

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
MESTRADO EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO ODONTOPEDIATRIA

*Estudo comparativo da dureza e presença de flúor e prata
no esmalte decíduo humano hígido após aplicação do
fluoreto de diamino prata a 30%. Estudo "in vitro"*

CD. Bertha Angélica Chávez González

*Trabalho apresentado ao curso de Pós-Graduação em Odontologia,
área de concentração Odontopediatria, da Universidade Federal de
Santa Catarina, como parte dos requisitos para obtenção do grau de
Mestre em Odontologia.*

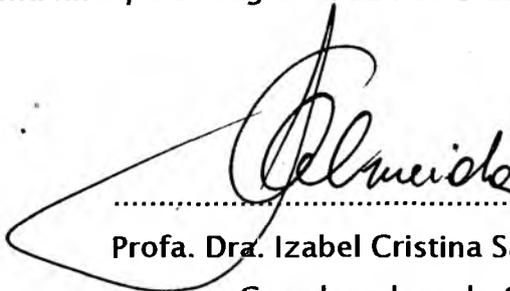
Orientadora : Profa. Dra. Izabel Cristina Santos Almeida

Co -Orientador : Prof. Dr. Roldão R. Urzêdo de Queiroz

*Florianópolis - SC
2000*

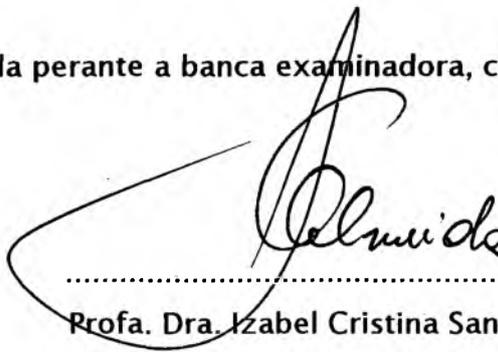
CHÁVEZ, GONZÁLEZ, B. A. **Estudo comparativo da dureza e presença de flúor e prata no esmalte decíduo humano hígido após aplicação do fluoreto de diamino prata a 30%. Estudo "in vitro".** Florianópolis 2000. 122p. Dissertação (Mestrado em Odontologia - Área de concentração Odontopediatria). Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de "Mestre em Odontologia" área de concentração Odontopediatria, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

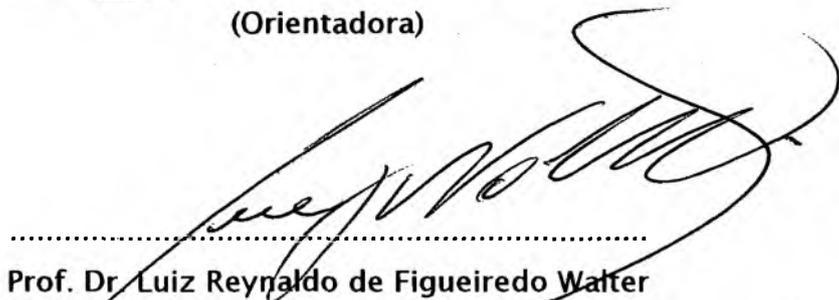


.....
Prof. Dra. Izabel Cristina Santos Almeida
Coordenadora do Curso

Apresentada perante a banca examinadora, composta pelos Professores:



.....
Prof. Dra. Izabel Cristina Santos Almeida
(Orientadora)



.....
Prof. Dr. Luiz Reynaldo de Figueiredo Walter



.....
Prof. Dr. Ricardo de Sousa Vieira

Dedico este trabalho a duas pessoas que são os pilares da minha vida :

*A **Martha**, minha mãe e minha melhor amiga,
por compreender a ausência física durante estes dois anos.
Somente nós sabemos quão difícil foi.
Obrigada por apoiar-me sempre com firmeza e doçura
e me ensinar que com esforço todos os meus sonhos podem
se converter em belas realidades.*

*A **Alberto**, meu marido,
por seu amor, ternura e alegria inesgotáveis,
por ser a voz amiga nos momentos de fraqueza,
por todos os momentos maravilhosos do dia-a-dia.
Você sabe, essa é minha fortaleza para seguir adiante.*

*São muitas as pessoas que contribuíram, de diferentes formas,
para a realização deste trabalho, mas sem a bênção de Deus, que esteve sempre presente,
nada poderíamos ter feito.....*

*Agradeço mais uma vez a **DEUS** por Sua imensa bondade,
por me cuidar sempre e ter colocado pessoas boas em meu caminho. Obrigada por tudo o
que recebi, especialmente nestes últimos anos, e sobretudo, obrigada, por ter tão pouco que
Te pedir e tanto a Te agradecer.*

À Universidade Federal de Santa Catarina pela oportunidade que me deu de fazer o Curso de Mestrado em Odontopediatria.

Ao Prof. Ricardo de Sousa Viera ex-coordenador do Curso de Pós-Graduação em Odontologia por ter me aceitado para fazer parte do Curso e à Profa. Izabel Cristina Santos Almeida atual coordenadora. Obrigada a vocês, por todos os esforços que realizaram e realizam para nos oferecer um curso de alto nível.

Ao Curso de Pós-Graduação em Odontologia – Área de concentração Odontopediatria da UFSC pelo financiamento desta pesquisa.

A todos os Professores do Curso do Mestrado, que contribuíram brilhantemente para minha formação docente, de maneira especial:

À Profa. Izabel, orientadora desta pesquisa, que me acolheu e estimulou nos momentos difíceis do início do curso, obrigada pela amizade durante estes dois anos, pela sua inteligente orientação e pela paciente interpretação de minhas redações em “portuñol”.

À Profa. Maria José, que participou de perto durante todo o desenvolvimento deste estudo, seu entusiasmo e dedicação à pesquisa são um exemplo,

À Profa. Vera, por ser para mim um exemplo de professora e pelas muitas demonstrações de amabilidade que sempre teve para comigo.

Todos vocês além de demonstrar que são excelentes profissionais, mostraram sempre sua qualidade como pessoas, tornando esta Universidade um exemplo de magistério e pesquisa.

Ao Prof. Dr. Maurício Lipinski e à Profa. Dra. Neide K. Kuromoto do Departamento de Física da UFPR, por sua inestimável ajuda durante a análise de dureza e pela amabilidade dispensada durante minha estada em Curitiba.

Ao Prof. Dr. Sérgio Torres de Freitas, pela orientação nas análises estatísticas,

à Profa. Eстера Muszkat Menezes, pela correção nas Normas da ABNT e

à Profa. Celeide Boechat, pela correção do português.

À Prof. Dra. Ana Maliska e os estagiários do Laboratório de materiais do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC pela orientação nas análises no M.E.V.

A Edson, Alessandra, Bento e Edgar do Laboratório da Química pela gentileza, com que sempre me atenderam, e à Msc. Jucélia Beatriz Dario pela realização das análises de absorção atômica.

À Ana Maria Vieira Frandolozo pelo auxílio e simpatia que me dispensou desde minha chegada ao Brasil, à Ivalda, Eva, Emerson e Michele pela atenção e presteza do dia-a-dia.. Às Bibliotecárias da Biblioteca Setorial do CCS, especialmente à Vera que me acompanhou nas longas horas de levantamento bibliográfico.

Às minhas companheiras do Curso por terem compartilhado estes dois anos de estudos, adaptação e agradável convivência.

Ao Franklin, por ter demonstrado de muitas maneiras a excelente pessoa que é, por sua amizade sincera em todo momento e pela ajuda nas fotografias.

À Juliana, minha parceira, pelas infinitas demonstrações de amizade e companheirismo desinteressado, características difíceis de serem encontradas nestes tempos.

Aos colegas da área de concentração Endodontia, pela amizade, de maneira especial à Profa. Ana, pela ajuda durante minha estada em Curitiba.

À Mercês e Otacílio, que sempre estiveram dispostos a me ajudar nas inúmeras dúvidas durante o desenvolvimento desta pesquisa e, ao Dr. Orlando Farias por toda a amabilidade e presteza com que sempre me ajudou.

A todos os meus amigos do mestrado em Aquicultura, especialmente à Patrícia “Priscila” pela sincera amizade e por todos os momentos compartilhados.

Aos meus conterrâneos em Florianópolis, com os quais matei saudade, obrigada pela amizade durante estes anos.

A todos os funcionários da UFSC que compartilharam meu dia-a-dia,

Todos vocês preencheram o vazio que deixa a família quando se está longe...

*Meu reconhecimento à **Universidad Nacional Mayor de San Marcos**
onde iniciei minha formação profissional.*

*Ao **Prof. Dr. Luiz Walter** e todo o pessoal da **Bebê - Clínica em Londrina**
que foram o meu primeiro contato com a Odontologia no Brasil.*

*Ao **Dr. Mário Elias**, amigo e professor, minha eterna gratidão,
seus conselhos foram fundamentais para minha vinda ao Brasil,
Obrigada pelo apoio que sempre demonstrou quando necessitei..*

*A **minha família** que compartilhou com alegria meus pequenos sucessos,
obrigada por todas as suas manifestações de carinho, a cada retorno,
em especial a minhas primas **Lucha e Nancy** as quais foram para mim um exemplo de
superação.*

*À **Ymelda e Ernesto** mais do que amigos, irmãos,
que durante este período compartilharam, à distância, as alegrias
e foram a palavra certa nos momentos difíceis.*

*A todos os **meus amigos**
por me ensinarem o verdadeiro sentido da amizade
“ que transcende fronteiras e tempo ”,
em especial a **Doty, Verito, Vilma, Lili, Ceci, Marlene, Maurício, kike e Miky** ...por seus
inúmeros e-mails, sempre foi bom receber notícias de vocês.*

AGRADECIMENTO ESPECIAL

*Ao Prof. Dr. Roldão de Queiroz,
que soube me guiar pelo fascinante mundo da Química.
Sua brilhante orientação, boa vontade e paciência foram
decisivos para a realização desta pesquisa.*

LISTA DE FIGURAS

-
- FIGURA 1: *Estereoscópio marca D. F. VASCONCELLOS modelo MU-M9. p. 41*
- FIGURA 2: *Seqüência de preparo dos blocos de esmalte decíduo. A: Superfície do esmalte cortada com o disco para a obtenção do bloco. B: Bloco de esmalte. C: Bloco fixado na base de resina acrílica com cera pegajosa pronto para acabamento e polimento. p.42*
- FIGURA 3: *Politriz marca AROTEC modelo APL 4. p. 44*
- FIGURA 4: *Microdurômetro marca CARL ZEISS JENA modelo MPH-160. p. 45*
- FIGURA 5: *Vista de indentações Vickers no esmalte do bloco 37b1 após teste de dureza. p. 45*
- FIGURA 6: *Diamino fluoreto de prata a 12%, a 10% e Fluoreto de diamino prata a 30%. p. 47*
- FIGURA 7: *Potenciômetro marca CORING modelo 220 com eletrodo íon-seletivo para flúor. p.48*
- FIGURA 8: *Comparação do teor de flúor em p.p.m. esperado e encontrado nas soluções de diamino fluoreto de prata a 12% e fluoreto de diamino prata a 30%. p.49*
- FIGURA 9: *Espectrômetro de absorção atômica marca HITACHI modelo 8230. p.49*
- FIGURA 10: *Comparação do teor de prata (g%) esperado e encontrado nas soluções de diamino fluoreto de prata a 12% e fluoreto de diamino prata a 30%. p.50*
- FIGURA 11: *Tipos de análises realizadas em cada dente. p.51*
- FIGURA 12: *Seqüência da delimitação da área teste do bloco de esmalte. A: Antes da colocação do adesivo. B: Depois da colocação do adesivo e coberto por esmalte de unha. C: Área teste delimitada em 4 mm² aproximadamente. p.53*
- FIGURA 13: *Seqüência da aplicação do fluoreto de diamino prata a 30%. A: Aplicação da solução por fricção com uma bolinha de algodão. B: lavagem com água destilada. p.54*
- FIGURA 14: *Blocos de esmalte humano decíduo após aplicação tópica de fluoreto de diamino prata a 30% imersos em saliva artificial. p.54*
- FIGURA 15: *Formato do indentador Vickers, mostrando ângulo de 136° entre as faces opostas. p.55*

- FIGURA 16: *Impressão residual da Indentação, com suas diagonais. p.55*
- FIGURA 17: *Metalizador marca BAL-TEC modelo SCD. p.57*
- FIGURA 18: *Microscópio eletrônico de varredura marca PHILLIPS modelo XL 30 acoplado a microssonda de Raios X EDAX. p.57*
- FIGURA 19: *Procedimento prévio para a análise química quantitativa: Lavagem dos blocos de esmalte com a solução de ácido nítrico $10^{-2}M$. p.59*
- FIGURA 20: *Comparação entre os valores médios da dureza Vickers inicial e final do esmalte após aplicação do FDP a 30%, utilizando uma carga de 160g durante 15 segundos (primeira etapa). p.64*
- FIGURA 21: *Comparação entre os valores médios da dureza Vickers inicial e final do esmalte após aplicação do FDP a 30% e imersão em saliva artificial durante sete, dias utilizando uma carga de 160g durante 15 segundos (segunda etapa). p.66*
- FIGURA 22 : *Comparação da diferença entre a dureza inicial e final de cada blocos nas duas etapas. p.67*
- FIGURA 23: *Aspecto poliédrico das estruturas na superfície do esmalte, característicos da prata, bloco 28b1. p.68*
- FIGURA 24: *Aspecto morfológico da superfície de esmalte polida sem formação de compostos do bloco controle 27b1 num aumento de 2000x (primeira etapa). p.70*
- FIGURA 25: *Aspecto morfológico da superfície de esmalte tipo camada, do bloco 14a1 num aumento de 2000x (primeira etapa). p.70*
- FIGURA 26: *Aspecto morfológico da superfície de esmalte tipo camada, do bloco 29b1 num aumento de 2000x (primeira etapa). p.71*
- FIGURA 27: *Aspecto morfológico da superfície de esmalte tipo acúmulos isolados, do bloco 35a1 num aumento de 2000x (primeira etapa). p.71*
- FIGURA 28: *Aspecto morfológico da superfície de esmalte tipo acúmulos aglomerados, do bloco 37a1 num aumento de 2000x (primeira etapa). p.72*
- FIGURA 29: *Aspecto morfológico da superfície de esmalte tipo acúmulos aglomerados, do bloco 14b1 num aumento de 2000x (segunda etapa). p.74*
- FIGURA 30: *Aspecto morfológico da superfície de esmalte tipo camada, do bloco 27c1 num aumento de 2000x (segunda etapa). p.74*

- FIGURA 31: *Espectrograma do bloco 10a1 (primeira etapa). p.76*
- FIGURA 32: *Espectrograma característico dos blocos da segunda etapa, bloco 28b1, correspondente à FIGURA 23. p.78*
- FIGURA 33: *Valores de flúor e prata absorvidos nas duas etapas da pesquisa.p.84*
- FIGURA 34 : *Comparação dos valores médios de cálcio liberado do esmalte nas duas etapas. p.85*
- FIGURA 35: *Teores de flúor e prata esperados e encontrados na solução de FDP a 30%. p.90*
- FIGURA 36: *Comparação dos valores médios da dureza Vickers inicial e final das duas etapas. p.93*
- FIGURA 37: *Microfotografia do bloco 2b1 num aumento de 15x (vista panorâmica). p.94*

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: *Composição do TISAB. p.48*

QUADRO 2: *Teor de flúor, prata e nível de pH das soluções de diamino fluoreto de prata a 12% e fluoreto de diamino prata a 30%. p.50*

QUADRO 3: *Composição da saliva artificial. p.54*

QUADRO 4: *Valores dos escores atribuídos ao aspecto morfológico superficial do esmalte dos blocos da primeira etapa observados pelo M.E.V., num aumento de 2000x. p.69*

QUADRO 5: *Valores dos escores atribuídos ao aspecto morfológico superficial do esmalte dos blocos da segunda etapa observados pelo M.E.V., num aumento de 2000x. p.73*

LISTA DE TABELAS

-
- TABELA 1: *Valores médios da dureza Vickers dos 49 blocos de esmalte decíduo selecionados para a pesquisa. p.46*
- TABELA 2: *Valores médios e desvios padrão da dureza Vickers inicial e final dos blocos de esmalte decíduo da primeira etapa. p.63*
- TABELA 3: *Valores médios e desvios padrão da dureza Vickers inicial e final dos blocos de esmalte decíduo da segunda etapa. p.65*
- TABELA 4: *Médias, desvios-padrão da dureza Vickers final do esmalte decíduo e valores do teste "t pareado" da análise de dureza Vickers superficial para as duas etapas. p.67*
- TABELA 5: *Valores da análise da espectroscopia de dispersão de energia dos elementos flúor, prata, cálcio e fósforo em peso percentual no esmalte decíduo após aplicação do FDP a 30% (primeira etapa). p.75*
- TABELA 6: *Valores da análise da Espectroscopia de dispersão de energia dos elementos flúor, prata, cálcio, fósforo e cloro em peso percentual (W%) no esmalte decíduo após aplicação do FDP a 30% e sete dias de imersão em saliva artificial (segunda etapa). p.77*
- TABELA 7: *Percentual do flúor absorvido pelo esmalte decíduo após aplicação do FDP a 30% (primeira etapa). p.80*
- TABELA 8 : *Percentual do flúor absorvido pelo esmalte decíduo após aplicação do FDP a 30% e imersão em saliva artificial durante sete dias (segunda etapa). p.81*
- TABELA 9: *Percentual de prata absorvida pelo esmalte decíduo após aplicação do FDP a 30% (primeira etapa). p.82*
- TABELA 10 : *Percentual da prata absorvida pelo esmalte decíduo após aplicação do FDP a 30% e imersão em saliva artificial durante sete dias (segunda etapa). p.83*
- TABELA 11: *Valores de cálcio liberado pelo esmalte ($\mu\text{g/ml}$) nas duas etapas da pesquisa. p.85*

LISTA DE ABREVIATURAS

A	Ângstron
A.A	Absorção Atômica
E.D.E.	espectroscopia de dispersão de energia
FDP	fluoreto de diamino prata
g%	grama/100 mililitros
Hv	Unidade de dureza Vickers
I.S.E	Electrodo íon-seletivo
KHN	Unidade de dureza Knoop
M.E.V	Microscópio Eletrônico de Varredura
T.I.S.A.B	Tampão de ajuste total da força iônica
µg/ml	micro-gramas por mililitro
W%	Peso percentual

CHÁVEZ, GONZÁLEZ, B. A. Estudo comparativo da dureza e presença de flúor e prata no esmalte humano decíduo hígido após aplicação do fluoreto de diamino prata a 30%. Estudo "in vitro". Florianópolis 2000. 122p. Dissertação (Mestrado em Odontologia - Área de concentração Odontopediatria). Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

RESUMO

Este estudo "in vitro" em esmalte humano decíduo hígido, teve como objetivo avaliar a dureza e determinar a presença de flúor e prata após aplicação da solução de fluoreto de diamino prata a 30% (primeira etapa) e depois de sete dias de imersão em saliva artificial (segunda etapa).

A amostra foi constituída de 49 blocos de esmalte com valores de dureza que variavam de 300 - 400 Hv, que participaram das duas etapas. Estes blocos foram divididos em dois fragmentos num deles, realizou-se a análise de dureza superficial utilizando-se o indentador Vickers com uma carga de 160g durante 15 segundos e posteriormente observaram-se os aspectos morfológicos do esmalte por microscopia eletrônica de varredura e, simultaneamente, determinou-se a presença de elementos flúor, prata, cálcio e fósforo mediante a espectroscopia de dispersão de energia. No outro fragmento, fez-se a análise química quantitativa para determinar a quantidade de flúor e prata absorvidos pelo esmalte e cálcio liberado, por meio de íon seletivo para flúor e absorção atômica.

Em relação á dureza, observou-se na primeira etapa, um aumento, cuja média passou de 324.09 Hv para 355.54 Hv, resultado estatisticamente significativo ($t = -3.46$, $p = 0.0026$). Na segunda etapa a média aumentou de 340.07 Hv para 363.60 Hv, resultado estatisticamente significativo ($t = -3.40$, $p = 0.003$).

Na relação entre dureza e os elementos estudados observou-se correlação baixa, entretanto estatisticamente significativa para a prata onde o valor de r foi igual a 0,162.

Na análise química quantitativa os íons flúor e prata foram absorvidos pelo esmalte, praticamente na sua totalidade (mais de 99%).

A observação pelo M.E.V. mostrou formações poliédricas características da prata as quais foram confirmadas pela análise química qualitativa e semi-quantitativa da espectroscopia de dispersão de energia.

Como conclusão observou-se que a solução incrementou a dureza do esmalte decíduo nas duas etapas, e esta estava relacionada à presença da prata, resultado estatisticamente significativo.

CHÁVEZ, GONZÁLEZ, B. A. *A comparative study of the hardness and the fluoride and silver presence in sound deciduous human enamel tooth from the application of diamine silver fluoride solution at 30%. "In vitro" study.* Florianópolis 2000. 122p. Dissertation (Master in Dentistry - Pedodontic Concentration Area). Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

ABSTRACT

The aim of the "in vitro" study in sound human enamel deciduous tooth, was to both evaluate and determine the hardness and the presence of fluoride and silver trace after application of diamine silver fluoride solution of 30% (first stage), and after seven days of immersion in artificial saliva (second stage).

The sample was composed of 49 enamel blocks which ranged in hardness from 300 - 400 Hv, and were used in the two stages. These blocks were divided in two fragments, where the first was made into a hardness superficial test with a Vickers indenter by applying a load of 160g for 15 seconds, morphological aspects of enamel were then tested by the scanning electronic microscopy. Simultaneously of the last test the presence of fluoride, silver, calcium and phosphorus elements was determined by the spectroscope of energy dispersion. From the second fragment a quantitative chemical test was made to determine both fluoride and silver amounts absorbed and the calcium discharged from the enamel, by the selective ion to fluoride and atomic absorption methodologies.

In the first stage an increase in the hardness was observed from a mean of 324,09 Hv to 355,54 Hv, with a statistically significant result ($t = -3.46$, $p = 0.0026$). In the second stage the increase of the mean of 340,07 to 363,60 Hv was also statistically significant ($t = -3.46$, $p = 0.0026$). Between the hardness and the elements tested, the relationship had a low correlation, nevertheless it was statistically significant for silver where the amount was 0,162 Hv.

In the quantitative chemical test both fluoride and silver ions were completely absorbed by the human enamel (high 99%).

The S.E.M. observation showed polyhedral forms characteristic of silver which were confirmed by the qualitative and semi-quantitative chemical analysis by the spectroscope of energy dispersion methodology.

The observed conclusions showed that the solution increases the hardness of the enamel deciduous tooth in the two stages, and this hardness has a statistically significant relationship with the silver presence in the enamel.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	p. ix
LISTA DE QUADROS	p. xii
LISTA DE TABELAS	p. xiii
LISTA DE ABREVIATURAS	p. xiv
RESUMO	p. xv
ABSTRACT	p. xvi
1 INTRODUÇÃO	p. 1
2 REVISÃO DA LITERATURA	p. 5
2.1 Características do esmalte decíduo	p. 6
2.2 Dureza do esmalte	p. 9
2.3 Mecanismo de ação do flúor no esmalte	p. 15
2.4 Mecanismo de ação do fluoreto de diamino prata (FDP)	p. 25
3 PROPOSIÇÃO	p. 36
4 MATERIAIS E MÉTODOS	p. 38
4.1 Procedimentos prévios	p. 41
4.1.1 Dentes	p. 41
• Avaliação da morfologia superficial no estereoscópio	p. 41
• Blocos de esmalte	p. 42
□ Confeccção	p. 42
□ Acabamento e polimento	p. 43
□ Delimitação da amostra de acordo com a dureza superficial	p. 44
4.1.2 Solução de fluoreto de diamino prata	p. 47
• Determinação do nível de pH	p. 47
• Determinação do teor de flúor	p. 48
• Determinação do teor de prata	p. 49

4.2	<i>Etapa experimental</i>	p. 53
4.2.1	<i>Aplicação da solução de FDP a 30% e Imersão em saliva artificial.</i>	p. 53
4.2.2.	<i>Análises dos blocos de esmalte</i>	p. 55
	• <i>Avaliação da dureza superficial por meio de microdurômetro</i>	p. 56
	• <i>Análise da morfologia da superfície pelo M.E.V.</i>	p. 58
	• <i>Análises químicas</i>	p. 58
	□ <i>Qualitativa: espectroscopia de dispersão de energia</i>	p. 58
	□ <i>Quantitativa: absorção atômica e eletrodo-íon-seletivo</i>	p. 58
4.2.3	<i>Análise estatística</i>	p. 60
5	RESULTADOS	p. 61
5.1	<i>Dureza superficial do esmalte</i>	p. 63
	• <i>Primeira etapa</i>	p. 63
	• <i>Segunda etapa</i>	p. 64
5.2	<i>Morfologia superficial através da microscopia eletrônica de varredura</i>	p. 68
	• <i>Aspectos morfológicos dos blocos da primeira etapa</i>	p. 69
	• <i>Aspectos morfológicos dos blocos da segunda etapa</i>	p. 73
5.3	<i>Análises Químicas</i>	p. 75
	□ <i>Qualitativa</i>	p. 75
	□ <i>Quantitativa</i>	p. 79
6	DISCUSSÃO	p. 86
7	CONCLUSÕES	p.105
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	p.107
9	ANEXOS	p.118

INTRODUÇÃO

A menor espessura do esmalte dos dentes decíduos e menor porcentagem de minerais na sua constituição, fazem estes dentes mais vulneráveis à dissolução ácida, o que os torna mais suscetíveis aos processos patológicos, razão pela qual estes surgem muitas vezes precocemente, comprometendo rapidamente a dentina, bem como originando uma rápida e extensa cavitação (MORTIMER 1970; ARAÚJO, 1982).

A doença cárie continua sendo um problema que exige atenção prioritária da Odontologia e em especial da Odontopediatria, porque apesar do avanço no campo dos biomateriais, as estatísticas evidenciam que os atuais tratamentos ainda não são eficazes no controle desta doença, principalmente na dentição decídua. Por esta razão, programas que visem a saúde bucal de amplo alcance e que permitam a redução da alta prevalência desta doença são importantes sobretudo na população de baixo nível sócio-econômico e em pacientes de pouca idade cuja imaturidade impede a realização de tratamentos convencionais.

Isto sugere a necessidade de um tratamento especial nesses pacientes com a utilização de produtos que além de recuperarem dentes comprometidos, melhorem, principalmente, a sua resistência, frente aos desafios cariogênicos que a todo momento ocorrem na cavidade bucal.

Desde 1942 quando Bibby deu início aos estudos relacionados à aplicação tópica de flúor, pesquisas clínicas e laboratoriais têm demonstrado a eficácia deste método, observada por uma redução significativa da prevalência e incidência da cárie dentária (VILLENA & CORREA 1998).

Considera-se que a ação preventiva do uso tópico de flúor mais concentrado deva-se à formação e à lenta dissolução de fluoreto de cálcio, principal produto da reação flúor-apatita dentária, cuja dissolução é o ponto chave deste efeito (Mc CANN, 1968; FEJERSKOV, THYLSTRUP, LARSEN, 1981;

DIJKMAN, BOER, ARENDS, 1983; CHRISTOFFERSEN *et al.*, 1988; SAXEGAARD & ROLLA, 1988; SAXEGAARD, LAGERLOF, ROLLA, 1988; SERRA, SARTINI, CURY, 1989; ARENDS & CHISTOFFERSEN, 1990; ROLLA & SAXEGAARD, 1990; OGAARD, 1990; WHITE & NANCOLLAS, 1990; BRUNN & GIVSKOV, 1991; LARSEN & BRUNN, 1995). Apesar desta característica, a dissolução deste composto ocorre sempre que o pH da saliva desce abaixo de 5,5; daí a razão para a recomendação de utilização freqüente e regular dos produtos fluoretados sejam soluções, géis ou água de abastecimento.

A união do íon flúor com a prata sob a forma da solução de fluoreto de diamino prata $Ag(NH_4)_2F$ tem demonstrado por inúmeras pesquisas NISHINO (1969); MORITANI *et al.* (1970); YAMAGA (1972); SUZUKY *et al.* (1974); SUZUKI (1973); MORIWAKI *et al.* (1974); OKAMOTO, NONOMURA, SOBUE (1975); SUZUKI *et al.* (1976); IGARASHI (1978); SHIMIZU & KAWAGOE (1976); TSUTSUMI (1981a) (1981b); BIJELLA *et al.* (1991); ALMEIDA *et al.* (1994); HIHARA (1994); YAMAGA *et al.* (1994); SOUZA, FOSSATI, SOUZA (1996); que mesmo quando é aplicada em intervalos irregulares ou períodos de até três meses, mantém característica de paralisação de lesões de cárie e prevenção da doença.

Para NISHINO (1969); SHIMIZU & KAWAGOE (1976); SUZUKY *et al.* (1974); MORIWAKI *et al.* (1974); NAGAO (1979), a ação conjunta dos íons flúor e prata, em contato com a estrutura dentária, forma fluoreto de cálcio e fosfato de prata, compostos considerados mais estáveis e menos solúveis ao meio bucal, aspectos que conferem maior resistência à estrutura dentária além da eficácia na inibição antibacteriana devido à ação do íon prata sobre microorganismos cariogênicos (SUZUKI, SOBUE, SUGINAKA, 1976; IGARASHI, 1978).

Considerando a aplicabilidade desta solução como um tratamento alternativo ao convencional, cuja eficácia em relação ao efeitos cariostático e

anticariogênico na dentição decídua têm sido comprovados através de inúmeras pesquisas NISHINO (1969); MORITANI et al.(1970); SUZUKI (1973); MORIWAKI et al. (1974); TSUTSUMI (1981); BIJELLA et al. (1991); ALMEIDA et al. (1994); MEDEIROS et al. (1998), decidiu-se fazer esta pesquisa "in vitro" com objetivo de observar quais os elementos presentes após a aplicação do fluoreto de diamino prata a 30% no esmalte, e avaliar as alterações de dureza que esta solução fluoretada proporciona ao esmalte do dente decíduo.

REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Características do esmalte dentário decíduo

O esmalte dentário foi definido por LARSEN & BRUNN (1995), como a superfície externa do dente, sólida e microporosa composta por cristais firmemente unidos. O seu principal componente inorgânico são esses cristais (fosfato de cálcio cristalino) que representam 96% do tecido, já o material orgânico corresponde a apenas 1% e é composto principalmente pela proteína enamulina. Embora os cristais estejam firmemente ligados, existem entre eles finos espaços intercristalinos preenchidos por água, que representa 3% de sua composição, formando assim, uma delicada rede de vias de difusão, também conhecida como microporos do esmalte.

MORTIMER (1970) realizou uma pesquisa em 190 dentes decíduos, com o objetivo de comprovar o nível de mineralização do esmalte através da microradiografia e encontrou menos conteúdo mineral ao nível do esmalte interno, nas cúspides e nas fôssulas, enquanto que, ao nível cervical, observou um alto conteúdo mineral, e o nível máximo de mineralização em dentes decíduos foi cerca de 90%. Não obstante, níveis tão baixos como 80,6% foram registrados também. Observou-se ainda, que o esmalte decíduo, geralmente, tem a metade da espessura quando comparado ao do permanente. E devido à menor percentagem de minerais na sua constituição, os dentes decíduos têm uma maior vulnerabilidade à dissolução ácida, o que os torna mais suscetíveis aos processos patológicos, razão pela qual esses surgem muitas vezes precocemente, comprometendo rapidamente a dentina.

LAKOMAA & RYTÖMAA (1977) realizaram uma pesquisa em esmalte decíduo na qual separaram o esmalte da dentina e avaliaram a concentração de 12 elementos da composição de ambos. Observaram nos dentes decíduos que a maioria dos elementos estiveram presentes numa concentração mais alta no esmalte do que na dentina, entretanto o magnésio foi maior na

dentina. Quando compararam dentes decíduos e permanentes observaram que o decíduo, ao nível do esmalte, contém mais potássio e manganês e menos sódio e zinco, e na dentina, mais potássio e magnésio.

De acordo com ARAÚJO (1982), o dente decíduo tem um menor gradiente de concentração mineral, além de ter a metade da espessura do esmalte, em comparação com o permanente. Estas características o tornam mais permeável, facilmente desgastável e menos resistente, fatores que influenciam na velocidade de progressão da cárie.

Segundo EINSPAHR & BUGG (1984), algumas zonas da superfície do esmalte são áreas de risco à cárie pela sua anatomia e por possuírem uma relativa inacessibilidade dos fatores que aumentam sua resistência, como os compostos fluoretados. Contudo, análises químicas revelam que, embora somente uma pequena porcentagem dos radicais hidroxila do esmalte maduro sejam ocupados por íons flúor, esses podem aumentar a estabilidade estrutural da apatita, tendo como resultado a proteção contra os processos de desmineralização nas lesões de cárie, aumentando a média de remineralização.

HATTAB (1986) estudou a difusão do fluoreto através do esmalte, e constatou que o transporte de uma substância (íon, molécula ou complexo) através deste tecido é governado por fatores como as propriedades estruturais e físico-químicas do esmalte, a reatividade do tipo de difusão com o mineral do esmalte (adsorção ou trocas iônicas) e se a difusão ocorre através de ambas as fases líquida e sólida. Destacou que o esmalte se comporta como uma membrana seletiva de íons, com um certo efeito peneira-molecular, incorporando ou absorvendo íons flúor na rede cristalina, quando este se encontra disponível no meio bucal.

Para TEN CATE (1994), o flúor nos tecidos duros pode se apresentar incorporado internamente à estrutura do cristal ou como parte da trama cristalina, absorvido forte ou fracamente à superfície a partir do crescimento de cristais secundários como fluoreto de cálcio. O autor considera o flúor firmemente incorporado menos importante que o flúor presente nos fluidos durante o processo de des-remineralização.

LARSEN & BRUNN (1995) destacaram que entre os principais componentes do esmalte estão os elementos da hidroxiapatita, cálcio, fosfato e hidroxila, bem como outros componentes em quantidades menores, os quais encontram-se distribuídos desigualmente e são facilmente liberados durante a dissolução deste tecido. Nas camadas superficiais do esmalte, a concentração é alta no caso do flúor, zinco, chumbo e de tendência oposta, no caso do sódio, carbonato e magnésio. A concentração de flúor, nas camadas externas do esmalte formado em região com área fluoretada, é de 3000 a 5000 p.p.m. Os autores consideraram que a solubilidade deste tecido aumenta aproximadamente 100 vezes quando o pH fica abaixo dos níveis considerados fisiológicos, e, com a queda deste, há uma mudança no comportamento do fluido na superfície do esmalte, que passa de uma condição de supersaturação para subsaturação em relação ao fosfato de cálcio, sendo a concentração de cálcio e fosfato insuficiente para contrabalançar sua dissolução. Quando o esmalte é exposto aos ácidos, os minerais são removidos ou dissolvidos do mineral sólido (o cristal), assim, apenas uma leve remoção mineral reduz o tamanho do cristal, resultando numa ampliação dos espaços inter-cristalinos que podem ser observados num aumento da porosidade do tecido, razão pela qual o esmalte desmineralizado é mais poroso.

2.2 Dureza do esmalte

A dureza foi definida por EICK (1981) como a resistência à deformação permanente de uma superfície submetida a uma penetração. O teste de dureza consiste em penetrar uma ponta de diamante sobre um corpo de prova sob uma carga e tempo previamente determinados, e a depressão que se produz é medida microscopicamente em micrômetros e convertida em unidades Vickers ou Knoop, segundo o indentador utilizado.

O indentador Vickers é um diamante de forma geométrica piramidal que possui quatro faces, tendo um ângulo de 136° formado entre as faces opostas do penetrador de diamante.

PHILLIPS, MARJORIE, SWARTZ (1948) consideraram requisito absolutamente essencial para a análise de dureza, o uso de superfícies planas e bem polidas, pois áreas curvas ou riscadas comprometeriam o teste. Recomendaram também a manutenção do ângulo, a intensidade da luz e o foco do microscópio, bem como a realização de todas as medições, preferencialmente feitas por uma mesma pessoa.

CALDWELL et al. (1957) pesquisaram a dureza do esmalte em 6 dentes decíduos e encontraram para os incisivos um valor de 272 ± 26 Hv, para os caninos 303 ± 16 Hv, e em molares, encontraram valores de 357 ± 56 e 399 ± 35 Hv. Os autores concluíram que as variações de dureza podem ser encontradas em superfícies de um mesmo dente.

CRAIG & PEYTON (1958) realizaram uma pesquisa "in vitro" em dentes hígidos totalmente formados, com o objetivo de determinar a dureza do esmalte e da dentina em três regiões em relação à superfície oclusal. Para isto, usaram um indentador Knoop sob uma carga de 50g por 15 segundos. Como resultado, observaram uma grande variação da dureza do esmalte na região antes da superfície oclusal, entretanto, não significativa estatisticamente,

tendo sido a média global da dureza do esmalte de 343+- 23 KHN. Por esta razão, os autores concluíram que a dureza do interior do esmalte é comparável à sua dureza superficial.

RYGE, FOLEY, FAIRHURST (1961) realizaram uma pesquisa na qual avaliaram com teste de dureza Vickers e Knoop a relação de dependência entre a dureza e a carga utilizando cargas de 1, 5, 25, 50, 100, 1000, 10000 gramas em vários materiais odontológicos, dentre eles metilmetacrilato, cimento de silicato, ouro tipo B e D, amálgama dental, entre outros e estruturas dentárias como dentina e esmalte. Os autores demonstraram que a dureza foi dependente da carga empregada em todos os materiais testados, particularmente quando se usaram cargas baixas, tendo o coeficiente de variação decrescido com o incremento da carga. Também, quando utilizaram uma carga muito baixa, 25g ou menos, a dependência dureza-carga foi mais pronunciada para o indentador Vickers. Estas observações sugerem que os testes de dureza, usando cargas menores que 25g, são indesejáveis para a maioria dos materiais usados em odontologia. E esclareceram ainda que estes testes são freqüentemente chamados de "microdureza", embora o termo mais exato seja "dureza de micro-indentação", devido às baixas cargas que os indentadores transportam.

DAVIDSON, HOEKSTRA, ARENDS (1974) realizaram uma pesquisa em dentes permanentes relacionando as mudanças da dureza do esmalte com o decréscimo da concentração de cálcio depois de uma lenta descalcificação e de um ataque ácido. Os autores observaram como valor de dureza inicial para o esmalte 367+- 17 Hv e a superfície externa, que cobria a área descalcificada, possuía uma elevada dureza em comparação com a superfície interna. No esmalte atacado, a dureza, a área de penetração ácida e o conteúdo de cálcio foram mais baixos comparados ao esmalte hígido e na área descalcificada, a

dureza foi muito baixa. Na área atacada com ácido, esta foi reduzida a aproximadamente 50%. Finalmente, concluíram que, em relação ao cálcio, a menor concentração, bem como os menores valores de dureza, são mais afetados pelo tempo de descalcificação. Indicaram que o problema da avaliação da dureza do esmalte é a mecânica anisotrópica do tecido, e consideraram a dureza deste tecido como uma propriedade fisiológica essencial, além de destacar que o conteúdo mineral e a ultraestrutura do esmalte contribuem, principalmente, para a dureza do tecido, devido à sua fase inorgânica quando maduro, o que corresponde a 95% do total do peso e 87% do total do volume. Por conseguinte, a concentração do cálcio é um parâmetro importante para avaliar os processos de mineralização, desmineralização e remineralização.

Segundo KOULOURIDES & HOUSCH (1983), os testes de dureza mensuram as mudanças na resistência da superfície dos tecidos duros do dente à penetração dos indentadores. Estas mudanças ocorrem em função do grau de porosidade da superfície do esmalte e/ou dentina. Os autores consideraram a análise de dureza do esmalte e da dentina como um método adequado para avaliar as perdas e ganhos minerais dos fenômenos de desremineralização e, por conseqüência, do desenvolvimento de lesões de cárie.

WHITE (1987) considerou a análise de dureza como um método confiável para a mensuração do esmalte reativo pelas suas características de não invasividade e fácil uso, além disso, afirmou que este método é sensível para detectar os efeitos dos tratamentos de remineralização em lesões iniciais de cárie.

HERKSTRÖTER et al. (1989) avaliaram em blocos de esmalte e dentina permanente sadios e desmineralizados, humanos e bovinos, as alterações

dimensionais, após as indentações, durante cinco dias sob uma carga de 500g durante dez segundos.

O grau de desmineralização não foi destrutivo e as amostras foram armazenadas em algodão úmido. Após este período os autores concluíram que as alterações observadas no esmalte foram desprezíveis, embora na dentina houvesse uma contração da indentação a partir do primeiro dia, com alterações significantes nas primeiras 24 horas.

KODAKA et al. (1992) pesquisaram a dureza das áreas externas, média e interna do esmalte em 10 pré-molares hígidos de pacientes de 9 a 12 anos de idade. Foram feitas 5 indentações Vickers sob uma carga de 25 g por 15 segundos e logo após, estas áreas foram analisadas pela microscopia eletrônica de varredura e espectroscopia de dispersão de energia. Observaram que os valores de dureza e a concentração de cálcio e flúor decresceram, significativamente a partir da superfície externa. Esses resultados indicaram que os valores de dureza, em esmalte sadio, não refletiram diretamente os vários fatores físicos e químicos como a cristalização da apatita, a densidade e porosidade, o conteúdo orgânico ou proteína do esmalte, além de outros componentes minerais. Os autores concluíram que os valores de dureza indicam somente as mudanças grosseiras, mas não as pequenas diferenças no conteúdo orgânico e mineral.

De acordo com ARENDS & BOSCH (1992) para mensurar os efeitos da desmineralização dos tecidos duros do dente pode-se utilizar o teste de microdurometria superficial. Os autores consideraram este um método qualitativo porque fornece evidências indiretas das trocas minerais sem quantificar contudo a perda ou o ganho de mineral, enquanto consideram a micro-radiografia transversal como um método que, efetivamente, quantifica e avalia os valores dessas trocas minerais. Não obstante consideram a relação

entre os valores das indentações de microdureza e o conteúdo mineral empírico, já que a quantificação do conteúdo mineral, segundo os autores, pode ser obtida somente mediante a técnica de micro-radiografia transversal. Além disto, destacaram a existência de diferentes tipos de mensuração de dureza, como por exemplo, utilizando-se indentador perpendicular ou paralelo. Na primeira situação é indispensável que as superfícies sejam planas e polidas e como resultados obtém-se informação de trocas minerais; na segunda situação provê informação indireta do conteúdo mineral e pode ser usado para quantificar provas de desmineralização e remineralização.

Salientaram que realizam-se esses testes principalmente no esmalte, já que, na dentina, seu uso é limitado, devido aos inúmeros problemas por causa de relaxamento de sua estrutura, que provoca alterações nas impressões.

Segundo PHILLIPS (1993) a dureza da superfície do esmalte é resultado da interação de inúmeras propriedades como: a resistência, o limite de proporcionalidade, a ductibilidade, a maleabilidade, resistência à abrasão e ao corte. Embora existam muitos testes para determinar a dureza da superfície, todos esses estão baseados na capacidade do material em resistir à penetração de uma ponta de diamante com uma carga específica e um tempo previamente determinado. Esta ponta produz uma depressão quadrada, cuja extensão é medida microscopicamente em micrômetros e convertida em unidades de dureza Vickers ou Knoop, e, o valor resultante será inversamente proporcional ao grau de dureza da estrutura.

Destacou ainda que estes testes são adequados para medir a dureza da estrutura do dente pela capacidade de medir a dureza de materiais muito finos e de regiões muito pequenas e materiais friáveis.

De acordo com ZERO et al. (1995) o método da microdureza superficial é suficientemente sensível para detectar os estágios de desmineralização do

esmalte e menos variável e susceptível a erros operacionais do que outros métodos.

Na pesquisa realizada por MEDERITH et al. (1996), em terceiros molares extraídos, os valores de dureza em unidades Knoop para o esmalte estavam na faixa de 272-440 KHN, sendo a carga selecionada no indentador de 4,9 N. Os autores consideraram que os resultados do cálculo de dureza nas diferentes distâncias da superfície do esmalte e do limite amelo-dentinário, demonstraram que, no esmalte hígido, os valores de dureza, de conteúdo mineral, bem como densidade, diminuem gradativamente da superfície em direção ao limite amelo-dentinário, sugerindo, que a dureza guarda uma relação com o conteúdo mineral do esmalte hígido e a profundidade da superfície do esmalte. Destacaram entretanto, que existem algumas limitações, quando se medem propriedades mecânicas de esmalte e dentina, devido à complexidade de suas estruturas, sendo difícil o cálculo de seus valores de dureza por causa das superfícies e sub-superfícies que podem sofrer algum dano durante os procedimentos prévios.

JOHANSSON, SORVARI, MEURMAN (1998), ao investigarem a susceptibilidade dos dentes decíduos e permanentes à erosão através da durometria, estabeleceram como valores médios normais de dureza para dentes decíduos de 299 Hv (sd=23) até 317 Hv (sd=25) e para permanentes 363 Hv (sd=25).

GOUVEIA (1999), numa pesquisa realizada com o objetivo de avaliar a dureza do esmalte de dentes decíduos erodidos pelo suco de laranja, observou depois de realizar 5 indentações sob uma carga de 50g durante 15 segundos, encontrou como valor de dureza média para os dois grupos de 20 dentes anteriores, 370,32 Hv (sd=9,78) e 370,96 Hv (sd=13,6).

2.3 Do mecanismo de ação do flúor no esmalte

Mc CANN (1968), estudando a solubilidade da fluorapatita e do fluoreto de cálcio, observou que, em pH próximo ou abaixo de 6, a fluorapatita poderia ser sintetizada e solubilizada, em taxas variáveis. Assim, quando usaram soluções ácidas, mais flúor podia ser incorporado à hidroxiapatita para formar fluorapatita, porém, em pH próximo a 4.5, as concentrações de cálcio (Ca^{+2}) e flúor (F) dissolvidos da fluorapatita eram suficientes para igualar os produtos de solubilidade do fluoreto de cálcio (CaF_2), e acima deste pH, o CaF_2 tendia a se precipitar. Concluiu desta forma que, qualquer solução capaz de incorporar uma quantidade muito significativa de flúor no esmalte, podia formar uma quantidade considerável de fluoreto de cálcio, que atuaria durante os processos de dissolução liberando flúor que se incorporaria ao esmalte desmineralizado para formar fluorapatita.

Para LARSEN, FERH, BIRKELAND (1976), o único fator capaz de controlar a dissolução mineral do dente é o flúor. Entretanto, nos processos de desmineralização, os elementos dissolvidos instantaneamente, como o carbonato e o sódio são liberados, ao passo que os elementos com grande afinidade com a apatita, como o flúor, são retidos.

NELSON, JONGEBLOED, ARENDS (1983) avaliaram a morfologia e a espessura da camada superficial no esmalte hígido humano após aplicação de três agentes tópicos de flúor (verniz de flúor silano ácido, verniz de fluoreto de sódio neutro e gel de flúor fosfato acidulado). Os autores observaram que a espessura da camada superficial formada pelo verniz de flúor silano ácido foi duas a três vezes maior do que os outros dois. A aparência engrossada da camada, segundo os autores, ocorre devido ao aumento na divisão das partículas, e concluíram que a eficácia dos agentes fluoretados tópicos pode estar relacionada às mudanças produzidas na superfície do esmalte.

Consideraram que a eficácia do gel de FFA observada, esteve relacionada, em parte, à profundidade dos prismas preenchidos com cristais de CaF_2 os quais são extremadamente pequenos e reativos, e poderiam não ser facilmente lavados como os depositados na superfície lisa do esmalte. Segundo BOCH, BOOIJ (1992), para a confirmação destes achados, é extremadamente importante a utilização de imagens de M.E.V. juntamente com análises químicas quantitativas da concentração de fluoreto.

OGAARD, ROLLA, HELGELAND (1983), investigando a absorção e retenção de fluoreto álcali-solúvel e álcali-insolúvel sobre o esmalte sadio após bochechos com fluoreto de sódio na concentração de 0.05%, encontraram uma baixa, entretanto, significativa absorção de fluoreto álcali-insolúvel na camada mais externa, que estava depositada em grande parte no esmalte desmineralizado. O fluoreto álcali-solúvel ou fracamente aderido representou a maior parte da fração de fluoreto retido, podendo servir como reservatório de fluoreto que seria redepositado nas áreas de desmineralização. Os autores concluíram que o aumento no incremento de fluorapatita no esmalte desmineralizado pode ter ocorrido devido à rápida transformação do fluoreto em fluorapatita, o que confirma a teoria de que o principal valor dos tratamentos tópicos seria o de aumentar a remineralização de lesões que estão se formando no esmalte.

DIJKMAN, BOER, ARENDS (1983) estudaram "in vivo" durante três meses as quantidades de flúor retidas no esmalte: F_{ON} fluoreto de cálcio e F_{IN} fluorapatita e/ou apatita fluoretada, após a aplicação tópica de flúor gel de flúor fosfato acidulado e dos vernizes Fluor Protector e Duraphat. O estudo mostrou que a deposição de quantidades suficientes de fluoreto de cálcio sobre o esmalte por este período de tempo contribuíram para uma maior incorporação de F_{IN} no tecido.

HICKS, FLATITZ, SILVERSTONE (1986), avaliando a absorção de fluoreto em esmalte sadio e com lesões artificiais tipo cárie, após tratamento tópico com diferentes agentes fluoretados, observaram que o esmalte sadio adquiriu menos flúor do que o esmalte com lesões, indicando que estas lesões têm uma maior afinidade para absorver fluoreto. Os autores também destacaram que os níveis aumentados de fluoreto presentes na lesão seriam de grande benefício na redução de sua progressão. Finalmente, concluíram que a exposição da superfície do esmalte a agentes tópicos fluoretados resulta na formação de produtos de reação que podem afetar o início ou a progressão da lesão, agindo como uma barreira de difusão, reduzindo a solubilidade do esmalte e provendo um reservatório de produtos ricos em flúor que podem aumentar a remineralização deste tecido durante os períodos de desmineralização, mantendo assim a superfície intacta.

De acordo com CHRISTOFFERSEN et al. (1988), quando agentes fluoretados são aplicados, os íons cálcio necessários para a formação do fluoreto de cálcio são originários do esmalte, assim, a hidroxiapatita (HA) e fluorapatita (FA) são mais solúveis do que o do fluoreto de cálcio, senão, o material "tipo fluoreto de cálcio" não poderia se formar sobre o esmalte. Entretanto, na presença de fosfato, a dissolução destes cristais fica severamente reduzida e este efeito inibitório diminui com o decréscimo dos valores de pH, fazendo com que os íons flúor sejam liberados lentamente. Quando o pH é elevado, podem ser precipitados como fluorapatita, ou absorvidos nos cristais de hidroxiapatita do esmalte subjacente.

SAXEGAARD & ROLLA (1988) pesquisaram a aquisição do flúor durante a aplicação tópica de flúor em diferentes intervalos de tempo, concentrações e níveis de pH. Os autores realizaram medidas químicas da quantidade de flúor formado F_{ON} (alcali - solúvel ou fluoreto de cálcio) e F_{IN} (alcali - insolúvel). As

deposições de flúor sobre o esmalte foram observadas através da microscopia eletrônica de varredura e encontraram que a quantidade de flúor álcali solúvel incrementa-se significativamente em relação ao tempo de exposição, à concentração do produto e à redução do pH da solução tópica.

Finalmente, os autores sugerem que o fluoreto sobre o esmalte pode, além de proteger esta superfície, servir como um reservatório de fluoreto. Esses resultados reforçaram o antigo conceito que atribui ao fluoreto de cálcio um papel importante no mecanismo de ação do flúor.

SAXEGAARD, LAGERLOF, ROLLA (1988), num estudo sobre a dissolução do fluoreto de cálcio em saliva humana, confirmaram a formação de uma superfície limitante para esta dissolução, formada de fosfatos, atribuindo essa diminuição de dissolução à presença neste fluido de uma elevada quantidade de fosfatos.

SERRA, SARTINI FILHO, CURY (1989) dosaram quantidades de flúor fracamente ligado, fluoreto de cálcio, e flúor incorporado ao dente em forma de apatita fluoretada, usando fragmentos de esmalte e dentina de pré-molares, que foram tratados com flúor fosfato acidulado. Os autores observaram que as aplicações tópicas de flúor em esmalte e dentina promoveram uma deposição considerável de fluoreto de cálcio na superfície destes tecidos, que embora tivesse sido gradativamente reduzida após a imersão em saliva artificial, ainda assim, a quantidade foi consideravelmente maior que a do grupo placebo. A quantidade de apatita fluoretada formada aumentou significativamente após as aplicações tópicas de fluoreto de sódio 0,05% e não diminuíram após 7 dias de imersão em saliva. Os autores concluíram que a associação de métodos tópicos mostrou-se como uma alternativa mais eficaz na diminuição da solubilidade do fluoreto de cálcio aumentando a retenção de fluorapatita.

ARENDS & CHISTOFFERSEN (1990) consideram que o fluoreto absorvido é mais importante no efeito inibitório da dissolução do esmalte do que aquele contido dentro deste tecido, e sugeriram a existência de um equilíbrio dinâmico entre o fluoreto na solução e o fluoreto absorvido à superfície do cristal. Assim, quando é usada uma solução fluoretada de cerca de 10 p.p.m. ou mais, ocorre formação de fluoreto de cálcio na forma de depósitos globulares, sobre a superfície ou na lesão de cárie, na saliva e na placa, aspecto que na literatura tem sido descrito como fluoreto fracamente ligado ao esmalte, flúor "on", fluoreto álcali-solúvel, e material "tipo fluoreto de cálcio", porque, "in vivo" estão contaminados por fosfatos, proteínas e outros compostos. Esses glóbulos ficam cobertos pela película adquirida e/ou placa, que alteram sua solubilidade. Dessa forma o material "tipo fluoreto de cálcio" está sujeito às flutuações do pH, podendo ser dissolvido quando este cai e, assim, promove liberação de íons flúor, que são absorvidos pela superfície do esmalte, tornando-se um composto decisivo para a prevenção da lesão de cárie.

FEATHERSTONE et al. (1990) demonstraram que concentrações de 1 p.p.m. de flúor ou mais, reduziram a taxa de dissolução inicial da apatita. Entretanto, quando a superfície do cristal de apatita do esmalte estava em contato com o fluoreto, proveniente de aplicações tópicas, o flúor absorvia-se junto com cálcio e fosfato, produzindo uma superfície tipo fluorapatita. Embora a concentração total do fluoreto, na superfície do esmalte, não tenha atingido o valor próximo de 37000 p.p.m. de flúor, como encontrado na fluorapatita pura, essa superfície poderia, facilmente, se comportar como tal, reduzindo marcadamente a solubilidade do esmalte. Segundo os autores, a formação do fluoreto de cálcio é possível quando a concentração de flúor da solução aplicada, está acima de 100 p.p.m. e sua quantidade incrementa-se,

quando ocorre uma queda do pH da solução e/ou um aumento do tempo de exposição.

OGAARD (1990), numa revisão da literatura sobre as reações do fluoreto com o esmalte e as razões da retenção prolongada dos glóbulos de fluoreto de cálcio no ambiente bucal observou que o íon fluoreto em solução aquosa tem uma alta afinidade com o esmalte dental. Contudo, o flúor pode se incorporar de diversas maneiras à rede da apatita: ou por trocas iônicas, formando fluorapatita ou fluorhidroxiapatita, ou através do processo de dissolução-reprecipitação, podendo o flúor absorver-se ao mineral do esmalte e reagir com o carbonato e fosfatos ácidos de sua constituição para formar um precipitado, ou na forma de fluoreto de cálcio, que se deposita na superfície do esmalte. O autor destaca que as quedas do pH, durante os desafios cariogênicos, promovem a dissolução da película protetora e solubilização parcial do reservatório de fluoreto de cálcio, mobilizando íons flúor e cálcio para que atuem nos eventos de desmineralização e, no retorno do pH os glóbulos remanescentes de fluoreto de cálcio novamente são revestidos pela película protetora de fosfatos secundários, proteínas e fluorapatitas.

Para ROLLA & SAXEGAARD (1990) a estabilidade do fluoreto de cálcio na superfície do esmalte pode ser explicada pela presença de uma película protetora, formada em condições de pH neutro por proteínas e fosfatos secundários que se absorvem ao depósito de cristais de fluoreto de cálcio, funcionando como uma fase limitante da dissolução. Salientaram que a contaminação por fosfatos da saliva, também pode ocorrer na intimidade da estrutura cristalina, fazendo com que o fluoreto de cálcio seja mais solúvel e, portanto, libere íons de flúor mais rápida e precocemente.

Segundo WHITE & NANCOLLAS (1990), a reatividade do íon fluoreto e da apatita ocorre de três formas principais, dependendo dos níveis de fluoreto na solução.

Quando os níveis de fluoreto na solução são baixos, entre 0.01 e 10 p.p.m., ocorre a incorporação de fluoreto definido como "fluoreto firmemente ligado" ao esmalte, flúor "in" ou flúor álcali-insolúvel, o qual forma-se, quando uma quantidade de flúor é ligada à rede da apatita do esmalte; na forma de fluorapatita ou fluohidroxiapatita devido a uma troca iônica que ocorre na apatita dos íons flúor por íons hidroxila, além do crescimento do cristal da fluorapatita a partir de soluções supersaturadas. Essas reações são dependentes do pH, podendo o fluoreto de cálcio ser formado em pH neutro quando as concentrações de flúor estão numa faixa de 500 - 1000 p.p.m.

Entretanto, em níveis de pH mais baixos, esses compostos poderão ser formados em concentrações da solução tão baixas como 10 - 100 p.p.m. de flúor.

Quando as concentrações de flúor são mais elevadas, entre 1000 - 10000 p.p.m., ocorre a dissolução da apatita com a formação de produtos ricos em flúor sobre a superfície do esmalte na forma de depósitos globulares, que são descritos como material "tipo fluoreto de cálcio", considerado fluoreto fracamente ligado, flúor "on" ou fluoreto álcali - solúvel.

De acordo com MARGOLIS & MORENO (1990), quando concentrações altas de flúor, como por exemplo 12000 p.p.m. são aplicadas topicamente, ocorre uma redução significativa no nível de produção ácida de microorganismos cariogênicos como o "S. mutans".

BRUNN & GIVSKOV (1991) quantificaram a formação de fluoreto de cálcio sobre o esmalte sadio e em lesões "tipo cárie" após diferentes períodos de tratamento com uma solução de fluoreto de sódio a 2% (neutro) e verniz

Duraphat. Os autores demonstraram que, após 5 minutos de aplicação da solução de fluoreto de sódio a 2%, quantidades muito pequenas de fluoreto de cálcio eram produzidas sobre o esmalte sadio quando comparado com a quantidade formada nas lesões "tipo cárie". Também observaram que as quantidades de fluoreto de cálcio produzidas pelo verniz e pela solução sobre lesões tipo cárie, foram similares e que o aumento do tempo de aplicação não aumentou significativamente a precipitação deste sobre o esmalte.

CRUZ, OGAARD, ROLLA (1992), avaliaram "in vitro" a formação de flúor álcali-solúvel, fluoreto de cálcio e flúor insolúvel em álcali (flúor fortemente ligado) no esmalte humano hígido, após tratamento com verniz Duraphat e com uma solução de fluoreto de sódio neutro a 2% e imersão em água destilada. Pela microscopia eletrônica de varredura, observaram que os blocos tratados com a solução depositaram quantidades significativamente maiores de glóbulos de fluoreto de cálcio, em comparação com o grupo tratado com o verniz. As análises químicas não demonstraram a deposição de flúor firmemente ligado em nenhum dos tratamentos utilizados, fato este justificado, segundo os autores, ao tempo insuficiente de exposição do esmalte tratado.

BRUNN & GIVSKOV (1993) avaliaram a formação de fluoreto de cálcio a partir da utilização de produtos fluoretados menos concentrados que atuam em combinação com a saliva (dentifrícios e soluções fluoretadas para bochechos) e que usualmente são aplicados por períodos mais curtos. Verificaram que quantidades desprezíveis de fluoreto de cálcio foram produzidas sobre o esmalte sadio, mas sobre lesões artificiais de cárie foram depositadas quantidades significantes. Os autores concluíram que a formação de fluoreto de cálcio sobre o esmalte sadio é de pouca importância clínica e pode ser perdido facilmente por forças físicas normais da cavidade bucal ou pela

escovação, enquanto nas áreas desmineralizadas, o aumento da superfície disponível promove um maior acúmulo dos produtos de reação, que são retidos nos poros por períodos prolongados, servindo como um reservatório de liberação lenta de flúor.

Segundo MARGOLIS (1995), qualquer fator que reduza a solubilidade do esmalte reduzirá também sua velocidade de desmineralização permitindo o seu efeito cariostático. Destacam também, que, na atualidade, considera-se decisivo para a prevenção de lesões de cárie, a presença de íons flúor livres, sendo o CaF_2 o doador mais importante, porque, quando o fluoreto é aplicado em altas concentrações, promove a formação de um material “tipo fluoreto de cálcio” que é depositado nas superfícies de esmalte e na placa, e pode ser liberado durante os ataques cariogênicos, e para se obter o efeito ideal é preciso administrar uma dose de reforço, já que o uso freqüente mantém os reservatórios de fluoreto de cálcio. E para melhorar a sua capacidade de formação deve-se diminuir o pH do composto fluoretado.

De acordo com LARSEN & BRUNN (1995), após a aplicação tópica de flúor em lesões de cárie, formam-se quantidades consideravelmente maiores de fluoreto de cálcio do que quando aplicado em superfícies hígidas. O fluoreto de cálcio pode persistir durante longos períodos nas superfícies da lesão, por ser esta mais porosa e de difícil acesso, enquanto as pequenas quantidades produzidas nas superfícies hígidas serão perdidas em menor tempo. Os autores destacam que a dissolução do fluoreto de cálcio é o ponto chave, uma vez que os íons livres de flúor têm efeito na solubilidade do esmalte, sendo a dissolução do fluoreto de cálcio o fim de seu efeito. Também consideraram que a ação cariostática do uso tópico do flúor mais concentrado deve-se ao fluoreto de cálcio, composto formado quando a concentração do flúor está em uma faixa acima de 100 p.p.m. e precipita-se nos tecidos dentários duros.

Presumivelmente a lenta dissolução deste composto e, conseqüentemente sua prolongada retenção, permite que atue como reservatório de liberação do flúor para o ambiente líquido do dente. Para a manutenção do fluoreto de cálcio, consideraram que as aplicações tópicas de flúor devem ser repetidas, sendo a quantidade deste depósito incrementada quando o tempo de exposição é estendido e o pH da solução diminuído. Finalmente, destacaram que a dissolução do fluoreto de cálcio parece ser o ponto chave do efeito preventivo porque apenas os íons livres de flúor têm efeito na solubilidade do esmalte.

Segundo ARANHA (1996), o flúor é considerado como o único elemento que tem ação terapêutica-preventiva reconhecida sobre a manifestação da doença da cárie, podendo ter resultados favoráveis na redução de até 40% da incidência de lesões de cárie na infância, prevenção essa atribuída à redução da solubilidade dos componentes inorgânicos do dente, ao processo de remineralização e à inibição das enzimas que estão envolvidas no desdobramento glicolítico dos ácidos orgânicos, quais sejam, as enolases e as fosfatases que são muito sensíveis à ação dos fluoretos, essa última causa a liberação de ácidos orgânicos livres que, provavelmente, são os agentes desmineralizadores do dente.

MODESTO et al. (1996) realizaram uma pesquisa "in vitro" utilizando blocos de esmalte bovino desmineralizado artificialmente, com o objetivo de quantificar a aquisição do fluoreto álcali-solúvel após a aplicação de três géis fluoretados: fluoreto de sódio a 2% - pH 7, flúor fosfato acidulado a 1,23% - pH 3,7; fluoreto de sódio a 0,6% - pH 1,9 bem como comparar o período de aplicação de 1 ou 4 minutos. Os autores concluíram que o pH foi determinante no aumento da aquisição de fluoreto de cálcio, enquanto que o tempo de aplicação não interferiu significativamente.

MORAES & MEDEIROS (1996) realizaram um estudo "in situ", com o objetivo de avaliar a capacidade de quatro vernizes fluoretados (Duraphat, Fluor Protector, Duraflur e Fluorniz) em depositar fluoreto de cálcio em blocos de esmalte humano hígido. Os autores compararam os resultados "in situ" com outro estudo paralelo "in vitro" e encontraram nos dois estudos deposição de fluoreto de cálcio, porém no estudo "in situ" as quantidades deste composto foram decrescendo em comparação com o estudo "in vivo".

2.4 Fluoreto de diamino prata / Diamino fluoreto de prata

Em 1969, NISHINO desenvolveu uma substância denominada de diaminofluoreto de prata $Ag(NH_3)_2F$, que sugeria possuir as vantagens do nitrato de prata e do fluoreto de sódio, e ainda que a reação desta substância fluoretada com a apatita do esmalte dentário formava compostos como fosfato de prata (Ag_3PO_4), fluoreto de cálcio (CaF_2), hidróxido de amônia (NH_4OH) e proteinato de prata, demonstrados pela seguinte reação:



NISHINO (1969) testou a eficácia da aplicação tópica do diaminofluoreto de prata a 38% (Saforide) por 4 minutos em incisivos superiores decíduos. Após 3 meses, observou que houve uma paralisação das lesões de cárie em relação à extensão e à profundidade e, aos 6 meses, um aumento, somente em extensão.

MORITANI et al. (1970) aplicaram a solução de diaminofluoreto de prata a 38% em dentes decíduos cariados de 75 crianças com idade entre dois e seis anos. Após três, seis, doze e dezoito meses, observaram a paralisação da cárie e constataram raros casos de queixa de dor.

De acordo com YAMAGA et al. (1972), a prata da solução, ao reagir com o componente orgânico da dentina, provoca a obliteração dos túbulos

dentinários, que são a principal via de invasão de microorganismos. Salientou ainda, que, se a difusão ácida, através dos túbulos dentinários, não podem ser bloqueadas e os microorganismos invadem os túbulos, seu crescimento pode ser inibido pela prata, cuja ação bactericida age numa série de enzimas.

SUZUKI (1973) realizou um estudo em molares decíduos de crianças com 3 anos de idade, nos quais aplicou diaminofluoreto de prata a 38% por um período mínimo de 30 segundos. A aplicação e o exame clínico foram realizados a cada 6 meses e após um ano, verificou a diminuição da incidência de lesões de cárie e a inibição do progresso daquelas já existentes.

Segundo SUZUKY et al. (1974), os compostos formados da reação entre a solução do diaminofluoreto de prata a 38% e a hidroxipatita mostraram-se mais estáveis e menos solúveis, no meio bucal, características que conferem uma maior resistência à estrutura dentária. Os autores salientaram que após a aplicação tópica do diaminofluoreto de prata a 38%, formava-se uma película densa que contribuía para a redução da dissolução do fluoreto de cálcio da superfície do esmalte pela saliva, e que a retenção deste composto no esmalte era essencial para que o íon flúor pudesse ser liberado gradativamente por longo período tempo. Também destacavam que, além desta película, formava-se outro produto da reação, o fosfato de prata, que reagia com os componentes da saliva e transformava-se em cloreto de prata e tiocianato de prata.

Quando examinaram pela difracção de raios X, as alterações produzidas pela reação do diaminofluoreto de prata a 38% com o pó de esmalte, após imersão em saliva artificial, observaram que o fluoreto de cálcio formado desaparecia gradativamente e o fosfato de prata, por outro lado, desaparecia em uma semana, contudo, quando reagia com o tiocianato da

saliva artificial, formava o tiocianato de prata, e esse composto ficava retido por longo período de tempo.

Na avaliação da penetração e retenção do flúor e da prata pela análise de elétrons, os autores obtiveram como resultado, após três minutos de aplicação, que o flúor penetrou difusamente através do esmalte até 25 μ de profundidade; e a prata, na sua maioria, foi depositada na superfície tendo penetrado até 20 μ . Depois do período de uma semana em saliva artificial, os níveis de retenção de flúor decresceu para 20 μ e de prata para 10 μ .

Numa terceira análise, avaliaram a quantidade de fluoreto incorporado e retido no esmalte e compararam o tratamento com o diaminofluoreto de prata a 38% com as soluções de fluoreto de sódio fosfatado a 2%, fluoreto de estanho a 8%, fluoreto de sódio a 2%. Os resultados obtidos mostraram que a maior concentração de flúor foi encontrada quando os dentes foram tratados com o fluoreto de sódio fosfatado a 2%, não obstante, quando imersos em saliva artificial por uma semana, a percentagem de retenção de flúor foi de 40% nos dentes tratados com diaminofluoreto de prata a 38% e naqueles tratados com de fluoreto de sódio fosfatado a 2%, foi de 5,3%.

MORIWAKI et al. (1974), estudaram através de difração de raios X e de micro-radiografias, lesões de cárie em dentes decíduos anteriores que receberam aplicações tópicas de diaminofluoreto de prata a 38% por quatro minutos. Os autores detectaram a presença de fluoreto de cálcio e fosfato de prata após a aplicação, e depois de um ano as lesões encontravam-se clinicamente paralisadas com uma consistência endurecida além de apresentarem uma aspecto radiopaco na micro-radiografia o que consideraram como indicador de remineralização. Também, quando analisaram em dentes permanentes o comportamento imediato após a aplicação de diamino fluoreto de prata a 38% e depois de duas semanas de

imersão em saliva artificial, identificaram a conversão de fluoreto de cálcio e fosfato de prata, depositados inicialmente, em cloreto de prata, óxido de prata e cristais de prata metálica.

OKAMOTO, NONOMURA, SOBUE (1975) executaram uma série de estudos em esmalte hígido por meio de microcopia eletrônica de varredura e difração de raios X, após a aplicação do diamino fluoreto de prata a 38%. A microcopia eletrônica de varredura revelou a formação de macro e micro depósitos globulares, possivelmente de fosfato de prata e de fluoreto de cálcio, tendo estes depósitos sido dissolvidos, quando os fragmentos de esmalte foram imersos em água destilada por 5 semanas, enquanto o esmalte debaixo do precipitado globular permaneceu intacto. Na difração de raios X o fosfato de prata foi identificado como uma reação de produto obtido do esmalte uma hora após sua aplicação, não obstante a linha de difração para o fluoreto de cálcio não tenha sido identificada. O conteúdo do flúor, entretanto, incrementou-se de 568 a 1953 p.p.m. a nível de 10 μ da camada superficial do esmalte onde foi aplicada a solução e, depois de um período de três semanas de imersão, decresceu para 820 p.p.m.

Segundo SUZUKI, SOBUE, SUGINAKA (1976), a ação do íon prata é responsável pela potencial ação anti-placa deste agente, pois age inibindo completamente o dextrano, substância que induz a aglutinação dos Streptococos mutans, além de inibir a atividade da sacarose.

De acordo com SHIMIZU & KAWAGOE (1976), o diaminofluoreto de prata age na prevenção e paralisação da lesão de cárie e na prevenção de lesões de cárie secundária, devido á ação conjunta dos íons flúor e prata na estrutura dentária. O íon fluoreto reage com os componentes minerais do dente para produzir fluorapatita e fluoreto de cálcio, enquanto a prata reage com os

componentes orgânicos, formando, principalmente, o proteinato e fosfato de prata, que aumentam a resistência do dente pela sua ação antibacteriana.

*IGARASHI (1978) avaliou "in vitro" o efeito antibacteriano da aplicação tópica do diaminofluoreto de prata a 38% sobre a placa dental de dentes decíduos clinicamente hígidos. A quantidade de flúor que continha esta solução demonstrou eficácia na inibição antibacteriana, para os *S. mutans* esta foi de 10 p.p.m. e para o *Stafilococos aureus* foi de 100 p.p.m.*

NAGAO (1979) realizou uma pesquisa com os objetivos de observar as reações que aconteciam na estrutura dentária como resultado da aplicação do diaminofluoreto de prata a 38% e de determinar a possibilidade do fortalecimento do dente. Para isto utilizou soluções de diamino fluoreto de prata a 38%, 3.8% e 0.38% as quais foram aplicadas sobre hidroxiapatita e dentina em pó. Após os períodos de 1, 2, 3 e 7 dias foram executadas provas de resistência ácida e difração de raios X e o autor observou que a hidroxiapatita e dentina mostraram resistência ácida quando testadas pelas soluções na seguinte ordem: 38%, 3.8% e 0.38%.

Nos padrões de difração de raios X na hidroxiapatita tratada com 3,8% da solução, observou compostos como fluoreto de cálcio e fosfato de prata, enquanto na tratada a 38%, não observou estes compostos.

TSUTSUMI (1981a) avaliou a aplicação do diaminofluoreto de prata a 38% no controle de lesão de cárie interproximal em dentes decíduos de 58 crianças, as quais apresentavam, pelo menos, um par de superfícies interproximais comprometidas com lesão de cárie. Os dentes foram tratados com diaminofluoreto de prata a 38% por três minutos por meio de fio dental e realizadas reaplicações a cada três meses. Após um período de 18 meses, observou em exame clínico e radiográfico, uma significativa redução na incidência e progressão das lesões de cáries interproximais, aspecto que

permitiu ao autor concluir que a aplicação tópica do diaminofluoreto de prata a 38% mostrou-se eficaz no controle do desenvolvimento de lesões de cárie desse tipo.

TSUTSUMI (1981b) estudou o efeito do diaminofluoreto de prata a 38% em superfícies de esmalte hígido e com mancha branca, produzida artificialmente, em relação a absorção e retenção de flúor e prata, após imersão em saliva artificial.

Encontrou alta concentração de íons flúor e prata que penetraram dentro do esmalte, entretanto, após imersão em saliva artificial, a concentração decresceu. Porém após 90 dias ainda encontrou concentrações elevadas. A solução de diaminofluoreto de prata a 38% demonstrou ter um maior efeito remineralizante e maior resistência ácida, quando comparada com o fluoreto de estanho e o fluoreto de sódio. Finalmente, o autor, depois dos resultados obtidos desta pesquisa "in vitro", destaca a eficácia da solução de diaminofluoreto de prata a 38% no controle do desenvolvimento de lesões de cárie dental.

GARBELINI (1989) avaliou os efeitos anticariogênico e cariostático do fluoreto de diamino prata a 30% em molares de 56 ratos, que durante 21 dias receberam dieta cariogênica. Após este período, observou que houve uma redução estatisticamente significativa na incidência de lesões de cárie em esmalte e dentina superficial, evidenciando-se o seu efeito anticariogênico, bem como o cariostático.

BIJELLA et al. (1991) pesquisaram durante 3 anos o efeito cariostático da solução do diamino fluoreto de prata a 12%, e a sua influência sobre a incidência de lesões de cárie nos primeiros molares permanentes de 200 crianças de 3 e 4 anos. Os autores obtiveram os melhores resultados com uma expressiva ação cariostática e anticariogênica, quando as aplicações foram

realizadas trimestralmente, sendo observado também o efeito cariostático residual em 63% dos primeiros molares permanentes quando as aplicações realizaram-se no mesmo intervalo de tempo. Por este motivo, recomendam o esquema de reaplicação trimestral, para maximizar a ação cariostática e anticariogênica da solução.

ALMEIDA et al. (1994), realizaram um estudo com o objetivo de testar os efeitos cariostático e anticariogênico da solução de diamino fluoreto de prata a 12%, em dentes decíduos e primeiros molares permanentes de crianças de 5 1/2 a 6 anos de idade, que receberam aplicações trimestrais da solução. Após o período de um ano, os resultados comprovaram nos dentes decíduos e nos primeiros molares permanentes seu efeito cariostático, sugerindo o efeito anticariogênico da solução.

YAMAGA et al. (1994) pesquisaram a incorporação de flúor e a modificação na resistência ácida das soluções de diaminofluoreto de prata a 38% e diluídas três e dez vezes, aplicadas por três minutos em pó de hidroxiapatita sintética, comparadas com o fluoreto de sódio em concentração semelhante de flúor. Os autores encontraram um maior percentual de ligações estáveis de íons flúor com o pó de hidroxiapatita nas amostras tratadas com diaminofluoreto de prata a 38% da mesma forma que uma maior resistência ácida adquirida. Observaram que a incorporação de flúor foi diretamente proporcional às concentrações, mas a resistência aos desafios ácidos foi semelhante para as três concentrações, sugerindo que, além da incorporação de flúor, outros fatores como a formação de um depósito de fosfato de prata ácido-resistente, poderiam possivelmente estar relacionados a essa propriedade.

HIHARA et al. (1994) realizaram uma pesquisa com o objetivo de avaliar o efeito da solução de diaminofluoreto de prata a 38% na paralisação de cárie

na dentição decídua, e encontraram que houve uma paralisação destas lesões e também inibição no aparecimento de novas. Os autores, após estes resultados, recomendam a aplicação do diaminofluoreto de prata a 38% em pacientes de pouca idade com lesões de cárie agudas e em crianças com alto risco à doença cárie, sugerindo ainda que depois, quando a lesão de cárie está crônica, a restauração deve ser realizada

SOUZA, FOSSATI, SOUZA (1996) avaliaram "in vivo" a ação fluoreto de diamino prata a 10% aplicado em lesões de cárie em dentes decíduos e para isso selecionaram oito crianças que apresentavam molares com lesão de cárie oclusal, as quais receberam 2 ou 4 aplicações da solução. Os dentes posteriormente foram extraídos e avaliados mediante a microscopia ótica, microscopia eletrônica de varredura e análises químicas. A partir das imagens obtidas através da microscopia eletrônica de varredura concluíram que a solução é capaz de provocar e manter a obliteração dos túbulos dentinários; a análise química demonstrou que os túbulos dentinários próximos à aplicação do cariostático estavam obliterados por bastões sólidos formados basicamente de cálcio e fósforo; enquanto a análise na microscopia ótica mostrou que os túbulos haviam sido invadidos por bactérias.

WALTER, FERELLE, ISSAO (1997) destacam que a ação do fluoreto de diamino prata a 30% ocorre tanto pelo aumento da resistência do dente, como pela ação bacteriana da droga e relatam que o índice de cariostase obtido pode atingir 84.6%. Esse valor demonstra que, embora o uso do cariostático apresente desvantagem da descoloração dental por manchar, apresenta a vantagem de preservar o dente e assim, possibilitar a sua restauração posterior.

MEDEIROS et al. (1998) pesquisaram o efeito cariostático do fluoreto de diamino prata a 30% em 20 crianças com idade abaixo de 3 anos. Após 6

meses de estudo, verificaram cariostase em 82,5% das superfícies e efeito preventivo em 100% das superfícies híginas estudadas. Os autores evidenciaram assim o efeito cariostático e preventivo, além da relação na reversão do risco e eficácia da solução na paralisação das superfícies cariadas.

VILLENA & CURY (1998), esclareceram qual a quantidade de fluoreto de diamino prata possível para se atingir a dose provavelmente tóxica (d.p.t.) em função do peso da criança, exemplificando que, para uma criança de 36m/15,1Kg, a dose corresponderia a 5,2 ml da solução de fluoreto de diamino prata a 30% e 3,3ml de fluoreto de diamino prata a 12%, valores estes obtidos, a partir dos esperados segundo a fórmula.

RASTELLI (1999) realizou um estudo "in situ" onde avaliou em fragmentos de esmalte decíduo humano, a dureza e morfologia superficial após a utilização da solução de fluoreto de diamino prata a 12% e a 30%, considerando a influência do tempo de aplicação destas soluções. Encontrou que, em todos os fragmentos, houve um aumento de dureza e na observação pelo M.E.V. verificou algumas formações globulares que considerou serem possivelmente fluoreto de cálcio. Finalmente sugere que o tempo de aplicação pode ser reduzido em relação ao sugerido pelo fabricante.

GOTJAMANOS (1997) avaliou a solução de fluoreto de prata "fluoride silver" AgF a 40% produto comercializado na Austrália desde 1984 e utilizado nos programas preventivos e no atendimento odontológico de crianças. O autor determinou a quantidade de flúor depositado em duas situações: na primeira, associado à técnica atraumática, onde encontrou que mais de 2mg de flúor eram depositados nas lesões de cáries e na segunda, durante a aplicação nos molares observou que 4mg de flúor iam para a circulação sistêmica e 1-2 mg para a saliva.

Para AFONSO & GOTJAMANOS (1996), a quantidade de flúor e prata da solução de fluoreto de prata a 40% foi excessivamente alta, porque encontraram níveis de flúor de 120000 p.p.m., embora o valor esperado fosse de 60000 p.p.m. Quanto à quantidade de prata, encontraram níveis considerados excessivamente altos, 340000 p.p.m. e desnecessários, por isso contra-indicam seu uso em crianças, sugerindo ainda que 20-200 p.p.m. seriam suficientemente letais para os S. mutans. Por essa razão, consideram que a solução "fluoride silver" 4% poderia ser igualmente eficaz tendo quantidade de prata entre 3000-12000 p.p.m., diminuindo assim, o risco de toxicidade.

No que diz respeito à quantidade de prata suficientemente letal para os S mutans, THIBODEU, HANDLLMAN, MARQUIS (1978) testaram a susceptibilidade de cinco espécies de placa bacteriana à prata fluoretada, dentre elas os S. mutans, mostrou-se a mais resistente, sendo considerada 20 p.p.m. de prata concentração inibitória mínima. Consideraram que, nesta concentração, o íon é letal depois de 3-4 horas de contato com as células, enquanto que a 200 p.p.m. de prata é rapidamente letal. E segundo GOTJAMANOS & AFONSO (1997), por apresentar aproximadamente 120000 p.p.m. de flúor e 340000 p.p.m. de prata esta substância deve ser considerada como uma solução de prata fluoretada e não de fluoreto de prata.

No mesmo ano, GOTJAMANOS realizou uma pesquisa "in vitro" aplicando com cotonete a solução de AgF 40% em lesões de cárie profundas, obtendo como resultado que 3-4 mg de flúor reagiram na circulação sistêmica. Por isso o autor indica que esta solução não deveria ser usada em crianças, salientando a possibilidade de se usar soluções menos concentradas, possivelmente 1 ou 4%, que poderiam ser tão eficazes na paralisação das lesões de cárie como a

solução a 40%. O autor sugere que estudos deveriam enfocar o potencial de toxicidade da solução para que o conteúdo de flúor fosse reduzido.

GOTJAMANOS & ORTON (1998a) realizaram uma análise comparando os níveis de flúor obtidos mediante as técnicas de íon eletrodo seletivo e cromatografia iônica. Os resultados obtidos foram de 90000 e 107000 mg/l para a técnica de eletrodo íon-seletivo 84000-92000 mg/l mediante a cromatografia iônica. Os valores encontrados são consideravelmente mais altos do que o esperado. Os autores concluíram que as preparações comerciais de AgF 40% contêm níveis altos e inaceitáveis do flúor, os quais representam risco potencial de toxicidade para crianças pequenas não sendo o seu uso clínico justificado e deveria ser motivo de preocupação.

No mesmo ano, GOTJAMANOS & ORTON (1998b), analisaram 14 amostras de "fluoride silver" a 40%, mediante a técnica de eletrodo íon-seletivo, embora esperasse que esta solução contivesse 6% de flúor (60000 p.p.m) níveis de 100000 e 120000 p.p.m. foram encontrados.

PROPOSIÇÃO

Realizou-se este estudo "in vitro" dos efeitos da solução de fluoreto de diamino prata a 30% na superfície dos blocos de esmalte humano decíduo hígido após sua aplicação (primeira etapa) e depois de um período de sete dias de imersão em saliva artificial (segunda etapa), com os objetivos de:

- 1. Avaliar a dureza superficial.*
- 2. Identificar e quantificar os íons flúor e prata.*
- 3. Avaliar a morfologia das estruturas formadas por meio de microscopia eletrônica de varredura.*

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo, blocos de esmalte de dentes decíduos, nos quais aplicou-se a solução de fluoreto de diamino prata (FDP) a 30%, foram avaliados em duas etapas, a primeira, após aplicação desta solução; e a segunda, depois de sete dias de imersão em saliva artificial. As análises foram realizadas em relação à dureza superficial, aspectos morfológicos e elementos presentes na superfície.

Previamente às análises, caracterizou-se a solução de ser utilizada na pesquisa pela dosagem de pH, teor de flúor e prata.

Este capítulo é apresentado sob forma de tópicos com o objetivo de facilitar o entendimento da seqüência, na qual os procedimentos foram realizados.

4.1 Procedimentos prévios

4.1.1 Dentes

- *Avaliação morfológica pelo estereoscópio*
- *Blocos de esmalte:*
 - *Confecção*
 - *Acabamento e polimento*
 - *Delimitação da amostra de acordo com a dureza superficial*

4.1.2 Solução de fluoreto de diamino prata

- *Determinação do nível de pH*
- *Determinação do teor de flúor e prata*

4.2 Etapa experimental

4.2.1 Aplicação da solução de fluoreto de diamino prata a 30% e imersão em saliva artificial

4.2.2 Análises

- *Avaliação da dureza superficial por meio de microdurômetro*
- *Análise da morfologia da superfície pelo microscópio eletrônico de varredura (M.E.V.)*
- *Análises químicas:*
 - *Qualitativa - Espectroscopia de dispersão de energia (E.D.E.)*
 - *Quantitativa - Absorção atômica (A.A) e Eletrodo íon-seletivo (I.S.E.)*

4.2.3 Análise estatística

4.1 Procedimentos prévios

Estes procedimentos foram realizados com o objetivo de se padronizar os blocos de esmalte que fariam parte da amostra bem como a escolha da solução.

4.1.1 Dentes

- Avaliação da morfologia superficial pelo estereoscópio

Inicialmente avaliaram-se 65 dentes decíduos, os quais após limpeza com escova para profilaxia e água destilada, foram observados em estereoscópio marca D. F. VASCONCELLOS modelo MU-M9 (FIGURA 1) na ocular de 20X, com o objetivo de selecionar os dentes com superfícies híidas, tendo sido excluídos 42 que apresentavam mancha branca, trincas ou outros defeitos estruturais, permanecendo somente 23 dentes.



FIGURA 1: Estereoscópio marca D. F. VASCONCELLOS modelo MU-M9.

- *Blocos de esmalte*

- *Confeção:*

Os dentes foram cortados com um disco de diamante marca INTENSIV modelo 273D tomando-se o cuidado de executar o corte paralelo à superfície escolhida, de tal maneira que o bloco de esmalte ficasse o mais plano possível. As bordas foram regularizadas com uma ponta diamantada cilíndrica de alta rotação e depois, os blocos foram fixados com cera pegajosa em bases de resina acrílica de modo que o esmalte ficasse voltado para a superfície externa (FIGURA 2).

Estas bases acrílicas foram devidamente identificadas com números correspondentes aos dentes e letras para as etapas: "a" para os blocos da primeira etapa, "b" para a segunda etapa (ANEXO 1, p.119).

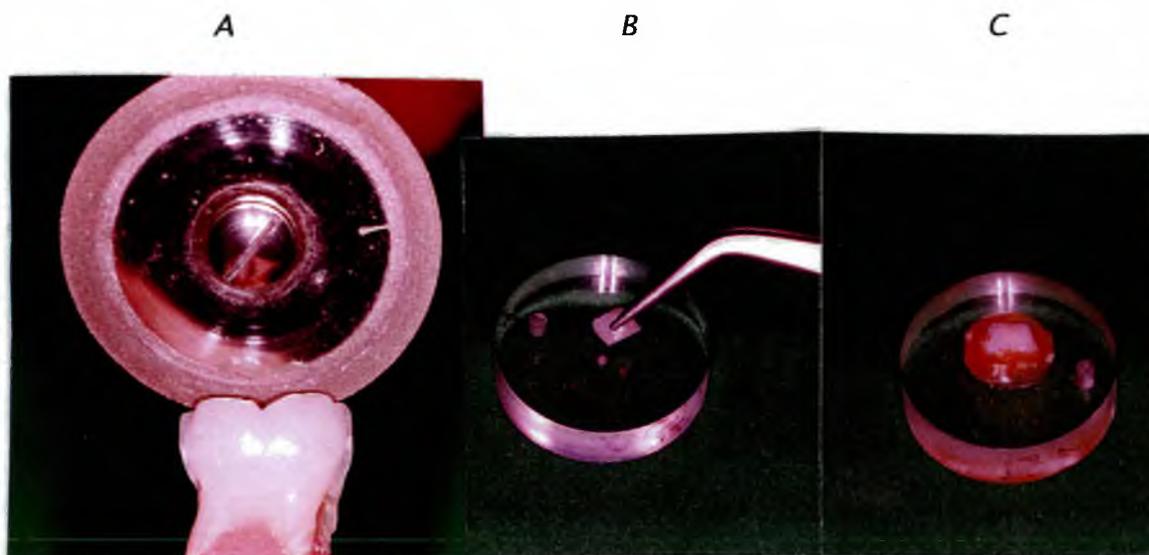


FIGURA 2: *Seqüência de preparo dos blocos de esmalte decíduo. A: Superfície do esmalte cortada com o disco para a obtenção do bloco. B: Bloco de esmalte. C: Bloco fixado na base de resina acrílica com cera pegajosa pronto para acabamento e polimento.*

□ *Acabamento e polimento:*

Este procedimento foi feito respeitando-se as recomendações de PHILLIPS, MARJORIE, SWARTZ (1948) que salientaram a importância de superfícies bem polidas e planas para a avaliação da dureza superficial porque áreas curvas ou riscadas impossibilitariam um teste adequado, e as recomendações de MEDERITH (1996), de manter o ângulo, a intensidade da luz e o foco do microscópio, bem como a realização de todas as medições por uma mesma pessoa.

Durante os procedimentos da preparação da amostra para a análise de dureza, tomou-se o cuidado na confecção, acabamento e polimento dos blocos de esmalte porque, segundo MEREDITH (1996) o cálculo dos valores de dureza muitas vezes é dificultado, quando as superfícies e sub-superfícies do tecido sofrem algum dano durante os procedimentos prévios.

Para a obtenção de superfícies planas e lisas os blocos foram polidos numa lixadeira mecânica automática com abrasivos de papel de granulação (lixas de água) 400, 600 e 1200, desde a mais grossa até a mais fina.

Para o polimento utilizou-se um disco de pano umedecido com pasta de alumina de 1 μ de granulação, fixada no prato giratório de uma politriz marca AROTEC modelo APL 4, sempre com refrigeração (FIGURA 3, p. 44).

Após os procedimentos de acabamento e polimento, os blocos de esmalte foram cuidadosamente lavados com jatos de água destilada, para a remoção dos resíduos dentários e do material abrasivo.

Posteriormente, os blocos foram armazenados em recipientes plásticos fechados, protegidos por lenços umedecidos com água destilada com a finalidade de reduzir os riscos de ressecamento e desidratação.

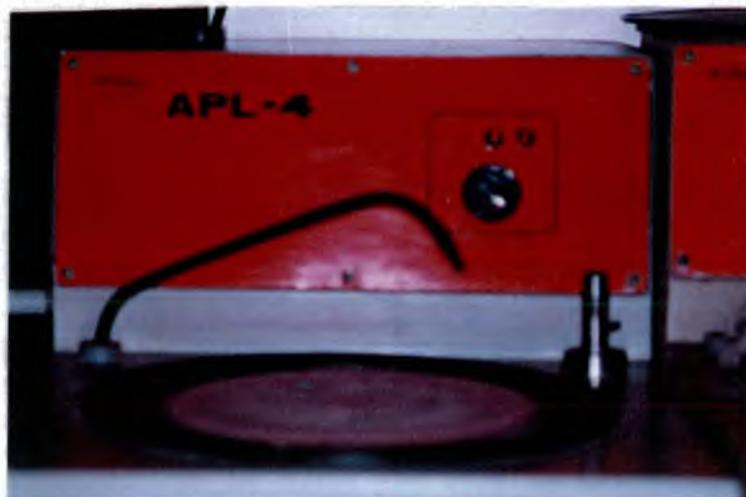


FIGURA 3: Politriz marca AROTEC modelo APL 4

□ *Delimitação da amostra de acordo com a dureza superficial*

A avaliação das superfícies de esmalte foi feita pelo teste de dureza de micro-indentação Vickers considerando-se 300 a 400 Hv (unidades de dureza Vickers) como valor compatível com a dureza do esmalte decíduo (ANEXO 2 p. 120).

Para esta análise, utilizou-se um microdurômetro marca CARL ZEISS JENA modelo MPH-160, previamente ajustado a uma carga estática de 160 gramas durante 15 segundos (FIGURA 4, p. 45).

Foram feitas quatro indentações em cada bloco e entre elas procurou-se manter a distância correspondente a duas vezes e meia sua diagonal (ESQUEMA 1 e FIGURA 5, p. 45). Também se manteve o ângulo, a intensidade da luz e o foco do microscópio.

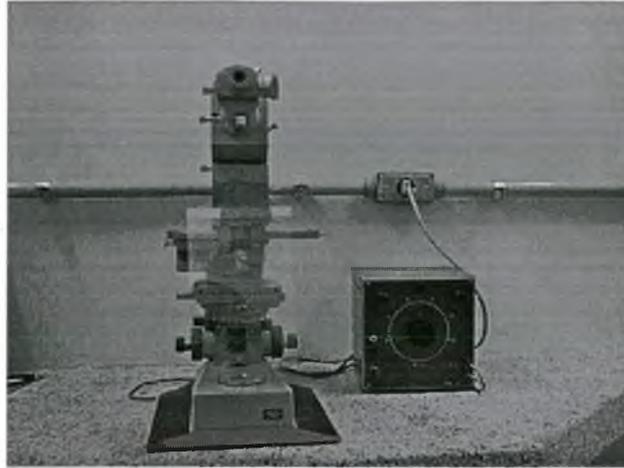
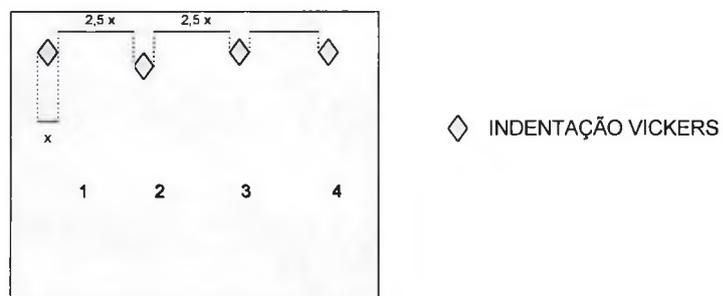


FIGURA 4: Microdurômetro marca CARL ZEISS JENA modelo MPH-160.

ESQUEMA 1: Indentações do indentador Vickers



Posteriormente as duas diagonais deixadas pela impressão do diamante na superfície do esmalte foram lidas através de uma objetiva com um aumento de 25 vezes.

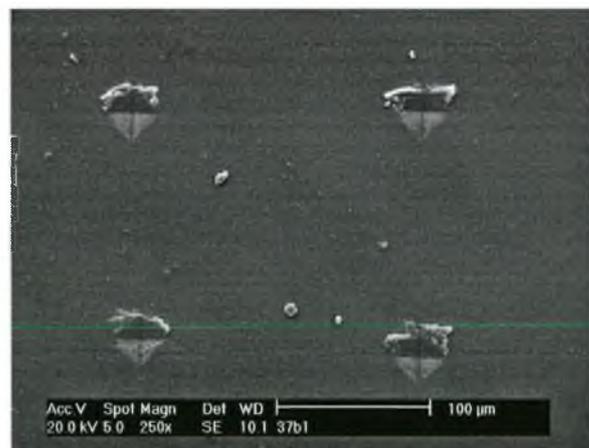


FIGURA 5: Vista de indentações Vickers no esmalte do bloco 37b1 após teste de dureza

Após a avaliação da dureza superficial dos blocos de esmalte, 42 tiveram valores compatíveis com aqueles estabelecidos (300Hv a 400Hv) e fizeram parte da amostra (TABELA 1), sendo que superfícies de um mesmo dente participaram das duas etapas.

TABELA 1: Valores médios da dureza Vickers dos 49 blocos de esmalte decíduo selecionados para a pesquisa.

BLOCOS	DUREZA VICKERS INICIAL
1a	388.75
1b	307.75
2b	305.00
2c	380.50
3a	310.00
3c	332.50
5a	373.50
5b	331.00
6a	364.00
6b	303.00
6c	308.50
7a	322.00
7b	307.50
9a	321.50
9b	310.75
10a	369.50
10b	340.00
12a	318.00
12b	318.00
14a	335.00
14b	318.00
15a	362.00
15b	382.00
25a	362.00
25b	332.50
26a	342.50
26b	335.00
26c	393.00
27a	303.00
27b	318.00
27c	310.00
28a	382.00
28b	301.25
28c	311.00
29b	335.00
29c	303.00
33a	303.00
33b	303.00
35a	326.00
35b	318.00
35c	318.00
36a	315.50
36b	315.25
36c	372.00
37a	363.00
37b	303.00
37c	362.00
42a	310.00
42b	362.00
	$\bar{x} = 332.82$ $sd = 27.97$

4.1.2 Solução de fluoreto de diamino prata

Com o objetivo de se definir a solução a ser utilizada na pesquisa, determinou-se o pH, e o teor de flúor e prata de três produtos encontrados no mercado brasileiro a saber: "Cariostatic", "Bioride" e "Safluoraide di Walter", soluções de concentrações de 10%, 12% e 30% respectivamente (FIGURA 6). Todas estas análises foram realizadas pelo Prof. Dr. Roldão Queiroz do Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Catarina.



FIGURA 6: Diamino fluoreto de prata a 12%, a 10% e Fluoreto de diamino prata a 30%.

- **Determinação do nível de pH**

Utilizou-se 10 ml de cada solução nas três diferentes concentrações. Esta análise foi feita segundo o método potenciométrico, através de um eletrodo de vidro combinado, marca SENSOTEX e o potenciômetro marca CORING modelo 220, que admite uma precisão de 0.01 unidades de pH (FIGURA 7, p. 48).

Durante a determinação do pH observou-se que a solução a 10% apresentava-se turva com precipitado de prata reduzida, produto de uma reação fotolítica, enquanto as outras soluções a 12% e a 30%, apresentavam

um aspecto normal, transparente sem prata precipitada, tendo sido realizadas por este motivo as análises de prata e flúor somente nas duas últimas.

- *Determinação do teor de flúor*

Foi realizada por meio de potenciômetro marca CORING modelo 220 com o eletrodo íon-seletivo para flúor (FIGURA 7).



FIGURA 7: *Potenciômetro marca CORING modelo 220 com eletrodo íon-seletivo para flúor.*

Utilizou-se o método de curva analítica, para o qual foram preparadas soluções padrões e a força iônica da solução foi estabilizada com TISAB (Total Ionic Strength Adjustment Buffer) com pH ajustado para 5,0 - 5,5. (QUADRO 1)

QUADRO 1: *Composição do TISAB*

TISAB	
<i>Ácido acético glacial</i>	<i>57 ml</i>
<i>Cloreto de sódio</i>	<i>58g</i>
<i>Citrato de sódio</i>	<i>0.30g</i>
<i>Água</i>	<i>500ml</i>

A solução do FDP foi diluída na proporção de 1/100 (1.00 ml da solução em 100,00 ml de água deionizada) e o potencial medido nas mesmas condições das soluções padrões. Posteriormente, realizaram-se 3 leituras no potenciômetro (FIGURA 8 e QUADRO 2 p.50)

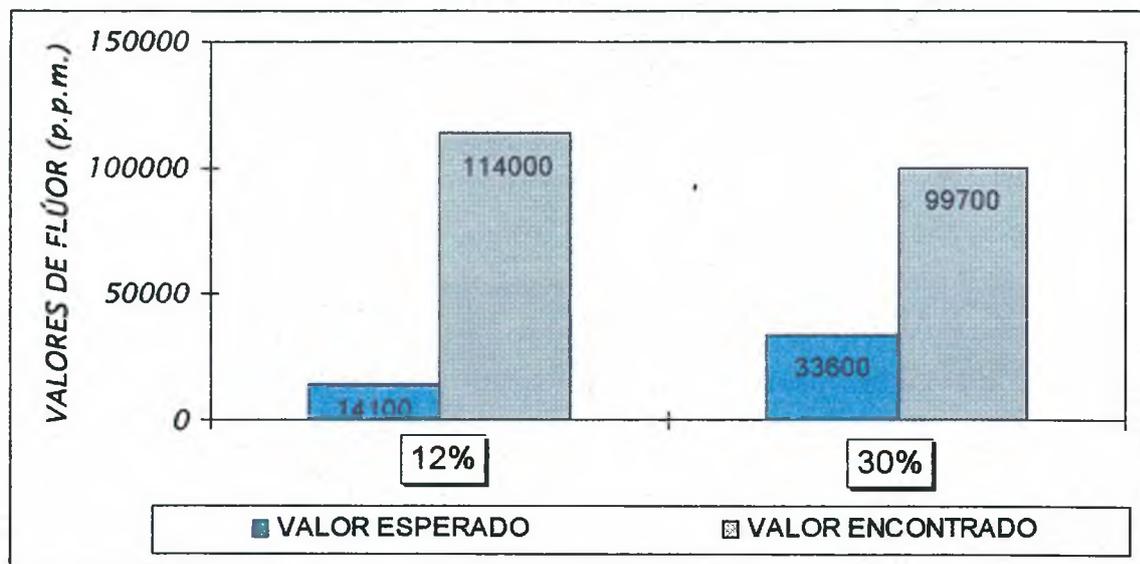


FIGURA 8: Comparação do teor de flúor em p.p.m. esperado e encontrado nas soluções de diâmino fluoreto de prata a 12% e fluoreto de diâmino prata a 30%.

- *Determinação do teor de prata*

Foi realizada por meio de um espectrômetro de absorção atômica marca HITACHI modelo 8230 nas condições recomendadas pelo fabricante (FIGURA 9).



FIGURA 9: Espectrômetro de absorção atômica marca HITACHI modelo 8230.

A partir de 5 leituras no espectrômetro de absorção atômica (A.A.) obtiveram-se os resultados observados na FIGURA 10 e no QUADRO 2. Estas análises foram realizadas pela Msc. Jucélia Beatriz Dario, sob orientação do Prof. Dr. Roldão Queiroz.

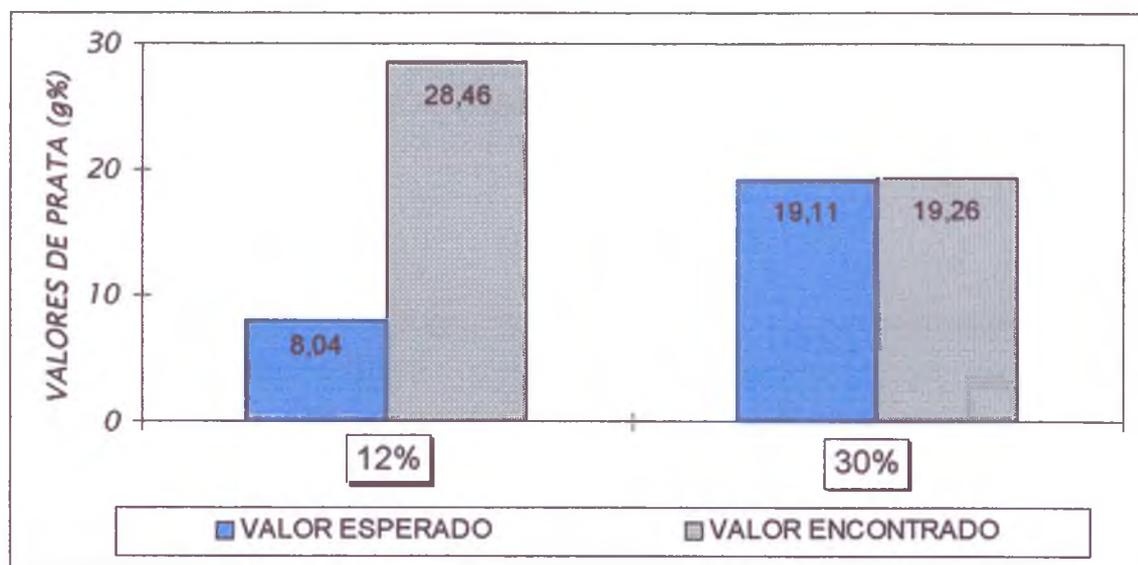


FIGURA 10: Comparação do teor de prata (g%) esperado e encontrado nas soluções de diamino fluoreto de prata a 12% e fluoreto de diamino prata a 30%.

QUADRO 2: Teor de flúor, prata e nível de pH das soluções de diamino fluoreto de prata a 12% e fluoreto de diamino prata a 30%.

SOLUÇÕES		VALOR ESPERADO	VALOR ENCONTRADO	NÍVEL DE PH
12%	FLÚOR	1.41 g% 14 100 p p m.	11.4 g% 114 000 p. p. m	8.90
	PRATA	8.047 g%	28.46 g % +0.02	
30%	FLÚOR	3.36 g% 33 600 p p m.	9.97 g% 99 700 p. p. m	9.23
	PRATA	19.11 g%	19.26 g % +0.02	

Depois destas análises preliminares decidiu-se utilizar nesta pesquisa a solução do FDP a 30%, Safluoraide di Walter, porque os valores encontrados dos seus componentes eram mais próximos daqueles esperados de acordo com a fórmula.

Os 49 blocos de esmalte escolhidos para fazer parte da pesquisa, foram agrupados de acordo com as etapas salientando-se que superfícies de um mesmo dente participaram das duas etapas. Em cada etapa, o bloco foi dividido em dois fragmentos em um deles realizou-se a análise de dureza, avaliaram-se os aspectos morfológicos pelo M.E.V. e determinou-se a presença dos elementos flúor, prata, cálcio e fósforo pela E.D.E. E no outro fragmento, fez-se a análise química quantitativa (FIGURA 11).

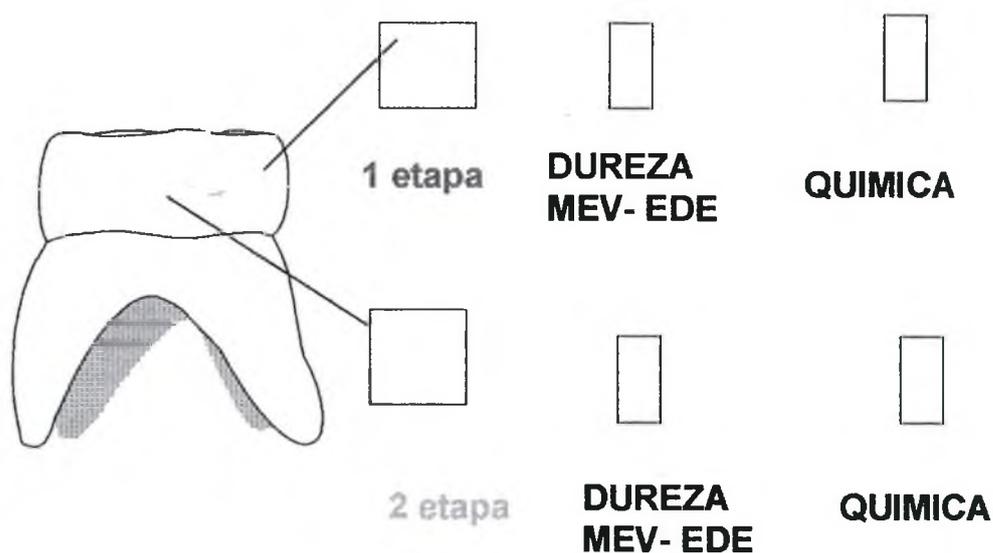


FIGURA 11: Tipos de análises realizadas em cada dente

ESQUEMA 2 : ESQUEMA DOS PROCEDIMENTOS E ETAPAS

PROCEDIMENTOS P'ÉVIOS

DENTES	SOLUÇÃO DE FDP
<i>Limpeza dos dentes</i>	<i>Determinação do nível de pH e teor de prata e flúor</i>
<i>Avaliação da morfologia das superfícies do dente pelo esteroscopia</i>	
<i>Delimitação da amostra de acordo com a dureza dos blocos de esmalte</i>	

ETAPA EXPERIMENTAL

PRIMEIRA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
<i>Após aplicação FDP a 30%</i>	<i>Após aplicação FDP a 30% e imersão durante sete dias em saliva artificial.</i>

ANÁLISES

DUREZA	MORFOLÓGICO	QUÍMICA	
<i>Microindentador Vickers</i>	<i>Microscópio eletrônico de varredura (M.E.V.)</i>	<i>QUALITATIVA</i>	<i>QUANTITATIVA</i>
		<i>Espectroscopia de dispersão de energia (E.D.E.)</i>	<i>Flúor: ISE</i>
			<i>Prata: Absorção atômica</i>
			<i>Cálcio: Absorção atômica</i>

4.2 Etapa experimental

Padronizou-se a área que receberia a solução em aproximadamente 4mm², fixando-se um adesivo com estas dimensões e depois cobrindo esta superfície com uma camada de esmalte de unhas (FIGURA 12).

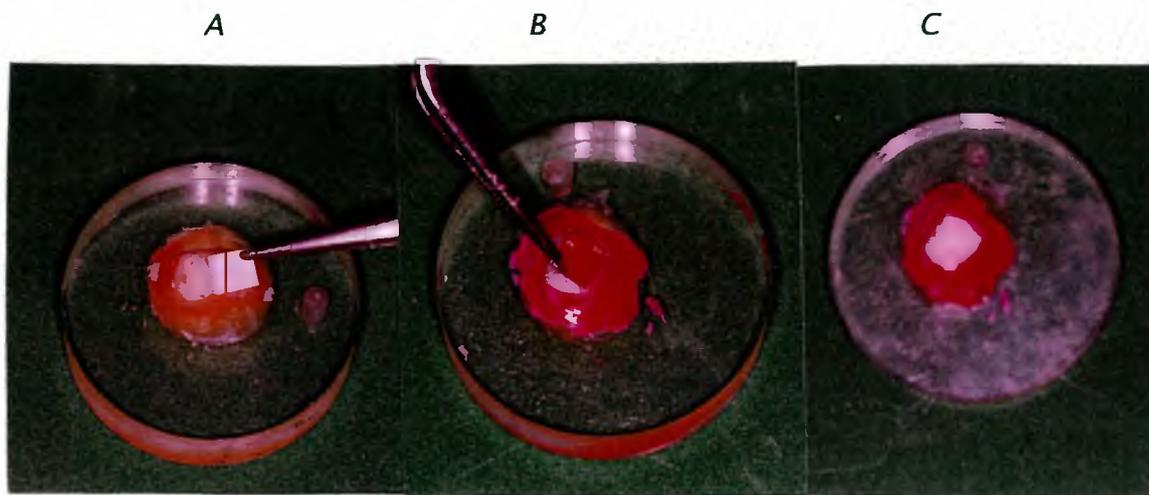


FIGURA 12: Seqüência da delimitação da área teste do bloco de esmalte. A: Antes da colocação do adesivo. B: Depois da colocação do adesivo e coberto por esmalte de unha. C: Área teste delimitada em 4 mm² aproximadamente.

4.2.1 Aplicação da solução de fluoreto de diamino prata a 30% e imersão em saliva artificial

Na área delimitada, aplicou-se, esfregando-se com uma bolinha de algodão, uma gota da solução, durante dois minutos. De acordo com a concentração de flúor da solução a 30% (99,7 mg/ml), cada bloco recebeu aproximadamente 5mg de flúor.

Após este período, os blocos de esmalte foram lavados com água destilada por aproximadamente 30 segundos, tendo sido os da primeira etapa, analisados após esta aplicação. Os blocos que fizeram parte da segunda etapa, passaram por um período de sete dias de imersão em saliva artificial que foi trocada a cada 48 horas.

QUADRO 3: *Composição da saliva artificial*

SALIVA ARTIFICIAL	
<i>Cloreto de potássio</i>	0.630%
<i>Cloreto de sódio</i>	0.870%
<i>Cloreto de magnésio</i>	0.056%
<i>Cloreto de cálcio</i>	0.200%
<i>Fosfato de potássio</i>	0.330%
<i>Fosfato ácido de potássio</i>	0.630%
<i>Sorbitol</i>	42.000%
<i>Benzoato de potássio</i>	0.100%
<i>Água</i>	55.000%

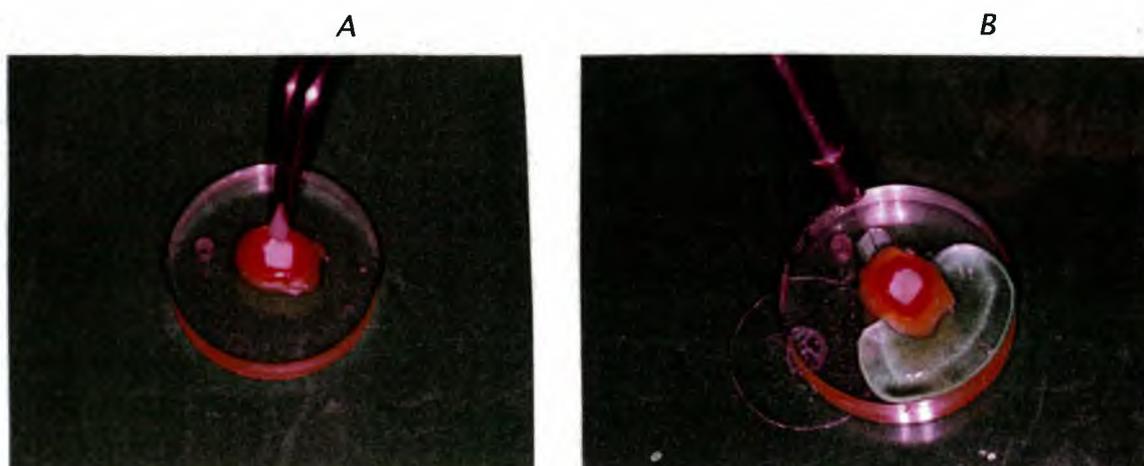


FIGURA 13: *Seqüência da aplicação do fluoreto de diamino prata a 30%. A: Aplicação da solução por fricção com uma bolinha de algodão. B: Lavagem com água destilada.*



FIGURA 14: *Blocos de esmalte humano decíduo após aplicação tópica de fluoreto de diamino prata a 30% imersos em saliva artificial.*

4.2.2 Análises dos blocos de esmalte

- Avaliação da dureza superficial por meio de microdurômetro

Após a aplicação do FDP a 30% e, depois de sete dias de imersão em saliva artificial, foi realizada análise de dureza pelo teste de micro-indentação Vickers em um microdurômetro marca CARL ZEISS JENA modelo MPH-160, previamente ajustado a uma carga estática de 160 gramas durante 15 segundos.

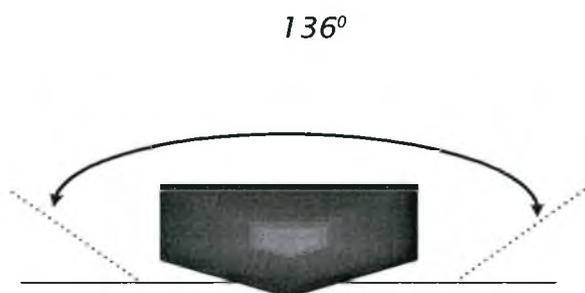
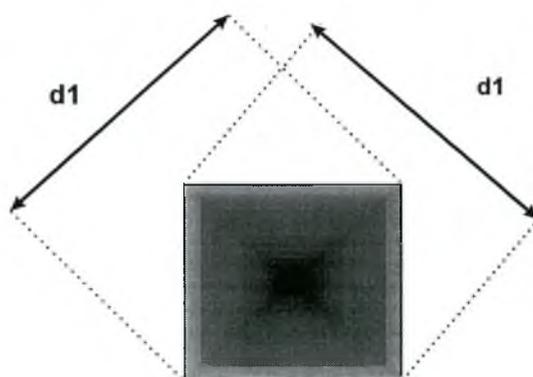


FIGURA 15: Formato do indentador Vickers, mostrando ângulo de 136° entre as faces opostas.

A forma da impressão do indentador Vickers é um losango regular e através da média do comprimento das suas diagonais obtém-se o valor da dureza, como indica a fórmula da FIGURA 16.



$$Hv = 1.85444 P/d^2$$

P = Carga máxima utilizada(Newton)

d = Comprimento médio das diagonais da impressão (metros)

FIGURA 16: Impressão residual da Indentação, com suas diagonais.

- *Análise da morfologia da superfície pelo microscópio eletrônico de varredura (M.E.V.)*

Para esta análise, as amostras receberam previamente uma camada de ouro de aproximadamente 25nm, procedimento realizado por meio de um metalizador marca BAL-TEC modelo SCD (FIGURA 17, p. 57).

Posteriormente, as amostras foram observadas por meio de um microscópio eletrônico de varredura marca PHILLIPS, modelo XL 30, (FIGURA 18, p. 57), com tensão de 20Kv num aumento de 2000x e utilizou-se o detector tipo S.E (eletrons secundários) que por possuir profundidade de foco fornece imagens em alto relevo.

As imagens obtidas foram analisadas e classificadas por escores, de acordo com a quantidade de micro-grânulos que apresentavam, segundo uma classificação proposta pela autora:

3 : camadas de micro-grânulos

2: acúmulos conglomerados de micro-grânulos

1: acúmulos isolados de micro-grânulos

0: nenhum composto



FIGURA 17: Metalizador marca BAL-TEC modelo SCD.



FIGURA 18: Microscópio eletrônico de varredura marca PHILLIPS modelo XL 30 acoplado a microsonda de Raios X EDAX.

♦ *Análises Químicas*

□ *Qualitativa : Espectroscopia de dispersão de energia*

Considerou-se para esta análise a determinação do flúor e prata, elementos presentes na solução de FDP a 30% e aplicados nos blocos de esmalte e o cálcio e fósforo por serem constituintes importantes da estrutura do esmalte.

Simultaneamente às análises no microscópio eletrônico de varredura, as amostras foram submetidas a uma microsonda de raios X, marca EDAX, acoplada ao M.E.V. A microanálise por raios X é feita pela emissão de elétrons que passam através de uma fina camada superficial da amostra após o tratamento com banho de ouro. Os átomos da amostra liberam raios característicos do seu número atômico e desta forma o detector pode identificar e quantificar os elementos presentes, emitindo um espectro com picos característicos de cada elemento componente da amostra, permitindo desta forma a quantificação da composição química em peso percentual (W%) (GLODSTEIN et al. 1977 apud RATH, I.B.S. 1996).

□ *Quantitativa*

Para a quantificação dos elementos da superfície dos blocos de esmalte após aplicação da solução, e a sua retenção por sete dias de imersão em saliva artificial, lavaram-se os blocos com 5ml de ácido nítrico 10^{-2} M e a solução obtida (S) foi analisada com relação às quantidades de flúor e prata absorvidas pelo dente e o cálcio liberado.

Para determinação do teor de flúor utilizou-se 1ml da solução (S) e 50 ml de TISAB. Esta solução foi analisada por meio de um potenciômetro marca CORING, modelo 220, com um íon-eletrodo seletivo para flúor.

Na determinação do teor de cálcio e prata utilizaram-se os 4 ml restantes da solução (S), através da análise de absorção atômica, com o espectrômetro marca HITACHI, modelo 8230, em condições recomendadas pelo fabricante. Estas análises foram realizadas pela Msc. Jucélia Beatriz Dario.



FIGURA 19: Procedimento prévio para a análise química quantitativa: Lavagem dos blocos de esmalte com a solução de ácido nítrico $10^{-2}M$.

As análises desta pesquisa foram realizadas na Universidade Federal de Santa Catarina nos laboratórios de Automação da Química Analítica e Absorção Atômica da Central de Análises do Departamento de Química e, no Laboratório de Materiais (LABMAT) do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC. A análise de dureza de micro-indentação e o banho de ouro que foram realizados em Curitiba no Laboratório de Propriedades Nanomecânicas do Departamento de Física da Universidade Federal de Paraná, e no Laboratório Central de Pesquisa e Atendimento LAC-TEC, respectivamente.

4.2.3 Análise estatística

Para a análise estatística dos resultados da dureza superficial foi realizado o teste "t pareado" que é utilizado nas situações em que um mesmo grupo é testado em dois momentos diferentes. E para a análise química qualitativa, o teste de correlação de Pearson "r" o qual verificou se havia alguma tendência de maior presença dos elementos químicos quando havia uma maior dureza superficial.

RESULTADOS

Os resultados são apresentados principalmente na forma de tabelas procurando-se seguir a seqüência da metodologia:

5.1 Dureza superficial do esmalte

- Primeira etapa.*
- Segunda etapa.*

5.2 Morfologia superficial através da microscopia eletrônica de varredura

- Aspectos morfológicos dos blocos da primeira etapa.*
- Aspectos morfológicos dos blocos da segunda etapa.*

5.3 Análises Químicas

- Qualitativa*

Determinação da presença do flúor e prata na superfície do esmalte por meio de espectroscopia de dispersão de energia.

- Quantitativa*

Determinação do flúor absorvido pelo esmalte por meio de electrodo íon seletivo para flúor.

Determinação da prata absorvida pelo esmalte por meio de absorção atômica.

Determinação do cálcio liberado pelo esmalte por meio de absorção atômica.

5.1 Dureza superficial

- *Primeira etapa*

A TABELA 2 apresenta os valores médios da dureza inicial e final, média e desvio padrão dos blocos de esmalte da primeira etapa.

A comparação entre o valor de dureza inicial e após a aplicação da solução de fluoreto de diamino prata a 30% mostrou que houve um aumento na dureza em 85% dos blocos, sendo que o bloco 14a1 apresentou o maior aumento, sendo a sua dureza inicial de 335.00 Hv e a sua dureza final 419.75Hv.

TABELA 2: Valores médios e desvios padrão da dureza Vickers inicial e final dos blocos de esmalte decíduo da primeira etapa.

BLOCO	MÉDIA DA DUREZA INICIAL	MÉDIA DA DUREZA FINAL
1 a	388.75	378.50
2 a	305.00	353.00
5 a	373.50	382.00
6 a	364.00	364.75
7 a	322.00	404.00
9 a	321.50	336.25
10 a	369.50	393.00
12 a	318.00	364.75
14 a	335.00	419.75
15 a	362.00	387.50
25 a	362.00	370.50
26 a	342.50	364.25
27 a	303.00	344.50
28 a	382.00	335.00
29 a	335.00	327.25
33 a	303.00	348.75
35 a	326.00	362.00
36 a	315.50	335.00
37 a	363.00	372.00
42 a	310.00	330.00
	$\bar{X} = 324.09$ $s = 224.99$	$\bar{X} = 355.54$ $s = 44.32$

Nos 15% restantes observou-se uma diminuição da dureza dos blocos 1a1, 28a1 e 29b1. Posteriormente na análise dos aspectos morfológicos por meio do M.E.V. comprovou-se que os baixos valores correspondiam a regiões de dentina exposta durante o processo de polimento dos blocos (TABELA 2, FIGURA 20 e FIGURA 36 da p. 93).

A comparação entre a média da dureza inicial e final pelo teste “t pareado” mostrou $t = -3,46$ ($p = 0,0026$), valor que demonstra que a diferença entre as durezas foi estatisticamente significativa (TABELA 4, p. 67).

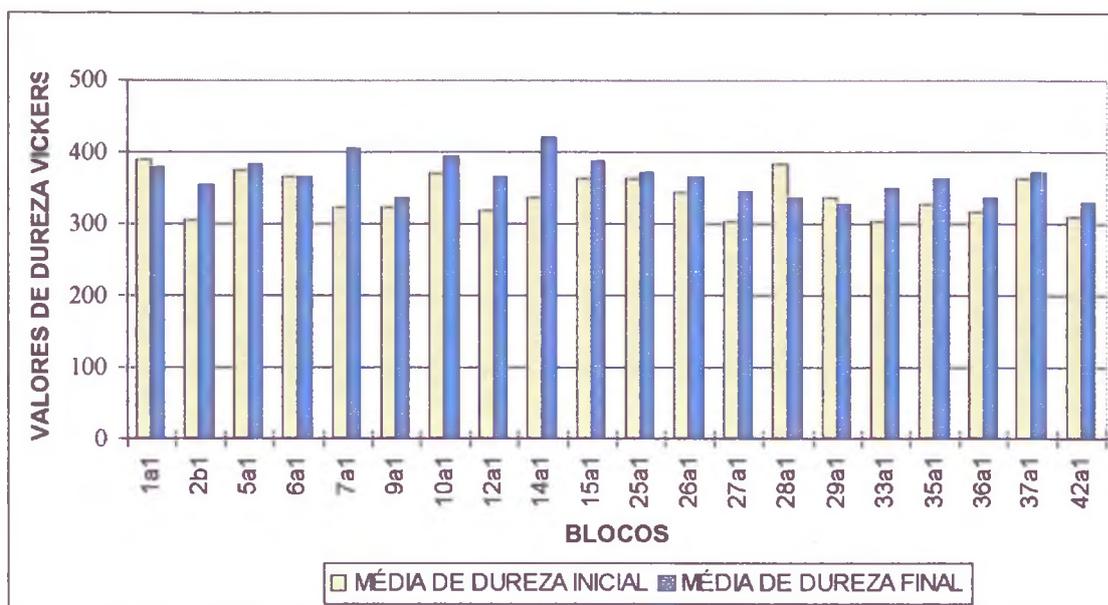


FIGURA 20: Comparação entre os valores médios da dureza Vickers inicial e final do esmalte após aplicação do FDP a 30%, utilizando uma carga de 160g durante 15 segundos (primeira etapa).

- Segunda etapa

A TABELA 3 apresenta os valores médios da dureza inicial e final, média e desvio padrão dos blocos de esmalte da segunda etapa.

A comparação entre o valor inicial e final, após a aplicação da solução de fluoreto de diamino prata a 30%, e imersão sete dias em saliva artificial mostrou que houve um aumento na dureza em 80% dos blocos, sendo que o bloco 1b1 apresentou o maior aumento correspondente a 45% em relação à dureza inicial.

TABELA 3: Valores médios e desvios padrão da dureza Vickers inicial e final dos blocos de esmalte decíduo da segunda etapa.

BLOCO	MÉDIA DA DUREZA INICIAL	MÉDIA DA DUREZA FINAL
1b	307.75	442.50
2b	380.50	383.75
5b	331.00	321.25
6b	303.00	272.25
7b	307.50	368.50
9b	310.75	279.00
10b	340.00	357.75
12b	318.00	360.50
14b	318.00	341.75
15b	382.00	393.00
25b	332.50	392.75
26b	335.00	325.25
27b	310.00	325.00
28b	301.25	325.00
29c	303.00	372.00
33b	303.00	372.00
35b	318.00	337.25
36b	315.50	398.75
37b	303.00	318.00
42b	362.00	425.25
	$\bar{X} = 324.09$ $s = 224.99$	$\bar{X} = 355.54$ $s = 44.32$

Nos 20% restantes, observou-se uma diminuição da dureza dos blocos 5b1, 6b1, 9b1 e 26b1. Posteriormente na análise dos aspectos morfológicos por meio do M.E.V., comprovou-se que os baixos valores correspondiam a regiões de dentina exposta durante o processo de polimento dos blocos (TABELA 3, FIGURA 20 da p.64 e FIGURA 36 da p.93).

A comparação entre a média da dureza inicial e final pelo teste “t pareado” mostrou $t = -3,40$ ($p = 0.003$), valor que demonstra que a diferença entre as durezas foi estatisticamente significativa (TABELA 4, p. 67).

A comparação entre o valor médio da dureza final da primeira e segunda etapa, pelo teste “t pareado” mostrou o valor de $t = 0,705$

($p=0,4850$). O resultado que demonstrou que apesar do valor médio da dureza final da segunda etapa ter sido maior que o da primeira etapa em números absolutos estatisticamente, não apresentou resultado significativo (TABELA 4, p. 67).

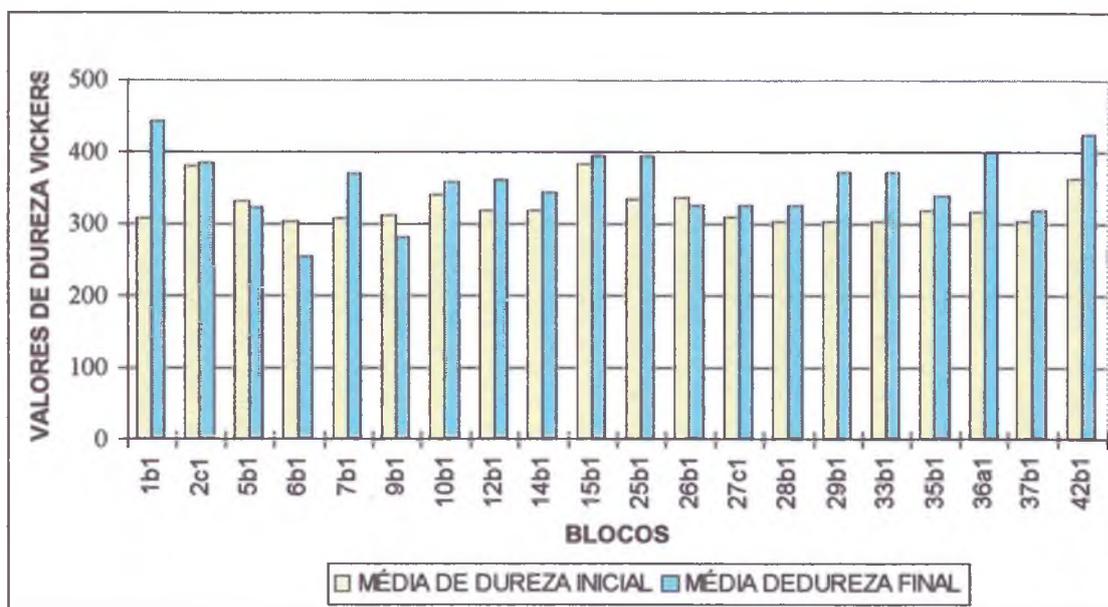


FIGURA 21: Comparação entre os valores médios da dureza Vickers inicial e final do esmalte após aplicação do FDP a 30% e imersão em saliva artificial durante sete, dias utilizando uma carga de 160g durante 15 segundos (segunda etapa).

Quando se comparou a diferença entre a dureza final e inicial de cada bloco nas duas etapas a média da diferença de dureza para cada etapa foi de $X= 23,25$ (primeira) e $X= 30,40$ (segunda), e pelo teste "t pareado" o valor encontrado foi de $t=-0.606$ ($p=0.5512$), resultado estatisticamente não significativo, embora a média da diferença de dureza fosse maior na segunda etapa (FIGURA 22 da p. 67).

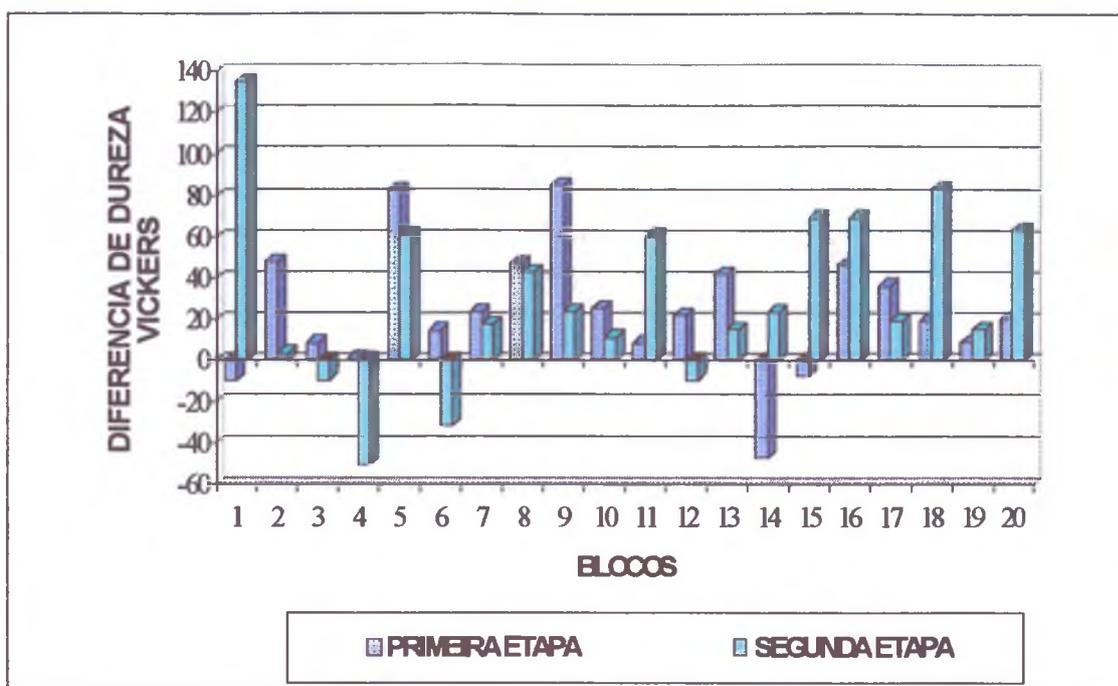


FIGURA 22 : Comparação da diferença entre a dureza inicial e final de cada blocos nas duas etapas

TABELA 4: Médias, desvios-padrão da dureza Vickers final do esmalte decíduo e valores do teste "t pareado" da análise de dureza Vickers superficial para as duas etapas.

Etapas	Médias de dureza Vickers final	Desvio - padrão	" t "	p
PRIMEIRA	355.54	44.32	-3,46	0,0026
SEGUNDA	363.60	25.50	-3,40	0,003

5.2 Morfologia superficial através da microscopia eletrônica de varredura

Os resultados da análise da morfologia superficial do esmalte através do M.E.V. podem ser observados nas fotomicrografias bem como nos QUADROS 4 e 5 (p. 69 e 73). Durante esta análise as amostras 5b1, 9b1, 10b1, 25b1 e 37b1 foram perdidas possivelmente devido a um excesso na quantidade de ouro durante o preparo dos blocos para a microscopia.

Em alguns blocos observaram-se na vista panorâmica (aumento de 15x) zonas de mancha branca, consideradas como áreas dos acúmulos de depósitos. Entretanto num maior aumento (2000x) pode-se observar melhor o tipo de estrutura (FIGURAS 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 30 das páginas 70, 71, 72 e 74 respectivamente).

Num maior aumento de 4000x observa-se que essas camadas e acúmulos estão formados por estruturas irregulares, quadrados ou poliédricos.

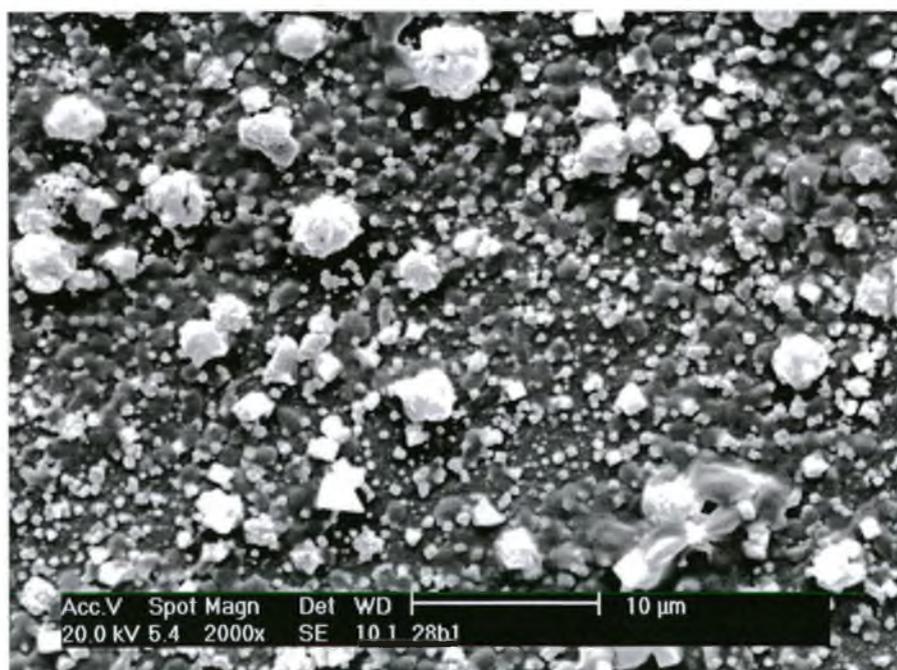


FIGURA 23: Aspecto poliédrico das estruturas na superfície do esmalte, característicos da prata, bloco 28b1.

- Aspectos morfológicos dos blocos da primeira etapa

QUADRO 4: Valores dos escores atribuídos ao aspecto morfológico superficial do esmalte dos blocos da primeira etapa observados pelo M.E.V., num aumento de 2000x.

BLOCOS	ESCORES*
1a1	2
2b1	2
5a1	2
6a	0
7a	1
9a	2
10a	2
12a	2
14a	3
15a	2
25a	3
26a	3
27a	3
28a	0
29b	3
33a	2
35a	1
36b	3
37a	2
42a	3

* ESCORES:

CAMADA DE MICRO-GRÂNULOS	(3)
ACÚMULOS AGLOMERADOS DE MICRO-GRÂNULOS	(2)
ACÚMULOS ISOLADOS DE MICRO-GRÂNULOS	(1)
NENHUM COMPOSTO	(0)

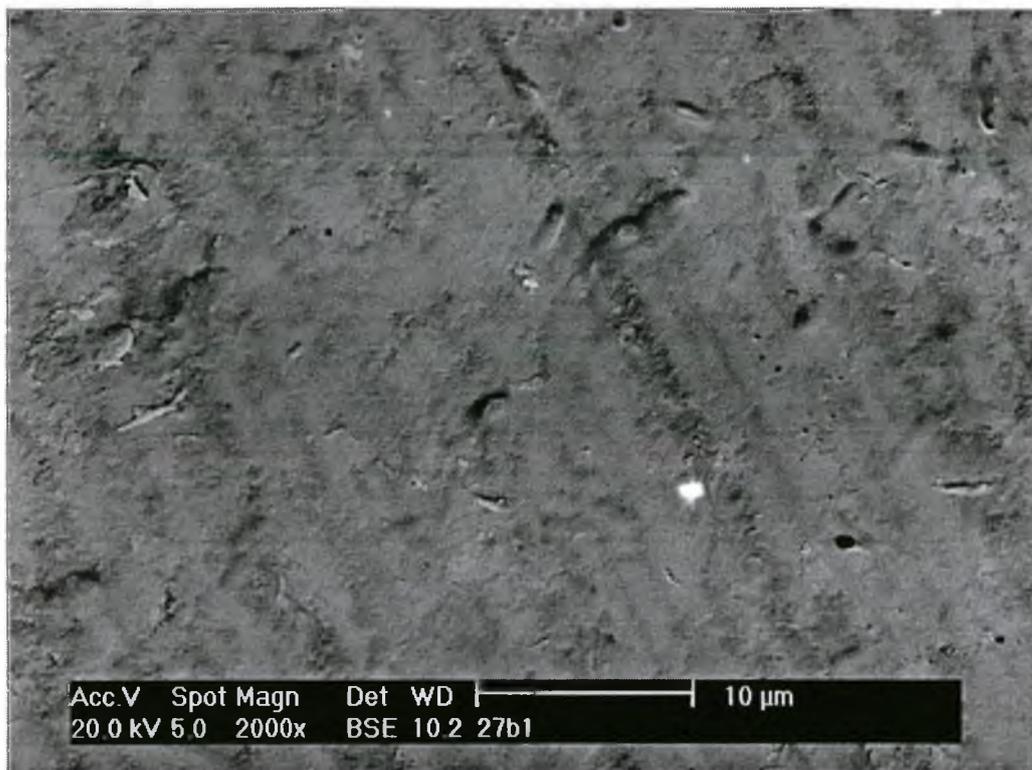


FIGURA 24: *Aspecto morfológico da superfície de esmalte polida sem formação de compostos do bloco controle 27b1 num aumento de 2000x (primeira etapa).*

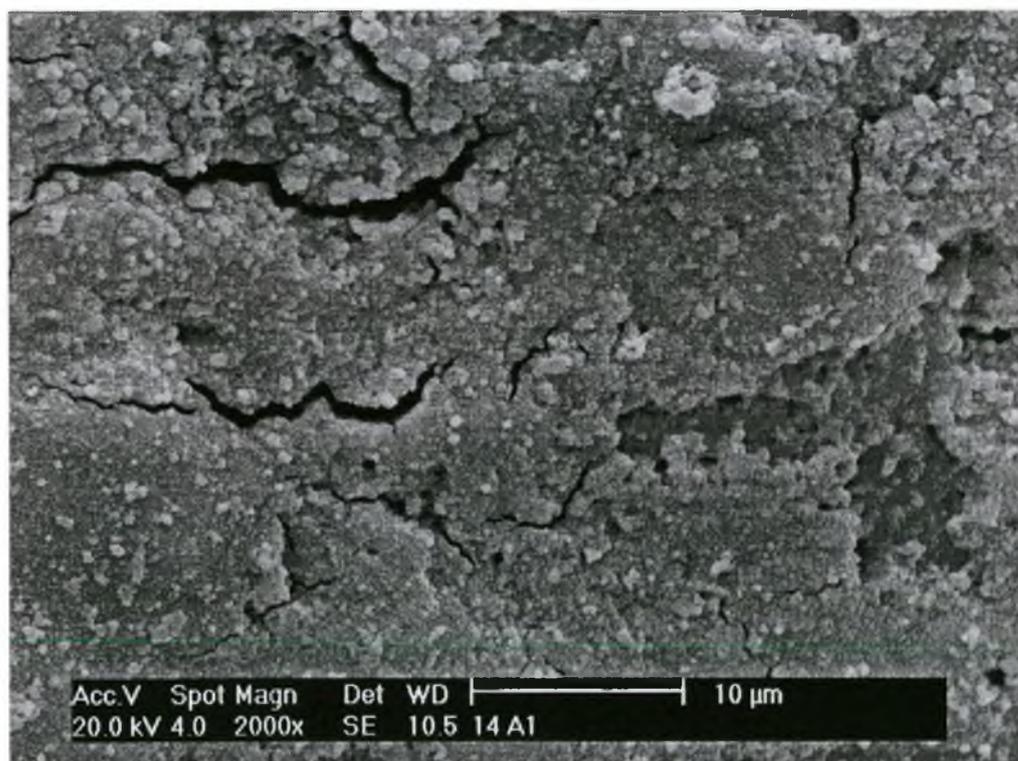


FIGURA 25: *Aspecto morfológico da superfície de esmalte tipo camada, do bloco 14a1 num aumento de 2000x (primeira etapa).*

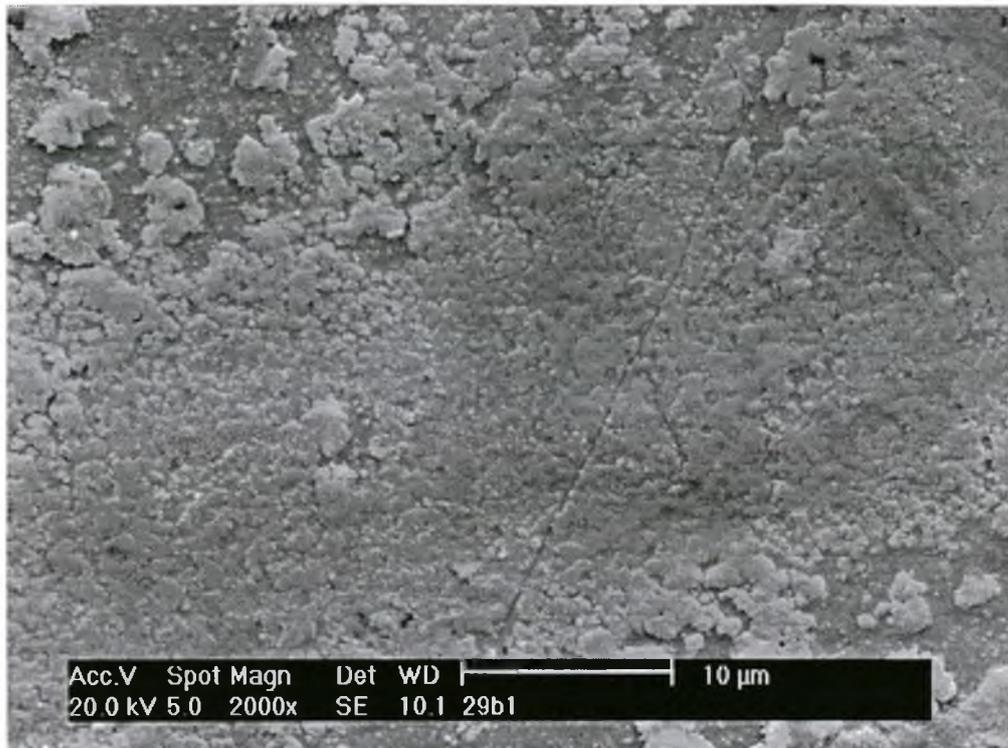


FIGURA 26: Aspecto morfológico da superfície de esmalte tipo camada, do bloco 29b1 num aumento de 2000x (primeira etapa).

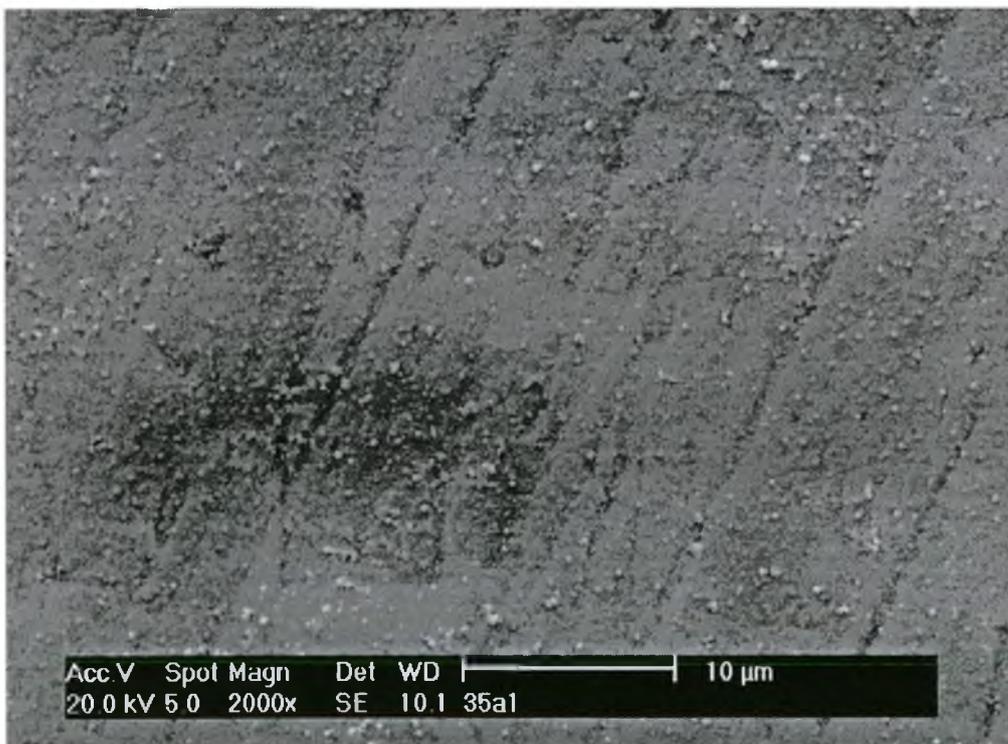


FIGURA 27: Aspecto morfológico da superfície de esmalte tipo acúmulos isolados, do bloco 35a1 num aumento de 2000x (primeira etapa).

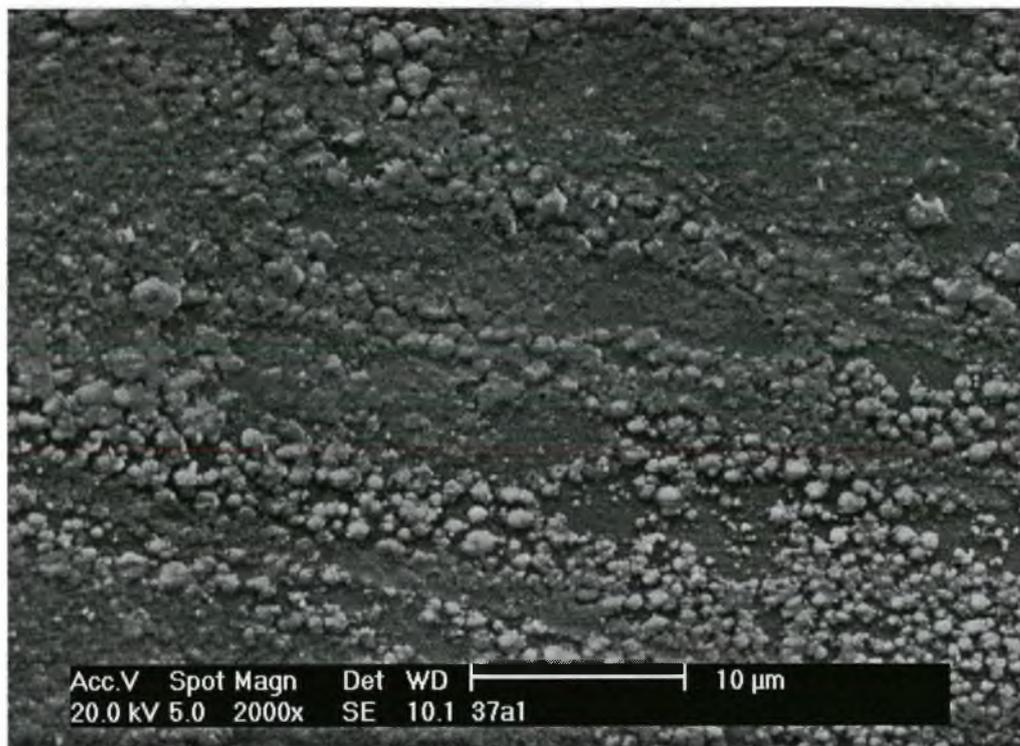


FIGURA 28: Aspecto morfológico da superfície de esmalte tipo acúmulos aglomerados, do bloco 37a1 num aumento de 2000x (primeira etapa).

- Aspectos morfológicos dos blocos da segunda etapa

QUADRO 5: Valores dos escores atribuídos ao aspecto morfológico superficial do esmalte dos blocos da segunda etapa observados pelo M.E.V., num aumento de 2000x.

BLOCOS	ESCORES*
1b	2
2c	1
5b	AMOSTRA PERDIDA
6b	3
7b	0
9b	AMOSTRA PERDIDA
10b	AMOSTRA PERDIDA
12b	2
14b	2
15b	0
25b	AMOSTRA PERDIDA
26b	0
27c	3
28b	2
29c	2
33b	3
35b	3
36b	1
37b	AMOSTRA PERDIDA
42b	2

* ESCORES:

CAMADA DE MICRO-GRÂNULOS

(3)

ACÚMULOS AGLOMERADOS DE MICRO-GRÂNULOS

(2)

ACÚMULOS ISOLADOS DE MICRO-GRÂNULOS

(1)

NENHUM COMPOSTO

(0)

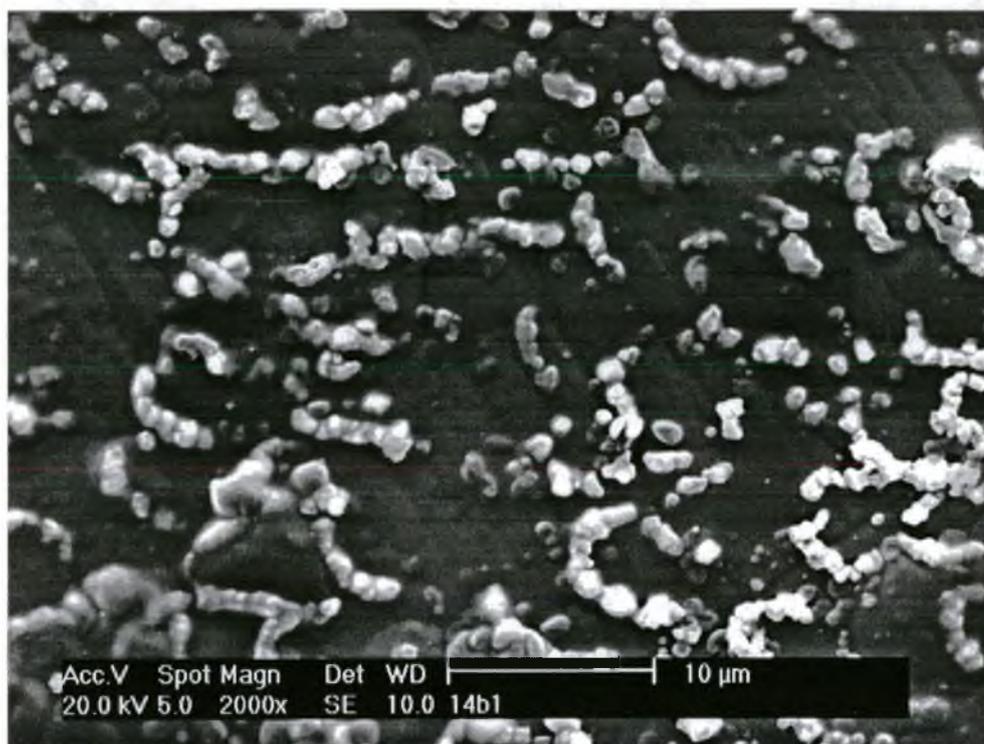


FIGURA 29: *Aspecto morfológico da superfície de esmalte tipo acúmulos aglomerados, do bloco 14b1 num aumento de 2000x (segunda etapa).*

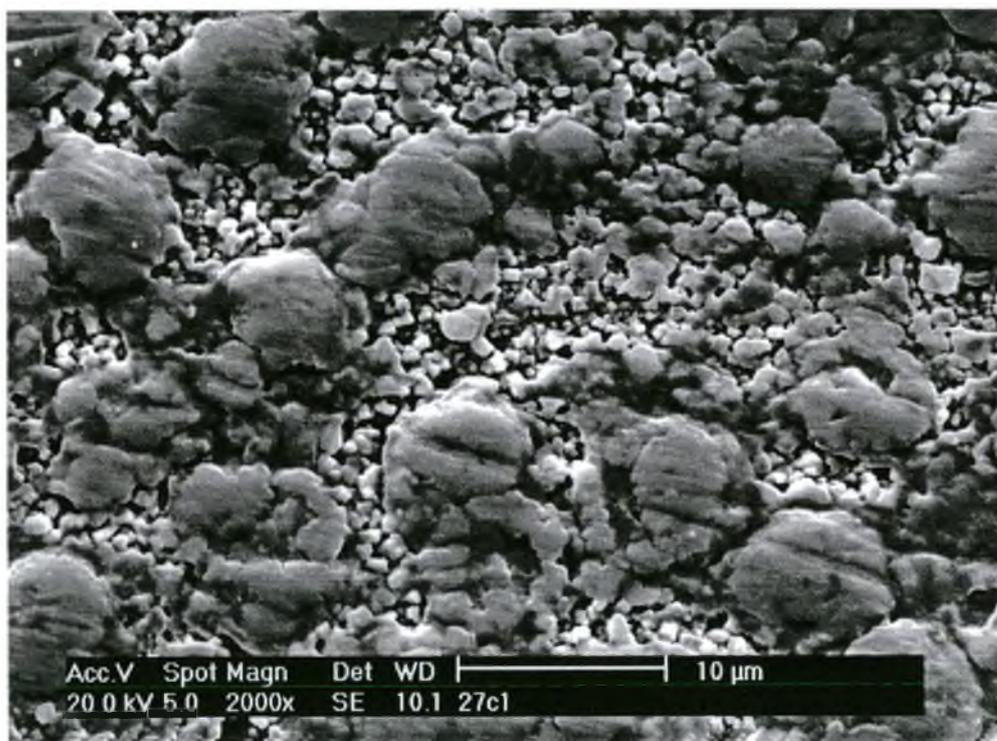


FIGURA 30: *Aspecto morfológico da superfície de esmalte tipo camada, do bloco 27c1 num aumento de 2000x (segunda etapa).*

5.3 Análise Química

☐ Qualitativa:

Esta análise foi realizada para a determinação dos elementos na superfície do esmalte mediante a espectroscopia de dispersão de energia, e os resultados foram tabulados a partir de análises efetuadas em espectrogramas e encontram-se nas TABELAS 5 e 6.

Os blocos de esmalte simultaneamente à análise de microscopia eletrônica de varredura foram submetidos à micro - sonda de Raios -X (espectroscopia de dispersão de energia), para a determinação química qualitativa e semi - quantitativa dos depósitos formados na superfície de cada bloco. Nesta análise considerou-se a presença de prata e flúor, elementos incorporados ao esmalte, e o cálcio e fósforo por serem componentes deste tecido.

Primeira etapa

TABELA 5: Valores da análise da espectroscopia de dispersão de energia dos elementos flúor, prata, cálcio e fósforo em peso percentual no esmalte decíduo após aplicação do FDP a 30% (primeira etapa).

BLOCOS	ESPECTROSCOPIA DE DISPERSÃO DE ENERGIA				Σ
	F	Ag	Ca	P	
1a	1.04	17.60	36.37	20.27	75.28
2b	ND	2.29	51.67	33.94	87.90
5a	ND	5.56	46.69	28.25	80.50
6a	ND	0.00	51.66	32.01	83.67
7a	ND	16.21	51.99	31.80	100.00
9a	ND	18.75	49.62	31.63	10.00
10a	1.04	29.79	40.21	26.35	97.39
12a	ND	4.59	60.65	34.77	100.00
14a	ND	47.25	27.96	24.69	99.90
15a	ND	13.50	49.35	37.14	99.99
25a	ND	12.72	52.20	35.08	100.00
26a	ND	10.54	52.64	36.82	100.00
27a	ND	9.85	49.81	29.69	89.35
28a	ND	3.10	53.06	31.42	87.58
29b	ND	11.97	55.03	32.99	99.99
33a	ND	22.81	46.89	30.30	100.00
35a	ND	2.24	51.12	28.50	81.86
36a	0.36	1.31	50.44	23.32	75.43
37a	ND	14.09	47.28	29.35	90.72
42a	0.62	9.36	49.03	40.93	99.94

ND = Não determinado

Os blocos controle mostraram que não continham prata, porém o flúor encontrado correspondeu à composição própria do esmalte. A detecção do flúor nesta análise na maioria das amostras foi não determinada (ND) devido à instabilidade deste elemento. Observe-se na FIGURA 31 que o espectrograma detecta o flúor em níveis irrisórios.

Quando os dados do somatório (Σ) dos elementos químicos analisados pela espectroscopia de dispersão de energia (TABELA 5 da p.75) foram relacionados com a média da dureza Vickers pelo teste de correlação, encontrou-se o valor de $r=1.118$, resultado que indica não existir relação entre o somatório dos elementos observados e a dureza Vickers final, da primeira etapa.

Quando aplicou-se o teste de correlação entre os valores médios da dureza final da primeira etapa com o somatório dos valores da prata em peso percentual encontrou-se o valor de $r=0,162$, resultado estatisticamente insignificante, que indica existir relação entre a dureza do esmalte e a quantidade de prata encontrada, entretanto, demonstra uma baixa correlação entre os aspectos considerados.

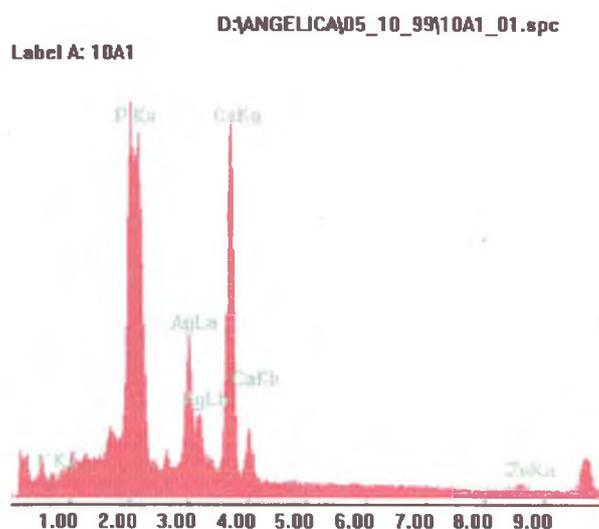


FIGURA 31: Espectrograma do bloco 10a1 (primeira etapa)

Segunda etapa

TABELA 6: Valores da análise da Espectroscopia de dispersão de energia dos elementos flúor, prata, cálcio, fósforo e cloro em peso percentual (W%) no esmalte decíduo após aplicação do FDP a 30% e sete dias de imersão em saliva artificial (segunda etapa).

BLOCOS	ESPECTROSCOPIA DE DISPERSÃO DE ENERGIA					Σ - Cl
	F	Ag	Ca	P	Cl	
1b	ND	15.94	44.86	27.59	ND	88.39
2b	ND	56.09	24.11	19.81	ND	100.00
5b				AMOSTRA PERDIDA		
6b	ND	38.90	37.40	23.70	ND	100.00
7b	ND	ND	57.05	42.98	ND	100.00
9b				AMOSTRA PERDIDA		
10b				AMOSTRA PERDIDA		
12b	ND	39.64	35.86	24.50	ND	100.00
14b	ND	7.39	57.56	35.06	ND	100.00
15b	ND	ND	62.13	37.87	ND	100.00
25b				AMOSTRA PERDIDA		
26b	ND	ND	62.20	37.80	ND	100.00
27b	ND	565.21	17.07	13.53	13.19	86.81
28b	ND	29.25	37.52	26.67	6.56	93.44
29b	ND	12.06	53.48	31.82	2.63	97.36
33b	ND	42.73	ND	2.71	12.97	45.44
35b	ND	8.38	48.99	42.63	ND	100.00
36b	ND	5.43	57.88	36.69	ND	100.00
37b				AMOSTRA PERDIDA		
42b	ND	13.72	40.98	45.30	ND	100.00

ND = Não determinado

Quando os resultados do somatório dos elementos químicos analisados flúor, prata, cálcio e fósforo (TABELA 6), foram relacionados com a média da dureza final da segunda etapa o teste de correlação apresentou o valor de $r=0,03$ que indicou não existir uma correlação entre os aspectos considerados.

Quando se aplicou o teste de correlação entre os valores médios da dureza final da segunda etapa com o somatório dos valores da prata em peso percentual encontrou-se o valor de $r= 0,06$, valor estatisticamente não significativo, que demonstrou não existir relação entre a dureza do esmalte e a quantidade de prata encontrada na segunda etapa.

O cloro foi encontrado somente na segunda etapa por ser um elemento constituinte da saliva artificial (QUADRO 2 da p. 50.)

Quando se aplicou o teste de correlação "r" para a diferença de durezas e os dados de peso percentual de prata, encontrou-se na primeira etapa o valor de $r = 0.547$, resultado que indicou uma correlação alta, estatisticamente significativa, e na segunda etapa o valor de $r = -0.109$ indicou uma correlação casual estatisticamente não significativa.

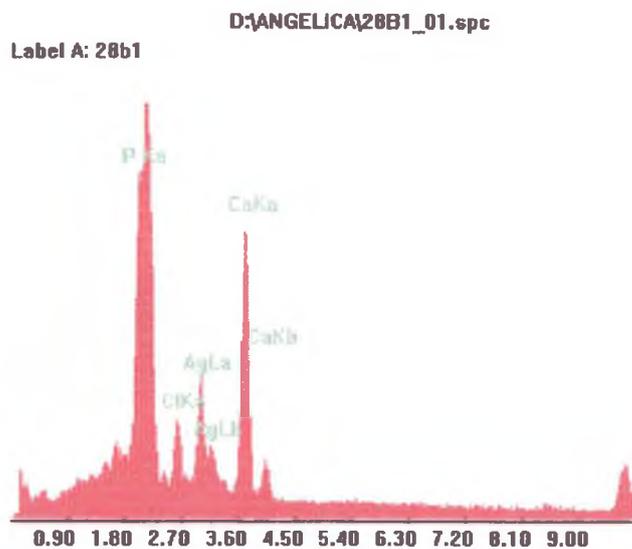


FIGURA 32: Espectrograma característico dos blocos da segunda etapa, bloco 28b1, correspondente à FIGURA 23

□ *Quantitativa:*

A quantificação dos elementos na superfície do esmalte foi realizada mediante o eletrodo íon-seletivo para flúor e absorção atômica para prata e cálcio. Os valores de flúor, prata e cálcio foram obtidos analisando-se a solução (S) e corresponderiam à quantidade destes elementos não absorvidos pelo esmalte no caso dos dois primeiros elementos, e o valor de cálcio correspondeu à quantidade deste elemento liberado pelo esmalte.

Determinação do flúor absorvido pelo esmalte por meio do íon seletivo para flúor:

Considerando que a concentração de flúor da solução de FDP a 30% é 9,97g%, pode-se determinar que a quantidade de flúor aplicada numa gota (0,05 ml) foi de 4,985 mg (F_{APLICADO}).

O valor percentual de flúor absorvido ($F_{\text{ABSORVIDO}}$) foi obtido a partir dos valores de flúor da solução (S) ($F_{\text{NÃO ABSORVIDO}}$) (TABELA 7 e 8, p. 80 e 81 respectivamente).

Devido à evidência dos resultados obtidos em relação a absorção de flúor nesta etapa, em que a média foi de 99,87% e o desvio padrão de 0,182685, considerou-se não haver necessidade de realização de um teste estatístico para comprovar que a absorção de flúor foi estatisticamente significativa, da mesma forma que na segunda etapa a média foi de 99,92% e o desvio padrão de 0,012617.

TABELA 7: Percentual do flúor absorvido pelo esmalte decíduo após aplicação do FDP a 30% (primeira etapa)

B L O C O S	FLÚOR NA SOLUÇÃO (S) $F_{\text{NÃO ABSORVIDO}}$ (mg/gota)	$F_{\text{ABSORVIDO}}$ $F_{\text{APLICADO}} - F_{\text{NÃO ABSORVIDO}}$ 4.985 mg	FLÚOR ABSORVIDO PELO DENTE %
1a2	0,006120	4,978880	99.88
2b2	0,005457	4,979543	99.90
5a2	0,004692	4,980308	99.91
6a2	0,003876	4,981124	99.92
7a2	0,004182	4,980818	99.92
9a2	0,003570	4,981430	99.93
10a2	0,003468	4,981532	99.93
12a2	0,003213	4,981787	99.94
14a2	0,003315	4,981685	99.93
15a2	0,003213	4,981787	99.94
25a2	0,004539	4,980461	99.91
26a2	0,003315	4,981685	99.93
27a2	0,003213	4,981787	99.94
28a2	0,003723	4,981277	99.93
29b2	0,003060	4,981940	99.94
33a2	0,011628	4,973372	99.77
35a2	0,005661	4,979339	99.89
36b2	0,005865	4,979135	99.88
37a2	0,044370	4,940630	99.11
42a2	0,004590	4,980410	99.91
			$\bar{X} = 99.87$ $sd = 0.182685$

TABELA 8: Percentual do flúor absorvido pelo esmalte decíduo após aplicação do FDP a 30% e imersão em saliva artificial durante sete dias (segunda etapa)

B L O C O S	FLÚOR NA SOLUÇÃO (S) $F_{\text{NÃO ABSORVIDO}}$ (mg/gota)	$F_{\text{ABSORVIDO}}$ $F_{\text{APLICADO}} - F_{\text{NÃO ABSORVIDO}}$ 4.985 mg	FLÚOR ABSORVIDO PELO DENTE %
1b2	0,003672	4,9813	99,93
2c2	0,003825	4,9812	99,92
5b2	0,003825	4,9812	99,92
6b2	0,003978	4,9810	99,92
7b2	0,003825	4,9812	99,92
9b2	0,003825	4,9812	99,92
10b2	0,003825	4,9812	99,92
12b2	0,003825	4,9812	99,92
14b2	0,003672	4,9813	99,93
15b2	0,003825	4,9812	99,92
25b2	0,006171	4,9788	99,88
26b2	0,004641	4,9804	99,91
27c2	0,004182	4,9808	99,92
28b2	0,003774	4,9812	99,92
29c2	0,003468	4,9815	99,93
33b2	0,003621	4,9814	99,93
35b2	0,003366	4,9816	99,93
36a2	0,003366	4,9816	99,93
37b2	0,003366	4,9816	99,93
42b2	0,003213	4,9818	99,94
			$\bar{X} = 99,92$ $sd = 0,012617$

Determinação da prata absorvida pelo esmalte decíduo por meio da absorção atômica:

Considerando que a concentração de prata da solução do FDP a 30% é 19,26 g% pode-se determinar que a quantidade de prata aplicada (Ag_{APLICADA}) numa gota (0,05ml) foi de 9630 μg .

O valor percentual de prata absorvida ($Ag_{\text{ABSORVIDA}}$) foi obtido a partir dos valores de prata da solução (S) ($Ag_{\text{NÃO ABSORVIDA}}$) (TABELAS 9 e 10, p. 82 e 83 respectivamente).

TABELA 9: Percentual de prata absorvida pelo esmalte decíduo após aplicação do FDP a 30% (primeira etapa)

B L O C O S	PRATA SOLUÇÃO (S) $Ag_{\text{NÃO ABSORVIDA}}$ (mg/gota)	$Ag_{\text{ABSORVIDA}}$ $Ag_{\text{APLICADA}} - Ag_{\text{NÃO ABSORVIDA}}$ 4.985 mg	FLÚOR ABSORVIDO PELO DENTE %
1a2	2,524	9627,476	99,97
2b2	19,684	9610,316	99,80
5a2	13,808	9616,192	99,86
6a2	1,352	9628,648	99,99
7a2	3,508	9626,492	99,96
9a2	0,592	9629,408	99,99
10a2	5,068	9624,932	99,95
12a2	1,388	9628,612	99,99
14a2	6,756	9623,244	99,93
15a2	2,008	9627,992	99,98
25a2	22,200	9607,800	99,77
26a2	1,160	9628,840	99,99
27a2	4,536	9625,464	99,95
28a2	14,872	9615,128	99,85
29b2	0,168	9629,832	99,99
33a2	26,508	9603,492	99,72
35a2	2,008	9627,992	99,98
36b2	14,968	9615,032	99,84
37a2	0,720	9629,280	99,99
42a2	7,072	9622,928	99,93
			$\bar{X} = 99.92$ $sd = 0.084394$

Devido à evidência dos resultados obtidos em relação a absorção de prata nesta etapa onde a média foi de 99,92% e o desvio padrão de 0,083494 considerou-se não haver necessidade de realização de um teste estatístico para comprovar que a absorção de prata (%) foi estatisticamente significativa, da mesma forma que na segunda etapa a média foi de 99,99% e o desvio padrão de 0,001827. Quando se realizou o teste de correlação para verificar a existência de relação entre a dureza final da primeira etapa e os valores de prata absorvida, encontrou-se $r = 0,162$, valor que indicou uma relação muito baixa entre estes aspectos, ou seja que este resultado não foi estatisticamente significativo.

TABELA 10 : Percentual da prata absorvida pelo esmalte decíduo após aplicação do FDP a 30% e imersão em saliva artificial durante sete dias (segunda etapa)

B L O C O S	PRATA SOLUÇÃO (S) Ag NÃO ABSORVIDA (mg/gota)	Ag ABSORVIDA Ag APLICADA - Ag NÃO ABSORVIDA 4.985 mg	FLÚOR ABSORVIDO PELO DENTE %
1b2	ND	ND	> 99,99
2c2	0,088	9629,912	99,99
5b2	ND	ND	> 99,99
6b2	ND	ND	> 99,99
7b2	0,232	9629,768	99,99
9b2	0,016	9629,984	> 99,99
10b2	0,168	9629,832	99,99
12b2	0,284	9629,716	99,99
14b2	0,292	9629,708	99,99
15b2	0,040	9629,960	> 99,99
25b2	0,320	9629,680	99,99
26b2	0,340	9629,660	99,99
27c2	0,104	9629,896	99,99
28b2	0,572	9629,428	99,99
29c2	ND	ND	> 99,99
33b2	0,404	9629,596	99,99
35b2	ND	ND	> 99,99
36a2	0,068	9629,932	99,99
37b2	0,456	9629,544	99,99
42b2	0,140	9629,860	99,99
			$\bar{X} = 99,99$ $sd = 0.001827$

Quando os valores de prata absorvida pelo esmalte na segunda etapa foram comparados com a dureza final desta etapa pelo teste de correlação, observou-se $r = 0,06$ que indicou não existir correlação.

Finalmente considerando os resultados estatísticos da primeira e segunda etapa, podemos concluir que não se observou correlação entre a quantidade de prata absorvida pelo esmalte e dureza desse tecido.

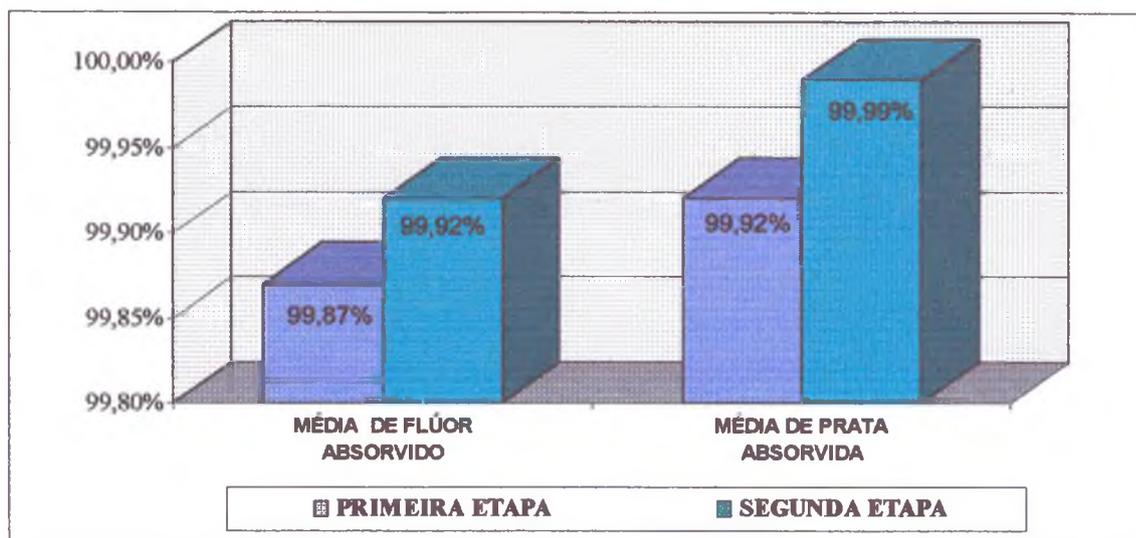


FIGURA 33: Valores de flúor e prata absorvidos nas duas etapas da pesquisa

Determinação do cálcio liberado pelo esmalte decíduo por meio da absorção atômica

Com os dados da leitura pelo espectrômetro de absorção atômica e em função de uma curva analítica obtivemos os valores do cálcio liberado pelo esmalte em $\mu\text{g/ml}$. (TABELA 11 e FIGURA 36, p. 85 e 93 respectivamente).

Para a análise estatística do teor de cálcio liberado pelo esmalte após aplicação da solução do FDP a 30% nas duas etapas da pesquisa, aplicou-se o teste t pareado na comparação entre as médias do cálcio liberado nas duas etapas. O valor encontrado foi de $t = -2.18$ e $p = 0.0423$, que demonstraram que o

cálcio liberado na segunda etapa foi maior do que na primeira, sendo esta uma diferença estatisticamente significativa.

TABELA 11: Valores de cálcio liberado pelo esmalte ($\mu\text{g/ml}$) nas duas etapas da pesquisa

BLOCOS	CÁLCIO NA SOLUÇÃO (S)	
	PRIMEIRA ETAPA Ca LIBERADO ($\mu\text{g/ml}$)	SEGUNDA ETAPA Ca LIBERADO ($\mu\text{g/ml}$)
1	2.407	2.215
2	1.958	1.311
5	1.298	1.433
6	1.906	3.178
7	2.977	1.451
9	1.077	2.469
10	1.315	3.301
12	1.138	2.227
14	1.816	2.726
15	1.284	1.827
25	2.115	1.190
26	1.555	1.951
27	2.138	2.842
28	0.376	1.065
29	1.641	2.029
33	2.481	2.546
35	1.686	1.379
36	0.567	1.561
37	1.871	3.646
42	2.192	2.155
	$\bar{X}=1.689$ $s d=0.638$	$\bar{X}=2.125$ $sd=0.747$

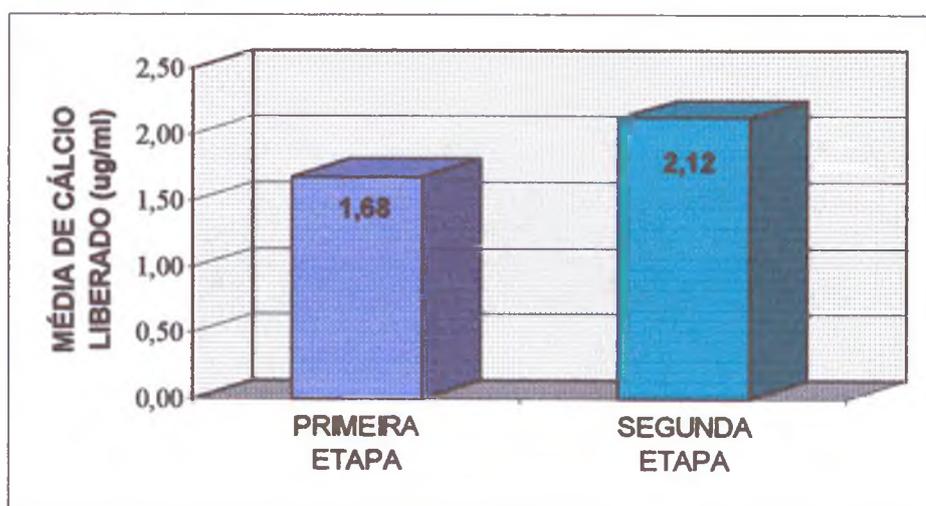


FIGURA 34 : Comparação dos valores médios de cálcio liberado do esmalte nas duas etapas.

DISCUSSÃO

Segundo MORTIMER (1970); EISPAHR & BUGG (1984); ARAÚJO (1982) o esmalte dos dentes decíduos por ter menos espessura que o dos permanentes e menor percentagem de minerais na sua constituição, apresenta-se mais permeável e menos resistente, o que o torna mais susceptível a processos patológicos como a lesão de cárie.

A prevenção da doença cárie é complexa e os procedimentos isolados para o seu controle, nem sempre são eficazes. Entretanto o flúor, neste contexto, é considerado por ARANHA (1996); WALTER, FERELLE, ISSAO (1997) dentre outros, como o único elemento que tem ação terapêutica-preventiva reconhecida sobre a manifestação da doença cárie, nas suas mais diversas formas de apresentação.

Este estudo avaliou uma solução de alta concentração de flúor e prata, o fluoreto de diamino prata a 30%, cuja aplicação é considerada como um tratamento adequado principalmente em crianças de zero a três anos e em programas de saúde pública devido a sua fácil aplicação, custo baixo, e eficácia comprovada através de inúmeras pesquisas NISHINO (1969); MORITANI et al. (1970); YAMAGA et al. (1972); SUZUKY (1973); MORIWAKI et al. (1974); SHIMIZU & KAWAGOE (1976); TSUTSUMI (1981a); BIJELLA et al. (1991); ALMEIDA et al. (1994); HIHARA et al. (1994); YAMAGA et al. (1994); SOUZA, FOSSATI, SOUZA (1996); MEDEIROS et al. (1998).

Esta solução apresentou nível de pH alcalino, 8.9 unidades, valor semelhante ao indicado na bula (9.0 unidades de pH) e de acordo com aquele encontrado por SUZUKI (1974) que observou que a solução a 38% apresentava um valor de 8 unidades de pH. Estes valores diferem, entretanto, de compostos fluoretados tipo verniz, que possui pH neutro e o gel de flúor fosfato acidulado, que apresenta pH ácido (VILLENA & CORREA, 1998), característica esta,

considerada pelos autores como importante no favorecimento para a formação do fluoreto de cálcio, composto ao qual é atribuída interferência importante no mecanismo de des-remineralização segundo pesquisas Mc CANN (1968); CRUZ, OGAARD, ROLLA (1992); OGAARD, ROLLA, HELGELAND (1983); CHRISTOFFERSEN et al. (1988); SAXEGAARD & ROLLA (1988); ARENDS & CHISTOFFERSEN (1990); FEATHERSTONE et al. (1990); OGAARD (1990); WHITE & NANCOLLAS (1990); MARGOLIS (1995); LARSEN & BRUNN (1995); MODESTO et al. (1996); MORAES & MEDEIROS (1996).

*De acordo com a pesquisa de SERRA, SARTINI FILHO, CURY (1989), a formação do fluoreto de cálcio deve ser freqüente uma vez que este, é dissolvido com facilidade no meio bucal. Entretanto para CHRISTOFFERSEN et al. (1988); SAXEGAARD, LAGERLOF, ROLLA (1988); ROLLA & SAXEGAARD (1990); LARSEN & BRUUN (1995), esta dissolução é reduzida na presença de fosfatos da saliva. E a aplicação tópica de altas concentrações de flúor sobre a superfície do esmalte dentário induz à formação de depósitos inorgânicos, bem como à redução do nível de produção ácida dos microorganismos cariogênicos como o *S. mutans* (MARGOLIS & MORENO, 1990).*

A dissolução do fluoreto de cálcio como o ponto chave do mecanismo cariostático das aplicações tópicas de produtos com altas concentrações de flúor tem sido salientado por SERRA, SARTINI FILHO, CURY (1989); CHRISTOFFERSEN et al. (1988); SAXEGAARD, LAGERLOF, ROLLA (1988); ROLLA & SAXEGAARD (1990). ARENDS & CHISTOFFERSEN (1990); MARGOLIS (1995); LARSEN & BRUUN (1995). Os mesmos sugerem que os glóbulos de fluoreto de cálcio ficam cobertos pela película adquirida e/ou placa, que alteram sua solubilidade, de acordo com as flutuações do pH. Quando ocorre uma queda de pH , o fluoreto de cálcio libera

íons flúor que se absorvem à superfície do esmalte tornando-se um composto decisivo, já que funciona como doador destes íons flúor.

A eficácia da solução de fluoreto de diamino prata na paralisação e prevenção de lesões de cárie é atribuída principalmente à formação do fluoreto de cálcio, segundo NISHINO (1969); SHIMIZU & KAWAGOE (1976); SUZUKI (1974); MORIWAKI (1974) e NAGAO (1979). Considerando-se a longevidade da eficácia das aplicações trimestrais desta solução como salientado por ALMEIDA et al. (1994), imaginou-se que o(s) composto(s) formado(s) ou elemento(s) retido(s) após aplicação desta solução por permanecerem por mais tempo, justifica desta forma que, aplicações por períodos de tempo maiores continuassem sendo eficazes, o que sugere que o mecanismo de ação do fluoreto de diamino prata deva-se à formação de outro(s) composto(s) e não somente o fluoreto de cálcio cuja formação depende principalmente da freqüência de aplicação e pH.

A avaliação prévia das soluções para determinar a quantidade de flúor e da prata demonstrou que a solução de FDP a 30%, apresentou um teor alto de flúor de 99700 p.p.m que representou o triplo do valor esperado (33600 p.p.m.), (FIGURA 35, p.90), mais elevado do que o gel de flúor fosfato acidulado (12300 p.p.m.) e o verniz (22600 p.p.m.), segundo VILLENA & CURY (1998). Apesar disto é importante destacar que a quantidade aplicada desta solução, é muito menor do que aquelas aplicadas quando se utilizam as outras apresentações. Por exemplo, numa aplicação de FDP a 30%, utilizam-se aproximadamente 3 gotas, equivalentes a 20 mg de flúor, entretanto, considera-se segura, se aplicada numa criança de dois anos, cuja dose provavelmente tóxica (d.p.t). de flúor é 60 mg. Contudo numa aplicação tópica de gel de flúor fosfato acidulado numa criança de mesma idade, a quantidade aplicada equivale a duas vezes a d.p.t, aspecto que o contra-indica em

determinadas situações. Já o verniz fluoretado, é um produto considerado seguro quando utilizado em crianças nesta faixa etária, uma vez que a liberação de flúor acontece de uma forma lenta (VILLENA & CORREA, 1998).

É importante salientar que, para se avaliar a d.p.t de soluções fluoretadas, deve-se levar em conta o peso da criança e os teores de flúor dos produtos de acordo com VILLENA & CURY (1998). Entretanto, os valores apresentados nas bulas podem não corresponder com aqueles efetivamente encontrados no produto. Para uma criança de 36 meses (15,1 kg) segundo esses autores, a d.p.t. da solução de FDP a 30% seria de 5,2 ml contudo, segundo os resultados da quantificação do flúor no produto observado nesta pesquisa a d.p.t. seria de 2,24 ml, valor que representa praticamente a metade daquela sugerida. Essa diferença deve servir de alerta para o perigo da inadequada manipulação de certos compostos fluoretados usados na Odontopediatria.

Em relação ao teor da prata encontrado na solução, observou-se um valor semelhante ao esperado, 19.26 g% (FIGURA 35)

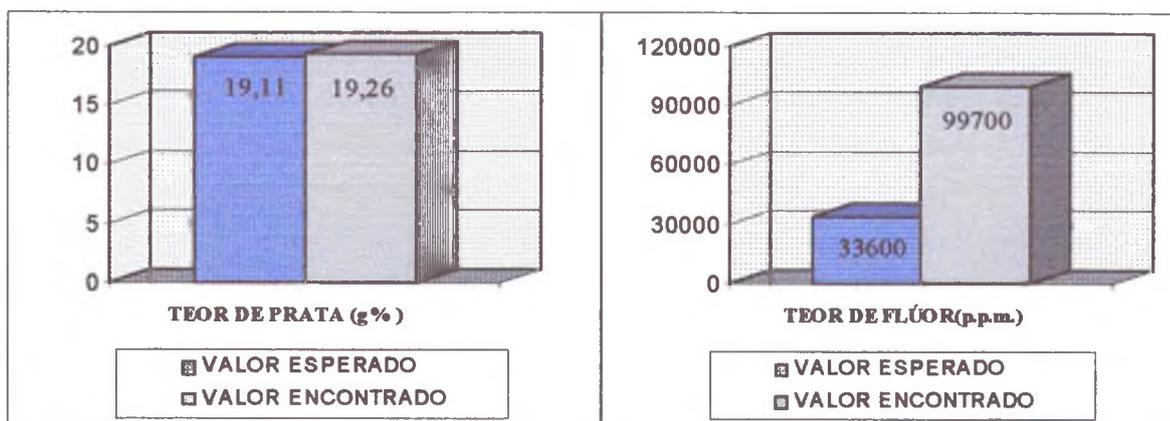


FIGURA 35: Teores de flúor e prata esperados e encontrados na solução de FDP a 30%.

A avaliação de dureza superficial de micro-indentação (RYGE, FOLEY, FAIRHURST, 1961), foi feita, justificada por pesquisas que consideram este, como

um método que mensura as mudanças na resistência da superfície de tecidos duros do dente, sensível em detectar estágios de des-remineralização e representar uma avaliação indireta de trocas minerais, bem como por ser o método menos variável e menos susceptível a erros operacionais, além de ser de uso simples de acordo com KOULOURIDES & HOUSCH (1983); WHITE (1987); ZERO (1995). E, segundo PHILLIPS (1993), é considerado capaz de mensurar regiões muito pequenas, como as utilizadas nesta pesquisa.

De acordo com LAKOMMA & RYTOMAA (1977) e HERSKROTTER et al. (1989) existe uma maior concentração de elementos minerais no esmalte do que na dentina, aspecto que se vê refletido na dureza, e, quando as alterações são observadas no esmalte, estas são desprezíveis.

Para ARENDS & BOSCH (1992) a microdurometria superficial é um método qualitativo, porque fornece evidências indiretas das trocas minerais, contudo não quantifica a perda ou ganho do mineral. Estes autores consideram a micro-radiografia transversal como o método que efetivamente quantifica e avalia os valores destas trocas, entretanto como desvantagem não permite a reutilização das amostras, razão pelo qual decidiu-se utilizar a avaliação de dureza, que permitiria a reutilização das amostras em análises posteriores (WHITE, 1987).

Entretanto para KODAKA et al. (1992), os valores de dureza em esmalte sadio só indicam as mudanças grosseiras, mas não as pequenas diferenças no conteúdo orgânico e mineral.

Embora o teste de durometria seja utilizado em alguns estudos, observou-se não haver um padrão quanto às cargas utilizadas. CRAIG & PEYTON (1958); FEATHERSTONE (1983); e GOUVEIA, M. (1999), utilizaram 50g, enquanto KODAKA (1992) utilizou 25g.

Nesta pesquisa, os testes foram realizados com carga de 160g por 15 segundos, tomando-se como base o estudo de RYGE, FOLEY, FAIRHURST (1961) que sugere a utilização de cargas maiores que 25g, quando se utiliza o indentador Vickers, com o objetivo de se obter um coeficiente de variação menor, considerando-se a relação dureza-carga, já que neste indentador, particularmente, a dureza depende da carga empregada, além da pouca definição das indentações, quando cargas de 25 ou 50g foram utilizadas.

A dureza final da primeira etapa apresentou o valor médio de 324,09 Hv (FIGURA 36, p. 93) que representou em relação à dureza inicial um aumento de 9%, resultado estatisticamente significativo, quando se aplicou o teste t pareado, demonstrando que a dureza média final foi maior que a inicial ($t = -3,46$, $p = 0,0026$).

Na segunda etapa, a solução foi aplicada e, posteriormente mantiveram-se os blocos imersos em saliva artificial durante sete dias. Após este período encontrou-se um valor médio de dureza final de 355,54 Hv (FIGURA 36, p. 93) que, em relação à dureza inicial, representou um aumento de 7%, resultado também estatisticamente significativo, em comparação à dureza inicial ($t = -3,40$, $p = 0,003$).

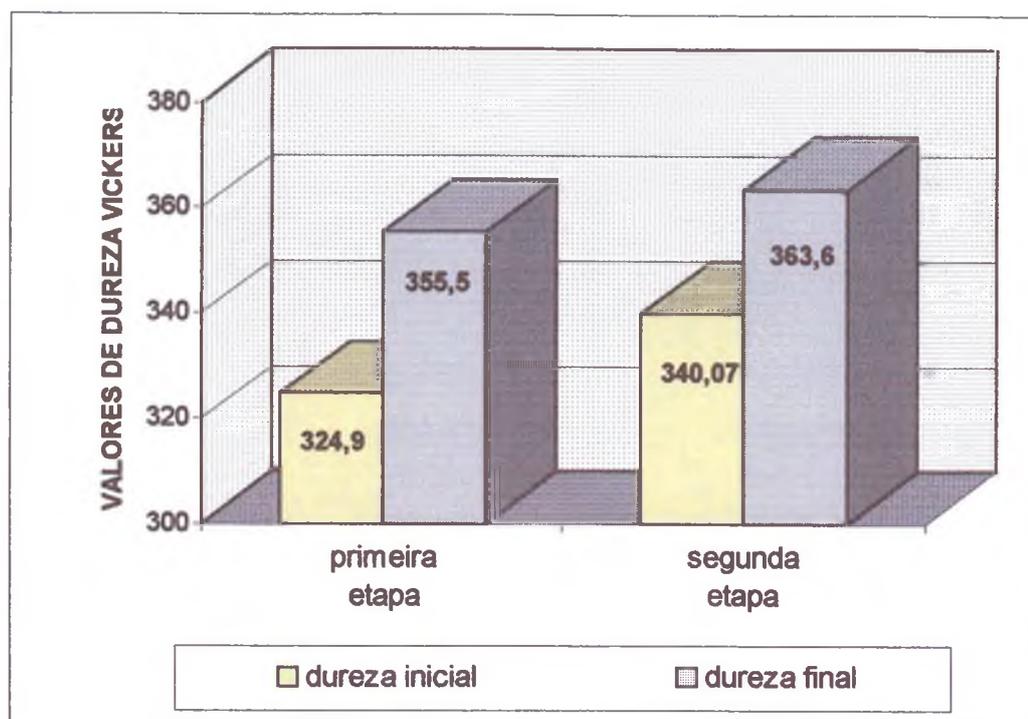


FIGURA 36: Comparação dos valores médios da dureza Vickers inicial e final das duas etapas.

Durante a análise de dureza observou-se que existem variações num mesmo dente. Entretanto estas variações não acontecem num padrão regular, sendo esta observação coincidente com as de CALDWELL et al. (1957) e CRAIG & PEYTON (1958).

Dentre os estudos, somente MORIWAKI et al. (1974) fizeram avaliação, por micro-radiografia, após um ano de aplicação de diamino fluoreto de prata a 38% e encontraram consistência superficial endurecida, resultado similar àqueles obtidos a partir da durometria.

Dentre as pesquisas realizadas em dentes decíduos CALDWELL et al. (1957) e GOUVEIA (1999), observaram valores de dureza entre 357 - 399 Hv, e valor médio 370,64 respectivamente, resultados semelhantes aos desta pesquisa e ainda

com a de JOHANSSON, SORVARI, MEURMAN (1998) os quais obtiveram valor médio próximo, entretanto um pouco menor, 308.00 Hv.

Cabe destacar que cinco blocos, dentre eles o 2b1, apresentaram valores baixos de dureza que não correspondiam à do esmalte dentário. Posteriormente comprovou-se pelo microscópio eletrônico de varredura que, o desgaste excessivo no momento do polimento fez com que a dentina fosse exposta (FIGURA 37, p. 94), sendo estes valores baixos correspondentes a esse tecido.

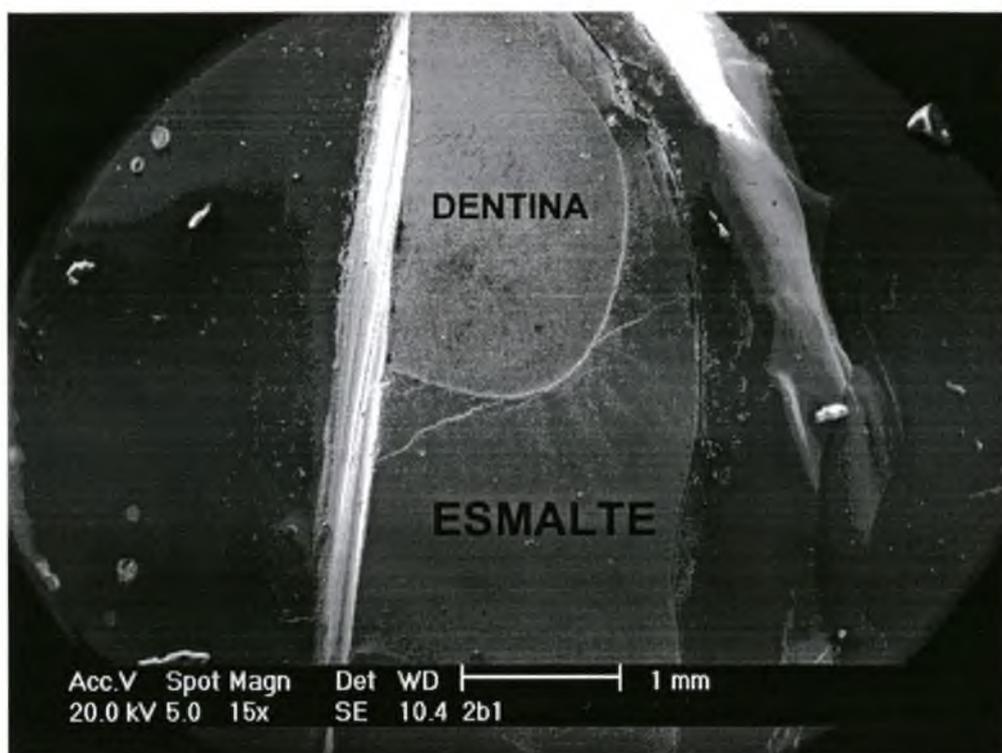


FIGURA 37: Microfotografia do bloco 2b1 num aumento de 15x (vista panorâmica).

Embora o valor médio da dureza final do grupo pertencente à segunda etapa (363.60 Hv), fosse maior em comparação com o valor médio da primeira (355.54 Hv), quando se aplicou o teste "t pareado" para comparar a dureza final entre as duas etapas, o valor observado não foi estatisticamente significante. Da mesma forma que quando se comparou a diferença de durezas (final e inicial) entre a primeira e a segunda etapa (FIGURA 22, p. 67).

Durante a avaliação da morfologia superficial dos blocos pela microscopia eletrônica de varredura, as estruturas observadas apresentavam-se compostas por microgrânulos de diferentes tamanhos, com tendência a se coalescerem formando camadas, conforme observado nas FIGURAS 25, 26, p. 70, 71 respectivamente .

A distribuição foi variada e, em alguns casos, observaram-se acúmulos isolados (FIGURA 27, p. 71) e em outros, aglomerados (FIGURAS 28 e 29, p.72 e 74).

Segundo BOCH, BOOIJ (1992), para a confirmação dos resultados obtidos pelo M.E.V. é extremamente importante relacioná-los com a análise química. Neste estudo, observaram-se estruturas poliédricas (FIGURA 23, p. 68), relacionadas com a morfologia de cristais de prata. Posteriormente, quando se relacionaram as imagens do M.E.V. com os dados da espectroscopia de dispersão de energia (FIGURA 32 p. 78), confirmou-se a presença de uma considerável quantidade de prata.

Pela microscopia eletrônica de varredura, os compostos globulares típicos de fluoreto de cálcio não foram observados como aqueles da pesquisa de OKAMOTO, NONOMURA, SOBUE (1975), logo após a aplicação da solução de diamino fluoreto de prata a 38%, como também a de RASTELLI (1999) quando aplicou solução de diamino fluoreto de prata a 12% e fluoreto de diamino prata a

30%. Entretanto ambas as metodologias deferiram em algumas etapas desta pesquisa. Estes glóbulos considerados pelos autores como prováveis compostos de fluoreto de cálcio e fosfato de prata não foram confirmados por outras análises além da microscopia eletrônica de varredura.

NELSON, JONGEBLOED, ARENDS (1983), avaliaram a morfologia e a espessura da camada superficial no esmalte hígido humano após aplicação de três agentes tópicos de flúor (verniz de flúor silano ácido, verniz de fluoreto de sódio neutro e gel de flúor fosfato acidulado) e justificaram a aparência engrossada da camada, pelo aumento na divisão das partículas das estruturas formadas e concluíram que a eficácia dos agentes fluoretados tópicos pode estar relacionada às mudanças produzidas na superfície do esmalte.

Apesar de o esmalte ser considerado uma peneira molecular segundo LARSEN & BRUUN (1995); HATTAB (1996) e CHRISTOFFERSEN et al. (1988), e a apatita ter afinidade pelo flúor LARSEN, FERH, BIRKLAND (1976), este íon pode-se apresentar incorporado internamente à estrutura do cristal ou absorvido forte ou fracamente a sua estrutura. O resultado da presença do flúor a partir da análise química qualitativa e semi-quantitativa na superfície dos blocos, pela espectroscopia de dispersão de energia, nas duas etapas mostraram picos irrisórios deste elemento e em alguns casos somente resíduos, justificado pela dificuldade de detecção do flúor em razão de sua instabilidade (FIGURA 31, p.76), por isso a necessidade de uma análise mais adequada para uma quantificação deste elemento.

Em relação aos resultados da análise química quantitativa do flúor, os mesmos demonstraram que a percentagem absorvida pelo esmalte dentário nas duas etapas da pesquisa foi maior do que 99% (FIGURA 33, p. 84) apesar dos

blocos serem de esmalte hígido, característica que de acordo com HICKS, FLATITZ, SILVERSTONE (1986); BRUNN & GIVSKOV (1991) e (1993) e LARSEN & BRUUN (1995) diminui a afinidade pelo íon flúor. Salienta-se, entretanto, que a camada superficial do esmalte foi parcialmente removida nos procedimentos de acabamento e polimento dos blocos, processo que pode ter favorecido positivamente nesta absorção.

É importante ressaltar que embora somente uma pequena porcentagem dos radicais hidroxila do esmalte sejam ocupados por íons flúor, estes podem aumentar a estabilidade estrutural da apatita segundo EINSPAHR & BUGG (1984).

OKAMOTO et al. (1975) obtiveram resultados semelhantes em relação ao flúor absorvido pesquisando o esmalte hígido após aplicação do diamino fluoreto de prata a 38%, observaram um incremento no conteúdo de flúor de 568 a 1953 p.p.m. numa profundidade de 10 μ do esmalte, onde foi aplicada a solução, havendo redução para 820 p.p.m. após um período de três semanas de imersão, quantidade ainda assim maior que no início do estudo. Contudo, para SUZUKI (1974), que uso outra metodologia, o percentual de flúor retido após uma semana da aplicação da solução e imersão em saliva artificial, foi de 40%, apesar de ter utilizado uma solução mais concentrada (38%).

Em relação à prata observaram-se quantidades consideráveis nas duas etapas (FIGURA 33, p. 84) . Porém quando se compararam os valores médios da dureza final de cada etapa com a somatória dos valores da prata em peso percentual, obtidos a partir da espectroscopia de dispersão de energia, encontrou-se uma correlação baixa $r=0,162$ para a primeira etapa da pesquisa, e para a segunda etapa encontrou-se $r=0.06$, que indica ter havido uma correlação estatisticamente significativa.

O aumento da dureza do esmalte após a aplicação do FDP a 30% esteve possivelmente relacionado à capacidade remineralizante desta solução, devido à formação de compostos à base de prata que fornecem à estrutura dentária maior resistência ao ataque cariogênico pelas características bacteriostáticas da prata salientadas por YAMAGA et al. (1972); SHIMIZU & KAWAGOE (1976); SUZUKI, SOBUE, SUGINAKA (1976).

A análise química quantitativa da prata absorvida pelo esmalte tratado com a solução mostrou que a prata foi absorvida praticamente na sua totalidade (99.99%) nas duas etapas da pesquisa (FIGURA 33, p.84), tendo os valores permanecidos invariáveis, mesmo com o período de imersão em saliva artificial. Estes valores foram confirmados pela espectroscopia de dispersão de energia que indicou percentagem elevada de prata, (TABELAS 5 e 6 p.75 e 77).

Em contrapartida, TSUTSUMI (1981b), ao estudar o efeito da solução de diamino fluoreto de prata a 38% em superfícies de esmalte hígido, encontrou alta concentração de íons flúor e prata que após imersão em saliva artificial, decresceu, contudo, apesar de 90 dias após, ainda permanecerem elevadas.

Quanto ao cálcio e fósforo, nas duas etapas da pesquisa, encontrou-se valores importantes (TABELAS 5 e 6, p 75 e 77) possivelmente fosfato de cálcio, o principal componente inorgânico da estrutura do esmalte segundo LARSEN & BRUNN (1995).

Somente na segunda etapa pela espectroscopia de dispersão de energia encontrou-se cloro proveniente da saliva artificial, em cuja composição encontra-se este elemento (QUADRO 3 e FIGURA 32, p.53 e 78).

Considerando-se a dureza e o conteúdo orgânico e mineral do esmalte, quando se correlacionou a média da dureza final de cada etapa da pesquisa com

o somatório dos elementos químicos analisados (Ca+P+Ag) pela espectroscopia de dispersão de energia. Observou-se que não houve correlação entre a dureza e o somatório destes elementos químicos.

DAVIDSON, KOESKSTRA, ARENDS (1974) relacionando as mudanças da dureza do esmalte com o decréscimo da concentração de cálcio, destacaram que a elevada percentagem da fase inorgânica deste tecido e sua relação com o conteúdo de cálcio, indica que a concentração deste elemento é um parâmetro importante quando se avalia mineralização, desmineralização e remineralização. Da mesma forma que para DAVIDSON, HOEKSTRA, ARENDS (1974), os valores de dureza encontram-se relacionados diretamente com a concentração de cálcio. Sendo assim justificados os elevados valores de cálcio encontrados em ambas as etapas da pesquisa, demonstrando a possível remineralização do dente (TABELAS 5 e 6, p. 75 e 77).

A quantidade média liberada de cálcio durante a primeira etapa foi de 1.689 µg/ml e na segunda 2.125 µg/ml, e quando o teste " t pareado" foi aplicado observou-se que a média da segunda etapa foi estaticamente significativa ($t = -2.18$, $p=0.0423$) em relação à primeira. Isto pode indicar que, com o tempo, permanece latente a possibilidade de formação de estruturas metálicas, resultado da troca iônica da solução e a hidroxiapatita do esmalte pela liberação do cálcio.

Quando se relacionou o cálcio liberado após aplicação da solução e a dureza, encontrou-se que na segunda etapa houve um aumento de liberação de cálcio que permitiu a troca iônica para a formação de um composto à base de prata, que forneceu o efeito endurecedor ao tecido dentário.

Segundo CHISTOFFERSEN et al. (1988), quando os agentes fluoretados são aplicados, os íons cálcio necessários para a formação do CaF_2 são originários do

esmalte, por esta razão poder-se-ia inferir que em relação ao mecanismo de ação do fluoreto de diamino prata, o princípio seria o mesmo, salientando-se que para que a troca iônica $Ca \leftrightarrow Ag$ se realizasse seria necessário que o cálcio fosse liberado pelo esmalte, fato corroborado pela porcentagem de cálcio encontrada na análise química quantitativa, correspondente ao cálcio liberado pela hidroxiapatita (FIGURA 34, p.85).

Neste estudo dois fatores podem ter diminuído a possibilidade de formação de CaF_2 : a utilização de esmalte hígido, já que, de acordo com BRUUN & GIVSKOV (1993) OGAARD, ROLLA, HEGELAND (1983) a formação deste composto em esmalte sadio, quando comparado com tecido cariado, ocorre em menor quantidade, e o outro fator são as depressões do esmalte que foram removidas, pelos procedimentos de acabamento e polimento das superfícies dos blocos, que segundo OGAARD (1990) são um reservatório potencial de flúor.

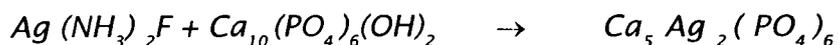
Pesquisas como as de NISHINO (1969); SHIMIZU & KAWAGOE (1976); SUZUKI (1974); MORIWAKI et al. (1974); NAGAO (1979), relacionam as propriedades cariostáticas e bactericidas desta solução aos produtos depositados, à formação de uma película densa e CaF_2 . Contudo os resultados obtidos nesta pesquisa permitem inferir que estas propriedades devem estar relacionadas à absorção de flúor e prata, praticamente na totalidade aplicada e não à densidade das estruturas formadas, pois em alguns blocos nos quais não foi encontrado uma densa formação de estruturas, pode-se verificar um aumento considerável de dureza, a exemplo dos resultados encontrados na primeira etapa no bloco 7a1, score 1 (acúmulos isolados), que apresentou um aumento de dureza de 25%, na segunda etapa, o bloco 7b1, apesar de apresentar score 0 (nenhum composto), observou-se ainda, um aumento de dureza de 20%.

Para NISHINO (1969); SHIMIZU & KAWAGOE (1976); SUZUKI (1974); NAGAO (1979) o mecanismo de ação da solução de fluoreto de diamino prata sobre o esmalte se deve à formação de fluoreto de cálcio, fosfato de prata e hidróxido de amônia. No entanto, para MORIWAKI et al. (1974) a conversão do fluoreto de cálcio e fosfato de prata inicialmente depositada, sob a forma de cloreto de prata, óxido de prata e cristais de prata metálica são os responsáveis, e segundo OKAMOTO, NONOMURA, SOBUE (1975), o mecanismo de ação deve-se ao fosfato de prata. SUZUKI (1974) observou que o fosfato de prata dava origem a um novo composto o tiocianato de prata ao qual consideravam possível responsável pelo efeito prolongado do fluoreto de diamino prata por ficar retido por longo período de tempo. É importante salientar entretanto que, neste caso, o composto só se formava pela presença na saliva artificial do tiocianato, composto que não se encontra naturalmente na saliva humana, daí a impossibilidade da formação deste composto quando a solução é aplicada in vivo.

Para YAMAGA et al. (1994), existe um maior percentual de ligações estáveis de íons flúor com o pó de hidroxiapatita nas amostras tratadas com diamino fluoreto de prata a 38%, além de uma maior resistência ácida adquirida. Em relação à incorporação de flúor destaca que esta é diretamente proporcional à concentração do FDP, entretanto a resistência aos desafios ácidos foi semelhante para diferentes concentrações, o que sugere que além da incorporação de flúor, outros fatores como a formação de um depósito de fosfato de prata ácido-resistente, poderiam possivelmente estar relacionados a esta propriedade.

Com o resultado obtido das análises qualitativa e semi-quantitativa do cálcio, prata e flúor pela espectroscopia de dispersão de energia obteve-se por balanço gravimétrico, que consiste na relação de proporções da percentagem em

peso percentual de cada elemento e sua massa molecular, o provável composto formado pela reação do fluoreto de diamino prata a 30% e hidroxiapatita :



A possibilidade de formação de uma estrutura metálica após aplicação do FDP mais resistente do que a estrutura inorgânica que compõe o esmalte $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, pode indicar que este composto metálico seja o responsável pelo efeito de aumentar a dureza do esmalte.

Contudo, para a formação desta estrutura metálica, é necessário que a solução tenha alta concentração de prata a fim de que haja a troca iônica entre o cálcio da hidroxiapatita do esmalte $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ e a prata da solução de fluoreto de diamino prata $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{F}$.

A relação entre prata-cálcio obtida através do balanço estequiométrico, indica que para que uma quantidade de cálcio $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ seja substituída por íon prata da solução, $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{F}$ deve existir uma relação de $\text{Ag}^{+6} > 6.5 \cdot 10^8 \text{Ca}^{2+}$. Sendo assim para que exista essa troca iônica, a quantidade de prata em relação ao cálcio deve ser muito maior.

De acordo com THIBODEU, HANDLLMAN, MARQUIS (1978); AFONSO & GOTJAMANOS (1996) a concentração letal do íon Ag para *S. mutans* seria de 20 p.p.m., depois de 3-4 horas e de 200 p.p.m. para se obter uma rápida mortalidade. Segundo IGARASHI (1978), a quantidade de flúor contida na solução de diamino fluoreto de prata a 38% demonstrou eficácia na inibição antibacteriana, para os *S. mutans*, com 10 p.p.m e para o *Stafilococos aureus*, com 100 p.p.m.

Porém os valores encontrados nesta pesquisa podem ser considerados desnecessariamente altos, porque após pesquisas, GOTJAMANOS (1997)

GOTJAMANOS & ORTON (1998a) e (1998b); GOTJAMANOS & AFONSO (1997), feitas com a solução de "fluoride silver", recomendam a utilização de concentrações mais diluídas justificando esta sugestão pelos possíveis efeitos tóxicos da prata.

De acordo com os resultados observados nesta pesquisa pode-se inferir que o mecanismo de ação preventivo da solução de FDP a 30% confirmado pelo aumento de dureza do esmalte dentário tratado, deva-se possivelmente à formação de compostos à base, principalmente, de prata tipo $Ca_5Ag_2(PO_4)_6$, quantificados através da espectroscopia de dispersão de energia e observados pelo M.E.V.

Clinicamente a eficácia de soluções à base de flúor e prata tanto na paralisação quanto na prevenção de lesões de cárie é indiscutível, demonstrada por diversos estudos NISHINO (1969); MORITANI et al.(1970); SUZUKI (1973); MORIWAKI et al. (1974); TSUTSUMI (1981); BIJELLA et al. (1991); ALMEIDA et al. (1994); MEDEIROS et al. (1998). Como desvantagem, salienta-se o seu potencial em manchar as superfícies desmineralizadas e dentes recém-irrompidos (HIHARA et al. 1994; BIJELLA, SILVA, MACHADO,1993). Entretanto além de suas ações, por ser um produto de fácil aplicação que pode ser feita sem necessidade da estrutura do consultório odontológico, estas soluções são principalmente indicadas em crianças pequenas com lesões de cárie ativa e em programas preventivos de amplo alcance, para os quais apresenta uma relação custo-benefício muito satisfatória para as partes envolvidas.

Pelo exposto, é importante salientar que, pela grande possibilidade de utilização da solução, há necessidade de desenvolvimento de pesquisas no sentido de maiores esclarecimentos quanto a estas soluções, sua relação com a estrutura

dentária, compostos formados e suas possíveis conseqüências tóxicas ao organismo e a dentição permanente.

CONCLUSÕES

Con base nos resultados obtidos nesta pesquisa "in vitro" quanto a solução de fluoreto de diamino prata a 30% e seus efeitos sobre esmalte decíduo, pode-se concluir que :

- 1. A dureza dos blocos de esmalte apresentaram um aumento estatisticamente significativo nos seus valores, para as duas etapas.*
- 2. O flúor e a prata foram identificados nas duas etapas num percentual próximo à totalidade aplicada.*
- 3. Observaram-se, pela microscopia eletrônica de varredura, principalmente, estruturas poliédricas compatíveis com compostos à base de prata.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, F., GOTJAMANOS, T. An "in vitro" study of distribution of silver and fluoride following application of 40% silver fluoride solution to dentine. *Aust. Dent. J.*, Sidney, v.41, n.6, p. 388-392, June, 1996.
- ALMEIDA, I. C. et al. Avaliação dos efeitos cariostático e anticariogênico do diaminofluoreto de prata a 12% (Bioride) - estudo longitudinal. *Rev. Fac. Odont. de Bauru, Bauru*, v.2, n.4, p. 28-30, out./dez., 1994.
- ARANHA, F. L. *Bioquímica odontológica*. São Paulo: Sarvier, 1996, 101p. p.98. cap. 7: Bioquímica da cárie dental.
- ARAÚJO, F. B. Estudo morfológico histométrico e histoquímico da polpa de molares decíduos em diferentes fases de reabsorção radicular. São Paulo, 126p. 1982. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de São Paulo, Universidade de São Paulo, 1982.
- ARENDS, J., BOSCH, J. Demineralization and remineralization evaluation techniques. *J. Dent. Res.*, Washington D.C., v.71, p. 924-928, Apr., 1992 (Spec Iss.)
- ARENDS, J., CHISTOFFERSEN, J. Nature and role loosely bound fluoride in dental caries. *J. Dent. Res.*, Washington D.C., v.69, p. 601-605, Feb., 1990 (Spec. Iss.)
- BIJELLA, M. F. et al. Avaliação clínica da aplicação de diaminofluoreto de prata a 12% (Bioride) na dentição decídua e seu efeito na incidência de cárie em primeiros molares permanentes. *Rev. Paul. Odont.*, São Paulo, v.13, n.5, p. 28-35, set./out., 1991.
- BIJELLA, M. F., SILVA, S. M., MACHADO, M. A. Uso tópico das soluções de diaminofluoreto de prata. *CECADE News*, São Paulo, v.1, n.3/4, p.1-12, set./dez., 1993.

- BOCH, T., BOOIJ, M. A quantitative comparison of methods measuring fluoride in solutions or in enamel. *J. Dent. Res.*, Washington D.C., v.71, p. 945-948, Apr., 1992 (Spec Iss.)
- BRUUN, E. C., GIVSKOV, H. Formation of CaF₂ on sound enamel and in caries-like enamel lesions after different form of fluoride applications "in vitro". *Caries Res.*, Basel, v.25, n.2, p. 96-100, Mar./Apr., 1991.
- BRUUN, E. C., GIVSKOV, H. Calcium fluoride formation in enamel from semi or low concentrated F agents "in vitro". *Caries Res.*, Basel, v.27, n.2, p. 96-99, Mar./Apr., 1993.
- CALDWELL, R. C. et al. Microhardness studies of intact surface enamel. *J. Dent Res.*, Washington D.C., v.36, n.5, p. 733-738, Oct., 1957.
- CHRISTOFFERSEN, J. et al. Kinetics of dissolution and growth of calcium fluoride and effects of phosphate. *Acta Odontol. Scand.*, Oslo, v.46, n.6, p.325-336, Dec., 1988.
- CRAIG, R. C., PEYTON, F. A. The microhardness of enamel and dentin. *J. Dent. Res.*, Washington D.C., v.37, n.4, p. 661-738, Aug., 1958.
- CRUZ, R. A., OGAARD, B., ROLLA, G. Uptake of KOH-soluble and KOH-insoluble fluoride in sound human enamel after topical application of a fluoride varnish (Duraphat) or neutral 2% NaF solution "in vitro". *Scand. J. Dent. Res.*, Copenhagen, v.100, n.3, p. 154-158, June, 1992.
- DAVIDSON, C. L, HOEKSTRA, I. S. ARENDS, J. Microhardness of sound decalcified and etched tooth enamel related to the calcium content. *Caries Res.*, Washington D.C., v.8, p. 135-144, 1974.
- DIJKMAN, A. G., BOER, P., ARENDS, J. "In vivo" investigation on fluoride content in and on human enamel after topical applications. *Caries Res.*, Washington D. C., v.17, n.5, p. 392-402, Sept., 1983.

- EICK, D. *Propriedades físicas e mecânicas*. In: OBRIEN, J.W, GUNNAR, R. Materiais dentários. Rio de Janeiro: Interamericana, 1981. p.21. cap.2.
- EINPAHR, H. M., BUGG, C. E. In: MENAKER, L., MORHAT, R., NAVIA, J. Cáries dentárias: bases biológicas. Rio de Janeiro: Guanabara - Koogan, 1984. p. 461. cap. 1.
- FEATHERSTONE, J. D. et al. Dependence of "in vitro" demineralization of apatite and remineralization of dental enamel on fluoride concentration. J. Dent. Res., Washington D.C., v.69, p. 620-625, Feb., 1990 (Spec Iss.)
- FEATHERSTONE, J. D. et al. Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. Caries Res. Switzerland, v. 17, n. 5, p. 385-391, Sept./Oct., 1983.
- FEJERSKOV, O., THYLSTRUP, A. LARSEN, M. Rational use of fluoride in caries prevention. A concepts based on possible cariostatic mechanisms. Act. Odontol. Scand. Oslo, v.39, n.4, p. 241-249, July, 1981.
- GARBELINI, W. T. Verificação dos efeitos anticariogênico e cariostático do diaminofluoreto de prata a 30% em molares de ratos (Rattus norvegicus albinos). Bauru, 1989, 70p. Dissertação (Mestrado em Odontopediatria) - Faculdade de Odontologia de Bauru.
- GOTJAMANOS, T. Safety issues related to the use of silver fluoride in paediatric dentistry. Aust. Dent. J. v.42, n.3, p.166-168, June, 1997.
- GOTJAMANOS, T., AFONSO, F. Unacceptably high levels of fluoride in comercial preparations of silver fluoride. Aust. Dent. J., Sidney, v. 42, n.1, p. 52-53, Feb., 1997.
- GOTJAMANOS, T., ORTON V. Fluoride ion concentration in 40 per cent silver fluoride solutions determined by ion selective electrode and ion chromatography techniques. Aust. Dent. J., Sidney, v. 43, n.1, p.55-56, Dec., 1998a.

- GOTJAMANOS, T., ORTON V. *Abnormally high fluoride level in preparations of 40% per cent silver fluoride solution: contraindication for use in children.* Aust. Dent. J., Sidney, v. 43, n. 6, p.422-427, Dec., 1998b.
- GOUVEIA, M. M. A. Avaliação do pH, capacidade tampão, teor de flúor de sucos de fruta industrializados e morfologia e microdureza do esmalte de dentes decíduos erosionados pelo suco e incubado em saliva artificial: Estudo "in vitro". Florianópolis, 1999. 165p. Dissertação (Mestrado em Odontologia - Área de concentração Odontopediatria) Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.
- HATTAB, F. N. *Diffusion of fluoride in human dental enamel "in vitro".* Arch. Oral Biol., New York, v.31, n.12, p. 811-814, Dec., 1986.
- HERSKTRÖTER, F. M. et al. *Time dependency of microhardness indentations in human and bovine dentine compared with human enamel.* Caries Res., Basel, v.23, n.5, p. 342-344, Sept./Oct., 1989.
- HICKS, M. J., FLATITZ, C. M., SILVERSTONE, L. M., *Fluoride uptake "in vitro" of sound enamel and caries-like lesions of enamel from fluoride solutions of relatively low concentrations.* J.Pedod. Boston, v.11, n.1, p.47-61, Fall,1986.
- HIHARA, T. et al. *Effects of diamine silver fluoride on arrestment and prevention of caries in primary tooth.* Dentistry in Japan, Tokyo, v.31, p. 93-95, Dec., 1994.
- IGARASHI, S. *Bacteriological study on diamine silver fluoride $Ag(NH_4)_2 F_2$ changes of proportional distribution of s. mutans in dental plaque by topical application of $Ag(NH_4)_2 F$ and its antibacterial effect.* Japan J. Pedodontic, v. 16, p. 16-18,1978.

- JOHANSSON, A. K., SORVARI, R., MEURMAN, J. H. "In vitro" effect of citric acid on deciduous and permanent enamel. *Caries Res.*, Basel, v.32, n.4, p. 310, July/Aug.1998. Abstract 25.
- KODAKA, T. et al. Correlation between microhardness and mineral content in sound human enamel. *Caries Res.*, Basel, v.26, n.2, p. 139-141, Mar. /Apr. 1992.
- KOULOURIDES, T., HOUSCH, T. Hardness testing and microradiography of enamel in relation to intraoral de and remineralization. In: LEACH, S.A., EDGAR, W. M. *Demineralization and remineralization of the teeth*. Oxford: IRL, 1983. 291p. p.255-72.
- LAKOMAA, E., RYTÖMAA, I. Mineral composition of enamel and dentin of primary and permanent teeth in Finland. *Scand. J. Dent. Res.*, Copenhagen, v.85, p. 89-95,1977.
- LARSEN, M. J., BRUNN, C. A química da cárie dentária e o flúor - mecanismo de ação. In: THYLSTRUP, A., FEJERSOKV, O. *Cariologia Clínica*. São Paulo: Santos, 1995. p.231-254. cap. 11.
- LARSEN, M. J., FERH, F. R., BIRKELAND, J. M. Effect of fluoride on the saturatiuon of an acetate buffer with respect to hidroxiapatite. *Arch. Oral Biol.*, New York, v. 21, n. 12, p. 723-728, Dec., 1976.
- MARGOLIS, H, C. Dentes interações esmalte - fluido da placa. In: BOWEN, W. H., TABAK, L. A. *Cariologia para a década de 90*. São Paulo: Santos, 1995, p. 181-184. cap. 3.
- MARGOLIS, H. C., MORENO, E. Physicomechanical perspectives on the caristatic mechanisms of systemic and topical fluorides, *J. Dent Res.*, Washington D.C., v. 69, p. 606-613, Feb., 1990 (Spec Iss.)

- Mc CANN, H. G. *The solubility of fluorapatite and its relationship to that of calcium fluoride.* Arch. Oral Biol., New York, v.13, n.8, p. 987-1001, Aug., 1968.
- MEDEIROS, U. et al. *Efeito cariostático e preventivo do diamino fluoreto de prata a 30% em pacientes bebês.* RBO. Rio de Janeiro, v.55, n.6, p. 340-344, nov. /dez., 1998.
- MEREDITH, N. et al. *Measurement of microhardness and young's modulus of human enamel and dentine using an indentation technique.* Arch. Oral Biol., New York, v.41, n.6, p. 539-545, June, 1996.
- MODESTO, A. et al. *Quantificação de fluoreto álcali solúvel após aplicação de géis fluoretados.* IN: XVI CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 1996, São Paulo. Anais... São Paulo: SBPqO, 1996. 222p. p.49. resumo 028.
- MORAES, N. M., MEDEIROS, U. V. *Estudo comparativo sobre a formação "in situ" de fluoreto de cálcio a partir da utilização de vernizes fluoretados.* In: XVI CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 1996, São Paulo. Anais... São Paulo: SBPqO, 1996. 222p. p.104. resumo 138.
- MORITANI, Y. et al. *Clinical evaluation of diamine silver fluoride (Saforide) in controlling caries of deciduous teeth.* Rins Hoashika, v.266, p. 48-53, 1970.
- MORTIMER, K.L. *The relationship of deciduous enamel structure to dental disease.* Caries Res., Basel, v.4, n.3, p.206-223, July, 1970.
- MORIWAKI, et al.. *X ray microbial diffraction studies on the effect diamine silver fluoride.* J. Jap. Soc. Dent. Apar. Mater. v.15, p. 142-148, 1974.
- NAGAO, K. *Fundamental study of effect of $Ag(NH_3)_2F$ liquid on tooth structure.* J. Osaka Univ. Dent. Sch., Osaka, v.42, n.4, p. 413-428, Aug., 1979.

- NELSON, D. G. A., JONGEBLOED, W. L., ARENDS, J. *Morfology of enamel surface treated with topical fluoride agents: SEM considerations. J. Dent. Res.* v.62, n.12, p.1201-1208, Dec., 1983.
- NISHINO, M. *Studies on the topical application of amoniacal silver fluoride for the arrestment of dental caries. J. Osaka Univ. Dent. Sch., Osaka,* v.14, n.2, p. 1-14, June, 1969.
- OGAARD, B., ROLLA, G. HELGELAND, K *Alcali-soluble and alcali-insoluble fluoride retention in demineralized enamel "in vitro". Scand. J. Dent. Res. Copenhagen,* v.91, n.3, p. 200-204, June, 1983.
- OGAARD, B. *Effects of fluoride on caries development and progression "in vivo". J. Dent Res., Washington D.C,* v.69, n.2, p.813-819, Feb., 1990 (Spec Iss.)
- OKAMOTO, M., NONOMURA, E., SOBUE, S. *Scannings eletrons microscopic studies on intact enamel surface after topical application of diamine silver fluoride. Jap. J. Pedodont,* Tokyo, v.3, n.1, p.78-84, 1975.
- PHILLIPS, R. W. *Propriedades físicas dos materiais dentários In: PHILLIPS, R. W. Skinner materiais dentários. Rio de janeiro: Guanabara Koogan, 1993, 334p. cap. 3*
- PHILLIPS, R. W., MARJORIE, L., SWARTZ, B. S. *Effect of fluorides on hardness of tooth enamel. J.A.D.A., Chicago,* v.37, n.1, p. 1-13, July, 1948.
- RATH, I. B. S. *Análises morfológica e bioquímica da deposição do fluoreto no esmalte de dente decíduo humano erosionado pelo suco de limão. Estudo "in vitro". Florianópolis, 1996. 138p. Dissertação (Mestrado em Odontologia - Área de concentração Odontopediatria) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1996.*
- RASTELLI, S., M. C. *Análises da microdureza e das alterações morfológicas após a utilização da solução de diaminofluoreto de prata nas concentrações de 12% (Bioride) e 30% (Safluoraide di Walter) - Estudo "in*

- situ*". Florianópolis, 1999. 95p. Dissertação (Mestrado em Odontologia - Área de concentração Odontopediatria) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.
- ROLLA, G., SAXEGAARD, E. Critical evaluation of the composition and the use of topical fluorides, with emphasis on the role of calcium fluoride in caries inhibition. *J. Dent. Res.* Washington D.C., v.69, p.780-785, Feb., 1990 (Spec. Iss.)
- RYGE, G., FOLEY, D. E., FAIRHURST, C. W. Micro-indentation hardness. *J. Dent Res.*, Chicago, v.40, n.6, p.1116-1127, Nov./ Dec., 1961.
- SAXEGAARD, E., LAGERLOF, F., ROLLA, G. Dissolution of calcium fluoride in human saliva. *Act. Odontol. Scand.*, Oslo, v.46, n.6, p.355-359, Dec., 1988.
- SAXEGAARD, E., ROLLA, G. Fluoride acquisition on and in human enamel during topical application "in vitro". *Scand. J. Dent. Res.*, Copenhagen, v.96, n.6, p. 523-535, Dec., 1988.
- SERRA, M. C., SARTINI FILHO, R., CURY, J. A. Incorporação e retenção de flúor em esmalte e dentina após aplicação tópica de flúor fosfato acidulado. *Rev. Bras. Odont.*, Rio de Janeiro, v.46, n.1, p.18-23, jan./fev., 1989.
- SHIMIZU, A., KAWAGOE, M. A Clinical study of effect of diamine silver fluoride on recurrence caries. *J. Osaka Univ. Dent. Sch.*, Osaka, v.16, p.103-109, Dec., 1976.
- SOUZA, F. L., FOSSATI, A. C. M., SOUZA, M. A. L. Cariostático em dentes decíduos In: XVI CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 1996, São Paulo. *Anais...* São Paulo: SBPqO, 1996. 222p. p.54. resumo 038.
- SUZUKI, T. Studies on topical application of diamine silver fluoride for the prevention and arrestment of dental caries in human molars. *Jap. J. Pedod.*, Tokyo, v.11, n.4, p. 833-854, Apr., 1973.

- SUZUKI, T. *Effect of diamine silver fluoride on tooth enamel. J. Osaka Univ. Dent. Sch., Osaka, v.14, p.61-72, Sept., 1974.*
- SUZUKI, T., SOBUE, S., SUGINAKA, H. *Mechanism of antiplaque action of diamine silver fluoride. J. Osaka Univ. Dent. Sch., Osaka, v.16, p.87-95, 1976.*
- TEN CATE. *Oral histology : developement, structure and function. St Louis : Mosby, 1994. p. 239-256 : Enamel structure.*
- THIBODEU, E. A., HANDLLMAN, S. L. MARQUIS, R. F. *Inhibition and killing of oral bacteria by silver ions generated with low intensity direct current. J. Dent. Res., v.57, n.9/10, p. 922-926. Sept./ Oct., 1978.*
- TSUTSUMI, N. *Studies on topical application of $Ag(NH_3)_2F$ for control of interproximal caries in human primary molars. Clinical trial of $Ag(NH_3)_2F$ of interproximal caries in human primary molars. Jap. J. Pedod, v.19, n.3, p.545, 1981a.*
- TSUTSUMI, N. *Studies on topical application of $Ag(NH_3)_2F$ for control of interproximal caries in human primary molars. Effect of $Ag(NH_3)_2F$ on both intact and artificially produced "white spot" enamel. Jap. J. Pedod, v.19, n.3, p.507-522, 1981b.*
- VILLENA, R. S., CÔRREA, M. S. *Flúor aplicação tópica. In: CÔRREA, M. S. Odontopediatria para a primeira infância. São Paulo: Santos, 1998. 679p. cap. 25.*
- VILLENA, R. S., CURY, J. A. *Flúor aplicação sistêmica. In: CÔRREA, M. S. Odontopediatria para a primeira infância. São Paulo: Santos, 1998. 679p. cap. 24.*
- WALTER, L. R. F, FERELLE, A., ISSAO, M. *Odontologia para o bebê. São Paulo: Artes médicas. 1997, p.63, cap. 6: Cárie dentária.*

- WHITE, D. J. *Reactivity of fluoride dentifrices with artificial caries - effects on early lesions: F uptake, F distribution, surface hardening and remineralization.* Caries Res. Basel, v.21, n.2, p.126-140, Mar. /Apr., 1987.
- WHITE, D., J., NANCOLLAS, G. H., *Physical and chemical considerations of the role of firmly and loosely bound fluoride in caries prevention.* J. Dent. Res. Washington D.C., v.69, p.587-594, Feb., 1990 (Spec. Iss.)
- YAMAGA, R. et al. *Diamine silver fluoride and its clinical application.* J. Osaka Univ. Dent. Sch., Osaka, v.12, p.1-20, 1972.
- YAMAGA, R. et al. *Effect of diamine silver fluoride solutions on synthetic hydroxyapatite - relationship between the solution concentration and the hydroxyapatite fluoride uptake and acid resistance.* Ped. Dental. J., v 4, n.1, p.11-21, July, 1994.
- ZERO, D. "In situ" caries models. Adv. Dent. Res., Washington D.C., v.9, n.3, p.214-230, Nov., 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Referências bibliográficas*. NBR 6023. Rio de Janeiro. 1990

ANEXOS

ANEXO 1 : *Classificação dos blocos segundos as etapas da pesquisa e as análises realizadas.*

NUMERO DE BLOCOS	BLOCOS		I ETAPA		II ETAPA	
	ETAPAS I	II	DUREZA MEV	QUIMICA	DUREZA MEV	QUIMICA
1	1a	1b	1a ₁	1a ₂	1b ₁	1b ₂
2	2b	2c	2b ₁	2b ₂	2c ₁	2c ₂
3	5a	5b	5a ₁	5a ₂	5b ₁	5b ₂
4	6a	6b	6a ₁	6a ₂	6b ₁	6b ₂
5	7a	7b	7a ₁	7a ₂	7b ₁	7b ₂
6	9a	9b	9a ₁	9a ₂	9b ₁	9b ₂
7	10a	10b	10a ₁	10a ₂	10b ₁	10b ₂
8	12a	12b	12a ₁	12a ₂	12b ₁	12b ₂
9	14a	14b	14a ₁	14a ₂	14b ₁	14b ₂
10	15a	15b	15a ₁	15a ₂	15b ₁	15b ₂
11	25a	25b	25a ₁	25a ₂	25b ₁	25b ₂
12	26a	26b	26a ₁	26a ₂	26b ₁	26b ₂
13	27a	27c	27a ₁	27a ₂	27c ₁	27c ₂
14	28a	28b	28a ₁	28a ₂	28b ₁	28b ₂
15	29b	29c	29b ₁	29b ₂	29c ₁	29c ₂
16	33a	33b	33a ₁	33a ₂	33b ₁	33b ₂
17	35a	35b	35a ₁	35a ₂	35b ₁	35b ₂
18	36a	36b	36b ₁	36b ₂	36a ₁	36a ₂
19	37a	37b	37a ₁	37 ^a ₂	37b ₁	37b ₂
20	42a	42b	42a ₁	42 ^a ₂	42b ₁	42b ₂

* BLOCOS CONTROLE: 27b (primeira etapa)
28c (segunda etapa)

ANEXO 2: Valores das indentações de dureza Vickers inicial do esmalte decíduo

AMOSTRA	BLOCOS	INDENTAÇÕES				MÉDIA	OBSERVAÇÕES
		1	2	3	4		
1	1a	310	415	415	415	388.75	
2	1b	335	335	310	251	307.75	
3	1c	269	269	257	335	282.50	excluído
4	2a	269	275	281	275	275.00	excluído
5	2b	275	263	372	310	305.00	
6	2c	415	382	382	343	380.50	
7	3a	310	310	310	-	310.00	
8	3b	288	266	230	279	265.00	excluído
9	3c	382	382	240	326	332.50	perdido
10	4a	382	348	372	372	368.50	excluído
11	4b	1115	410	240	288	513.25	excluído
12	4c	275	251	288	269	270.00	excluído
13	5a	335	415	372	372	373.50	
14	5b	372	303	353	296	331.00	
15	5c	318	275	296	296	296.25	excluído
16	6a	393	362	339	362	364.00	
17	6b	303	303	303	-	303.00	
18	6c	282	282	335	335	308.50	
19	7a	282	282	362	362	322.00	
20	7b	326	296	282	326	307.50	
21	8a	367	367	282	322	334.50	excluído
22	8b	240	275	335	318	292.00	excluído
23	9a	303	362	318	303	321.75	
24	9b	326	362	275	303	310.75	
25	10a	382	372	362	362	369.50	
26	10b	362	362	318	318	340.00	
27	10c	282	282	282	-	282.00	excluído
28	12a	318	318	318	-	318.00	
29	12b	318	318	318	-	318.00	
30	14a	335	335	335	-	335.00	
31	14b	318	318	318	-	318.00	
32	15a	362	362	362	-	362.00	
33	15b	382	382	382	-	382.00	
34	25a	362	362	362	-	362.00	
35	25b	288	318	362	362	332.50	
36	26a	382	318	382	288	342.50	
37	26b	335	335	335	-	335.00	
38	26c	393	393	393	-	393.00	
39	27a	303	303	303	-	303.00	
40	27b	318	318	318	-	318.00	
41	27c	310	310	310	-	310.00	
42	28a	382	382	382	-	382.00	
43	28b	303	296	303	303	301.25	
44	28c	335	303	303	303	311.00	
45	29b	335	335	335	-	335.00	
46	29c	303	303	303	-	303.00	
47	33a	303	303	303	-	303.00	
48	33b	303	303	303	-	303.00	
49	35a	326	326	326	-	326.00	
50	35b	318	318	318	-	318.00	
51	35c	318	318	318	-	318.00	
52	36a	335	335	296	296	315.50	
53	36b	296	326	343	296	315.25	
54	36c	372	372	372	-	372.00	
55	37a	363	363	363	-	363.00	
56	37b	303	303	303	-	303.00	
57	37c	362	362	362	-	362.00	
58	42a	310	310	310	-	310.00	
59	42b	362	362	362	-	362.00	

* Utilizando uma carga de 160 g durante 15 segundos.

ANEXO 3: *Valores das indentações da dureza Vickers do esmalte após aplicação do FDP a 30% utilizando uma carga de 160 g durante 15 segundos (primeira etapa).*

B L O C O S	MÉDIA DA DUREZA INICIAL	INDENTAÇÕES				MÉDIA DA DUREZA DA PRIMEIRA ETAPA
		1	2	3	4	
1a1	388.75	372.00	372.00	467.00	303.00	378.50
2b1	305.00	353.00	353.00	353.00	-	353.00
5a1	373.50	382.00	382.00	382.00	-	382.00
6a1	364.00	382.00	353.00	362.00	362.00	364.75
7a1	322.00	404.00	404.00	404.00	-	404.00
9a1	321.75	356.00	343.00	343.00	303.00	336.25
10a1	369.50	393.00	393.00	393.00	-	393.00
12a1	318.00	353.00	362.00	362.00	382.00	364.75
14a1	335.00	441.00	428.00	382.00	428.00	419.75
15a1	362.00	393.00	393.00	382.00	382.00	387.50
25a1	362.00	310.00	372.00	372.00	428.00	370.50
26a1	342.50	343.00	393.00	339.00	382.00	364.25
27a1	303.00	310.00	343.00	343.00	382.00	344.50
28a1	382.00	303.00	353.00	307.00	377.00	335.00
29b1	335.00	393.00	310.00	310.00	296.00	327.25
33a1	303.00	382.00	335.00	335.00	343.00	348.75
35a1	326.00	362.00	362.00	362.00	-	362.00
36a1	315.50	335.00	335.00	335.00	-	335.00
37a1	363.00	372.00	372.00	372.00	-	372.00
42a1	310.00	382.00	318.00	310.00	310.00	330.00

ANEXO 4: *Valores das indentações da dureza Vickers do esmalte após aplicação do FDP a 30% e imersão em saliva artificial durante 7 dias utilizando uma carga de 160 g durante 15 segundos (segunda etapa).*

B L O C O S	MÉDIA DA DUREZA INICIAL	INDENTAÇÕES				MÉDIA DA DUREZA DA SEGUNDA ETAPA
		1	2	3	4	
1b1	307.75	353.00	404.00	585.00	428.00	442.50
2c1	380.50	410.00	339.00	393.00	393.00	383.75
5b1	331.00	269.00	318.00	310.00	335.00	321.25
6b1	303.00	382.00	369.00	396.00	396.00	272.25
7b1	307.50	326.00	415.00	415.00	318.00	368.50
9b1	310.75	279.00	279.00	279.00	-	279.00
10b1	340.00	382.00	382.00	382.00	385.00	357.75
12b1	318.00	326.00	362.00	326.00	428.00	360.50
14b1	318.00	330.00	367.00	367.00	303.00	341.75
15b1	382.00	393.00	393.00	393.00	-	393.00
25b1	332.50	393.00	299.00	497.00	382.00	392.75
26b1	335.00	310.00	303.00	335.00	353.00	325.25
27c1	310.00	362.00	362.00	288.00	288.00	325.00
28b1	301.25	383.00	296.00	272.00	382.00	325.00
29c1	303.00	372.00	372.00	372.00	-	372.00
33b1	303.00	372.00	372.00	372.00	-	372.00
35b1	318.00	269.00	326.00	326.00	428.00	337.25
36a1	315.50	343.00	434.00	475.00	343.00	398.75
37b1	303.00	299.00	353.00	310.00	310.00	318.00
42b1	362.00	404.00	547.00	428.00	322.00	425.25