídos e divididos em 5 grupos (n = 10), de acordo como o agente dessensibilizante usado: Grupo I: OxaGel, Grupo II: Agente experimental DD-1: Grupo III: Agente experimental DD-2. Nos Grupos IV e V, um gel placebo e água deionizada foram utilizados como controle, respectivamente. Os agentes foram aplicados durante 3 minutos, foram lavados e a condutibilidade hidráulica foi medida imediatamente e após 5 minutos, 15 minutos e intervalos de 30 minutos e após o desafio ácido. Os resultados mostraram Grupos I, II e III não diferiram significativamente um do outro em qualquer um dos intervalos de tempo. Os valores de desvio padrão foram G1- Mínimo (Mi):(26,14), Imediatamente (Im):(23,03), 5min(17,14), 15 min (13,46), 30 min(11,03), Desafio ácido(Da):(17,63). Para o G2(Mi): (16,22), (Im): (21,76), 5 min(16,09), 15 min(12,09), 30 min(9,09), (Da): (16,71). G3(Mi):(28,91), (Im):(29,) 5 min(22,69), 15 min (17,01), 30 min (13,78), (Da):(22,61). Da mesma forma, os Grupos IV e V foram estatisticamente semelhantes entre G4-(Mi): (31,22), (Im): (72,76), 5 min(54,99), 15 min(44,19), 30 min(35,5±8,6), (a): (65,78) e G5-(Mi): (32,31), (Im): (74,00), 5 min(61,96), 15 min (48,03), 30 min (37,69), (Da): (86,57). Os agentes ativos reduziram significativamente a permeabilidade dentinária em comparação com grupos de controle. Permeabilidade da dentina diminuiu significativamente com o tempo independentemente do agente aplicado.

Em 2008, Ricarte et al. analisaram o protocolo básico para a avaliação da sensibilidade dentinária. O estudo foi baseado em estímulo aplicado na dentina, em áreas cervicais. Os métodos para esse estudo foram duplo-cego e randomizado (escolhidos de forma aleatória). Os pacientes incluídos no estudo possuíam algumas características em comum, como por exemplo a não utilização de dessensibilizantes. Para a escolha do grupo de estudo foi imprescindível que os dentes fossem permanentes e principalmente tivessem o diagnóstico de sensibilidade dental. No grupo controle o tipo de tratamento foi omitido. A duração do

estudo foi de 8 semanas acompanhados a curto, médio e longo prazo. Os métodos para induzir a sensibilidade foram através de estímulos táteis na superfície dentinária e estímulos químicos através de substâncias ácidas. Foram usadas para a estimulação jatos de ar e água a temperatura de 7°C, sistemas termoelétricos e também estimulação elétrica. Para avaliar as respostas a esses estímulos foram usados a escala visual (VAS), a parte de trás da escala há uma escala numérica – Numeric Rating Scale - NRS, e a avaliação global da sensibilidade que é uma avaliação inicial antes e depois do tratamento. Concluíram que a sensibilidade dentinária tem elevada prevalência em pacientes com doença periodonal. A importância do conhecimento da etiologia e do diagnóstico diferencial correto é fundamental para o tratamento adequado.

Em 2009, Schiff et al. determinaram a eficácia de uma pasta dessensibilizante contendo 8% de arginina e carbonato de cálcio em relação a uma pasta de profilaxia, disponível comercialmente (pedra pomes, após procedimento de raspagem). Estabeleceram a duração do alívio da sensibilidade, durante um período de 4 semanas e 12 semanas. Os métodos para esse estudo foram duplo-cego, estudo clínico randomizado. Os indivíduos adultos do sexo masculino e feminino apresentaram dois dentes hipersensíveis. Os indivíduos foram randomizados de acordo com a hipersensibilidade e aleatoriamente colocados em um dos dois grupos de tratamento: (1) Primeiro tratamento: Uma pasta dessensibilizante contendo 8% de arginina e carbonato de cálcio (Colgate-Palmolive Co) e (2) Controle: Nupro pomes, pasta de profilaxia (Dentsply Professional). Os indivíduos receberam o tratamento, e foram re-examinados quanto a hipersensibilidade dentinária com teste tátil e jato de ar. Após os tratamentos em clínica, foram disponibilizados aos pacientes os dentifrícios contendo fluoreto de sódio 0,243% (Crest Cavity Protection, Procter & Gamble Co).e as escovas. As escovas eram de cerdas macias e foram orientados a escovar os dentes por 1 minuto,

duas vezes por dia. Foram orientados a utilizar apenas a escova e o dentífrico fornecido, durante 12 semanas seguidas. Os pacientes retornaram ao local de teste 4 e 12 semanas após a aplicação única de pasta de teste ou de controle, depois de ter se absterido de goma de mascar durante 8 horas e de comer e beber, durante 4 horas, antes de cada visita. Avaliações de hipersensibilidade táteis e jato de ar, e exames de tecidos moles e duros orais foram repetidas em 4 e 12 semanas de exames. Os resultados foram concluídos com 68 pacientes que completaram o estudo de 12 semanas. Imediatamente a aplicação do produto seguinte e 4 semanas após a aplicação do produto, os indivíduos pertencentes ao grupo teste apresentaram melhora estatisticamente significativa ao grupo controle em relação ao controle do ar (evaporativo) (44,1 e 45,9, respectivamente). No mesmo intervalo de tempo, os indivíduos pertencentes ao grupo controle apresentaram melhora estatisticamente significativa do controle em relação ao controle da média do ar (evaporativo) (15,1 e 8,9, respectivamente) e os escores médios de hipersensibilidade tátil (43,1 e 8,3, respectivamente). Aplicação imediatamente seguinte da pasta atribuído a 4 semanas mais tarde, o grupo teste demonstrou reduções estatisticamente significativas na hipersensibilidade dentinária com relação à linha de base ajustada média do ar (34,1 e 40,6, respectivamente), em comparação com o grupo controle. Concluíram que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos.

Em 2009, Hamlin et al. tinham o objetivo de avaliar a eficácia clínica da redução da hipersensibilidade dentinária de uma pasta profissional dessensibilizante, que continha arginina 8% e carbonato de cálcio, em relação á pedra pomes comercialmente disponível para procedimentos de limpeza dental. O estudo clínico foi estratificado realizado com 45 indivíduos, adultos do sexo masculino e feminino, duplo cego e para o qual um estímulo tátil de hipersensibilidade com pontuação de 10-50 gramas de força, e resposta positiva para os testes

evaporativos. Foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos: O primeiro grupo recebeu a profilaxia com pedra pomes e imediatamente escovação com a pasta contendo arginina 8% e carbonato de cálcio. Outro grupo recebeu apenas a arginina 8% e carbonato de cálcio. Os testes de hipersensibilidade dentinária foram novamente realizadas seguindo a mesma metodologia inicial. Os resultados da pesquisa apresentaram reduções estatisticamente significantes do grupo que receberam a limpeza, para os testes táteis tiveram 132,1 pontos e para os testes evaporativos 48,6 pontos. Os autores concluíram que a pasta contendo arginina teve uma redução da hipersensibilidade dentinária, quando aplicada como um tratamento único antes de qualquer procedimento de limpeza profissional dentário. A aplicação da arginina sem procedimento de limpeza teve uma redução maior da sensibilidade em comparação ao grupo que recebeu a profilaxia anteriormente ao tratamento.

Ishihata et al. (2009), investigaram dois agentes dessensibilizantes, frequentemente usados no Japão, Europa e no Norte da América e seus efeitos de inibição do fluxo de líquido através de discos de dentina humana. Para esse trabalho foram utilizados 14 terceiros molares humanos que foram imediatamente congelados após a extração. Foram confeccionados discos de dentina de 1 mm de diâmetro, retirados entre o topo da câmara pulpar e o limite amelo-dentinário. Cada corte foi lavado, ambos os lados, com 0,5 M de EDTA neutralizado (pH 7,4) por 30 segundos. Foram determinadas 3 medidas de permeabilidades em cada espécime em duas pressões diferentes (2,5 kPa por 120 s e 13 kPa por 60 s). Os corpos de prova foram submetidos ao teste imediatamente após a lavagem com EDTA (grupo controle), após esse teste foram aplicadas gotículas de albumina na face coronal para simular a saliva e novamente submetidos ao teste de permeabilidade, então foram aplicados os dessensibilizantes e aferidos novamente. Os dessensibilizantes utilizados foram: (GDG) - emulsão de: 5% de polimetil-

metacrilato / copolímero ácido poliestireno sulfônico, o (GLD) - Gluma Desensitizer e o (MSC) - solução aquosa de 2% ácido oxálico. Os resultados encontrados do grupo GLD (n=8) com pressão de 2,5 Kpa por 120 s foram de aproximadamente: 20000 mV.s de quimioluminescência. Para o grupo controle GDG o resultado foi de: 25000 mV.s. Com a presença de albumina e com o tratamento com GLD foi reduzido a zero. Com pressão de 13 kPa por 60 s o grupo controle tiveram valores médios de 30000 mV.s, com a albumina subiu para aproximadamente 35000 mV.s, após tratamento com GLD reduziu a zero. No grupo tratado com MSC (n=6) com pressão de 2,5 kPa por 120 s o grupo controle apresentou valores médios de aproximadamente 25000 mV.s, com albumina houve redução para 20000 mV.s e após tratamento com MSC reduziu a zero. Sob pressão de 13 kPa por 60 s o grupo controle teve uma média de aproximadamente 45000 mV. s, com albumina houve queda para 40000 mV. s e após o tratamento com MSC reduziu a zero. Os autores concluíam que a investigação in vitro da permeabilidade tem uma eficácia elevada dos compostos a base de Glutaraldeído e HEMA. Exemplo disso são as soluções comercializadas de GDL e o GDG, que são formulações experimentais. A vantagem da formulação em gel é a aplicação controlada, o que limita o contacto do agente dessensibilizante à área alvo e previne a propagação de bactérias do tecido gengival.

Em 2010, Lavender et al. determinaram o modo de ação de um dentifrício dessensibilizante utilizando o dentifrício Pro-Argin, fórmula contendo 8% de arginina, com um agente clareador carbonato de cálcio. O método utilizado incluiu a Microscopia de laser focal de varredura e microscopia eletrônica de varredura (MEV), foram utilizados para avaliar a oclusão dos túbulos. Espectroscopia para análise química foi usada para identificar a composição do material oclusivo. A microscopia a laser também foi utilizada para identificar o local da arginina dentro do túbulo ocluído e para demonstrar a resistência da oclusão á um desafio ácido. Os resultados encontrados para a microscopia a laser e

estudos com MEV mostraram que a tecnologia do carbonato de cálcio-arginina (Pro-Argin) neste novo dentifrício, foi altamente eficaz para ocluir túbulos dentinários. Os resultados do ESCA mostraram que na superfície de dentina tinha níveis elevados de cálcio, fósforo, oxigênio e carbonato. O total de componentes depositados antes do tratamento era de 54,05 e depois do tratamento foi para 37,16. Os níveis de CO<sub>2</sub> passaram de zero para 2,80. Oxigênio de 24,73 para 42,98. Nitrogênio de 18,13 para 1,20 e cálcio de 1,67 para 9,64, fósforo de 1,18 para 6,98, sódio de 0,04 para 1,10 e Silício de 0,22 para 0,63. Concluíram que o teste de microscopia a laser confirmou que a arginina foi incorporada no túbulo da dentina e também resistiu ao desafio ácido.

Em 2010, Fu et al. compararam dois dentifrícios, um dentifrício diminui a hipersensibilidade através de uma fórmula Pro-Argin contendo arginina 8,0%. Outro dentifrício, usado como controle, tinha carbonato de cálcio e 1450 ppm de flúor na sua composição. O paciente recebeu a orientação de fazer uma única auto-aplicação tópica, utilizando os dedos e, depois subsequentes escovações durante 3 dias. Os métodos para esse estudo foram duplo-cego, randomizados e os critérios de inclusão foram a pontuação tátil de 10 a 50 gramas força, para no mínimo dois dentes sensíveis ou a pontuação de 2 a 3 para jato de ar. A primeira fase do estudo consistiu em uma aplicação única, aplicação tópica do medicamento atribuído diretamente sobre a superfície hipersensível em um dos dois dentes hipersensíveis. Os sujeitos do estudo aplicaram um montante do tamanho de uma “ervilha” de pasta de dente na superfície hipersensível massageando-o por 1 minuto. A segunda fase do estudo consistiu em, escovar os dentes hipersensíveis duas vezes ao dia com a pasta de dentes durante 3 dias. Os resultados para todos os indivíduos cumpriram o protocolo de estudo e completaram o estudo. A média da pontuação de sensibilidade tátil para a nova fórmula Pro-Argin, começando pelo dentifrício de controle foram 14,88, 14,76 e 14,38 gramas força (medida de sensibilidade tátil), e após a aplicação direta

foram 28,90, 29,02 e 15,88 gramas força, e depois de 3 dias de escovação foram 34,51, 33,41 e 16,00 gramas força, respectivamente. As pontuações médias do jato de ar foram 2.11, 2.12 e 2.15 gramas força, e após a aplicação tópica foram de 1,21, 1,18 e 2,06 gramas força, e após 3 dias de escovação foram 0,80, 0,83 e 1,93 gramas força, respectivamente. Os autores concluíram que imediatamente após a aplicação tópica e, após 3 dias de escovação, tanto para os pontos de sensibilidade táctil e de ar, as diferenças entre o dentifrício contendo arginina 8,0% e o de controle foram estatisticamente significativas. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os dentifrícios arginina 8,0% logo após a aplicação direta e após 3 dias de escovação.

Em 2010, Que et al. realizaram um estudo de 8 semanas e testaram a eficácia de um creme dental com fórmula Pro-Argin®, com carbonato de cálcio. A pasta contém 8,0% de arginina para a hipersensibilidade dentinária e um componente abrasivo a base carbonato de cálcio, com 1450 ppm de fluoreto de sódio (MFP). Foram utilizados para o controle uma pasta com carbonato de cálcio e 1450 ppm de fluoreto. O estudo clínico durou 8 semanas, com 121 indivíduos. Análises de sensibilidade táctil e de jato de ar foram utilizados para comparar a eficácia dos três produtos. Os resultados desse estudo clínico mostraram que a pasta de dentes fórmula Pro-Argin® proporcionou uma redução significativa na hipersensibilidade dentinária, quando utilizado durante um período de 8 semanas. O estudo também mostrou que a pasta de dentes Pro-Argin®, obteve reduções significativamente maiores na hipersensibilidade dentinária, em resposta aos estímulos tátil do que a pasta de dentes de controle contendo 1450 ppm de flúor após 2, 4, e 8 semanas de utilização do produto, respectivamente (64,4, 71,1 e 61,0 gramas força) e do jato de ar (40,7, 58,8 e 74,4 gramas força). Os resultados para a pasta de dentes nova não diferiram significativamente da pasta de dentes de controle positivo em todos os pontos no tempo do estudo.

Ishihata et al. (2011), avaliaram o efeito do Gluma® Desensitizer (GDL) em comparação ao glutaraldeído experimental e HEMA que contém a dispersão de sílica coloidal pirogenada (GDG), sobre a permeabilidade dentinária usando um teste de permeabilidade sob os líquidos EDTA e albumina. Os materiais utilizados foram: Vinte discos de dentina de terceiros molares humanos foram obtidos e congelados imediatamente após a extração. As amostras de dentina foram montados num dispositivo de câmara para a determinação da permeabilidade, sob pressão de um líquido, utilizando um método fotoquímico. Dez amostras foram selecionadas aleatoriamente e atribuídas aos grupos de avaliação Gluma Desensitizer®, e dez para a solução aquosa de glutaraldeído/HEMA como dispersão de sílica coloidal, respectivamente. A permeabilidade dos discos de dentina foi determinada em dois níveis de pressão, após remoção do EDTA, depois da maceração de albumina, e depois da aplicação dos agentes de dessensibilização. Dois dessensibilizantes-tratados e lavados, espécimes de cada grupo foram examinados por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os resultados mostraram comparativamente as médias de referência para EDTA e albumina (200) mV.s, reflete as diferenças entre os substratos de dentina. Os valores médios das amostras de quimiluminescência tratados com GDL e GDG, respectivamente, foram significativamente reduzidos após a aplicação tópica de agentes dessensibilizantes à albumina. Os resultados para os efeitos de GDL e da permeabilidade GDG não foram significativamente diferentes. Espécimes tratados não mostraram vestígios de superfície após a lavagem. Concluíram que a formulação em gel de dessensibilizante experimental reduziu a permeabilidade da dentina de forma tão eficaz quanto a solução original de Gluma Desensitizer®.

Kim et al. (2012) analisaram as mudanças no fluxo de fluido dentinário (FFD), durante a aplicação de um agente dessensibilizante e compararam os níveis de redução da permeabilidade

entre os diferentes tipos de dessensibilizantes. Uma cavidade cervical foi preparada em um pré-molar humano ligado a um dispositivo de medida de fluxo de fluido de menos 20 cm de pressão de água. A cavidade foi preparada com ácido fosfórico 32% para deixar a dentina altamente permeável. Os diferentes tipos de dessensibilizantes foram aplicados sobre a cavidade. São eles: Seal & Protect como o tipo de adesivo fotopolimerizável, Superseal e BisBlock como tipos de oxalato, Gluma dessensibilizante como um tipo de proteína-precipitada, e Biflúoride 12 que contém flúor. O FFD foi medido antes da aplicação do agente de dessensibilizante, ao longo de cinco minutos e após a aplicação. As características da oclusão dos túbulos dentinários de cada agente de dessensibilizante, foram examinadas por microscopia eletrônica de varredura. A taxa de FFD após cada aplicação do agente dessensibilizante foi significativamente reduzida quando comparada com a taxa de FFD inicial, antes da aplicação para todos os produtos ( $p < 0,05$ ). Seal & Protect mostrou uma redução maior na taxa de FFD quando comparado com Gluma Desensitizer e Bifluoride 12 ( $p < 0,05$ ). Superseal e BisBlock exibiram uma maior redução na taxa de FFD quando comparado com Bifluoride 12 ( $p < 0,05$ ). Os efeitos do tratamento de hipersensibilidade dentinária dos agentes dessensibilizantes empregados neste estudo foram confirmados através de medidas em tempo real. O adesivo fotopolimerizável e tipos de oxalato mostraram maior redução na taxa de FFD do que a proteína-precipitada e os tipos de flúor.

Em 2012, Pinto et al. analisaram os efeitos da escovação com dentifício dessensibilizante na permeabilidade dentinária e oclusão dos túbulos dentinários. Cinquenta raízes de dentes incisivos de bovinos foram utilizados, divididos em cinco grupos: AD: escovado com água destilada (controle); EF: escovados com creme dental com flúor; ECE: escovados com pasta de dente de cloreto de estrôncio; ECP: escovados com pasta de dente citrato de potássio, e ENP: escovado com dentífrico

nitrate de potássio. As cavidades foram preparadas para expor os túbulos dentinários, e os dentes incisivos foram escovados utilizando os produtos experimentais. Após cada tratamento, foi aplicado aos dentes, solução corante de azul de Evans. Permeabilidade da dentina foi analisada por microscopia eletrônica de varredura e energia dispersiva de raios X (EDX). Na ECP, ECE e grupos ENP, tiveram seus túbulos parcialmente fechados. Nos grupos de AD e EF, a maioria dos túbulos dentinários foram abertos, sem depósitos ou camadas de esfregaço sobre a dentina. Os testes EDX revelaram presenças de cálcio e fósforo em todos os grupos, assim como vestígios de estrôncio no grupo ECE e de potássio, nos grupos de ECP e ENP. Os cremes dentais dessensibilizantes diminuíram a permeabilidade da dentina, embora tenham produzido apenas fechamento parcial dos túbulos da dentina.

Wang et al. (2012) examinaram em laboratório o fechamento dos túbulos dentinários e a capacidade de precipitação de dois dentífricos dessensibilizantes contendo dois sais de potássio. Quarenta discos de dentina foram obtidos e divididos em quatro grupos: saliva artificial (SA), água destilada (AD), Sensodyne Freshmint (SF) e Colgate Sensitive (CS). A aferição da permeabilidade da dentina foi realizada em 5 tempos: 1) após tratamento com EDTA, 2) Antes da escovação, 3) depois de 3 dias de escovação, 4) depois de 7 dias de escovação e 5) depois do desafio ácido cítrico. A morfologia da superfície dentinária foi analisada por microscopia eletrônica de varredura (MEV) para avaliar a oclusão dos túbulos. Os resultados foram: Os dois dentífricos contendo sais de potássio reduziram significativamente a permeabilidade da dentina, para menos de 40% após 7 dias de tratamento ( $P < 0,05$ ). No entanto, a permeabilidade da dentina aumentou significativamente e a intensidade de fosfato diminuiu após condicionamento ácido em todos os grupos. A microscopia eletrônica de varredura mostrou que os túbulos dentinários foram parcialmente ocluídos

após tratamento com os cremes dentais, mas após o desafio ácido os túbulos foram abertos novamente.

Vora et al. (2012) avaliaram a eficácia de dois agentes dessensibilizantes comerciais em indivíduos com moderada a grave hipersensibilidade da dentina, por um período de 6 meses e para comparar os resultados obtidos com a aplicação tópica de água como controle negativo. Os métodos utilizados foram: Cinquenta indivíduos com idade média de 32,4 anos, com pelo menos uma área com hipersensibilidade cervical, incisivos, caninos ou pré-molares. Antes da aplicação dos agentes dessensibilizantes ou placebo (PLA; água) as áreas sensíveis foram limpos com pasta profilática. Os dessensibilizantes foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes, e o placebo foi deixado durante o tempo de espera de 60 segundos, a seguir foram enxaguados e secos. Os produtos testados foram: BisBlock (BIS; oxalato) e Gluma Desensitizer PowerGel (GLU; glutaraldeído / HEMA). Escores de dor foram determinados utilizando teste de evaporação e os estímulos táteis, imediatamente após o tratamento, depois de 1 dia, 1 semana, 1 mês, 3 meses e 6 meses os resultados foram: Os dois agentes dessensibilizantes e o placebo mostraram uma redução significativa da sensibilidade e durante a avaliação de 6 meses. A redução da dor com GLU foi consistentemente mais elevado, seguido pelo PLA que era significativamente maior do que o BIS. As pontuações da escala VAS para o estímulo evaporativo foram moderados, mas significativamente menor do que para a estimulação tátil.

### **3 PROPOSIÇÃO**

O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito oclusivo de diferentes tipos de agentes dessensibilizantes na redução da permeabilidade dentinária, assim como a durabilidade da oclusão tubular dentinária, verificada após ciclos de escovação.

#### 4 MATERIAL E MÉTODO

Sessenta incisivos bovinos foram obtidos de animais recém-abatidos, com idade entre 2 a 4 anos (Schmalz et al., 2001). Após a extração, os dentes foram limpos com lâminas de bisturi e armazenados em solução salina contendo 0,1% de timol a 4°C (Schmalz et al., 2001). Os dentes foram usados dentro de 2 semanas. Foram realizados cortes perpendiculares ao longo eixo dos dentes, ao nível da junção amelo-cementária, utilizando um disco diamantado (Dremel – Campinas, SP, Brasil) (Figura 1), em torno de alta rotação.

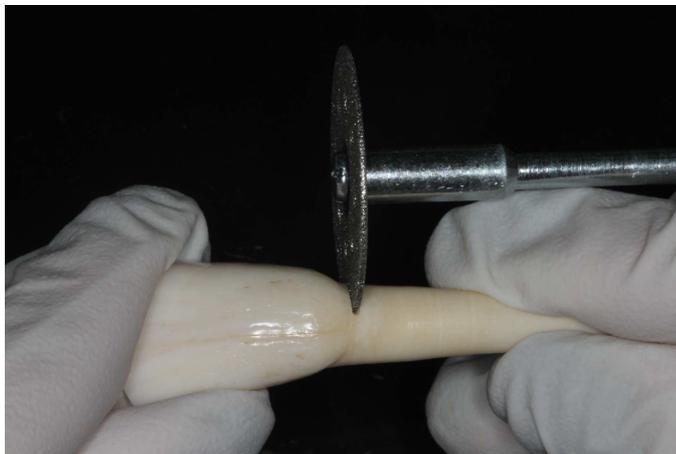


Figura 1 – Corte perpendicular ao longo eixo do dente ao nível da junção amelo-cementária.

Para obtenção de amostras circulares de dimensões padronizadas foi utilizada a “Máquina para Corte de Amostras Circulares”, desenvolvida pelo orientador do presente trabalho e construída com os recursos provenientes de um auxílio á pesquisa financiado pela FAPESP (2010/50912-8) sob responsabilidade do mesmo (Figura 2 A). Os dentes

foram estabilizados na morsa de fixação (Figura 2 B), a qual foi posicionada dentro do recipiente de coleta de fluídos (Figura 2 C e 2 D). O recipiente de coleta foi conectado a uma articulação esférica que permite o alinhamento da superfície plana, no centro da face vestibular, perpendicularmente ao longo eixo da ponta diamantada tipo trefina, com 6 mm de diâmetro interno e margens recobertas com diamante aglutinado. A ponta diamantada foi colocada em movimento e deslocada no sentido vertical, com abundante irrigação (Figura 2 E e 2 F). Após o término do corte, fragmentos com diâmetro exato de 6 mm foram removidos do remanescente dental, como se observa na (Figura 2 G e 2 H).

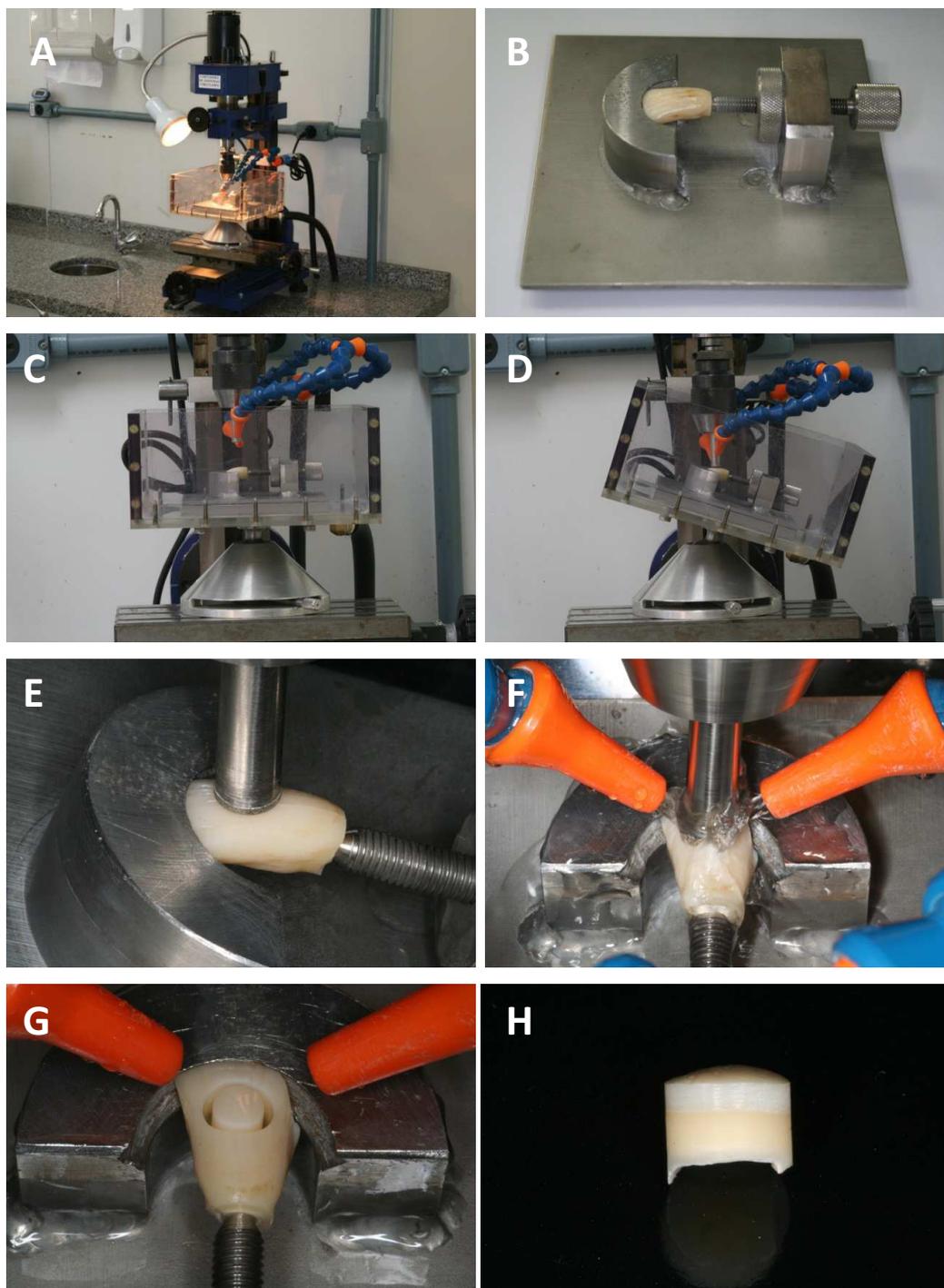


Figura 2 – Preparo dos espécimes: A) Máquina para corte de amostras circulares (UNESP – São José dos Campos); B) Posicionamento do incisivo na broca; C) e D) Alinhamento da câmara de coleta de água para que a superfície vestibular do incisivo fique perpendicular ao longo eixo da trefina; E) Posicionamento da broca na superfície vestibular do incisivo; F) Irrigação do corte com água; G) Espécime cortado com o dente; H) Espécime cortado sem o dente.

Para a padronização da espessura de dentina foi utilizado um dispositivo metálico, com orifício para posicionamento do espécime, desenvolvido pelo orientador do presente trabalho que permitiu ajuste da profundidade em 1,1 mm de profundidade (Figura 3). A amostra removida do dente bovino foi colocada no orifício com a dentina correspondente à câmara pulpar voltada para cima (Figura 3 A). Girando-se o parafuso central na porção inferior a superfície da câmara pulpar foi alinhada com a superfície do dispositivo (Figura 3 B e 3 C). A seguir as amostras foram levadas a uma politriz circular com lixa 1200 (Figura 3 D) (Fepa-P, Extec, Enfield, CT, USA), removendo-se todo o excedente de dentina e obtendo-se um espécime de superfície plana com exatamente 1,1 mm de espessura (Figura 3 E). Para que fosse possível identificar o lado pulpar posteriormente, um pequeno risco foi realizado sobre essa superfície utilizando uma lâmina de bisturi número 12 (Figura 3 F).

A profundidade do orifício foi então verificada e mantida em 1,1 mm, através da contra-porca localizada do lado oposto (Figura 4 A e B). O espécime foi posicionado com o esmalte voltado para cima (Figura 4 C e 4 D). sempre aferindo a profundidade com um paquímetro digital (Mitutoyo, São Paulo, Brasil) e novamente apertado. A seguir foi realizado o desgaste na politriz com lixa 1200 até o desgaste de todo o remanescente que se projetasse na superfície (Figura 4 E). O orifício foi então ajustado novamente e travado a uma profundidade de 1 mm e o lado externo da dentina posicionado para cima, sendo que a superfície foi polida com lixas 2400 e 4000 (Fepa-P, Extec, Enfield, CT, USA), por 30s em cada uma, obtendo-se espécimes com espessura padronizada de 1 mm e adequada lisura superficial (Figura 4 F e G) (Greenhill, Pashley 1981). Como o cálculo da permeabilidade se baseou na espessura, a mensuração final exata de cada disco foi realizada utilizando um micrômetro digital (Micromar 40 EXL, Esslinger, Alemanha), com precisão de 0,001 mm (Figura 4H) (Santiago et al.,2006).

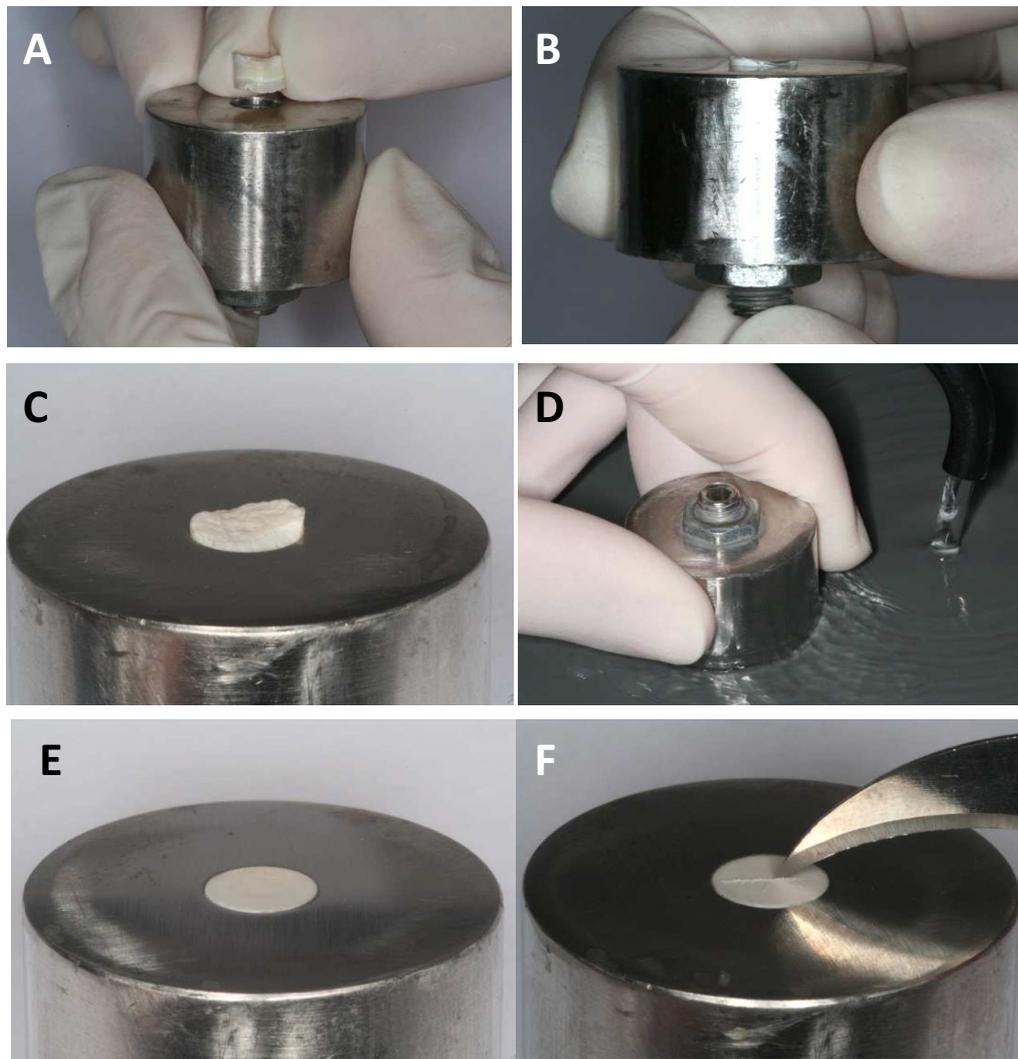


Figura 3 – Uniformização e marcação: A) Dispositivo metálico; B) Posicionamento da amostra no orifício do dispositivo; C) Alinhamento da superfície do suporte de desgaste e adaptação do anel para padronizar o desgaste da camada de esmalte; D) Desgaste na politriz; E) Superfície de esmalte planificada na posição correta com o remanescente de dentina de 1,1 mm; F) Marcação com a ajuda do bisturi do lado pulpar do remanescente de dentina.

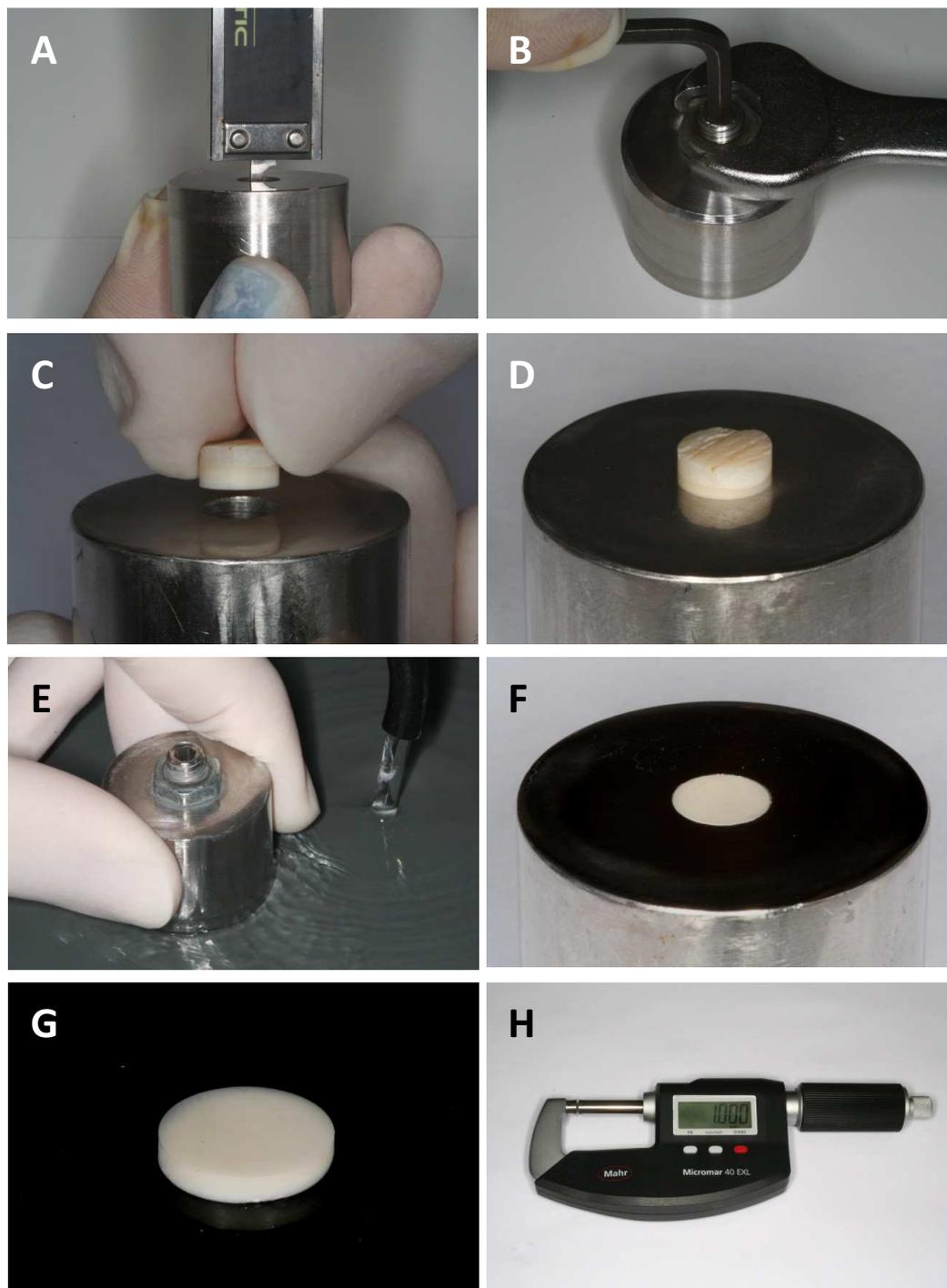


Figura 4 – Padronização da espessura da dentina: A e B) Padronização da espessura com o paquímetro e ajuste, através da contra porca, de 1,1 mm; C) Colocação do espécime com esmalte para fora do dispositivo; D) Travamento do dispositivo; E) Desgaste em lixa 1200; F) Superfície desgastada; G) Espécime com as dimensões adequadas de 1,0 mm; H) Micrômetro para mensuração da espessura final.

#### 4.1 Aberturas dos túbulos do lado pulpar

Para permitir a mensuração inicial da permeabilidade nessas amostras, a *smear layer* formada do lado pulpar dos espécimes foi removida utilizando ácido cítrico a 6% por 2 minutos (Pashley et al., 1981). Para garantir que o ácido toque somente a superfície dentinária pulpar, o espécime foi posicionado em um suporte de silicone com as dimensões exatas da amostra (Figura 5 A, 5 B e 5 C). A seguir foram lavados abundantemente com jatos de ar e água imersos em água ultra pura a ser utilizada.



Figura 5 – Posicionamento do espécime em suporte de silicone: A) Suporte de silicone; B) Espécime posicionado; C) Condicionamento ácido do lado pulpar.

#### 4.2 Mensurações da permeabilidade dentinária inicial

A mensuração da permeabilidade foi realizada utilizando o modelo de câmara dividida (*split chamber*) através do aparelho THD-02b (Odeme Equipamentos Médicos e Odontológicos Ltda, Joaçaba, SC, Brasil) (Figura 6 A). O aparelho é composto pelo reservatório de água e câmara de perfusão que são interligadas por um tubo capilar de vidro, além da seringa de vidro de 3 ml e paquímetro digital (Figura 6 B). A câmara de perfusão permite a colocação de um disco de dentina, exatamente na mesma posição, entre dois anéis de borracha do tipo

O'Ring, os quais proporcionam uma adequada vedação e uma área padronizada de  $0,05817 \text{ cm}^2$  exposta a pressão de 10 psi do lado pulpar. Para a montagem da amostra na máquina coloca-se na câmara o O'ring inferior (Figura 7 A), depois posiciona-se a amostra (Figura 7 B e 7 C e 7 D), sendo que um dos lados do disco de dentina foi colocado em contato com a água ultra pura sob pressão, enquanto o outro lado ficou em contato com o ambiente em pressão atmosférica (1 atm). Depois coloca-se o O'ring superior (Figura 7 E e 7 F), e coloca-se o anel de travamento para que não ocorra a movimentação da amostra (Figura 7 G e H). A água sai do reservatório e passa através de um tubo capilar, seguindo até a câmara de perfusão. Após o preenchimento de todo o sistema com a água ultra pura (Camps. et al., 1997), uma pequena bolha de ar é inserida através de uma seringa micrométrica penetrando no interior do capilar (Figura 8). A taxa de movimento de fluido na dentina foi mensurada seguindo-se o deslocamento linear da bolha de ar dentro de um tubo capilar, através do qual passa a água, utilizando um paquímetro digital com resolução de 0,01 mm (Pashley, Galloway, 1985; Kolker et al., 2002; Santiago et al., 2006).



Figura 6 – A) Aparelho para mensuração da permeabilidade dentinária; B) Peças que compõem a máquina de permeabilidade (Capilar de vidro e paquímetro digital).

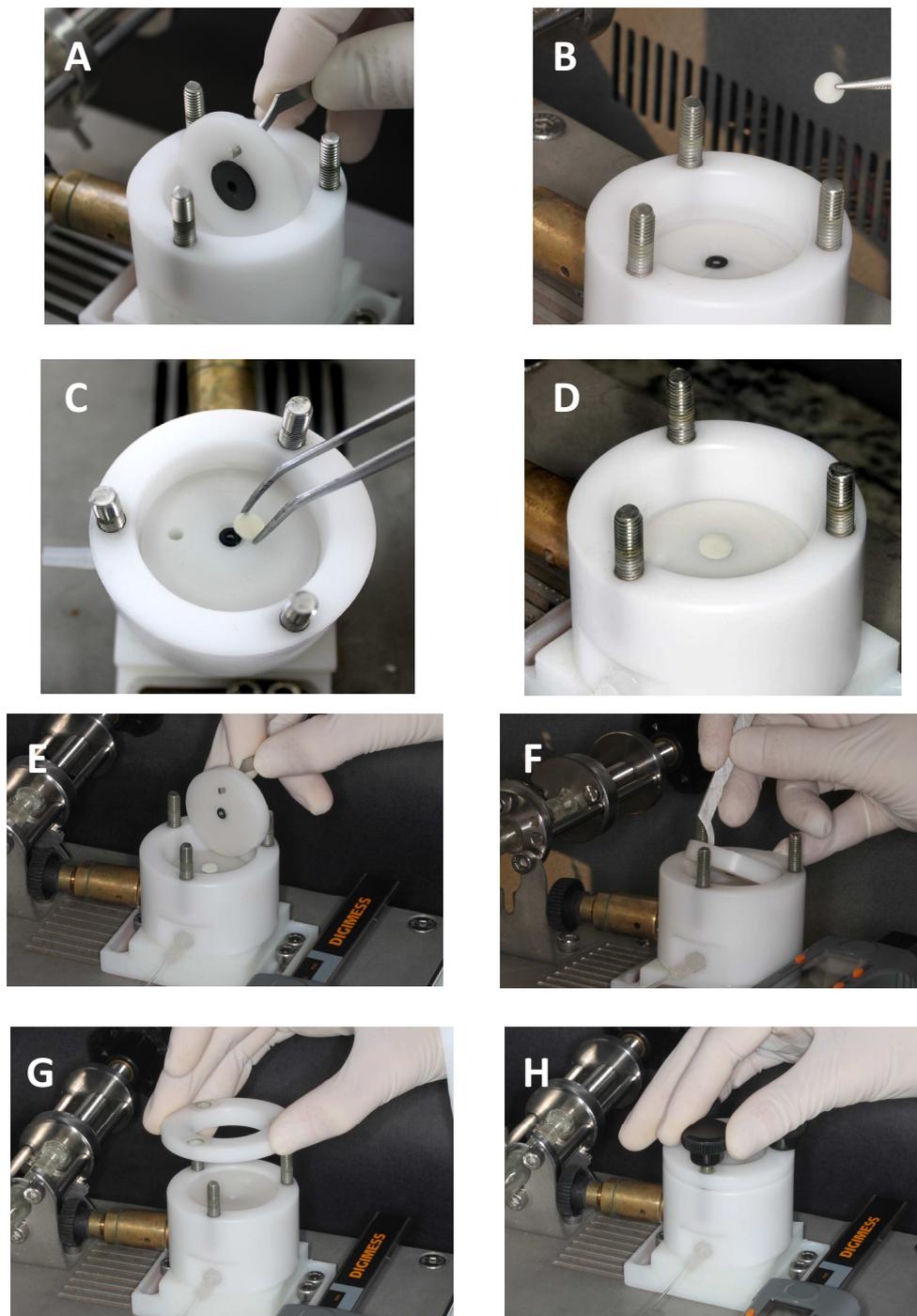


Figura 7 – Montagem da amostra na câmara de perfusão. A) Encaixe do O´ring inferior; B, C e D) Posicionamento da amostra; E e F) Posicionamento do O´ring superior; G e H) Trava em forma de anel com 3 roscas.

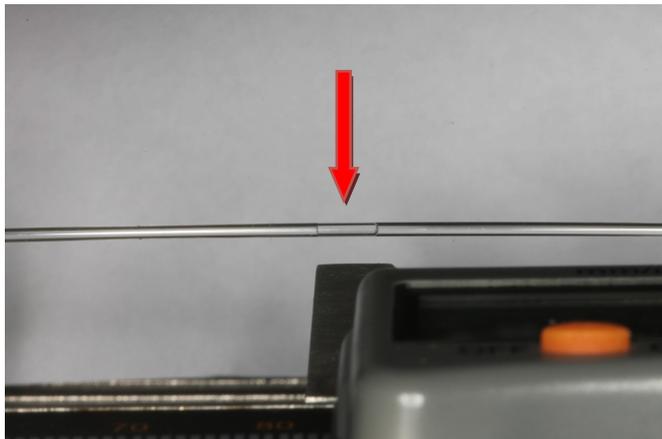


Figura 8 – Foto da bolha de ar se deslocando pelo capilar de vidro.

Para que os cálculos da passagem dos fluídos pela dentina fossem realizados, inicialmente calculamos a constante de proporcionalidade (**CP**) do movimento linear da bolha, dentro do tubo capilar, em relação ao volume de água deslocada. Como o capilar tem o diâmetro do calibre interno (**DC**) constante, dividindo-se o volume interno de todo capilar (**VI**) em  $\mu\text{L}$  pelo seu comprimento (**CO**) em mm, obtém-se uma constate de proporcionalidade (**CP**) (Santiago. et al., 2006).

$$\mathbf{CP = VI/CO}$$

Como o capilar tem um volume interno de  $75 \mu\text{L}$  e  $101 \text{ mm}$  de comprimento total, o valor da constante de proporcionalidade será:

$$\mathbf{CP = 75/101 = 0,7425}$$

A taxa de filtração (**Q**), medida em  $\mu\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$ , é o volume da solução que passou através dos túbulos dentinários, sob pressão conhecida e constante, determinada pela extensão do deslocamento linear (**DL**) da bolha dentro do tubo capilar em mm, multiplicado pela

constante de proporcionalidade (**CP**) e dividido pelo tempo de filtração (**T**) em minutos (Greenhill, Pashley, 1981).

$$Q = (DL \times CP)/T$$

Para cada leitura foi utilizado um tempo de filtração de 2 minutos. Três leituras foram realizadas sucessivamente em cada disco, obtendo-se três valores de deslocamento linear (**DL**), dos quais foi obtida uma média que foi utilizada para o cálculo da taxa de filtração (**Q**) (Greenhill, Pashley, 1981; Santiago et al., 2006).

A permeabilidade dentinária foi expressa em valores de condutância hidráulica (**Lp**) (Reeder et al., 1978; Santiago et al., 2006), onde:

$$Lp = Q / AS(P_1 - P_2)$$

**Lp** = condutância hidráulica expressa em  $\mu\text{L} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{cmH}_2\text{O}^{-1}$ , **Q** = Taxa de filtração em  $\mu\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$ , **AS** = área de superfície em  $\text{cm}^2$ , **P<sub>1</sub>** = pressão hidrostática da solução dentro da câmara em  $\text{cmH}_2\text{O}$  e **P<sub>2</sub>** = pressão atmosférica em  $\text{cmH}_2\text{O}$ .

#### 4.3 Mensuração da permeabilidade máxima

Para simular a dentina com túbulos abertos presentes em áreas cervicais hipersensíveis, a *smear layer* das superfícies dentinárias externas, voltadas para o esmalte, foi removida usando ácido cítrico a 6% por 2 minutos (Pashley et al., 1981).

Após a abertura dos túbulos da superfície externa, a leitura da permeabilidade dentinária foi repetida em cada espécime através do aparelho de permeabilidade (Figura 7A), conforme descrito

anteriormente. Foi obtido então o valor da condutância hidráulica máxima de cada amostra ( $L_{p_{max}}$ ), representando a abertura total dos túbulos dentinários. Após a leitura, eles foram imersos novamente na água ultra pura (MEGApurity, Water Purification System, Billerica, USA) e lavados em ultrassom por 10 minutos (Ultrasonic Cleaner 1440D, Odontobrás Indústria e Comércio, São Paulo, SP, Brasil).

#### 4.4 Distribuição dos grupos experimentais

Baseado nos valores de condutância hidráulica máxima, os espécimes foram distribuídos de forma estratificada em 6 grupos (n=10), de tal maneira que a média da condutância máxima em cada grupo foi similar, totalizando 60 espécimes (Figura 9).

Cada grupo recebeu um dos seguintes tratamentos:

- a) Colgate Sensitive Pro-Alívio (CS), (Colgate, Philadelphia, EUA) - (Figura 11 A) para uso profissional Pasta contendo arginina a 8% e carbonato de cálcio. Forma de aplicação: Secar a superfície dental com um jato de ar. Colocar uma quantidade de pasta na taça de borracha, montada em contra-ângulo adaptado em turbina de baixa rotação, e aplicar em velocidade baixa ou moderada, polindo a superfície da dentina por 3 s. Repetir o procedimento. Lavar a superfície com um spray de ar-água;
- b) Profluorid Varnish (PV), (Voco, Cuxhaven, Alemanha) – (Figura 11 B) Verniz a base de fluoreto de sódio a 5%. Forma de aplicação: Secar a superfície com jato de ar. Aplicar uma

- camada fina e uniforme. Umedecer a superfície com água para proporcionar a presa do verniz;
- c) NanoP (NP), (FGM) – (Figura 11 C) Gel de fosfato de cálcio nanoestruturado, fluoreto de sódio e nitrato de potássio. Forma de aplicação: Secar a superfície com um jato de ar. Aplicar o produto com um Microbrush. Friccionar a superfície com um disco de feltro (Diamond Flex, FGM) por 10 segundos. Deixar o produto em contato com a superfície por 5 min. Remover o excesso com bolinha de algodão;
  - d) Admira Protect (AP), (Voco, Cuxhaven, Alemanha) – (Figura 11 D) Dessensibilizante resinoso fotopolimerizável a base de Ormocer®. Forma de aplicação: Secar a superfície com um suave jato de ar. Aplicar o produto e dispersar com um jato de ar. Fotopolimerizar por 10 segundos. Aplicar uma segunda camada, dispersar com ar e fotopolimerizar por 10 segundos. Remover a camada inibida pelo oxigênio com uma bolinha de algodão;
  - e) Bifluoride 12 (BF), (Voco, Cuxhaven, Alemanha) – (Figura 11 E) Verniz a base de fluoreto de sódio 6% e fluoreto de cálcio 6%. Forma de aplicação: Secar a superfície com jato de ar. Agitar o frasco. Aplicar por 10 segundos e secar com um jato de ar;
  - f) Grupo controle – Nenhum tratamento.

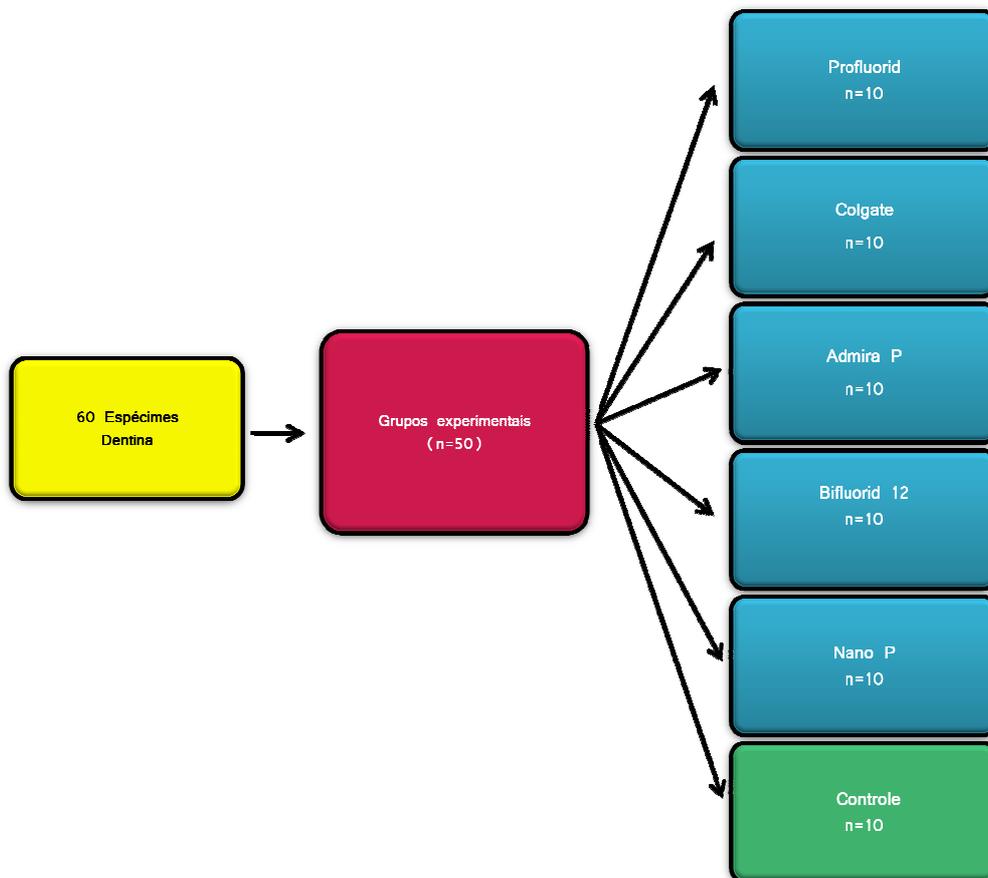


Figura 9 – Distribuição dos grupos.

#### 4.5 Aplicação dos agentes dessensibilizantes

Para aplicação dos agentes dessensibilizantes, os espécimes foram posicionados em um suporte de silicone, com as dimensões exatas da amostra, de tal maneira que somente a superfície de dentina externa, voltada para o esmalte. As amostras dos grupos Profluorid, Admira e Bifluorid receberam o tratamento com a ajuda de um pincel (Microbrush, KG Sorensen Indústria e Comércio, São Paulo, Brasil)(Figura 10). Já os grupos Colgate e NanoP foram aplicados com taça de borracha montadas em contra-ângulo de baixa rotação.

Após as respectivas aplicações, as superfícies das amostras foram lavadas com spray de ar e água por 5 segundos. Os grupos foram mantidos em saliva artificial, formulação proposta por Gohring et al. (2004).



Figura 10 - Aplicação dos agentes dessensibilizantes

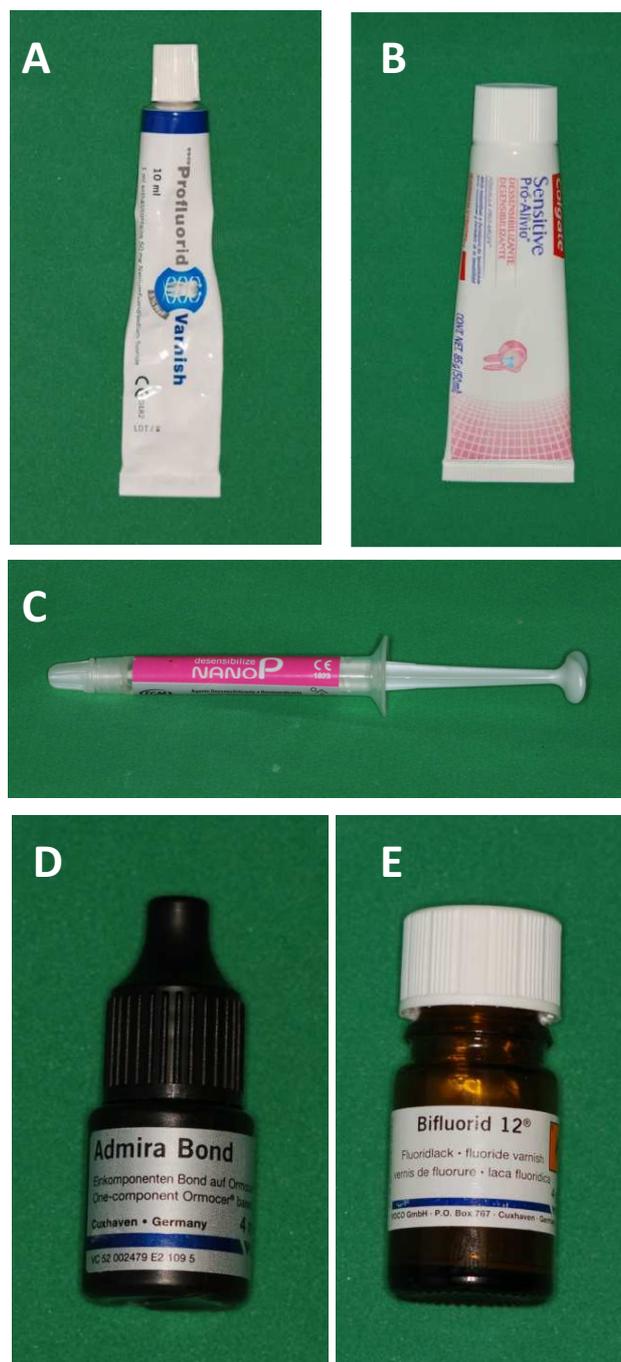


Figura 11 – Produtos dessensibilizantes; A) Profluorid Varnish (Voco); B) Colgate Sensitive-Pro-Álvio para uso profissional; C) Nano P (FGM); D) Admira (Voco); E) Bifluorid 12 (Voco).

A composição dos agentes dessensibilizantes utilizados é apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 – Composição dos agentes dessensibilizantes que foram utilizados

PRODUTOS	COMPOSIÇÃO	LOTE
Bifluoride 12	Etil acetato, resinas sintéticas, fluoreto de sódio 6%, fluoreto de cálcio 6%, eugenol.	1123296
Profluorid Varnish	Etanol, colofonia, adoçante artificial, xilitol, Fluoreto de sódio a 5%.	1133366
Admira Protect	Mistura de diferentes dimetacrilatos (HEMA, HPMA, BIS-GMA), acetona, catalizadores, Ormocer e aditivos.	1132094
Colgate sensitive Pro-Alívio para uso profissional	Arginina 8% (ingrediente ativo), sílica hidratada, carbonato de cálcio, glicerina, água, bicarbonato, aroma, carboximetilcelulose sódica, sacarina sódica, azul 1 (C142090), 1450 ppm de fluoreto de sódio.	1332MP11
NanoP	Fosfato de cálcio nanométrico (na forma de hidroxiapatita), 9000 ppm de fluoreto de sódio, 5% de nitrato de potássio, água destilada, espessante, tensoativo, umectante, aroma, adoçante e conservante	240212

Greenhill e Pashley (1981) relataram que a forma de aplicação pode influenciar nos resultados de agentes que promovem a precipitação de cristais. A aplicação dos produtos esfregando a superfície produz uma cobertura mais homogênea de precipitados do que se o produto é aplicado e deixado passivamente sobre ela (Greenhill, Pashley, 1981). O tamanho do cristal pode depender da taxa com que os sais reagem um com o outro, da concentração dos reagentes e se os cristais resultantes tendem a restringir a difusão de íons nos túbulos (Greenhill, Pashley, 1981). Modificações no método de aplicação podem alterar os resultados morfológicos e fisiológicos (Greenhill, Pashley, 1981). Sendo assim, os agentes Nano P e Colgate Sensitive foram aplicados sob agitação ativa de acordo com a orientação do fabricante.

Após os respectivos tratamentos, os espécimes permaneceram posicionados na matriz de silicone e foram imersos em

saliva artificial, segundo a formulação proposta por (Gohring et al.,2004). A seguir a permeabilidade dentinária foi novamente avaliada. Ao final da avaliação de cada espécime, foram imersos novamente em saliva artificial, armazenados em estufa a 37%.

#### 4.6 Permeabilidade após cada tratamento

Devido a variações biológicas da profundidade da dentina, todos os discos apresentam certa diferença no diâmetro e número de túbulos, o que introduz uma variabilidade biológica inerente (Greenhill, Pashley, 1981). Para diminuir essa variabilidade, os dados da permeabilidade serão calculados com um percentual de mudança da condutância hidráulica após o tratamento, usando cada disco como controle dele mesmo (Greenhill, Pashley, 1981; Santiago et al., 2006). A permeabilidade de cada amostra, em cada momento da leitura após os respectivos tratamentos, foi calculada proporcionalmente como um percentual em relação à condutância hidráulica máxima, obtida após a abertura dos túbulos, a qual foi considerada uma permeabilidade de 100% (Kolker et al., 2002; Pereira et al., 2005; Santiago et al., 2006; Lavender et al., 2010). A seguinte fórmula foi aplicada:

$$P\% = (L_p \times 100) / L_{p_{\max}}$$

**P%** = Percentual de permeabilidade em relação ao valor máximo; **L<sub>p</sub>** = Condutância hidráulica em cada momento; **L<sub>p<sub>max</sub></sub>** = condutância hidráulica máxima com os túbulos abertos.

#### 4.7 Simulação da escovação

Para verificar a permanência ou não dos efeitos dos agentes dessensibilizantes após a escovação, os espécimes foram submetidos a uma máquina de simulação de escovação modelo MEV2 (Odeme Equipamentos Médicos e Odontológicos Ltda, Joaçaba, SC, Brasil) (Figura 12 A). Essa máquina possui um braço de aço inoxidável que faz movimentos de vai e vem. Nesse braço é encaixada uma barra transversal com seis eixos verticais. Cada eixo possui hastes metálicas reguláveis para o encaixe das “cabeças” das escovas dentais (Figura 12 B). Foram utilizadas escovas de dente de cerdas planas Sanifill Ultra Profissional 39 Macia (Facilit Odontológica e perfumaria, Curitiba, PR, Brasil), com 8 mm de largura e 23 mm de comprimento, e filamentos de 11 mm, que entraram em contato com a superfície exercendo uma carga de 200 g (Hara et al., 2008). As escovas foram cortadas no limite entre o cabo e a “cabeça” para serem encaixadas na máquina de escovação, com auxílio de um torno de alta rotação adaptado para corte (Nevoni – Duque de Caxias, RJ, Brasil) e um disco diamantado (Dremel – Campinas, SP Brasil).

Os espécimes foram afixados em um dispositivo posicionador de aço inoxidável e imersos em uma solução composta de creme dental (Colgate Máxima Proteção, Colgate, São Bernardo do Campo, SP) dissolvido em saliva artificial homogeneizada, para mimetizar a escovação diária através de um misturador mecânico (Fisatom equipamentos Científicos, São Paulo/SP, Brasil), em uma proporção de 1:3 (Figura 12 C) (Hara et al., 2008; Ashcroft et al., 2008). As “cabeças” foram adaptadas na máquina de escovação e apoiadas sobre os corpos-de-prova (Figura 12 D e 12 E), imersos nas soluções dos cremes dentais (Figura 12 F).

Além disso, a máquina de escovação possui um controle de temperatura que possibilitou a escovação em um ambiente termicamente semelhante à cavidade bucal (37°C). Heath et al. (1976). Jain et al. (2000) relataram que, em média, cada dente recebe cerca de 30 golpes de escova por dia. Sendo assim, os espécimes receberam 10950 golpes da escova, o que corresponde a aproximadamente 1 ano de escovação normal. Após o término da escovação, os espécimes foram lavados e armazenados em saliva artificial a 37°C, para posterior leitura na máquina de permeabilidade. Depois de 24 horas a permeabilidade dentinária foi novamente mensurada.

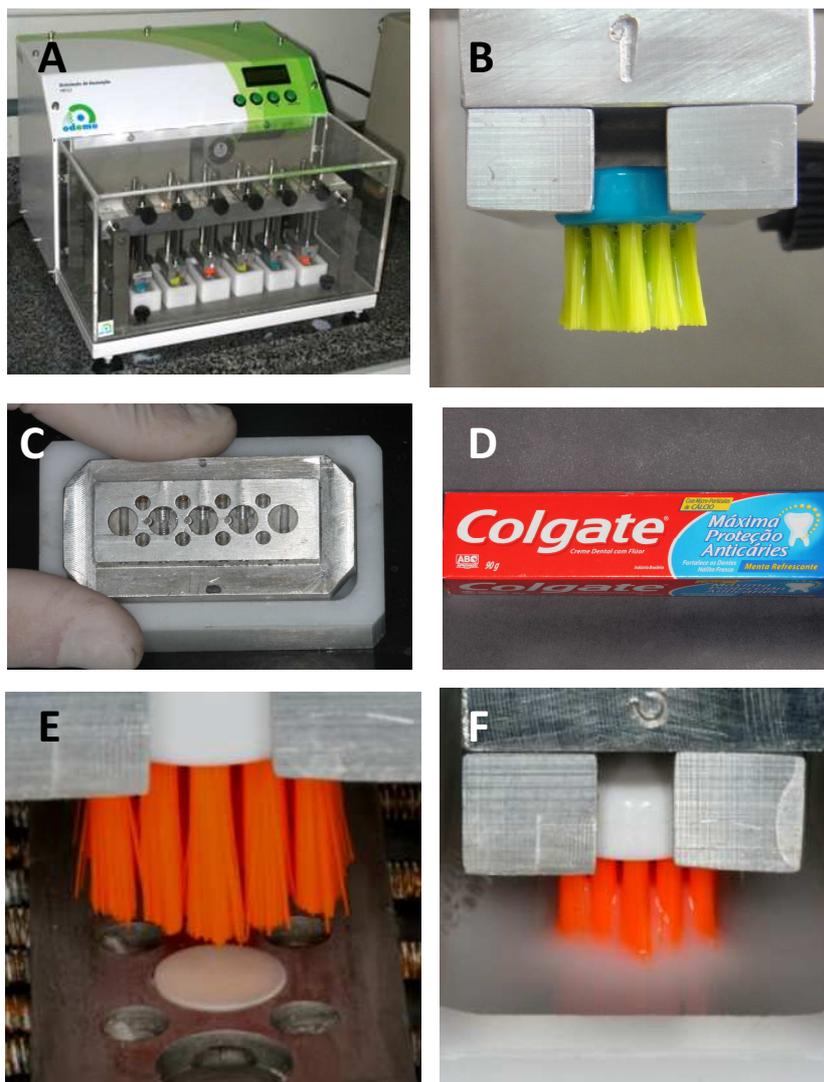


Figura 12 - Simulação da escovação: A) Máquina de escovação; B) Haste metálica regulável para o encaixe das “cabeças” das escovas dentais; C) Suporte de metal para posicionamento dos corpos de prova; D) Pasta dental utilizada na escovação; E) Espécime posicionado; F) Espécimes imersos na solução de pasta dental em contato com a escova.

#### 4.8 Planejamento estatístico

A análise estatística foi realizada com o percentual de redução da permeabilidade em relação aos valores máximos (P%) (Pereira et al., 2005).

As seguintes hipóteses estatísticas foram analisadas:

**H<sub>0a</sub>** . A aplicação dos diferentes dessensibilizantes não promoveu diferenças significativas na permeabilidade dentinária;

**H<sub>0b</sub>** . A escovação não promoveu variações significativas na permeabilidade dentinária para os diferentes dessensibilizantes testados.

Para avaliar a hipótese H<sub>0a</sub> foi utilizado o teste de Anova a 1 fator, seguido pelo teste de tukey. Para comparar os resultados antes e após a escovação foi utilizado o teste de tukey. Para todas as análises foi adotado um nível de significância de 5%.

## 5 RESULTADOS

Os resultados do teste da ANOVA um fator da porcentagem de permeabilidade em relação ao valor máximo, depois da aplicação dos dessensibilizantes, podem ser observados na Tabela 1, evidenciando diferenças significativas entre os grupos. Os resultados do teste de Tukey podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 1 – Resultados da ANOVA um fator para a porcentagem da permeabilidade depois da aplicação dos dessensibilizantes

	SQ	GL	MQ	F	p
Grupo	49289,00	5,00	9857,80	39,83	0,0000*
Erro	16334,80	66,00	247,50		

SQ = soma quadrática; GL = grau de liberdade; MQ = média quadrática; F = variância; p-valor = probabilidade.

\*diferença significativa

Tabela 2 – Resultado do teste de Tukey para a permeabilidade depois da aplicação dos dessensibilizantes

GRUPOS	% MÁXIMA*	DESVIO PADRÃO	GRUPOS HOMOGÊNEOS**
Admira Protect	13,22	9,72	A
Profluoride	23,45	18,36	A
Nano P	23,84	18,55	A
Bifluoride 12	25,14	16,74	A
Colgate Sensitive	54,59	17,99	B
Controle	89,39	10,28	C

\*Porcentagem média da permeabilidade em relação ao máximo depois da abertura dos túbulos com ácido. \*\*Os conjuntos seguidos das mesmas letras não mostraram diferenças significativas.

A Tabela 2 mostra que todos os dessensibilizantes apresentaram uma redução significativa da permeabilidade em relação ao grupo controle, depois da aplicação do produto. No entanto, para o produto Colgate Sensitive a redução foi menor do que para os outros produtos.

Os resultados ANOVA um fator para a porcentagem de permeabilidade em relação ao valor máximo, depois da escovação, podem ser mostrados na Tabela 3. Diferenças significativas foram observadas na comparação entre os grupos. Os resultados do teste de Tukey podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 3 – Resultados da ANOVA um fator para a porcentagem da permeabilidade depois da escovação

	SQ	GL	MQ	F	p
Grupo	47752,50	5,00	9550,50	27,79	0,0000*
Erro	22678,80	66,00	343,60		

SQ = soma quadrática; GL = grau de liberdade; MQ = média quadrática; F = variância ; p-valor = probabilidade.

\*diferença significativa

Tabela 4 – Resultados do teste de Tukey para a permeabilidade depois da escovação

GRUPOS	% MÁXIMA*	DESVIO PADRÃO	GRUPOS HOMOGÊNEOS**
Admira Protect	15,10	12,89	A
Nano P	24,87	22,24	A B
Profluoride	28,73	16,67	A B
Bifluoride 12	33,92	19,63	A B
Colgate Sensitive	37,71	26,80	B
Controle	94,46	4,39	C

\*Porcentagem média da permeabilidade em relação ao máximo depois da abertura dos túbulos com ácido. \*\*Os conjuntos seguidos das mesmas letras não mostraram diferenças significativas.

A Tabela 4 mostra que depois da escovação houve uma tendência de aumento da permeabilidade, no entanto, este aumento não foi estatisticamente significativo para todos os grupos exceto para o grupo da Colgate Sensitive. O efeito da escovação foi maior no produto Colgate Sensitive em relação à mensuração inicial, e apenas o grupo do Admira Protect foi estatisticamente diferente em relação a ele.

Os resultados para o teste-t para amostras dependentes compararam a porcentagem de permeabilidade para cada grupo antes e depois da escovação, como mostra na Tabela 5. Diferenças significativas foram observadas apenas para a Colgate Sensitive.

Tabela 5 – Resultado do teste t comparando antes e depois da escovação

GRUPO	t	GL	p
Controle	-1,55	11	0,1486
Profluoride	-0,94	11	0,3664
Bifluoride 12	-1,76	11	0,1049
Admira Protect	-0,66	11	0,5214
Colgate Sensitive	3,50	11	0,0049*
Nano P	-0,24	11	0,8104

\*diferença significativa

Os meios de redução da permeabilidade para todos os grupos, antes e após a escovação pode ser visto na Figura 13. No entanto, este efeito de aumento não foi estatisticamente significativo para todos os grupos. Para Colgate Sensitive houve uma redução na permeabilidade após a escovação.

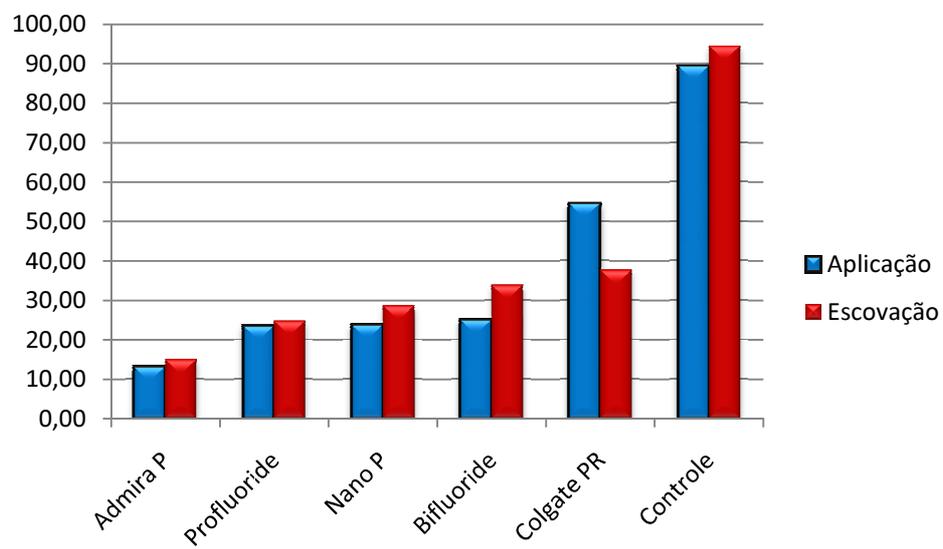


Figura 13 – Percentual de permeabilidade em relação ao valor máximo depois da aplicação dos dessensibilizantes e depois da escovação.

## **6 DISCUSSÃO**

Visto que os estímulos aplicados sobre a superfície dentinária não conseguem estimular diretamente os receptores de dor na dentina profunda, essa estimulação deve ser indireta. Baseado nisso, postulou-se a teoria hidrodinâmica, que estabelece que qualquer estímulo que cause um movimento de fluido, estimulam os nervos no interior dos túbulos dentinários e estes podem produzir a sensação de dor Brannstrom (1967).

De acordo com Pashley (1986), um tratamento efetivo para uma hipersensibilidade, seria então a obliteração total ou parcial dos túbulos, a fim de reduzir o movimento dos fluídos e a permeabilidade da dentina. Tendo em vista a teoria hidrodinâmica dos fluídos e o sistema sugerido por Pashley e Gallowey (1985), discutiremos a capacidade de obstrução dos produtos comercialmente disponíveis para o tratamento da hipersensibilidade. Para a melhor compreensão dividiremos a discussão em duas partes. Na primeira parte as metodologias utilizadas no estudo, e na segunda parte a discussão dos resultados encontrados.

### **6.1 Da Metodologia**

Selecionamos para esse estudo dentes incisivos centrais de bovinos, obtidos de animais recém-abatidos, com idade entre 2 a 4 anos. Em 2001, Schmalz et al. concluíram que a dentina bovina possui vantagens em relação à dentina humana. Esta pode ser facilmente uniformizada e padronizada, e possuem menos variações em suas

estruturas. As exigências são cada vez maiores pela investigação científica e testes *in vitro*, que levará a uma série de experimentos e tornará a disponibilidade de dentes humanos mais restritos. Por fim, as razões éticas são também muito discutidas atualmente e merecem atenção por parte dos pesquisadores. Por essas razões os dentes bovinos são uma alternativa adequada para os testes *in vitro*.

Schmalz et al. (2001) e Tagami et al. (1989) obtiveram evidências que comprovaram que quanto mais velho é o animal maior é o desgaste da borda incisal dos seus dentes, e quanto maior o desgaste incisal maior a chance de apresentar esclerose tubular, que é fechamento natural dos túbulos dentinários. Portanto, este foi um dos critérios de exclusão em nosso estudo, os dentes foram escolhidos um a um, aqueles que possuíam desgastes na borda incisal foram descartados Tagami et al. (1989). Os dentes foram armazenados em solução salina de timol 0,1 %. Essa solução foi escolhida para o armazenamento dos dentes, para evitar a proliferação de bactérias e ao mesmo tempo preservar a estrutura da dentina Schmalz et al.(2001). Os dentes foram utilizados depois de 2 semanas de armazenamento em solução de timol 0,1%. Goodis et al. (1991) afirmam que o tipo de solução e o tempo de armazenamento são importantes para evitar variações na permeabilidade e principalmente na interação com os materiais dessensibilizantes. Também comprovaram que o timol não aumentava significativamente a permeabilidade dos túbulos em até 15 dias, mesmo não tendo feito uma análise histológica para saber as condições dos processos odontoblásticos em relação à permeabilidade. Pashley et al. (1978) relataram que a presença ou não do processo odontoblástico nos túbulos dentinários não são significativos na redução do fluxo de fluido, e que foi responsável por apenas 7,48% de redução nos túbulos. Nesse mesmo estudo as fatias de dentina eram armazenadas em líquidos desinfetantes e autoclavadas. Esse tipo de esterilização degenera os componentes orgânicos da dentina e ainda alteram os resultados de permeabilidade dos produtos. Schmalz et al.

(2001) em estudos preliminares, disseram que o álcool 70% elimina a maioria das bactérias que podem influenciar nos estudos de permeabilidade, e que é um método seguro para ser usado, tanto em dentes humanos como bovinos. Mas Goodis et al. (1991) também concluíram que todas as soluções de armazenamento como o álcool 70%, formol 10%, água destilada e a salina tamponada com fosfato tiveram efeito na permeabilidade com o passar do tempo.

Os cortes realizados nos dentes foram feitos com uma trefina de corte circular com 6 mm de diâmetro, impregnados com diamante para que as amostras tivessem uma uniformidade e sob constante irrigação, para evitar a queima do tecido dental. Pashley (1986) e Schilke et al. (2000) afirmaram que os discos são mais utilizados para os testes de permeabilidade devido à facilidade de manuseio e polimento dos espécimes. Através de uma revisão de literatura sobre a utilização do modelo de dentina para testes. Gillam et al. (1997) concluíram que a utilização deste modelo para determinar as características de superfície, e a redução da permeabilidade, fornece um método útil para avaliar potenciais agentes de dessensibilização em estudo *in vitro*.

As amostras de discos tiveram uma padronização, tanto do seu diâmetro quanto da espessura. A espessura foi ajustada com a ajuda de um dispositivo metálico que tinha na sua base um orifício de ajuste da profundidade. As amostras removidas dos remanescentes foram colocadas nesse dispositivo e levadas à politriz, onde além da espessura, ajustou-se o polimento com diferentes gramaturas de lixas do lado pulpar. Esse método de desgaste inicial do lado pulpar foi descrito em estudos de Wegehaupt et al. (2008) e Pashley, Galloway (1985), como o mais adequado para padronização da profundidade da dentina, sendo um dos lados correspondente à dentina profunda ou interna e o outro lado à dentina média. Esses procedimentos de padronização são importantes, pois se sabe por um estudo de Reeder et al. (1977), que a variabilidade da área e espessura poderia afetar a permeabilidade dentinária. A

despeito de todas as padronizações, Tagami et al. (1989) enfatizam que a estrutura dentinária é muito variável, entre animais, entre os dentes do próprio animal e até entre diferentes regiões do mesmo dente.

Essa diferença da estrutura de dentina em bovinos comparando-se com a de humanos são comumente estudadas. Muitas são as discussões sobre o aumento de testes *in vitro* realizado com dentes bovinos. Estes resultados demonstram que as camadas de dentina em molares permanentes humanos e de incisivos bovinos, não são significativamente diferentes em relação ao número de túbulos por  $\text{mm}^2$  e o seu diâmetro tubular, enquanto que a densidade dos túbulos da dentina na raiz bovina é significativamente maior. Os resultados dos trabalhos de Schilke et al. (2000) e Schmalz et al. (2001) sugeriram que dentina bovina é um substituto adequado para a dentina de molares humanos

Para que pudéssemos aferir a permeabilidade nessas amostras, a *smear layer* formada do lado pulpar dos espécimes foi removida, utilizando gel de ácido fosfórico a 32% por 15 s, seguindo o protocolo pré-determinado por Camps et al. (1998) da permeabilidade dentinária mínima.

Para simular a dentina com túbulos abertos presente em áreas cervicais hipersensíveis (permeabilidade máxima), a *smear layer* das superfícies dentinárias externas e internas, voltadas para o esmalte e para a polpa, foram removidas usando ácido cítrico a 6% por 2 minutos, assim como nos estudos de Pashley et al. (1981). Foi utilizado na forma de gel para termos um maior controle de sua extensão, no qual foi colocado na superfície da amostra através de uma seringa e uma ponta aplicadora (Camps et al., 1998; Kolker et al., 2002). As amostras foram colocadas em um suporte de silicone para que não houvesse a contaminação do ácido com as outras faces da amostra. Depois dos ácidos as amostras seguiram para a lavagem em cuba ultrassônica por 10 minutos como nos estudos de Carvalho et al. (2012).

Os produtos utilizados para o estudo são usados atualmente pelos profissionais diretamente no local de exposição dos túbulos, ou seja, diretamente nas retrações gengivais que possuem a sintomatologia dolorosa. Foram escolhidos cinco tipos de dessensibilizantes diferentes, cada qual com a sua composição e concentração e principalmente por possuírem uma ação remissiva instantânea à dor.

Após cada tratamento com dessensibilizante os discos de dentina foram para a câmara de perfusão que permitiu a colocação de um disco de dentina exatamente na mesma posição, entre dois anéis de borracha do tipo O'Ring, os quais proporcionaram uma adequada vedação e uma área padronizada de  $0,05817 \text{ cm}^2$  exposta à pressão (Ciucchi et al., 1995). A máquina possui um reservatório onde o fluido de perfusão é colocado, esse fluido foi pressurizado usando ar comprimido a uma pressão de 68,94 kPa. A pressão utilizada era checada através de um manômetro colocado no painel frontal do aparelho (Tagami et al., 1989; Goodis et al., 1991; Simpson et al., 1992; Koutsi et al., 1994; Kolker et al., 2002; Santiago et al., 2006). Camps et al. (1997) relataram que o uso de uma pressão igual à fisiológica é importante para não afetar a condutância hidráulica, o que se observa quando pressões mais altas são aplicadas, aproximando os resultados com aqueles *in vivo*. Preconizaram também que o uso de uma pressão de 1,3 kPa permite que a água passe através dos túbulos dentinários, sem alterar o conteúdo intratubular. Segundo Santiago et al. (2006), os experimentos realizados com as pressões reduzidas vão ocorrer atrasos na leitura e fadiga do operador por razão do movimento lento da bolha. Camps et al. (1997) diz que a diminuição da condutância hidráulica com o tempo pode ser devido ao uso de altas pressões (68,94 kPa).

O primeiro modelo que permitia a medição da permeabilidade foi desenvolvido por Outhwaite et al. (1974). Durante os anos sofreram modificações até chegar a um modelo mais favorável

adotado como instrumento de investigação. Nos trabalhos de Ciucchi et al. (1995) demonstram a utilidade deste método relativamente simples para medir a taxa de fluxo dos fluidos dentinários ou a condutância hidráulica da dentina. Este método é usado para medir os valores de permeabilidade mesmo em dentes com variáveis, como os dentes cariados e dentes com idades diferentes.

A solução de filtração utilizada nessa investigação foi a água ultra pura Camps et al. (1997), desprovida de qualquer tipo de mineral. Essa decisão foi tomada para que, os minerais presentes na água, não reagissem com os componentes dos produtos utilizados e não interferissem nos resultados experimentais. A água pura também foi utilizada para que houvesse uma correta interpretação da eficiência dos agentes dessensibilizantes. Dessa maneira podemos afirmar que não ocorreu interferência dos fluidos entre os componentes que perfazem a obstrução dos túbulos dentinários.

O movimento do líquido com o passar do tempo foi registrado, conseguindo-se a mensuração do quanto de líquido atravessou a amostra em um dado período de tempo. A superfície da dentina foi mantida coberta por uma fina camada de água pura, para reduzir o efeito da evaporação de água que poderia ocorrer na superfície de dentina. A evaporação da água promoveria o ressecamento superficial e a sucção da água do outro lado da câmara pelo efeito de capilaridade Jain et al. (2000). Se fosse permitido que o efeito de evaporação ocorresse, o resultado da permeabilidade medida seria muito maior do que se a dentina fosse mantida úmida Goodis et al. (1991). Como a superfície da dentina é mantida constantemente úmida no meio oral, a cobertura da superfície com a água simula melhor as condições naturais da dentina (Jain et al., 2000).

Os produtos utilizados neste estudo foram escolhidos com base nas suas diferentes composições de agentes dessensibilizantes. Cada agente dessensibilizante obliterou os túbulos dentinários de acordo

com seu modo de ação. Portanto, quanto menor a taxa de filtração for afetada por um tratamento, teoricamente, mais durável é o efeito oclusivo (Pereira et al., 2005). Os cremes dentais caseiros são os veículos mais comuns para o tratamento da sensibilidade e diminuição da permeabilidade do fluxo de fluido. Talvez pelo baixo custo, facilidade de uso e aplicação caseira. São favoráveis na obliteração dos túbulos, mas o alívio da dor muitas vezes é demorado e cria-se uma desmotivação no tratamento, por parte do paciente. Em nosso estudo utilizamos produtos de uso odontológico usado pelo clínico no consultório, onde o aumento da redução do fluxo de fluido e a redução da permeabilidade são interessantes. Schiff et al. (2009) defendem a elaboração de uma terapia que possa fornecer o alívio imediato após a aplicação profissional e um efeito de dessensibilização duradouro, durante um período de tempo significativo. Isto seria de grande utilidade para os clínicos em lidar com a hipersensibilidade dentinária.

Alguns trabalhos *in vivo* como o de Hamlin et al. (2009) demonstraram que os tratamentos de consultório para o tratamento da hipersensibilidade, são muito bem aceitos pelos pacientes porque possuem alívio instantâneo, com um pouco mais de um minuto de aplicação. Esse método de selar os túbulos diminuindo a permeabilidade ainda mostrou-se resistente ao desafio erosivo. Estudos têm mostrado que a oclusão causada por minerais de cálcio, fosfato e carbonato diminuem a condutância hidráulica nos túbulos dentinários.

Além da capacidade de obliteração e vedação dos produtos dessensibilizantes, é de suma importância que os efeitos desses se mantenham, após a exposição prolongada ao ambiente oral. Dentre outros fatores, os depósitos superficiais gerados pelos produtos aplicados podem ser desgastados e removidos pelo atrito das escovas dentais, restando apenas o material depositado dentro dos túbulos.

Depois da aplicação dos dessensibilizantes, as amostras seguiram para a escovação simulada. Nesse estudo adotamos 10950 ciclos. (Kanter, 1982; Aker, 1982).

## 6.2 Dos Resultados

Através dos testes estatísticos da ANOVA, foram obtidos valores significantes da porcentagem de redução da permeabilidade. Isso quer dizer que a maioria dos produtos testados foi eficaz na diminuição da permeabilidade dentinária em relação ao grupo controle. Pashley et al. (1983), a partir do seus trabalhos em que media quantitativamente os dessensibilizantes, também concluíram que todos os produtos testados produziram uma diminuição da permeabilidade em relação ao seu controle. Arrais et al. (2004) também testaram vários produtos dessensibilizantes e também concluíram que eles foram capazes de ter uma maior obliteração dos túbulos dentinários, comparando com seu controle sem tratamento.

Pashley et al. (1983) já defendia que os agentes que possuem resposta positiva ou estatisticamente significativa na redução da permeabilidade, são facilmente identificados como sendo efetivos clinicamente. E quando os agentes não diminuem a permeabilidade da dentina nesse sistema experimental, pode não ser eficaz *in vivo*.

Segundo Greenhil et al. (1981), a eficácia do produto também depende do tamanho do cristal formado, da velocidade à qual os sais reagem uns com os outros, a concentração dos reagentes e se o precipitado formado tende a restringir ainda mais a difusão de íons no interior dos túbulos.

O teste de tukey mostrou que os dessensibilizantes Admira Protect, Nano P, Bifluorid 12 e Profluorid tiveram uma

porcentagem alta de redução da permeabilidade não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 2).

O produto testado Admira Protect foi o que obteve maior redução da permeabilidade. Esse produto é derivado da mistura de diferentes dimetacrilatos (HEMA e o Bis-GMA). Além dessa mistura possui em sua composição o Ormocer®, que é uma matriz polimérica híbrida que reage entre si em um processo de polimerização através da luz. São mais longas que as cadeias de Bis-GMA e por isso resistem mais a contração de polimerização. O produto contendo Ormocer® também possui coeficiente de expansão térmica e módulo de elasticidade próxima ao encontrado no dente e por isso resistem mais às variações de temperatura. Então o Ormocer deverá se expandir e contrair sem alterar demasiadamente seu formato e diminuir as fendas na sua interface, garantindo uma maior durabilidade do produto dessensibilizante. Além disso, o componente Ormocer® tem afinidade pelos íons cálcio que vão possibilitar uma melhor força de ligação entre o dente e a resina (Kalra et al., 2012).

Assim como nos estudos de Arrais et al. (2004), provaram que somente com a presença do HEMA na composição já é o suficiente para formar uma película delgada na superfície da dentina, desfavorecendo a movimentação do líquido dos túbulos dentinários. (Ishihata et al., 2011; Kolker et al., 2002) verificaram que os produtos resinosos provocam reduções no grau e conteúdo dos túbulos dentinários. Outro produto semelhante ao Admira Protect é o Seal & Protect que também é à base de metacrilato e fotopolimerizável. Nos estudos de Kim et al. (2012), compararam o Seal Protect com produtos como o Superseal e BisBlock à base de ácido oxálico, Gluma (proteína precipitada) e Bifluorid 12 (Fluoretos). O Seal Protect mostrou uma redução maior na taxa de fluxo de fluido quando comparado com Gluma Desensitizer e Bifluoride 12. O produto fotopolimerizável mostraram maior redução na taxa de fluxo de fluido do que a proteína-precipitada e os tipos

de flúor. Gillam et al. (1999), depois de testarem cinco diferentes produtos dessensibilizantes, três deles são a base de oxalatos e dois foram fotopolimerizáveis. Concluíram, no entanto, que os produtos fotopolimerizáveis foram mais eficazes do que os oxalatos (Oxa-gel e Butler Protect). Discordando desses estudos Kolker et al. (2002) que mediram a capacidade de obliteração e redução da permeabilidade entre os produtos Seal Protect (HEMA-fotopolimerizável), SuperSeal (ác oxálico), Gluma (proteína precipitada), Hurri-Seal (cloreto benzalcônico), D/Sense (fosfato de potássio) concluíram que o pior resultado foi do Seal Protect, diferentemente dos resultados encontrados em outros trabalhos. Mas nos estudos de Vora et al. (2012), após os testes com placebo, oxalato e HEMA, concluíram que os oxalatos não foram efetivos na diminuição da hipersensibilidade em comparação com o placebo. A própria aplicação da pasta em alta rotação do placebo produziu a *smear layer* e *smear plugs* obstruindo a entrada dos túbulos

Outro modo de ação dos produtos dessensibilizantes são aqueles que interferem na transmissão do impulso nervoso e interrompem o fluxo de fluido dentro dos túbulos dentinários, diminuindo com isso a resposta do estímulo da dor. São os sais de potássio, como por exemplo, o nitrato de potássio. O nitrato de potássio vai agir em um pequeno número de axônios amielinizados, que entram nos túbulos através das células odontoblásticas. Esses axônios são advindos dos feixes nervosos da polpa. São feixes aferentes sensitivos do nervo trigêmio e ramos do gânglio cervical superior. Comprovadamente esses nervos aferentes podem reagir aos estímulos mecânicos, térmicos e químicos, quando esses chegam aos receptores de dor, mas a interpretação destes será sempre dolorosa. O potássio em maior concentração vai fazer com que ocorra um bloqueio na despolarização gerando uma interrupção do impulso nervoso. Em nosso estudo o produto testado a base de nitrato de potássio foi o Nano P. Esse produto possui em sua composição, além do nitrato de potássio, que despolariza a membrana e bloqueia a condução

da dor, o fosfato de cálcio nanométrico. Esse elemento é que vai alterar a capacidade do líquido penetrar nos túbulos dentinários e alterar a condutância hidráulica. O íon fosfato é um precipitado com dimensões reduzidas, suficientemente menores que o diâmetro do túbulo dentinário.. Porém com dimensões reduzidas esse precipitado pode alcançar profundidades ainda maiores, fazendo com que a obliteração dos túbulos seja mais efetiva. Porém, a quantidade de precipitados não são os maiores responsáveis pelo sucesso da obliteração, mas sim, a deposição em maior quantidade desses precipitados no lúmen dos tubos. Nos estudos de Kolker et al. (2002), um dos produtos testados foi o D/Sense, a base de fosfato de potássio, e teve resultados favoráveis, perdendo apenas para o Super Seal, que é um produto à base de ácido oxálico. Nesse mesmo trabalho o D/Sense teve melhor resultado, do que os produtos fotopolimerizáveis, discordando dos resultados apresentados em nosso estudo, onde os produtos resinosos ou fotopolimerizáveis foram melhores. Pereira et al. (2005) verificaram que a redução da permeabilidade dentinária, em relação a porcentagem máxima depois do uso do oxalato de potássio (nome comercial Oxagel) variou entre 88,7% e 98,4% e 0 para 54% quando a dentina foi tratada com fluoreto de sódio. Estes mesmos autores dizem que a ação efetiva dos sais de oxalatos em comparação com os fluoretos pode variar dependendo da água e sais minerais presentes na dentina. Após analisar em MEV a diferença dos produtos quando colocados na superfície dentinária, Arrais et al. (2004) concluíram que existem diferenças no modo de ação de cada produto e que cada um alcançou profundidades distintas dentro dos túbulos. O oxalato de potássio, por exemplo, penetrou 15 µm dentro do túbulo, enquanto que o Gluma Desensitizer penetrou apenas 1 µm, mas formou uma camada espessa na superfície e, o produto à base de fluoreto de sódio teve uma deposição peritubular com deposição afunilada nos túbulos.

Ao contrário do produto a base de nitrato de potássio, o produto Bifluorid 12 e Profluorid obtiveram valores mais baixos na redução da permeabilidade, mas mesmo assim não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 2). Os fluoretos são dissolvidos por solventes orgânicos, sofrem evaporação quando aplicados, deixando uma camada fina do material na superfície dentinária. O mecanismo de ação deles baseia-se na formação de fluoreto de cálcio, aumentando a formação de hidroxiapatita. De acordo com literatura, os fluoretos são os agentes mais utilizados pelos clínicos, talvez pela facilidade de acesso e menor custo. Pereira et al. (2005), observaram que a deposição dos cristais precipitados das soluções fluoretadas duram menos, além de exigirem várias aplicações para a obtenção de um resultado significativo na redução da dor. Panagakos et al. (2009) defendem que altas concentrações de fluoretos podem ser utilizados, por um período de tempo, ou durante a escovação regular dos dentes. Concordando com nosso trabalho, os estudos de Kolker et al. (2002) utilizaram em seu experimento um produto a base de fluoreto que formou precipitados, esses precipitados de cristais foram observados cobrindo a maior parte da superfície da dentina. Contudo os túbulos dentinários aparecem abertos e os espécimes mostraram uma pequena quantidade de túbulos que continha um precipitado de cristais, com profundidade de cerca de 2-3 microns. Além de não preencherem a abertura de todos os túbulos os precipitados dos fluoretos não parecem estar presos às paredes do túbulo. Os produtos utilizados no estudo Superseal e BisBlock exibiram uma maior redução na taxa de fluxo de fluido quando comparado com Bifluoride 12 a base de fluoreto. Pereira et al. (2005) verificaram que a redução da permeabilidade dentinária, em relação a porcentagem máxima depois do uso do oxalato de potássio (nome comercial Oxagel) variou entre 88,7% e 98,4% e 0 para 54% quando a dentina foi tratada com fluoreto de sódio. Estes mesmos autores dizem que a ação efetiva dos sais de oxalatos em comparação com os fluoretos pode variar

dependendo da água e sais minerais presentes na dentina. Arrais et al. (2004) ao estudarem os fluoretos através do MEV, observaram que o cálcio ionizado presente no fluido tubular libera o fluoreto de sódio durante o ataque do flúor fosfato acidulado. Aumentando a concentração de fluoreto de sódio ocorre a precipitação sobre a superfície dentinária e dentro dos túbulos. Mas esse produto tem sido questionado devido a sua solubilidade na saliva. Por essa razão Thanatvarakorn et al. (2013) afirmam que as propriedades químicas do fosfato de cálcio promovem o aumento de cristais provenientes da saliva e o fluoreto de cálcio é mais efetivo a longo prazo. De acordo com Pereira et al. (2005), os produtos que obtiveram maior diferença estatística bloqueiam os túbulos dentinários através da deposição de partículas e da formação da película impermeabilizadora. Greenhill e Pashley (1981) defende que não é uma boa conclusão correlacionar a quantidade de precipitado e a diminuição da permeabilidade ( $L_p$ ) porque todos os precipitados do oxalato, por exemplo, não são vistos na superfície da dentina e mostraram resultados significativamente maiores de permeabilidade ( $L_p$ ) em comparação com os outros.

Esses produtos a base de fluoretos também foram os grupos que mais sofreram com a ação da escovação, apesar de não terem diferenças estatisticamente significantes. A ação das cerdas das escovas removeu parte da obliteração dos túbulos provavelmente porque esses íons formam precipitados muito maiores que os túbulos dentinários, fazendo com que estes fiquem, em grande quantidade, depositos nas superfícies. Com essa deposição a fricção da escovação remove o precipitado, mas não suficiente para ser estatisticamente significativo.

Outro produto que obteve diferença estatística utiliza arginina 8%, de nome comercial Colgate Pró-Alívio, que em nosso estudo mostra diferenças estatísticas em relação aos outros grupos (Tabela 2). Essa menor eficácia se deve ao modo e a velocidade da reação que ocorre na superfície dos túbulos. A arginina presente na pasta da Colgate

é um aminoácido naturalmente encontrado na saliva, em pH fisiológico (6,5 - 7,5). Também possui carbonato de cálcio, na fórmula, que vai reagir com a superfície dentinária com carga negativa, formando uma camada rica em cálcio, selando os túbulos dentinários e interferindo na condutância hidráulica. A arginina é responsável por “carregar” o carbonato de cálcio e levar até a superfície dentinária. A eficácia do produto depende do pH balanceado e de uma maior concentração de arginina no interior dos túbulos. Os testes de microscopia a laser focal (ESCA) realizado por Lavender et al. (2010), confirmaram que a arginina realmente foi incorporada no túbulo, e que níveis elevados de cálcio, fósforo, oxigênio e carbonato foram encontrados na superfície da dentina. Mas em estudos clínicos realizados por Fu et al. (2010), a arginina 8% não obteve diferença significativa entre os outros dentifrícios testados, logo após a aplicação direta e após 3 dias de uso. Já no estudo clínico realizado por Que et al. (2010), concluíram que o creme contendo arginina 8% proporcionou uma redução significativa, quando utilizado por um período de 8 semanas. Em 2009, Schiff et al. provaram que a pasta profilática contendo pedra pomes teve a mesma eficácia da pasta contendo arginina, com o mesmo modo de aplicação.

Após a escovação submetemos nossos dados à análise estatística ANOVA e teste de Tukey (Tabela 3 e 4). Os resultados mostram que depois da escovação houve uma tendência de aumento da permeabilidade, no entanto, este aumento não foi estatisticamente significativo para todos os grupos, exceto para o grupo da Colgate Sensitive. Esses resultados podem ser mostrados na Tabela 5 e no gráfico da figura 13. Concordando com nosso trabalho Jain et al. (2000) concluíram que a escovação também não diminuiu a permeabilidade dos túbulos significativamente. Em discordância, os estudos de Camps et al. (1998), concluíram que todos os produtos são eficazes para o tratamento de hipersensibilidade, entretanto a escovação dental pode modificar a durabilidade dos produtos utilizados para o tratamento.

Os resultados mostraram que o grupo do Nano P foi o grupo que obteve a menor diferença estatística, em comparação com os outros grupos, ou seja, foi o que menos teve alteração pela escovação (Figura 13). Isso se deu, provavelmente pela obliteração dos túbulos em profundidade, fazendo com que as cerdas da escova não alterassem demasiadamente os precipitados ali localizados. A Colgate foi exceção, pois proporcionou uma diminuição na permeabilidade dentinária com a escovação. Provavelmente a reação de precipitação dos componentes da Colgate, é formada com um tempo maior em relação aos outros produtos. Como havíamos dito a velocidade da reação também interfere na permeabilidade dentinária. Discordando do nosso estudo, Santiago et al. (2006) concluíram que a reação não interfere nos resultados de filtração em função do tempo, porque há uma tendência de diminuição dos valores de filtração quando o sistema flui livremente através dos intervalos de tempo testados. A ação do carbonato de cálcio e da arginina presente dentro dos túbulos foi aumentando com o passar do tempo, proporcionando um meio alcalino que estimula cálcio endógeno e íons fosfato, formando um composto que obliterou eficientemente os túbulos dentinários. Panagakos et al. (2009) quando nos estudos com microscopia a laser focal diz que a obliteração com arginina mostrou aumento da oclusão dos túbulos. Nesse mesmo estudo, as imagens com o MEV confirmaram que a arginina carbonato de cálcio aumentou a oclusão dos túbulos e nas imagens de fraturas o *plug* formado por esse precipitado tinha uma profundidade de 2  $\mu\text{m}$  dentro do túbulo.

Provavelmente as precipitações dos cristais formados pela arginina e carbonatos foram aumentando, formando cristais cada vez maiores e com capacidade de obliteração maior. Depois da escovação foi o único grupo que diferiu do Admira Protect. Concordando com nosso trabalho Hamlin et al. (2009), em seu experimento observaram que a escovação ocluiu os túbulos, mesmo sem o uso dos dentifrícios.

Que et al. (2010) utilizaram a pasta contendo 1450 ppm de flúor em comparação com a Pro Argin e chegaram à conclusão que as duas possuem o mesmo efeito de precipitação nos componentes da dentina. Jain et al. (2000) descreveram que a escovação simulada (equivalente a 3 semanas de escovação) depositou uma camada de partículas abrasivas do dentifrício na superfície da dentina e muitas das partículas eram muito grandes para ocluir túbulos dentinários. Isto explica porque os valores de permeabilidade da dentina depois de escovação foram maiores do que após tratamento com qualquer uma das modalidades, ou após imersão em saliva.

Podemos afirmar que a metodologia utilizada nesse estudo está de acordo com as condições necessárias para a comparação de diferentes produtos. Cada produto comercializado contém ingredientes ativos que contribuem para a diminuição da permeabilidade. Essa diminuição, na dentina, foi devida aos componentes dos produtos e não pela interferência da saliva e produtos do plasma. Os agentes que possuem resposta positiva na redução da permeabilidade, nos testes *in vitro*, são facilmente identificados como sendo efetivos para uso *in vivo*. Isso ressalta a importância dos testes *in vitro* e sugerem pesquisas de revisão sistemática com posterior metanálise, para chegarmos a um consenso do melhor produto a ser utilizado pelos clínicos.

## 7 CONCLUSÃO

Em relação ao valor inicial, a aplicação do Admira Protect, NanoP, Profluoride e Bifluoride 12 mostraram efeitos similares na redução da permeabilidade, mas tiveram efeito maior em comparação com a Colgate Sensitive.

Depois da escovação, apenas Admira Protect mostrou um efeito maior em relação à Colgate Sensitive.

Todos os dessensibilizantes testados tiveram efeito na redução da permeabilidade em relação ao grupo controle.

## 8 REFERÊNCIAS\*

Aker JR. The relationship of weight loss to surface roughness of composite resins from simulated toothbrushing. *J Am Dent Assoc.* 1982; Oct;105(4):633-5.

Arrais CA, Chan DC, Giannini M. Effects of desensitizing agents on dentinal tubule occlusion. *J Appl Oral Sci.* 2004 Jun;12(2):144-8.

Ashcroft AT, Cox TF, Joiner A, Laucello M, Philpotts CJ, Spradbery PS, et al. Evaluation of a new silica whitening toothpaste containing blue covarine on the colour of anterior restoration materials in vitro. *J Dent.* 2008;36 Suppl 1:S26-31.

Bissada NF. Symptomatology and clinical features of hypersensitive teeth. *Arch Oral Biol.* 1994;39 Suppl:31S-32S.

Brannstrom M, Linden LA, Astrom A. The hydrodynamics of the dental tubule and of pulp fluid. A discussion of its significance in relation to dentinal sensitivity. *Caries Res.* 1967;1(4):310-7.

Brunton PA, Kalsi KS, Watts DC, Wilson NH. Resistance of two dentin-bonding agents and a dentin desensitizer to acid erosion in vitro. *Dent Mater.* 2000 Sep;16(5):351-5.

Camps J, Giustiniani S, Dejou J, Franquin JC. Low versus high pressure for in vitro determination of hydraulic conductance of human dentine. *Arch Oral Biol.* 1997 Apr;42(4):293-8.

---

\* Baseado em: International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical journals: Sample References [homepage na Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [disponibilidade em 2008 ago; citado em 25 ago.] Disponível em: [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.htm](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.htm)

Camps J, Pizant S, Dejou J, Franquin JC. Effects of desensitizing agents on human dentin permeability. *Am J Dent.* 1998 Dec;11(6):286-90.

Carvalho AO, Oliveira MT, Nikaido T, Tagami J, Gianninni M. Effect of adhesive system and application strategy on reduction of dentin permeability. *Braz Oral Res.* 2012 Sep-Oct ;26(5):397- 403.

Ciucchi B, Bouillaguet S, Holz J, Pashley D. Dentinal fluid dynamics in human teeth, in vivo. *J Endod.* 1995 Apr;21(4):191- 4.

Cummins D. Recent advances in dentin hypersensitivity: clinically proven treatments for instant and lasting sensitivity relief. *Am J Dent.* 2010 May;23 Spec No A:3A-13A.

Dragolich WE, Pashley DH, Brennan WA, O'Neal RB, Horner JA, Van Dyke TE. An in vitro study of dentinal tubule occlusion by ferric oxalate. *J Periodontol.* 1993 Nov;64(11):1045-51.

Fritsch C. Untersuchungen über den Bau und die innervierung des Dentins. *Arch Mikrosk Anat.* 1914;84:307.

Fogel HM, Marshall FJ, Pashley DH. Effects of distance from the pulp and thickness on the hydraulic conductance of human radicular dentin. *J Dent Res.* 1988 Nov;67(11):1381-5.

Fu Y, Li X, Que K, Wang M, Hu D, Mateo LR, et al. Instant dentin hypersensitivity relief of a new desensitizing dentifrice containing 8% arginine, a high cleaning calcium carbonate system and 1450ppm fluoride: A 3-day clinical study in Chengdu, China. *Am J Dent.* 2010 May; 23 Spec No A: 20A-27A.

Gangarosa LP Sr. Current strategies for dentist-applied treatment in the management of hypersensitive dentine. *Arch Oral Biol.* 1994;39 Suppl:101S-106S.

Garberoglio R, Brannstrom M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Arch Oral Biol.* 1976;21(6):355-62.

Gillam DG, Khan N, Mordan NJ, Barber PM. Scanning electron microscopy (SEM) investigation of selected desensitizing agents in the dentine disc model. *Endod Dent Traumatol*. 1999 Oct;15(5):198-204.

Gillam DG, Mordan NJ, Newman HN. The Dentin Disc surface: a plausible model for dentin physiology and dentin sensitivity evaluation. *Adv Dent Res*. 1997 Nov;11(4):487-501.

Gohring TN, Zehnder M, Sener B, Schmidlin PR. In vitro microleakage of adhesive-sealed dentin with lactic acid and saliva exposure: a radio-isotope analysis. *J Dent*. 2004 Mar;32(3):235-40.

Goodis HE, Marshall GW Jr, White JM. The effects of storage after extraction of the teeth on human dentine permeability in vitro. *Arch Oral Biol*. 1991;36(8):561-6.

Greenhill JD, Pashley DH. The effects of desensitizing agents on the hydraulic conductance of human dentin in vitro. *J Dent Res*. 1981 Mar;60(3):686-98.

Hamlin D, Williams KP, Delgado E, Zhang YP, DeVizio W, Mateo LR. Clinical evaluation of the efficacy of a desensitizing paste containing 8% arginine and calcium carbonate for the in-office relief of dentin hypersensitivity associated with dental prophylaxis. *Am J Dent*. 2009 Mar;22 Spec No A:16A-20A.

Hara AT, Gonzalez-Cabezas C, Creeth J, Zero DT. The effect of human saliva substitutes in an erosion-abrasion cycling model. *Eur J Oral Sci*. 2008 Dec;116(6):552-6.

Heath JR, Wilson HJ. Abrasion of restorative materials by toothpaste. *J oral rehabil*. 1976 Apr;3(2):121-38.

Ishihata H, Kanehira M, Nagai T, Finger WJ, Shimauchi H, Komatsu M. Effect of desensitizing agents on dentin permeability. *Am J Dent*. 2009 Jun;22(3):143-6.

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

Jain P, Reinhardt JW, Krell KV. Effect of dentin desensitizers and dentin bonding agents on dentin permeability. *Am J Dent.* 2000 Feb;13(1):21-7.

Kalra S, Singh A, Gupta M, Chadha V. Ormocer: An aesthetic direct restorative material; An in vitro study comparing the marginal sealing ability of organically modified ceramics and a hybrid composite using an ormocer-based bonding agent and a conventional fifth-generation bonding agent. *Contemp Clin Dent.* 2012 Jan;3(1):48-53.

Kanter J. The relationship of weight loss to surface roughness of composite resins from simulated toothbrushing. *J Prosthet Dent.* 1982 May;47(5):505-13.

Kerns DG, Scheidt MJ, Pashley DH, Horner JA, Strong SL, Van Dyke TE. Dentinal tubule occlusion and root hypersensitivity. *J Periodontol.* 1991 Jul;62(7):421-8.

Kim S, Kim E, Kim D, Lee I. The Evaluation of dentinal tubule occlusion by desensitizing agents: a real-time measurement of dentinal fluid flow rate and scanning electron microscopy. *Oper Dent.* 2013 Jul-Aug;38(4):419-28.

Kolker JL, Vargas MA, Armstrong SR, Dawson DV. Effect of desensitizing agents on dentin permeability and dentin tubule occlusion. *J Adhes Dent.* 2002 Fall;4(3):211-21.

Koutsi V, Noonan RG, Horner JA, Simpson MD, Matthews WG, Pashley DH. The effect of dentin depth on the permeability and ultrastructure of primary molars. *Pediatr Dent.* 1994 Jan-Feb;16(1):29-35.

Kuroiwa M, Kodaka T, Abe M. Dentin hypersensitivity. Occlusion of dentinal tubules by brushing with and without an abrasive dentifrice. *J Periodontol.* 1994 Apr;65(4):291-6.

Lavender SA, Petrou I, Heu R, Stranick MA, Cummins D, Kilpatrick-Liverman L, et al. Mode of action studies on a new desensitizing dentifrice containing 8.0% arginine, a high cleaning calcium carbonate system and 1450 ppm fluoride. *Am J Dent.* 2010 May;23 Spec No A:14A-19A.

Ling TY, Gillam DG, Barber PM, Mordan NJ, Critchell J. An investigation of potential desensitizing agents in the dentine disc model: a scanning electron microscopy study. *J oral rehabil.* 1997 Mar;24(3):191-203.

Markowitz K, Bilotto G, Kim S. Decreasing intradental nerve activity in the cat with potassium and divalent cations. *Arch Oral Biol.* 1991;36(1):1-7.

Maroli S, Khera SC, Krell KV. Regional variation in permeability of young dentin. *Oper Dent.* 1992 May-Jun;17(3):93-100.

Maroli S, Khera SC, Krell KV. Regional variation in permeability of young dentin. *Oper Dent.* 1992 May-Jun;17(3):93-100.

Matthews WG, Showman CD, Pashley DH. Air blast-induced evaporative water loss from human dentine, in vitro. *Arch Oral Biol.* 1993 Jun;38(6):517-23.

Outhwaite WC, McKenzie DM, Pashley DH. A versatile split-chamber device for studying dentin permeability. *J Dent Res.* 1974 Nov-Dec;53(6):1503.

Panagakos F, Schiff T, Guignon A. Dentin hypersensitivity: effective treatment with an in-office desensitizing paste containing 8% arginine and calcium carbonate. *Am J Dent.* 2009 Mar;22 Spec No A: 3A-7A.

Pashley DH. Dentin permeability: dentin sensitivity, and treatment through tubule occlusion. *J Endod.* 1986 Oct;12(10):465-74.

Pashley DH, Galloway SE. The effects of oxalate treatment on the smear layer of ground surfaces of human dentine. *Arch Oral Biol.* 1985;30(10):731-7.

Pashley DH, Livingston MJ, Greenhill JD. Regional resistances to fluid flow in human dentine in vitro. *Arch Oral Biol.* 1978;23(9):807-10.

Pashley DH, Michelich V, Kehl T. Dentin permeability: effects of smear layer removal. *J Prosthet Dent.* 1981 Nov;46(5):531-7.

Pashley DH. Mechanisms of dentin sensitivity. *Dent Clin North Am.* 1990 Jul;34(3):449-73.

Pashley DH, O'Meara JA, Kepler EE, Galloway SE, Thompson SM, Stewart FP. Dentin permeability: Effects of desensitizing in vitro. *J Periodontol.* 1983 Dec;55(9):522-5.

Pereira JC, Segala AD, Gillam DG. Effect of desensitizing agents on the hydraulic conductance of human dentin subjected to different surface pre-treatments-an in vitro study. *Dent Mater.* 2005 Feb;21(2):129-38.

Pinto SC, Silveira CM, Pochapski MT, Pilatt GL, Santos FA. Effect of desensitizing toothpastes on dentin. *Braz Oral Res.* 2012 Sep-Oct;26(5):410-7.

Que K, Fu Y, Lin L, Hu D, Zhang YP, Panagakos FS, et al. Dentin hypersensitivity reduction of a new toothpaste containing 8% arginine and 1450 ppm fluoride: An 8-week clinical study on Chinese Adults. *Am J Dent.* 2010;23 Spec No A:28A-35A.

Reeder OW Jr, Walton RE, Livingston MJ, Pashley DH. Dentin permeability: determinants of hydraulic conductance. *J Dent Res.* 1977 Feb;57(2):187-93.

Ricarte JM, Matoses VF, Llácer VJF, Fernandez AJF, Moreno BM. Dentinal sensitivity: Concept and methodology for its objective evaluation. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2008 Mar;13(3):E201-6.

Santiago SL, Pereira JC, Martineli AC. Effect of commercially available and experimental potassium oxalate-based dentin desensitizing agents in dentin permeability: influence of time and filtration system. *Braz Dent J*. 2006;17(4):300-5.

Schiff T, Delgado E, Zhang YP, Cummins D, DeVizio W, Mateo LR. Clinical evaluation of the efficacy of an in-office desensitizing paste containing 8% arginine and calcium carbonate in providing instant and lasting relief of dentin hypersensitivity. *Am J Dent*. 2009 Mar;22 Spec No A:8A-15A.

Schilke R, Lisson JA, Bauss O, Geurtsen W. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. *Arch Oral Biol*. 2000 May;45(5):355-61.

Schmalz G, Hiller KA, Nunez LJ, Stoll J, Weis K. Permeability characteristics of bovine and human dentin under different pretreatment conditions. *J Endod*. 2001 Jan;27(1):23-30.

Simpson MD, Horner JA, Brewer PD, Eichmiller F, Pashley DH. Effects of aluminum oxalate/glycine pretreatment solutions on dentin permeability. *Am J Dent*. 1992 Dec;5(6):324-8.

Suge T, Ishikawa K, Kawasaki A, Yoshiyama M, Asaoka K, Ebisu S. Effects of fluoride on the calcium phosphate precipitation method for dentinal tubule occlusion. *J Dent Res*. 1995 Apr;74(4):1079-85.

Tagami J, Tao L, Pashley DH, Horner JA. The permeability of dentine from bovine incisors in vitro. *Arch Oral Biol*. 1989; 34(10):773-7.

Thanatvarakorn O, Nakashima S, Sadr A, Prasansuttiporn T, Ikeda M, Tagami J. In vitro evaluation of dentinal hydraulic conductance and tubule sealing by a novel calcium-phosphate desensitizer. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2013 Feb;101(2):303-9.

Vora J, Mehta D, Meena N, Sushma G, Finger WJ, Kanehira M. Effects of two topical desensitizing agents and placebo on dentin hypersensitivity. *Am J Dent.* 2012 Oct;25(5):293-8.

Wang Z, Jiang T, Sauro S, Wang Y, Xing W, Liang S, et al. Nerve-targeted desensitizing toothpastes occlude dentin tubules and induce mineral precipitation. *Am J Dent.* 2012 Feb;25(1):26-30.

Wegehaupt F, Gries D, Wiegand A, Attin T. Is bovine dentine an appropriate substitute for human dentine in erosion/abrasion tests? *J Oral Rehabil.* 2008 May;35(5):390-4.