

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**Evania Eskelsen**

**AVALIAÇÃO IN VITRO DO ESMALTE HÍGIDO E  
SUBMETIDO A CICLAGEM DE pH APÓS  
CLAREAMENTO POR MEIO DE  $\mu$ EDX, RUGOSIDADE  
SUPERFICIAL, MICRODUREZA E MICROSCOPIA  
ELETRÔNICA DE VARREDURA**

**Taubaté – SP**  
**2009**

# **Livros Grátis**

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

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ  
EVANIA ESKELSEN**

**ANALISE IN VITRO DO ESMALTE HÍGIDO E  
SUBMETIDO A CICLAGEM DE pH APÓS  
CLAREAMENTO POR MEIO DE  $\mu$ EDX, RUGOSIDADE  
SUPERFICIAL, MICRODUREZA E MICROSCOPIA  
ELETRÔNICA DE VARREDURA**

Tese apresentada para obtenção do título de  
Doutor pelo Programa de Pós-graduação em  
Odontologia do Departamento de Odontologia  
da Universidade de Taubaté.

Orientador: Profa. Dra. Priscila Christiane  
Suzy Liporoni

Co-Orientador: Prof. Dr. Flavio Henrique  
Baggio Aguiar

**Taubaté  
2009**

Ficha catalográfica elaborada pelo  
SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNIFTAU

E757a Eskelsen Evana

Avaliação *in vitro* do esmalte lãcido e submetido a oxidação de pH após clareamento por meio de  $\mu$ EDX, rugosidade superficial, microdureza e microscopia eletrônica de varredura / Evana Eskelsen. - 2009.

96f. il.

Tese (doutorado) - Universidade do Tauris. Programa de Pós-graduação em Odontologia. 2009.

Orientação: Profa. Dra. Priscila Gressiano Suzy Lippone, Departamento de Odontologia.

Co-orientação: Prof. Dr. Flávio Henrique Baggio Aguiar, Departamento de Odontologia.

1. Clareamento. 2. Oxidação pH. 3.  $\mu$ EDX. 4. Rugosidade superficial. 5. Microdureza. I. Título.

**EVANIA ESKELSEN**

DATA: \_\_\_\_\_

RESULTADO: \_\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ Universidade \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

Ao Henrique...

Que mesmo sem compreender porque eu me dedicava as minhas “tarefas  
da escola” soube esperar para assistirmos juntos seus desenhos  
favoritos...

A você meu filho,  
Dedico este trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais

**ARMIN E THEREZINHA**

Que sempre foram os maiores incentivadores do meu estudo e fizeram o possível para que este sonho fosse possível...

Ao meu marido

**CASSIUS**

Pelo incentivo, respeito e paciência nos momentos de ausência...

A vocês,

Meus sinceros agradecimentos.

## **AGRADECIMENTOS**

A minha orientadora, Prof. Dra. Priscila Christiane Suzy Liporoni, pela orientação clara, concisa e precisa ao longo deste trabalho. Sua paciência e disponibilidade para orientar-me proporcionaram também o início de uma amizade.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Flavio Henrique Baggio Aguiar, pela sua orientação com testes mecânicos e utilização do laboratório de Dentística – FOP.

Aos professores, Marcos Augusto do Rego, Leonardo Cunha, Vanessa Cavalli e Maximiliano P Neisser, pelos conhecimentos transmitidos durante o curso.

A Profa. Dra. Ana Christina Claro Neves Coordenadora do Programa de Pós-Graduação da UNITAU, pela seriedade e dedicação na condução do curso.

A Adriana Pellogia, pelo auxílio com as questões burocráticas do programa de Pós-Graduação.

Ao meu amigo, Prof. Dr. Davi Romeiro Aquino, pelo auxílio com as análises estatísticas deste e de outros trabalhos.

A Andrea Nóbrega Cavalcanti pelas análises estatísticas presentes neste estudo.

A Natália Maria Pinto Hernandez pelo auxílio no ensaio de microdureza.

Ao técnico Edson Aparecido dos Santos, do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D) – UNIVAP - pelo auxílio nas leituras com  $\mu$ EDX.

Aos Profs. Drs. Luis Soares e Ana Maria do Espírito Santo, do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D) – UNIVAP pelas orientações sobre o  $\mu$ EDX.

Ao técnico Domingos Hasmann Neto, do laboratório de metrologia, UNESP – Guaratinguetá, pelo auxílio nas leituras com rugosímetro.

A Maria Lúcia Brison de Mattos, do laboratório Associado de Sensores e Materiais – INPE, pelo auxílio com a microscopia eletrônica de varredura.

Aos meus colegas de doutorado, que tanto me fizeram rir durante os créditos.

A farmácia de manipulação Biofórmula, que produziu as soluções utilizadas no estudo.

A Ultradent do Brasil, por ceder o material clareador utilizado neste experimento.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a execução deste trabalho

Meus agradecimentos!

ESKELSEN E. Avaliação in vitro do esmalte hígido e submetido a ciclagem de pH após clareamento por meio de  $\mu$ EDX, rugosidade superficial, microdureza e microscopia eletrônica de varredura [Tese de doutorado]. Taubaté: Universidade de Taubaté, Departamento de Odontologia, 2009. 96 p.

## RESUMO

Alterações morfológicas decorrentes da interação entre material clareador e estrutura dental podem ocorrer. Contudo, ainda há controvérsias sobre a ação do peróxido de hidrogênio em lesões iniciais de cárie; tampouco se sabe em relação à perda de íons cálcio e fosfato no substrato clareado, estando ele desmineralizado ou não. Este estudo analisou in vitro esmalte dental bovino hígido e submetido à ciclagem de pH após clareamento com peróxido de carbamida 10%. **Metodologia:** Sessenta blocos dentais bovinos foram aleatoriamente subdivididos em dois grupos (n=30) e, previamente submetidos aos ensaios de Fluorescência de Rx por energia dispersiva ( $\mu$ EDX), microdureza superficial, rugosidade superficial e microscopia eletrônica de varredura (MEV). Todos os grupos foram clareados com peróxido de carbamida 10%, sendo que o grupo G2 foi previamente submetido à ciclagem de pH e posteriormente clareado. Após a ciclagem de pH e clareamento, novas leituras (intermediária e final, respectivamente) foram realizadas para todos os ensaios. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente com ANOVA e teste de Tukey com nível de significância de 95%. **Resultado:** Houve alteração na microdureza e rugosidade superficial, sem influenciar na proporção Ca/P do esmalte íntegro submetido ao clareamento com Opalescence PF 10%. **Conclusão:** A ciclagem de pH e clareamento com peróxido de carbamida 10% promoveram alterações superficiais no esmalte. Entretanto, o clareamento não exacerbou estas alterações no esmalte com lesão inicial de cárie.

**Palavras-chave:** Clareamento; Ciclagem pH;  $\mu$ EDX; Rugosidade superficial; Microdureza.

ESKELSEN E. In vitro evaluation of hygid enamel submitted to pH cycling after whitening through  $\mu$ EDX, surface roughness, microhardness and scanning electronic microscopy [Tese de doutorado]. Taubaté: University of Taubaté, Departamento de Odontologia, 2009. 96 p.

## ABSTRACT

Morphological alterations arising from the interaction between whitening material and dental structure may occur. However, there are still controversies regarding hydrogen peroxide action on initial carious lesions, and very little is known about the loss of calcium and phosphate ions in whitened substrate, demineralized or not. Objectives: The present study has analyzed in vitro bovine dental hygid enamel submitted to pH cycling after being bleached with carbamide peroxide 10%. **Methodology:** Sixty bovine dental enamel blocks were randomly divided into two groups (n=30), previously submitted to micro X-ray fluorescence spectrometer by energy-dispersive( $\mu$ EDX), surface microhardness, surface roughness and scanning electron microscopy (SEM). All groups were bleached using carbamide peroxide 10%, being group G2 previously submitted to pH cycling and subsequently whitened. After pH cycling and bleaching, new measurements (intermediate and final, respectively) were performed on all samples. Data obtained were statistically analyzed through ANOVA and Tukey test with significance level of 95%. **Results:** Alteration was observed on surface microhardness and roughness, with no influence in the Ca/P proportion of the hygid enamel submitted to whitening process with Opalescence PF® 10%. **Conclusion:** pH cycling and bleaching promote surface alterations on enamel. However, bleaching did not exacerbate surface alterations in enamel with initial carious lesion.

**Key-words:** bleaching; pH cycling;  $\mu$ EDX; surface roughness; microhardness.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Delineamento experimental (fatorial complexo tipo Split-Plot)	43
Tabela 2 – Média (desvio-padrão) do $\mu$ EDX, microdureza e rugosidade superficial (RUG) obtidos no grupos experimentais	57

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Dimensão do fragmento dental e inclusão	46
Figura 2 -	Microdurômetro e espaçamento das leituras	47
Figura 3 -	Grupos Experimentais	48
Figura 4 -	Ensaio rugosidade superficial (Ra) – três leituras em diferentes direções	50
Figura 5 -	μEDX e corpo-de-prova posicionado para mensuração dos componentes, pontos de análise demarcados	52
Figura 6 -	Microscópio Eletrônico de Varredura – JEOL – JSM 5310	53
Figura 7 -	Composição da solução remineralizante	54
Figura 8 -	Composição da solução desmineralizante	54
Figura 9 -	Clareamento dos corpos-de-prova e gel clareador utilizado	55
Figura 10 -	Rugosidade superficial antes e após tratamentos	59
Figura 11 -	Microdureza superficial Knoop (média) antes e após tratamentos	59
Figura 12 -	Proporção Ca/P (%peso) antes e após tratamentos	60
Figura 13 -	Esmalte íntegro - aumento 500x	61
Figura 14 -	Esmalte íntegro - aumento 1000x	62
Figura 15 -	Esmalte íntegro - aumento 5000x	63
Figura 16 -	Esmalte submetido a ciclagem de pH - aumento 500x	64
Figura 17 -	Esmalte submetido a ciclagem de pH - aumento 2000x	65
Figura 18 -	Esmalte submetido a ciclagem de pH - aumento 5000x	66

Figura 19 - Esmalte exposto ao peróxido de carbamida 10% - aumento 500 x	67
Figura 20 - Esmalte exposto ao peróxido de carbamida 10% - aumento 2000x	68
Figura 21 - Esmalte exposto ao peróxido de carbamida 10% - aumento 5000x	69
Figura 22 - Esmalte submetido a ciclagem de pH e posteriormente clareado com peróxido de carbamida 10% - aumento 500x	70
Figura 23 - Esmalte submetido a ciclagem de pH e posteriormente clareado com peróxido de carbamida 10% - aumento 2000x	71
Figura 24 - Esmalte submetido a ciclagem de pH e posteriormente clareado com peróxido de carbamida 10% - aumento 5000x	72

## SUMÁRIO

<b>1.1 INTRODUÇÃO</b>	13
<b>1.2 REVISÃO DA LITERATURA</b>	17
2.1 CICLAGEM DE pH	17
2.2 CLAREAMENTO	24
2.3 RUGOSIDADE SUPERFICIAL	29
2.4 MICRODUREZA	31
2.5 ESPECTROSCOPIAS	35
<b>3 PROPOSIÇÃO</b>	42
<b>4 MÉTODO</b>	43
4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	43
4.2 PREPARO DAS AMOSTRAS	44
4.2.1 <b>Obtenção dos espécimes</b>	45
4.2.2 <b>Inclusão das amostras</b>	45
4.3 ENSAIO PRELIMINAR SELEÇÃO DOS ESPÉCIMES	46
4.3.1 <b>Microdureza superficial Knoop</b>	46
4.3.2 <b>Cálculo Amostral</b>	47
4.4 GRUPOS EXPERIMENTAIS	48
4.5 ENSAIOS	49
4.5.1 <b>Microdureza superficial</b>	49
4.5.2 <b>Rugosidade superficial</b>	49
4.5.3 <b>Espectroscopia de fluorescência de Rx por energia dispersiva</b>	50
4.5.4 <b>Microscopia eletrônica de varredura</b>	52
4.6 CICLAGEM DE pH	53
4.7 TRATAMENTO CLAREADOR	55
4.8 ENSAIOS FINAIS	56
4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS	56
<b>5 RESULTADOS</b>	57
5.1 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA	60
<b>6 DISCUSSÃO</b>	73
<b>7 CONCLUSÕES</b>	81
<b>REFERÊNCIAS</b>	82
<b>APÊNDICE</b>	87
<b>ANEXO</b>	96

## 1 INTRODUÇÃO

Conceitualmente, o processo dinâmico de cárie pode ser caracterizado como um desequilíbrio entre desmineralização (Des) e remineralização (Re), que ocorre diariamente na cavidade bucal. A lesão de cárie, clinicamente visível ou não, é resultado de subseqüentes ciclos de Des-Re, no qual a fase Des prevalece. A desmineralização pode ser revertida com deposição de cálcio e fosfato, juntamente com flúor, na camada subsuperficial do esmalte dental em lesões não cavitadas, também denominada corpo-da-lesão (Hara et al., 2003), caracterizando um processo reparador natural que contém o desafio cariogênico, estabelecendo, portanto, um equilíbrio entre perda e ganho de mineral (Worschech, 2004).

Modelos experimentais de desafio cariogênico têm sido amplamente estudados (Cury et al., 1992; Shinkay et al., 2001; Argenta et al. 2003; Hara et al., 2004) com intuito de simular in vitro os ciclos de desmineralização – remineralização. De acordo com Shinkai et al. (2001), sete horas de imersão de dentes humanos em solução desmineralizante, com pH 4.5, seria equivalente a vários períodos abaixo do pH crítico durante um dia em pacientes com dieta cariogênica. Por outro lado, a imersão por 17 horas em solução remineralizante, completando um ciclo Des-Re, representaria o período de reparação in vivo por meio da ação da saliva. Apesar dos dentes humanos serem mais relevantes para estudos in vitro, dente bovino tem sido amplamente utilizado, pois demonstram características similares aos humanos em estudos de desafio cariogênico, além de apresentarem uma composição química mais uniforme favorecendo a análise dos tratamentos a serem estudados (Ogaard & Rolla, 1992; Zero, 1995; Hara et al., 2003; Vieira et al., 2005).

Clinicamente, lesões iniciais de cárie apresentam-se sob a forma de mancha branca, sendo caracterizada histopatologicamente como uma subsuperfície desmineralizada, onde o corpo-da-lesão pode já ter perdido 50% do seu conteúdo original (Aoba, 2004). O esmalte possui uma superfície periquematososa e microporosa, permitindo constante troca iônica estrutural. À medida que os ácidos alcançam os espaços intercristalinos, inicia-se a desmineralização dos cristais acarretando na alteração de sua forma e organização. Quando a mancha branca se estabelece significa que os cristais do prisma de esmalte na subsuperfície reduziram seu volume e os espaços intercristalinos aumentaram, caracterizando uma cárie incipiente mesmo se a camada superficial do esmalte ainda estiver presente (Ogaard & Rolla, 1992; Consolaro, 2006).

O interesse pela estética elevou a percepção dos pacientes em relação à cor dos dentes e a procura por tratamento clareador intensificou-se nos últimos anos. O clareamento dental tornou-se comum, uma vez que oferece um caminho atrativo para aprimorar a estética dos dentes de forma simplificada (Worschech, 2004). Entretanto, é comum nos depararmos com pacientes portadores de lesões iniciais de cárie que desejam realizar tratamento clareador, ocasionando uma preocupação por parte dos profissionais em relação aos efeitos dos agentes clareadores nos substratos a serem clareados, estejam eles desmineralizados ou não.

O mecanismo de ação dos agentes clareadores está relacionado com a capacidade do peróxido de hidrogênio de formar radicais livres de oxigênio que irão interagir com moléculas orgânicas pigmentadas e oxidar essas macromoléculas, decompondo-as em moléculas menores e menos pigmentadas (Cervantes et al., 2006). Os radicais livres são instáveis e não específicos e, além de reagir com os

pigmentos, podem reagir com outras moléculas orgânicas para ter estabilidade, podendo afetar a matriz orgânica do dente.

Alterações morfológicas decorrentes da interação entre material clareador e estrutura dental têm sido relatadas. Esmalte sadio tratado com peróxido de hidrogênio pode apresentar uma diminuição da microdureza, perda de mineral, aumento da rugosidade e da porosidade resultantes da ação química do produto na matriz orgânica após o clareamento (Freitas et al., 2002; Attin et al., 2003; Worschech, 2004; Basting et al., 2005; Kraigher 2006). Contudo, ainda há controvérsias sobre a ação do peróxido de hidrogênio em lesões iniciais de cárie e em superfícies remineralizadas e, pouco se sabe em relação à perda de íons cálcio e fosfato no substrato clareado. Diversos autores mencionam que a maioria dos trabalhos realizados com clareamento dental, que avaliam a superfície, composição química e resistência adesiva são limitadas a testes e condições, nos quais a mensuração da perda mineral é avaliada de forma indireta, por meio de teste físico-mecânico como microdureza e rugosidade (Featherstone et al., 1983; Maia et al., 2008). Novas metodologias vêm sendo utilizadas para mensurar as alterações que ocorrem nos tecidos dentais após os tratamentos clareadores, quantificando suas estruturas minerais, principalmente cálcio e fosfato, com auxílio de equipamentos como EDX, SEM-EDS, FT-Raman e FT-IR (Paradella et al., 2008; Carvalho et al., 2009).

Mudanças na composição de cálcio, fósforo e potássio podem indicar danos na matriz orgânica, especialmente em dentina, devido ao alto teor orgânico (Basting et al., 2005). Procurando avaliar *in vitro*, a interação do material clareador com simulação de situações cotidianas as quais os elementos dentais podem ser submetidos *in vivo* e, buscando quantificar essa perda mineral, esse estudo teve por

objetivo analisar as alterações químicas, mecânicas e morfológicas em dentes bovinos íntegros e submetidos à ciclagem de pH e clareamento dental.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 CICLAGEM DE pH

Ogaard & Rolla (1992) analisaram modelos dinâmicos de desmineralização e remineralização, comparando alguns aspectos em relação às condições in vivo, cujos experimentos deveriam ser os mais semelhantes possíveis as condições bucais naturais. Dentre inúmeros fatores, os autores compararam a utilização de esmalte bovino ou humano e desafios cariogênicos. Modelos de desafio cariogênico usualmente apresentam correlação com flúor, que tem impacto no desenvolvimento da lesão assim como na aparência histológica da mesma. In vivo, os ciclos de desmineralização são seguidos pela remineralização e a presença do fluoreto é mais importante para inibir a desmineralização do que para aumentar a remineralização. Lesões de cárie iniciam-se na sub-superfície do esmalte, sendo que in vivo tem sido demonstrado que a progressão da doença em profundidade ocorre linearmente com período de desmineralização e in vitro esta relação ocorre somente na parte mais profunda da lesão. Comparando-se os substratos, os autores citaram que o esmalte humano é composto por uma hidroxiapatita cristalina, diferente da hidroxiapatita pura estequiométrica devido a algumas impurezas como carbonato, magnésio e fluoretos e que se deve levar em consideração a idade do substrato a ser utilizado, já que dentes não erupcionados ou recém erupcionados são mais porosos que dentes maduros, permitindo assim uma maior penetração de fluoretos ou outros materiais, além da diferença de conteúdo mineral e certos aspectos histológicos. Em

modelos in vitro de desafio cariogênico, tanto dentes bovinos e humanos respondem similarmente e que uma resposta mais rápida em modelos bovinos pode ser uma vantagem sobre substrato humano.

Shinkay et al. (2001) avaliaram in vitro a influência de ionômero de vidro modificado por resina no desenvolvimento de cárie em esmalte e dentina. Blocos de esmalte foram aleatoriamente subdivididos em quatro grupos (n=12): C1- sem restauração e sem ciclagem, C2- sem restauração e com ciclagem de pH, GI- restauração metálica cimentada com ionômero modificado por resina, ZP- restauração metálica cimentada com cimento de fosfato de zinco. Grupos C2, GI e ZP foram submetidos a oito ciclos de desmineralização e remineralização (des-re), composto por sete horas de imersão na solução des (2.2mM Ca – CaCl<sub>2</sub>; 2.2mM P – NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; 0.05 ácido acético, 1ppm F; pH 4.5; 6.25mL/mm<sup>2</sup>) e 17 horas imersão na solução re (1.5mM Ca; 0.9mM P; 0.15m KCl; pH 7.0; 3.125mL/mm<sup>2</sup>). Cada bloco foi seccionado ao meio e a microdureza longitudinal foi mensurada de 20 a 80µm de profundidade em relação a margem e 20 a 220µm distância em relação a margem do preparo. Os resultados foram analisados com ANOVA e teste de Tukey, nível de significância 5% onde os autores puderam verificar que os grupos ZP, GI e C2 apresentaram desmineralização significativa (menor dureza) quando comparadas com C1, que foi mais superficial em esmalte do que na dentina. Em dentina, a perda mineral em ZP e GI foi menor que em C2. A distância das margens do preparo não foi estatisticamente significativa. Não houve diferença significativa entre ionômero de vidro e fosfato de zinco em relação ao desenvolvimento de cárie artificial em ambos os substratos.

Um estudo in situ sobre a semelhança no desenvolvimento de lesões de cárie em dentes bovinos e humanos e análise do biofilme formado em ambos os

substratos foi realizado por Hara et al. (2003). Para simular progressão de cárie e sua inibição, blocos de dente humano e bovino foram acondicionados em aparelhos acrílicos, utilizados por onze voluntários. Solução de sucrose (20%) era colocada sobre os blocos, quatro vezes ao dia, para simular desafio cariogênico e, solução de dentifrício (fluoretado ou não-fluoretado) era depositada sobre os mesmos blocos três vezes ao dia. Após quatorze dias, o biofilme formado na superfície foi coletado para análise microbiológica. A perda mineral e profundidade da lesão foram mensuradas através de microdureza longitudinal e microscopia de luz polarizada, respectivamente. Baseado nos resultados, os autores evidenciaram que não houve diferença significativa na contagem de *Streptococcus mutans* do substrato humano ou bovino, independente da utilização do flúor. Em relação à perda mineral e profundidade de lesão, os valores para o grupo tratado com flúor foram significativamente menores do que os blocos de dentina que receberam solução de dentifrício não-fluoretado. Porém, comparando-se substrato humano ou bovino, não houve diferença estatisticamente significativa. Sendo assim, os autores concluíram que substrato bovino pode ser utilizado ao invés de humano em estudos de desafio cariogênico.

Devido a diferenças na estrutura e composição química dos dentes bovinos, Vieira et al. (2005) propuseram a verificação da relação do flúor em modelos dinâmicos de ciclagem de pH. Fatores que influenciam a formação de lesões de carie, como pH da solução desmineralizante, composição das soluções desmineralizante-remineralizante (des-re), tempo e frequência de aplicação foram alterados em cada grupo para se tentar propor um modelo efetivo de des-re. Em cada grupo quarenta blocos de esmalte bovino foram submetidos à ciclagem de pH associadas à imersão em água deionizada ou solução de fluoreto de sódio contendo

275, 550 e 1100ppm F, antes e imediatamente após a desmineralização. Grupo A: Des = três horas/Re = 21 horas/ pH = 4.7, Grupo B: Des = seis horas/Re = 18 horas/ pH = 4.7 e Grupo C: Des = três horas/Re = 21 horas/ pH = 4.6. A mensuração da microdureza superficial foi avaliada antes e depois dos tratamentos. Adicionalmente, os autores analisaram a relação do flúor com processo de remineralização; três modelos de desafio cariogênico foram aplicados, variando a composição das soluções Des-Re, frequência e tempo de aplicação da ciclagem, todos os corpos-de-prova foram imersos em solução desmineralizante por duas horas diariamente durante o experimento. Grupo A: água deionizada ou soluções de fluoreto de sódio contendo 275, 550 e 1100ppm F, quatro vezes ao dia, um minuto sob agitação; Grupo B: água deionizada ou soluções de fluoreto de sódio contendo 275, 550 e 1100ppm F, duas vezes ao dia, um minuto sob agitação e Grupo C: água deionizada ou soluções de fluoreto de sódio contendo 275, 550 e 1100ppm F, duas vezes ao dia, trinta segundos sob agitação. Entre os tratamentos, os corpos-de-prova foram individualmente imersos em saliva artificial. A microdureza longitudinal foi obtida e seus valores transformados em percentual de conteúdo mineral. Todos os dados foram analisados estatisticamente (Teste de Tukey, Kruskal-Wallis e Análise de Variância) com nível de significância de 95%. Na análise da relação do flúor com processo dinâmico de cárie, os autores evidenciaram que os grupos A e B, cujas amostras foram tratadas com 275, 550 e 1100ppm F tiveram uma diminuição da microdureza quando comparado ao placebo, mesmo observado para seu conteúdo mineral. Para o grupo C, os grupos tratados com 275, 550 e 1100ppmF, após a ciclagem de pH tiveram diminuição da microdureza quando comparado ao placebo; mesmo observado para seu conteúdo mineral. Entretanto, não houve diferença significativa entre os grupos 275 e 550 ou entre os grupos 550 e 1100ppmF. Em

relação ao efeito do flúor com processo de remineralização, no grupo A, os subgrupos com 275, 550 ou 1100ppmF apresentaram aumento na microdureza quando comparados ao placebo, mas sem diferença estatística entre eles. Analisando o conteúdo mineral, os mesmos grupos também obtiveram aumento significativo, sendo que os subgrupos 550 e 1100ppmF foram significativamente diferentes do subgrupo 275ppmF. Para o grupo C, maiores valores de microdureza e porcentual mineral foram encontrados para subgrupo 1100ppmF. Baseado nos resultados, os autores concluíram que há uma relação entre microdureza e fração mineral com regimes apresentados; sendo que grupo B parece mais adequado para modelos dinâmicos de des-re e, o grupo C mais apropriado para avaliação do efeito do flúor em experimentos de remineralização.

Lynch & Ten Cate (2006) avaliaram o comportamento de lesões de cárie pré-formadas após nova desmineralização ou remineralização com intuito de analisar se lesões pequenas tendem a ser mais vulneráveis a desmineralização ou se lesões grandes podem ser difíceis de remineralizar. Para testar estas hipóteses, blocos de esmalte humano foram desmineralizados por cinco, oito, 14 e 16 dias, e blocos de esmalte bovino foram desmineralizados por cinco, oito e 14 dias para desenvolverem lesões de diferentes profundidades, cujos valores de  $\Delta_Z$  (perda mineral) foram mensurados por microrradiografia. Os corpos-de-prova foram subdivididos em dois grupos. Um grupo foi submetido a nova desmineralização, enquanto que o grupo foi remineralizado. A mudança no conteúdo mineral após a nova desmineralização ( $\Delta Z_D$ ) ou remineralização ( $\Delta Z_R$ ) foi calculada em valores absolutos ( $\Delta Z - \Delta Z_D$ ) e em porcentagem de  $\Delta Z$ . A máxima densidade mineral de cada lesão ( $Z_{max}$ ) e relação do decréscimo de mineral com profundidade da lesão (R) também foram mensurados. Com auxílio do coeficiente de correlação de

Pearson ( $p < 0.05$ ), os autores concluíram que R é uma constante relacionada com  $\Delta_z$ , quanto maior a perda mineral, maior a profundidade da lesão, enquanto que a remineralização é diretamente proporcional a  $\Delta_z$ , independente do substrato utilizado em ambos os casos.

A susceptibilidade ao desenvolvimento de cáries em esmalte e dentina clareados com peróxido de carbamida foi avaliada por Menezes et al. (2007). Cento e cinquenta blocos de esmalte e dentina bovinos, selecionados por valores de microdureza semelhantes, foram aleatoriamente subdivididos em grupos contendo trinta corpos-de-prova de cada substrato para serem clareados com peróxido de carbamida 12%, 16%, 22% ou 30%. Nos grupos controle os corpos-de-prova não foram clareados, mas imersos em solução remineralizante (1.5mM Ca, 0.9mM P, 0.1 tampão Tris, pH 7.0), utilizada também como saliva artificial. Durante o período de clareamento (21 dias), os corpos-de-prova foram imersos individualmente em saliva artificial após período de clareamento. Metade dos espécimes clareados e controle foram submetidos a ciclagem de pH, que consistiu na imersão em solução desmineralizante (1.4mM Ca, 0.9mM P, 0.05 acetato, pH 5.0) por quatro horas e na solução remineralizante por vinte horas, sendo quatro ciclos para esmalte e dois ciclos para dentina. A microdureza superficial Knoop foi novamente mensurada após clareamento e ciclagem de pH. Os resultados obtidos foram analisados por ANOVA – dois critérios e teste de Tukey ( $p < 0.05$ ). Após clareamento, a microdureza do esmalte e dentina demonstrou-se dependente do agente clareador utilizado. Após a ciclagem de pH houve interação significativa entre agente clareador e substrato. Independente do agente clareador, esmalte e dentina com lesões de cárie apresentaram menor microdureza quando comparada ao substrato íntegro. Dos espécimes submetidos à ciclagem, aqueles expostos ao peróxido de carbamida a

16% apresentaram maior dureza do que os grupos 22%, 30% e não clareados, que não foram significativamente diferentes do grupo 12%. Para dentina com lesão de cárie, nenhuma diferença foi observada nos grupos previamente clareados.

Pinto et al. (2009) avaliaram o efeito do peróxido de carbamida a 10% do esmalte dental hígido e com lesões iniciais de cárie, através da microdureza Knoop e microscopia eletrônica de varredura. Blocos de esmalte dental humano foram divididos em seis grupos (n=10): 1- esmalte hígido clareado (EHC) com peróxido de carbamida 10% (PC) e armazenado em saliva artificial; 2- Esmalte hígido clareado e submetido à ciclagem de pH; 3- Esmalte com lesão inicial de cárie (EC) clareado com peróxido de carbamida 10% e armazenado em saliva artificial; 4- Esmalte com lesão inicial de cárie (EC), armazenado em saliva artificial e submetido à ciclagem de pH; 5- Esmalte com lesão inicial de cárie (EC) tratado com placebo e submetido à ciclagem de pH; 6- Esmalte com lesão inicial de cárie (EC), clareado com peróxido de carbamida 10% e submetido à ciclagem de pH. Os grupos 3, 4, 5 e 6 foram desmineralizados por 32 horas, a 37°C, com solução contendo 50mM tampão acetato, 1,23mM Ca, 0.73mM P, 0.1ppm F, pH 5.0, 2mL de solução para cada mm<sup>2</sup> de área exposta. Os grupos 2, 4, 5 e 6 foram submetidos a 12 ciclos de pH que consistia em cinco fases: a- um minuto imersão em dentifrício fluoretado 2x/dia; b- imersão saliva artificial 37°C; c- imersão em solução desmineralizante por duas horas, 37°C; d- imersão em saliva artificial durante duas horas, 37°C; e- exposição das amostras aos tratamentos propostos simulando exposição diária (saliva artificial, gel clareador). Os resultados foram analisados estatisticamente por ANOVA e teste de Tukey com nível de significância 5%, tendo demonstrado que entre os grupos com lesões iniciais de cárie somente o grupo 3 apresentou remineralização depois dos tratamentos. Grupos com esmalte hígido apresentaram maior microdureza de

esmalte e menor formação de porosidades na superfície de esmalte do que os grupos desmineralizados após os tratamentos. O procedimento clareador em esmalte com lesão inicial de carie não exacerbou a desmineralização, mas deve ser indicado com cautela.

## 2.2 CLAREAMENTO

Os efeitos do peróxido de carbamida na resistência a tração do esmalte foi avaliada por Cavalli et al. (2004a). Compósito foi fixado na superfície de terceiros molares superiores sendo então seccionados em fatias de 0.7mm de espessura, preparados para o ensaio de microtração e aleatoriamente divididos em seis grupos contendo dez amostras cada: C – controle, O10 – Opalescence 10%, O15 – Opalescence 15%, O20 – Opalescence 20%, W10 – Whitess 10% e W16 – Whitess 16%. As amostras foram clareadas por 8 horas/dia, 37°C, durante 14 dias, sendo armazenadas em saliva artificial entre o período de clareamento. Os dados foram analisados com ANOVA e teste de Tukey ( $p < 0.05$ ). Os resultados demonstraram que as amostras submetidas ao clareamento apresentaram menor resistência a tração do que o grupo controle, sem diferença estatisticamente significativa entre as concentrações. Os autores concluíram que a exposição do esmalte ao peróxido de carbamida afeta significativamente a resistência a tração.

A rugosidade superficial do esmalte antes e após tratamento clareador e os efeitos de altas concentrações de peróxido de carbamida na morfologia foram avaliados por Cavalli et al. (2004b). Amostras foram submetidas ao clareamento com

peróxido de carbamida 35 e 37%, e a rugosidade superficial mensurada. Oito espécimes de cada grupo foram imersos em solução de 2% de azul de metileno, sendo então preparados para espectrofotometria. Dois espécimes adicionais foram examinados com microscopia eletrônica de varredura. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente com ANOVA e teste de Tukey ( $p < 0.05\%$ ). A rugosidade superficial inicial foi igual para todos os grupos, mas o peróxido de carbamida 35% apresentou maior rugosidade. Diferentes concentrações do peróxido de carbamida apresentaram mesmo padrão de pigmentação e morfologia semelhante.

Mudanças na microdureza de esmalte e dentina podem estar relacionadas não somente ao gel clareador, mas também a presença de outros componentes na fórmula, como o carbopol e glicerina. Os efeitos destes materiais na microdureza foram avaliados por Basting et al. (2005). Trezentos e vinte blocos de esmalte e dentina humanos (oitenta blocos de esmalte íntegro, oitenta blocos de esmalte submetidos à ciclagem de pH, oitenta blocos de dentina íntegro, oitenta blocos de dentina submetidos à ciclagem de pH) foram aleatoriamente divididos em grupos ( $n=10$ ) para serem expostos aos seguintes materiais: Opalescence 10% (OPA), Peróxido de Carbamida 10% (CP), Carbopol (C), Glicerina (G), Peróxido de Carbamida 10% + Carbopol (CP+C), Peróxido de Carbamida 10% + Glicerina (CP+G), Carbopol + Glicerina (C+G) e Peróxido de Carbamida 10% + Carbopol + Glicerina (PC+C +G). A microdureza foi mensurada inicialmente, após oito horas, após sete, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de tratamento e após sete e 14 do término do tratamento. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente com teste Kruskal-Wallis ( $p < 0.05$ ). Houve diferença estatística significativa entre os agentes testados em cada tempo avaliado. Para os blocos de esmalte íntegros, houve redução significativa da dureza com todos os produtos testados. Para os blocos de esmalte

desmineralizados houve aumento significativo da microdureza durante o tratamento com todos os produtos testados referentes aos tempos analisados. Houve diminuição significativa na microdureza de dentina hígida após tratamento com todos os agentes testados, com menores valores para os grupos OPA, C, CP+C, CP+G e CP+C+G. Os blocos de dentina previamente submetidos à ciclagem de pH apresentaram uma diminuição da microdureza, principalmente para os grupos CP, CP+G, C+G e CP+C+G. Não houve retorno aos valores de microdureza iniciais após 14 dias desde o término do tratamento. Os autores concluíram que o Opalescence 10%, Peróxido de Carbamida, Carbopol, Glicerina e suas associações podem causar mudanças na microdureza de tecidos hígidos ou desmineralizados, mesmo na presença de saliva artificial.

O potencial de remineralização do esmalte desmineralizado por gel de peróxido de carbamida fluoretado foi avaliado por Gladwell et al. (2006). Vinte e quatro terceiros molares foram previamente avaliados quanto à coloração com auxílio da escala Vita Classical e posteriormente seccionados em quatro quadrantes e aleatoriamente divididos em quatro grupos. A: ciclagem de pH + clareamento (gel sem flúor), B: ciclagem pH + clareamento (gel com flúor), C: controle, D: ciclagem pH. A ciclagem de pH foi realizada durante uma semana com gel ácido contendo 0.1mM ácido láctico (pH 4.5). Após a desmineralização, os blocos dos grupos A e B foram submetidos ao clareamento durante oito horas, por 21 dias, entre o período de clareamento, os blocos ficaram imersos em solução salina tamponada com fosfato. A tonalidade de cada corpo-de-prova foi aferida após os tratamentos e então preparadas para microscopia. As zonas de desmineralização foram mensuradas em cinco diferentes pontos equidistantes entre si. Os resultados obtidos foram analisados com teste *t*, nível de significância 95%. O efeito do clareamento não foi

afetado pela presença ou ausência do flúor. O grupo B apresentou diferença estatística significativa quando comparado aos demais grupos, revelando menores valores de profundidade de lesão. Os autores concluíram que a presença de flúor no gel de peróxido de carbamida auxilia na remineralização do esmalte.

O período de tempo necessário para restabelecer a microdureza de esmalte após clareamento com géis de peróxido de carbamida fluoretado e convencionais foi avaliado por Attin et al. (2007). Noventa blocos de esmalte bovino foram previamente mensurados em relação à microdureza Knoop. As amostras foram divididas em cinco grupos: A (0.5% F, pH 7.0), B (0.5% F, pH 5.5), C (sem flúor, pH 7.0), D (sem flúor, pH 5.5), E (controle), clareados por sete dias, durante oito horas. Após o clareamento, as amostras foram submetidas à desmineralização/remineralização. Nos cinco dias subsequentes, os ciclos des/re foram mantidos, mas as amostras foram imersas em saliva artificial durante oito horas. Os dados foram analisados com ANOVA dois-critérios ( $p < 0.05\%$ ). Após clareamento, todos os grupos apresentaram diminuição de 7-15% da microdureza. Os géis fluoretados promoveram menor perda da dureza comparada aos géis sem flúor. O grupo A retornou ao valor da microdureza inicial após o oitavo dia, após nono dia para grupo B, no décimo dia grupo C e grupo D não retornou a microdureza inicial após décimo dia. Os autores concluíram que o gel de peróxido de carbamida fluoretado auxilia na remineralização do esmalte, promovendo um retorno a microdureza inicial em pouco tempo comparado ao gel sem flúor.

Joiner (2007) publicou uma revisão de literatura sobre os efeitos do peróxido de hidrogênio nas propriedades de esmalte e dentina. O autor avaliou artigos publicados e indexados a partir de 2006, cujas palavras chave eram peróxido, esmalte e dentina. O autor verificou que a maioria dos estudos mencionavam que

produtos que continham peróxido não causavam efeitos deletérios em esmalte e dentina em relação a morfologia, subsuperfície ou ultra-estrutura. Adicionalmente, estudos in vitro indicaram que peróxido de hidrogênio e peróxido de carbamida não produziram efeitos significativos nas perdas de minerais de esmalte e dentina causadas por desafio ácido, abrasão por escovação ou formação de caries. O autor mencionou ainda que existem alguns trabalhos com resultados contraditórios, mas que em geral apresentam alguma limitação em sua metodologia ou que não refletem em situações in vivo.

O efeito do agente espessante carbopol sobre a microdureza do esmalte submetido a clareamento dental foi avaliado por Rodrigues et al. (2007). Setenta e dois blocos de esmalte bovino (3mmx3mmx3mm) foram aleatoriamente divididos em quatro grupos de acordo com tratamento: G1 – carbopol 2%, G2 – peróxido de carbamida 10% com carbopol, G3 – carbowax, G4 – peróxido de carbamida 10% com polomaxer. 0.2mL de cada material foi acondicionado em uma placa customizada para cada bloco, sendo o clareamento realizado por seis horas/dia, durante 28 dias, imersos em saliva artificial, 37°C. Após clareamento, os espécimes foram novamente acondicionados em saliva artificial. A microdureza foi avaliada antes (T<sub>0</sub>) e após 7(T<sub>1</sub>), 14(T<sub>2</sub>), 21(T<sub>3</sub>), 28(T<sub>4</sub>), e 42(T<sub>5</sub>) dias do início do tratamento. ANOVA e teste de Tukey revelaram diferenças estatísticas significativas apenas para o fator tempo (p<0.01). Os autores concluíram que o agente espessante não causou alterações na microdureza do esmalte.

Azer et al. (2009) compararam os efeitos de vários géis clareadores no modulo de elasticidade e nanodureza do esmalte. Cinquenta e cinco blocos de esmalte humano foram expostos aos seguintes materiais: Crest Whitestrips Premium Plus (CP), Crest Whitestrips Supreme (CS), Nite White ACP (NW), Oral B Rembrant

(OB) e Opalescence Trèswite (OT). O clareamento ocorreu de acordo com as normas dos fabricantes e armazenados em saliva artificial durante o experimento. A nanodureza e o módulo de elasticidade foram verificados antes e após clareamento, cujos dados obtidos foram analisados estatisticamente pelo teste Tukey-Kramer ( $p < 0.05$ ). Após tratamento houve decréscimo da nanodureza ( $p < 0.0001$ ) em todos os grupos, exceto para o grupo controle. Houve diferença significativa entre CP e OT. Também foi verificada diferença significativa no módulo de elasticidade de todos os grupos antes e após tratamento, exceto para o controle. Os autores concluíram que o módulo de elasticidade e a nanodureza foram significativamente afetados pelos sistemas clareadores utilizados.

## 2.3 RUGOSIDADE SUPERFICIAL

A micromorfologia e rugosidade superficial de esmalte e dentina íntegros e desmineralizados, expostos a ação de peróxido de carbamida 10% ou placebo in situ foi avaliada por Basting et al. (2007). Dez voluntários, randomicamente divididos em dois grupos para participarem do estudo cross-over, duplo-cego, cujos voluntários foram submetidos ao clareamento com peróxido de carbamida 10% pelo período de três semanas consecutivas e agente placebo por outras três semanas. Os blocos de esmalte e dentina íntegros e desmineralizados foram fixados na superfície vestibular dos primeiros molares e segundos pré-molares superiores. Metade dos corpos-de-prova foram submetidos à ciclagem de pH, sendo que para o esmalte foram três ciclos de desmineralização e remineralização e para dentina sete

ciclos de des-re. A rugosidade superficial foi mensurada antes e após os tratamentos e as fotomicrografias foram analisadas por três examinadores calibrados, com magnificação de 1500 e 2000x. A análise não-paramétrica de Wilcoxon demonstrou diferença estatística significativa para esmalte Íntegro e desmineralizado tratado com Opalescence 10% ou placebo, sendo o esmalte clareado mais rugoso. Para as amostras de dentina desmineralizada ou hígida nenhuma diferença estatística foi encontrada, independente do material utilizado. Analisando as fotomicrografias, os autores não identificaram diferenças na morfologia de todas as amostras estudadas.

A rugosidade superficial e a microdureza do esmalte submetido ao clareamento com peróxido de carbamida 10%, 15% e 22% foi avaliada por Faraoni-Romano et al. (2007). Cinquenta e dois blocos de esmalte e dentina radicular de dentes bovinos foram aleatoriamente divididos em grupos a serem clareados com peróxido de carbamida de diferentes concentrações. O procedimento clareador consistia na aplicação do gel durante duas horas e imersão em saliva artificial por 22 horas, durante 21 dias. O grupo controle permaneceu todo período do experimento imerso em saliva artificial. A rugosidade superficial e microdureza Knoop foram mensuradas antes e após clareamento. ANOVA e teste de Tukey foram utilizados para análise estatística, nível de significância 95%. Em esmalte, a microdureza foi significativamente menor para os grupos tratados em relação ao controle, sem diferença entre os géis utilizados. Não houve diferença significativa na rugosidade superficial antes e após tratamento. Para a dentina, diferenças significativas foram encontradas para a microdureza e rugosidade. Os autores concluíram que os efeitos dos produtos clareadores ocorrem independentemente da concentração do gel.

O efeito de dois géis clareadores na rugosidade superficial de esmalte foi avaliado por Cadenaro et al. (2008) em um estudo in vivo, utilizando a replica de

resina e análise profilométrica sem contato. Dezoito voluntários, randomicamente divididos em dois grupos (n=9) foram moldados previamente ao clareamento e após cada sessão. Um grupo foi clareado com peróxido de hidrogênio 35% e o outro clareado com peróxido de carbamida 35%, em quatro sessões, com intervalo de uma semana entre elas, seguindo as instruções dos fabricantes. Todas as réplicas foram avaliadas e fotomicrografias foram obtidas. Baseado nos resultados obtidos, os autores concluíram que não houve diferença significativa na rugosidade superficial do esmalte, independente do gel utilizado, antes do tratamento e nos tempos utilizados. As fotomicrografias obtidas demonstraram que o esmalte previamente ao clareamento apresentou-se semelhante ao esmalte clareado com os produtos mencionados, atribuindo as irregularidades encontradas a topografia natural dos dentes.

## 2.4 MICRODUREZA

Arends & Ten Bosh (1992) compararam algumas técnicas de mensuração direta ou indireta para quantificar em volume (%vol.) ou peso (%wt) a perda ou ganho mineral em desafios cariogênicos. Dentre as técnicas mencionadas, os autores citaram que a microdureza pode fornecer evidências indiretas de ganho e/ou perda mineral; se a profundidade da indentação aumenta significa perda mineral e se esta indentação diminui representa um ganho de mineral. Entretanto, esta relação demonstra-se empírica, já que a quantificação de conteúdo mineral só deva ser feita por métodos quantitativos. A diferença entre a microdureza Knoop e a Vickers

baseia-se na principalmente na profundidade da indentação, sendo mais superficial para a dureza Knoop. Apesar de qualitativo, os autores salientaram que microdureza Knoop, se aplicada em superfície plana, apresenta uma correlação linear entre a profundidade da indentação e lesão, com coeficiente de correlação na ordem de 0.95; além de ser um ensaio mecânico de simples execução. Dentre as desvantagens do método se pode citar a necessidade de superfície plana para proporcionar mensuração adequada e que, por ser um método qualitativo, formas de lesão cariiosa e sua distribuição mineral podem influenciar nos valores de indentação. Os autores concluíram que, dentre inúmeras técnicas de mensuração de perda e/ou ganho mineral em desafios cariogênicos, os ensaios de microdureza são considerados práticos para determinar alterações no conteúdo mineral.

A microdureza do esmalte e dentina e a composição química dos mesmos foram avaliadas por Gutierrez-Salazar & Reyes-Gasga (2003). Os autores mensuraram a dureza Vickers transversal e longitudinal ao longo do esmalte e dentina em diferentes sítios. Pré-molares íntegros, seccionados transversalmente ou longitudinalmente foram embutidos e preparados para as leituras. Para microdureza superficial, a mensuração foi realizada na direção buco-lingual e méso-distal, enquanto que para as leituras longitudinais, as indentações foram ao longo da junção esmalte-dentina em cinco zonas: cervical, terço-médio, cúspide, sulco e paralelo a oclusal. Os autores evidenciaram que os valores de dureza Vickers não tiveram diferença estatística significativa nas diferentes áreas de esmalte e dentina analisadas, elas permaneceram uma constante ao longo das estruturas. A composição química analisada por espectroscopia de energia dispersiva de Rx (EDS) demonstrou que a proporção Ca/P foi maior no esmalte (1.63) do que na

dentina (1.5), atribuído a maior quantidade de conteúdo orgânico presente na dentina.

Basting et al. (2003) avaliaram a microdureza do esmalte de dentes desmineralizados e hígidos clareados com peróxido de carbamida “in situ”, onde um modelo dinâmico de indução de cárie artificial através de ciclagem de pH foi utilizado previamente ao clareamento em alguns grupos estudados. Os autores evidenciaram que a des-re foi efetiva através da diferença estatisticamente significativa ( $p < 0.0001$ ) na microdureza do esmalte dos dentes hígidos, sendo esta superior aos fragmentos desmineralizados. Contudo, os fragmentos dentais hígidos ou desmineralizados submetidos ao clareamento dental apresentaram menores valores de microdureza, salientando que não é adequado aplicar agentes clareadores em lesões de cárie iniciais.

Wiegand et al. (2007) estudaram os efeitos da fluoretação em esmalte clareado com peróxido de carbamida 10% através de dentifrício fluoretado e flúor em gel. Noventa blocos de esmalte bovino foram aleatoriamente divididos em nove grupos contendo dez corpos-de-prova cada. Metade das amostras não foi clareada e serviram como controle. Todos os grupos foram escovados com dentifrício fluoretado duas vezes ao dia durante todo experimento. Adicionalmente, sete grupos receberam gel flúor fosfato acidulado em diferentes períodos do experimento: antes, durante ou após clareamento. Amostras de um grupo somente receberam dentifrício fluoretado e outro grupo remanescente não recebeu qualquer administração de flúor. A microdureza Knoop foi mensurada antes, após período pré-clareamento (14 dias), pós-clareamento (28 dias) e término experimento (42 dias). ANOVA e teste *t* foram utilizados para analisar possíveis diferenças estatísticas entre os grupos. Os resultados demonstraram que a fluoretação previne diminuição da dureza do

esmalte durante clareamento, entretanto ela independe do meio de administração, não havendo diferença estatística significativa entre os espécimes tratados com flúor em gel ou dentifrício fluoretado. Após 28 e 42 dias, não houve diferença estatística na microdureza entre os corpos-de-prova clareados ou não clareados, exceto para o grupo sem fluoretação. Baseado nos resultados obtidos, os autores concluíram que a administração regular de dentifrício fluoretado é suficiente para prevenir diminuição da microdureza durante clareamento.

Um estudo *in vitro* sobre a microdureza do esmalte após clareamento dental e aplicação de flúor durante ou após tratamento foi realizado por Da Costa & Mazur (2007). A superfície vestibular de sessenta terceiros molares íntegros foi polida para deixar superfície plana, expondo esmalte e dentina. Depois do período de imersão em saliva artificial por dez dias, a microdureza superficial do esmalte foi mensurada. Os corpos-de-prova foram aleatoriamente divididos em seis grupos, contendo dez elementos cada. Grupo A foi tratado com Opalescence®, Grupo B: Opalescence PF® (Peróxido de Carbamida + Nitrato de Potássio 3% + Flúor 0.11%), Grupo C: Nite White Excel 3®, Grupo D: Opalescence + Flúor Fosfato Acidulado 1.23%, Grupo E: Opalescence PF + Flúor Fosfato Acidulado 1.23%, White Excel 3 + Flúor Fosfato Acidulado 1.23%. Os corpos-de-prova foram clareados por oito horas, em umidade relativa, 37°C, durante vinte e um dias consecutivos, sendo que os grupos D, E e F receberam aplicação tópica de flúor fosfato acidulado durante cinco minutos imediatamente após término período de clareamento. A microdureza foi avaliada antes do experimento e após sete, 14, 21 e 35 dias. A análise estatística (ANOVA; Teste de Tukey) revelou uma redução significativa da microdureza do esmalte para todos os materiais testados, sem evidenciar diferença entre os géis testados. Após duas semanas do término do clareamento, os grupos que receberam flúor tiveram

uma melhora na microdureza superficial comparada aos grupos que não continham. Entretanto, a aplicação tópica de flúor fosfato acidulado não resultou em diferença estatística significativa para os grupos Opalescence PF e Nite White Excel 3.

Os efeitos do tratamento do peróxido de carbamida 10% e a habilidade de diferentes terapias de fluoreto de sódio sobre a possibilidade de reverter possíveis efeitos adversos do clareamento sobre a microdureza do esmalte foram avaliados por Leandro et al. (2008). Cinco grupos foram propostos, sendo um controle; grupo 2 tratado com peróxido de carbamida 10% (PC); grupo 3 tratado com PC e aplicação de 1.23% Fluoreto de Sódio em gel; grupo 4 tratado com PC e 0.2% Fluoreto de sódio (NaF) e grupo 5 tratado com PC e 0.05% NaF. A microdureza Vickers foi mensurada após o clareamento. Baseado nos resultados do estudo, peróxido de carbamida 10% pode reduzir a microdureza do esmalte, cujo resultado pode indicar dissolução e degradação do esmalte tratado. Decréscimo de cálcio e fosfato aumentam a susceptibilidade do esmalte para a desmineralização; entretanto, o tratamento com flúor aumenta sua resistência a dissolução ácida. Neste estudo, não houve diferença nos grupos clareados e com fluoretação, indicando que as terapias com flúor foram efetivas, sendo capaz de remineralizar o esmalte clareado.

## 2.5 ESPECTROSCOPIAS

Através de microrradiografia longitudinal (LMR), profilometria (PM) e análise de Cálcio (Ca) e Fósforo (P) por espectroscopia de absorção atômica, uma comparação quantitativa da perda de mineral após desmineralização foi avaliada por

Ganss et al. (2005), que elucidaram que a microrradiografia longitudinal é um método não destrutivo, onde a mesma área pode ser escaneada antes e após os tratamentos, podendo-se comparar a perda e/ou ganho mineral; a profilometria é passível de identificação de alterações superficiais inferiores a  $1\mu\text{m}$  e a espectroscopia de absorção atômica permite mensurar quimicamente a quantidade de Cálcio e Fósforo presente na amostra. Quatro grupos contendo sessenta amostras de esmalte humano cada foram submetidos a desmineralização com ácido cítrico (0,05M; pH 2.3, 10mL por corpo-de-prova) por trinta, sessenta, noventa ou 120 minutos. Não houve diferença estatística na proporção de Ca/P na análise de espectroscopia assemelhando-se aos valores da hidroxiapatita estequiométrica (1.69), esta proporção, entretanto não é uma constante, decrescendo à medida que os tempos de desmineralização aumentam. Resultados da profilometria demonstraram boa relação com a análise química, mas com valores menores já que somente a superfície de esmalte é avaliada neste ensaio. A microrradiografia longitudinal também demonstrou diferença significativa entre os tempos. Os autores concluíram que os métodos estudados demonstraram uma correlação linear entre tempo e perda mineral.

Através da espectroscopia por fotorreflectância e dureza Vickers, os efeitos do peróxido de carbamida 35% e 37% ativados por luz halógena ou laser de argônio foram avaliados por Cesar et al. (2005). As mensurações da fotorreflectância foram obtidas antes e após o tratamento clareador. Os autores evidenciaram que os agentes clareadores, independente da concentração de peróxido e métodos de ativação, não afetaram a superfície de esmalte. Comparando-se os resultados da fotorreflectância para os grupos clareados pode-se evidenciar que o clareamento

com peróxido de carbamida a 35% foi mais efetivo que os grupos clareados com peróxido de carbamida a 37%, mesmo utilizando fontes ativadoras diferentes.

Os efeitos do peróxido de hidrogênio na morfologia, microdureza e composição química do esmalte foi estudada por Duschner et al. (2006). Blocos de dente humano foram previamente avaliados em relação cor, microdureza superficial, morfologia e composição química. Os corpos-de-prova foram submetidos a tratamento simulando, in vitro, clareamento e exposição a saliva que ocorrem na cavidade bucal; sendo inicialmente imersos em saliva humana e posteriormente clareados com Crest whitening strips por trinta minutos, duas vezes ao dia, durante 28 dias. Após clareamento amostras foram lavadas em água corrente e imersas novamente em saliva, 37°C. Durante o experimento, as amostras foram escovadas duas vezes ao dia, durante trinta minutos com solução slurry na proporção de 1:4 dentífrico/água, lavadas e novamente re-imersas em saliva. O grupo controle recebeu os mesmos tratamentos, exceto o clareamento. Após 14 e 28 dias de tratamento clareador, os corpos-de-prova foram reavaliados pelos testes descritos anteriormente e resultados obtidos analisados estatisticamente pelo teste *t* de Student ( $p < 0.05$ ). Em relação a cor, todos os grupos apresentaram diferença significativa, com redução na escala CIELab  $b^*$  (amarelo-azul), com exceção do grupo controle que não apresentou diferença significativa. Não houve diferença estatisticamente significativa na microdureza dos grupos testados, com aumento da mesma a partir do início do experimento, fato que pode estar associado a presença de dentífrico fluoretado e saliva. As fotomicrografias não evidenciaram nenhum efeito deletério do peróxido de carbamida na superfície do esmalte tratado, resultado semelhante foi verificado na subsuperfície com auxílio da microscopia confocal. Os espectros Raman obtidos foram comparados com hidroxiapatita padrão, onde os

autores notaram que o esmalte apresentou mesmos picos que a hidroxiapatita sintética, fato relacionado principalmente ao modo vibracional do fosfato, mas que não se deve avaliar o fosfato isoladamente, já que o carbonato presente é sensível à degradação do esmalte e pode ser considerado como um monitor da integridade de tecidos biológicos. Os autores concluíram que o clareamento com peróxido de hidrogênio não produziu modificações na subsuperfície e superfície histomorfológica, na microdureza e na estrutura do dente tratado.

Santini et al. (2008) estudaram a mudança da concentração de fosfato na superfície do esmalte tratado com peróxido de carbamida a 10% através da espectroscopia Raman. Os espécimes foram submetidos a análise de espectroscopia antes do início do experimento e imediatamente após aplicação do gel clareador e com intervalos de sete, 14, 21 e 28 dias. Todos os espécimes demonstraram diminuição progressiva do fosfato durante o experimento. Entretanto, após sete, 14 e 28 dias a diferença foi estatisticamente significativa ( $p < 0.05$ ), onde o maior grau de desmineralização foi observado após sete dias. Os autores concluíram que ocorre perda de fosfato da superfície do esmalte submetido a tratamento clareador.

No intuito de avaliar a capacidade de materiais restauradores inibir cáries secundárias, Paradella et al. (2008) avaliaram esmalte adjacente a materiais restauradores após desafio cariogênico in situ com auxílio de microscopia de luz polarizada (PLM), microscopia eletrônica de varredura (MEV) e energia dispersiva de Rx (EDS). Quarenta e oito blocos de 4mmx4mmx2mm foram restaurados com compósito Z250 (grupo Z250), resina composta modificada com poliácido - Freedom (grupo Freedom), Ionômero de Vidro modificado com resina - Vitremer (grupo Vitremer) e Ionômero de Vidro convencional - Fuji IX (grupo Fuji IX); fixados em

aparelhos acrílicos que foram utilizados por 12 voluntários. Os voluntários utilizaram o aparelho, sendo o mesmo somente removido para a realização do desafio cariogênico, alimentação e higiene oral. O desafio cariogênico foi realizado oito vezes ao dia, com solução de sucrose 20%, em horários pré-definidos. Amostras foram seccionadas e analisadas por PLM, MEV e EDS. Os testes não-paramétricos Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls, nível significância 5%, foram utilizados para análise dos resultados, evidenciando diferença estatística entre os grupos Z250 e Vitremer e entre os grupos Z250 e Fuji IX. Morfologicamente, Z250 não apresentou halo de inibição em nenhum dos espécimes e grupos Fuji e Vitremer apresentaram halo com 0.7mm em média. Os resultados do EDS não demonstraram diferença significativa na proporção Ca/P nos grupos estudados, mas evidenciaram diferença estatística significativa do elemento Ca entre o grupo controle e os grupos experimentais, caracterizando um desafio cariogênico efetivo e que os compósitos não inibem cáries secundárias como os materiais ionoméricos. Entretanto, nenhum dos materiais testados inibiram completamente o desenvolvimento de lesões. Os autores concluíram que o cimento de ionômero de vidro apresentou maior concentração de Ca %peso no esmalte adjacente as restaurações, todavia este material não foi capaz de prevenir a formação de cárie secundária.

A distribuição mineral e zona de inibição de cáries secundárias ao longo da interface de sistemas adesivos contendo flúor e primer antibacteriano depois de desafio cariogênico químico ou biológico foi avaliada por Carvalho et al. (2009). Os autores mencionaram que a zona de inibição é criada em toda interface, entre sistema adesivo e dentina, devido a liberação de íons flúor pelos adesivos depois de desafios cariogênicos. Entretanto, sua composição química ainda não foi extensivamente investigada. Quarenta e oito terceiros molares, cuja superfície

oclusal foi removida para expor tecido dentinário, foram utilizados. Cárie artificial foi desenvolvida em uma área de 16mm<sup>2</sup> com cultura de *Streptococcus mutans*. O tecido cariado foi removido e as cavidades foram restauradas com Adper Scotchbond Multi Purpose (SBM) ou Clearfil Protect Bond (CPB) e compósito TPH Spectrum. As amostras foram submetidas novamente a desafio cariogênico biológico (B - cultura *S. mutans*) ou químico (C - gel ácido; 1 M ácido láctico, pH 4.0). Os grupos testados foram: 1-SC (SBM+desafio químico C); 2-SB (SMB + desafio biológico B); 3-CC (CPB + C); 4-CB (CPB + B). A zona de inibição foi analisada por microscopia laser confocal e a distribuição dos elementos Ca e P ao longo da interface foi analisada por  $\mu$ EDX. A frequência da zona de inibição e média dos valores de sua extensão difere entre os grupos. O grupo CC apresentou menor profundidade de cárie secundária. Análise do  $\mu$ EDX demonstrou que o grupo CPB teve maior perda mineral quando o desafio cariogênico foi biológico e menor perda mineral com desafio cariogênico químico. SC e SB demonstraram perda mineral intermediária. Os autores concluíram que os sistemas adesivos utilizados, contendo ou não flúor e primer antibacteriano, não inibiram a formação de cárie secundária em dentina, cuja desmineralização na interface dentina/restauração foi afetada pelos métodos de desafio cariogênico e sistemas adesivos utilizados.

Souza Paula et al. (2009) investigaram os efeitos do peróxido de hidrogênio associado a bebidas ácidas e escovação simulada com dentifrícios clareadores na superfície de esmalte, analisado por FT-Raman e  $\mu$ EDX. Cinquenta e seis blocos de esmalte bovino foram aleatoriamente divididos em cinco grupos de acordo com os tratamentos: 1. Controle – sem tratamento, 2. Imersão em Coca-Cola Light Lemon, 3. Clareamento com peróxido de hidrogênio 30% (Opalescence Xtra-Boost, Ultradent), 4. Escovação simulada com dentifrício clareador, 5. Imersão Coca +

Clareamento, 6. Clareamento + Escovação simulada + imersão em Coca e 7. Clareamento + Escovação. O conteúdo mineral foi mensurado antes e após tratamentos, com Espectroscopia FT-Raman e energia dispersiva de Rx. Os resultados foram analisados estatisticamente com ANOVA e teste de Tukey ( $p < 0.05$ ). A espectroscopia Raman demonstrou diferença significativa no conteúdo mineral em todos os grupos, exceto para o controle. O  $\mu$ EDX evidenciou perda mineral após clareamento, escovação, imersão em bebida ácida + Clareamento e clareamento + escovação. Os autores concluíram que o clareamento isoladamente ou associado a bebidas ácidas e escovação podem ocasionar perda de minerais da superfície do esmalte.

### 3 PROPOSIÇÃO

Os objetivos desse estudo foram:

- a) quantificar in vitro cálcio e fosfato do esmalte dental íntegro e submetido à ciclagem de pH antes e após clareamento dental analisados por meio de espectroscopia de fluorescência de raio-x por energia dispersiva ( $\mu$ EDX);
- b) avaliar in vitro a rugosidade superficial (Ra) do esmalte dental íntegro e submetido à ciclagem de pH antes e após clareamento dental;
- c) avaliar in vitro microdureza Knoop do esmalte dental íntegro e submetido à ciclagem de pH antes e após clareamento dental;
- d) avaliar in vitro a superfície do esmalte dental íntegro e submetido à ciclagem de pH antes e após clareamento dental através de microscopia eletrônica de varredura.

## 4 MÉTODO

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética de Experimentação Animal da Universidade de Taubaté sob protocolo de nº 0031/2007 (ANEXO A).

### 4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental encontra-se descrito na tabela 1.

Tabela 1- Delineamento experimental (fatorial complexo tipo Split-Plot)

<i>Unidade experimental</i>	Blocos de esmalte 4x4mm obtidos de incisivos bovinos
<i>Fatores em estudo</i>	1) Ciclagem de pH <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Sem ciclagem</li> <li>b. Três ciclos de pH</li> </ul>
<i>Sub-fator</i>	2) Tempo <ul style="list-style-type: none"> <li>a. inicial</li> <li>b. intermediário</li> <li>c. final</li> </ul>
<i>Variável resposta</i>	1) Microdureza inicial, intermediária e final 2) Rugosidade inicial, intermediária e final 3) Espectroscopia de fluorescência de Rx por energia dispersiva ( $\mu$ EDX) inicial, intermediária e final 4) Microscopia eletrônica de varredura (MEV) inicial, intermediária e final

## 4.2 PREPARO DAS AMOSTRAS

Oitenta incisivos bovinos, provenientes do mesmo lote de animais para uma padronização quanto ao tratamento dos mesmos e grau de calcificação de seus dentes, foram armazenados em solução de timol a 0,1% (Byofórmula Imp Exp, São José dos Campos, SP, Brasil) por 24 horas a temperatura ambiente.

Após a desinfecção, os debris orgânicos foram removidos com cureta periodontal Macall 13/14 (Hu-Friedy Mfg. Co. Chicago, USA) e lâminas de bisturi (Two Arrows, RPC-Shangai Med SN, Shangai, China) e, posteriormente, submetidos à profilaxia com pasta de pedra pomes e água, com auxílio de escova de Robinson em baixa rotação. Foram lavados com água destilada tamponada, pH 7.0 (Byofórmula Imp Exp, São José dos Campos, SP, Brasil) e armazenados em saliva artificial (20mL/amostra - 1,5mM Ca, 0,9mM P, 0,1 solução tampão de Tris, pH 7,0 (Hara et al., 2003), trocada diariamente, durante trinta dias. A manutenção nesta solução objetivou estabilizar as trocas iônicas entre o dente e o meio, padronizando as condições minerais da superfície de esmalte das amostras antes de se realizar a ciclagem de pH (Hara et al., 2003). Os dentes foram avaliados, e os que apresentaram trincas ou defeitos na superfície de esmalte foram descartados e substituídos.

Durante as fases da pesquisa, os espécimes foram lavados e mantidos em água destilada tamponada, com pH neutro (Byofórmula Imp Exp, São José dos Campos, SP, Brasil), para não influenciar nos procedimentos de desmineralização e remineralização.

### **4.2.1 Obtenção dos espécimes**

As coroas foram seccionadas com disco diamantado dupla-face (Kg Sorensen, Barueri, SP) para obter blocos de aproximadamente 4mm comprimento por 4mm largura e 4mm de profundidade (2mm de dentina e 2mm de esmalte), conferidos com auxílio de paquímetro digital (Digimess, Brasil Hobby), provenientes da porção central das coroas, cuja superfície é mais plana. A face vestibular dos espécimes foi submetida aos tratamentos a serem descritos, sendo que as demais faces foram cobertas com esmalte incolor (Revlon, Greenwood Ind Com, São Roque, SP) para não ficarem expostas a ação direta dos materiais a serem testados.

### **4.2.2 Inclusão das amostras**

Os fragmentos dentais foram incluídos individualmente, com auxílio de matriz de embutimento (5mm de diâmetro, Struers) e resina de embutimento a frio - poliéster cristal (Valglass, São José dos Campos, SP), de modo que os fragmentos permaneceram com a superfície de esmalte (2mm) livre (Figura 1).

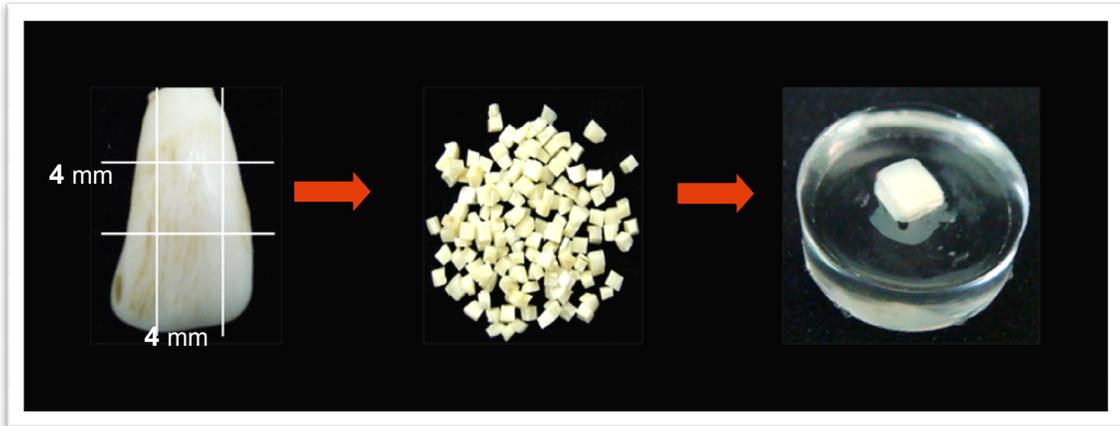


Figura 1 – Dimensão do fragmento dental e inclusão

Os espécimes foram polidos com discos de óxido de alumínio com granulação de 600, 1200 e 2500 (Arotec, Cotia, SP, Brasil), sob refrigeração com água, em politriz (APL-4, Arotec, Cotia, SP, Brasil), visando um sutil aplainamento do esmalte para melhor execução dos ensaios de microdureza, rugosidade superficial e  $\mu$ EDX.

### 4.3 ENSAIO PRELIMINAR E SELEÇÃO DOS ESPÉCIMES

#### 4.3.1 Microdureza superficial Knoop

Todos os espécimes foram previamente submetidos ao ensaio de microdureza superficial Knoop (Microdurômetro com penetrador tipo Knoop - Future Tech-FM-1e, Tokyo, Japan, associado ao software FM – ARS) do laboratório de Dentística da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, FOP – UNICAMP, para

seleção de amostras com microdureza superficial estatisticamente semelhante (Attin et al., 2003).

Três leituras foram realizadas, com espaçamento de 100 $\mu$ m entre elas, carga de 50g por 5seg (Maia et al., 2008) para prevenir trincas na superfície de esmalte durante o experimento (Argenta et al., 2003). A média aritmética das leituras foi obtida, correspondendo ao valor de dureza de cada espécime. O ensaio de microdureza também foi executado após a ciclagem de pH e tratamentos da superfície do esmalte.

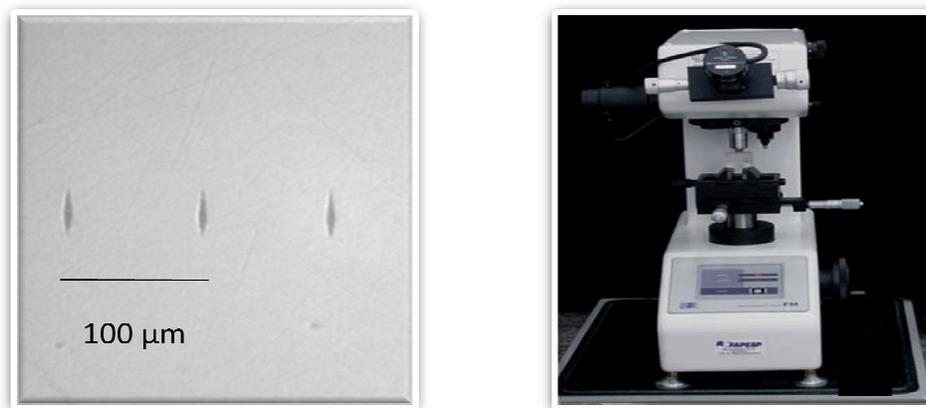


Figura 2 – Microdurômetro Knoop e espaçamento das leituras

#### 4.3.2 Cálculo amostral

As médias obtidas no ensaio de microdureza superficial foram analisadas pelo software Bio Estat 4.0 e submetidas ao teste de normalidade Kolmogorov Smirnov, com aderência Lillefors para selecionar quais amostras seriam incluídas na pesquisa. De acordo com uma análise estatística prévia, utilizando o teste  $t$  de

Student para uma amostra, nível de significância 95%, com Power de 85%, foi sugerido um número mínimo de amostras (n=27). Adotando uma margem de segurança de 10%, ficou estipulado um n de trinta amostras para cada subgrupo a ser analisado no estudo.

#### 4.4 GRUPOS EXPERIMENTAIS

Após seleção dos espécimes, os mesmos foram aleatoriamente divididos em dois grupos contendo trinta elementos cada (Figura 3).

	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>
n	30	30
Ciclagem pH	—	3 Ciclos
Gel clareador	Peróxido de Carbamida 10% (Opalescence PF 10%)	
pH	6.87	
Flúor	NaF 0.25%	

Figura 3 – Grupos experimentais

## 4.5 ENSAIOS

### 4.5.1 Microdureza superficial

Como descrito anteriormente.

### 4.5.2 Rugosidade superficial

O rugosímetro (Surftest 401, Mitutoyo, Japan) do laboratório de Metrologia, Departamento de Materiais e Tecnologia DMT, Universidade Júlio de Mesquita Filho UNESP – Campus Guaratinguetá, foi utilizado para mensurar a rugosidade de superfície antes, após a ciclagem de pH e ao final dos tratamentos. Três leituras foram realizadas em diferentes direções, passando pelo centro da amostra, com auxílio de uma ponta de diamante (2 $\mu$ m de diâmetro), cuja a extensão da leitura foi de 2.85mm e cut-off de 0.8 $\mu$ m. A média de rugosidade superficial (Ra) foi determinada.

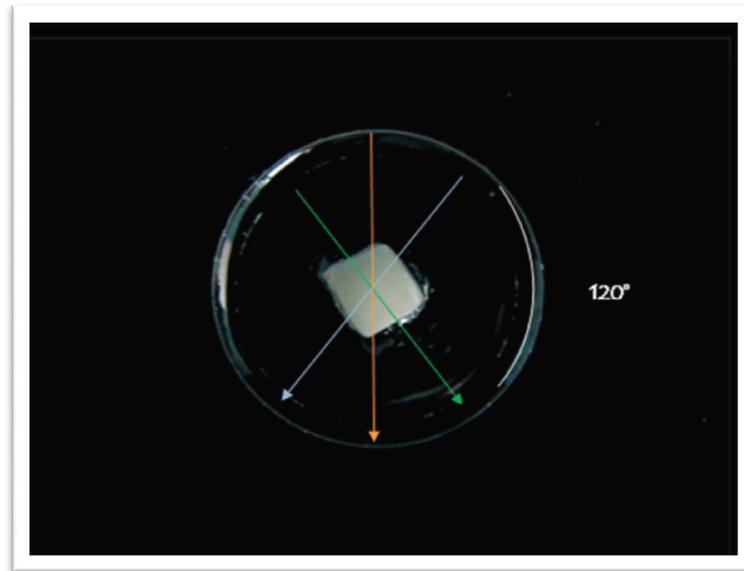


Figura 4 – Ensaio rugosidade superficial (Ra) – três leituras em diferentes direções

#### 4.5.3 Espectroscopia de fluorescência de Rx por energia dispersiva

A análise dos componentes minerais cálcio (Ca) e fósforo (P) dos espécimes foram realizados no  $\mu$ EDX (Figura 5). A análise por Fluorescência de Raios-X é um método não destrutivo, semi-quantitativo, baseado na medida da intensidade dos raios-X característicos emitidos pelos elementos que constituem a amostra quando ela está devidamente excitada. A intensidade da energia característica emitida pelos componentes da amostra está relacionada com a concentração de cada elemento presente no espécime. Deste modo, uma avaliação quantitativa por comparação pode ser conduzida para determinar a relação dos teores dos elementos cálcio (Ca) e fósforo (P) presentes no composto mineral do esmalte dental. As leituras iniciais e após o tratamento do esmalte foram realizadas utilizando-se o Espectrômetro de

Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva ( $\mu$ EDX-1300, Shimadzu, Japão) do Laboratório de Espectroscopia Vibracional Biomédica do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D) da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP). O  $\mu$ EDX é equipado com tubo de Rx Rhodio (Rh) e detector Si(Li), refrigerados por Nitrogênio líquido ( $N_2$ ), estando associado a um computador e software específico para processamento dos dados coletados.

As amostras foram posicionadas sobre uma placa de vidro sequencialmente na ordem de cada grupo para a leitura e a mesma colocada na base do equipamento com movimentação mecânica em três eixos (x, y e z). Em cada corpo-de-prova foram coletados três pontos na superfície do esmalte com uma tensão de 15Kv, corrente de  $100\mu A$ , leitura de cem segundos com dead time 25%.

O equipamento foi calibrado com hidroxiapatita estequiométrica, reagente comercial certificado (Aldrich, synthetic  $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$  – hidroxiapatita sintética, grau pureza 99.999%, lote 10818HA) como referência.

As mensurações foram coletadas utilizando os parâmetros fundamentais característicos de emissão de Rx dos elementos Ca e P. O elemento Oxigênio (O) foi utilizado como balanço químico.

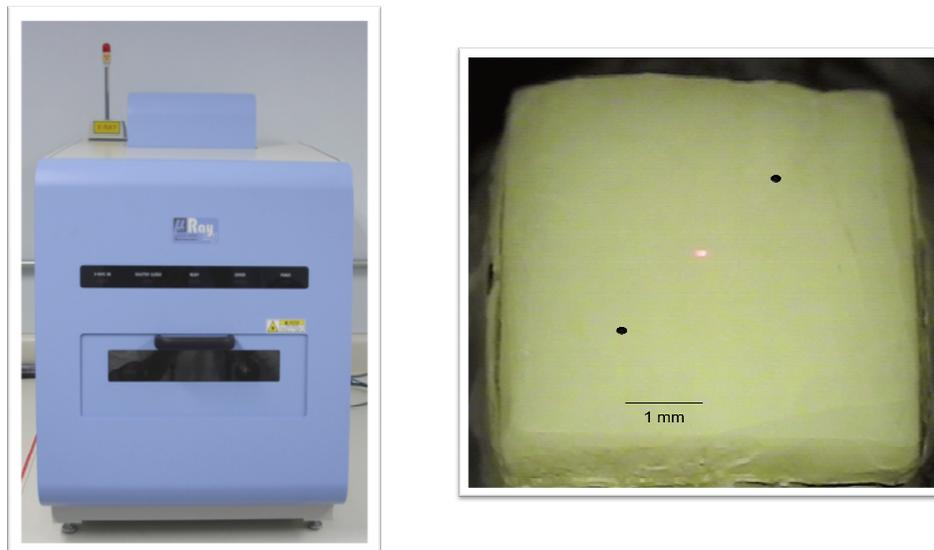


Figura 5 -  $\mu$ EDX e corpo-de-prova posicionado para mensuração dos componentes, pontos de análise demarcados

#### 4.5.4 Microscopia eletrônica de varredura

Dois espécimes adicionais de cada grupo foram submetidos à análise morfológica da superfície tratada. Os espécimes foram desidratados em estufa a 37°C por um período de 24 horas, foram metalizados durante dois minutos, com deposição de 5nm/min de ouro (Au - MED10, Balzer, Leichtenstein) na metalizadora (Desk II, Denton Vacuum, USA), formando uma película de  $10 \times 10^{-9}$ m sobre a superfície do esmalte e observados no microscópio eletrônico de varredura (Jeol, JSM – 5310, Japan) do Laboratório Associado de Sensores e Materiais – LAS – do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE – São José dos Campos) em aumentos de quinhentas, duas mil e cinco mil vezes. As fotomicrografias foram

obtidas da superfície do esmalte em cada fase do experimento: inicial, pós-ciclagem de pH e após os tratamentos de superfície.



Figura 6 – Microscópio Eletrônico de Varredura – Jeol – JSM 5310

#### 4.6 CICLAGEM DE pH

Lesões iniciais de cárie foram induzidas por modelo dinâmico de desmineralização e remineralização simulando um desafio cariogênico (Cury & Serra, 1992). Os espécimes foram imersos individualmente por seis horas na solução Desmineralizadora (Hara et al., 2004) (Des) e 18 horas na solução Remineralizadora (Hara et al., 2004) (Re) a temperatura de  $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ . As soluções

foram substituídas a cada ciclo. Entre as aplicações das soluções Des e Re e após cada período, os espécimes foram lavados em água destilada tamponada, com pH neutro, durante trinta segundos. A composição da solução remineralizadora encontra-se descrita na figura 7 e a composição da solução desmineralizadora na figura 8.

Componente	Concentração	Quantidade (1 L)
Cloreto de Cálcio	1,5 mM	0,1665 g
Fosfato de Sódio	0,9 mM	0,108 g
Cloreto de Potássio	0,15 mM	11,17 g
Flúor	10 ppm	
Tampão Tris	0,1 mM	

Figura 7 – Composição da solução remineralizante (pH = 7,0). Volume/mm<sup>2</sup> de esmalte exposto = 3,125mL/mm<sup>2</sup>

Componente	Concentração	Quantidade (1 L)
Ácido Acético	0,05 mM	2,857 ml
Fosfato de Sódio	0,9 mM	0,108 g
Cloreto de Cálcio	0,14 mM	0,155 g
Fluoreto de Sódio	0,01 ppm	

Figura 8 – Composição da solução desmineralizante (pH = 5,0). Volume/mm<sup>2</sup> de esmalte exposto = 6,25mL/mm<sup>2</sup>

#### 4.7 TRATAMENTO CLAREADOR

Todos os grupos foram submetidos diariamente, por período de seis horas, ao clareamento com Peróxido de Carbamida 10% (Opalescence PF, Ultradent Products Inc South Jordan, Utah, USA) durante um período de 21 dias, em ambiente com 100% de umidade, a  $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , tendo o material ativo permanecido em íntimo contato com o espécime. O gel foi aplicado em toda superfície de esmalte, com aproximadamente, 1mm de espessura. O pH do gel clareador (pH = 6.8) foi aferido com auxílio de pHmetro (Equilam, Diadema, SP, Brasil). Após cada sessão de clareamento, os corpos-de-prova foram lavados com água destilada tamponada durante trinta segundos, para a remoção do gel clareador e, novamente imersos individualmente em água destilada tamponada até início da próxima sessão.



Figura 9 – Clareamento dos corpos-de-prova e gel clareador utilizado

## 4.8 ENSAIOS FINAIS

Após os tratamentos, os corpos-de-prova novamente foram analisados quanto à Microdureza Superficial, Rugosidade Superficial, Espectroscopia Dispersiva de RX ( $\mu$ EDX), Microscopia Eletrônica de Varredura como anteriormente descritos.

## 4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Após completo processamento dos espécimes envolvidos no presente estudo, os resultados foram tabulados e submetidos a tratamento estatístico específico. Primeiramente, foi realizada a análise exploratória dos dados de EDX, microdureza e rugosidade superficial para determinar a adequação dos valores obtidos aos parâmetros da Análise de Variância. A seguir, foi aplicada a Análise de Variância em esquema de parcela subdividida, sendo a parcela representada pelo fator “ciclagem” (dois níveis: ausente e presente) e a subparcela representada pelo “tempo” (dois níveis: antes e após o clareamento). Verificada significância estatística, utilizou-se o teste de Tukey para comparações múltiplas entre as médias. As análises foram realizadas no programa estatístico SAS 9.1, com nível de significância ( $\alpha$ ) fixado em 5%.

## 5 RESULTADOS

Os dados referentes a cada espécime nos ensaios executados encontram-se nos Apêndices e a média dos resultados e análise estatística encontram-se descritas na tabela 2 e ilustradas nas figuras 10, 11 e 12.

Os resultados da análise estatística estão apresentados na tabela 2. Através da Análise de Variância foram avaliados os efeitos dos fatores “ciclagem” e “tempo” separadamente, e as interações entre eles. Os resultados da Análise de Variância apontaram significância estatística para a interação entre os fatores “ciclagem” e “tempo” para todas as variáveis testadas ( $\mu$ EDX:  $p < 0,001$ ; Microdureza:  $p < 0,001$ ; Rugosidade:  $p = 0,0089$ ), demonstrando que há dependência entre os efeitos dos fatores estudados. A interação significativa foi desdobrada utilizando-se o teste de Tukey para indicar as diferenças encontradas.

Tabela 2 – Média (desvio-padrão) do  $\mu$ EDX, microdureza (MD) e rugosidade superficial (RUG) obtidos nos grupos experimentais

	Ciclagem	Tempo	
		Antes do clareamento	Depois do clareamento
<b><math>\mu</math>EDX</b>	Não	1.92 (0.04) Ba	1.92 (0.07) Aa
	Sim	2.07 (0.07) Aa	1.92 (0.06) Ab
<b>MD</b>	Não	270.52 (25.34) Aa	61.90 (17.41) Ab
	Sim	116.60 (17.93) Ba	62.67 (16.04) Ab
<b>RUG</b>	Não	0.40 (0.28) Bb	1.48 (0.65) Aa
	Sim	0.98 (0.35) Ab	1.64 (0.59) Aa

Letras distintas representam significância estatística (Repeated Measures ANOVA/Tukey,  $\alpha = 5\%$ ). Maiúsculas na coluna comparam diferença entre os tratamentos e minúsculas na linha comparam tempos

Os seguintes resultados foram observados:

Na análise do  $\mu$ EDX, o grupo sem ciclagem não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os valores obtidos nos tempos inicial e final, enquanto os valores do tempo final no grupo ciclado foram significativamente menores que o do período inicial. O grupo ciclado apresentou proporção Ca/P significativamente maior do que o não ciclado previamente ao clareamento. Após o clareamento, os valores foram estatisticamente semelhantes.

Na análise da microdureza, tanto o grupo sem ciclagem quanto o ciclado mostraram valores significativamente menores após o clareamento. O grupo não ciclado apresentou valor de microdureza significativamente maior do que o ciclado previamente ao clareamento. Após o clareamento, os valores foram estatisticamente semelhantes.

Na análise da rugosidade, tanto o grupo sem ciclagem quanto o ciclado mostraram valores significativamente menores antes do clareamento. O grupo ciclado apresentou valor de rugosidade significativamente maior do que o não ciclado previamente ao clareamento. Após o clareamento, os valores foram estatisticamente semelhantes.

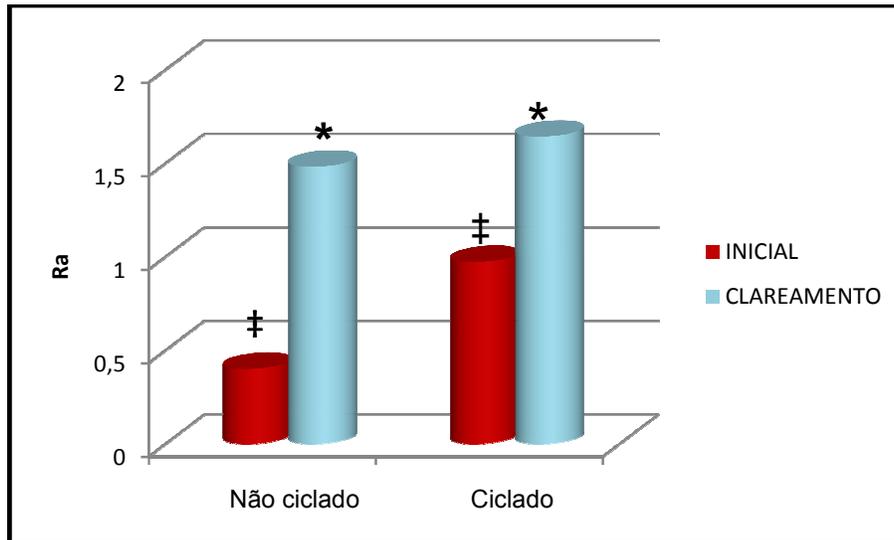


Figura 10 – Rugosidade superficial antes e após tratamentos  
\*, ‡ - Diferença estatisticamente significativa intra-grupos (Teste ANOVA/Tukey;  $p < 0,05$ )

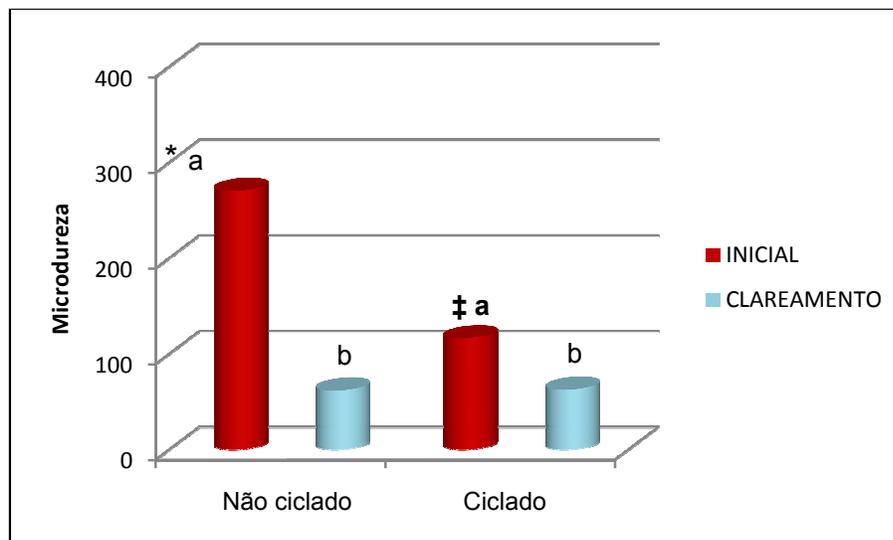


Figura 11 – Microdureza superficial Knoop (média) antes e após tratamentos  
\*, ‡ - Diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Letras minúsculas – diferenças estatisticamente significativa intra-grupos, (teste ANOVA/Tukey;  $p < 0,05$ )

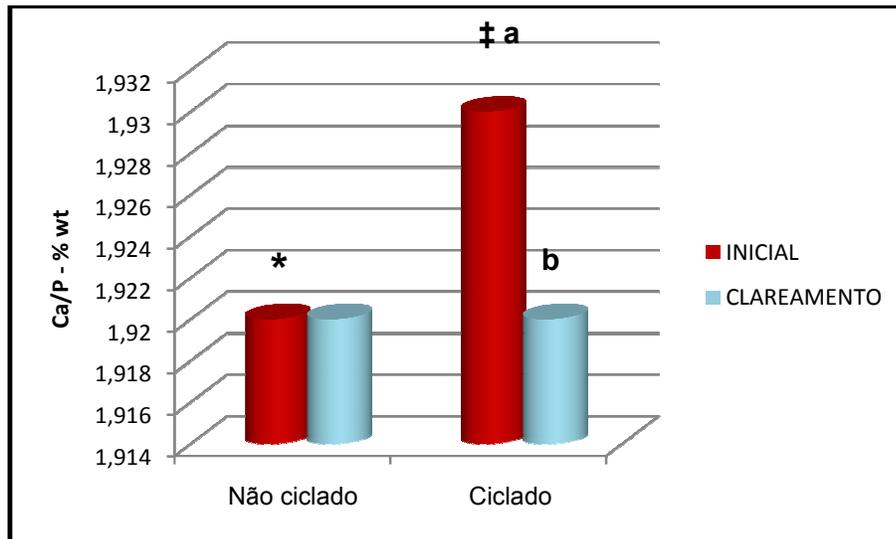


Figura 12 - Proporção Ca/P (%peso) antes e após tratamentos  
\*, ‡ - Diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Letras minúsculas demonstram diferenças intra-grupo (teste ANOVA/Tukey;  $p < 0,05$ )

## 5.1 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

As fotomicrografias obtidas de cada grupo analisado, com aumentos de 500x, 2000x e 5000x encontram-se a seguir.

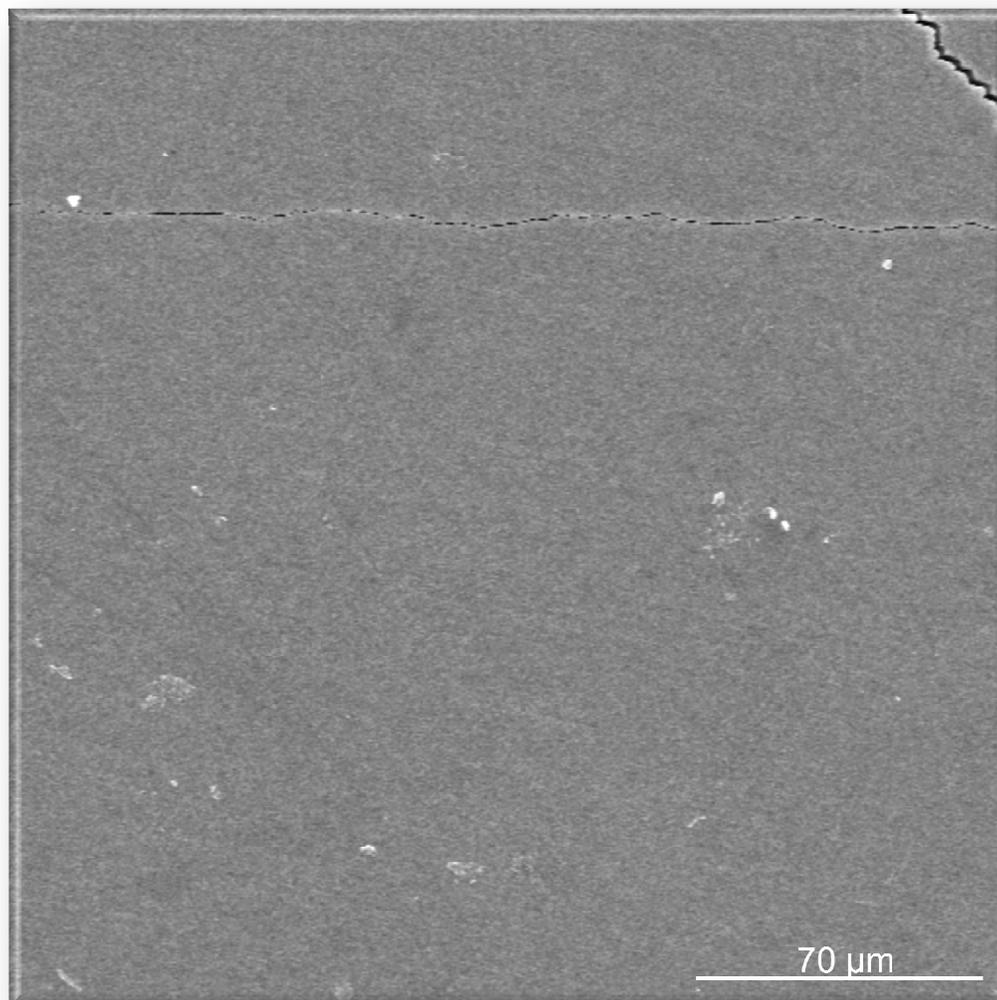


Figura 13 – Esmalte íntegro – aumento 500x

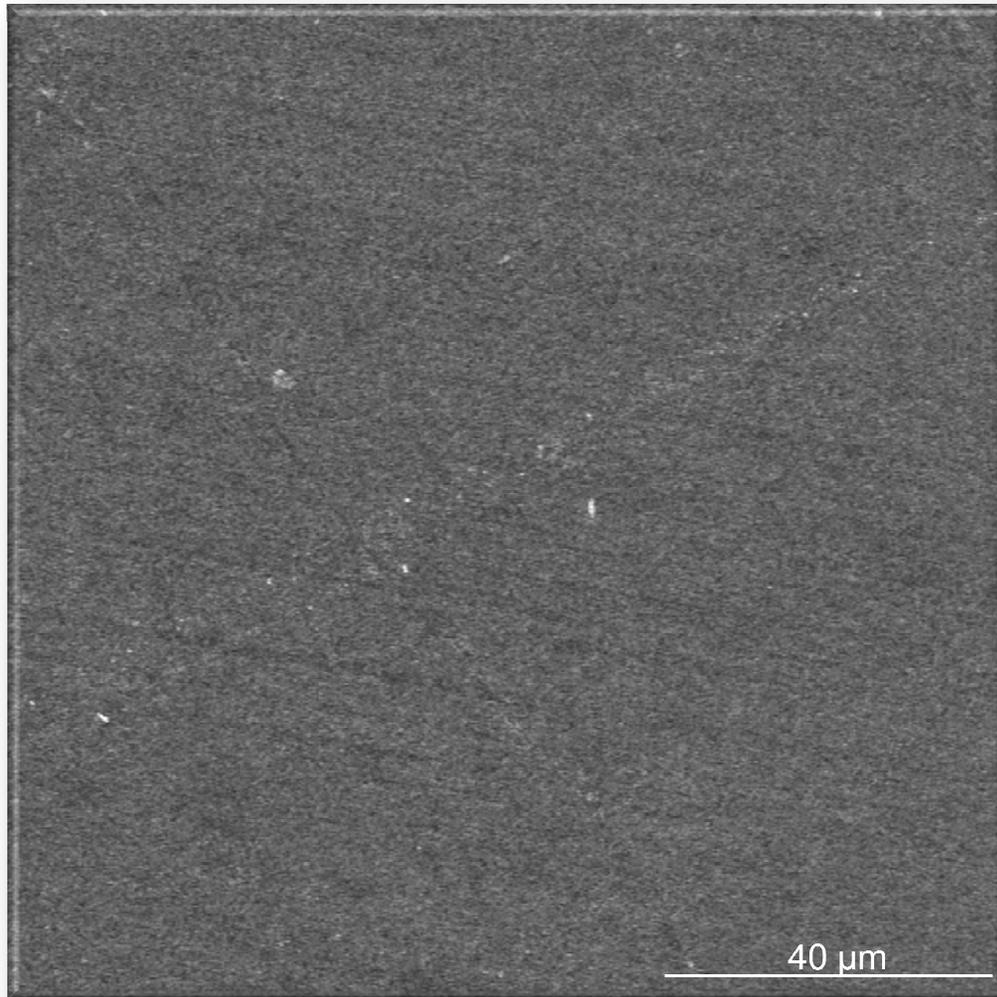


Figura 14 – Esmalte íntegro – aumento 1000x

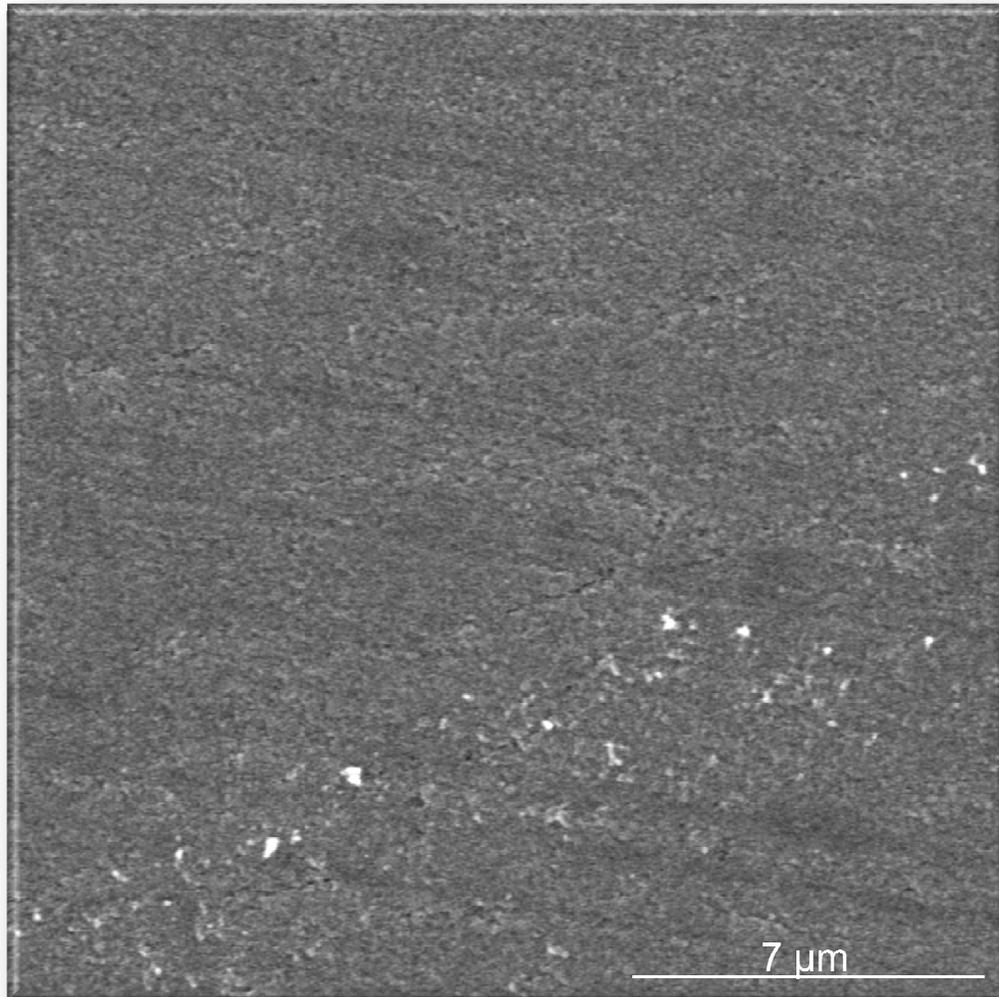


Figura 15 – Esmalte íntegro – aumento 5000x

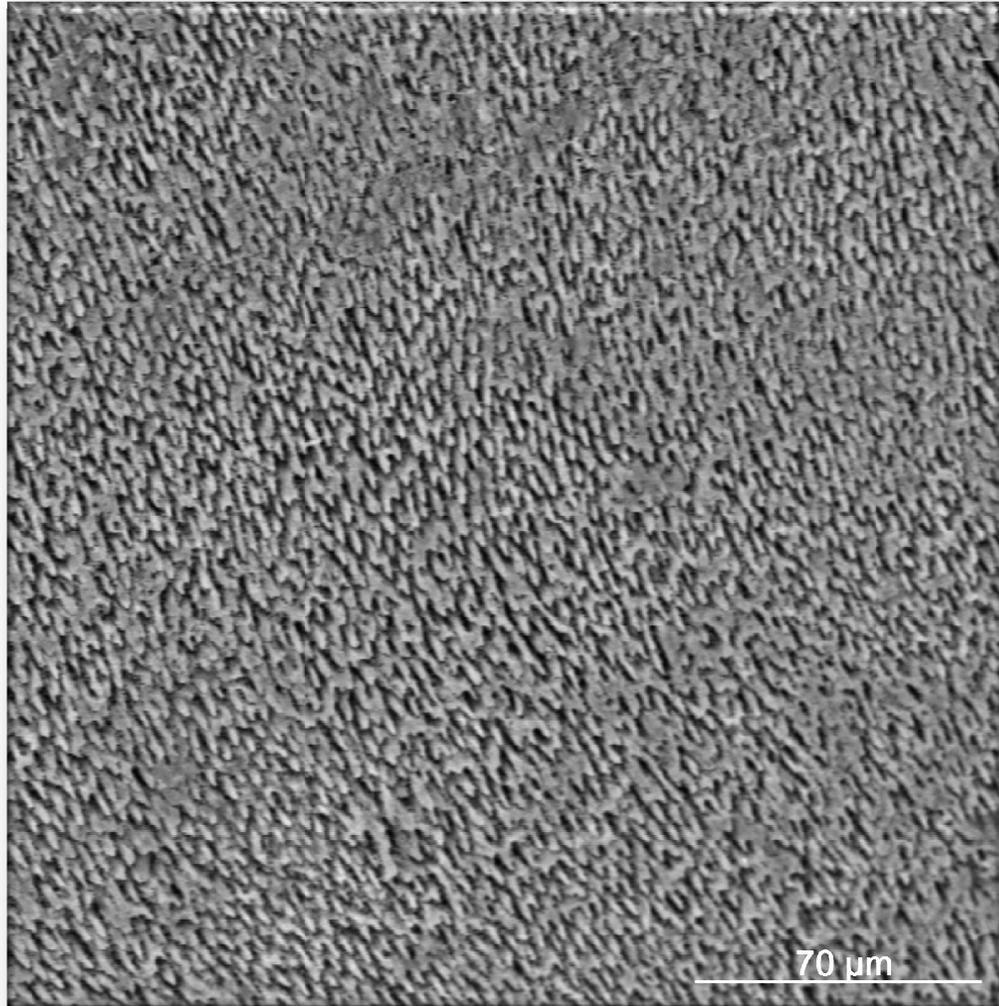


Figura 16 – Esmalte submetido a ciclagem de pH – aumento 500x

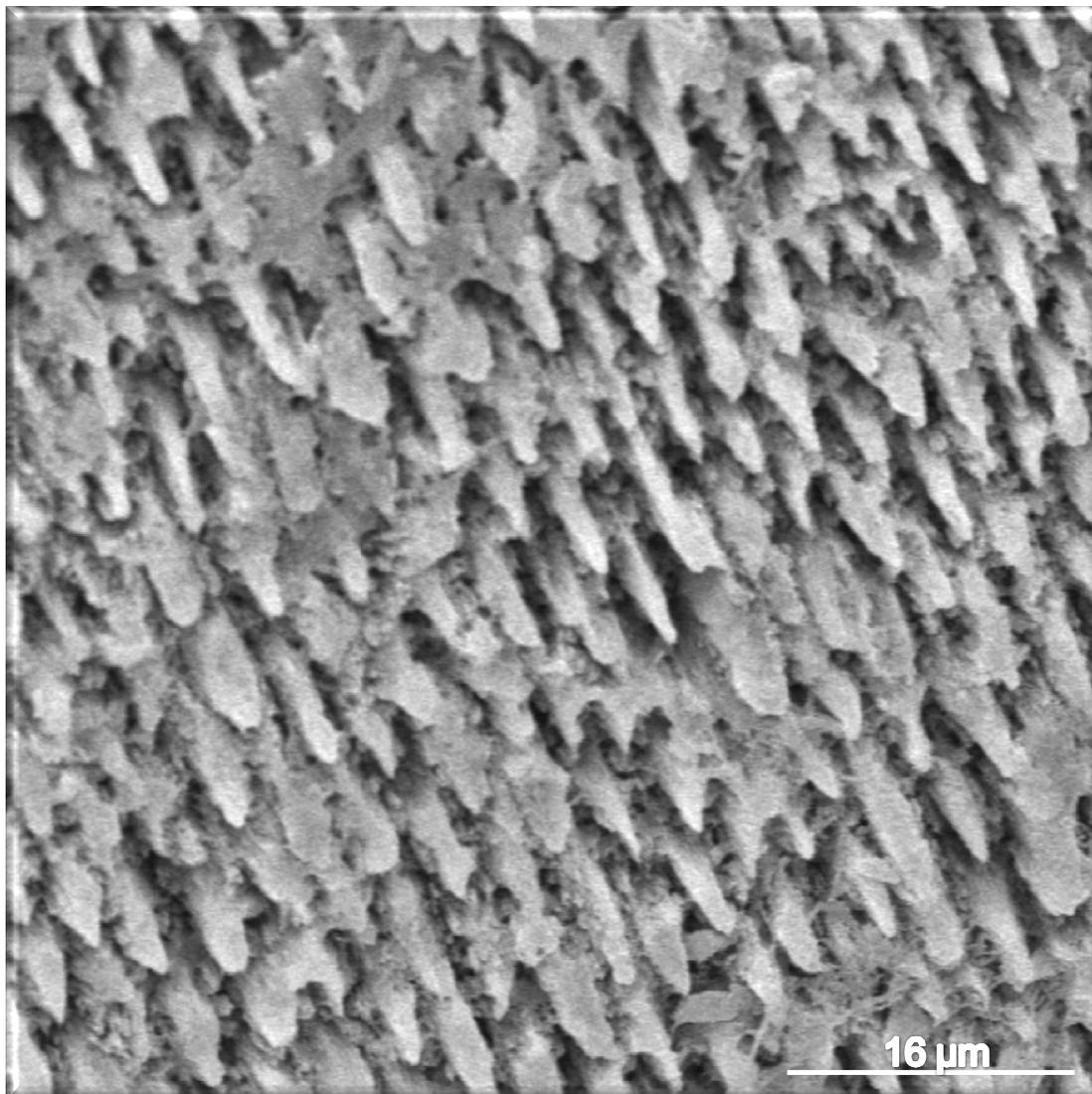


Figura 17- Esmalte submetido a ciclagem de pH – aumento 2000x

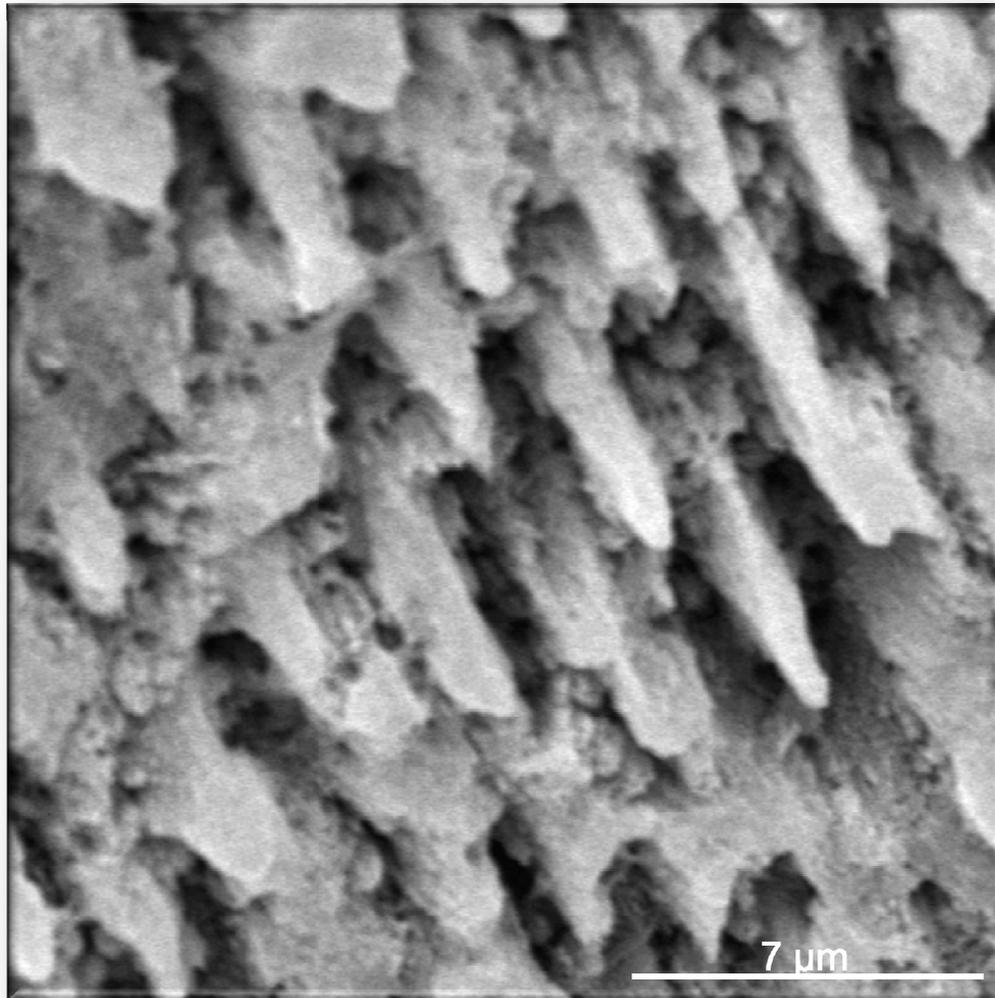


Figura 18 – Esmalte submetido a ciclagem de pH – aumento 5000x

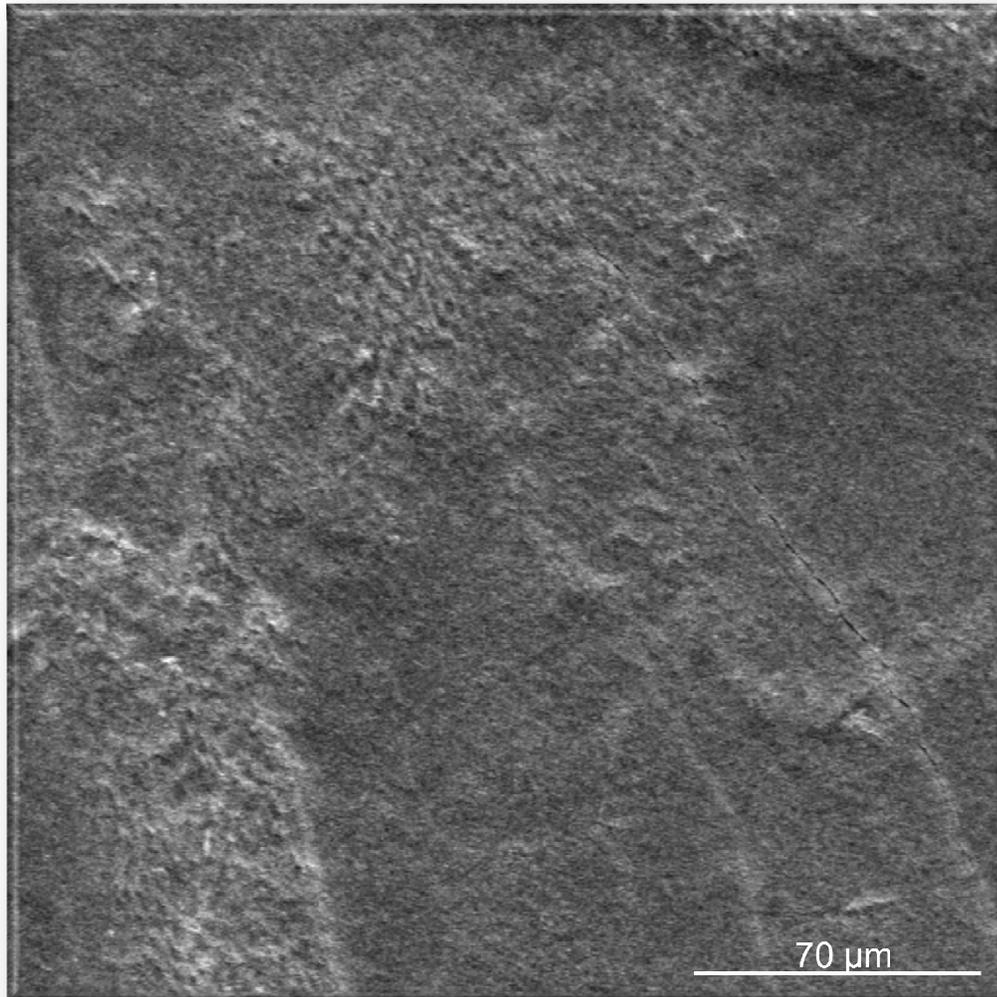


Figura 19 – Esmalte exposto ao peróxido de carbamida 10% - aumento 500X

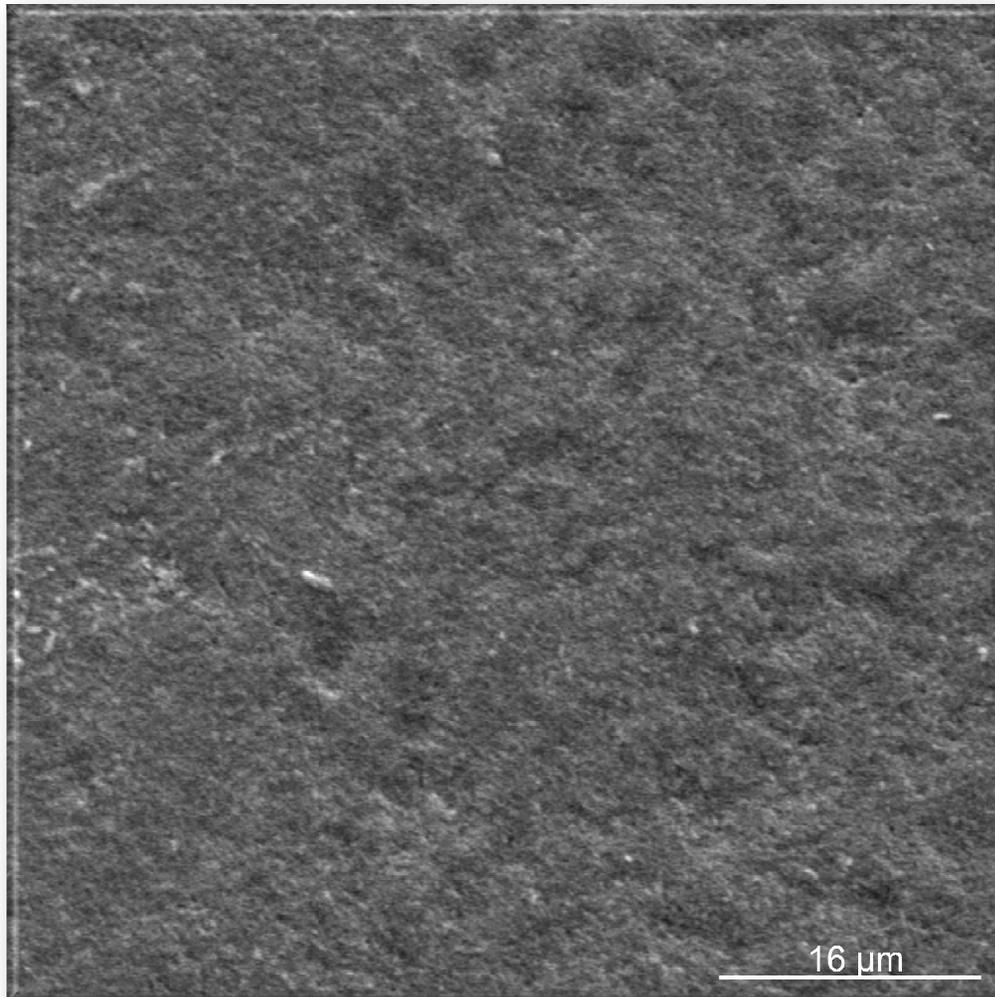


Figura 20 – Esmalte exposto a peróxido de carbamida 10% - aumento 2000x

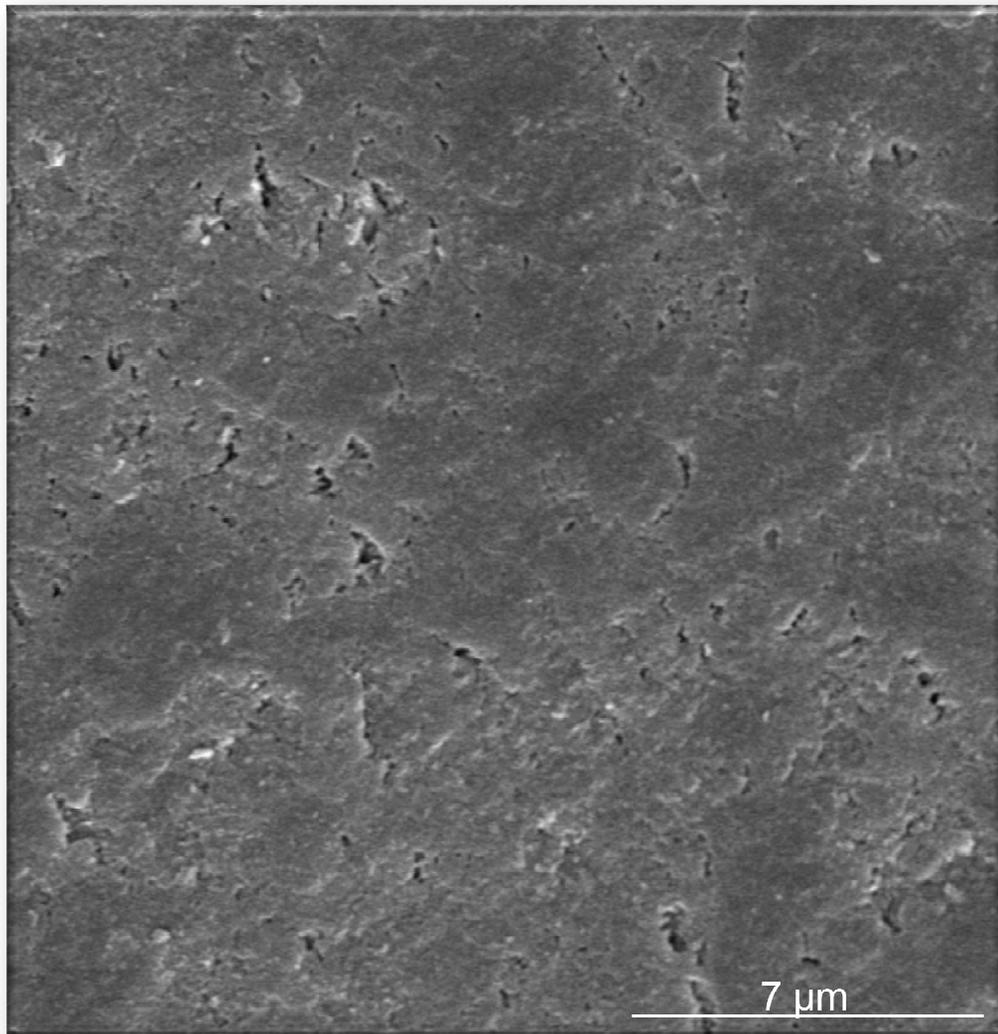


Figura 21 – Esmalte exposto ao peróxido de carbamida 10% – aumento 5000x

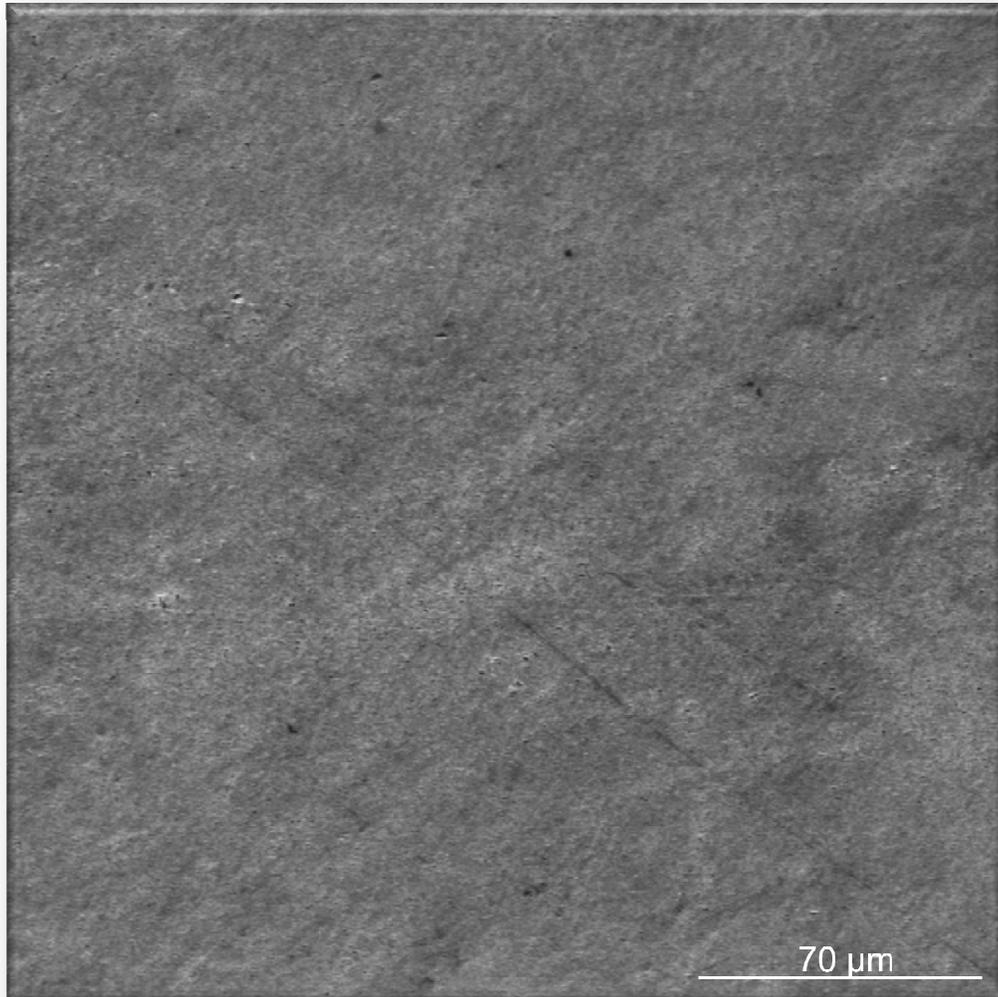


Figura 22 – Esmalte submetido a ciclagem de pH e posteriormente clareado com peróxido de carbamida 10% - aumento 500X

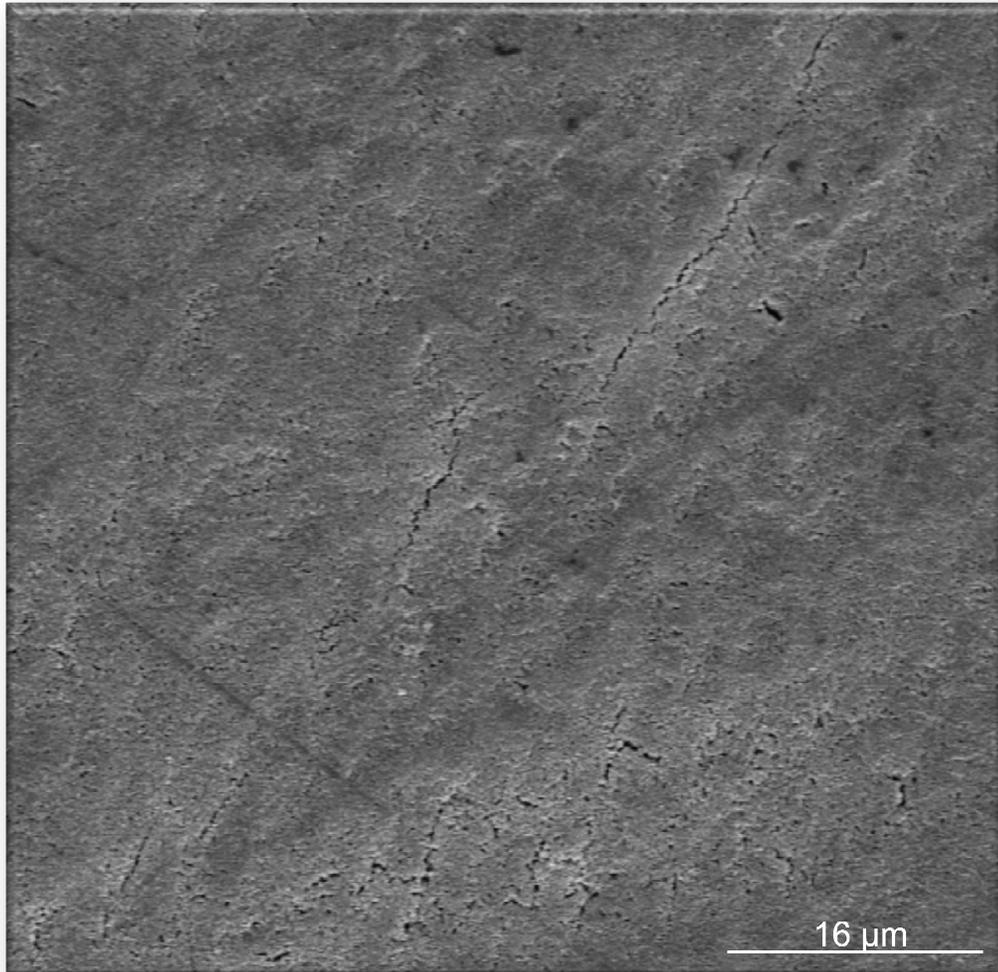


Figura 23 – esmalte submetido a ciclagem de pH e posteriormente clareado com peróxido de carbamida 10% - aumento 2000x

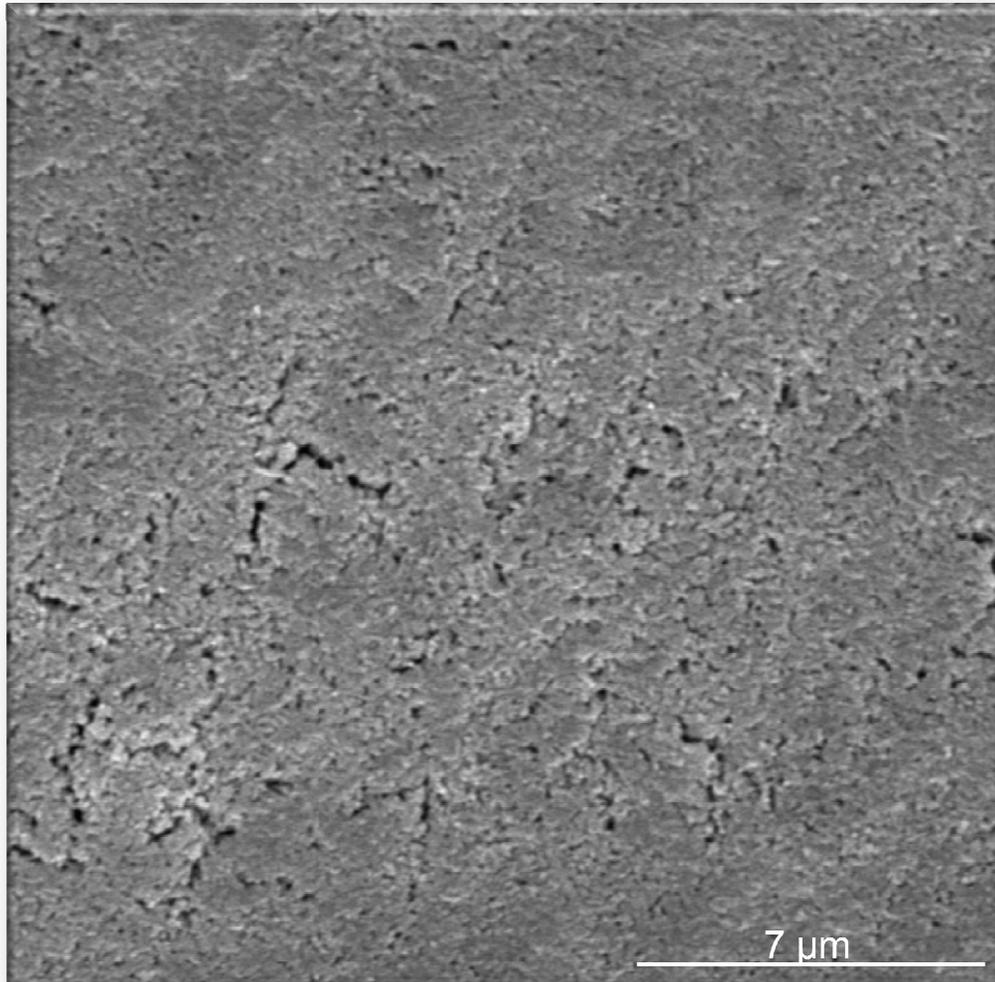


Figura 24 – Esmalte submetido a ciclagem de pH e posteriormente clareado com peróxido de carbamida 10% - aumento 5000x

## 6 DISCUSSÃO

O clareamento de dentes vitais tornou-se popular nos últimos anos por se tratar de um método conservativo e de baixo custo para tratar dentes com alterações de cor. Desde a sua introdução, inúmeros protocolos de pesquisa têm sido desenvolvidos para avaliar as alterações físico-químicas do esmalte ou dentina após clareamento. Entretanto, ainda são poucos os trabalhos envolvendo desafio cariogênico e clareamento e escassos aqueles que realizam avaliação do conteúdo mineral antes e após os diversos tratamentos. Testes físicos-mecânicos são amplamente utilizados, sendo métodos de fácil execução e que analisam qualitativamente o substrato a ser avaliado. Atualmente, com o desenvolvimento de métodos quantitativos não destrutivos, como o  $\mu$ EDX e outras espectroscopias, os resultados dos experimentos passam a ter uma maior acurácia e, conseqüentemente, maior relevância clínica. O delineamento deste estudo foi elaborado visando relacionar resultados de ensaios mecânicos qualitativos consagrados na literatura com resultados quantitativos de equipamento relativamente novo, fazendo uma associação de ensaio mecânico, químico e morfológico, descritos anteriormente e que serão discutidos a seguir.

Dentes bovinos têm sido amplamente utilizados em experimentos *in vitro* envolvendo desmineralização e remineralização cujo substrato inúmeros autores mencionam a semelhança de sua composição química (Zero, 1995; Attin et al., 2003; Wiegand et al., 2007). Dentes bovinos têm uma composição mais uniforme do que os dentes humanos, favorecendo estudos com desafio cariogênico por apresentar menos variáveis que possa interferir nos tratamentos (Vieira et al., 2005).

Entretanto, como são mais porosos que dentes humanos, testes in vitro de desafio cariogênico revelaram que as lesões progrediram mais rapidamente do que em dentes humanos (Hara et al., 2003), mas que essas diferenças afetam quantitativamente e não qualitativamente nos resultados (Zero, 1995). Baseado nestas citações, a quantidade de ciclos de pH utilizada neste experimento, que visava apenas lesões iniciais de cárie, foram adequadas ao objetivo do estudo, ficando estabelecido um número de três ciclos de pH, cujas soluções foram trocadas diariamente para prevenir a saturação de seus componentes.

Ao contrário dos trabalhos que tem como protocolo a utilização de água destilada ou saliva artificial como solução de armazenamento dos espécimes nas diferentes fases do experimento (Cavalli et al., 2004a; Cavalli et al., 2004b; Attin et al., 2007; Rodrigues et al., 2007; Azer et al., 2009), no presente estudo, na tentativa de eliminar variáveis que poderiam interferir no experimento, a água destilada utilizada como solução de armazenamento foi tamponada, padronizando pH = 7.0, sendo trocada diariamente para evitar precipitação de componentes. A saliva está relacionada com o potencial de retardar a perda de cálcio e fósforo da superfície do esmalte para o meio após exposição a ácidos, minimizando os efeitos da desmineralização e, posteriormente, favorecendo a remineralização (Azer et al., 2009). Este estudo não tinha como objetivo considerar os efeitos da saliva, mas de analisar isoladamente os efeitos de gel de peróxido de carbamida sobre esmalte íntegro e desmineralizado.

Mudanças nas propriedades mecânicas do esmalte indicam alterações que podem ocorrer devido ao clareamento dental. O mecanismo de ação dos agentes clareadores está relacionado com a habilidade do peróxido de hidrogênio em formar radicais livres de oxigênio que interagem com moléculas orgânicas pigmentadas e

oxidam estas macromoléculas em moléculas menores e mais claras. Devido a ausência de elétron na última camada, o oxigênio ( $O^{\cdot}$ ) e hidroxila ( $HO_2^{\cdot}$ ), radicais livres, são eletrofílicos e difundem pelo esmalte e dentina e interagem com macromoléculas orgânicas de pigmentos para ter estabilidade, sendo então transformadas em moléculas menos complexas, que são menores e menos pigmentadas (Rodrigues et al., 2007). Peróxido de carbamida dissocia-se em peróxido de hidrogênio e uréia em contato com tecido, sendo que o peróxido tem a capacidade de se difundir pelo esmalte e dentina devido ao seu baixo peso molecular. Enquanto o peróxido se degrada em oxigênio e água, uréia dissocia em amônia e dióxido de carbono (Cavalli et al., 2004a; Cavalli et al., 2004b), que resulta numa leve queda do pH do agente clareador (Santini et al., 2008). Substâncias clareadoras com baixo pH têm demonstrado alterações topográficas mais acentuadas do que quando comparadas a substâncias com pH próximo ao neutro (Joiner, 2007), fator determinante para escolha do gel selecionado para este estudo (pH $\approx$ 6.5, de acordo com o fabricante), cujo pH = 6.8 foi mensurado durante experimento.

Estudos têm demonstrado que esmalte tratado com peróxido de carbamida 10% pode tornar-se mais poroso e apresentar alterações morfológicas após tratamento clareador (Freitas et al., 2002; Worschech, 2004; Basting et al., 2005; Cervantes et al. 2006). Os resultados deste estudo demonstraram não haver perda mineral, segundo análise do  $\mu$ EDX para o grupo não ciclado, após o clareamento dental. Porém, para a análise de microdureza houve uma perda significativa de mineral para ambos os grupos, com ciclagem e sem ciclagem. Esta perda mineral está de acordo com o estudo de Pinto et al. (2009) em que o peróxido de carbamida 10% também promoveu perda mineral no esmalte íntegro e com ciclagem de pH. A

presença do flúor no gel clareador pode ter contribuído para este fato, pois estudos relataram que o íon fluoreto é mais importante para inibir a desmineralização do que para aumentar a remineralização (Ogaard & Rolla, 1992), independente da via de administração (Wiegand et al., 2007). Attin et al. (2007) mencionaram que a adição de íons flúor ao peróxido de carbamida 10% também auxilia na remineralização de esmalte desmineralizado, revertendo os efeitos da desmineralização ao nível pré-clareamento. De acordo com Gladwell et al. (2006), a eficácia do flúor pode ser potencializada pelos componentes do gel clareador que, ao remover proteínas aderidas aos prismas de esmalte, permitem que estes prismas recém-limpos interajam com os íons fluoretos, acentuando o poder de remineralização deste esmalte, podendo ser benéfico em casos onde a ausência de mineral é proveniente de um processo de desmineralização.

Em relação a microdureza, os dados deste estudo contrariam os estudos de Basting et al. (2003) e Menezes et al. (2007), cujos trabalhos mencionam que fragmentos dentais desmineralizados apresentaram menor microdureza do que os blocos de esmalte hígidos após ambos grupos serem submetidos ao clareamento. No presente estudo, não houve diferença estatisticamente significativa no esmalte íntegro ou com ciclagem de pH após clareamento dental, fato que corrobora com trabalhos semelhantes executados por Burgmaier et al. (2002) e Pinto et al. (2009). Outro estudo de Basting et al. (2005), ampara os resultados deste estudo, demonstrando redução da microdureza após tratamento clareador.

Avaliando somente o tratamento clareador, a redução da microdureza foi significativa nos grupos testados, semelhante aos resultados dos estudos de Wiegand et al. (2007), Da Costa & Mazur (2007), Leandro et al. (2008) e Azer et al. (2009), que pode estar relacionado a composição do gel clareador, como a

concentração de peróxido de hidrogênio, ativadores, espessante e pH do gel clareador (Basting et al., 2005; Attin et al., 2007). Neste estudo o pH do gel clareador foi aferido em neutro (6.8) e a concentração de peróxido de hidrogênio era de ( $\approx 3,6\%$ ), é provável que a alteração significativa na microdureza seja pertinente ao carbopol, presente na composição do gel, pois sendo um polímero ácido pode promover desmineralização na superfície do esmalte (Basting et al., 2003; Basting et al., 2005) ou agir sinergicamente com os radicais livres e acentuar a perda de minerais que outros componentes podem promover (Rodrigues et al., 2007).

A interação do gel clareador com hidroxiapatita resulta na seguinte reação:  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2 + 8\text{H}^+ \rightarrow 10 \text{Ca}^{2+} + 6 \text{HPO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ , onde a análise dos elementos Cálcio e do grupamento fosfato são bons indicadores de desmineralização do esmalte (Santini et al., 2008). Neste estudo, não houve diferença significativa na proporção Ca/P do grupo que não foi ciclado, resultado semelhante ao encontrado por Duschner et al. (2006), que também não evidenciou diferença significativa nos componentes Ca e P após clareamento dental. Uma metodologia semelhante deste estudo foi utilizada por Souza Paula et al. (2009), que realizou clareamento com peróxido de hidrogênio a 38% e obteve diferenças significativas na proporção Ca/P quando comparado com os dados iniciais obtidos com  $\mu\text{EDX}$ , possivelmente devido a maior concentração do gel utilizado nesse trabalho. Porém, para o grupo em que foi realizada a ciclagem de pH houve diferença significativa, assim como para análise de microdureza.

Diferenças estatisticamente significativas na proporção Ca/P antes e após ciclagem de pH foram observadas também por Arnold et al. (2007), que cita em seu trabalho que esta diferença no conteúdo mineral após desafio cariogênico pode ser causado por uma precipitação de íons provenientes da hidroxiapatita que já

encontra-se parcialmente diluída na subsuperfície do esmalte, enquanto sua superfície permanece intacta. Carvalho et al. (2009) em um estudo quantitativo com  $\mu$ EDX sobre a proporção de Ca e P em função da profundidade em dentes íntegros ou submetidos a desafio cariogênico, mencionou que ambos componentes foram afetados após o tratamento e, conseqüentemente sua proporção, quando comparados ao substrato sem tratamento.

Outro fator a ser considerado no presente estudo é que somente os elementos Ca, P e O foram analisados pela leitura no  $\mu$ EDX, para padronizar a análise em função da composição da Hidroxiapatita ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ). Levando em consideração que o esmalte é composto por outros elementos químicos, e que impurezas como carbonato também podem estar presente (Ogaard & Rolla, 1992), a rápida perda deste componente no estagio inicial da cárie (Lynch & ten Cate, 2006), pode influenciar indiretamente na proporção Ca/P, já que há uma diminuição do elemento O e, conseqüentemente aumento quantitativo dos outros elementos na mensuração do equipamento para formar o balanço estequiométrico.

Comparando-se a proporção Ca/P entre os grupos após tratamento clareador, não houve diferença estatisticamente significativa para o grupo que não foi ciclado, provavelmente demonstrando que o Peróxido de Carbamida não influenciou diretamente na alteração dos componentes do esmalte, mas que talvez tenha havido uma estabilidade na composição de Ca e P, devido talvez a presença do íon flúor, capaz de favorecer a remineralização do esmalte, embora esta remineralização não tenha apresentado melhor comportamento do esmalte em relação à proporção Ca/P após o clareamento.

Alterações na micromorfologia do esmalte estão geralmente associadas a um aumento da rugosidade superficial, presença de porosidades e áreas de erosão. No

presente estudo notou-se um aumento significativo da rugosidade superficial (Ra) no esmalte após a ciclagem de pH e no esmalte íntegro e desmineralizado após tratamento clareador, que foi semelhante ao encontrado por Basting et al. (2007), fato que pode estar novamente relacionado aos subprodutos da reação de oxidação do peróxido e uma maior porosidade superficial. A uréia é capaz de penetrar no esmalte e afetar a região interprismática, aumentando sua permeabilidade e provocando mudanças estruturais devido a dissociação das ligações de  $H^+$  entre os grupos CO e NH (Basting et al., 2005). Faraoni-Romano et al. (2007) e Cadenaro et al. (2008), não evidenciaram diferenças na rugosidade superficial do esmalte íntegro ou clareado, esta discordância pode estar relacionada às diferentes metodologias aplicadas em seus trabalhos, como os agentes clareadores utilizados e suas concentrações, presença de saliva ou tempo de exposição ao agente clareador.

As fotomicrografias obtidas confirmam os resultados dos ensaios. O tratamento com peróxido de carbamida 10% promoveu pequenas alterações na morfologia do esmalte, como aumento da rugosidade superficial (Figuras 13 e 19). A ciclagem de pH resultou em uma superfície com características de esmalte desmineralizado (Figuras 16, 17 e 18). O esmalte que foi previamente submetido a ciclagem e depois ao clareamento apresentou características semelhantes ao esmalte que foi somente submetido ao clareamento (Figura 23).

Dentro das limitações deste estudo, os resultados obtidos sugerem que o clareamento com Opalescence PF 10% promoveu alterações no esmalte íntegro e, em esmalte com lesões iniciais de cárie ele não exacerbou a desmineralização. Entretanto, não deve ser indicado para pacientes com lesões iniciais de cárie. Cabe ressaltar ainda que os efeitos adversos do clareamento dental são transitórios e

estudos in situ devem ser realizados para melhor elucidar o comportamento desses agentes na estrutura dental em condições bucais.

## 5 CONCLUSÕES

Baseado na metodologia deste estudo pode-se concluir que:

- a. a ciclagem de pH promoveu alterações superficiais no esmalte em todos as análises executadas;
- b. o clareamento com Opalescence PF10% promoveu aumento da rugosidade superficial no esmalte integro e com ciclagem de pH;
- c. houve redução da microdureza Knoop no esmalte após ciclagem de pH e após clareamento dental com Opalescence PF 10% para ambos os grupos;
- d. o peróxido de carbamida 10% não influenciou na proporção Ca/P do esmalte sem ciclagem de pH, mas afetou o grupo com ciclagem de pH;
- e. alterações morfológicas superficiais foram evidentes após a ciclagem de pH e após o clareamento com peróxido de carbamida 10% para ambos os grupos.

## REFERÊNCIAS

1. Hara AT, Queiroz CS, Paes Leme AF, Serra MC, Cury JA. Caries progression and inhibition in human and bovine root dentine in situ. *Caries Res* 2003; 37:339-344.
2. Worschech CC. Efeito da escovação com dentifrício abrasivo fluoretado e não fluoretado sobre a superfície do esmalte dental clareado através de peróxido de carbamida a 10% e 35% [Tese de doutorado]. Piracicaba: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade Odontologia de Piracicaba, 2004. 78 p.
3. Cury JA, Serra MC. The in vitro effect of glass-ionomer cement restoration on enamel subjected to demineralization and remineralization model. *Quintessence Int* 1992; 23:143-147.
4. Shinkay RS, Cury AABD, Cury JA. *In vitro* evaluation of secondary caries development in enamel and root dentin around luted metallic restoration. *Oper Dent* 2001; 26:52-59.
5. Argenta RMO, Tabchoury CPM, Cury JM. A modified pH-cycling Model to valuate fluoride effect on enamel demineralization. *Pesq Odontolol Bras* 2003; 17:241-246.
6. Hara AT, Queiroz CS, Giannini M, Cury JA, Serra MC. Influence of the mineral content and morphological pattern of artificial root caries lesion on composite resin bond strength. *Eur j Oral Scr* 2004; 112:67-72.
7. Ogaard B, Rolla G. Comparison of *in situ* substrates. *J Dent Res* 1992; 71(Spec Iss):920-923.
8. Zero DT. *In situ* caries models. *Adv Dent Res* 1995; 9:214-230.
9. Vieira AE, Delbem AC, Sasaki KT, Rodrigues E, Cury JA, Cunha RF. Fluoride dose response in pH-cycling models using bovine enamel. *Caries Res* 2005; 39:514-18.
10. Aoba T. Solubility properties of human tooth mineral and pathogenesis of dental caries. *Oral Dis* 2004; 10:249-257.

Referências elaboradas segundo o modelo Vancouver.

12. Cervantes A, Bolanho A, Valera MC, Araujo MAM. Estudo da microdureza do esmalte bovino submetido ao tratamento clareador ativado por diferentes fontes de luz. *Cienc Odontol Bras* 2006; 9:78-87.
13. Freitas PM, Basting RT, Rodrigues JA, Serra MC. Effects of two 10% peroxide carbamide bleaching agents on dentin microhardness at different time intervals. *Quintessence Int* 2002; 33:370-375.
14. Basting AT, Rodrigues AL, Serra MC. The effect of 10% carbamide peroxide, carbopol and/or glycerin on enamel and dentin microhardness. *Oper Dent* 2005; 30:608-616.
15. Attin T, Kocabiyik M, Buchalla W, Hannig C, Becker K. Susceptibility of enamel surfaces to demineralization after application of fluoridated carbamide peroxide gels. *Caries Res* 2003; 37:93-99.
16. Kraigher A, Van Der Veen MH, Potocnik I. Caries Occurrence in rats after bleaching with 10% carbamide peroxide *in vivo*. *Caries Res* 2006; 40:77-80.
17. Maia E, Baratieri LN, Caldeira de Andrada MA, Monteiro S Junior, Vieira LC. The influence of two home-applied bleaching agents on enamel microhardness: An in situ study. *J Dent* 2008; 36:2-7.
18. Featherstone JD, ten Cate JM, Shariati M, Arends J. Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries Res* 1983; 17:385-391.
19. Paradella TC, Koga-Ito CY, Jorge AOC. Ability of different restorative materials to prevent in situ secondary caries: analysis by polarized light-microscopy and energy-dispersive X-ray. *Eur J Oral Sci* 2008; 116: 375-380.
20. Carvalho FG, Puppim-Rontani RM, Soares LES, Santo AME, Martin AA, Nociti Junior FH. Mineral distribution and CLSM analysis of secondary caries inhibition by fluoride/MDPB-containing adhesive system after cariogenic challenges. *J Dent* 2009; 37:307-314.
21. Lynch RJ, ten Cate JM. The effect of lesion characteristics at baseline on subsequent de- and remineralization behavior. *Caries Res* 2006; 40:530-535.

22. Menezes M, Turssi CP, Faraoni-Romano JJ, Serra MC. Susceptibility of bleached enamel and root dentin of artificially formed caries-like lesions. *Am J Dent* 2007; 20:173-176.
23. Pinto CF, Paes Leme AF, Cavalli V, Giannini M. Effect of 10% Carbamide peroxide bleaching on sound and artificial enamel carious lesions. *Braz Dent J* 2009; 20:48-53.
24. Cavalli V, Giannini M, Carvalho RM. Effect of carbamide peroxide bleaching agents on tensile strength of human enamel. *Dent Mat* 2004; 20:733-739.
25. Cavalli V, Arrais CA, Giannini M, Ambrosano GM. High-concentrated carbamide peroxide bleaching agents. *J Oral Rehabil* 2004; 31:155-159.
26. Gladwell J, Simmons D, Wright J. Remineralization potencial of a fluoridated carbamide peroxide whitening gel. *J Esthet Restor Dent* 2006; 18:206-213.
27. Attin T, Betke H, Schippan F, Wiegand A. Potencial of fluoridated carbamide peroxide gels to support post-bleaching enamel re-hardening. *J Dent* 2007; 35:755-759.
28. Joiner A. Review of the effects of peroxide on enamel and dentin properties. *J Dent* 2007; 35:889-896.
29. Rodrigues JA, Oliveira GPF, Amaral CM. Effect of thickner agents on dental enamel microhardness submitted to at-home bleaching. *Braz Oral Res* 2007; 21:170-175.
30. Azer SS, Machado C, Sanches E, Rashid R. Effect of home bleaching systems on enamel nanohardness and elastic modulus. *J Dent* 2009; 37:185-190
31. Basting RT, Rodrigues AL, Serra MC. Micromorpholy and surface roughness of sound and demineralized enamel and dentin blached with 10% carbamide peroxide bleaching agent. *Am J Dent* 2007; 20:97-102.
32. Faraoni-Romano JJ, Turssi CP, Serra MC. Concentration-dependent effect of bleaching agentes on microhardness and roughness of enamel and dentin. *Am J Dent* 2007; 20:31-34.

33. Cadenaro M, Breschi L, Nucci C, Antonioli F, Visintini E, Prati C et al. Effect of two in-office whitening agents on the enamel surface *in vivo*: a morphological and non-contact profilometric study. *Oper Dent* 2008; 33:127-134.
34. Arends J, Ten Bosh JJ. Demineralization and remineralization evaluation techniques. *J Dent Res* 1992; 71(Spec Iss):924-928.
35. Gutiérrez-Salazar MP, Reyes-Gasga J. Microhardness and chemical composition of human tooth. *Material Research* 2003; 6:367-373.
36. Basting RT, Rodrigues AL, Serra MC. The effects of seven carbamide peroxide bleaching agents on enamel microhardness over time. *J Am Dent Assoc* 2003; 134:1135-42.
37. Wiegand A, Scheirer M, Attin T. Effect of different fluoridation regimes on the microhardness of bleached enamel. *Oper Dent* 2007; 32:610-615.
38. Da Costa JB, Mazur RF. Effects of new formulas of bleaching gel and fluoride application on enamel microhardness: an *in vitro* study. *Oper Dent* 2007; 32:589-594.
39. Leandro GAL, Attia ML, Cavalli V, Rego MA, Liporoni PCS. Effects of 10% carbamide peroxide treatment and sodium fluoride therapies on human enamel surface microhardness. *General Dent* 2008; 56:274-277.
40. Ganss C, Lussi A, Klimek J. Comparison of calcium/phosphorus analysis, longitudinal microradiography and profilometry for the quantitative assessment of erosive demineralization. *Caries Res* 2005; 39:178-184.
41. Cesar ICR, Redigolo ML, Liporoni PCS, Munin E. Analyses by photoreflectance spectroscopy and Vickers hardness of conventional and laser-assisted tooth bleaching. *American Journal of Dentistry* 2005; 18:219-222.
42. Duschner H, Götz H, White DJ, Kozak KM, Zoladz JR. Effects of hydrogen peroxide bleaching strips on tooth surface color, surface microhardness, surface color, and microchemical (Raman Spectroscopic) composition. *J Clin Dent* 2006; 17:72-78.
43. Santini A, Pulham CR, Rajab A, Ibbetson R. The effect of a 10% carbamide peroxide bleaching agent on the phosphate concentration of tooth enamel

- assessed by Raman spectroscopy. *Dental Traumatology* 2008; doi:10.1111/j.1600-9657.2007.00502.x
44. Souza Paula S, Soares LE, Espírito Santo AM, Martin AA, Cavalli V, Liporoni PCS. FT-Raman and Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometric Analyses of Enamel Submitted to 38% Hydrogen Peroxide Bleaching, an acidic Beverage, and Simulated Brushing. *Photomed Laser Surg.* 2009 Oct; 27.[Epub ahead of print].
  45. Arnold W, Bietau V, Renner PO, Gaengler P. Micromorphological and microanalytical characterization of stagnating and progressing root caries lesions. *Archives of Oral Biology* 2007; 52:591-597.
  46. Burgmaier GM, Schulze IM, Attin T. Fluoride uptake and development of artificial erosions in bleached and fluoridated enamel in vitro. *J Oral Rehabil* 2002 Sep; 29:799-804.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A - Ensaio de rugosidade superficial

Tabela 1 – Média Rugosidade Superficial (Ra) após diferentes tratamentos

	Amostras	INICIAL	CICLAGEM	CLAREAMENTO
<b>G R U P O  1</b>	1	0.49	-	0.59
	2	0.56	-	2.48
	3	0.26	-	0.73
	4	0.42	-	1.18
	5	0.33	-	0.57
	6	0.44	-	1.54
	7	0.48	-	1.21
	8	0.23	-	1.34
	9	0.41	-	1.22
	10	1.65	-	1.40
	11	0.34	-	1.76
	12	0.37	-	1.67
	13	0.57	-	1.21
	14	0.27	-	1.59
	15	0.31	-	2.02
	16	0.37	-	1.57
	17	0.26	-	1.37
	18	0.36	-	2.51
	19	0.19	-	3.30
	20	0.60	-	0.88
	21	0.48	-	1.58
	22	0.15	-	1.37
	23	0.42	-	0.68
	24	0.13	-	0.86
	25	0.47	-	2.09
	26	0.58	-	2.40
	27	0.37	-	1.07
	28	0.20	-	2.26
	29	0.17	-	1.08
	30	0.09	-	0.77

Tabela 2 – Média Rugosidade Superficial (Ra) após diferentes tratamentos

	Amostras	INICIAL	CICLAGEM	CLAREAMENTO
<b>G R U P O  2</b>	1	0.11	0.69	1.34
	2	0.29	0.71	1.36
	3	0.35	0.87	0.98
	4	0.10	0.75	1.19
	5	0.21	1.40	1.86
	6	0.46	1.17	2.86
	7	0.91	1.54	2.43
	8	0.16	1.94	1.66
	9	0.13	0.59	2.29
	10	0.20	0.71	1.32
	11	0.43	0.68	0.80
	12	0.63	0.78	1.06
	13	0.57	1.20	1.83
	14	0.53	1.69	2.80
	15	0.60	0.86	1.28
	16	0.11	0.59	1.36
	17	0.22	0.75	1.51
	18	0.26	0.87	1.04
	19	0.23	0.87	1.04
	20	0.44	1.42	2.08
	21	0.33	0.74	1.30
	22	0.39	0.82	1.45
	23	0.37	0.76	1.47
	24	0.30	0.94	1.33
	25	0.14	0.77	2.51
	26	0.33	0.75	1.69
	27	0.75	1.41	2.33
	28	0.23	0.65	0.89
	29	0.19	1.49	2.67
	30	0.11	0.74	1.33

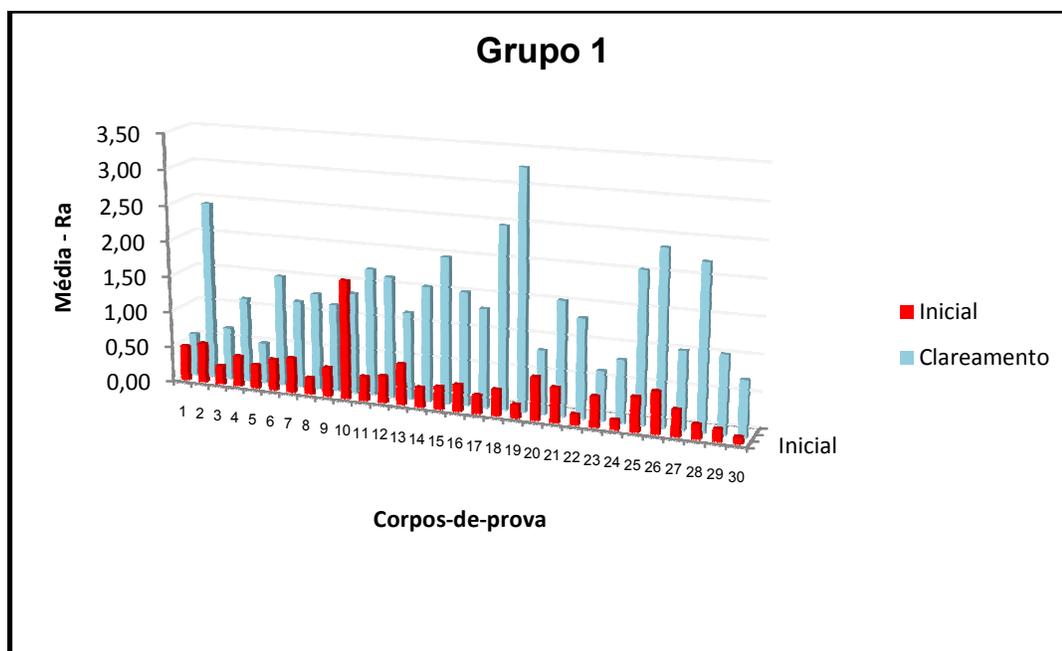


Figura 1 – Rugosidade superficial ( $\mu\text{m} - \text{Ra}$ )

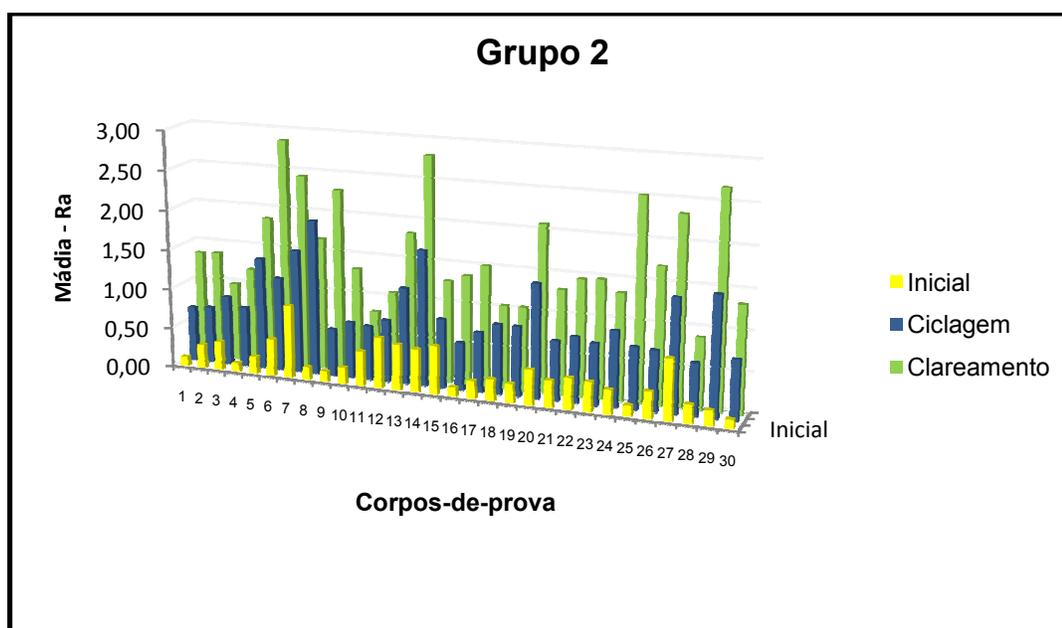


Figura 2 – Rugosidade Superficial inicial e após tratamentos ( $\mu\text{m} - \text{Ra}$ )

## APÊNDICE B - Ensaio de microdureza superficial Knoop

Tabela 1 – Média Microdureza Superficial Knoop após diferentes tratamentos

	Amostras	INICIAL	CICLAGEM	CLAREAMENTO
<b>G R U P O  1</b>	1	223.93	-	43.16
	2	227.83	-	56.57
	3	229.96	-	56.71
	4	230.89	-	82.26
	5	236.44	-	66.74
	6	224.32	-	51.54
	7	243.47	-	52.59
	8	255.57	-	63.28
	9	255.85	-	63.02
	10	261.35	-	54.59
	11	267.52	-	37.80
	12	269.99	-	57.10
	13	270.08	-	91.54
	14	277.20	-	48.86
	15	278.56	-	60.30
	16	281.93	-	57.02
	17	282.22	-	37.00
	18	283.31	-	78.83
	19	283.99	-	58.39
	20	285.29	-	89.58
	21	288.21	-	94.94
	22	288.62	-	102.06
	23	294.27	-	66.76
	24	294.39	-	31.12
	25	294.70	-	66.22
	26	294.94	-	66.63
	27	295.25	-	69.04
	28	298.30	-	59.29
	29	298.63	-	53.49
	30	298.71	-	39.35

Foram realizadas três leituras. Os dados obtidos foram transformados com fórmula  $(14229 \cdot 50) / x^2$ , onde x corresponde ao valor fornecido pelo equipamento

Tabela 2 – Média Microdureza Superficial Knoop após diferentes tratamentos

	Amostras	INICIAL	CICLAGEM	CLAREAMENTO
<b>G R U P O  2</b>	1	303.31	84.01	77.32
	2	303.53	150.78	61.03
	3	305.25	126.01	59.03
	4	308.96	90.05	52.02
	5	309.78	107.01	88.52
	6	309.90	115.36	89.57
	7	310.37	109.72	51.90
	8	310.50	120.24	54.91
	9	314.84	155.48	94.66
	10	317.20	119.52	63.85
	11	321.81	129.36	51.33
	12	323.63	119.22	79.29
	13	324.65	119.16	85.28
	14	324.84	141.01	29.75
	15	326.68	108.87	69.48
	16	326.91	123.40	66.13
	17	310.37	130.84	58.82
	18	330.71	128.03	46.33
	19	331.73	100.78	59.11
	20	332.18	115.85	35.26
	21	332.65	83.28	59.22
	22	333.30	94.34	50.16
	23	333.55	98.61	43.38
	24	338.58	110.19	56.40
	25	338.75	122.30	64.08
	26	341.55	121.48	68.10
	27	341.74	145.87	83.91
	28	343.04	105.65	58.43
	29	345.34	103.94	74.52
	30	351.43	117.62	48.52

Foram realizadas três leituras. Os dados obtidos foram transformados com fórmula  $(14229 \cdot 50) / x^2$ , onde x corresponde ao valor fornecido pelo equipamento.

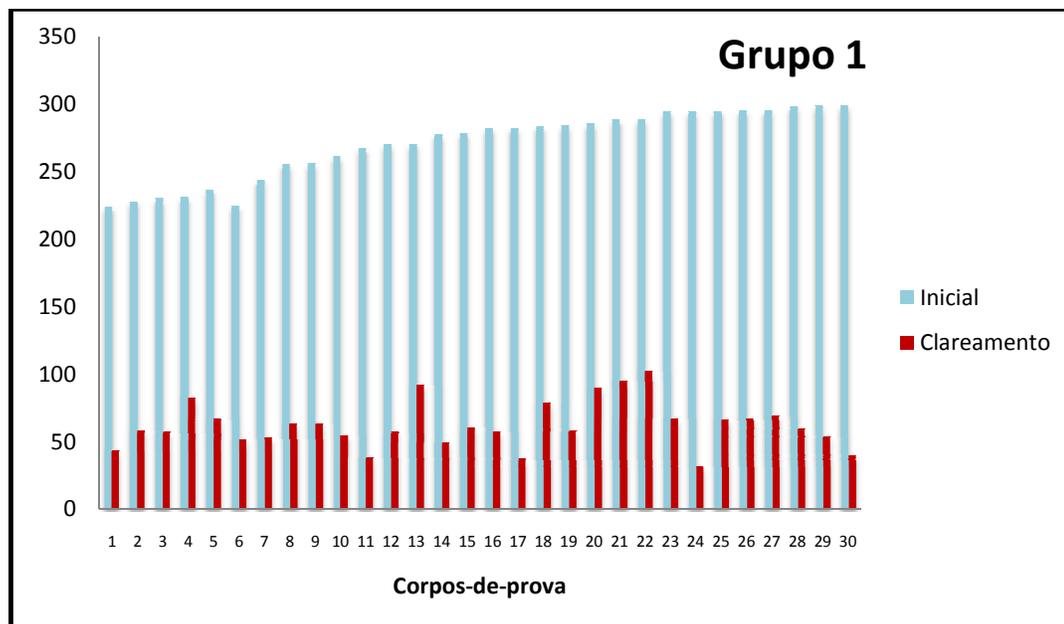


Figura 3 – Microdureza superficial Knoop

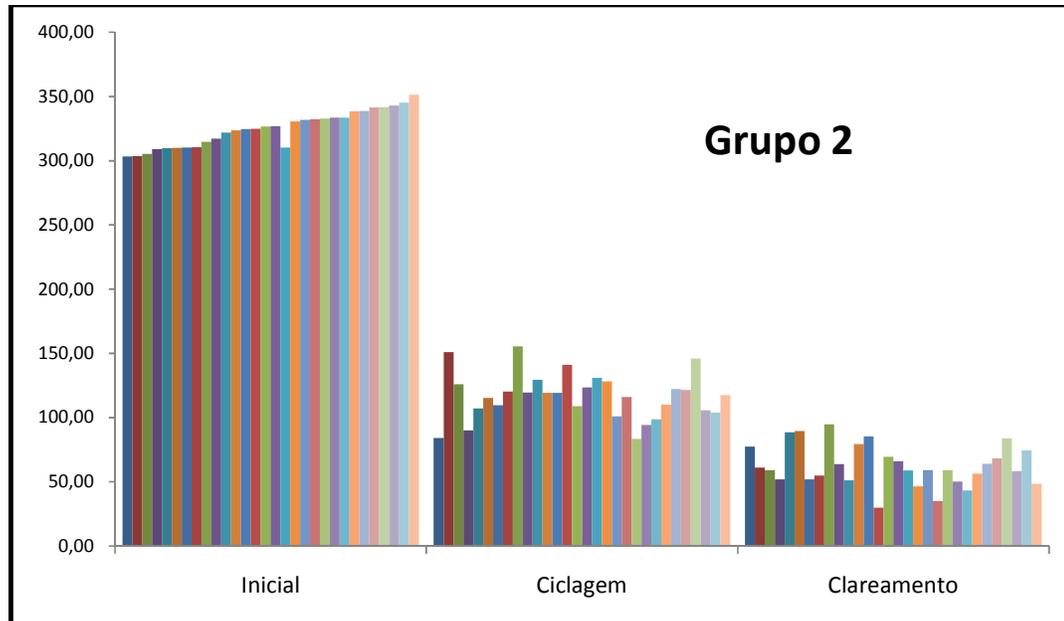


Figura 4 – Microdureza superficial Knoop

APENDICE C – Espectroscopia por fluorescência de dispersão de rx ( $\mu$ EDX)

Tabela 1 – Média elementos Ca e P após diferentes tratamentos

GRUPO 1	INICIAL			CICLAGEM			CLAREAMENTO		
	Amostras	Ca	P	Ca/P	Ca	P	Ca/P	Ca	P
1	33.69	17.34	<b>1.94</b>				36.27	18.30	<b>1.98</b>
2	31.81	16.62	<b>1.91</b>				34.50	17.69	<b>1.95</b>
3	31.52	16.60	<b>1.90</b>				34.61	18.20	<b>1.90</b>
4	36.06	18.04	<b>2.00</b>				39.83	19.67	<b>2.03</b>
5	31.38	16.74	<b>1.87</b>				32.50	17.04	<b>1.91</b>
6	30.58	16.11	<b>1.90</b>				35.38	18.40	<b>1.92</b>
7	32.58	16.87	<b>1.93</b>				35.88	18.33	<b>1.96</b>
8	31.28	16.56	<b>1.89</b>				34.60	18.00	<b>1.92</b>
9	31.27	16.55	<b>1.89</b>				32.64	17.21	<b>1.90</b>
10	31.83	16.71	<b>1.91</b>				33.16	17.57	<b>1.89</b>
11	31.16	16.53	<b>1.89</b>				34.16	17.72	<b>1.93</b>
12	31.27	16.41	<b>1.91</b>				34.45	21.40	<b>1.61</b>
13	31.42	16.49	<b>1.91</b>				32.69	17.27	<b>1.89</b>
14	33.94	17.49	<b>1.94</b>				34.01	17.99	<b>1.89</b>
15	32.32	17.00	<b>1.90</b>				34.33	17.96	<b>1.91</b>
16	30.55	16.46	<b>1.86</b>				34.54	18.22	<b>1.90</b>
17	33.70	17.22	<b>1.96</b>				38.48	19.50	<b>1.97</b>
18	34.02	17.70	<b>1.92</b>				35.30	18.28	<b>1.93</b>
19	32.25	16.89	<b>1.91</b>				35.23	18.32	<b>1.92</b>
20	34.22	17.47	<b>1.96</b>				37.85	19.12	<b>1.98</b>
21	31.74	16.46	<b>1.93</b>				34.24	18.01	<b>1.90</b>
22	32.82	17.16	<b>1.91</b>				34.85	18.42	<b>1.89</b>
23	30.88	16.60	<b>1.86</b>				32.74	17.55	<b>1.87</b>
24	33.32	17.36	<b>1.92</b>				33.62	17.68	<b>1.90</b>
25	31.64	16.75	<b>1.89</b>				32.13	17.28	<b>1.86</b>
26	37.11	18.63	<b>1.99</b>				37.74	19.19	<b>1.97</b>
27	35.32	17.85	<b>1.98</b>				35.68	18.28	<b>1.95</b>
28	35.43	17.93	<b>1.98</b>				33.76	17.59	<b>1.92</b>
29	33.85	17.30	<b>1.96</b>				35.05	18.32	<b>1.91</b>
30	34.88	17.77	<b>1.96</b>				36.26	18.55	<b>1.95</b>

Tabela 2 – Média (três leituras) dos elementos Ca e P após diferentes tratamentos

GRUPO 2	INICIAL			CICLAGEM			CLAREAMENTO		
	Amostras	Ca	P	Ca/P	Ca	P	Ca/P	Ca	P
1	34.39	17.62	<b>1.95</b>	42.13	20.85	<b>2.02</b>	34.73	18.21	<b>1.90</b>
2	37.68	18.53	<b>2.03</b>	46.39	21.97	<b>2.11</b>	38.48	19.30	<b>1.99</b>
3	35.67	18.08	<b>1.97</b>	48.75	22.80	<b>2.14</b>	36.81	18.23	<b>1.96</b>
4	34.73	17.80	<b>1.95</b>	43.70	21.13	<b>2.07</b>	34.92	18.23	<b>1.91</b>
5	33.27	17.27	<b>1.93</b>	39.82	20.63	<b>1.93</b>	32.04	17.20	<b>1.86</b>
6	34.25	17.84	<b>1.92</b>	44.83	21.57	<b>2.08</b>	33.87	17.20	<b>1.91</b>
7	36.45	18.27	<b>1.99</b>	46.59	22.33	<b>2.09</b>	34.72	17.72	<b>1.97</b>
8	34.55	17.76	<b>1.95</b>	43.96	21.43	<b>2.05</b>	35.71	18.49	<b>1.93</b>
9	34.77	17.56	<b>1.98</b>	45.17	21.88	<b>2.06</b>	35.27	18.38	<b>1.91</b>
10	33.19	16.97	<b>1.95</b>	43.19	21.03	<b>2.05</b>	33.37	17.43	<b>1.91</b>
11	35.78	18.31	<b>1.95</b>	40.32	20.31	<b>1.99</b>	35.04	18.06	<b>1.93</b>
12	32.15	16.49	<b>1.95</b>	40.83	20.29	<b>2.01</b>	33.96	17.77	<b>1.91</b>
13	36.45	18.44	<b>1.98</b>	46.27	22.11	<b>2.09</b>	36.34	18.43	<b>1.97</b>
14	34.89	17.94	<b>1.94</b>	41.85	20.80	<b>2.01</b>	33.92	17.77	<b>1.90</b>
15	40.70	19.88	<b>2.05</b>	52.50	23.85	<b>2.20</b>	39.50	19.83	<b>1.99</b>
16	34.69	17.75	<b>1.95</b>	44.07	21.27	<b>2.07</b>	33.74	17.73	<b>1.90</b>
17	34.36	17.65	<b>1.95</b>	43.16	21.03	<b>2.05</b>	34.33	17.85	<b>1.92</b>
18	39.78	19.51	<b>2.04</b>	50.46	23.32	<b>2.16</b>	38.87	19.45	<b>1.99</b>
19	32.49	17.06	<b>1.90</b>	44.21	21.33	<b>2.07</b>	34.47	18.00	<b>1.91</b>
20	27.61	15.44	<b>1.79</b>	35.94	18.85	<b>1.91</b>	27.89	15.94	<b>1.74</b>
21	33.87	17.51	<b>1.93</b>	44.73	21.68	<b>2.06</b>	36.16	18.71	<b>1.93</b>
22	31.46	16.62	<b>1.89</b>	40.29	19.70	<b>2.05</b>	33.56	17.61	<b>1.90</b>
23	33.52	17.16	<b>1.95</b>	44.03	21.23	<b>2.07</b>	36.45	18.29	<b>1.99</b>
24	33.35	17.08	<b>1.95</b>	44.83	21.44	<b>2.09</b>	35.53	18.29	<b>1.94</b>
25	32.61	17.16	<b>1.90</b>	42.55	20.56	<b>2.07</b>	34.67	18.17	<b>1.90</b>
26	31.65	16.38	<b>1.93</b>	42.52	20.66	<b>2.06</b>	33.31	17.55	<b>1.89</b>
27	34.24	17.55	<b>1.95</b>	44.97	21.52	<b>2.09</b>	34.88	18.20	<b>1.91</b>
28	33.29	17.39	<b>1.91</b>	43.43	20.98	<b>2.07</b>	35.20	18.25	<b>1.92</b>
29	33.66	17.28	<b>1.95</b>	46.09	21.90	<b>2.10</b>	35.85	18.46	<b>1.94</b>
30	36.19	18.29	<b>1.98</b>	46.48	21.82	<b>2.13</b>	37.97	19.03	<b>1.99</b>

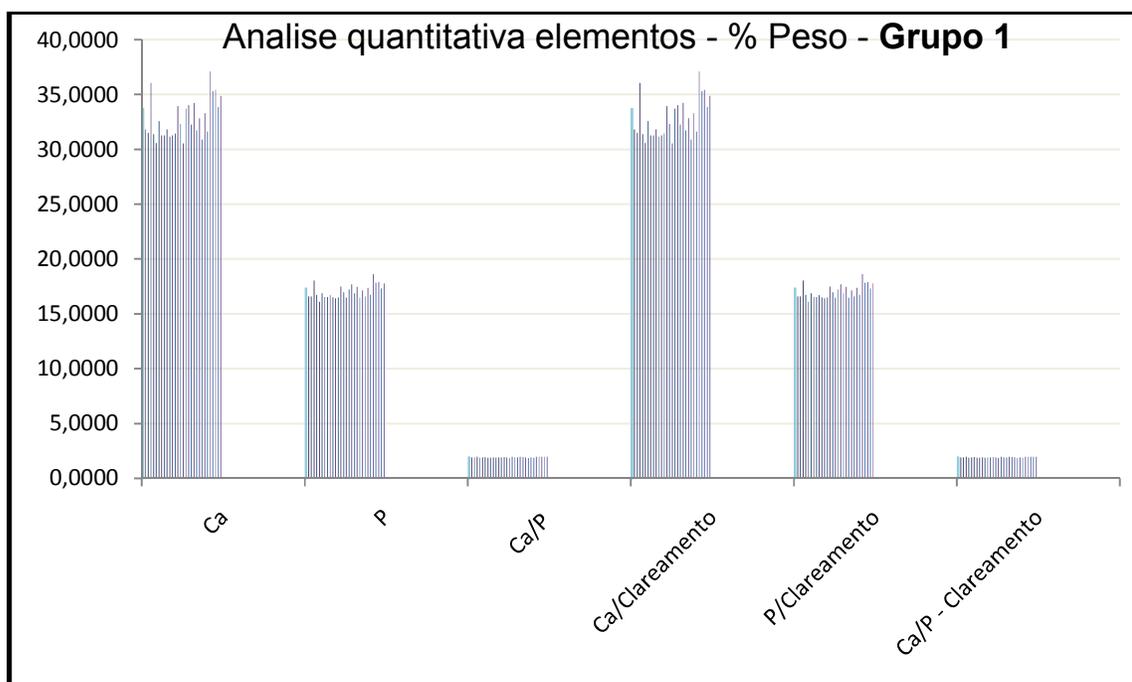


Figura 5 – Proporção Ca/P (%peso) - Grupo 1 - antes e após os tratamentos

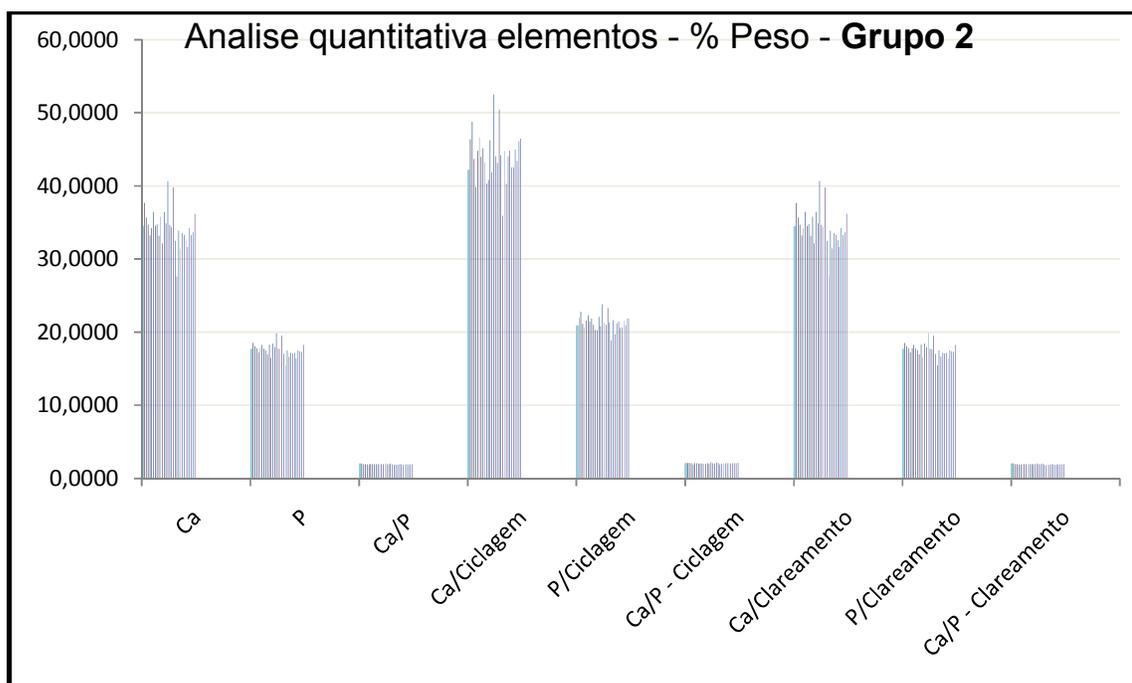


Figura 6 – Proporção Ca/P (%peso) - Grupo 2 - antes e após os tratamentos

## ANEXO

## ANEXO A – Declaração do comitê de ética de experimentação animal – CEEA – UNITAU



Instituto Básico de Biociências  
Avenida Tiradentes, nº 500 – Centro  
Cep: 12050-180 – Taubaté/SP  
Tel/Fax: 3626-7009 – tel. 3626-2319  
site@unitau.br – e-mail: ibb@unitau.br

## DECLARAÇÃO

Dec. n° 031/07

Registro CEEA/UNITAU n° 0031/07 (esse n° de registro deverá ser citado pelo pesquisador nas correspondências referentes a este projeto).

Projeto de Pesquisa: Avaliação de esmalte dental íntegro e submetidos a ciclagens de pH após diferentes técnicas de clareamento dental e escovação simulada analisados por meio de espectroscopia de dispersão de raios-x, rugosidade superficial, microdureza e microscopia eletrônica de varredura.

Pesquisador Responsável: Profa. Dra. Priscila Christiane Suzi Liporoni

Apresentar relatório final ao término da pesquisa: 30/04/2010.

O Comitê de Ética para Experimentação Animal no uso das competências definidas na Deliberação CONSEP Nº 362/2003, considerou o Projeto acima **aprovado**.

Taubaté, 30 de novembro de 2007.

**Prof.ª Dr.ª Naira Correa Gusma Pelógia**  
Coordenador do Comitê de Ética para Experimentação Animal  
Universidade de Taubaté

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

Evania Eskelsen

Taubaté, Novembro de 2009

# Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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