

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ODONTOPEDIATRIA

# Efeito de fluoretos na remineralização de lesões dentinárias - Estudo *in situ*

Tese de Doutorado

Carla Moreira Pitoni

Florianópolis, 2007

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ODONTOPEDIATRIA

# Efeito de fluoretos na remineralização de lesões dentinárias - Estudo *in situ*

Tese de Doutorado

Carla Moreira Pitoni

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Odontologia - Área de Concentração Odontopediatria

Orientadora: Profa. Dra. Izabel Cristina Santos Almeida

Florianópolis, 2007

P685e Pitoni, Carla Moreira

Efeito de fluoretos na remineralização de lesões dentinárias : estudo in situ / Carla Moreira Pitoni ; orientadora Izabel Cristina Santos Almeida. – Florianópolis, 2007.

76 f. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, 2007.

Inclui bibliografia

1. Dentina. 2. Flúor. 3. Remineralização. 4. Microdureza. 5. Subtração radiográfica. I. Almeida, Izabel Cristina Santos. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

CDU: 616.314

*Catálogo na fonte por: Onélia Silva Guimarães CRB-14/071*

*Dedicatória*

**Dedico este trabalho...**

Aos meus pais, *Marta* e *Luiz Carlos*, pelo apoio incondicional para que meus sonhos se tornassem realidade, pela dedicação na minha educação, pelo incentivo constante e simplesmente por estarem presentes sempre!

Ao meu lindinho, *Fabio*, por ter acreditado na gente mesmo nos momentos mais difíceis, pela paciência e pela compreensão...

Ao meu irmão, *Rafael*, meu “baita companheiro”, pela torcida...

**Amo vocês!!**

*Agradecimentos*

*Muito Especiais*

## Agradecimentos Especiais

*“A glória da amizade não é só a mão estendida, nem o sorriso carinhoso, nem mesmo a delícia da companhia. É a inspiração que vem quando você descobre que alguém acredita e confia em você.”*

A *Deus*, por sempre iluminar meu caminho, por mostrar que sou muito mais forte do que sempre pensei...

À minha família, todos os “*Moreiras*” e os “*Pitonis*”, por entenderem que de vez em quando a ausência é necessária, mas sempre insistirem na presença.

Ao “segundo” odontopediatra da minha vida, Prof. Dr. *Fernando Borba de Araujo*, pela amizade, pela confiança e por permitir que eu faça parte de uma equipe fantástica.

À minha mais nova “amiga de infância” *Angela Scarparo Caldo Teixeira*. *LÓ*, muito obrigada por ter me acompanhado nesse desafio. Obrigada por ter me ensinado tanto, pela parceria nos momentos de riso, de tristeza, de serão nas madrugadas e fins de semana no laboratório, por ter estado presente sempre que precisei. Enfim, por TUDO!

À minha orientadora, Profa. Dra. *Izabel C. Santos Almeida*, por ter permitido que eu desenvolvesse minhas idéias e por sempre ter aquele bom humor nas horas difíceis. Minha eterna gratidão por tua dedicação nesse desafio que enfrentamos juntas.

Às minhas amigas, muito mais que colegas, que seguraram a barra com os alunos quando eu estive ausente... *Juliana Sarmiento Barata, Ana Eliza Lemes Bressani, Giovana Cezar Dutra, Letícia Grandó Mattuella*. Obrigada pela

amizade, pela compreensão, pelo incentivo. Juliana, tu és um exemplo de dedicação. Obrigada por tudo que aprendi e aprendo contigo, pelo incentivo e apoio constantes desde que ingressei na Odontopediatria.

À minha querida amiga *Lisiane* Hehn, por todas as viradas na meia-noite só pra desejarmos feliz aniversário... Por sermos as “confirmadas” desde a época do mestrado. Muito obrigada por todas as oportunidades de desfrutar do teu bom humor!

À Profa. Dra. *Vânia* Fontanella, por toda a colaboração na execução deste trabalho. Pelo tempo dedicado, pela disponibilidade, sempre com aquela simpatia característica de quem ensina com satisfação.

Às minhas voluntárias, pela disposição em participar do estudo. *Adriela, Ana Paula, Camila, Fernanda, Giovana, Isabel, Juliana, Márcia, Mariana, Marília, Patrícia, Renata e Vivian*. Sem vocês, o que seria de mim? Muito obrigada por toda a colaboração!! *Adriela* Mariath, amiga querida, muito obrigada pelo convívio desde os tempos do PET, pela parceria e pelo carinho. *Paula*, mesmo não tendo sido possível participar, muito obrigada pela disposição!

Ao Prof. *Sérgio* Torres Freitas, por ter sido muito mais que um professor. Por ter sido um mestre, incentivador, por ter me mostrado (e certamente muitas vezes me convencido) que eu poderia ir muito além. Muito obrigada por tudo que aprendi contigo, por e por toda a confiança em mim depositada.

A aqueles que se tornaram muito mais que colegas de curso, que com seu carinho fizeram esses anos tão prazerosos.

*Isabelita* Duarte Azevedo, teu riso é contagiante, obrigada por todos os momentos compartilhados.

*Mirian* de Waele Sochouis de Marsillac, muito obrigada por tua disponibilidade, sempre tão presente e tão cheia de vida. E ao maridão *Fernando* de Marsillac Lapolli, nosso colega honorário, valeu por tua empolgação!

*Ana Carolina Couto Robles*, muito obrigada por não medir esforços pra ajudar. Por não te importares de quando fiz da tua casa um “hotel”, da correria pra me mandar “aquele pôster” e por tua amizade, que certamente levarei comigo. Agradeço a ti e teu marido, *Esdras Camargos*, por todo o carinho que tiveram por mim.

*Vocês estarão sempre presentes no meu coração.*

Aos meus queridos afilhados, *Débora* e *Vinícius*, por terem me dado a oportunidade de testemunhar um momento tão importante. Em especial à *Débora*, por ser minha amigona desde os tempos “de piá”, desde que festa era reunião dançante e fim de ano no colégio era comemorado com tinta e ovo!

Aos meus queridos torcedores, *Oto Domenico Grings* e *Maria Emilia Valcareggi Magalhães*, por fazerem algo simplismente fantástico: tornarem meus pais mais felizes!

Às minhas amigas *Renata Franzon*, *Letícia Bento*, *Márcia Gomes*, *Juliana Marchi*, muito obrigada pela companhia na pediatria, por deixarem sempre um “cafezinho” me esperando... Ao amigo *Luciano Casagrande*, pela simpatia, bom humor e pelo exemplo em enfrentar desafios.

Ao colega e amigo Prof. *Ângelo Manfro Junior*, sempre querendo notícias do doutorado. As clínicas de sexta-feira são muito mais divertidas com tua presença. Muito obrigada por todo o apoio e por ter dito logo cedo que “essa defesa eu quero assistir”!

À Profa. *Viviane Z. Araújo*, pelas conversas tão divertidas jogadas ao ar a cada início de clínica, pela torcida pra que tudo desse certo.

Ao Prof. *Jorge Michel*, presença sempre tão simpática e alegre na Disciplina de Odontopediatria da UFRGS, obrigada pelo carinho e pela torcida.

À Gisele Moi, pela “telinha” indispensável pra realizar o estudo *in situ* e por tantas dúvidas resolvidas.

Às fantásticas colaboradoras *Letícia* Albuquerque da Silva e *Marisa* Porto Maciel, por conseguirem organizar uma agenda tão inconstante.

Ao grupo PET-Odonto-UFRGS, por ter me despertado o gosto pela ciência, e em especial a minha eterna tutora Profa. Dra. *Maria Antonieta* Lopes de Souza, pelo incentivo de seguir em frente, pelo exemplo de pessoa e profissional.

*Agradecimentos*

*Não Menos Especiais*

## Agradecimentos

*“O pai zangado pergunta ao filho levado: O que é que você tem na cabeça? Ele responde: Idéias...”*

À Universidade Federal de Santa Catarina, instituição em que fui tão bem recebida e que permitiu a realização deste sonho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, representado pelo Prof. Dr. *Ricardo* de Souza Vieira, coordenador, e Prof. Dr. *Luiz Henrique* Maykot Prates, vice-coordenador, pela oportunidade de realizar o curso e pela seriedade na formação de seus alunos.

Aos professores da Disciplina de Odontopediatria da UFSC, Profs. Drs. *Izabel* Cristina Santos Almeida, *Joecí* de Oliveira, *Maria José* de Carvalho Rocha, *Ricardo* de Sousa Vieira, *Vera* Lúcia Bosco e à Psicóloga *Rosamaria* Nogueira Areal, pelos ensinamentos, pela forma carinhosa que me receberam no curso.

Às colegas do Curso de Pós-Graduação em Odontopediatria, *Alice* Mara Rodrigues Batista, *Karin* Faust Gelosa, *Núbia* de Rosso Giuliani, *Thais* Regina Kummer, *Ana Cristina* Gerent Petry Nunes, *Eduardo* Grigollo Patussi e *Michele* Bolan, pelo convívio tão agradável que tivemos durante esta jornada.

Aos Profs. Drs. *Ricardo* de Souza Vieira e *Sérgio* Torres Freitas, pela participação na banca de qualificação do projeto, pelas sugestões que facilitaram a execução do trabalho.

Aos Profs. Drs. *Fernando* Borba de Araujo, *Vânia* Regina Camargo Fontanella, *Regina* Maria Puppim Rontani e *Joecí* de Oliveira, por aceitarem participar da banca examinadora da defesa de tese. Minha eterna gratidão por permitirem que eu tenha nomes tão importantes ligados a minha formação

Às funcionárias da Disciplina de Odontopediatria da UFSC, *Elizabete* Caldeira de Andrade e *Ivalda* Delorme dos Santos, por serem sempre tão prestativas.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da UFSC, *Ana Maria* Vieira Frandolozzo e *Diego* André Caron, pela dedicação prestada aos alunos.

Às funcionárias da Biblioteca Setorial de Odontologia do Centro de Ciências da Saúde, *Vera* Ingrid Hobold Sovernigo, *Avani* Feltz e *Márcia* Dietrich Santiago, pela disposição em auxiliar na realização do projeto.

Ao funcionário do laboratório de pesquisa *Lauro* Silva, por ser sempre tão prestativo e bem humorado (e por emprestar a TV, companheira inseparável!!).

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação que a mim solicitaram suas análises estatísticas. Muito obrigada pela confiança, por me permitirem auxiliar num passo tão importante.

Aos alunos do curso de Especialização em Odontopediatria - UFRGS, das turmas 2002-2004, 2004-2006 e 2007-2009, por entenderem quando eu não podia estar presente e por torcerem muito por mim.

Às funcionárias da disciplina de Odontopediatria da UFRGS, *Ana Cláudia* Araújo e *Julcelaine* Silva, por quebrarem todos os galhos.

Às colegas do internato *Vivian* Ferreira, *Paula* Silveira, *Lisiane* Bernardi e *Évelin* de Resende Lucas, pelo auxílio na clínica de Odontopediatria da UFRGS. *Évelin*, muito obrigada pela revisão dos “espaços e pontos a mais”.

E a todos que de alguma forma colaboraram nessa conquista.

## Sumário

1 - Resumo .....	15
2 - Abstract .....	16
3 - Introdução .....	17
4 - Artigo 1 .....	22
5 - Artigo 2 .....	40
6 - Conclusão geral .....	59
7 - Referências .....	61
8 Anexos .....	68
8.1 - Anexo 1 .....	69
8.2 - Anexo 2 .....	71
8.3 - Anexo 3 .....	73
8.4 - Anexo 4 .....	75
8.5 Anexo 5.....	76

PITONI, Carla Moreira. Efeito de fluoretos na remineralização de lesões dentinárias – Estudo *in situ*. 2007. 76p. Tese (Doutorado em Odontologia – Área de Concentração Odontopediatria) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

## 1. Resumo

Esta tese foi dividida em dois artigos, originados de um mesmo delineamento experimental *in situ*, que foi dividido em duas fases. Voluntários utilizaram dispositivos intrabucais contendo blocos de dentina de dentes decíduos e permanentes previamente radiografados. Na primeira fase, foi realizada a indução de desmineralização, com o gotejamento de solução de sacarose a 20% seis vezes ao dia durante três semanas. Ao final deste período, os blocos foram removidos e radiografados. Um bloco de cada substrato foi armazenado desmineralizado e os demais foram recolocados nos dispositivos e designados para um dos tratamentos para remineralização durante 28 dias: G1: Dentifrício fluoretado três vezes ao dia (DF); G2: DF + 1 aplicação tópica de flúor (ATF) no primeiro dia desta fase; G3: DF + 4 ATFs (uma por semana). As ATFs foram realizadas com gel de flúor fosfato acidulado (12300ppmF). A seguir, os blocos foram removidos, radiografados, e todos os blocos foram processados para análise de microdureza. No artigo 1, as variáveis analisadas foram percentual de volume mineral e de recuperação mineral, obtidos com a análise da microdureza transversa da dentina. Os resultados indicaram que todos os tratamentos com fluoretos determinaram aumento do percentual de volume mineral em comparação com o grupo desmineralizado. O grupo 3 apresentou o maior percentual de recuperação mineral, indicando que o protocolo 4 ATFs apresenta efeito adicional na remineralização de lesões em dentina. No artigo 2, a variável analisada foi alteração da densidade óptica pela técnica de subtração radiográfica digital. Além disso, foram comparados os resultados obtidos com esta técnica e com a metodologia de microdureza, na qual foi mensurada a perda mineral ( $\Delta Z$ ). Foram realizadas sobreposições de imagens radiográficas, aos pares: Inicial-Desmineralizado (I-D); Desmineralizado-Remineralizado (D-R); Inicial-Remineralizado (I-R). A densidade óptica de uma área central na imagem subtraída foi comparada com uma área controle para verificar a alteração da densidade determinada pelos períodos *in situ*. Os resultados mostraram que a subtração radiográfica identificou tanto as alterações causadas pelo período de indução de lesão quanto do período de tratamento com fluoretos. O grupo 3 apresentou o a maior recuperação da densidade, avaliadas nos pares D-R e I-R. Os resultados foram semelhantes nas duas metodologias de análise, indicando que a subtração radiográfica digital é uma ferramenta útil na mensuração de alterações minerais da dentina. Importância clínica: verificar a possibilidade de tratamento não invasivo em lesões cariosas dentinárias.

**Palavras-chave:** dentina, flúor, remineralização, microdureza, subtração radiográfica.

PITONI, Carla Moreira. Effect of fluoride on remineralization of dentine carious lesions. An *in situ* study. 2007. 76p. Tese (Doutorado em Odontologia – Área de Concentração Odontopediatria) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

## 2. Abstract

This thesis was divided in two articles originated of an *in situ* experimental design with two steps. Volunteers wore acrylic devices containing eight dentine slabs (four of primary and four of permanent teeth), previously radiographed. In the first step, a cariogenic challenge was simulated by dripping sucrose solution over slabs during three weeks to induce demineralization. After this time, the slabs were removed and radiographed. A slab of each was saved for demineralization analysis. The others were reinserted on the devices and assigned to one of the remineralization treatments: G1: Fluoride dentifrice three times a day (FD); G2: FD+ a topical fluoride application (APF); G3: FD+4APF. APFs were done with acidulated phosphate fluoride gel topical applications (12300ppmF). To follow, the slabs were removed, radiographed and processed to cross sectional microhardness analysis. In the first article, % of mineral content and % of mineral recovery were analyzed. All treatments were capable of increasing mineral content compared to demineralized slabs. G3 showed the highest % of mineral recovery. The study indicated that a higher frequency of APF has additional effect on remineralization of dentine lesions. In the second article, the alteration of optical density was analyzed by digital radiograph subtraction (DRS), and the results compared with the ones of microhardness analysis. Pairs of radiograph images were overlapped: Initial-Demineralized (I-D); Demineralized-Remineralized (D-R); Initial and Remineralized (I-R). The optical density of a central area in the subtraction image was compared to control area to verify the density alteration caused by *in situ* periods. DRS was able to detect alterations determined by demineralization and remineralization. Group 3 show the best optical density recovery, as seem in pair D-R and I-R. The performance of both methodologies was similar. DRS is a suitable analysis to detect mineral content alterations on dentin.

Clinical relevance: To verify the possibility of non-invasive treatment of dentin carious lesions.

**Keywords:** dentine, fluoride, remineralization, microhardness, radiograph subtraction.

*Introdução*

### 3. Introdução

Apesar da diminuição da prevalência de cárie ocorrer como um processo global, ainda é alto o número de indivíduos que apresentam a doença. No Brasil, o último levantamento epidemiológico realizado pelo Ministério da Saúde, o SB-Brasil, apresentou dados abrangentes sobre a situação da saúde bucal da população brasileira nos anos 2002-2003. A presença de lesões de cárie foi observada em faixas etárias tão precoces como 18 a 36 meses (26,85%). Em crianças e adolescentes, na população de 5 anos, 12 anos e 15-19 anos, a prevalência de cárie observada foi de 59,37%, 68,92% e 88,94%, mostrando que ainda é necessário o desenvolvimento de estratégias tanto para a prevenção quanto para o tratamento da cárie dentária (Projeto SB Brasil 2003, 2004).

O estabelecimento de uma lesão de cárie e a sua progressão são resultantes do desequilíbrio do processo de des-remineralização, sendo favorecido o período de desmineralização, o que leva à perda mineral dos tecidos dentários. Para evitar a progressão de lesões iniciais e o aparecimento de novas lesões deve-se investir no controle da doença cárie, influenciando na formação e desenvolvimento do biofilme e modificando a cinética da dissolução do conteúdo mineral dos tecidos dentários (apatita). Entre os fatores envolvidos, encontram-se qualidade da higiene bucal, composição da dieta, composição e fluxo salivar e flúor. Neste sentido, observa-se que a cooperação do paciente é fundamental para alcançar este objetivo, portanto o processo deve ser individualizado (Pitts, 2004).

Em esmalte, é praticamente consenso que o tratamento de lesões cáries limita-se ao monitoramento da lesão e controle dos fatores que influenciam o processo saúde-doença (Araújo e Barata, 2003). A literatura é vasta em estudos que tem como objetivo avaliar a remineralização de lesões em esmalte (Buchalla *et al.*, 2002; Jardim, 2003). No entanto, uma vez que lesões em qualquer estágio podem ter sua progressão interrompida (Lo *et al.*, 1998; Nyvad e Fejerskov, 1986; Nyvad *et al.*, 1997; Schupbach *et al.*, 1992), a possibilidade de tratamento não invasivo também em lesões dentinárias tem sido discutida. A decisão deve envolver a avaliação de variáveis como atividade da lesão, sintomatologia dolorosa, viabilidade de controle de placa,

extensão da lesão (possíveis seqüelas pulpares e funcionais) e envolvimento estético. No caso de dentes decíduos, também deve-se considerar a importância do dente em questão, relacionada à idade do paciente. Neste sentido, lesões superficiais em dentina, sem sintomatologia dolorosa e com possibilidade de controle de placa são “candidatas” a tratamento não invasivo (Araujo *et al.*, 2004).

A composição da dentina considerando seu volume é 50% matriz orgânica (colágeno) e 50% mineral, com cristais de hidroxiapatita. A lesão de cárie inicia após o envolvimento do esmalte ou do cemento, dependendo do substrato - dentina coronária ou radicular - em questão, sendo que em ambos a lesão de cárie apresenta características estruturais semelhantes (Frank, 1990). Durante o processo carioso, ocorre penetração de bactérias, desestruturação da fase orgânica devido à atividade proteolítica e dissolução dos cristais de hidroxiapatita, resultando em perda mineral. A presença de flúor influencia neste processo diminuindo a velocidade de progressão da lesão (Hara *et al.*, 2003; Heilman *et al.*, 1997).

A remineralização ocorre preferencialmente pelo aumento do volume mineral, pelo do crescimento dos cristais remanescentes (Heilman *et al.*, 1997), apesar da deposição de cristais em lesões onde praticamente todo o volume mineral foi removido também tenha sido relatada (Mukai e ten Cate, 2002). Clinicamente, a “inativação” de uma lesão é verificada pela alteração na consistência (aumento da dureza) e frequentemente por alteração de cor (escurecimento) (Nyvad and Fejerskov, 1986). Deve-se levar em conta que as reações pulpares frente à lesão cariosa apresentam papel importante no controle de lesões dentinárias, especialmente pela diminuição da permeabilidade com a deposição de dentina reacional (Consolaro, 1996; Nyvad *et al.*, 1999). O flúor age “ativando” a deposição mineral tanto na superfície quanto em profundidade, através da difusão dos íons em direção ao interior do tecido dentinário (Arends *et al.*, 1989; Arends *et al.*, 1990; ten Cate, 2005), diminuindo a velocidade de progressão de lesões cariosas e podendo ocorrer inclusive hiper-mineralização da superfície externa.

O grande benefício de uma abordagem não invasiva como tratamento de lesões de cárie é evitar o início de um ciclo restaurador repetitivo. Apesar de várias pesquisas serem desenvolvidas na busca do melhor protocolo

restaurador, que promova a maior longevidade possível de restaurações, grande parte do tempo clínico ainda é gasto substituindo restaurações, levando a mais desgaste de estrutura dentária e conseqüentemente sua fragilização. Essa preocupação materializa-se em estudos que avaliam a possibilidade de retardar a restauração de lesões, por meio do controle e acompanhamento de sua progressão. Acompanhamentos longitudinais realizados em dentes decíduos (Craig *et al.*, 1981) e em dentes permanentes (Maltz *et al.*, 2003; Mejare *et al.*, 2004) mostram que quando os indivíduos participam de programas de saúde é possível controlar e/ou diminuir a velocidade de progressão das lesões e conseqüentemente diminuir a necessidade de tratamento invasivo. Em molares decíduos, foi verificado que, em dois anos de acompanhamento de crianças participantes de um programa de tratamento com fluoretos, apenas 35% das lesões necessitaram tratamento restaurador (Craig *et al.*, 1981). Num estudo longitudinal de acompanhamento de adolescentes durante 15 anos, (Mejare *et al.*, 2004) concluíram que os indivíduos foram beneficiados com a estratégia não restauradora, pois tanto a incidência quanto a progressão de cárie diminuí da adolescência para a idade adulta. No entanto, esta abordagem exige supervisão constante, pois em um monitoramento de molares permanentes de indivíduos de 17 anos durante seis anos, foi verificado que cerca de 70% das lesões existentes apresentaram progressão (Poorterman *et al.*, 2003).

Dentro de uma proposta não invasiva, é interessante verificar métodos que, em conjunto com o controle de fatores etiológicos, possam promover inativação de lesões cariosas. A partir de estudos laboratoriais, é possível analisar protocolos de aplicação de fluoretos que apresentem potencial de remineralizar lesões tanto em esmalte quanto em dentina. Com relação a lesões dentinárias, diferentes metodologias podem ser utilizadas na avaliação da remineralização (Arends e ten Bosch, 1992). As mais referendadas na literatura são a microrradiografia, a microdureza e a microscopia de luz polarizada. A maioria dos estudos de remineralização de lesões dentinárias, entretanto, são realizados em dentina de dentes permanentes ou bovinos. O efeito de fluoretos no tratamento de lesões em dentina de dentes decíduos foi raramente estudado (Chu *et al.*, 2002; Lo *et al.*, 1998). Uma vez que esses substratos apresentam algumas diferenças morfológicas e constitucionais

(Johnson, 1987), justifica-se estudar o uso de fluoretos na também na dentina de dentes decíduos.

Para a análise do conteúdo mineral da dentina e alterações provocadas por intervenções, utiliza-se normalmente a microrradiografia (Arends e ten Bosch, 1992; Heilman *et al.*, 1997; Herkstroter *et al.*, 1991; Nyvad *et al.*, 1989; Nyvad *et al.*, 1997) e a microdureza transversa (Arends e ten Bosch, 1992; Hara *et al.*, 2003). Já a profundidade da lesão de cárie pode ser mensurada tanto pela microrradiografia quanto pela microscopia da luz polarizada (Arends e ten Bosch, 1992).

Recentemente utilizada na odontologia, a análise da densidade óptica é uma metodologia que mensura a radiopacidade de substratos com a avaliação de radiografias digitais diretas ou digitalizadas (Bouschlicher *et al.*, 1999; Gurdal e Akdeniz, 1998), que pode ser realizada por meio de *softwares*. A densidade óptica (níveis de cinza) do substrato é descrita em valor numérico, sendo que quanto mais radiopaco o substrato, maior o valor.

Além da análise da densidade óptica exclusiva, a subtração radiográfica digital é uma técnica que permite a sobreposição de duas imagens e a análise objetiva da diferença entre elas, permitindo a detecção de mínimas alterações, que não seriam visíveis ao olho humano durante a comparação de duas imagens. Esta metodologia tem sido utilizada para mensurar a densidade radiográfica de esmalte e dentina hígidos e cariados (Forner *et al.*, 1999) e também acompanhar alterações provocadas por tratamentos (Forner *et al.*, 1999; Maltz *et al.*, 2002). Por ser uma técnica bastante sensível, tem sido avaliada a sua aplicação no monitoramento de progressão de lesões de cárie (Martignon *et al.*, 2006; Ricketts *et al.*, 2007) e na avaliação de aumento do conteúdo mineral (Maggio *et al.*, 1990; Maltz *et al.*, 2002).

Assim, esta tese teve como objetivo verificar *in situ* o efeito de tratamentos com diferentes concentrações e frequência de uso de fluoretos na remineralização de lesões de cárie em dentina de dentes decíduos e permanentes pela análise de microdureza e avaliar o uso da técnica de subtração radiográfica digital na mensuração de alterações minerais na dentina.

*Artigo 1*

#### 4. Artigo 1

### **Comparação *in situ* de três protocolos de aplicação de flúor na remineralização de lesões em dentina de dentes decíduos e permanentes**

***Pitoni, Carla Moreira***

***Caldo-Teixeira, Angela Scarparo***

***Almeida, Izabel C. Santos***

**Resumo** - este estudo avaliou *in situ* o potencial de remineralização de lesões dentinárias de dentes decíduos e permanentes com o uso de dentifrício fluoretado exclusivo ou aliado a uma ou quatro aplicações tópicas de flúor fosfato acidulado a 1,23% (ATF). Quatorze voluntários utilizaram, durante 21 dias, dispositivos intrabucais contendo quatro blocos de dentina decídua e quatro de permanente e gotejaram solução de sacarose a 20% seis vezes ao dia para induzir lesão nas amostras. Um bloco de cada substrato foi removido e os voluntários utilizaram novamente o dispositivo com os blocos remanescentes, durante 28 dias. Três tratamentos foram realizados simultaneamente: G1: dentifrício fluoretado três vezes ao dia (DF); G2: DF + 1 ATF (no primeiro dia); G3: DF + 4 ATFs (uma por semana). O volume mineral e % de recuperação mineral integral (% $\Delta$ Z) foram verificados por microdureza transversa da dentina. Todos os grupos apresentaram aumento do volume mineral em comparação aos blocos desmineralizados, e os resultados foram semelhantes em dentes decíduos e permanentes. Não houve diferença significativa entre os grupos 1 e 2. O grupo 3 apresentou melhores resultados quanto a (% $\Delta$ Z). Os resultados sugerem que o DF apresenta potencial remineralizador, e que quatro ATFs aumentam o efeito.

**Palavras-chave:** dentina, flúor, microdureza, remineralização.

## Introdução

A cárie dentária é caracterizada pelo desequilíbrio entre os processos de desmineralização e remineralização, com etiologia multifatorial. O uso de agentes fluoretados na sua prevenção é uma estratégia consagrada e intensamente estudada. Da mesma forma, inúmeros estudos abordam a remineralização de lesões em esmalte (Buchalla *et al.*, 2002; Chow *et al.*, 2000; Cury *et al.*, 2005; Lagerweij e ten Cate, 2002). Recentemente, a possibilidade de tratamento não invasivo também em lesões em dentina teve aumento de interesse, tanto devido à preocupação com a abordagem da cárie radicular (Nyvad *et al.*, 1997; Schupbach *et al.*, 1992) quanto à possibilidade de controlar a progressão de lesões coronárias na tentativa de retardar e até mesmo evitar a entrada dos indivíduos num ciclo restaurador, seja na dentição decídua ou na permanente (Craig *et al.*, 1981; Mejare *et al.*, 2004). A realização exclusiva de procedimentos operatórios não interrompe a progressão da doença (Pitts, 2004). Aliado ao conhecimento de que lesões podem ser interrompidas em qualquer estágio, o tratamento da doença cárie baseado numa proposta de promoção de saúde deve levar em consideração o controle dos fatores etiológicos, buscando o equilíbrio do processo des-remineralização, por meio de alterações na dieta, melhora na higiene bucal e uso de agentes fluoretados (Featherstone, 2004).

O dentifrício fluoretado é o uso mais comum de fluoretos. No entanto, na presença de lesões ativas de cárie, geralmente utiliza-se agentes de aplicação profissional, com altas concentrações de flúor. Estudos indicam que aplicações tópicas de flúor ativam a remineralização de lesões em esmalte, mas o melhor protocolo ainda é discutido (Bader *et al.*, 2001). O mesmo ocorre em dentina, pois os protocolos são diversos, tornando difícil a determinação de qual método (agente, concentração e frequência) apresenta os melhores resultados.

A partir de estudos *in vitro*, *in situ* e *in vivo*, tem-se pesquisado a influência de fluoretos no processo de des-remineralização da dentina (Baysan *et al.*, 2001; Hara *et al.*, 2003; Kashani *et al.*, 1998; Mellberg e Sanchez, 1986; Nyvad *et al.*, 1997; 1999; ten Cate *et al.*, 1995). Estes artigos indicam que tanto o meio de utilização do flúor (dentifrício, solução, verniz, gel, cariostático) quanto a concentração podem influenciar no grau de remineralização da lesão

em dentina (Arends *et al.*, 1990; Mukai *et al.*, 2001; Petersson e Kambara, 2004). Além disso, *in vitro*, a combinação de aplicações tópicas de flúor em baixa e alta concentração, assim como de diferentes meios de aplicação, apresenta efeito benéfico adicional (Serra *et al.*, 1989; van Strijp *et al.*, 1999) no que diz respeito à incorporação de flúor no tecido dental.

O gel fluoretado, seja na sua forma acidulada (flúor fosfato acidulado a 1,23%, 12300 ppm F) ou neutra (NaF a 2%, 9200 ppmF) são os mais utilizados no Brasil. Várias pesquisas verificaram sua eficácia em esmalte [Bader *et al.*, 2001(Buchalla *et al.*, 2002; Chow *et al.*, 2000; Cury *et al.*, 2005; Lagerweij e ten Cate, 2002)], mas seu resultado em dentina não foi estudado. Assim, o objetivo deste estudo é verificar *in situ* se aplicações tópicas de flúor com gel de flúor fosfato acidulado a 1,23% apresentam efeito adicional na remineralização de lesões em dentina de dentes permanentes e decíduos, em comparação ao uso isolado de dentifício fluoretado.

## **Metodologia**

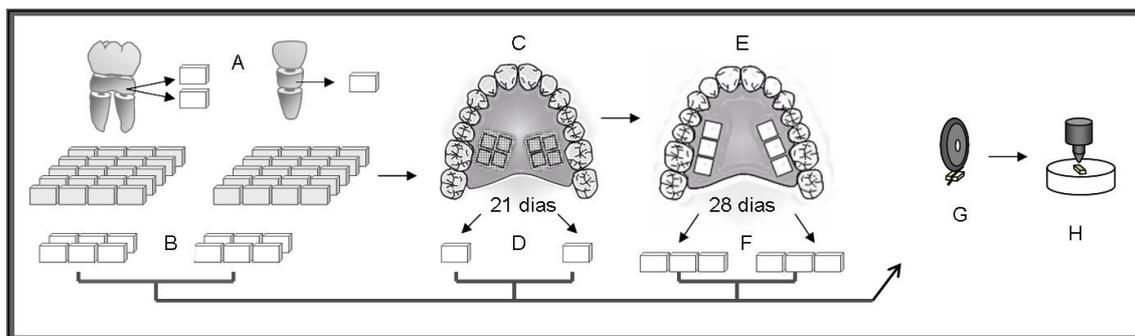
### *Considerações éticas*

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (projeto nº 341/05), estando de acordo com a resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa.

### *Desenho experimental*

Este estudo *in situ* foi desenvolvido em duas fases: indução de lesão de cárie e tratamento (remineralização) de dentina de dentes decíduos e permanentes. A amostra foi composta por quatorze voluntários que utilizaram, na primeira fase, dispositivos intrabucais contendo oito blocos de dentina, sendo quatro de dentes decíduos e quatro de dentes permanentes, durante três semanas. Neste período, os voluntários gotejaram solução de sacarose a 20%, seis vezes ao dia, para induzir lesão de cárie. Ao final deste período, um bloco de cada substrato foi removido do dispositivo e os demais submetidos à fase de tratamento *in situ*. Três tratamentos foram realizados simultaneamente, um em cada bloco de cada substrato: G1: três aplicações diárias de dentifício

fluoretado (DF); G2: DF + uma aplicação tópica de flúor (ATF); G3: DF + 4 ATFs, (sendo uma por semana). A hipótese nula é que não há diferença entre os tratamentos para remineralização em cada substrato. As variáveis analisadas foram percentuais de volume mineral e de recuperação mineral (% $\Delta Z$ ). O delineamento está ilustrado na **FIG 1**.



**FIGURA 1** - Delineamento do estudo. A: Obtenção dos blocos de dentina de dentes permanentes e decíduos; B: Blocos hígidos; C: Fase intrabucal de indução da lesão de cárie; D: Blocos desmineralizados removidos do dispositivo; E: Fase intrabucal de tratamento com fluoretos; F: Blocos tratados removidos do dispositivo; G: Secção no centro dos blocos; H: Análise de microdureza transversa.

#### *Preparo dos corpos-de-prova*

Foram confeccionadas amostras de dentina (2 x 2 x 2 mm) obtida da porção radicular cervical de dentes decíduos anteriores e de terceiros molares retidos esterilizados em solução de formol a 2% (Cury *et al.*, 2001). Os blocos de dentina foram lixados e polidos superficialmente (Hara *et al.*, 2003). Quatorze blocos de cada substrato foram armazenados em geladeira, cobertos por lenços umedecidos em água deionizada, para estabelecimento do padrão hígido na comparação dos grupos quanto ao percentual de volume mineral.

#### *Confeção dos dispositivos intrabucais*

Para cada voluntário foi confeccionado um dispositivo intrabucal superior removível (Zero, 1995), em resina acrílica autopolimerizável, com oito nichos independentes, nos quais foram colocados os blocos dentinários. Durante a fase de indução da lesão de cárie, os blocos foram protegidos por uma tela plástica com 1 mm de espaço para permitir o acúmulo de biofilme dentária

(Cury *et al.*, 2000). Na fase de remineralização, os blocos permaneceram em contato livre com o meio bucal.

#### *Fase de indução da lesão de cárie*

Na semana anterior ao início da fase *in situ*, e durante a fase de indução da lesão de cárie, os voluntários utilizaram dentifrício não fluoretado (manipulado). O desafio cariogênico foi realizado com o gotejamento de solução de sacarose a 20%, seis vezes ao dia, durante 3 semanas. Após 5 minutos, os dispositivos eram lavados com água destilada estéril e recolocados na boca.

Ao final da terceira semana, as telas foram removidas e os blocos higienizados com água destilada e penço de algodão. Um bloco de cada substrato, selecionado de forma aleatória, foi armazenado para estabelecimento do padrão desmineralizado dos blocos.

#### *Fase de tratamento*

Três blocos de cada substrato foram recolocados nos dispositivos intrabucais, com distribuição aleatória da posição. Nesta fase, os blocos ficaram em contato livre com o meio bucal. Os voluntários foram orientados a realizar, três vezes ao dia, a imersão do dispositivo em solução de dentifrício fluoretado (1450ppmF, Colgate-Palmolive Indústria e Comércio) diluído em água destilada e deionizada (1:3 por peso) durante um minuto, para simular a ação do dentifrício no meio bucal.

Nos blocos do grupo 1 (DF) de cada substrato, nenhum tratamento adicional foi realizado. Nos blocos do grupo 2 foi realizada uma aplicação tópica de gel de flúor fosfato acidulado a 1,23%, durante um minuto, com cotonete, no primeiro dia da fase remineralizadora *in situ*. Nos blocos do grupo 3, foram realizadas quatro aplicações tópicas (uma por semana).

Após o período de 28 dias, os blocos foram removidos dos dispositivos, higienizados e armazenados, como citado anteriormente.

#### *Avaliação da microdureza transversa da dentina*

Os blocos foram seccionados no centro, incluídos em resina poliestirênica, com a face do corte exposta, e o acabamento e polimento realizado com lixas d'água de granulações 1000, 1200, 1500 e 2000. O polimento final foi realizado com disco de feltro e pasta abrasiva de alumina (granulação 0,5 µm).

A medida de microdureza Knoop foi realizada no microdurômetro HMV Micro Hardness Tester (Shimadzu) pela aplicação de uma carga de 10g por 10 segundos em pontos lineares nas profundidades de 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 150 e 200 µm a partir da superfície externa, no centro do bloco. A dureza em cada profundidade foi considerada a média de três mensurações horizontais com uma distância de 100 µm entre elas. A leitura visual das indentações e o cálculo da microdureza foram realizados por meio do software Newage Testing Instruments C.A.M.S. Testing System, instalado em um computador, conectado ao microdurômetro através de um sistema óptico de transferência digital de imagem (Genwac High Resolution). O examinador não teve conhecimento à qual grupo pertencia cada amostra avaliada.

Os valores de dureza Knopp foram convertidos em % de volume mineral (Featherstone *et al.*, 1983). A partir destes dados, foi calculado o perfil mineral de cada amostra do grupo desmineralizado ( $\Delta Z$ ) e dos grupos tratados ( $\Delta Z_{R1}$ ,  $\Delta Z_{R2}$ ,  $\Delta Z_{R3}$ ) utilizando como padrão de dentina hígida a média de volume mineral das profundidades 100 µm a 200 µm de cada um dos blocos. O percentual de recuperação mineral (% $\Delta Z$ ) foi obtido pela fórmula: % $\Delta Z = (\Delta Z - \Delta Z_R) \times 100 / \Delta Z$ , sendo cada cálculo realizado pelos dados de um mesmo voluntário.

#### *Análise estatística*

Para fins de análise estatística, cada voluntário foi considerado uma unidade amostral.

A homogeneidade de variâncias e a distribuição normal foram verificadas para as variáveis volume mineral, em cada profundidade. Os pressupostos foram aceitos para as profundidades 10 µm a 100 µm, e as comparações entre os grupos hígido, desmineralizado, DF, DF + 1 ATF e DF + 4 ATFs foram realizadas por análise de variância de um fator ( $\alpha = 0,05$ ). Nas profundidades 150 µm e 200 µm, em ambos os substratos, foi utilizada a prova

de Kruskal-Wallis ( $\alpha = 0,05$ ). A comparação do  $\% \Delta Z$  entre os grupos de tratamento (DF, DF + 1 ATF e DF + 4 ATFs) foi realizada por meio de análise de variância de amostras repetidas ( $\alpha = 0,05$ ).

## Resultados

As **TAB. 1 e 2** e **FIG. 2** apresentam as análises de volume mineral dos grupos hígido, desmineralizado e tratados, dos dentes permanentes e decíduos.

**TABELA 1** – Percentual de volume mineral (média  $\pm$  dp) em cada profundidade ( $\mu\text{m}$ ), de acordo com os grupos experimentais, em dentes permanentes.

Grupo	Distância da superfície ( $\mu\text{m}$ )								
	10	20	30	40	60	80	100	150	200
Hígido	45,2 $\pm$ 1,4 <sup>a</sup>	45,4 $\pm$ 1,6 <sup>a</sup>	45,1 $\pm$ 1,3 <sup>a</sup>	44,7 $\pm$ 1,5 <sup>a</sup>	45,1 $\pm$ 0,8 <sup>a</sup>	44,6 $\pm$ 1,3	44,8 $\pm$ 1,6	44,6 $\pm$ 2,2	45,0 $\pm$ 2,0
Desmineral.	34,7 $\pm$ 1,6 <sup>b</sup>	35,8 $\pm$ 2,0 <sup>b</sup>	36,9 $\pm$ 2,0 <sup>b</sup>	38,0 $\pm$ 1,8 <sup>b</sup>	39,4 $\pm$ 1,7 <sup>b</sup>	43,8 $\pm$ 1,4	44,2 $\pm$ 0,8	44,4 $\pm$ 1,2	45,0 $\pm$ 0,5
DF	36,0 $\pm$ 1,1 <sup>bc</sup>	38,1 $\pm$ 1,2 <sup>c</sup>	39,3 $\pm$ 0,8 <sup>c</sup>	40,3 $\pm$ 1,2 <sup>c</sup>	41,4 $\pm$ 1,0 <sup>c</sup>	43,6 $\pm$ 0,8	43,9 $\pm$ 0,6	44,6 $\pm$ 0,8	44,8 $\pm$ 0,9
DF+1ATF	37,1 $\pm$ 1,3 <sup>c</sup>	38,8 $\pm$ 1,5 <sup>c</sup>	39,4 $\pm$ 1,4 <sup>c</sup>	40,5 $\pm$ 1,5 <sup>c</sup>	41,6 $\pm$ 1,1 <sup>c</sup>	43,7 $\pm$ 1,1	44,0 $\pm$ 0,9	44,6 $\pm$ 0,9	44,6 $\pm$ 0,9
DF+4ATFs	39,2 $\pm$ 1,1 <sup>d</sup>	40,5 $\pm$ 1,5 <sup>d</sup>	41,8 $\pm$ 1,6 <sup>d</sup>	42,3 $\pm$ 1,3 <sup>d</sup>	42,4 $\pm$ 1,3 <sup>c</sup>	44,5 $\pm$ 1,0	44,5 $\pm$ 0,7	44,7 $\pm$ 0,5	45,0 $\pm$ 0,5
Total	38,5 $\pm$ 4,0	39,8 $\pm$ 3,6	40,5 $\pm$ 3,2	41,2 $\pm$ 2,7	42,0 $\pm$ 2,2	44,0 $\pm$ 1,2	44,3 $\pm$ 1,0	44,6 $\pm$ 1,3	44,9 $\pm$ 1,1
Sig.	p<0,001*	p<0,001*	p<0,001*	p<0,001*	p<0,001*	p=0,062*	p=0,148*	p=0,319**	p=0,169**

\*Anova

\*\*Kruskal-Wallis

Letras iguais indicam semelhança estatística em cada coluna

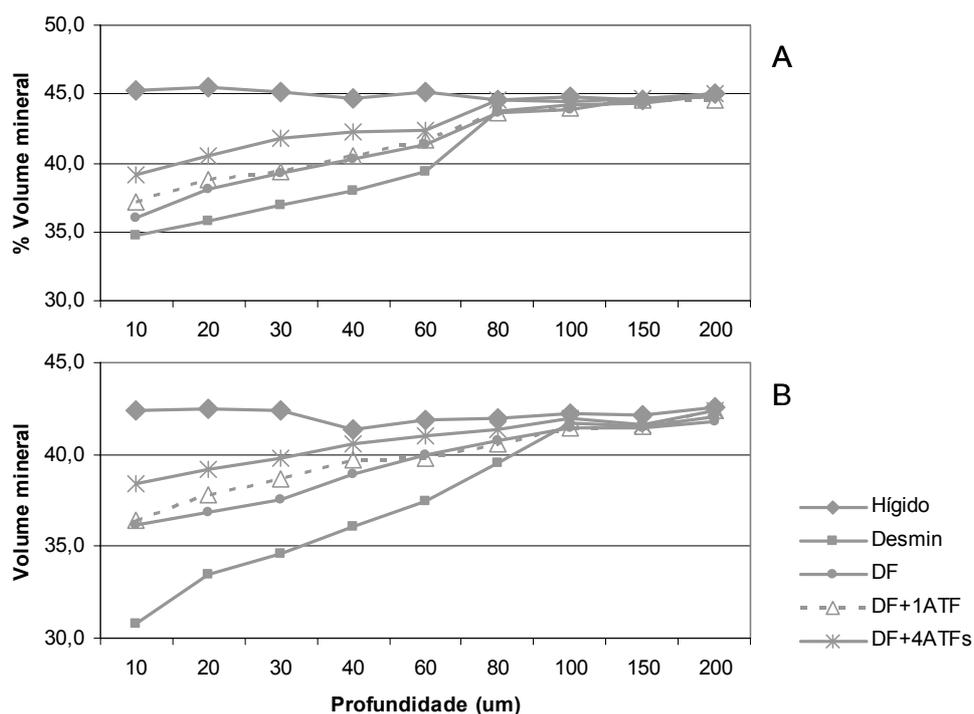
**TABELA 2** – Percentual de volume mineral (média ± dp) em cada profundidade (µm), de acordo com os grupos experimentais, em dentes decíduos.

Grupo	Distância da superfície (µm)								
	10	20	30	40	60	80	100	150	200
Hígido	42,4±1,4 <sup>a</sup>	42,5±2,2 <sup>a</sup>	42,4±1,8 <sup>a</sup>	41,4±1,9 <sup>a</sup>	41,7±2,1 <sup>a</sup>	42,0±1,6 <sup>a</sup>	42,3±1,0	42,2±1,8	42,6±1,7
Desmineral.	30,8±0,8 <sup>b</sup>	33,5±1,1 <sup>b</sup>	34,6±1,6 <sup>b</sup>	36,0±1,3 <sup>b</sup>	37,5±1,1 <sup>b</sup>	39,6±0,9 <sup>b</sup>	41,4±0,9	41,5±0,5	42,1±0,5
DF	36,2±1,9 <sup>c</sup>	36,8±1,4 <sup>c</sup>	37,6±1,0 <sup>c</sup>	38,9±1,1 <sup>c</sup>	39,9±1,2 <sup>bd</sup>	40,8±1,3 <sup>abc</sup>	41,4±0,9	41,5±0,6	41,8±0,8
DF+1ATF	36,4±1,3 <sup>c</sup>	37,8±1,2 <sup>cd</sup>	38,6±1,2 <sup>cd</sup>	39,7±0,9 <sup>cd</sup>	39,8±0,8 <sup>b</sup>	40,6±1,0 <sup>bc</sup>	41,5±1,1	41,5±0,8	42,4±0,7
DF+4ATFs	38,4±1,1 <sup>d</sup>	39,2±1,2 <sup>d</sup>	39,8±0,9 <sup>d</sup>	40,6±1,1 <sup>d</sup>	41,0±0,8 <sup>d</sup>	41,3±1,1 <sup>ac</sup>	41,9±0,7	41,6±0,8	42,4±0,7
Total	36,9±4,0	38,0±3,3	38,7±2,9	39,4±2,2	40,0±1,9	40,9±1,4	41,7±1,0	41,7±1,0	42,2±1,0
Sig.	p<0,001*	p<0,001*	p<0,001*	p<0,001*	p<0,001*	p<0,001*	p=0,130	p=0,846**	p=0,218**

\*Anova

\*\*Kruskal-Wallis

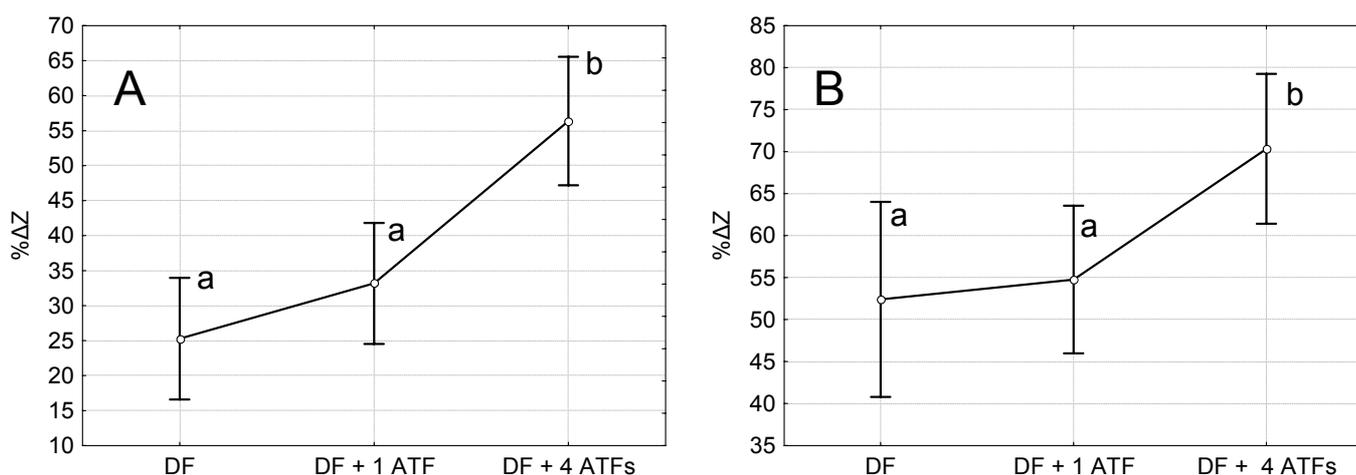
Letras iguais indicam semelhança estatística em cada coluna.



Nas profundidades 10 µm a 60 µm (dentes permanentes) e 10 µm a 80 µm (dentes decíduos) foram observadas diferenças no volume mineral entre os

grupos. Na dentina de dentes decíduos, o grupo desmineralizado apresentou valores significativamente inferiores ao grupo hígido numa profundidade maior que nos dentes permanentes. Todos os tratamentos determinaram aumento no percentual de volume mineral até as profundidades de 60 (dentes permanentes) e 40  $\mu\text{m}$  (dentes decíduos) em comparação ao grupo desmineralizado (**TAB. 1 e 2**).

Os grupos DF e 1 ATF apresentaram resultados semelhantes de aumento de percentual de volume mineral com relação ao grupo desmineralizado em ambos os substratos. Em dentes permanentes, o grupo DF + 4 ATFs apresentou valores mais altos que esses tratamentos, indicando efeito adicional na remineralização. Já em dentes decíduos, DF + 4 ATFs apresentou valores superiores em comparação ao grupo DF, mas apenas na profundidade de 10  $\mu\text{m}$  esta diferença foi significativa em comparação ao grupo DF + 1 ATF (**TAB. 1 e 2**). No entanto, com relação ao  $\% \Delta Z$ , a **FIG. 3** mostra que, tanto em dentes permanentes, quanto em decíduos, o grupo DF + 4 ATFs obteve valores significativamente superiores em comparação aos demais tratamentos ( $p < 0,001$  e  $p = 0,004$ , respectivamente), indicando que este tratamento promove maior grau de remineralização, quando considerado o volume mineral integral. Novamente nesta análise, os tratamentos DF e DF + 1 ATF obtiveram resultados semelhantes.



**FIGURA 3** - % Recuperação mineral (A: Permanentes –  $p < 0,001$ ; B: Decíduos –  $p = 0,004$ ).

letras minúsculas iguais indicam semelhança estatística dentro de cada substrato

## Discussão

A possibilidade de controle de lesões em dentina de dentes decíduos e permanentes, com a utilização de fluoretos, foi confirmada neste estudo, uma vez que todos os protocolos utilizados determinaram aumento no volume mineral. Mais ainda, o uso de fluoretos tópicos de alta concentração e alta frequência apresenta resultados benéficos adicionais, sendo os melhores resultados relativos à recuperação mineral (% $\Delta$ Z) obtidos no grupo DF + 4 ATFs.

Os resultados obtidos com o uso isolado de dentifrício e de dentifrício aliado a uma aplicação tópica de flúor são consistentes com o que já foi relatado em esmalte (Maia *et al.*, 2003; Paes Leme *et al.*, 2003). O uso de dentifrício fluoretado promove recuperação mineral, e uma aplicação tópica de flúor não apresenta efeito adicional. Quando dentifrícios fluoretados são utilizados rotineiramente, 0,04 a 0,1ppm de flúor podem ser encontrados na saliva (Duckworth e Morgan, 1991) e interferem no processo de remineralização *in vitro* (ten Cate *et al.*, 1995).

Os protocolos de aplicações de flúor na dentina foram bastante variados nos artigos pesquisados. Porém, é possível encontrar evidências que suportam os resultados aqui relatados pela análise de estudos que compararam diferentes concentrações de flúor em formulações diversas, além do uso conjunto de dentifrícios fluoretados e agentes com alta concentração em comparação ao uso isolado de dentifrício, fluoretado ou não.

Em um estudo desenvolvido *in vitro*, com dentina de dentes permanentes, (Mellberg e Sanchez, 1986) observaram que dentifrício fluoretado é significativamente superior na remineralização de lesões em comparação a dentifrício placebo, indicando que o flúor auxilia na recuperação mineral. Resultado semelhante foi observado *in vitro* por (Queiroz, 2004) que verificou que dois dentifrícios contendo 1100  $\mu$ g F/mL (NaF) diluídos a  $\frac{1}{3}$  por peso, para simular a concentração na cavidade bucal, promovem maior recuperação mineral (48,1% e 49,8%) que dentifrício placebo (19,9%) em um modelo utilizando ciclagem de pH e dentina bovina. (Petersson e Kambara, 2004) estudaram sete dentifrícios de concentrações e pHs variados, seguidos

ou não de enxágüe com solução fluoretada (250ppm F). Todos os dentifrícios fluoretados foram superiores ao placebo (não fluoretado). A adição da solução fluoretada no enxágüe das amostras aumentou o efeito, resultado que em parte pode ser comparado com este estudo, em que a adição de 4 ATFs também foi benéfica na recuperação mineral, sendo superior ao dentifrício isoladamente ou em conjunto com 1 ATF. (Arends *et al.*, 1990) já haviam verificado que a deposição mineral *in vitro* é influenciada pela concentração do fluoreto, resultado confirmado *in vivo* por (Baysan *et al.*, 2001), que compararam o uso diário de dentifrícios com 1100ppm F e 5000 ppm F em lesões dentinárias radiculares. O presente estudo, desenvolvido *in situ*, indica que, mesmo com o uso constante de dentifrício fluoretado, aliar agente de alta concentração tem efeito adicional, desde que quatro aplicações tópicas sejam realizadas. Mesmo lesões avançadas em dentina radicular têm possibilidade de recuperação mineral, com o uso de altas concentrações de flúor, como 4000ppm F (Mukai *et al.*, 2001), ou soluções com concentração mais baixa (0,1ppm F), em longo tempo de remineralização *in vitro* (Mukai e ten Cate, 2002).

O controle de lesões dentinárias em dentes decíduos também é foco de pesquisa. Quanto ao dentifrício fluoretado, (Lo *et al.*, 1998) verificaram que aliando educação à escovação supervisionada diária, lesões dentinárias se apresentaram controladas após três anos de acompanhamento de escolares. O efeito do dentifrício também foi observado nesta pesquisa, no grupo DF, que promoveu aumento do volume mineral.

Um agente que foi bastante utilizado em dentes decíduos é o diamino fluoreto de prata (SDF). (Chu *et al.*, 2002) compararam a eficácia deste material e do verniz fluoretado (NaF) na inativação de lesões dentinárias, encontrando resultados positivos com os dois métodos, porém com eficácia superior do SDF. Como os mecanismos de ação são diferentes, é difícil verificar o efeito do fluoreto propriamente dito. (Llodra *et al.*, 2005), em um estudo longitudinal de 36 meses, verificaram que o SDF tem efeito cariostático tanto em dentes decíduos quanto permanentes, porém não compararam com outros agentes fluoretados. Ressalta-se que estes estudos não envolveram o diagnóstico de lesões em esmalte, portanto o efeito sobre o controle da doença não foi adequadamente mensurado.

Durante o período de tratamento, foi simulada uma situação favorável para a remineralização das lesões, pois os voluntários apresentavam doença cárie controlada e não foi permitido o acúmulo de placa. Mesmo que este cenário não represente exatamente uma situação real, o objetivo foi avaliar o efeito adicional do fluoreto como coadjuvante numa proposta que preconiza o controle do paciente. (Lagerweij *et al.*, 1996) compararam o efeito de higiene bucal com dentifrícios placebo e fluoretado em lesões dentinárias desenvolvidas em sulcos *in vitro* e posteriormente preenchidos por placa *in situ*. Apenas 21% das lesões apresentaram remineralização, independente do uso de dentifrício fluoretado, mas o fluoreto diminuiu a velocidade de progressão das lesões, o que em dentes decíduos pode ser considerado um grande benefício, visto que apresentam ciclo biológico definido. Em um estudo *in vitro* (Turssi *et al.*, 2006) verificaram que a própria saliva e substitutos salivares m efeito na remineralização de lesões em dentina. (Nyvad *et al.*, 1997) verificaram *in situ* que o controle de placa, aliado ao uso de fluoretos, também influencia no controle das lesões, alterando o padrão de distribuição mineral em comparação ao tratamento com fluoreto isolado. Estes achados indicam a que o flúor é coadjuvante, sendo importante o controle dos fatores etiológicos.

O grau de remineralização depende não apenas da terapia utilizada, mas também das características iniciais da lesão com relação ao conteúdo mineral da superfície (até 50um). (Kawasaki *et al.*, 2000) avaliaram a remineralização com soluções de 0 a 10ppm F de flúor (NaF) de lesões com quatro perfis minerais distintos. Lesões “moderadas” apresentaram a maior deposição mineral e uma camada mais mineralizada na superfície foi formada mesmo na ausência de flúor. Lesões com pequena perda mineral tiveram deposição uniforme ao longo da lesão com soluções de 0 e 2ppm F. A alta concentração determinou hipermineralização da superfície (até 25um) e remineralização semelhante nas demais em profundidades até 100um. No presente estudo, as lesões apresentaram % de volume mineral intermediário às lesões do estudo citado. O grupo com 4 ATFs apresentou resultados superiores, mas não houve hipermineralização da superfície. A hipermineralização pode impedir o transporte de íons para as regiões mais profundas da lesão. Isso poderia explicar, em parte, porque lesões clinicamente diagnosticadas como “inativas”, com mineralização da superfície, podem

apresentar progressão (ten Cate *et al.*, 1995). Além disso, hipermineralização pode mascarar resultados do volume mineral integral, indicando alta recuperação em situações nas quais apenas a superfície foi realmente remineralizada (Kawasaki *et al.*, 2000). Nesta pesquisa, apesar da pequena profundidade das lesões, houve deposição mineral em toda a sua extensão. Mesmo que parte da remineralização tenha sido devido á ação da saliva e independente da presença de flúor, o maior número de ATFs determinou efeito adicional.

Clinicamente, deve-se considerar que em regiões desmineralizadas a superfície de colágeno sem suporte mineral pode colapsar e também ser removida por abrasão se a região for submetida à escovação. Neste estudo, a aplicação de dentifício foi realizada por imersão das amostras em solução diluída e não por escovação, para evitar que a superfície fosse removida, e assim o teste de microdureza mensurasse os valores da dentina mais profunda, menos desmineralizada, e não da dentina superficial, na qual a perda mineral foi mais intensa durante a fase de desmineralização.

Este estudo avaliou a remineralização de lesões em dentina diretamente expostas ao meio bucal e aos tratamentos. Não é possível extrapolar os resultados para lesões envolvendo esmalte e dentina, situação que ainda necessita de estudos, já que nestes casos o tratamento não é realizado diretamente sobre a dentina. (ten Cate, 2001) verificou esta possibilidade *in vitro*, e seus resultados sugerem que mesmo sob esmalte é possível aumentar o volume mineral de lesões dentinárias, porém este processo é mais lento.

Tradicionalmente, no modelo curativo, as lesões de cárie eram tratadas exclusivamente por meio de terapia invasiva, pois se considerava que a progressão não poderia ser interrompida. O avanço no conhecimento mostrou que “restaurações” por si só não interrompem o ciclo da doença. Uma vez que a lesão é resultado de desequilíbrio no processo des-re, com etiologia multifatorial, o tratamento da doença deve se basear no controle desse processo. A lesão é apenas a seqüela da doença. Os fluoretos devem ser considerados como coadjuvante no tratamento, aliados ao controle de fatores etiológicos, como um passo para auxiliar a remineralização, uma vez que a difusão do fluoreto dentro do tecido interfere positivamente neste processo (Arends *et al.*, 1990). Já foi observado que lesões podem ser paralisadas em

qualquer estágio, sejam iniciais ou já cavitadas, em esmalte ou dentina (Nyvad e Fejerskov, 1986). Neste sentido, na ausência de dor ou sensibilidade, possibilidade de controle de placa, se não houver comprometimento funcional ou estético, o controle da doença e o monitoramento das lesões pode ser considerado como alternativa de tratamento. O estudo de (Luan *et al.*, 2000) mostrou que um dente restaurado tem tanta possibilidade de ser perdido ao longo da vida quanto uma lesão não tratada. Em dentes decíduos, ainda deve-se considerar que, dependendo da fase do ciclo biológico e da função que o dente está cumprindo no sistema estomatognático, a simples diminuição na velocidade de progressão da lesão pode ser a terapia definitiva.

A tradicional terapia invasiva de lesões que atingem dentina deve ser questionada. Estudos citados anteriormente, com diferentes metodologias, indicam que lesões em dentina podem se tornar inativas e ter aumentado o seu conteúdo mineral. Neste estudo, observou-se que a remineralização de lesões dentinárias pode ser obtida com o uso de dentifrício fluoretado, sem efeito adicional quando uma única aplicação tópica de flúor é realizada, e que a aplicação semanal de gel de flúor fosfato acidulado durante 28 dias promove aumento do efeito, tanto em dentes decíduos quanto em dentes permanentes.

## **Referências**

Arends J, Ruben JL, Christoffersen J, Jongebloed WL, Zuidgeest TG: Remineralization of human dentine in vitro. *Caries Res* 1990;24:432-5.

Bader JD, Shugars DA, Bonito AJ: A systematic review of selected caries prevention and management methods. *Community Dent Oral Epidemiol* 2001;29:399-411.

Baysan A, Lynch E, Ellwood R, Davies R, Petersson L, Borsboom P: Reversal of primary root caries using dentifrices containing 5,000 and 1,100 ppm fluoride. *Caries Res* 2001;35:41-6.

Buchalla W, Attin T, Schulte-Monting J, Hellwig E: Fluoride uptake, retention, and remineralization efficacy of a highly concentrated fluoride solution on enamel lesions in situ. *J Dent Res* 2002;81:329-33.

Chow LC, Takagi S, Carey CM, Sieck BA: Remineralization effects of a two-solution fluoride mouthrinse: an in situ study. *J Dent Res* 2000;79:991-5.

Chu CH, Lo EC, Lin HC: Effectiveness of silver diamine fluoride and sodium fluoride varnish in arresting dentin caries in Chinese pre-school children. *J Dent Res* 2002;81:767-70.

Craig GG, Powell KR, Cooper MH: Caries progression in primary molars: 24-month results from a minimal treatment programme. *Community Dent Oral Epidemiol* 1981;9:260-5.

Cury JA, Rebelo MA, Del Bel Cury AA, Derbyshire MT, Tabchoury CP: Biochemical composition and cariogenicity of dental plaque formed in the presence of sucrose or glucose and fructose. *Caries Res* 2000;34:491-7.

Cury JA, Francisco SB, Del Bel Cury AA, Tabchoury CP: In situ study of sucrose exposure, mutans streptococci in dental plaque and dental caries. *Braz Dent J* 2001;12:101-4.

Cury JA, Simoes GS, Del Bel Cury AA, Goncalves NC, Tabchoury CP: Effect of a calcium carbonate-based dentifrice on in situ enamel remineralization. *Caries Res* 2005;39:255-7.

Duckworth RM, Morgan SN: Oral fluoride retention after use of fluoride dentifrices. *Caries Res* 1991;25:123-9.

Featherstone JD, ten Cate JM, Shariati M, Arends J: Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries Res* 1983;17:385-91.

Featherstone JD: The continuum of dental caries--evidence for a dynamic disease process. *J Dent Res* 2004;83 Spec No C:C39-42.

Hara AT, Queiroz CS, Paes Leme AF, Serra MC, Cury JA: Caries progression and inhibition in human and bovine root dentine in situ. *Caries Res* 2003;37:339-44.

Kashani H, Birkhed D, Arends J, Ruben J, Petersson LG, Odelius H: Effect of toothpicks with and without fluoride on De- and remineralization of enamel and dentine in situ. *Caries Res* 1998;32:422-7.

Kawasaki K, Ruben J, Tsuda H, Huysmans MC, Takagi O: Relationship between mineral distributions in dentine lesions and subsequent remineralization in vitro. *Caries Res* 2000;34:395-403.

Lagerweij MD, Damen JJ, ten Cate JM: The effect of a fluoridated toothpaste on dentinal lesions in plaque-filled grooves: an intra-oral crossover study. *J Dent Res* 1996;75:1687-91.

Lagerweij MD, ten Cate JM: Remineralisation of enamel lesions with daily applications of a high-concentration fluoride gel and a fluoridated toothpaste: an in situ study. *Caries Res* 2002;36:270-4.

Llodra JC, Rodriguez A, Ferrer B, Menardia V, Ramos T, Morato M: Efficacy of silver diamine fluoride for caries reduction in primary teeth and first permanent molars of schoolchildren: 36-month clinical trial. *J Dent Res* 2005;84:721-4.

Lo EC, Schwarz E, Wong MC: Arresting dentine caries in Chinese preschool children. *Int J Paediatr Dent* 1998;8:253-60.

Luan W, Baelum V, Fejerskov O, Chen X: Ten-year incidence of dental caries in adult and elderly Chinese. *Caries Res* 2000;34:205-13.

Maia LC, de Souza IP, Cury JA: Effect of a combination of fluoride dentifrice and varnish on enamel surface rehardening and fluoride uptake in vitro. *Eur J Oral Sci* 2003;111:68-72.

Mejare I, Stenlund H, Zelezny-Holmlund C: Caries incidence and lesion progression from adolescence to young adulthood: a prospective 15-year cohort study in Sweden. *Caries Res* 2004;38:130-41.

Mellberg JR, Sanchez M: Remineralization by a monofluorophosphate dentifrice in vitro of root dentin softened by artificial caries. *J Dent Res* 1986;65:959-62.

Mukai Y, Lagerweij MD, ten Cate JM: Effect of a solution with high fluoride concentration on remineralization of shallow and deep root surface caries in vitro. *Caries Res* 2001;35:317-24.

Mukai Y, ten Cate JM: Remineralization of advanced root dentin lesions in vitro. *Caries Res* 2002;36:275-80.

Nyvad B, Fejerskov O: Active root surface caries converted into inactive caries as a response to oral hygiene. *Scand J Dent Res* 1986;94:281-4.

Nyvad B, ten Cate JM, Fejerskov O: Arrest of root surface caries in situ. *J Dent Res* 1997;76:1845-53.

Paes Leme AF, Tabchoury CP, Zero DT, Cury JA: Effect of fluoridated dentifrice and acidulated phosphate fluoride application on early artificial carious lesions. *Am J Dent* 2003;16:91-5.

Petersson LG, Kambara M: Remineralisation study of artificial root caries lesions after fluoride treatment. An in vitro study using electric caries monitor and transversal micro-radiography. *Gerodontology* 2004;21:85-92.

Pitts NB: Are we ready to move from operative to non-operative/preventive treatment of dental caries in clinical practice? *Caries Res* 2004;38:294-304.

Queiroz CS (2004). Modelos de estudos in vitro para avaliar o efeito do fluoreto na desmineralização e remineralização do esmalte e dentina. Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

Schupbach P, Lutz F, Guggenheim B: Human root caries: histopathology of arrested lesions. *Caries Res* 1992;26:153-64.

Serra MC, Sartini Filho R, Cury JA: Incorporação e retenção de flúor em esmalte e dentina após aplicação tópica de flúor fosfato acidulado. *RBO* 1989;46:18-23.

ten Cate JM, Buijs MJ, Damen JJ: pH-cycling of enamel and dentin lesions in the presence of low concentrations of fluoride. *Eur J Oral Sci* 1995;103:362-7.

ten Cate JM: Remineralization of caries lesions extending into dentin. *J Dent Res* 2001;80:1407-11.

Turssi CP, Lima RQ, Faraoni-Romano JJ, Serra MC: Rehardening of caries-like lesions in root surfaces by saliva substitutes. *Gerodontology* 2006;23:226-30.

van Strijp AA, Buijs MJ, ten Cate JM: In situ fluoride retention in enamel and dentine after the use of an amine fluoride dentifrice and amine fluoride/sodium fluoride mouthrinse. *Caries Res* 1999;33:61-5.

*Artigo 2*

## 5. Artigo 2

### **Avaliação da desmineralização e remineralização *in situ* de dentina decídua e permanente por meio de subtração radiográfica digital e microdureza transversa**

**Pitoni, Carla Moreira**

**Caldo-Teixeira, Angela Scarparo**

**Almeida, Izabel C. Santos**

**Resumo** - o objetivo deste estudo foi avaliar *in situ* a desmineralização e remineralização da dentina de dentes decíduos e permanentes através de subtração radiográfica digital (SRD) e se os resultados obtidos com esta técnica apresentam comportamento semelhante aos da análise de volume mineral pela microdureza transversa. Durante 21 dias, treze voluntários gotejaram solução de sacarose em blocos de dentina decídua e permanente (quatro de cada), previamente radiografados, para induzir desmineralização. Ao final deste período, os blocos foram removidos, radiografados e um bloco de cada substrato foi armazenado. Os blocos remanescentes foram recolocados nos dispositivos, que foram utilizados durante 28 dias para a fase de remineralização. Três protocolos de aplicação de fluoretos foram realizados simultaneamente: G1: Dentifrício fluoretado três vezes ao dia (DF); G2: DF + 1ATF (no primeiro dia); G3: DF + 4ATFs (uma por semana). A seguir, os blocos foram radiografados e processados para análise da microdureza. As variáveis alteração da densidade óptica e perda mineral ( $\Delta Z$ ) foram utilizadas para comparação dos tratamentos. A técnica de subtração digital identificou as alterações no conteúdo mineral provocadas pela desmineralização e remineralização. O grupo 3 apresentou os melhores resultados quanto à recuperação da densidade óptica e menor perda mineral residual. As metodologias apresentaram comportamento semelhante. Os resultados indicaram que a SRD é eficaz na identificação de alterações no conteúdo mineral da dentina, e que quatro ATFs apresentam melhor desempenho na remineralização que o uso de dentifrício isolado.

**Palavras-chave:** dentina, desmineralização, remineralização, subtração radiográfica.

## Introdução

A técnica da subtração radiográfica digital é uma ferramenta bastante útil para determinar se duas radiografias apresentam diferenças de densidade em uma determinada área. O princípio desta técnica baseia-se na sobreposição de duas radiografias padronizadas, obtidas em períodos diferentes, com o uso de um software específico. O programa subtrai pixel por pixel e forma uma terceira imagem, na qual as regiões que não sofreram modificação apresentam um fundo cinza neutro, com valor de densidade óptica próximo a 128, e os locais com alteração apresentam valores superiores ou inferiores (Versteeg e van der Stelt, 1995).

Esta técnica apresenta como vantagem a possibilidade de verificar diferenças entre duas radiografias que são insuficientes para serem vistas pelo exame visual. Dificuldades como diferenças de densidade e contraste das radiografias, que poderiam influenciar na investigação de alterações pelo método visual, são minimizadas, uma vez que áreas que não sofreram alteração são utilizadas como controle da técnica. Além disso, esta técnica pode mostrar alterações de densidade mesmo em proporções tão baixas como 5%, abaixo dos 30-60% geralmente necessários para a detecção em radiografias (Ávila *et al.*, 1996), e apresenta maior acurácia e reprodutibilidade que a análise visual simultânea das duas imagens (Ricketts *et al.*, 2007).

Desta forma, a subtração radiográfica digital tem sido utilizada como ferramenta de pesquisa para estudos que avaliaram alterações minerais em dentes e ossos. Alterações em lesões periapicais após tratamento endodôntico (Mikrogeorgis *et al.*, 2004) controle de tratamento periodontal e progressão de lesões de cárie *in vitro* (Ricketts *et al.*, 2007) e *in vivo* (Martignon *et al.*, 2006) são exemplos de utilização desta técnica.

A remineralização de lesões de cárie envolve o aumento no volume mineral. Neste sentido, é interessante verificar se a remineralização de lesões de cárie a partir de procedimentos usualmente utilizados na clínica pode ser detectada pela técnica. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o uso da subtração radiográfica digital na mensuração da desmineralização e remineralização *in situ* de dentina de dentes decíduos e permanentes, e

verificar se os resultados obtidos com esta técnica apresentam comportamento semelhante aos de alteração mineral mensurada pelo teste de microdureza.

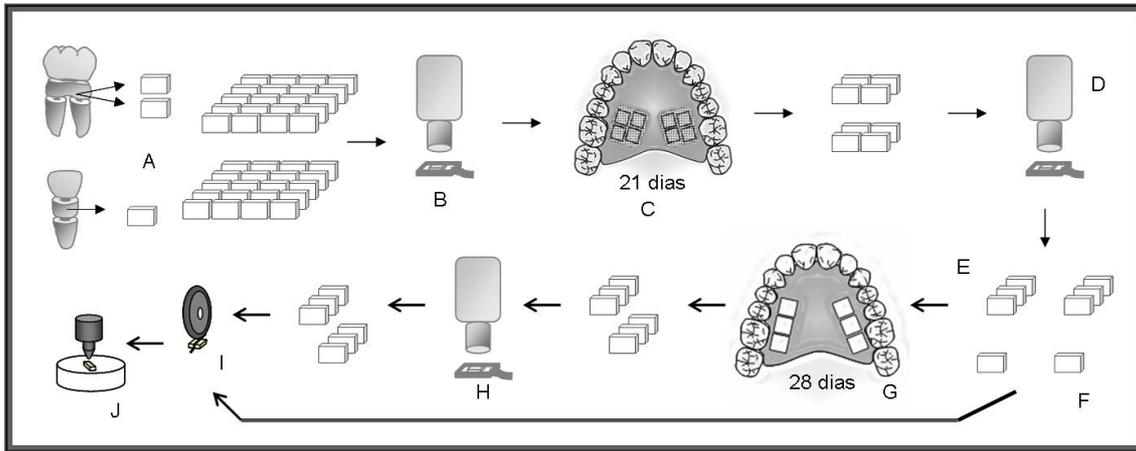
## **Metodologia**

### *Considerações éticas*

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (projeto n° 341/05), estando de acordo com a resolução n° 196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa.

### *Desenho experimental*

Este estudo *in situ* envolveu duas fases: indução de lesão de cárie e remineralização de dentina de dentes decíduos e permanentes. Na primeira etapa, treze voluntários utilizaram dispositivos intrabucais contendo oito blocos de dentina previamente radiografados, sendo quatro de dentes decíduos e quatro de dentes permanentes, e gotejaram sacarose para induzir desmineralização. Após três semanas, os blocos foram novamente radiografados e três de cada substrato foram recolocados nos dispositivos e submetidos à fase remineralizadora. Os blocos remanescentes foram armazenados para verificar a formação da lesão de cárie por teste de microdureza transversa. Três tratamentos foram realizados simultaneamente, um em cada bloco de cada substrato: G1: 3 aplicações diárias de dentifrício fluoretado (DF); G2: DF + uma aplicação tópica de flúor (ATF); G3: DF + 4 ATFs, (sendo uma por semana). Ao final desta fase, os blocos foram radiografados e avaliados por microdureza (figura 1). As variáveis analisadas foram alteração da densidade óptica da dentina, por meio de subtração radiográfica digital, e perda mineral, pelo teste de microdureza. O delineamento está ilustrado na **FIG. 1**.



**Fig. 1:** Delineamento do estudo. A: Obtenção dos blocos de dentina de dentes decíduos e permanentes; B: Radiografia dos blocos hígidos; C: Fase intrabucal de indução da lesão de cárie; D: Radiografia dos blocos desmineralizados. E: Blocos desmineralizados retornam ao dispositivo; F: Blocos desmineralizados armazenados; G: Fase intrabucal de tratamento com fluoretos; H: Radiografia dos blocos tratados; I: Secção no centro dos blocos; J: Análise de microdureza transversa.

#### *Preparo dos corpos-de-prova*

Blocos de dentina (2 x 2 x 2mm) foram confeccionados a partir da porção radicular cervical de dentes decíduos anteriores e de terceiros molares retidos, e esterilizados em solução de formol a 2% (Cury *et al.*, 2001). As amostras foram lixadas e polidas superficialmente (Hara *et al.*, 2003) e radiografadas.

#### *Confecção dos dispositivos intrabucais*

Os dispositivos intrabucais superiores removíveis foram confeccionados com resina acrílica autopolimerizável. Os blocos dentinários foram colocados em oito nichos independentes. Durante a fase de indução da lesão de cárie, os blocos foram protegidos por uma tela plástica com 1 mm de espaço para permitir o acúmulo de placa dentária. Na fase de remineralização, os blocos permaneceram em contato livre com o meio bucal.

#### *Procedimentos in situ*

#### *Fase de indução da lesão de cárie*

Na semana anterior ao início da fase *in situ*, e durante a fase de indução da lesão de cárie, os voluntários utilizaram dentifrício não fluoretado especialmente manipulado para este fim. O desafio cariogênico foi realizado com o gotejamento de solução de sacarose a 20%, seis vezes ao dia, durante três semanas. Após 5 minutos, os dispositivos eram lavados com água destilada estéril e recolocados na boca. Ao final da terceira semana, as telas foram removidas e os blocos limpos com água destilada e penço de algodão.

#### *Fase de remineralização*

Três blocos de cada substrato foram recolocados nos dispositivos intrabucais. Nesta fase, os blocos ficaram em contato livre com o meio bucal. Os voluntários foram orientados a realizar, três vezes ao dia, a imersão do dispositivo em solução de dentifrício fluoretado diluído em água destilada e deionizada (1:3 por peso), durante um minuto, para simular a ação do dentifrício no meio bucal.

Nos blocos do grupo 1 (DF) de cada substrato, nenhum tratamento adicional foi realizado. Nos blocos do grupo 2 foi realizada uma aplicação tópica de gel de flúor fosfato acidulado a 1,23%, com cotonete, durante um minuto, no primeiro dia da fase remineralizadora *in situ*. Nos blocos do grupo 3, foram realizadas quatro aplicações tópicas de flúor (uma por semana).

Após um período de 28 dias, os blocos foram removidos dos dispositivos, higienizados e radiografados.

#### *Análise radiográfica*

Os blocos foram radiografados no início, após a fase de indução da lesão de cárie e após a fase de remineralização, com radiografia digital direta.

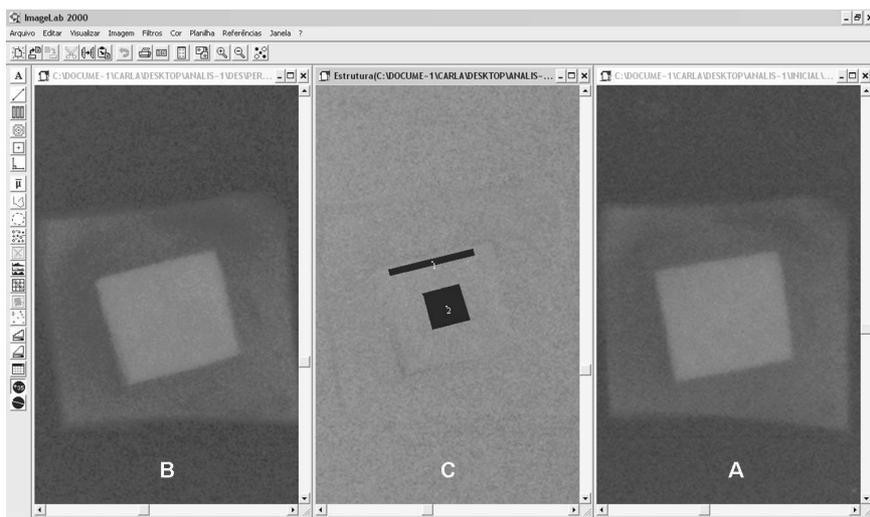
Os blocos foram montados em base de silicona individuais para a padronização das tomadas radiográficas. As radiografias foram realizadas com aparelho Spectro TimeX<sup>®</sup>, em regime de 70KVp, 8mA, a 24cm de distância focal e 0,1s de exposição e capturadas por sistema de radiografia digital direta intrabucal CygnusRay<sup>®</sup>. As imagens (300dpi) foram arquivadas com extensão JPEG e analisadas no programa ImageLab<sup>®</sup> (versão 2.3, Softium – Sistemas de Informática).

No programa ImageLab<sup>®</sup>, foi realizada a subtração radiográfica, a partir da sobreposição das imagens do período inicial – blocos hígidos (I) com após a desmineralização (D); imagem D com após remineralização (R) e imagem I com imagem R.

Com duas imagens de cada vez sendo visualizadas no programa, foi realizada a padronização de brilho e contraste, alcançada com a correção de histogramas. Em seguida, foi realizada a sobreposição das imagens, como descrito anteriormente. Após as três subtrações de cada amostra ter sido realizada (I-D; D-R; I-R), as imagens foram gravadas de forma codificada, para mascarar quais períodos foram subtraídos. A seguir, as três imagens subtraídas referentes a cada bloco foram simultaneamente visualizadas.

Uma área retangular foi selecionada na região central de cada amostra (região teste). Para verificar a alteração da densidade desta região com relação a uma área hígida, também foi selecionada uma área retangular na margem da amostra, que ficou protegida por cera durante o período *in situ*, não sofrendo alteração pela desmineralização ou pelos tratamentos (região controle) (**FIG. 2**). A seguir, foram calculados os níveis de cinza das duas regiões selecionadas, e o valor obtido da região controle foi subtraído da região teste. Valores negativos indicaram perda de densidade óptica, e valores positivos, aumento de densidade.

Ao final, todos os blocos foram seccionados, embutidos em resina poliestirênica e preparados para análise da microdureza transversa da dentina, em profundidades de 10  $\mu\text{m}$ , 20  $\mu\text{m}$ , 30  $\mu\text{m}$ , 40  $\mu\text{m}$ , 60  $\mu\text{m}$ , 80  $\mu\text{m}$ , 100  $\mu\text{m}$ , 150  $\mu\text{m}$  e 200  $\mu\text{m}$ . Os valores de microdureza Knoop foram convertidos em % volume mineral (Featherstone *et al.*, 1983) e foi calculado o perfil mineral ( $\Delta Z$ ) dos blocos desmineralizados e remineralizados. Para fins de cálculo, o padrão hígido foi determinado pela média de volume mineral das profundidades de 100  $\mu\text{m}$  a 200  $\mu\text{m}$ .



**Figura 2** – Subtração radiográfica. A: Imagem inicial; B: Imagem Desmineralizado; C: Sobreposição das imagens e seleção das áreas teste e controle.

### *Análise estatística*

Na avaliação radiográfica, os dados foram analisados por análise de variância de medidas repetidas, seguido de comparação múltipla pelo teste Bonferroni, sendo a diferença na densidade óptica teste/controle nas três imagens subtraídas considerada a variável dependente e o tratamento a variável independente. A partir dos dados de delta Z foram plotados gráficos para verificar se os resultados em ambas as metodologias de avaliação apresentavam o mesmo comportamento. Os grupos desmineralizados e tratados foram comparados por análise de variância de um fator, seguido de teste Bonferroni. O nível de significância adotado foi de 5%.

### **Resultados**

A **TAB. 1** apresenta os valores da diferença na densidade óptica teste/controle nas três imagens subtraídas de cada grupo experimental, de dentes decíduos e permanentes. Nos dois substratos, foram verificadas diferenças tanto entre os tratamentos quanto entre as imagens subtraídas (IS), dependendo da interação das variáveis (**TAB. 2**).

**TABELA 1-** Valores médios da diferença teste/controle nas imagens subtraídas, em cada tratamento, nas amostras de dentes decíduos e permanentes.

Substrato	Tratamento	Imagens subtraídas		
		I-D	D-R	I-R
Permanentes	DF	-5,36±1,20	2,60±0,36	-2,85±1,01
	DF + 1 ATF	-4,65±0,70	2,73±0,40	-2,39±0,48
	DF + 4 ATFs	-4,90±0,81	3,71±0,53	-1,73±0,73
	Total	-4,95±0,93	3,02±0,66	-2,31±0,86
Decíduos	DF	-4,84±0,93	2,24±0,44	-2,75±0,70
	DF + 1 ATF	-4,77±0,66	2,45±0,38	-2,53±0,51
	DF + 4 ATFs	-4,81±0,93	3,41±0,63	-1,85±0,54
	Total	-4,81±0,83	2,70±0,71	-2,37±0,69

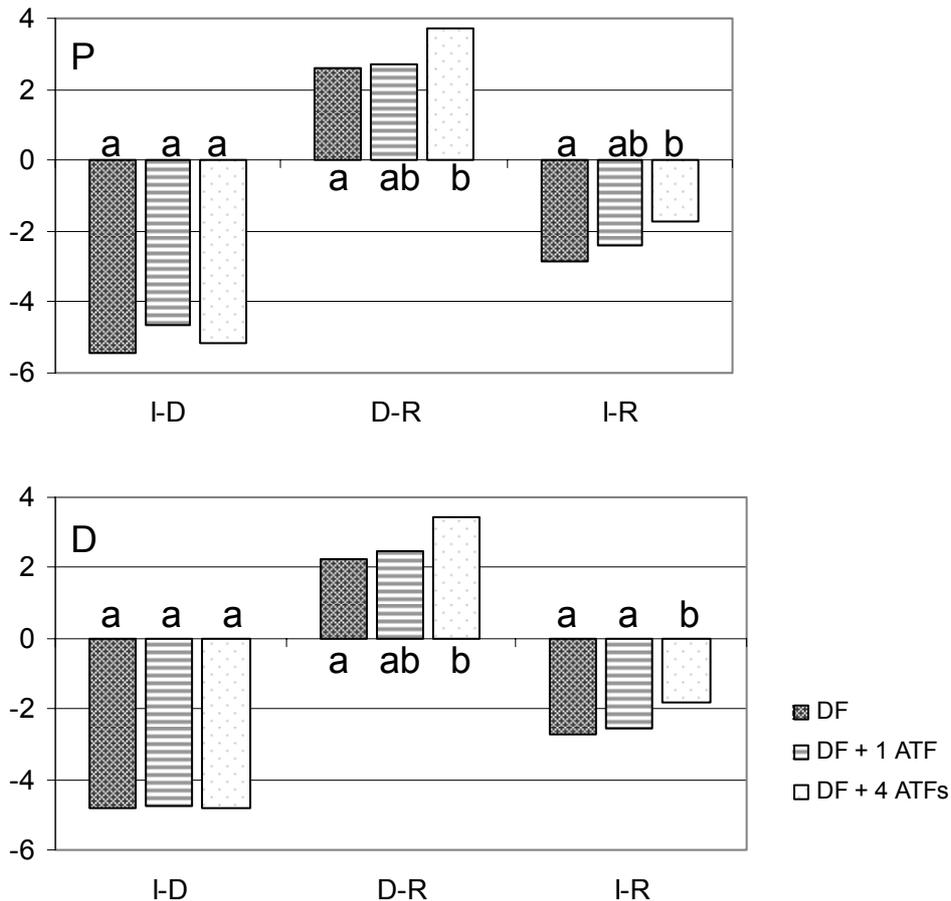
**TABELA 2 –** Valores de significância\* obtidos em cada substrato de acordo com as variáveis analisadas (5%).

Variáveis	Permanentes	Decíduos
Tratamento (independente)	<0,0001	<0,0001
IS (dependente)	<0,0001	<0,0001
IS x Tratamento (interação)	0,051	0,021

\* Anova de medidas repetidas

Na imagem I-D não foi observada diferença significativa entre os blocos desmineralizados que seriam designados para cada tratamento, indicando que a desmineralização ocorreu de forma homogênea. Já na imagem D-R, que compara os blocos desmineralizados com remineralizados e indica o aumento na densidade óptica, o grupo DF + 4 ATFs apresentou valores mais altos que o grupo DF (**FIG. 3**).

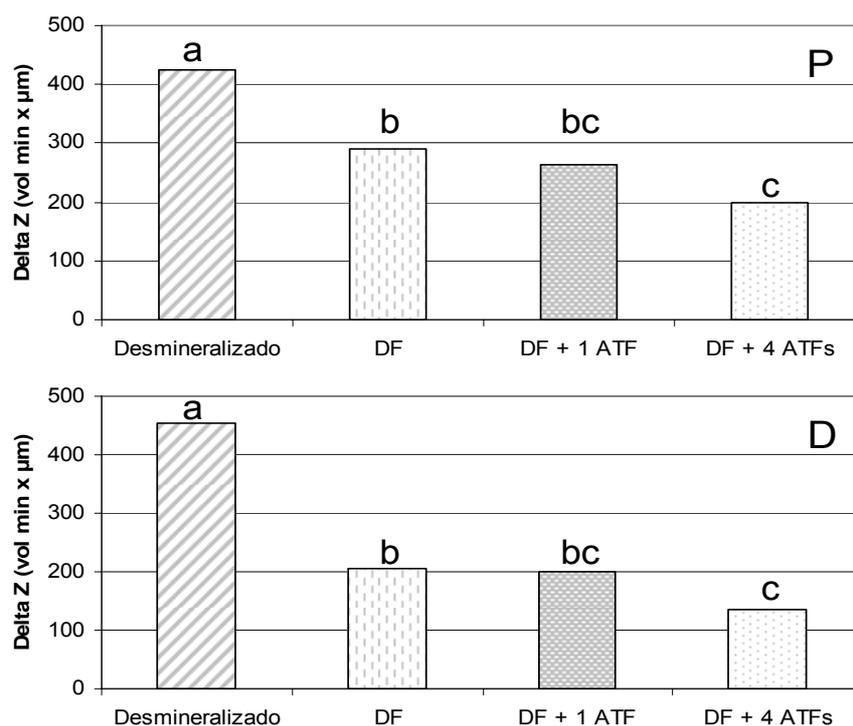
A imagem I-R apresenta a comparação entre os blocos hígidos com remineralizados e indica a diminuição na densidade óptica residual após o tratamento com fluoretos. Observou-se diferença significativa entre os tratamentos, sendo os valores absolutos mais baixos obtidos no grupo DF+4 ATFs (**FIG. 3**).



**FIGURA 3** - Médias da diferença teste/controle em cada par de imagens subtraídas, de acordo com o tratamento (P: permanentes; D: decíduos).

Letras iguais indicam semelhança estatística entre os tratamentos.

Na avaliação da perda mineral (delta Z) pelo teste de microdureza transversa, observaram-se diferenças significativas entre os grupos experimentais (**FIG. 4**), em permanentes ( $p < 0,001$ ) e decíduos ( $p < 0,001$ ). Todos os grupos de tratamento apresentaram valores inferiores em comparação ao grupo desmineralizado e o grupo DF + 4 ATFs apresentou os menores valores absolutos.



**FIGURA 4** - Médias de delta z nos grupos experimentais (P: permanentes,  $p < 0,001$ ; D: decíduos,  $p < 0,001$ ).

Letras iguais indicam semelhança estatística.

## Discussão

As alterações determinadas por desmineralização e remineralização dos tecidos dentários estão diretamente ligadas à perda ou ao ganho mineral. Diversas metodologias são relatadas na literatura para avaliar estas modificações, tais como microrradiografia, microdureza e luz polarizada (Arends e ten Bosch, 1992). Recentemente introduzida na odontologia (Grondahl *et al.*, 1983) a subtração radiográfica tem sido testada na investigação de pequenas mudanças no conteúdo mineral (Eberhard *et al.*, 2000; Jeffcoat *et al.*, 1996). Esta técnica permite a identificação de modificações em duas imagens radiográficas de forma quantitativa, com a mensuração dos tons de cinza, além da análise visual.

Neste estudo, a técnica de subtração radiográfica detectou modificações ocorridas nos blocos de dentina tanto na desmineralização quanto na remineralização, e foi capaz inclusive de verificar diferenças de ganho mineral

entre os tratamentos com fluoretos. A sobreposição das imagens possibilita a eliminação de características semelhantes, identificando apenas as diferenças entre elas, além de padronizar o local da mensuração. A grande vantagem com relação a outras técnicas, como avaliação da microdureza, é a possibilidade de análises de uma mesma amostra ao longo do tempo. Desta forma, o mesmo bloco foi avaliado no período inicial, desmineralizado e remineralizado, diminuindo a possibilidade de vieses causados pelas diferenças inerentes aos blocos, que foram obtidos de diferentes dentes.

A análise da desmineralização e da remineralização foi realizada pela comparação da densidade óptica de uma área teste (no centro do bloco) com uma área controle (margem do bloco). Desta forma, possíveis diferenças entre as imagens radiográficas que podem ter ocorrido durante a obtenção da imagem (por exemplo, exposição) foram eliminadas. O valor utilizado para as comparações entre as imagens subtraídas e entre os tratamentos não foi o valor da densidade óptica em si, mas sim a modificação ocorrida na área teste com relação à área que não sofreu alterações devido aos períodos *in situ*.

A possibilidade de detectar desmineralização pela subtração radiográfica é suportada por outros estudos, tanto em esmalte (Ricketts *et al.*, 2007) quanto em dentina. Em um modelo microbiológico, foi verificado que a progressão da lesão em dentina pode ser verificada por esta técnica (Maggio *et al.*, 1990). Mesmo *in vivo*, quando as variáveis relativas à padronização das imagens radiográficas são mais críticas, foi relatado que a subtração radiográfica apresenta maior sensibilidade na detecção de progressão de lesões proximais que o exame visual de pares de radiografias (Martignon *et al.*, 2006).

A maior alteração no volume mineral foi identificada na sobreposição das imagens Inicial – Desmineralizado. Este resultado é consistente com o que foi observado no teste de microdureza, no qual o delta Z, que indica a perda mineral integral, apresentou maior valor no grupo desmineralizado.

O delta Z dos grupos DF, DF+1ATF e DF+4ATFs indicam a perda mineral residual, ou seja, o volume mineral que não foi recuperado pelo tratamento em comparação com o padrão hígido. Estes valores podem ser verificados na subtração radiográfica das imagens Inicial-Remineralizado, e novamente são verificados resultados semelhantes nas duas metodologias. O grupo DF apresentou o maior valor de delta Z e também a maior diferença com

relação à zona controle na subtração. DF+1ATF apresentou valores intermediários e DF+4ATFs valores mais baixos de delta Z e menores valores de diferença teste/controle na imagem Inicial e Remineralizado.

No teste de microdureza, a comparação entre desmineralizado e remineralizado precisa ser realizada em amostras diferentes, devido às características da metodologia. Já na técnica de subtração, essa comparação pode ser realizada pela obtenção de imagens do mesmo bloco em momentos diferentes. Essa imagem indica quanto a densidade óptica aumentou com o tratamento (quanto houve de ganho mineral), e verificou-se que o maior aumento absoluto ocorreu no grupo DF+4ATFs. A identificação de remineralização em dentina por meio de subtração radiográfica também foi relatada por outros estudos (Halse *et al.*, 1990; Maggio *et al.*, 1990) e tem como vantagem a possibilidade de identificar aumento na densidade mesmo em áreas nas quais o exame visual de duas radiografias não permite a detecção de diferenças (Halse *et al.*, 1990).

Com relação aos tratamentos para remineralização, os resultados foram consistentes com o que é relatado na literatura em análises utilizando diferentes metodologias. O uso isolado de dentifrícios tem capacidade de remineralizar lesões em dentina (Arends *et al.*, 1989; Mellberg e Sanchez, 1986), e o aumento da concentração do agente fluoretado aumenta o grau de ganho mineral (Arends *et al.*, 1989; Baysan *et al.*, 2001). Estes resultados foram observados tanto em dentes decíduos quanto em dentes permanentes, indicando que mesmo com as diferenças existentes entre os substratos, ambos são beneficiados pelo uso de agentes fluoretados mais concentrados.

Este estudo mostrou que a técnica de subtração digital é uma metodologia útil na pesquisa de alterações no volume mineral da dentina de dentes decíduos e permanentes, tanto com relação à desmineralização quanto remineralização, apresentando resultados semelhantes aos obtidos com a análise de volume mineral pela microdureza transversa da dentina.

## Referências

Araújo FB, Barata JS (2003). Promoção de Saúde Bucal em Odontopediatria. In: ABOPREV: Promoção de Saúde Bucal: Paradigma, Ciência, Humanização. Aboprev editor. São Paulo: Krieger, L, pp. 287-315.

Araujo FBd, Mariath AAS, Bressani AEL, Casagrande L (2004). Abordagem invasiva em lesões cáries na dentição decídua : quando, porque e como. In: Atualização clínica em odontologia. AM APCD editor. São Paulo, pp. 323-340.

Arends J, Christoffersen J, Ruben J, Jongebloed WL (1989). Remineralization of bovine dentine in vitro. The influence of the F content in solution on mineral distribution. *Caries Res* 23(5):309-14.

Arends J, Ruben JL, Christoffersen J, Jongebloed WL, Zuidgeest TG (1990). Remineralization of human dentine in vitro. *Caries Res* 24(6):432-5.

Arends J, ten Bosch JJ (1992). Demineralization and remineralization evaluation techniques. *J Dent Res* 71 Spec No(924-8).

Ávila M, Lima A, Holland K, Prado M (1996). A radiologia e o computador: a radiografia por subtração digital de imagens. *ROBRAC* 6(17):10-3.

Bader JD, Shugars DA, Bonito AJ (2001). A systematic review of selected caries prevention and management methods. *Community Dent Oral Epidemiol* 29(6):399-411.

Baysan A, Lynch E, Ellwood R, Davies R, Petersson L, Borsboom P (2001). Reversal of primary root caries using dentifrices containing 5,000 and 1,100 ppm fluoride. *Caries Res* 35(1):41-6.

Bouschlicher MR, Cobb DS, Boyer DB (1999). Radiopacity of compomers, flowable and conventional resin composites for posterior restorations. *Oper Dent* 24(1):20-5.

Buchalla W, Attin T, Schulte-Monting J, Hellwig E (2002). Fluoride uptake, retention, and remineralization efficacy of a highly concentrated fluoride solution on enamel lesions in situ. *J Dent Res* 81(5):329-33.

Chow LC, Takagi S, Carey CM, Sieck BA (2000). Remineralization effects of a two-solution fluoride mouthrinse: an in situ study. *J Dent Res* 79(4):991-5.

Chu CH, Lo EC, Lin HC (2002). Effectiveness of silver diamine fluoride and sodium fluoride varnish in arresting dentin caries in Chinese pre-school children. *J Dent Res* 81(11):767-70.

Consolaro A (1996). Cárie dentária: histopatologia e correlação clínico-radiográfica São Paulo.

Craig GG, Powell KR, Cooper MH (1981). Caries progression in primary molars: 24-month results from a minimal treatment programme. *Community Dent Oral Epidemiol* 9(6):260-5.

Cury JA, Rebelo MA, Del Bel Cury AA, Derbyshire MT, Tabchoury CP (2000). Biochemical composition and cariogenicity of dental plaque formed in the presence of sucrose or glucose and fructose. *Caries Res* 34(6):491-7.

Cury JA, Francisco SB, Del Bel Cury AA, Tabchoury CP (2001). In situ study of sucrose exposure, mutans streptococci in dental plaque and dental caries. *Braz Dent J* 12(2):101-4.

Cury JA, Simoes GS, Del Bel Cury AA, Goncalves NC, Tabchoury CP (2005). Effect of a calcium carbonate-based dentifrice on in situ enamel remineralization. *Caries Res* 39(3):255-7.

Duckworth RM, Morgan SN (1991). Oral fluoride retention after use of fluoride dentifrices. *Caries Res* 25(2):123-9.

Eberhard J, Hartman B, Lenhard M, Mayer T, Kocher T, Eickholz P (2000). Digital subtraction radiography for monitoring dental demineralization. An in vitro study. *Caries Res* 34(3):219-24.

Featherstone JD, ten Cate JM, Shariati M, Arends J (1983). Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries Res* 17(5):385-91.

Featherstone JD (2004). The continuum of dental caries--evidence for a dynamic disease process. *J Dent Res* 83 Spec No C(C39-42).

Fornier L, Llana MC, Almerich JM, Garcia-Godoy F (1999). Digital radiology and image analysis for approximal caries diagnosis. *Oper Dent* 24(5):312-5.

Frank RM (1990). Structural events in the caries process in enamel, cementum, and dentin. *J Dent Res* 69 Spec No(559-66; discussion 634-6).

Grondahl HG, Grondahl K, Webber RL (1983). A digital subtraction technique for dental radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 55(1):96-102.

Gurdal P, Akdeniz BG (1998). Comparison of two methods for radiometric evaluation of resin-based restorative materials. *Dentomaxillofac Radiol* 27(4):236-9.

Halse A, White SC, Espelid I, Tveit AB (1990). Visualization of stannous fluoride treatment of carious lesions by subtraction radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 69(3):378-81.

Hara AT, Queiroz CS, Paes Leme AF, Serra MC, Cury JA (2003). Caries progression and inhibition in human and bovine root dentine in situ. *Caries Res* 37(5):339-44.

Heilman JR, Jordan TH, Warwick R, Wefel JS (1997). Remineralization of root surfaces demineralized in solutions of differing fluoride levels. *Caries Res* 31(6):423-8.

Herkstroter FM, Witjes M, Arends J (1991). Demineralization of human dentine compared with enamel in a pH-cycling apparatus with a constant composition during de- and remineralization periods. *Caries Res* 25(5):317-22.

Jardim JJ (2003). Lesões de cárie em esmalte submetidas a diferentes tratamentos com flúor tópico in situ (Dissertação). Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Jeffcoat MK, Reddy MS, Magnusson I, Johnson B, Meredith MP, Cavanaugh PF, Jr., Gerlach RW (1996). Efficacy of quantitative digital subtraction radiography using radiographs exposed in a multicenter trial. *J Periodontal Res* 31(3):157-60.

Johnson DC (1987). Comparison of primary and permanent teeth. In: Avery, J.K. Oral Developments and Histology. Decker editor. Philadelphia, pp. 180-202.

Kashani H, Birkhed D, Arends J, Ruben J, Petersson LG, Odellius H (1998). Effect of toothpicks with and without fluoride on De- and remineralization of enamel and dentine in situ. *Caries Res* 32(6):422-7.

Kawasaki K, Ruben J, Tsuda H, Huysmans MC, Takagi O (2000). Relationship between mineral distributions in dentine lesions and subsequent remineralization in vitro. *Caries Res* 34(5):395-403.

Lagerweij MD, Damen JJ, ten Cate JM (1996). The effect of a fluoridated toothpaste on dentinal lesions in plaque-filled grooves: an intra-oral crossover study. *J Dent Res* 75(9):1687-91.

Lagerweij MD, ten Cate JM (2002). Remineralisation of enamel lesions with daily applications of a high-concentration fluoride gel and a fluoridated toothpaste: an in situ study. *Caries Res* 36(4):270-4.

Llodra JC, Rodriguez A, Ferrer B, Menardia V, Ramos T, Morato M (2005). Efficacy of silver diamine fluoride for caries reduction in primary teeth and first permanent molars of schoolchildren: 36-month clinical trial. *J Dent Res* 84(8):721-4.

Lo EC, Schwarz E, Wong MC (1998). Arresting dentine caries in Chinese preschool children. *Int J Paediatr Dent* 8(4):253-60.

Luan W, Baelum V, Fejerskov O, Chen X (2000). Ten-year incidence of dental caries in adult and elderly Chinese. *Caries Res* 34(3):205-13.

Maggio JJ, Hausmann EM, Allen K, Potts TV (1990). A model for dentinal caries progression by digital subtraction radiography. *J Prosthet Dent* 64(6):727-32.

Maia LC, de Souza IP, Cury JA (2003). Effect of a combination of fluoride dentifrice and varnish on enamel surface rehardening and fluoride uptake in vitro. *Eur J Oral Sci* 111(1):68-72.

Maltz M, de Oliveira EF, Fontanella V, Bianchi R (2002). A clinical, microbiologic, and radiographic study of deep caries lesions after incomplete caries removal. *Quintessence Int* 33(2):151-9.

Maltz M, Barbachan e Silva B, Carvalho DQ, Volkweis A (2003). Results after two years of non-operative treatment of occlusal surface in children with high caries prevalence. *Braz Dent J* 14(1):48-54.

Martignon S, Ekstrand KR, Ellwood R (2006). Efficacy of sealing proximal early active lesions: an 18-month clinical study evaluated by conventional and subtraction radiography. *Caries Res* 40(5):382-8.

Mejare I, Stenlund H, Zelezny-Holmlund C (2004). Caries incidence and lesion progression from adolescence to young adulthood: a prospective 15-year cohort study in Sweden. *Caries Res* 38(2):130-41.

Mellberg JR, Sanchez M (1986). Remineralization by a monofluorophosphate dentifrice in vitro of root dentin softened by artificial caries. *J Dent Res* 65(7):959-62.

Mikrogeorgis G, Lyroudia K, Molyvdas I, Nikolaidis N, Pitas I (2004). Digital radiograph registration and subtraction: a useful tool for the evaluation of the progress of chronic apical periodontitis. *J Endod* 30(7):513-7.

Mukai Y, Lagerweij MD, ten Cate JM (2001). Effect of a solution with high fluoride concentration on remineralization of shallow and deep root surface caries in vitro. *Caries Res* 35(5):317-24.

Mukai Y, ten Cate JM (2002). Remineralization of advanced root dentin lesions in vitro. *Caries Res* 36(4):275-80.

Nyvad B, Fejerskov O (1986). Active root surface caries converted into inactive caries as a response to oral hygiene. *Scand J Dent Res* 94(3):281-4.

Nyvad B, ten Cate JM, Fejerskov O (1989). Microradiography of experimental root surface caries in man. *Caries Res* 23(4):218-24.

Nyvad B, ten Cate JM, Fejerskov O (1997). Arrest of root surface caries in situ. *J Dent Res* 76(12):1845-53.

Nyvad B, Machiulskiene V, Baelum V (1999). Reliability of a new caries diagnostic system differentiating between active and inactive caries lesions. *Caries Res* 33(4):252-60.

Paes Leme AF, Tabchoury CP, Zero DT, Cury JA (2003). Effect of fluoridated dentifrice and acidulated phosphate fluoride application on early artificial carious lesions. *Am J Dent* 16(2):91-5.

Petersson LG, Kambara M (2004). Remineralisation study of artificial root caries lesions after fluoride treatment. An in vitro study using electric caries monitor and transversal micro-radiography. *Gerodontology* 21(2):85-92.

Pitts NB (2004). Are we ready to move from operative to non-operative/preventive treatment of dental caries in clinical practice? *Caries Res* 38(3):294-304.

Poorterman JH, Weerheijm KL, Aartman IH, Kalsbeek H (2003). Radiographic dentinal caries and its progression in occlusal surfaces in Dutch 17-year-olds: a 6-year longitudinal study. *Caries Res* 37(1):29-33.

Projeto\_SB\_Brasil\_2003 (2004). Condições de Saúde Bucal da população Brasileira 2002-2003. Brasília-DF.

Queiroz CS (2004). Modelos de estudos in vitro para avaliar o efeito do fluoreto na desmineralização e remineralização do esmalte e dentina. Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

Ricketts DN, Ekstrand KR, Martignon S, Ellwood R, Alatsaris M, Nugent Z (2007). Accuracy and reproducibility of conventional radiographic assessment and subtraction radiography in detecting demineralization in occlusal surfaces. *Caries Res* 41(2):121-8.

Schupbach P, Lutz F, Guggenheim B (1992). Human root caries: histopathology of arrested lesions. *Caries Res* 26(3):153-64.

Serra MC, Sartini Filho R, Cury JA (1989). Incorporação e retenção de flúor em esmalte e dentina após aplicação tópica de flúor fosfato acidulado. *RBO* 46(1):18-23.

Souza-Nétto OB (1999). Avaliação do potencial remineralizante do diaminafluoreto de prata a 30% (Saluoraide di Walter) e do verniz a base de fluoreto de sódio (Duraphat) aplicados topicamente em dentina bovina desmineralizada artificialmente – estudo in situ. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina.

ten Cate JM, Buijs MJ, Damen JJ (1995). pH-cycling of enamel and dentin lesions in the presence of low concentrations of fluoride. *Eur J Oral Sci* 103(6):362-7.

ten Cate JM (2001). Remineralization of caries lesions extending into dentin. *J Dent Res* 80(5):1407-11.

ten Cate JM (2005). Interações químicas entre o Dente e os fluidos orais. In: *Cárie Dentária: A Doença e o Seu Tratamento Clínico*. São Paulo: Editora Santos, pp. 49-69.

Turssi CP, Lima RQ, Faraoni-Romano JJ, Serra MC (2006). Rehardening of caries-like lesions in root surfaces by saliva substitutes. *Gerodontology* 23(4):226-30.

van Strijp AA, Buijs MJ, ten Cate JM (1999). In situ fluoride retention in enamel and dentine after the use of an amine fluoride dentifrice and amine fluoride/sodium fluoride mouthrinse. *Caries Res* 33(1):61-5.

Versteeg KH, van der Stelt PF (1995). Effect of logarithmic contrast enhancement on subtraction images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 80(4):479-86.

Zero DT (1995). In situ caries models. *Adv Dent Res* 9(3):214-30; discussion 231-4.

*Conclusão Geral*

## **6 Conclusão geral**

Os resultados obtidos a partir das metodologias utilizadas permitem concluir que:

1. A remineralização de lesões cariosas dentinárias pode ser obtida por meio do uso de fluoretos de aplicação tópica;
2. O uso de quatro aplicações tópicas de flúor fosfato acidulado promove maior grau de remineralização que o uso regular de dentifício fluoretado três vezes ao dia, isoladamente ou acrescido de uma aplicação tópica de flúor fosfato acidulado, num período de 28 dias;
3. A remineralização pode ser verificada pela técnica de subtração radiográfica digital, com resultados semelhantes aos obtidos com a metodologia de microdureza transversa da dentina.
4. O tratamento não invasivo de lesões cariosas dentinárias é uma opção coerente de tratamento, quando for verificada a ausência de fatores que indiquem o tratamento restaurador.

*Referências*

## 7 Referências

- Araújo FB, Barata JS (2003). Promoção de Saúde Bucal em Odontopediatria. In: ABOPREV: Promoção de Saúde Bucal: Paradigma, Ciência, Humanização. Aboprev editor. São Paulo: Krieger, L, pp. 287-315.
- Araujo FBd, Mariath AAS, Bressani AEL, Casagrande L (2004). Abordagem invasiva em lesões cariosas na dentição decídua : quando, porque e como. In: Atualização clínica em odontologia. AM APCD editor. São Paulo, pp. 323-340.
- Arends J, Christoffersen J, Ruben J, Jongebloed WL (1989). Remineralization of bovine dentine in vitro. The influence of the F content in solution on mineral distribution. *Caries Res* 23(5):309-14.
- Arends J, Ruben JL, Christoffersen J, Jongebloed WL, Zuidgeest TG (1990). Remineralization of human dentine in vitro. *Caries Res* 24(6):432-5.
- Arends J, ten Bosch JJ (1992). Demineralization and remineralization evaluation techniques. *J Dent Res* 71 Spec No(924-8).
- Ávila M, Lima A, Holland K, Prado M (1996). A radiologia e o computador: a radiografia por subtração digital de imagens. *ROBRAC* 6(17):10-3.
- Bader JD, Shugars DA, Bonito AJ (2001). A systematic review of selected caries prevention and management methods. *Community Dent Oral Epidemiol* 29(6):399-411.
- Baysan A, Lynch E, Ellwood R, Davies R, Petersson L, Borsboom P (2001). Reversal of primary root caries using dentifrices containing 5,000 and 1,100 ppm fluoride. *Caries Res* 35(1):41-6.
- Bouschlicher MR, Cobb DS, Boyer DB (1999). Radiopacity of compomers, flowable and conventional resin composites for posterior restorations. *Oper Dent* 24(1):20-5.
- Buchalla W, Attin T, Schulte-Monting J, Hellwig E (2002). Fluoride uptake, retention, and remineralization efficacy of a highly concentrated fluoride solution on enamel lesions in situ. *J Dent Res* 81(5):329-33.
- Chow LC, Takagi S, Carey CM, Sieck BA (2000). Remineralization effects of a two-solution fluoride mouthrinse: an in situ study. *J Dent Res* 79(4):991-5.
- Chu CH, Lo EC, Lin HC (2002). Effectiveness of silver diamine fluoride and sodium fluoride varnish in arresting dentin caries in Chinese pre-school children. *J Dent Res* 81(11):767-70.
- Consolaro A (1996). Cárie dentária: histopatologia e correlação clínico-radiográfica São Paulo.

Craig GG, Powell KR, Cooper MH (1981). Caries progression in primary molars: 24-month results from a minimal treatment programme. *Community Dent Oral Epidemiol* 9(6):260-5.

Cury JA, Rebelo MA, Del Bel Cury AA, Derbyshire MT, Tabchoury CP (2000). Biochemical composition and cariogenicity of dental plaque formed in the presence of sucrose or glucose and fructose. *Caries Res* 34(6):491-7.

Cury JA, Francisco SB, Del Bel Cury AA, Tabchoury CP (2001). In situ study of sucrose exposure, mutans streptococci in dental plaque and dental caries. *Braz Dent J* 12(2):101-4.

Cury JA, Simoes GS, Del Bel Cury AA, Goncalves NC, Tabchoury CP (2005). Effect of a calcium carbonate-based dentifrice on in situ enamel remineralization. *Caries Res* 39(3):255-7.

Duckworth RM, Morgan SN (1991). Oral fluoride retention after use of fluoride dentifrices. *Caries Res* 25(2):123-9.

Eberhard J, Hartman B, Lenhard M, Mayer T, Kocher T, Eickholz P (2000). Digital subtraction radiography for monitoring dental demineralization. An in vitro study. *Caries Res* 34(3):219-24.

Featherstone JD, ten Cate JM, Shariati M, Arends J (1983). Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries Res* 17(5):385-91.

Featherstone JD (2004). The continuum of dental caries--evidence for a dynamic disease process. *J Dent Res* 83 Spec No C(C39-42).

Fornier L, Llana MC, Almerich JM, Garcia-Godoy F (1999). Digital radiology and image analysis for approximal caries diagnosis. *Oper Dent* 24(5):312-5.

Frank RM (1990). Structural events in the caries process in enamel, cementum, and dentin. *J Dent Res* 69 Spec No(559-66; discussion 634-6).

Grondahl HG, Grondahl K, Webber RL (1983). A digital subtraction technique for dental radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 55(1):96-102.

Gurdal P, Akdeniz BG (1998). Comparison of two methods for radiometric evaluation of resin-based restorative materials. *Dentomaxillofac Radiol* 27(4):236-9.

Halse A, White SC, Espelid I, Tveit AB (1990). Visualization of stannous fluoride treatment of carious lesions by subtraction radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 69(3):378-81.

Hara AT, Queiroz CS, Paes Leme AF, Serra MC, Cury JA (2003). Caries progression and inhibition in human and bovine root dentine in situ. *Caries Res* 37(5):339-44.

Heilman JR, Jordan TH, Warwick R, Wefel JS (1997). Remineralization of root surfaces demineralized in solutions of differing fluoride levels. *Caries Res* 31(6):423-8.

Herkstroter FM, Witjes M, Arends J (1991). Demineralization of human dentine compared with enamel in a pH-cycling apparatus with a constant composition during de- and remineralization periods. *Caries Res* 25(5):317-22.

Jardim JJ (2003). Lesões de cárie em esmalte submetidas a diferentes tratamentos com flúor tópico in situ (Dissertação). Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Jeffcoat MK, Reddy MS, Magnusson I, Johnson B, Meredith MP, Cavanaugh PF, Jr., Gerlach RW (1996). Efficacy of quantitative digital subtraction radiography using radiographs exposed in a multicenter trial. *J Periodontal Res* 31(3):157-60.

Johnson DC (1987). Comparison of primary and permanent teeth. In: Avery, J.K. Oral Developments and Histology. Decker editor. Philadelphia, pp. 180-202.

Kashani H, Birkhed D, Arends J, Ruben J, Petersson LG, Odellius H (1998). Effect of toothpicks with and without fluoride on De- and remineralization of enamel and dentine in situ. *Caries Res* 32(6):422-7.

Kawasaki K, Ruben J, Tsuda H, Huysmans MC, Takagi O (2000). Relationship between mineral distributions in dentine lesions and subsequent remineralization in vitro. *Caries Res* 34(5):395-403.

Lagerweij MD, Damen JJ, ten Cate JM (1996). The effect of a fluoridated toothpaste on dentinal lesions in plaque-filled grooves: an intra-oral crossover study. *J Dent Res* 75(9):1687-91.

Lagerweij MD, ten Cate JM (2002). Remineralisation of enamel lesions with daily applications of a high-concentration fluoride gel and a fluoridated toothpaste: an in situ study. *Caries Res* 36(4):270-4.

Llodra JC, Rodriguez A, Ferrer B, Menardia V, Ramos T, Morato M (2005). Efficacy of silver diamine fluoride for caries reduction in primary teeth and first permanent molars of schoolchildren: 36-month clinical trial. *J Dent Res* 84(8):721-4.

Lo EC, Schwarz E, Wong MC (1998). Arresting dentine caries in Chinese preschool children. *Int J Paediatr Dent* 8(4):253-60.

Luan W, Baelum V, Fejerskov O, Chen X (2000). Ten-year incidence of dental caries in adult and elderly Chinese. *Caries Res* 34(3):205-13.

Maggio JJ, Hausmann EM, Allen K, Potts TV (1990). A model for dentinal caries progression by digital subtraction radiography. *J Prosthet Dent* 64(6):727-32.

Maia LC, de Souza IP, Cury JA (2003). Effect of a combination of fluoride dentifrice and varnish on enamel surface rehardening and fluoride uptake in vitro. *Eur J Oral Sci* 111(1):68-72.

Maltz M, de Oliveira EF, Fontanella V, Bianchi R (2002). A clinical, microbiologic, and radiographic study of deep caries lesions after incomplete caries removal. *Quintessence Int* 33(2):151-9.

Maltz M, Barbachan e Silva B, Carvalho DQ, Volkweis A (2003). Results after two years of non-operative treatment of occlusal surface in children with high caries prevalence. *Braz Dent J* 14(1):48-54.

Martignon S, Ekstrand KR, Ellwood R (2006). Efficacy of sealing proximal early active lesions: an 18-month clinical study evaluated by conventional and subtraction radiography. *Caries Res* 40(5):382-8.

Mejare I, Stenlund H, Zelezny-Holmlund C (2004). Caries incidence and lesion progression from adolescence to young adulthood: a prospective 15-year cohort study in Sweden. *Caries Res* 38(2):130-41.

Mellberg JR, Sanchez M (1986). Remineralization by a monofluorophosphate dentifrice in vitro of root dentin softened by artificial caries. *J Dent Res* 65(7):959-62.

Mikrogeorgis G, Lyroudia K, Molyvdas I, Nikolaidis N, Pitas I (2004). Digital radiograph registration and subtraction: a useful tool for the evaluation of the progress of chronic apical periodontitis. *J Endod* 30(7):513-7.

Mukai Y, Lagerweij MD, ten Cate JM (2001). Effect of a solution with high fluoride concentration on remineralization of shallow and deep root surface caries in vitro. *Caries Res* 35(5):317-24.

Mukai Y, ten Cate JM (2002). Remineralization of advanced root dentin lesions in vitro. *Caries Res* 36(4):275-80.

Nyvad B, Fejerskov O (1986). Active root surface caries converted into inactive caries as a response to oral hygiene. *Scand J Dent Res* 94(3):281-4.

Nyvad B, ten Cate JM, Fejerskov O (1989). Microradiography of experimental root surface caries in man. *Caries Res* 23(4):218-24.

Nyvad B, ten Cate JM, Fejerskov O (1997). Arrest of root surface caries in situ. *J Dent Res* 76(12):1845-53.

Nyvad B, Machiulskiene V, Baelum V (1999). Reliability of a new caries diagnostic system differentiating between active and inactive caries lesions. *Caries Res* 33(4):252-60.

Paes Leme AF, Tabchoury CP, Zero DT, Cury JA (2003). Effect of fluoridated dentifrice and acidulated phosphate fluoride application on early artificial carious lesions. *Am J Dent* 16(2):91-5.

Petersson LG, Kambara M (2004). Remineralisation study of artificial root caries lesions after fluoride treatment. An in vitro study using electric caries monitor and transversal micro-radiography. *Gerodontology* 21(2):85-92.

Pitts NB (2004). Are we ready to move from operative to non-operative/preventive treatment of dental caries in clinical practice? *Caries Res* 38(3):294-304.

Poorterman JH, Weerheijm KL, Aartman IH, Kalsbeek H (2003). Radiographic dentinal caries and its progression in occlusal surfaces in Dutch 17-year-olds: a 6-year longitudinal study. *Caries Res* 37(1):29-33.

Projeto\_SB\_Brasil\_2003 (2004). Condições de Saúde Bucal da população Brasileira 2002-2003. Brasília-DF.

Queiroz CS (2004). Modelos de estudos in vitro para avaliar o efeito do fluoreto na desmineralização e remineralização do esmalte e dentina. Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

Ricketts DN, Ekstrand KR, Martignon S, Ellwood R, Alatsaris M, Nugent Z (2007). Accuracy and reproducibility of conventional radiographic assessment and subtraction radiography in detecting demineralization in occlusal surfaces. *Caries Res* 41(2):121-8.

Schupbach P, Lutz F, Guggenheim B (1992). Human root caries: histopathology of arrested lesions. *Caries Res* 26(3):153-64.

Serra MC, Sartini Filho R, Cury JA (1989). Incorporação e retenção de flúor em esmalte e dentina após aplicação tópica de flúor fosfato acidulado. *RBO* 46(1):18-23.

Souza-Nétto OB (1999). Avaliação do potencial remineralizante do diaminofluoreto de prata a 30% (Saluoraide di Walter) e do verniz a base de fluoreto de sódio (Duraphat) aplicados topicamente em dentina bovina desmineralizada artificialmente – estudo in situ. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina.

ten Cate JM, Buijs MJ, Damen JJ (1995). pH-cycling of enamel and dentin lesions in the presence of low concentrations of fluoride. *Eur J Oral Sci* 103(6):362-7.

ten Cate JM (2001). Remineralization of caries lesions extending into dentin. *J Dent Res* 80(5):1407-11.

ten Cate JM (2005). Interações químicas entre o Dente e os fluidos orais. In: *Cárie Dentária: A Doença e o Seu Tratamento Clínico*. São Paulo: Editora Santos, pp. 49-69.

Turssi CP, Lima RQ, Faraoni-Romano JJ, Serra MC (2006). Rehardening of caries-like lesions in root surfaces by saliva substitutes. *Gerodontology* 23(4):226-30.

van Strijp AA, Buijs MJ, ten Cate JM (1999). In situ fluoride retention in enamel and dentine after the use of an amine fluoride dentifrice and amine fluoride/sodium fluoride mouthrinse. *Caries Res* 33(1):61-5.

Versteeg KH, van der Stelt PF (1995). Effect of logarithmic contrast enhancement on subtraction images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 80(4):479-86.

Zero DT (1995). In situ caries models. *Adv Dent Res* 9(3):214-30.

*Anexos*

## **7 Anexos**

### **7.1 Anexo 1**

#### **Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSC**



## 7.2 Anexo 2

### ORIENTAÇÕES AOS PARTICIPANTES

#### INTRUÇÕES GERAIS:

- Utilizar o dispositivo intrabucal diuturnamente, inclusive para dormir, removendo apenas durante as refeições.
- Durante QUALQUER tipo de refeição ou bebida (exceto água), remover o aparelho, mantendo-o envolvido em gaze úmida. Isso é muito importante para não ressecar os blocos. Isso também deve ser feito caso seja necessário manter o aparelho fora da boca por algum tempo (mas por favor, evite para não prejudicar o estudo).
- A sua alimentação não precisa ser alterada devido ao estudo. No entanto, lembre-se de que para mascar chicletes ou balas é necessário remover o aparelho da boca, e se isso ocorrer com demasiada frequência o estudo será comprometido. Por favor, colabore!
- Para a higiene bucal e higiene do dispositivo na parte em contato com o palato, utilize o dentífrico fornecido pelo pesquisador e a escova dental de sua preferência. O seu hábito de higiene bucal não precisa ser modificado por causa do estudo, porém não podem ser utilizados produtos antissépticos ou fluoretados para bochechos durante o experimento. **NÃO ESCOVAR A ÁREA DA TELA**, nem lavar com água corrente, somente com água destilada.
- **Aplicar a sacarose (o suficiente para embeber cada tela, aproximadamente 3 gotas) 6 vezes ao dia, em intervalos aproximados de 2 horas. Após deixar o aparelho descansar por 5 minutos e a seguir lavar com água destilada e recolocar em boca.**
- **Sugestão de horários: 8h, 10h, 12h, 14h, 16h, 18h. Pode ser alterado, mas não modificar muito os intervalos entre as aplicações. Não esquecer que mesmo após a última aplicação, o aparelho deve ser mantido em boca.**
- **O acúmulo de placa é bastante delicado, portanto evite jatos de água em cima das telas para não remover a placa.**
- **O Kit é composto por: dois frascos conta-gotas de solução de sacarose e dois frascos de água destilada.**

Agradeço pela sua colaboração!!!! Sem a sua participação, este estudo não poderia ser realizado.

Qualquer dúvida, entre em contato:

Carla Moreira Pitoni

(51) 84112702

### 7.3 Anexo 3

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

##### **Título da pesquisa**

Tratamento de lesões de cárie em dentina: Efeito de fluoretos de aplicação tópica.

##### **Pesquisadores responsáveis**

Carla Moreira Pitoni e Izabel Cristina Santos Almeida (professora orientadora)

##### **Objetivos da pesquisa**

Estudar a possibilidade de remineralização de lesões de cárie em dentina de dentes decíduos e permanentes, submetidas a diferentes tratamentos com fluoretos tópicos.

##### **Justificativa**

A possibilidade de remineralização de lesões ativas em esmalte já é consagrada na literatura. Quanto a lesões em dentina, existem estudos tanto *in vitro* quanto *in situ* mostrando a influência de fluoretos na progressão das lesões de cárie em dentina. No entanto, apesar de clinicamente ser observada a remineralização de lesões dentinárias, são raros os estudos *in situ* que abordam a inativação destas lesões, assim como a influencia da freqüência e concentração de fluoretos no tratamento de lesões dentinárias superficiais, tanto de dentes permanentes quanto de dentes decíduos.

##### **Procedimentos**

Será realizado um estudo *in situ*, com o uso de dispositivo intra-bucal palatino contendo blocos de dentina humana, que envolverá duas fases: Desmineralização (21 dias) e Remineralização (28 dias). A fase desmineralização será realizada com gotejamento de sacarose a 20% 6 vezes ao dia. A fase remineralização compreenderá 3 tratamentos:

Tratamento 1: aplicação de solução fluoretada simulando dentifrício fluoretado (DF) 3 vezes ao dia;

Tratamento 2: aplicação de DF 3 vezes ao dia e uma aplicação tópica de gel de flúor (ATF);

Tratamento 3: aplicação de DF 3 vezes ao dia e 4 ATFs.

A aplicação de DF será realizada pelo próprio participante e a ATF pelo pesquisador responsável.

##### **Desconfortos e riscos**

O dispositivo intra-bucal pode causar um leve desconforto, semelhante ao desconforto causado por um aparelho ortodôntico removível. Uma discreta halitose pode ser sentida durante o período experimental, o que é facilmente resolvida com adequada higiene do dispositivo intra-bucal.

**Benefícios**

O benefício será indireto, pois os participantes estarão contribuindo para o conhecimento sobre a remineralização de lesões em dentina, que pode ser futuramente utilizado em prol da população no tratamento de lesões de cárie.

**Acompanhamento e assistência**

Os pesquisadores envolvidos na pesquisa estarão à disposição para o ajuste no aparelho intra-bucal a fim de minimizar qualquer desconforto.

**Direito de desistência**

Os participantes têm o direito de desistir da participação na pesquisa, a qualquer momento, sem nenhum ônus nem necessidade de explicação.

**Garantia de esclarecimento**

Os pesquisadores estarão à disposição para qualquer esclarecimento quanto aos procedimentos realizados durante o estudo.

**Formas de ressarcimento**

Sempre que for conveniente, os participantes serão ressarcidos de eventuais despesas para o comparecimento para a realização das aplicações de flúor.

**Formas de indenização**

Não há danos previsíveis decorrentes desta pesquisa.

**Garantia de sigilo**

Os pesquisadores asseguram a sua privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. Todas as informações obtidas neste estudo serão utilizadas com finalidade científica, sem divulgação das pessoas envolvidas.

**Consentimento**

Declaro ter lido e compreendido integralmente as informações acima antes de assinar este documento, não restando dúvidas quanto ao conteúdo deste termo. Assim, livre de qualquer forma de constrangimento e coação, aceito participar deste estudo.

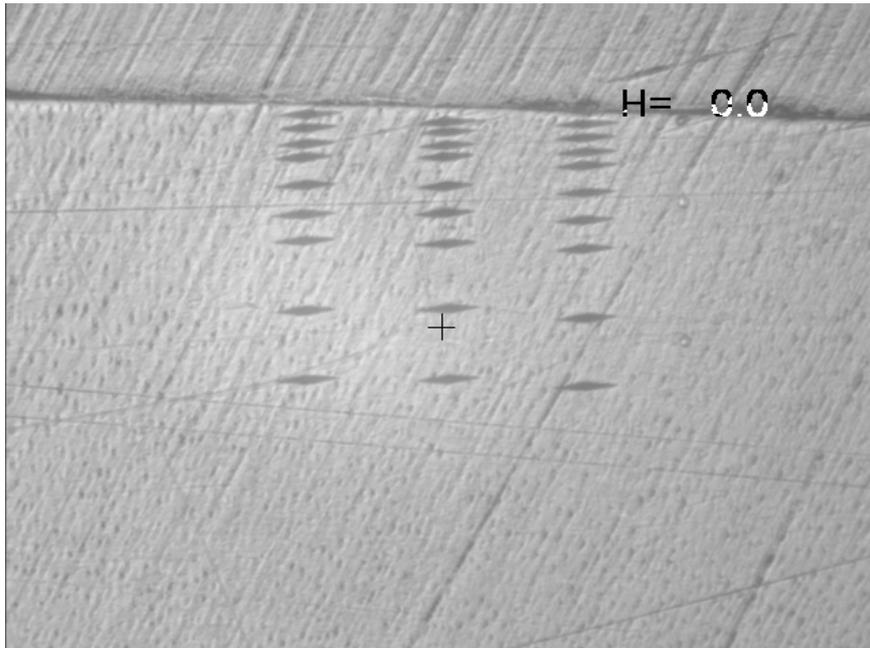
Nome do participante: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

A sua participação em qualquer tipo de pesquisa é voluntária. Qualquer dúvida quanto aos seus direitos, converse com os pesquisadores responsáveis.

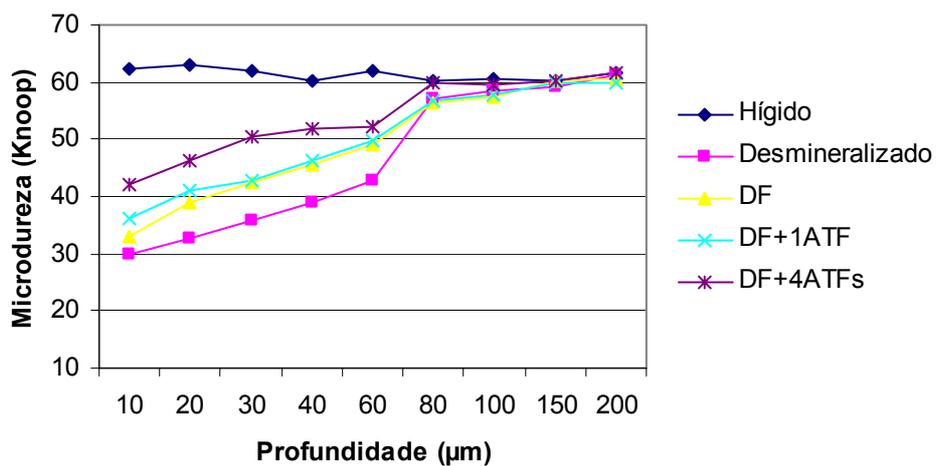
#### 7.4 Anexo 4



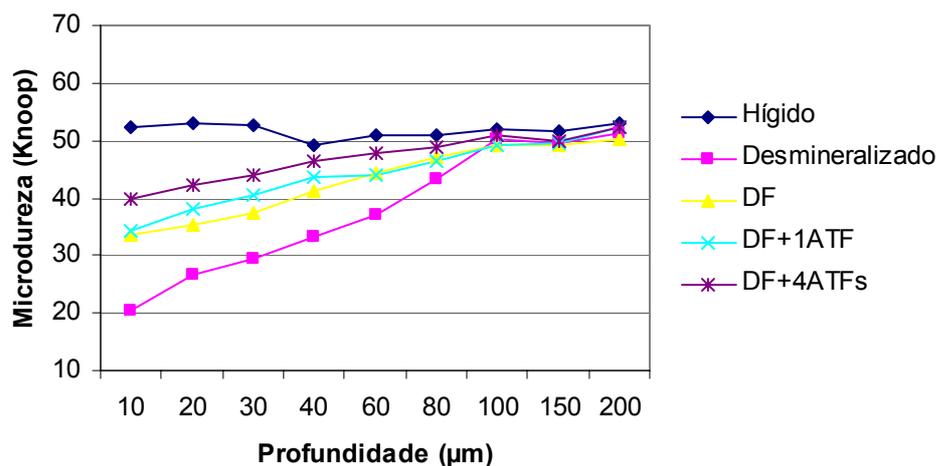
**Fig. 1:** Esquema das indentações para cálculo da microdureza Knoop.

## 7.5 Anexo 5

Gráficos ilustrativos das médias de microdureza transversa nos diferentes grupos experimentais, de acordo com a profundidade da indentação (distância da superfície).



Graf. 1: Médias de microdureza dos grupos experimentais, de acordo com a profundidade (dentes permanentes).



Graf. 2: Médias de microdureza dos grupos experimentais, de acordo com a profundidade (dentes decíduos).

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)