

JANAINA RODRIGUES LOPES DA SILVA

**INFLUÊNCIA DA ARGININA NA PERMEABILIDADE DENTINÁRIA DE
UM SISTEMA ADESIVO**

CAMPO GRANDE

2019

JANAINA RODRIGUES LOPES DA SILVA

**INFLUÊNCIA DA ARGININA NA PERMEABILIDADE DENTINÁRIA DE
UM SISTEMA ADESIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Clínicas Odontológicas da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de mestre.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Margareth Coutinho

CAMPO GRANDE

2019

JANAINA RODRIGUES LOPES DA SILVA

**INFLUÊNCIA DA ARGININA NA PERMEABILIDADE DENTINÁRIA DE
UM SISTEMA ADESIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Clínicas Odontológicas da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de mestre.

Resultado: _____

Campo Grande (MS), _____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Margareth Coutinho (Presidente)

Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/ UFMS

Prof^a. Dr^a. Andrea Freire de Vasconcelos Eckelberg

Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/ UFMS

Prof. Dr. Danilo Mathias Zanello Guerisoli

Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/ UFMS

DEDICATÓRIA

Ao William, meu esposo, por estar sempre ao meu lado em todas as batalhas. Por ter me incentivado a concluir os meus objetivos e por acreditar no meu sucesso, sem você não seria possível.

AGRADECIMENTOS

A Deus, alfa e ômega, princípio e fim. A Ele a glória e o louvor.

À minha família, especialmente aos meus pais, por nunca medirem esforços ao me proporcionarem bons estudos ao longo de minha vida.

À minha orientadora, Prof. Dra. Margareth Coutinho, gratidão. Sou grata por toda ajuda, paciência e disposição em estar à frente deste projeto. Sempre acessível e receptiva nos momentos em que precisei.

À colega Milena Brito, Prof. Dr. Marco Utrera e ao Instituto de Química/UFMS, agradeço pela parceria na realização desta pesquisa e ajuda no desenvolvimento dos materiais, agradeço também pela paciência ao me instruírem nos procedimentos químicos.

À professora Dra. Andréa Freire, pela enriquecedora contribuição no desenvolvimento deste projeto, sempre disponível em ajudar. Às colegas e acadêmicas Thalissa, Gabriela, Jennifer e Bruna, grata por toda ajuda.

Ao professor Dr. Albert, pela ajuda com os dados estatísticos e leitura dos resultados.

Ao Prof. Dr. Danilo Guerisoli, pela contribuição na melhoria desta pesquisa, sempre acrescentando com boas ideias.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e Faculdade de Odontologia, agradeço pela estrutura fornecida para a realização desta pesquisa.

Ao Programa de Pós Graduação e colegas de Mestrado em Odontologia da Faodo/UFMS, obrigada pelo apoio e parceria. Agradecimento especial à minha colega de turma e amiga Rejane Cristina. Gratidão por todo incentivo, por ser ouvido e voz amiga. Por sempre me incentivar a continuar e por ser essa pessoal exemplar, sempre disposta em ajudar.

“Disse a flor para o pequeno príncipe: é preciso que eu suporte duas ou três larvas se quiser conhecer as borboletas.”

Antoine de Saint-Exupéry

RESUMO

Silva JRL. Influência da arginina na permeabilidade dentinária de um sistema adesivo. Campo Grande; 2019. [Dissertação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul].

Tendo em vista que a permeabilidade dentinária apresenta relevantes implicações clínicas e pode prejudicar as expectativas de sucesso dos procedimentos adesivos, torna-se essencial o estudo de substâncias que reduzam esta permeabilidade e seus efeitos deletérios. O objetivo do estudo foi mensurar a capacidade oclusiva de substâncias a base de arginina, previamente a aplicação do sistema adesivo Adper Single Bond 2, por meio da avaliação da permeabilidade dentinária. Foram utilizados 55 discos de dentina, com espessura de 1,5 mm, distribuídos aleatoriamente em 5 grupos (n=11). Após condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos obteve-se a permeabilidade máxima (Lp Max). Em seguida, os espécimes receberam a aplicação das substâncias propostas conforme os grupos: CTRL – sem substância; ARG – Suspensão de arginina 8%; ARGC – Suspensão de arginina 8% e carbonato de cálcio 0,15%; nARG – Suspensão de nanosílica incorporadas com arginina 8% e nSI – Suspensão de nanosílica. Os discos tratados com as substâncias oclusivas foram submetidos a avaliação da permeabilidade (Lp1), em seguida, aplicado o sistema adesivo e uma nova leitura da permeabilidade foi realizada (Lp2). As substâncias oclusivas reduziram a permeabilidade, porém não houve diferença entre os grupos, antes e após a aplicação do sistema adesivo. Nos grupos ARG (teste de Wilcoxon, $p=0,007$), ARGC ($p=0,014$) e nSI ($p=0,032$), a aplicação dos sistema adesivo auxiliou em maior redução da permeabilidade. O grupo nARG apresentou redução significativa da permeabilidade dentinária em relação ao grupo sem substância oclusiva (CTRL) (pós-teste de Dunn, $p<0,05$). Conclui-se que as substâncias oclusivas foram capazes de reduzir a permeabilidade dentinária, antes da aplicação do sistema adesivo. Sendo que, dentre as substâncias utilizadas, o uso prévio da nanosílica incorporada com arginina 8% mostrou-se mais eficiente na diminuição da permeabilidade dentinária.

Palavras-chave: Permeabilidade da dentina. Arginina. Adesivos.

ABSTRACT

Silva JRL. Influence of arginine on the dentin permeability of an adhesive system. Campo Grande; 2019. [Dissertação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul].

Considering that the dentin permeability has relevant clinical implications and may jeopardize the success of adhesive procedures, it is essential to study substances that reduce this permeability and its deleterious effects. The objective of the study was to measure the occlusive capacity of arginine-based substances, prior to the application of Adper™ Single Bond 2 adhesive system (3M ESPE), through the evaluation of dentin permeability. A total of 55 dentin discs with a thickness of 1.5 mm were randomly distributed in 5 groups (n=11). After conditioning with 37% phosphoric acid for 15 seconds, the maximum permeability (Lp Max) was obtained. Subsequently, the specimens received the application of the substances proposed according to the groups: CTRL - without substance; ARG - Arginine solution 8%; ARGC - Arginine solution 8% and calcium carbonate 0.15%; nARG - Nanosilica suspension incorporated with arginine 8% and nSI - Suspension of nanosilica. The disks treated with the occlusive substances were subjected to permeability assessment (Lp1), then applied the adhesive system and a new permeability reading was performed (Lp2). Occlusive substances reduced permeability, but there was no difference between groups before and after the application of the adhesive system. In the ARG (Wilcoxon test, $p = 0.007$), ARGC ($p = 0.014$) and nSI ($p = 0.032$) groups, the application of the adhesive system helped to further reduce permeability. The nARG group showed a significant reduction in dentin permeability compared to the group without occlusive substance (CTRL) (Dunn's posttest, $p < 0.05$). It was concluded that the occlusive substances were able to reduce the dentin permeability before the adhesive system application. Among the substances used, the previous use of nanosilica incorporated with 8% arginine was more efficient in reducing dentin permeability.

Key words: Dentin permeability. Arginine. Adhesives.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 – Distribuição dos grupos, sistema adesivo e substâncias oclusivas.....	23
Quadro 2 – Composição e aplicação dos materiais.....	24
Figura 1 - Gráfico apresentando a condutividade hidráulica percentual em relação à máxima condutividade, em cada grupo experimental e em cada momento de análise em relação à aplicação da substância obliterante e do sistema adesivo. Cada símbolo representa a média e a barra o desvio padrão da média.....	27
Tabela 1 - Percentual na condutividade hidráulica, em relação à permeabilidade máxima inicial, em cada grupo experimental, em cada momento de análise e comparação estatística intra-grupos em cada momento de mensuração (p momentos) e inter-grupos no mesmo momento (p grupos).....	28
Figura 2 - Fotomicrografia após aplicação de ácido fosfórico em dentina, por 15 seg, com ampliação de 1.000x.....	29
Figuras 3 – Imagens MEV da interface substância-dentina criada após a aplicação das substâncias oclusivas. A: ARG, nota-se diminuição da quantidade de túbulos abertos e também diminuição do diâmetro do lúmen; B: ARGC, obliteração parcial dos túbulos dentinários; C: nARG e D: nSI, observa-se total obliteração dos túbulos dentinários após a aplicação do nanomaterial, estando o material disperso por toda superfície. A ampliação utilizada variou de 1.000 a 5.000x.....	30
Figura 4: Imagem MEV das partículas de sílica, apresentando morfologia esférica, com ampliação de 20.000x.....	31
Figura 5: Imagem de perfil MEV. A: nARG; B: nSI. Presença do nanomaterial disperso sobre a dentina e túbulos dentinários.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

*	diferença estatisticamente significativa
%	porcento
°C	graus centígrados
cm	centímetros
GPTMS	3-glicidóxi-propil-trimetozissilano
h	horas
H ₂ O	água
HEMA	2-hidroxietil metacrilato
MEV	microscópio eletrônico de varredura
min	minutos
mm	milímetros
n	número
nm	nanômetros
μm	micrômetros

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	14
2.1 Estrutura dentinária.....	14
2.2 Permeabilidade e condutância hidráulica da dentina.....	14
2.3 Sistemas adesivos.....	16
2.4 Substâncias oclusivas e redutoras da permeabilidade dentinária.....	18
3 OBJETIVOS.....	20
3.1 Objetivo Geral.....	20
3.2 Objetivo Específico.....	20
4 MATERIAIS E MÉTODO	21
4.1 Aspectos éticos e seleção dos dentes.....	21
4.2 Preparo dos espécimes.....	21
4.3 Mensuração da permeabilidade dentinária.....	21
4.4 Delineamento da pesquisa.....	25
5 RESULTADOS.....	26
6 DISCUSSÃO.....	32
7 CONCLUSÕES.....	37
REFERÊNCIAS.....	38

1. INTRODUÇÃO

Desde 1955, com a introdução da técnica do condicionamento ácido por Buonocore, a Odontologia vem evoluindo em relação às suas técnicas restauradoras. Como atualmente a maioria dos procedimentos clínicos envolvem técnicas adesivas, o maior desafio tem sido promover uma adesão efetiva à dentina, visto que em esmalte alcançamos resistência e vedamento satisfatório (ALEX, 2015).

Atualmente a classificação dos sistemas adesivos é dividida em convencionais e autocondicionantes, sendo esta categorização de acordo com a sua interação com a estrutura dentária. Nos sistemas adesivos convencionais, a dentina e o esmalte são condicionados com ácido fosfórico, que, em contato com a dentina, remove a *smear layer* e a hidroxiapatita superficial e expõe assim a rede de fibrilas de colágeno. Posteriormente, ocorre a infiltração de monômeros resinosos, com consequente formação da camada híbrida, principal responsável pela ligação entre adesivo e estrutura dentária (VAN MEERBEEK, 2003). Durante o processo de condicionamento ácido, o mineral da superfície e subsuperfície é solubilizado, extraído e substituído por água oriunda do spray ar/água. Na fase de infiltração do monômero, o volume de água presente na superfície dentinária deveria ser completamente substituído por monômeros de resina para produzir a camada híbrida. Porém, observa-se a ocorrência de uma inadequada substituição da água, resultando em infiltração incompleta por monômeros nas matrizes de fibrilas colágenas preenchidas com água, criando pequenas regiões dentro da camada híbrida ricas em água e pobres em resina (PASHLEY, 2011). A presença de água em excesso diminui as propriedades mecânicas da camada híbrida, tornando o ambiente propício à degradação (SOUZA, 2018).

Na tentativa de minimizar os problemas relacionados à sensibilidade da técnica adesiva convencional, surgiram os adesivos autocondicionantes. Nos sistemas autocondicionantes, a *smear layer* é modificada e os túbulos permanecem parcialmente obliterados, tornando a superfície dentinária menos suscetível aos efeitos da pressão pulpar. Desta forma, esta classe de sistemas adesivos apresentam

menor permeabilidade na interface adesiva (RODRIGUES, 2015).

A permeabilidade dentinária é quantificada pelo movimento de fluido através da dentina, sendo condicionada pela pressão pulpar. Especial atenção deve ser dada à permeabilidade dentinária pois ela influencia a quantidade de penetração de monômeros de resina nos túbulos dentinários e sua impregnação na matriz de colágeno intertubular desmineralizada, resultante do condicionamento ácido, constituindo assim um componente importante nas ligações adesivas (MJOR, 2009).

Idealmente a polimerização do sistema adesivo deve reduzir a permeabilidade da dentina através da formação de projeções de resinas dentro dos túbulos. Porém devido à sensibilidade da técnica e do material, pode haver interferência nessa formação (SAHIN, 2012). Assim, a longevidade das restaurações adesivas pode ser comprometida com o tempo devido à degradação hidrolítica (FEITOSA, 2014).

O uso de materiais que forneçam uma boa oclusão tubular faz-se necessário a fim de diminuir a permeabilidade dentinária. A combinação de arginina com carbonato de cálcio tem sido estudada, visto que esse material atua formando um tampão que oclui os túbulos dentinários. A arginina carregada positivamente é atraída pela superfície da dentina carregada negativamente, onde promove deposição do carbonato de cálcio à superfície dentinária e profundamente aos túbulos. A associação da arginina e do carbonato de cálcio *in situ* proporciona um ambiente alcalino que estimula os íons cálcio e fosfato, oriundos do fluido dentinário, a se depositarem e ocluírem os túbulos dentinários (ANAND, 2017; DAVIES, 2011).

Também o desenvolvimento e uso de nanotecnologia para tratamento de hipersensibilidade através da oclusão tubular tem sido estudado. Alguns nanomateriais como nanosílica e nanohidroxiapatita podem ocluir os túbulos dentinários abertos e oferecer um bom tamponamento da dentina exposta, diminuindo assim a permeabilidade dentinária (ABIODUN-SOLANKE, 2014; ANAND, 2017).

Desse modo, a proposta do presente estudo foi avaliar os possíveis benefícios da arginina na diminuição da permeabilidade dentinária antes da aplicação do sistema adesivo. A hipótese nula é que o percentual de permeabilidade seja reduzido após a aplicação das substâncias oclusivas propostas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ESTRUTURA DENTINÁRIA

A dentina é uma matriz de colágeno mineralizada, dura, elástica e avascular que sustenta o esmalte e envolve a câmara pulpar, composta por mineral (45%), material orgânico (33%) e água (22%), podendo essa composição variar em diferentes áreas do dente, dependendo da sua proximidade com o tecido pulpar (XU, 2012). Essa variação da dentina pode influenciar suas propriedades mecânicas, comprometendo o sucesso dos procedimentos adesivos (BRESCHI, 2018).

A porção mineral da dentina é constituída principalmente por hidroxiapatita e sua porção orgânica contém cerca de 90% de fibrilas colágenas, em sua maioria colágeno tipo I, sendo o restante composto por lipídeos e proteínas não-colagenosas da matriz (XU, 2012). O principal componente orgânico da dentina é o colágeno, constituindo cerca de 93%, sendo formado durante a dentinogênese (MJOR, 2009)

A dentina apresenta túbulos preenchidos por líquido dentinário que está repleto de íons cálcio e fosfato, além de outros fluidos extracelulares (PASHLEY, 2002). A dentina pode apresentar túbulos abertos e em outros locais e em situações específicos pode ter túbulos parcialmente ou totalmente ocluídos por minerais. Essas diferenças afetam a permeabilidade do tecido, incluindo a transferência de agentes nocivos, afetando também as reações pulpares. O número de túbulos dentinários por mm^2 é variável dependendo da localização dentro da dentina. O número de túbulos é menor na superfície da dentina ($15.000/\text{mm}^2$) do que próximo à polpa ($65.000/\text{mm}^2$) (MJOR, 2009).

2.2 PERMEABILIDADE E CONDUTÂNCIA HIDRÁULICA DA DENTINA

O fluido dentinário circula sob leve pressão pulpar positiva (150 mm H₂O) que tende a movê-lo da polpa através de qualquer túbulo que não esteja selado, mantendo a superfície desse substrato úmida e dificultando a adesão. A pressão pulpar varia

conforme situações clínicas e fisiológicas e condiciona a permeabilidade dentinária, que é mensurada pelo movimento do fluido através da dentina (RODRIGUES et al., 2015). Permeabilidade atribui-se ao estado ou qualidade de permitir a passagem de fluidos, íons, bactérias e partículas (MJOR, 2009).

A permeabilidade da dentina não é uniforme em todo o dente devido à quantidade de túbulos por mm² não ser uniforme (PASHLEY, 2002). A quantidade de água na dentina superficial é de apenas 1%, enquanto próximo à polpa chega a 22%.

A forma mais utilizada de se estudar a permeabilidade dentinária é forçando a passagem de fluido através da dentina, sob pressão. Através deste método obtém-se a medição do fluxo do fluido através da dentina como condutividade hidráulica (CAMPS, 1997). Logo, a medição da condutividade hidráulica ou a facilidade com que o fluido pode percorrer os túbulos é uma forma apropriada de quantificar a permeabilidade da dentina (PASHLEY, 2002).

Por meio de um aparelho de mensuração da permeabilidade é possível calcular o volume de líquido que passa por um disco de dentina em um tempo determinado, sob pressão controlada. Através da aferição do deslocamento de uma bolha de ar por um tubo capilar determina-se a condutância hidráulica. Essa aferição é realizada três vezes, por cinco minutos cada, obtendo-se um valor médio de deslocamento (KOMABAYASHI, 2010). O tempo e a pressão aplicados são padronizados, pois podem influenciar na condutância hidráulica calculada (CAMPS, 1997).

Com a medida do diâmetro interno do tubo e deslocamento de uma bolha em um tempo pré-determinado, é possível calcular o volume de líquido que se desloca através do disco de dentina. Com o deslocamento obtêm-se o índice de filtração (Q) por meio da fórmula:

$$Q = \frac{V_p \times D}{L \times T}$$

Sendo:

Q = Índice de filtração (μl/min);

V_p = Volume padronizado (μl);

D = Deslocamento da bolha no tubo capilar (mm);

L = Comprimento do capilar (mm);

T = Tempo (min).

Utilizando-se do valor do índice de filtração é calculado o valor da condutância hidráulica (L_p) da dentina em μl/cm².min.cmH₂O de cada disco com o uso da seguinte fórmula:

$$L_p = \frac{Q}{P \times (A \text{ sup})}$$

Sendo:

L_p = Condutância hidráulica da dentina (μl/cm².min.cmH₂O);

Q = Índice de filtração (μl/min);

P = Pressão hidrostática através da dentina (cmH₂O);

A sup = Área de superfície dentinária exposta (cm²).

2.3 SISTEMAS ADESIVOS

Atualmente, duas abordagens diferentes podem ser empregadas em relação aos procedimentos adesivos, o uso do sistemas adesivos convencionais ou autocondicionantes. Independentemente da abordagem empregada, a união à dentina depende da formação da camada híbrida, estrutura composta por fibrilas de colágeno desmineralizadas e reforçadas pela matriz resinosa (BRESCHI, 2018). Quando os sistemas adesivos convencionais são utilizados, o substrato dentário é primeiramente condicionado com ácido fosfórico antes da aplicação do adesivo. Esse condicionamento remove a camada de *smear layer* aumentando a permeabilidade da

dentina. Com o excesso de condicionamento ou a aplicação do adesivo de forma escassa, a camada híbrida pode apresentar espaços vazios permitindo o movimento do fluido dentinário (SCHROEDER, 2017).

O sistema autocondicionante deveria ser capaz de desmineralizar e simultaneamente infiltrar no substrato dentário, reduzindo a discrepância entre a profundidade de desmineralização e a profundidade da infiltração do monômero resinoso, criando uma infiltração mais homogênea (BRESCHI, 2018).

Independente do sistema escolhido, a dentina deve ser impermeável após a aplicação do adesivo, a fim de obter uma vedação contra os fluidos. Isso é imprescindível para a longevidade das restaurações adesivas (PUCCI, 2018).

A presença de água na dentina, durante os procedimentos adesivos, é proveniente de diversas fontes tais como o fluido dentinário, a umidade relativa, os procedimentos de enxágue e também as próprias soluções adesivas. A inadequada infiltração do adesivo na rede de colágeno desmineralizada pode resultar em baixa resistência de união e dificuldade em retardar a degradação hidrolítica, visto que as fibras colágenas ficarão, em parte, desprotegidas. Além disso, há um risco maior de sensibilidade da dentina e irritação pulpar. Quando as resinas são capazes de envolver completamente as fibras colágenas desprotegidas, pode-se dizer que a infiltração ideal foi conseguida. As resinas envolvem as fibras colágenas ao máximo, infiltrando toda a área desmineralizada, reforçando as propriedades físicas da camada híbrida e protegendo-as do ataque hidrolítico. A formação de *tags* resinosos é adequada quando se ligam firmemente às paredes dos túbulos (PASHLEY, 1997).

Apesar da evolução dos sistemas adesivos, a aplicação deste material não garante o completo selamento da superfície dentinária exposta, o que ocasiona a movimentação de fluidos através desta, mesmo sob a restauração finalizada (BOUILLAGUET, 2000). A remoção da *smear layer* por ataque ácido aumenta a permeabilidade dentinária, pois com a remoção de “debris” há um aumento da superfície de área difusional, permitindo às bactérias penetrarem no interior da dentina, onde elas podem migrar vagarosamente em direção pulpar ou rapidamente, se ajudadas pela pressão hidrostática (PASHLEY, 1991).

A incorporação de monômeros resinoso hidrofílicos e ácidos melhorou consideravelmente a ligação inicial de adesivos convencionais e autocondicionantes

a substratos dentários intrinsecamente úmidos, porém problemas associados a essas formulações hidrofílicas ainda são encontrados. A falha da camada híbrida leva à formação de microfendas que podem ser imediatamente penetrados por patógenos, provocando efeitos que levam à deterioração da interface adesiva e à falha da restauração (FRASSETTO, 2016).

A permeabilidade dos sistemas adesivos gera preocupação, pois pode ocasionar um colapso tanto na camada adesiva quanto nas fibrilas colágenas dentro da camada híbrida, comprometendo a interface resina- dentina (ÖZOK, 2004).

2.4 SUBSTÂNCIAS OCLUSIVAS E REDUTORAS DA PERMEABILIDADE DENTINÁRIA

Medições do fluxo do fluido através de discos de dentina revelam que os túbulos abertos exibem alta condutância hidráulica, e o seu bloqueio reduz o fluxo de fluido. Desta forma a oclusão tubular é a base para muitos agentes dessensibilizantes e redutores da permeabilidade da dentina (PASHLEY, 2008).

A arginina é um aminoácido encontrado em uma variedade de alimentos e também produzida naturalmente pelo corpo humano, secretada na saliva na forma livre ou como peptídeos salivares (GERALDELI, 2017). A dieta rica em proteínas favorece a presença de arginina na cavidade oral (BIJLE, 2018). A arginina em sua forma livre é secretada na saliva em concentrações de 50 µm, sendo encontrada na placa dental madura (48h) em aproximadamente 200 µm (NASCIMENTO, 2014).

A arginina e o carbonato de cálcio no pH fisiológico interagem entre si e ligam-se à dentina, formando uma camada rica em cálcio nos túbulos, consequentemente selando-os e resultando na redução da hipersensibilidade dentinária (BANSAL, 2017).

Esta camada é resistente à pressão pulpar e pode determinar a obliteração dos túbulos dentinários e consequente redução da permeabilidade (VIEIRA, 2014).

A arginina solúvel é adsorvida na superfície das partículas insolúveis de carbonato de cálcio, formando aglomerados carregados positivamente que se ligam facilmente à dentina carregada negativamente das paredes do túbulo exposto, formando uma obstrução. Devido à sua alcalinidade, foi relatado que o tampão de

arginina e carbonato de cálcio reage com os íons cálcio e fosfato do fluido dentinário para formar uma ligação quimicamente contígua com as paredes dentinárias (DAVIES, 2011).

Os diferentes grupos funcionais existentes na molécula de arginina podem permitir reações de condensação ou até mesmo polimerização do aminoácido, conferindo-lhe propriedade terapêuticas. Levando-se em consideração essas propriedades, é possível que a arginina possa atuar como substância obliterante, com potencial aplicação nos tratamentos clínicos (LI, 2012).

As nanopartículas de sílica têm sido amplamente utilizadas na odontologia, tendo sua maior atuação nos materiais dentários. As partículas de sílica são usadas com objetivo de melhorar as propriedades mecânicas desses materiais. Também têm sido utilizadas no tratamento de hipersensibilidade dentinária, por possuírem ação de oclusão tubular. A sílica mesoporosa possui sua estrutura definida, alta estabilidade térmica e alta área de superfície (PRIYADARSINI, 2017). Devido à sua estabilidade e alta capacidade de transporte, ela tem sido utilizada como mediadora para medicamentos e partículas funcionais. Além disso, possui características superiores quando comparadas à nanoestruturas orgânicas e inorgânicas. Essas características resultam em uma ampla forma de aplicação da sílica mesoporosa, em diferentes áreas da odontologia (PARVIZ, 2018; JUNG, 2019)

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a permeabilidade dentinária após o uso de arginina e diferentes associações.

3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

Mensurar a permeabilidade dentinária a fim de verificar a capacidade oclusiva das substâncias:

- a) Arginina 8%,
- b) Arginina 8% associada ao carbonato de cálcio 0,15%,
- c) Nanosílica incorporada com arginina 8%,
- d) Nanosílica.

4. MATERIAIS E MÉTODO

4.1. ASPECTOS ÉTICOS E SELEÇÃO DOS DENTES

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – CEP/UFMS (CAAE 82501317.4.0000.0021) e os dentes solicitados ao Banco de Dentes Humanos da FAODO/UFMS. Foram utilizados 55 (cinquenta e cinco) terceiros molares humanos hígidos, armazenados em solução de Cloramina T 0,5%, a 4°C.

4.2. PREPARO DOS ESPÉCIMES

Para início da pesquisa, os dentes foram limpos e fixados individualmente com cola quente em placas de acrílico (5 cm x 5 cm x 0,5 cm). Os molares tiveram o esmalte oclusal removido com a utilização de disco diamantado fixado em uma cortadeira metalográfica de precisão (Isomet, Buehler Ltda., Lake Bluff, IL, EUA). Foi realizado um novo corte paralelo ao primeiro a fim de permitir a obtenção de discos de dentina com espessura de aproximadamente 1,5 mm.

Para acabamento, os discos foram lixados com lixa d'água na granulação 180 até a obtenção de discos com 1,5 mm de espessura. Como a permeabilidade varia conforme a espessura do espécime, a espessura final de cada disco foi medida utilizando um paquímetro digital. Afim de produzir a smear layer, as fatias foram lixadas nas granulações 600 e 1200, por 30 segundos cada. As fatias foram secas com papel absorvente e suas superfícies observadas em lupa para certificação da ausência de esmalte sobre a superfície de dentina.

4.3. MENSURAÇÃO DA PERMEABILIDADE DENTINÁRIA

Para mensuração da permeabilidade máxima (L_p Max), foi realizado condicionamento com ácido fosfórico 37% (FGM, Joinville, SC, Brasil) por 15 segundos em cada face dos discos, lavados com spray de água/ar por 15 segundos

e secos com papel absorvente, sendo submetidos à análise de permeabilidade dentinária (Odeme Equipamentos Médicos e Odontológicos Ltda., Luzerna, SC, Brasil).

Para efeito de interpretação de dados, entende-se como Lp Max a maior condição de permeabilidade dentinária, considerada para efeito de cálculo, 100% de permeabilidade de cada disco, e foi empregada para comparar posteriormente o efeito de cada produto testado, de forma proporcional.

Os discos foram colocados em uma câmara onde o lado pulpar do disco de dentina ficou em contato com um fluido sob pressão e o outro lado, em contato com o ambiente em pressão atmosférica. A câmara foi conectada a um sistema de pressão hidráulica e pressurizada a 150 mm H₂O.

O fluido saiu do reservatório e passou através de um tubo capilar, seguindo até a câmara onde se encontrava o disco de dentina. Após o preenchimento de todo sistema uma bolha foi formada e empurrada pela vazão do líquido que se deslocou da câmara de pressão para a câmara de filtração. Estando a bolha de ar dentro do tubo capilar, a válvula de fluxo da câmara de filtração foi fechada, ficando o sistema pressurizado e sendo o disco de dentina o único caminho que o líquido teria para passar. Após atingir a pressão de trabalho, o paquímetro foi posicionado no início da bolha e zerado na intenção de marcar o ponto inicial do deslocamento da bolha. Após aguardar o tempo de 5 min, o paquímetro foi deslocado em direção a posição final da bolha, assim o valor obtido correspondeu ao deslocamento da bolha no tubo capilar. Esta medida de deslocamento da bolha foi realizada três vezes, por cinco minutos cada e feita uma média para obtenção do valor do deslocamento.

Com este valor é possível obter o índice de filtração. Após o registro do valor do índice de filtração, foi obtido o valor da condutância hidráulica da dentina de cada disco.

Após a medição da permeabilidade máxima, os 55 espécimes foram randomizados e distribuídos em 5 grupos, sendo que os espécimes de cada grupo foram analisados quanto à permeabilidade. Os grupos foram divididos de acordo com o tratamento recebido (**Quadro 1**).

Quadro 1 – Distribuição dos grupos, sistema adesivo e substâncias oclusivas.

GRUPOS	N	SUBSTÂNCIA OCLUSIVA
CTRL	11	Sem solução
ARG	11	Suspensão de arginina 8%
ARGC	11	Suspensão de arginina 8% associada ao carbonato de cálcio 0,15%
nARG	11	Suspensão de nanosílica incorporada com arginina 8%
nSI	11	Suspensão de nanosílica
TOTAL DE DENTES	55	

Após o uso e aplicação das substâncias oclusivas, o adesivo foi aplicado conforme instrução do fabricante, com pincel saturado, de forma ativa por 15 segundos, em duas camadas consecutivas e fotopolimerizado por 10 segundos (Emitter C Wireless, Schuster, Santa Maria, RS, Brasil).

O material, a composição e o modo de aplicação dos tratamentos realizados para obliteração dos túbulos dentinários estão descritos a seguir (**Quadro 2**).

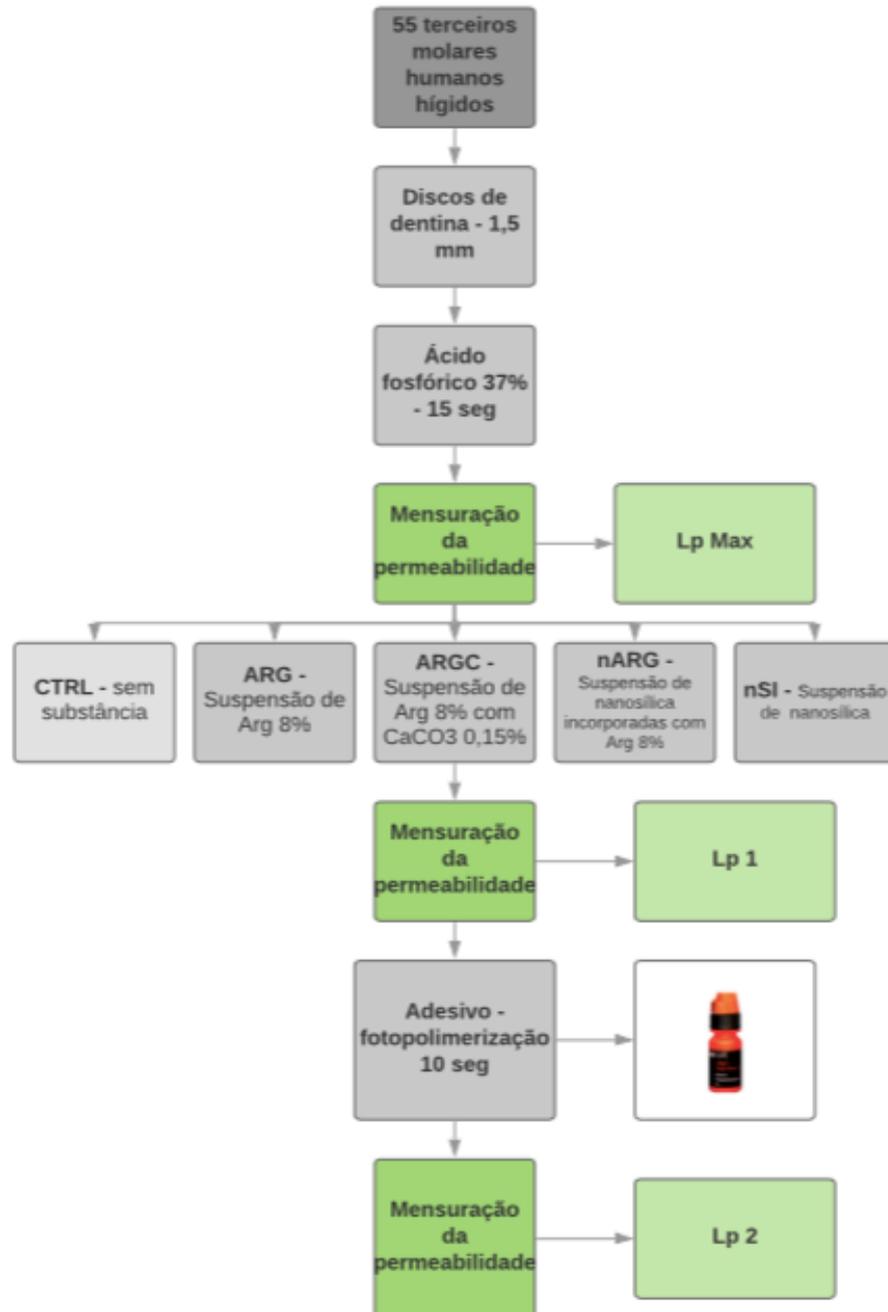
A condutância hidráulica foi expressa como uma porcentagem do valor máximo para cada amostra. Portanto, cada espécime foi tomado como seu próprio controle, a fim de analisar o efeito obliterante das substâncias seguido do condicionamento ácido.

A porcentagem de permeabilidade dentinária de cada espécime nos dois momentos em estudo, após aplicação das substâncias obliterantes e após aplicação do sistema adesivo, foi calculada segundo a fórmula: %P (permeabilidade) = L_p após substância obliterante (L_p 1) ou sistema adesivo (L_p 2) / L_p após ácido fosfórico (L_p Max) x 100 (KOMABAYASHI, 2010; RODRIGUES, 2015).

Quadro 2 – Composição e aplicação dos materiais:

MATERIAL	COMPOSIÇÃO	MODO DE APLICAÇÃO
Sistema adesivo Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE)	Dimetacrilatos, HEMA, copolímero de ácido polialenoide, 5 nm sílica coloidal tratada com silano, etanol, água, fotoiniciador	Aplicação de ativa com micropincel por 15s, duas camadas consecutivas, volatilização com ar por 5s e fotopolimerização por 10s
Solução de arginina 8%	800 mg de arginina + 10 ml de água deionizada	Aplicação ativa com micropincel por 30s e secagem da superfície com papel absorvente
Solução de arginina 8% associada ao carbonato de cálcio 0,15%	800 mg de arginina + 15 mg de carbonato de cálcio + 10 ml de água deionizada	Aplicação ativa com micropincel por 30s e secagem da superfície com papel absorvente
Suspensão de nanosílica incorporadas com arginina 8%	400 mg de arginina + 667 mg de sílica + 5 ml de água deionizada	Aplicação ativa com micropincel por 30s e secagem da superfície com papel absorvente
Suspensão de nanosílica	626,98 mg de sílica + 5 ml de água deionizada	Aplicação ativa com micropincel por 30s e secagem da superfície com papel absorvente

4.4 DELINEAMENTO DA PESQUISA



5. RESULTADOS

Os dados obtidos neste estudo foram submetidos ao programa estatístico SigmaPlot, versão 12.5, considerando um nível de significância de 5%.

A **Figura 1** e a **Tabela 1** apresentam a diminuição percentual da condutividade hidráulica dentinária, variando de 33,62% a 55,66% após aplicação das substâncias oclusivas e após o sistema adesivo.

A comparação entre os tempos experimentais – Lp max, Lp1 e Lp2 – em cada grupo experimental, em relação ao percentual na condutividade hidráulica, foi realizada por meio do teste de Wilcoxon.

Na análise entre os tempos experimentais, o percentual de condutividade hidráulica após a aplicação do sistema adesivo, em comparação ao uso das substâncias oclusivas, foi estatisticamente menor nos grupos arginina 8% (ARG) (teste de Wilcoxon, $p=0,007$), arginina 8% associada ao carbonato de cálcio 0,15% (ARGC) ($p=0,014$) e nanosílica (nSI) ($p=0,032$). Por outro lado, não houve mudança significativa no percentual de condutividade hidráulica após a aplicação do sistema adesivo, em relação à aplicação das substâncias oclusivas, nos grupos controle – sem substância (CTRL) ($p=1,000$) e nanosílica incorporada com arginina (nARG) ($p=0,160$). Estes resultados estão ilustrados na **Figura 1**.

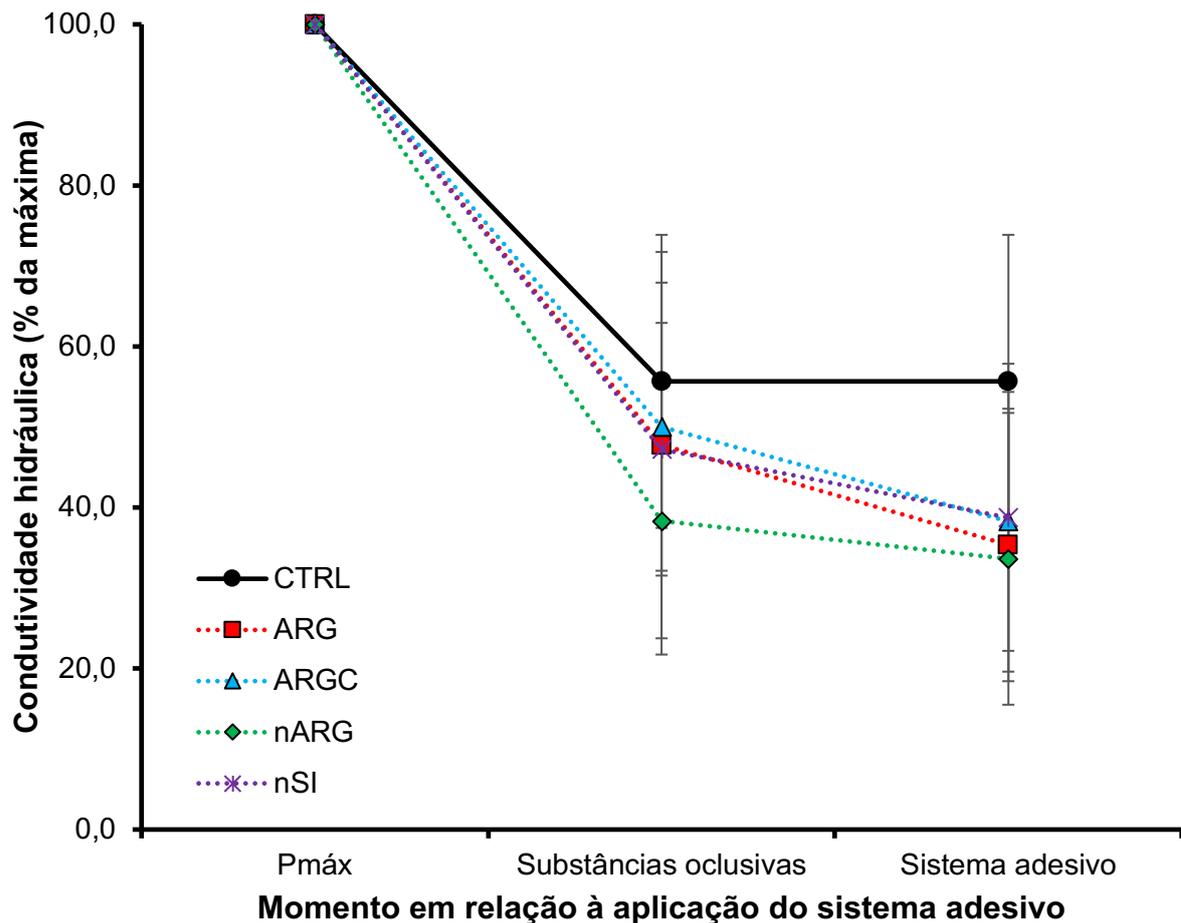


Figura 1 - Gráfico apresentando a condutividade hidráulica percentual em relação à máxima condutividade, em cada grupo experimental e em cada momento de análise em relação à aplicação da substância obliterante e do sistema adesivo. Cada símbolo representa a média e a barra o desvio padrão da média.

A comparação entre os grupos experimentais em relação ao percentual na condutividade hidráulica, levando em consideração a permeabilidade máxima inicial, utilizou o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, uma vez que a maior parte das amostras não apresentaram normalidade pelo Shapiro-Wilk.

Os resultados referentes ao percentual na condutividade hidráulica, em relação a permeabilidade máxima inicial, em cada grupo experimental e em cada tempo experimental, estão apresentados na **Tabela 1** e ilustrados na **Figura 1**. Adicionalmente, a **Tabela 1** apresenta a comparação estatística entre os grupos experimentais em cada tempo da mensuração.

Tabela 1 – Média e desvio padrão de condutividade hidráulica, em relação à permeabilidade máxima inicial, em cada grupo experimental, em cada tempo de análise.

Grupo experimental	Momento de mensuração		
	Substâncias oclusivas	Sistema Adesivo	Valor de p (momentos)
CTRL	55,66±18,20Aa	55,66±18,20Aa	1,000
ARG	47,74±23,99Aa	35,34±16,92ABb	0,007
ARGC	50,03±17,89Aa	38,27±16,08ABb	0,014
nARG	38,31±16,58Aa	33,62±18,12Ba	0,160
nSI	47,23±15,69Aa	38,73±19,12ABb	0,032
Valor de p (grupos)	0,276	0,048	

Valor de p no teste de Wilcoxon (entre momentos) ou no teste de Kruskal-Wallis (entre grupos). Letras maiúsculas diferentes na coluna representam diferença significativa entre os grupos experimentais (pós-teste de Dunn, $p < 0,05$). Letras minúsculas diferentes na linha indicam diferença significativa entre os momentos de análise (pós-teste de Dunn, $p < 0,05$).

Não houve diferença significativa entre os grupos experimentais, em relação ao percentual na condutividade hidráulica, após a aplicação das substâncias oclusivas ($p=0,276$) (**Tabela 1**). Por outro lado, após a aplicação do sistema adesivo, houve diferença entre os grupos experimentais ($p=0,048$) (**Tabela 1**). O percentual de condutividade hidráulica nos dentes tratados com nARG foi significativamente menor comparado ao grupo CTRL ($p < 0,05$), todavia, sem diferença entre os demais grupos experimentais ($p > 0,05$).

Para análise em microscópio eletrônico de varredura (MEV) 2 espécimes de cada grupo foram utilizados.

A **Figura 2** apresenta fotomicrografia obtida a partir de MEV, após a utilização de ácido fosfórico em dentina por 15 seg. Nota-se a ausência de smear layer e a presença dos túbulos dentinários abertos.

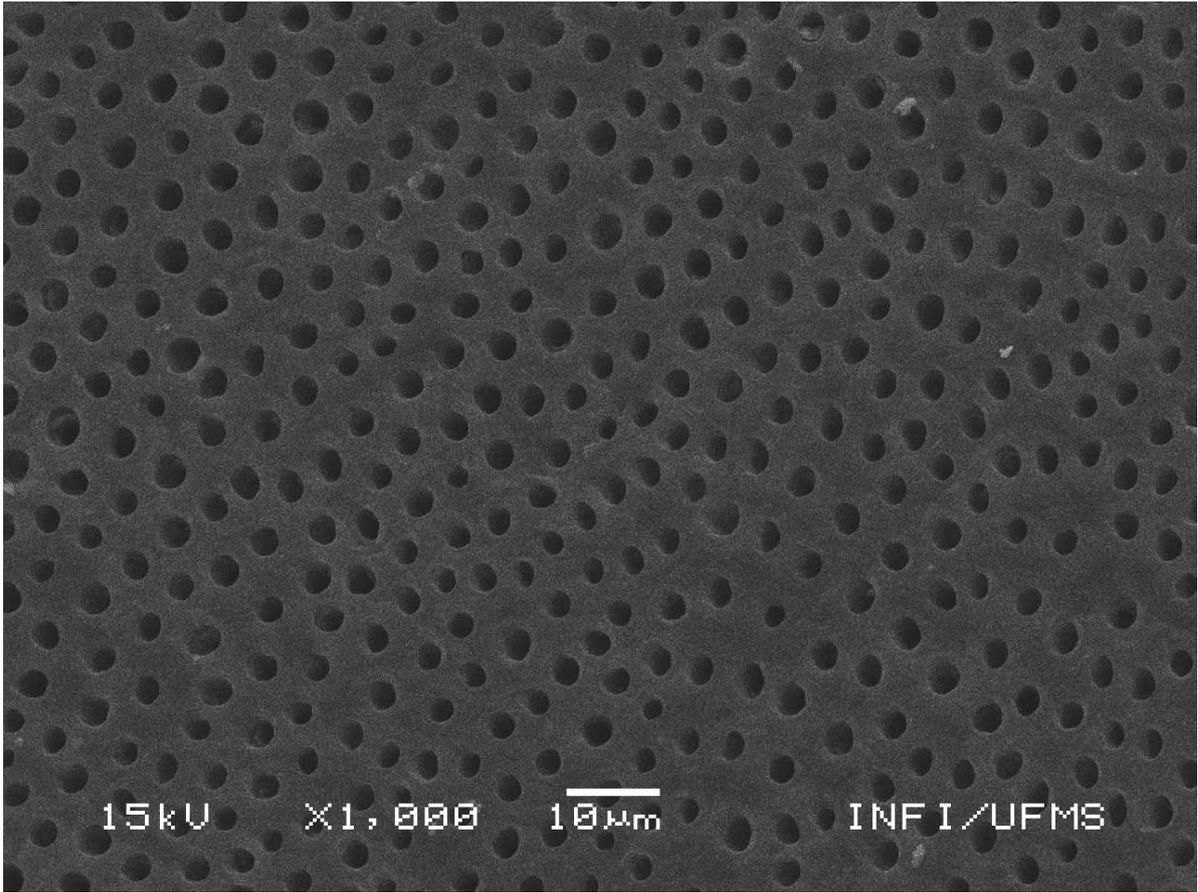
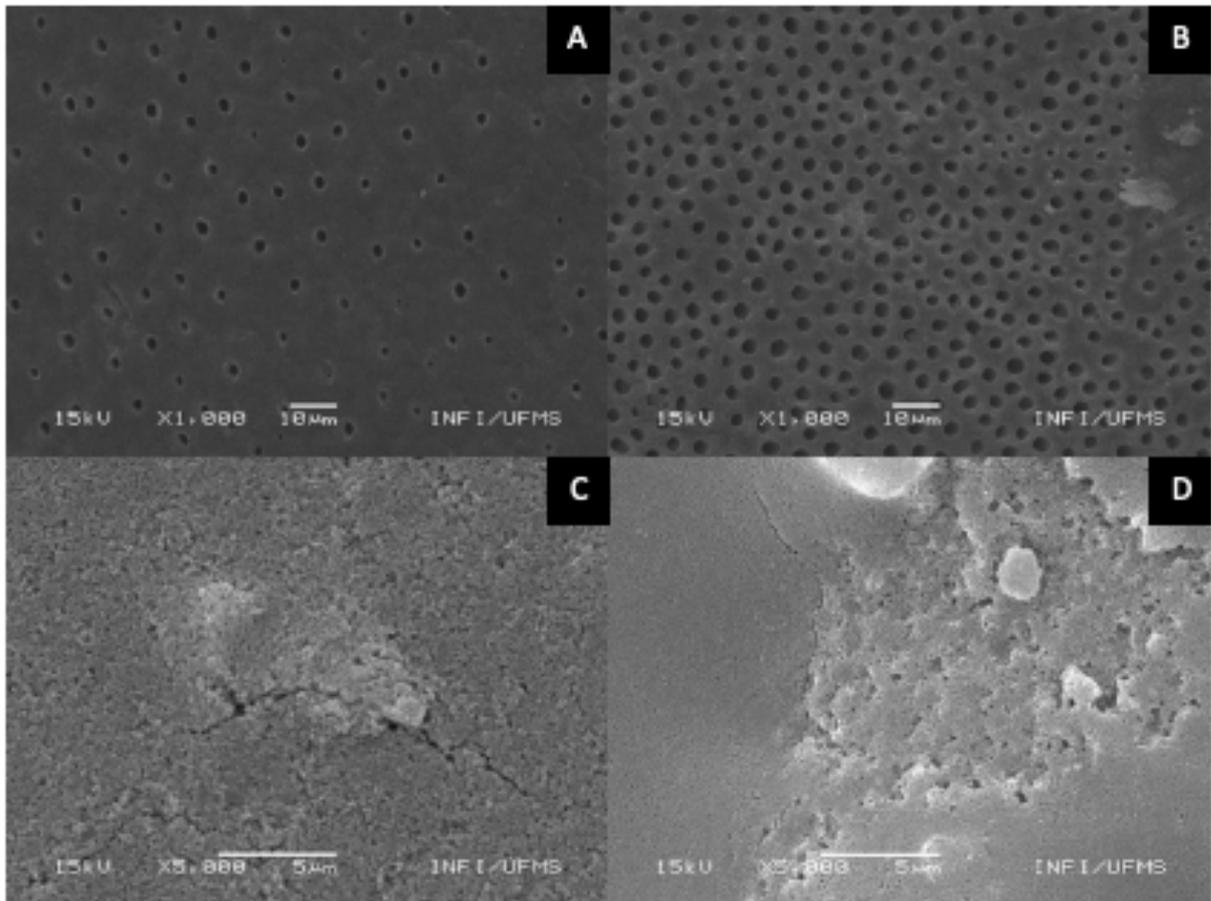


Figura 2 - Fotomicrografia após aplicação de ácido fosfórico em dentina, por 15 seg, com ampliação de 1.000x.

A **Figura 3** ilustra fotomicrografias representativas de cada grupo, ilustrando o aspecto da dentina, túbulos dentinários e capacidade oclusiva das substâncias.



Figuras 3 – Imagens MEV da interface substância-dentina criada após a aplicação das substâncias oclusivas. **A:** ARG, nota-se diminuição da quantidade de túbulos abertos e também diminuição do diâmetro do lúmen; **B:** ARGC, obliteração parcial dos túbulos dentinários; **C:** nARG e **D:** nSI, observa-se total obliteração dos túbulos dentinários após a aplicação do nanomaterial, estando o material disperso por toda superfície. A ampliação utilizada variou de 1.000 a 5.000x.

Na **Figura 4**, é possível observar que as partículas sintetizadas assumem morfologia esférica, com diâmetros homogêneos, sendo estas características coerentes com a classe de nanomateriais.

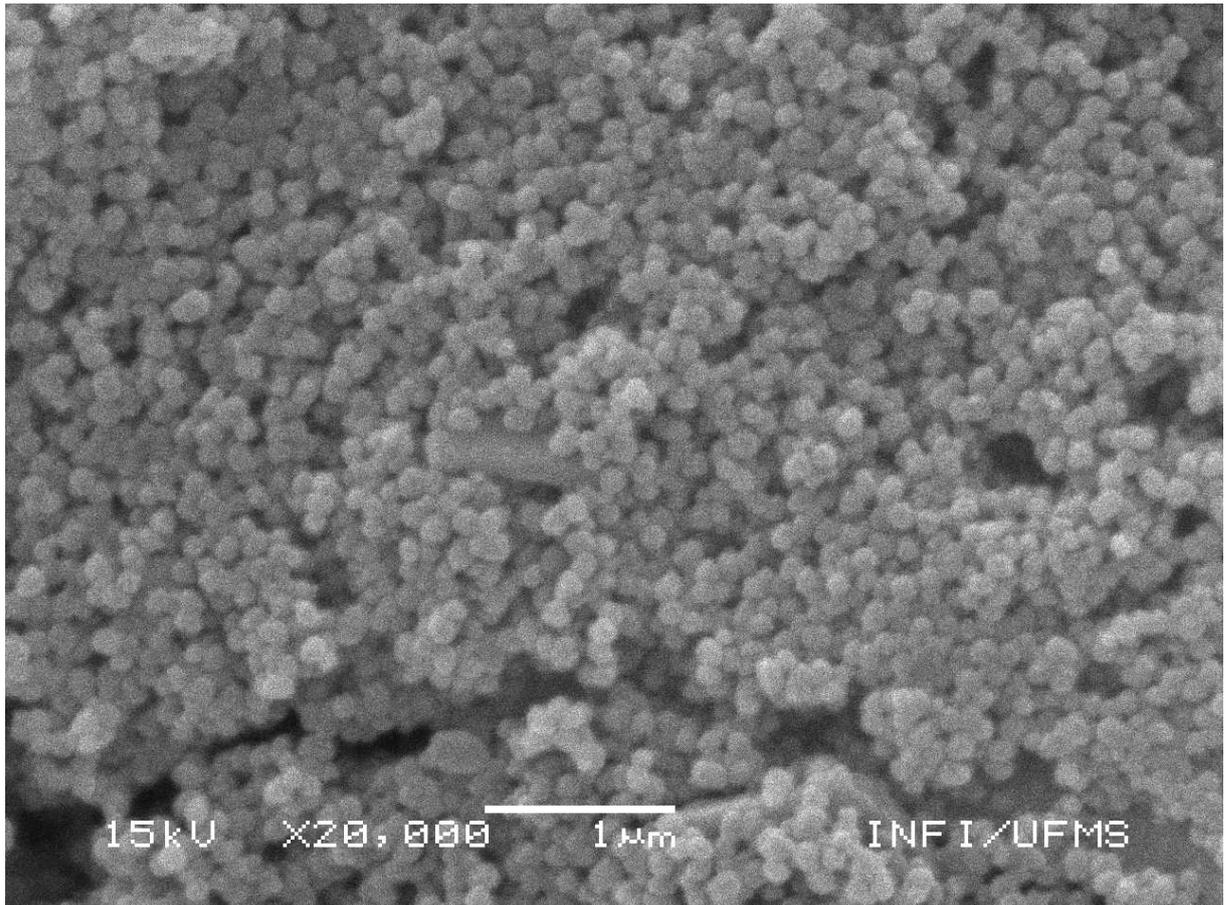


Figura 4: Imagem MEV das partículas de sílica, apresentando morfologia esférica, com ampliação de 20.000x.

Na **Figura 5**, foi realizada fotomicrografia de perfil dos grupos nARG e nSI. Observa-se a camada de nanomaterial dispersa sobre a estrutura dentinária.

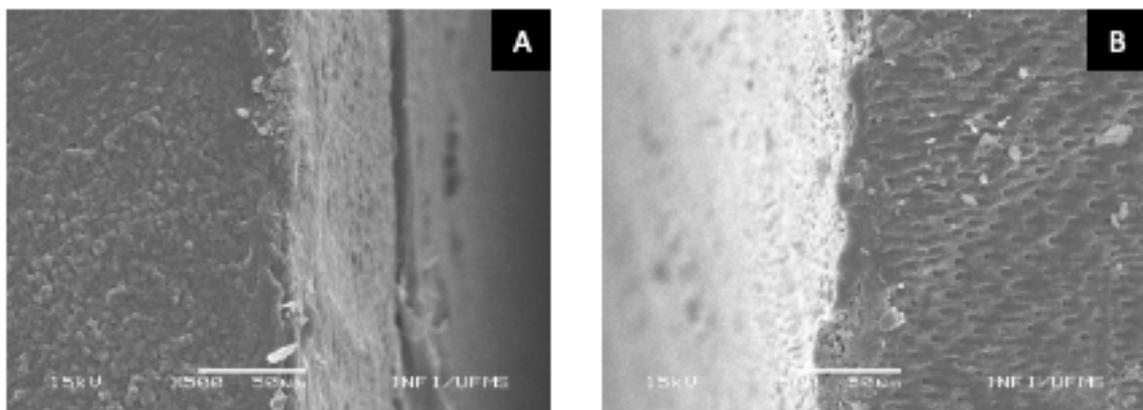


Figura 5: Imagem de perfil MEV. **A:** nARG; **B:** nSI. Presença do nanomaterial disperso sobre a dentina e túbulos dentinários.

6. DISCUSSÃO

O uso de substâncias oclusivas tem sido relatada na literatura. Porém a maioria dos estudos avalia a associação destas substâncias em relação à redução da hipersensibilidade dentinária, causada principalmente pela exposição dos túbulos dentinários. Estudos associando o uso de substâncias oclusivas, na intenção de reduzir a permeabilidade dentinária e conseqüentemente diminuir os efeitos deletérios da presença de água na interface adesiva, ainda são escassos.

A presente pesquisa avaliou a eficácia das substâncias oclusivas previamente à utilização do sistema adesivo Adper Single Bond 2, classificado como convencional de frasco único. As substâncias oclusivas escolhidas para o estudo foram arginina 8%, arginina 8% associada ao carbonato de cálcio 0,15%, nanosílica incorporada com arginina 8% e nanosílica, na intenção de se obter redução na permeabilidade dentinária. Os resultados foram comparados intergrupo, entre os momentos de aplicação das substâncias oclusivas e sistema adesivo, comparados à permeabilidade máxima de cada disco e entre os grupos experimentais. Numa avaliação geral, observou-se a redução em percentual da condutividade hidráulica dentinária variando de 33,62% a 55,66%. Esta redução foi detectada entres os tempos experimentais, após a aplicação das substâncias oclusivas e após a aplicação da substância oclusiva, seguida da aplicação do sistema adesivo.

Relatos indicam que a oclusão mecânica dos túbulos dentinários contribui para a redução da permeabilidade, favorecendo a diminuição da degradação hidrolítica que ocorre na camada híbrida com o decorrer do tempo (ANAND, 2017; BIJLE, 2018; HIRSIGER, 2019; NASCIMENTO, 2014; SCHROEDER, 2017; VIEIRA, 2014). A utilização da arginina associada ao carbonato de cálcio tem sido empregada no tratamento de hipersensibilidade dentinária, com a finalidade de reduzir a permeabilidade dentinária através da obliteração dos túbulos. A arginina foi recentemente introduzida como um aditivo ao creme dental, sendo um potencial modificador de biofilme, podendo ter efeito remineralizador em lesões de cárie incipiente (BIJLE, 2018).

Outros estudos defendem o uso de nanomateriais, como nanopartículas sílica mesoporosa, pois também favorecem a oclusão mecânica dos túbulos dentinários

(JUNG, 2018; ABIODUN-SOLANKE, 2014; OZOK, 2013). Nanomateriais podem apresentar vantagens em relação aos materiais de partículas maiores (tipo *bulk*). A redução do tamanho da partícula é proporcional ao aumento da área superficial dos mesmos, implicando em melhorias em suas propriedades catalíticas e reacionais, bem como facilidade de dispersão e incorporação no sistema biológico (BHATTACHARYYA, 2009; MARTINS, 2012).

A sílica utilizada no presente trabalho é um composto formado pela associação covalente entre átomos de silício e oxigênio, cuja fórmula mínima é SiO_2 . Possui ampla aplicação, sendo utilizada nas indústrias médico-farmacêutica e odontológica devido às suas propriedades mecânicas, estabilidade química, biocompatibilidade e não-toxicidade, custo e formas de obtenção dos mais variados tipos de estrutura e dimensões assumidas pelos óxidos. Nanopartículas de sílica podem apresentar aplicações biológicas, dado que são materiais biocompatíveis, resistentes a gradientes de pH e temperatura (ARRUEBO, 2006).

Na tentativa de produzir materiais de pureza significativa, com morfologia e dimensões controladas, a partir de partículas formadas exclusivamente de silício e oxigênio, em 1990 Yanagisawa e colaboradores descreveram a obtenção de partículas de sílica porosa, cujo arranjo de poros é semelhante ao das zeólitas. Segundo a classificação da International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), estas partículas são mesoporosas por apresentarem poros cujos diâmetros, homogêneos, variam entre 2 e 50 nm.

Para a realização deste experimento a funcionalização da sílica foi adaptada de Amaria et al. (2017). Após os procedimentos de síntese, lavagem e manipulação das nanopartículas de sílica, o produto foi submetido às respectivas técnicas de caracterização físico-química. As rotas experimentais proporcionaram a formação de um sólido branco particulado, pó fino. As partículas sintetizadas assumiram morfologia esférica, com diâmetros não homogêneos, variando entre 100 e 200 nm. Apesar da diferença visualmente observada no diâmetro das partículas, pode-se considerar que suas distribuições de tamanho são coerentes com a classe de nanomateriais porosos (NANDIYANTO, 2009).

Avaliou-se a influência da arginina 8% pura ou associada com carbonato de cálcio e nanosílica na permeabilidade dentinária, previamente à aplicação de um

sistema adesivo convencional simplificado. A hipótese de que o percentual de permeabilidade seria reduzido em todos os grupos foi aceita. Os resultados mostraram que todas as substâncias oclusivas avaliadas apresentaram redução da permeabilidade após o condicionamento inicial com ácido fosfórico 37%, que constituía a permeabilidade máxima de cada disco. Porém na avaliação entre os grupos experimentais, não houve diferença em relação ao percentual de permeabilidade, após a aplicação das substâncias oclusivas. Esse resultado corrobora os achados de Anand e colaboradores (2017), nos quais dentifrícios contendo arginina e nano-hidroxiapatita foram eficazes na redução da hipersensibilidade, podendo esta redução ser atribuída a um grau de oclusão tubular.

Quando avaliado o percentual de permeabilidade dos discos após a aplicação do sistema adesivo, os espécimes tratados com nanosílica incorporada com arginina 8% apresentaram percentual significativamente menor do que os discos do grupo controle, porém sem diferença entre os demais grupos experimentais. O resultado encontrado para os discos tratados com nanosílica associados a arginina 8% está relacionado ao fato dos grupos hidroxilas presentes na sílica possuírem afinidade ao cálcio da dentina, favorecendo a ligação entre eles. As nanopartículas de sílica têm o poder de ocluir quase que completamente os túbulos dentinários (AMAECCHI, 2018).

Nanopartículas de sílica têm sido usadas no tratamento da hipersensibilidade dentinária visando a oclusão dos túbulos dentinários. Elas apresentam vantagens em relação aos materiais do tipo *bulk*, pois devido ao tamanho de suas partículas, penetram em profundidade nos túbulos. Além do alto poder de penetração, esses materiais não causam irritação à polpa, possuem ação rápida e fornecem uma boa e duradoura oclusão tubular (PRIYADARSINI, 2017).

A partir da avaliação das microscopias (**Figura 3**), pode-se verificar que o tratamento adotado nos grupos nARG e nSI possibilitou um recobrimento da superfície dentinária mais homogêneo do que para os grupos ARG e ARGC, demonstrando que as partículas de (SiO₂-Arg) foram dispersas sobre a dentina de forma eficiente e não se aglomeraram em bloco, nem formaram regiões preferenciais de depósito. Acredita-se que a presença dos grupos silanos do 3-glicidóxi-propiltrimetozissilano (GPTMS) contribuíram para uma boa dispersão sobre a dentina, além da camada orgânica formada ao redor das partículas, que ajudaram em questões de afinidade química, para melhor comportamento coloidal do nanomaterial, favorecendo sinergicamente a

oclusão dos túbulos dentinários expostos e formação de uma camada superficial selante.

Nos grupos nARG e nSI, as suspensões apresentaram-se saturadas, visto que era necessária uma quantidade elevada de nanomaterial para a correta proporção de arginina 8%. Foram necessárias para alcançar a concentração desejada na suspensão, aproximadamente 640 mg de nanomaterial para 5 mL de água deionizada. Além disso, quando a nanosílica é dispersa em meio aquoso, devido às interações eletrostáticas de carga superficial e das moléculas de água, também de possíveis espécies iônicas, que solvatam as nanopartículas de SiO₂, resultando em aglomeração das partículas, devido às interações atrativas.

Na análise dos espécimes em microscopia eletrônica de varredura, foi necessária desidratação dos discos tratados. Verificou-se durante este procedimento que os discos tratados com nanomaterial, recobertos com o sistema adesivo de escolha, apresentaram deslocamento da camada adesiva. Tal fato pode estar associado a concentração excessiva de nanopartículas que pode interferir na adesão do material adesivo à dentina, sendo necessário novos estudos para a confirmação desta hipótese.

Apesar dos dados estatísticos apontarem que não houve diferença entre os grupos experimentais, pode-se notar, através das imagens de microscopia eletrônica de varredura, que os espécimes tratados com nanomaterial apresentaram a superfície dentinária recoberta de modo uniforme (**Figura 3**). É possível observar que as nanopartículas sintetizadas assumem morfologia esférica com diâmetros homogêneos (**Figura 4**). Visualmente, a aplicação da arginina 8% gerou uma diminuição do lúmen dos túbulos. Já a avaliação após o uso da arginina 8% associada ao carbonato de cálcio 0,15% evidenciou uma obliteração parcial dos túbulos. Nota-se partículas no interior dos túbulos, porém sem formar uma camada oclusiva uniforme sobre o túbulos dentinários (**Figura 3**).

Na comparação entre os grupos experimentais não houve diferença significativa entre eles, em relação a condutividade hidráulica, após a aplicação das substâncias oclusivas. Porém, após a aplicação do sistema adesivo, o percentual de condutividade no grupo nARG foi significativamente menor comparado ao grupo CTRL, na qual a amostra foi submetida apenas à aplicação do sistema adesivo. O

sistema adesivo utilizado no presente estudo possui em sua composição HEMA. O HEMA não curado é solúvel em água, etanol e/ou acetona. Também possui característica de hidrofiliabilidade, sendo um excelente monômero promotor de adesão quando bem fotopolimerizado. Caso o mesmo não esteja bem curado, ele terá o poder de absorver prontamente a água, causando a diluição dos monômeros na proporção em que a polimerização é inibida (VAN LANDUYT, 2007).

Os resultados obtidos neste trabalho sugerem a necessidade de novos estudos relacionados à arginina e nanosílica, previamente à aplicação do sistema adesivo ou inseridos no próprio adesivo. Deve-se averiguar a capacidade oclusiva dos materiais ao longo do tempo, além de ser necessário investigar se o uso destas substâncias podem afetar a resistência de união entre o elemento dentário, camada híbrida e material restaurador. Com a busca pela simplificação das técnicas adesivas, deve-se também atentar não apenas para a diminuição do tempo de atendimento, mas para a qualidade adesiva e a longevidade dos tratamentos restauradores, que estão associados ao sucesso clínico.

7. CONCLUSÕES

Através do presente estudo, pode-se concluir que:

- As substâncias oclusivas foram capazes de reduzir a permeabilidade dentinária, antes da aplicação do sistema adesivo;
- A utilização prévia da substância oclusiva nanosílica incorporada com arginina 8% mostrou-se mais eficiente na diminuição da permeabilidade dentinária.

REFERÊNCIAS

Abiodun-Solanke I, Ajayi D, Arigbede A. Nanotechnology and its application in dentistry. *Ann Med Health Sci Res.* 2014; 4(Suppl 3):171–7.

Alex G. Universal adhesives: the next evolution in adhesive dentistry? *Compend Contin Educ Dent.* 2015; 36(1):15-26.

Amaechi BT, Lemke KC, Saha S, Gelfond J. Clinical Efficacy in Relieving Dentin Hypersensitivity of Nanohydroxyapatite-containing Cream: A Randomized Controlled Trial. *Open Dent J.* 2018; 12:572-85.

Amaria A, Nuryono N, Suyanta S. Preparation of L-Arginine-Modified Silica-Coated Magnetite Nanoparticles for Au(III) Adsorption. *Orient J Chem* 2017, 33:384-95.

Anand S, Rejula F, Sam JVG, Christaline R, Nair MG, Dinakaran S. Comparative evaluation of effect of nano-hydroxyapatite and 8% arginine containing toothpastes in managing dentin hypersensitivity: double blind randomized clinical trial. *Acta Medica* 2017; 60(3):114-9.

Arruebo M, Galan M, Navascues N, Tellez, C, Marquina C, Ibarra MR, Santamaria J. Development of magnetic nanostructured silica-based materials as potential vectors for drug-delivery applications. *Chem Mater* 2006; 18:1911-9.

Bansal D, Mahajan M. Comparative evaluation of effectiveness of three desensitizing tooth pastes for relief in the dentinal hypersensitivity. *Contemp Clin Dent.* 2017; 8(2):195-9.

Bhattacharyya D, Singh S, Satnalika N, Khandelwal A, Jeon SH. Nanotechnology, big things from a tiny world: a review. *Int Jour of u- and e- Service, Science and Technology* 2009, 2:29-37.

Bijle MNA, Ekambaram M, Li EC, Yiu CKY. The combined enamel remineralization potential of arginine and fluoride toothpaste. *J Dent.* 2018; 76:75-82.

Bouillaguet S, Duroux B, Ciucchi B, Sano H. Ability of adhesive systems to seal dentin surfaces: an *in vitro* study. *J Adhes Dent* 2000; 2(3):201-8.

Breschi L, Maravic T, Cunha SR, Comba A, Cadenaro M, Tjäderhane L, et al. Dentin bonding systems: from dentin collagen structure to bond preservation and clinical applications. *Dent Mater* 2018; 34(1):78-96.

Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955; 34(6):849-53.

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

Davies M, Palce EM, Jones SB, Leary S, Curtis AR, West NX. Efficacy of desensitizing dentifrices to occlude dentinal tubules. *Eur J Oral Sci* 2011; 119:497-503.

Feitosa VP, Sauro S, Ogliari FA, Ogliari AO, Yoshihara K, Zanchi CH, et al. Impact of hydrophilicity and length of spacer chains on the bonding of functional monomers. *Dent Mater* 2014; 30(12):317-23.

Frassetto A, Breschi L, Turco G, Marchesi G, Di Lenarda R, Tay FR, et al. Mechanisms of degradation of the hybrid layer in adhesive dentistry and therapeutic agents to improve bond durability - a literature review. *Dent Mater* 2016; 32(2):41-53.

Geraldeli S, Soares EF, Alvarez AJ, Farivar T, Shields RC, Sinhoreti MAC, et al. A new arginine-based dental adhesive system: formulation, mechanical and anti-caries properties. *J Dent* 2017; 63:72-80.

Hirsiger C, Schmidlin PR, Michaelis M, Hirsch C, Attin T, Heumann C, et al. Efficacy of 8% arginine on dentin hypersensitivity: A multicenter clinical trial in 273 patients over 24 weeks. *J Dent*. 2019; 83:1-6.

Jung JH, Kim DH, Yoo KH, Yoon SY, Kim Y, Bae MK, Chung J, Ko CC, et al. Dentin sealing and antibacterial effects of silver-doped bioactive glass/mesoporous silica nanocomposite: an in vitro study. *Clin Oral Investig*. 2019; 23(1):253-66.

Komabayashi T, Imai Y, Ahn C, Chow LC, Takagi S. Dentin permeability reduction by a sequential application of calcium and fluoride-phosphate solutions. *J Dent* 2010; 38(9):736-41.

Li R, Li YH, Chen J, Zhou Z, Morrison Jr BM, Panagakos FS. Efficacy of a desensitizing toothpaste containing arginine and calcium carbonate on dentin surface pore structure and dentin morphology. *Am J Dent* 2012; 25:210-4.

Martins A, Trindade T. Os nanomateriais e a descoberta de novos mundos na bancada do químico. *Quim Nova* 2012, 35(7):1434-46.

Mjor IA. Dentin permeability: the basis for understanding pulp reactions and adhesive technology. *Braz. Dent. J.* 2009; 20(1):3-16.

Nandiyanto ABD, Kim SG, Iskandar F, Okuyama K. Synthesis of spherical mesoporous silica nanoparticles with nanometer-size controllable pores and outer diameters. *Micro and Mesop Mat* 2009; 120:447–53.

Nascimento MM, Burne RA. Caries prevention by arginine metabolism in oral biofilms: translating science into clinical success. *Curr Oral Health Rep* 2014; 1:79–85.

Özok AR, Wu MK, De Gee AJ, Wesselink PR. Effect of dentin perfusion on the sealing ability and microtensile bond strengths of a total-etch versus an all-in-one adhesive. *Dent Mat* 2004; 20(5):479-86.

Parviz M. Mesoporous silica nanoparticles: synthesis, modification and applications. *Nanomed nanotechnol* 2018; 3(2):000136.

Pashley DH, Pashley EL. Dentin permeability and restorative dentistry: a status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent.* 1991; 4(1):5-9.

Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent* 1997; 25(5):355-72.

Pashley DH, Pashley EL, Carvalho RM, Tay FR. The effects of dentin permeability on restorative dentistry. *Dent Clin North Am.* 2002; 46(2):211-45.

Pashley D, Tay F, Haywood V, Collins M, Drisko C. Dentin hypersensitivity: current state of the art and science. *Inside Dentistry* 2008; 4:8-18.

Pashley DH, Tay FR, Breschi L, Yjaderhane L, Carvalho RM, Carrilho M et al. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater* 2011; 27(1):1-16.

Priyadarsini S, Mukherjee S, Mishra M. Nanoparticles used in dentistry: A review. *J Oral Biol Craniofac Res.* 2018; 8(1):58–67.

Pucci CR, Gu LS, Zhang HY, Song Q, Xia VW, Davis LB. Water-associated attributes in the contemporary dentin bonding milieu. *J Dent.* 2018; 74:79-89.

Rodrigues S, Oliveira N, Chasqueira F, Portugal J, Arantes-Oliveira S. Permeabilidade dentinária e morfologia da interface adesiva de diferentes sistemas adesivos. *Rev port estomatol med dent cir maxilo fac* 2015; 56(1):42–50.

Sahin C, Cehreli ZC, Yenigul M, Dayangac B. In vitro permeability of etch-and-rinse and self-etch adhesives used for immediate dentin sealing. *Dent Mater J* 2012; 31(3):401–8.

Schroeder M, Correa IC, Bauer J, Loguercio AD, Reis A. Influence of adhesive strategy on clinical parameters in cervical restorations: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2017; 62:36-53.

Souza TF, João SARO, Pizi ECG, Catelan A. Alternativas para minimizar a degradação da interface adesiva de restaurações dentais: revisão de literatura. Arch Health Invest 2018; 7(3):82-6.

Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. Biomaterials. 2007; 28(26):3757-85.

Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. Oper Dent. 2003; 28(3):215-35.

Vieira AR, Moura CC, Antoniazzi RP. Efeitos de produtos contendo arginina na permeabilidade dentinária. Disciplinarum Scientia 2014; 15(1):147-54.

Xu C, Wang Y. Chemical composition and structure of peritubular and intertubular human dentine revisited. Arch Oral Biol. 2012; 57(4):383-91.

Yanagisawa T, Schimizu T, Kiroda K, Kato C. The preparation of alkyltrimethylammonium-kanemite complexes and their conversion to mesoporous materials. Bull Chem Soc Jpn 1990, 63:988–92.