



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA



ANA CAROLINA REZENDE AFONSO

**RELAÇÃO ENTRE O pH, A PRESENÇA DE
CÁLCIO NO GEL CLAREADOR E A PERDA
MINERAL DO ESMALTE DE DENTE BOVINO**

UBERLÂNDIA
2018

ANA CAROLINA REZENDE AFONSO

**RELAÇÃO ENTRE O pH, A PRESENÇA DE
CÁLCIO NO GEL CLAREADOR E A PERDA
MINERAL DO ESMALTE DE DENTE BOVINO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado a Faculdade de
Odontologia da UFU, como requisito
parcial para obtenção do título de
Graduado em Odontologia

Orientadora: Prof^a. Ms^a. Ludmila
Cavalcanti de Mendonça

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Aline Aredes
Bicalho

UBERLÂNDIA
2018



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ATA DA COMISSÃO JULGADORA DA DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DO (A) DISCENTE **Ana Carolina Rezende Afonso** DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA.

No dia **08 de novembro de 2018**, reuniu-se a Comissão Julgadora aprovada pelo Colegiado de Graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, para o julgamento do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado pelo(a) aluno(a) **Ana Carolina Rezende Afonso**, COM O TÍTULO: **“RELACÃO ENTRE O PH, A PRESENÇA DE CÁLCIO NO GEL CLAREADOR E A PERDA MINERAL DO ESMALTE DE DENTE BOVINO”**. O julgamento do trabalho foi realizado em sessão pública compreendendo a exposição, seguida de arguição pelos examinadores. Encerrada a arguição, cada examinador, em sessão secreta, exarou o seu parecer. A Comissão Julgadora, após análise do Trabalho, verificou que o mesmo se encontra em condições de ser incorporado ao banco de Trabalhos de Conclusão de Curso desta Faculdade. O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas da Graduação, legislação e regulamentação da UFU. Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos e lavrada a presente ata, que após lida e achada conforme, foi assinada pela Banca Examinadora.

Uberlândia, 08 de novembro de 2018.

Profª. Ms. Ludmila Cavalcanti de Mendonça
Universidade Federal de Uberlândia – UFU

Aprovado/Reprovado

Profª. Drª. Renata Prata Cdnha Bernardes Rodrigues
Universidade Federal de Uberlândia – UFU

Aprovado/Reprovado

Prof. Dr. Thiago Leite Beaini
Universidade Federal de Uberlândia – UFU

Aprovado/Reprovado

Karine Regina Tolesano Loureiro
Aluno(a) de doutorado – PPGO/UFU

Aprovado/Reprovado

SUMÁRIO

Resumo	05
Abstract	06
Introdução	07
Material e Método	09
Seleção dos produtos	09
Confecção das Amostras	10
Tratamento clareador	10
Análise MEV E EDS	10
Mensuração do pH	11
Cromatografia iônica	11
Resultados	12
Discussão	15
Conclusão	18
Referências Bibliográficas	19

RESUMO

Objetivo: Analisar o pH de géis clareadores a base peróxido de hidrogênio e correlacionar com possíveis alterações na superfície e conteúdo mineral do esmalte dentário causada por géis com e sem adição de cálcio. Material e método: Foram utilizados quatro grupos de estudo (N=5): Pola Day – PH a 7,5%, Polaoffice – PH a 37,5%, Whiteness HP Blue Calcium – PH a 35% Ca, tratados conforme orientações do fabricante, e grupo controle sem contato com o gel clareador. Os géis clareadores foram manipulados e aplicados sobre o esmalte bovino, posteriormente as superfícies foram analisadas em MEV e EDS. O pH dos produtos foi mensurado com aparelho medidor de pH e a concentração de cálcio foi obtida através da cromatografia iônica. Resultados: O PH 7,5% apresentou-se como o grupo com o pH mais ácido, menor concentração de cálcio e imagem do MEV com alterações superficiais mais evidenciadas comparada aos demais grupos. A análise em EDS não demonstrou diferenças após a análise estatística com ANOVA one way. O cromatógrafo demonstrou que o PH 35%Ca foi o grupo com maior concentração de cálcio em sua composição. Conclusões: Géis clareadores que apresentam pH ácido podem causar danos a superfície do esmalte, no entanto, a inclusão de cálcio na composição dos géis clareadores permite um pH neutro ou alcalino, minimizando a perda de mineral. A cromatografia de íons é eficaz para determinação das concentrações dos minerais presentes na composição dos géis clareadores.

Palavras-chaves: Clareadores dentários; Desmineralização dental; Esmalte dentário; Concentração Hidrogeniônica.

ABSTRACT

Objective: To analyze the pH of bleaching gels based on hydrogen peroxide and to correlate with possible changes in the surface and mineral content of dental enamel caused by gels with and without calcium addition. Material and method: Four study groups (N = 5) were used: Pola Day - PH at 7.5%, Polaoffice - PH at 37.5%, Whiteness HP Blue Calcium - PH at 35% Ca, treated according to manufacturer, and control group without contact with the bleaching gel. The bleaching gels were manipulated and applied on the bovine enamel, later the surfaces were analyzed in SEM and EDS. The pH of the products was measured with a pH meter and the calcium concentration was obtained through ion chromatography. Results: PH 7,5% presented as the group with the most acidic pH, lower calcium concentration and SEM image with superficial alterations more evidenced compared to the other groups. EDS analysis did not demonstrate differences after statistical analysis with one way ANOVA. The chromatograph showed that PH 35%Ca was the group with the highest concentration of calcium in its composition. Conclusions: Bleaching gels that have acidic pH can cause damage to the surface of the enamel, however, the inclusion of calcium in the composition of bleaching gels allows a neutral or alkaline pH, minimizing mineral loss. Ion chromatography is effective for determining the concentrations of the minerals present in the composition of the bleaching gels.

Keywords: Dental bleaching; Dental demineralization; Dental enamel; Hydrogenion Concentration.

INTRODUÇÃO

As técnicas clareadoras dentais são amplamente utilizadas para resolução cromática de dentes escurecidos intrinsecamente. O esmalte é a primeira estrutura a entrar em contato com o agente clareador, indiferentemente da técnica utilizada, e apesar de ser um tratamento considerado simples, alterações estruturais podem ocorrer¹⁻³ não permanecendo limitadas à superfície⁴.

Os agentes clareadores dentais constituem-se principalmente de peróxido de hidrogênio (PH) ou de peróxido de carbamida (PC). O PC se dissocia em uréia e PH. O PH é uma substância instável que quando em contato com a saliva e estrutura dental, dissocia-se em oxigênio e água, produzindo vários radicais livres promovendo as reações de oxidação e redução, envolvidas no processo do clareamento⁵. Os pigmentos são cadeias moleculares longas de alto peso molecular, macromoléculas difíceis de serem eliminadas da estrutura dental. O oxigênio promove a quebra dessas macromoléculas por meio de reações de oxirredução, ou seja, as cadeias longas são fragmentadas em cadeias moleculares menores e também mais claras⁶, liberando dióxido de carbono e água, que degradam total ou parcialmente os pigmentos da estrutura dental⁷.

Os radicais livres liberados pelo PH além de instáveis são inespecíficos e podem reagir tanto com as moléculas orgânicas pigmentadas quanto com a matriz inorgânica do esmalte⁸⁻¹⁰. Alterações morfológicas relevantes estão relatadas na literatura¹⁰⁻¹³, assim como relatos de alterações não significativas na superfície do esmalte dentário clareado, mas que, no entanto, tornou-o mais susceptível no processo de abrasão, às alterações de desgaste e rugosidade superficial¹⁴. Estudos, com métodos de comprovação, como Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Eletroscopia de Raios X por Dispersão em Energia (EDS), afirmam que géis clareadores podem afetar a composição química dos tecidos duros dentais¹⁵⁻¹⁶. No entanto, estudos defendem a ação protetora da saliva uma vez que clinicamente efeitos deletérios não são evidenciados, provavelmente pela capacidade da saliva em reverter esses possíveis efeitos causados por agentes clareadores *in vitro*¹⁷⁻¹⁸.

Segundo estudos, um pH ácido causa modificações na estrutura dentária em relação a composição mineral^{8,13}. A desmineralização do esmalte dental ocorre com um pH inferior a 5,5¹⁹, a perda de mineral dental ocorre com um pH de 5,8, assim, para minimizar danos as estruturas dentais, o gel clareador deve apresentar pH superior ou aproximado da neutralidade²⁰. O pH crítico apresenta um pH, no qual uma solução é apenas saturada em relação a um determinado mineral, como o esmalte dentário. Caso

o pH da solução estiver maior do pH crítico, então a solução é supersaturada em relação ao mineral e mais mineral tenderá a precipitar-se ²¹.

A erosão é um dano causado ao esmalte por soluções ácidas, é influenciada pela interação do pH, concentração de ácido e presença de cálcio ²². Em tratamento com PH a 30%, o cálcio do esmalte humano é dissipado com um pH de 4,7 a 5,3 ¹¹. Alterações na estrutura histológica do esmalte e diminuição da quantidade de Ca e P presente em esmalte e dentina após clareamento com PH e PC em altas concentrações são relatados da literatura ²³.

Para reduzir a perda de minerais durante o clareamento dental foi adicionado ao gel clareador cálcio e flúor, que contribuíram para o aumento da resistência a desmineralização do esmalte e reduziram a microdureza ²⁴. O cálcio associado ao peróxido atua recalificando e remineralizando lesões incipientes, de modo, a aumentar a microdureza superficial do esmalte ²⁵.

Considerando-se a possível ligação entre a presença ou não de cálcio com o valor do pH nos géis clareadores e os possíveis efeitos sobre a superfície do esmalte e conteúdo mineral da estrutura, este estudo testou a hipótese que produtos que apresentam baixo valor de pH podem causar efeitos negativos à superfície dos dentes e que a adição de cálcio no gel clareador pode aumentar o valor de pH do material e consequentemente minimizar a perda de minerais.

O objetivo desta pesquisa foi, portanto, analisar o pH de géis clareadores a base PH e correlacionar com possíveis alterações na superfície e conteúdo mineral do esmalte dentário causada por géis com e sem adição de cálcio, utilizando metodologias clássicas, como MEV e EDS, bem como metodologia pouco utilizada na Odontologia, a Cromatografia Iônica.

MATERIAL E MÉTODO

Seleção dos produtos

Para a realização deste trabalho, foram selecionados três agentes clareadores à base de peróxido de hidrogênio, Pola Day – PH a 7,5% (SDI® Limited, Bayswater, Victoria, Austrália). Polaoffice – PH a 37,5% (SDI® Limited, Bayswater, Victoria, Austrália). Whiteness HP Blue Calcium – PH a 35% Ca (FGM®, Joinville, SC, Brazil). E foi analisado um grupo controle, que a amostra não teve contato com o gel clareador, sendo armazenada em água destilada (Tabela 1).

Material	Grupo
Pola Day – PH a 7,5% (SDI® Limited, Bayswater, Victoria, Australia)	PH 7,5%
Polaoffice – PH a 37,5% (SDI® Limited, , Bayswater, Victoria, Australia).	PH 37,5%
Whiteness HP Blue Calcium – PH a 35% (FGM® Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brazil)	PH 35%Ca
Amostra sem contato com o gel clareador e armazenada em água destilada	Controle

Tabela 1. Grupos estudados

Confecção das Amostras

Foram selecionados dentes incisivos bovinos, de animais na mesma faixa etária que possuíam todos os dentes já erupcionados, de um frigorífico. Todos os dentes foram extraídos imediatamente após o sacrifício dos animais e armazenados em água destilada. Posteriormente, foram limpos em banho ultrassônico por dez minutos e com curetas periodontais e novamente armazenados em água destilada a temperatura ambiente até o momento de sua utilização.

As amostras foram preparadas com o auxílio de um paquímetro digital (Mitutoyo CD15, Mitutoyo Co., Kawasaki, Honshu, Japan), foi mensurada a distância cervico-incisal da coroa dividindo-a em 1/3 incisal, médio e cervical. Posteriormente, com disco de diamante (KG Sorensen, Barueri, SP, Brazil) em baixa rotação (Kavo do Brasil Ind. Com. Ltda, Joinville, SC, Brazil), sob refrigeração, os dentes foram seccionados, para eliminação do terço coronário cervical e porção radicular. Em seguida, os tecidos pulpares coronários do 1/3 médio e incisal foram removidos com lima endodôntica (Dentsply Maillefer, Catanduva, SP, Brazil). Com disco diamantado (KG Sorensen,

Barueri, SP, Brazil) foram seccionadas no sentido mesio-distal e incisivo-cervical, obtendo-se, assim, amostras com dimensões entre 5mm x 5mm todas do 1/3 médio.

As amostras foram divididas de forma aleatória em quatro grupos com cinco blocos em cada, de acordo, com a Tabela 1. Grupos estudados.

Tratamento clareador

As amostras foram submetidas ao clareamento conforme as especificações dos fabricantes e todos os procedimentos foram realizados sobre uma bancada de trabalho e com os equipamentos de proteção individual necessários. Todos os géis clareadores foram aplicados numa camada uniforme de aproximadamente 1,0mm. Após cada aplicação do material clareador, as amostras eram enxaguadas em água deionizada e, enquanto não estavam sob tratamento clareador foram mantidas imersas em água destilada e trocadas diariamente.

Os produtos clareadores foram aplicados de acordo com as recomendações do fabricante, Tabela 2, o PH 7,5% foi depositado sobre a amostra, de modo que a superfície fosse recoberta com 1mm do gel clareador, sendo realizadas 14 aplicações de 45 minutos cada uma. O PH 37,5% foi aplicado sobre a amostra, de modo que a superfície fosse recoberta com 1mm, sendo realizadas 2 sessões, com 3 aplicações de 8 minutos cada. O PH 35% Ca foi aplicado sobre a amostra, de modo que a superfície fosse recoberta com 1mm. Sendo realizadas 2 sessões, com 40 minutos cada. No grupo controle, as amostras foram armazenadas em água destilada, em temperatura ambiente, durante o tempo do experimento.

Grupo	Sessões	Aplicações	Tempo de aplicação	Tempo total de aplicação
PH 7,5%	-	14	45 min	10h50min
PH 37,5%	2	3	8 min	48 min
PH 35% Ca	2	1	40 min	1h20min

Tabela 2. Relação dos grupos em estudo com a aplicação, de acordo com as recomendações do fabricante.

Análise MEV e EDS

Para a análise em microscopia eletrônica de varredura, após a metalização a vácuo com ouro (MED 010, Balzers, USA), as amostras foram analisadas em aumento de 2.000 X (Zeiss EVO MA 10 Scanning Electron Microscopy, Jena, Alemanha).

Para a mensuração percentual da composição química do cálcio na superfície dental em EDS (Oxford INCA X-ACT, 51-ADD0048, Abingdon-on-Thames, Reino Unido) foram realizadas cinco medições por amostra.

Mensuração do pH

Para análise do pH, foi utilizado um aparelho medidor de pH (pHmetro medidor de pH/mV/ISE/Temperatura, Adwa, Szeged, Hungria) que possui função de monitorar o grau de acidez ou alcalinidade, composto de um eletrodo acoplado a um potenciômetro (aparelho medidor de diferença de potencial). Primeiramente, a mensuração do pH foi calibrada usando a solução tamponada padrão de cloreto de potássio. Para assegurar a sensibilidade do aparelho medidor de pH, previamente a cada medição o eletrodo de pH foi calibrado com soluções padrões. Foram utilizadas 3 seringas de lotes diferentes de cada gel clareador.

Cromatografia iônica

Para análise em CI foi pesado, em balança analítica, 0,300mg/L (Marte AY-220, Shimadzu, Kyoto, Japão) de cada gel clareador, então diluído em 100ml de água ultrapura com 3 mol/L gotas de ácido clorídrico, posteriormente filtrados em membrana de 0,45 µm. Os parâmetros do cromatógrafo (Metrohm, Herisau, Suíça) foram estabelecidos em: Vazão: 0,7 mL/min; Volume de injeção: 50 µL; Pressão Máxima: 15Mpa; Tempo de detecção: 32 min e Temperatura da coluna: 25 °C. Determinação de cátions com detecção de condutividade direta, com coluna 6.1010.230 Metrosep C 2-250 tendo como eluente 4 mmol/L de ácido tártarico e 0,75 mmol/L de ácido dipicolínico a uma vazão de 1mL/min e uma injeção de 10µL. Determinação de ânions com coluna Metrosep A Supp 5 – 250/4.0 usando supressão sequencial subsequente seguida de detecção de condutividade. Tendo como eluente: 3,2 mmol/L de Carbonato de Sódio, 1,0 mmol/L de bicarbonato de sódio e supressor: 100 mmol/L de ácido sulfúrico. Após determinada a curva de calibração, foram feitas 3 medições em cada seringa, totalizando 9 medições por gel clareador.

RESULTADOS

A mensuração do pH, representada na Tabela 3, demonstra que o gel clareador PH 7,5%, apresentou pH ácido (pH = 5,52), enquanto, PH 37,5% e PH 35% Ca indicaram pH básico (pH = 7,33; pH = 8,51).

Nos dados obtidos do EDS (Gráfico 1) foi realizado teste de normalidade e homogeneidade (Shapiro-Willks e Levene), verificado o enquadramento dos dados que atenderam aos pressupostos de análise paramétrica, foi empregada ANOVA one way. Não houve diferenças estatísticas significantes entre os grupos estudados e o grupo controle (Tabela 3).

Grupo	EDS	Cromatógrafo	pH
PH 7,5%	31,84 (\pm 2,36) A	0,250mg/L	5,52
PH 37,5%	30,71 (\pm 3,03) A	0,333 mg/L	7,33
PH 35%Ca	32,13 (\pm 2,97) A	0,409 mg/L	8,51
Controle	28,05 (\pm 1,84) A	-	-

(P = 0,092)

Tabela 3. Relação dos grupos em estudo com os métodos de comprovação, EDS, Cromatógrafo e pH.

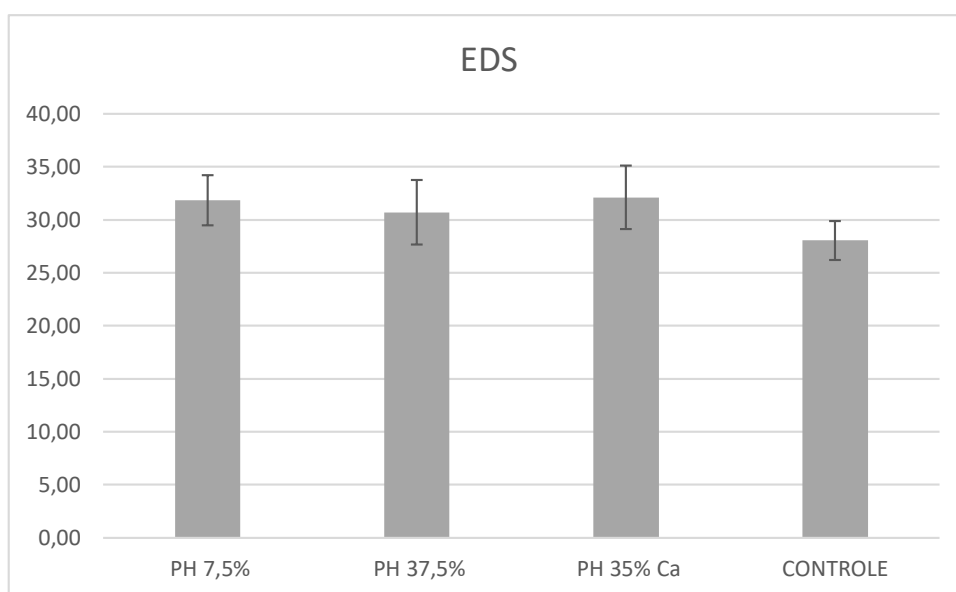


Gráfico 1. Análise paramétrica dos grupos com EDS.

A análise do cromatógrafo apresentou a concentração do cálcio nos géis clareadores, sendo que, o gel clareador de baixa concentração PH 7,5% apresentou menor concentração de cálcio por mg/L, enquanto que, os géis a base de PH de alta

concentração apresentaram maior concentração de cálcio, sendo o PH 35%Ca que segundo o fabricante, contém Gluconato de cálcio na composição, possui maior concentração quando comparado ao PH 37% (Gráfico 2).

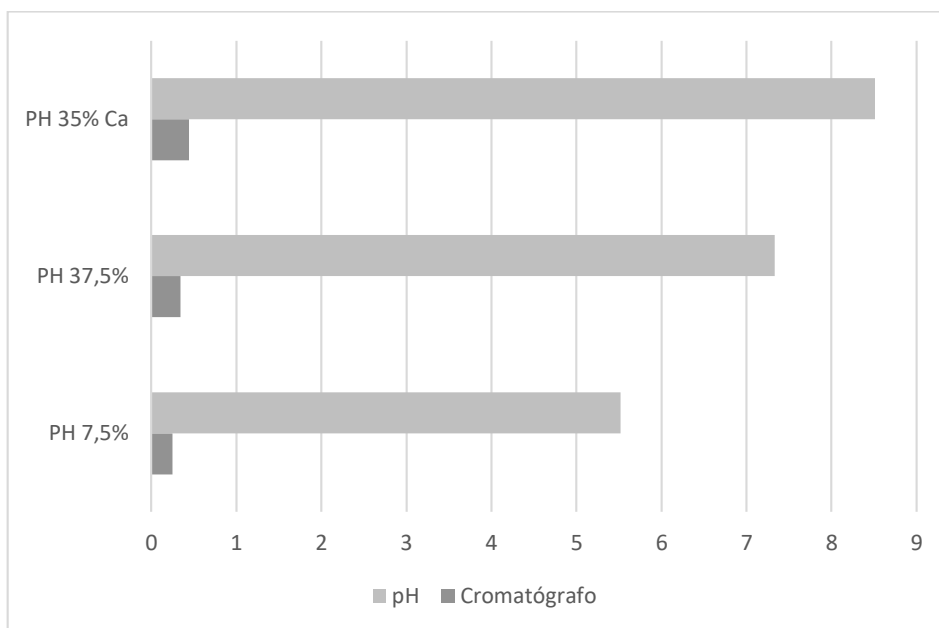


Gráfico 2. Análise dos dados da mensuração do pH e Cromatógrafo de cada grupo.

As amostras expostas aos agentes clareadores analisadas em MEV demonstraram mudanças não uniformes nas superfícies de esmalte, a miografia controle (Figura 1. Controle) apresentou características regulares e planas. O PH 7,5% foi o grupo que sofreu mais alterações evidentes, com irregularidades em toda superfície do esmalte, como poros e fissuras (Figura 1. PH7,5%). As superfícies clareadas com PH 37,5%, apresentou irregularidades pontuais, enquanto que, as amostras clareadas com PH 35% contendo cálcio na composição demonstrou maior semelhança comparada ao grupo controle.

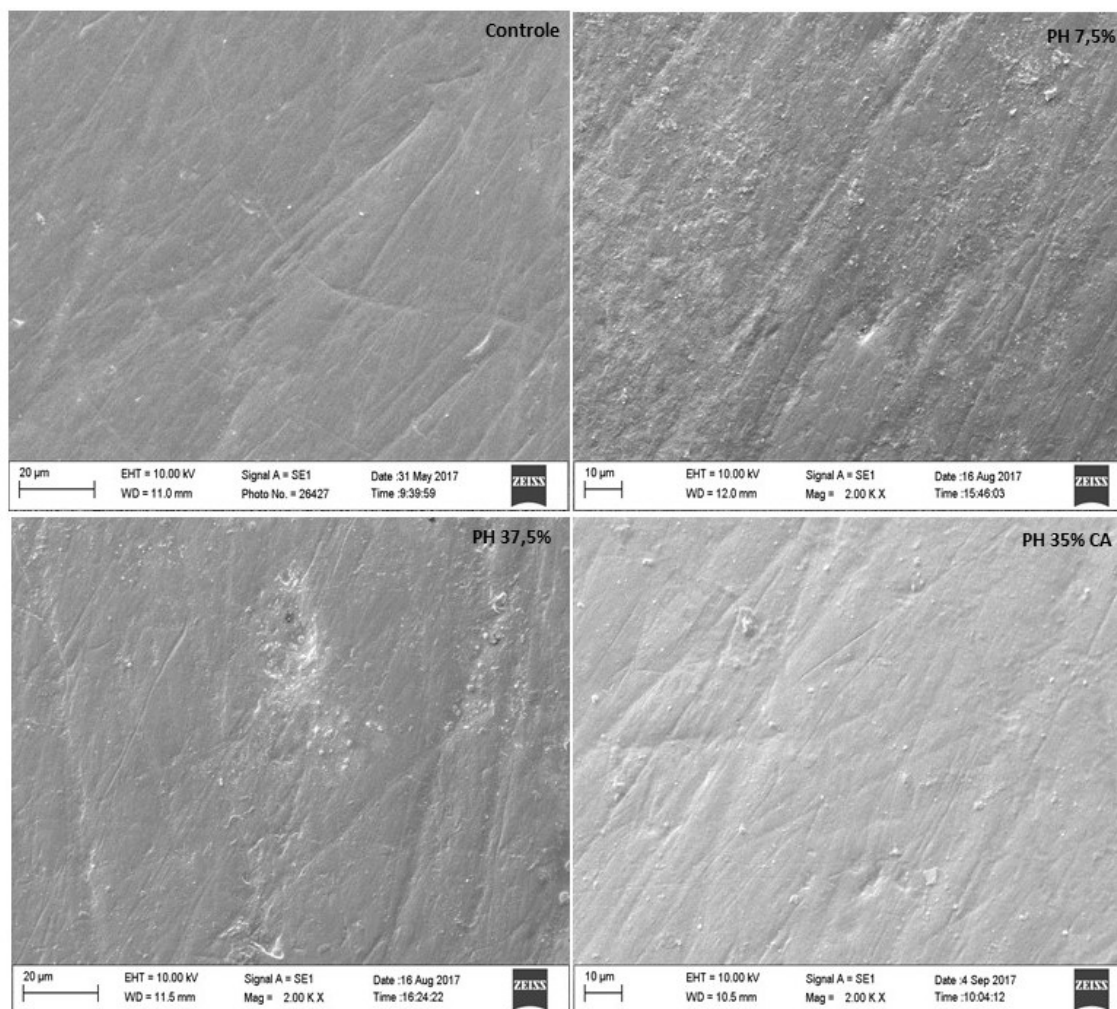


Figura. 1: Análise no MEV das superfícies do esmalte. **Controle.** Superfície não clareada, grupo controle, superfície não alterada e plana. **PH 7,5%.** Superfície exposta ao PH 7,5%, apresentou irregularidades, com porosidades e fissuras bem delimitadas. **PH 37,5%.** Superfície exposta ao PH 37,5%, apresentou irregularidades em determinada região. **PH 35%Ca.** Superfície exposta ao PH 35%Ca, apresenta poucas alterações comparada ao grupo controle.

DISCUSSÃO

O clareamento de dentes vitalizados tem por propósito clarear dentes que apresentam vitalidade pulpar mediante o uso de substâncias químicas. Sabe-se que o esmalte é basicamente formado por cálcio, fosfato, oxigênio e carbono ²⁶ e que o conhecimento das possíveis interações químicas entre géis clareadores e tecidos dentais é importante para que efeitos deletérios, como a desmineralização do esmalte, possam ser reduzidos na realização deste procedimento tão realizado na prática clínica.

A fim de minimizar os efeitos insatisfatórios que afetam a superfície dentária pós clareamento, frequentemente relatados na literatura ²⁻⁴, a inclusão de cálcio na composição dos produtos atuais tem como finalidade a recuperação eficiente do conteúdo mineral perdido da superfície clareada ²⁷. Pesquisas relatam que o cálcio protege o esmalte ²⁸ e que adicionado em soluções ácidas pode reduzir a perda mineral do esmalte ²².

O pH dos géis clareadores é fator relevante, uma vez que, alguns géis são formulados em soluções de baixo pH²⁰ para garantir a estabilidade do PH, no entanto, pH ácido pode resultar em erosão da superfície do esmalte ⁷. A associação de PH e hidroxiapatita é eficaz no clareamento dentário, visto que, o mecanismo químico da hidroxiapatita que é um sal alcalino, pode aumentar o valor do pH do PH, deixando-o menos ácido, bem como pelo fato dos cristais de hidroxiapatita reduzirem o contato direto do PH com a superfície do esmalte. Dessa forma, os efeitos do pH ácido podem ser diminuídos a partir do controle do valor de pH da solução ²⁹.

Este estudo analisou a concentração de cálcio (Ca) e o pH de géis clareadores a base de PH, bem como a superfície do esmalte dental após a técnicas clareadora. Embora, apenas o gel clareador PH 35%Ca tenha indicado na bula a presença de Gluconato de Cálcio, em todos os géis analisados foi detectado a presença de cálcio na composição. O gel clareador caseiro em baixa concentração, PH 7,5%, apresentou menor quantidade de cálcio bem como o valor de pH mais ácido (5,52). Em contrapartida, os géis de uso em consultório, em alta concentração, PH37,5% e PH 35%Ca, apresentaram pH básico, 7,33 e 8,51 respectivamente, e maior quantidade de cálcio na composição, sendo que o gel clareador PH 35%Ca apresentou a maior quantidade de Ca entre os materiais estudados. Portanto, embora a cromatografia seja uma técnica nova, inclusive na Odontologia, está bem solidificada e pode ser considerada uma técnica eficaz de separação dos componentes de uma mistura, com base em sua carga.

As superfícies do esmalte expostas aos agentes clareadores analisadas sob microscopia eletrônica de varredura, demonstraram alterações, embora não tenha

ocorrido de forma homogênea, enquanto que as imagens representativas das amostras do grupo controle demonstraram-se planas. Tais alterações também foram mais evidentes no grupo clareado com PH 7,5%, que apresentaram porosidades, irregularidades e depressões. Estudos previos em MEV não encontraram alterações significativas na textura superficial do esmalte dentário quando submetido a agentes clareadores de altas concentrações³⁰⁻³². No entanto, alterações morfológicas significativas também são relatadas^{10,12-13}. Da mesma forma as alterações visualizadas na superfície do esmalte tratado com géis de baixa concentração relatados são controversas, com estudos que demonstram a segurança do emprego desses géis^(7,13, 33-34), bem como estudos com alterações morfológicas significativas³⁵⁻³⁷. Contudo o tempo de aplicação é um fator que deve ser observado, uma vez que a concentração do peróxido e o tempo de contato do agente na superfície dental, são diretamente proporcionais às alterações provocadas pelo agente no substrato clareado^{4,38}. No presente estudo o tratamento clareador realizado com PH 7,5% totalizou 10 horas e 50 minutos de contato direto entre gel e esmalte enquanto PH37,5% e PH 35%Ca totalizaram 48 minutos e 1 hora e vinte minutos respectivamente.

Supostamente, a precipitação do cálcio fez com que não ocorresse alterações superficiais relevantes no esmalte do grupo tratado com gel clareador composto por cálcio (PH35%Ca), e a quantidade de cálcio presente foi capaz de evitar uma desmineralização do esmalte homogênea de acordo com as imagens obtidas no MEV. Este resultado difere de estudo, onde a adição de cálcio ou flúor ao gel clareador não foi benéfica uma vez que todos agentes clareadores aumentaram a permeabilidade e rugosidade superficial e diminuíram a microdureza do esmalte humano³.

A quantidade de minerais presentes em esmalte e dentina, são potenciais precursores de processos de desmineralização e remineralização¹⁵. Em estudos, analisando cálcio e fósforo previamente e posteriormente ao clareamento, com auxílio do EDS, os autores concluíram que os agentes clareadores causaram alteração do esmalte dental com a redução nos valores de cálcio e fósforo³⁹⁻⁴⁰. Neste estudo o EDS não encontrou alterações significativas nos grupos tratados quando comparador ao controle, embora a análise qualitativa do MEV tenha apresentado a superfície com alterações notórias no grupo tratado com PH 7,5%. A análise através do método do EDS é efetiva, no entanto permite avaliar o valor da composição de minerais do esmalte dentário em percentual (%) de forma comparativa e não determina um valor absoluto de concentração de cada mineral presente na amostra¹⁵.

A hipótese testada neste estudo foi comprovada, pois o PH7,5% que indicou o pH mais ácido (pH = 5,52), demonstrou na análise do MEV a superfície mais afetada pelo tratamento clareador indo de acordo com estudos anteriores, cujo pH ácido do gel

clareador pode gerar erosão da superfície do esmalte ⁷, em contrapartida não há alteração morfológica ou química da superfície do esmalte em soluções de clareamento com pH neutro ou alcalino ^{41,42}. Da mesma forma, a alta concentração de cálcio no gel clareador contribui para aumentar o valor de pH do material e conseqüentemente minimizou a perda de minerais.

Portanto, os resultados desta pesquisa sugerem que quanto mais baixo for o pH do gel clareador, maior serão os efeitos negativos na superficial do esmalte, e que a adição do agente remineralizante cálcio no gel clareador pode aumentar o valor de pH do material e conseqüentemente minimizar a perda de minerais. No entanto, como este é um estudo de laboratório, estudos *in vivo* são necessários para confirmar se a adição de cálcio ao gel clareador é benéfica.

CONCLUSÃO

Géis clareadores que apresentam pH ácido podem causar danos a superfície do esmalte, no entanto, a inclusão de cálcio na composição dos géis clareadores permite um pH neutro ou alcalino, minimizando a perda de mineral.

A cromatografia de íons é eficaz para determinação das concentrações dos minerais presentes na composição dos géis clareadores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Soares DG, Ribeiro AP, Sacono NT, Loguércio AD, Hebling J, Costa CA. Mineral loss and morphological changes in dental enamel induced by a 16% carbamide peroxide bleaching gel. *Braz Dent J.* 2013 Sep-Oct; 24 (5): 517-21.
2. Attia ML, Cavalli V, do Espírito Santo AM, Martin AA, D'Arce MB, Aguiar FH, et al. Effects of Bleaching Agents Combined with Regular and Whitening Toothpastes on Surface Roughness and Mineral Content of Enamel. *Photomed Laser Surg.* 2015 Jul; 33 (7): 378-83.
3. Rauen CA, Filho JCC, Bittecourt BF, Gomes GM, Gomes JC, Gomes OMM. Effect of bleaching agents containing fluoride or calcium on enamel microhardness, roughness and permeability. *J Oral Sci.* 2015; 14 (4): 262-6.
4. Mendonça LC, Naves LZ, Garcia LFR, Correr-Sobrinho L, Soares CJ, Quagliatto PS. Permeability, roughness and topography of enamel after bleaching: tracking channels of penetration with silver nitrate. *Braz J Oral Sci* 2011; 10: 1-6.
5. Sun, G. The role of lasers in cosmetic dentistry. *Cent Clin Nor Am.* 2000; 44 (4): 831-50.
6. Lynch E, Sheerin A, Samarawickrama DY, Atherton MA, Claxson AW, Hawkes J, et al. Molecular mechanisms of the bleaching actions associated with commercially-available whitening oral health care products. *J Ir Dent Assoc.* 1995; 41 (4): 94-102.
7. Haywood VB. Nightguard vital bleaching: effects on enamel surface texture and diffusion. *Quintess Int.* 1990; 21: 801–804.
8. Hegedüs C, Bistey T, Flóra-Nagy E, Keszthelyi G, Jenei A. An atomic force microscopy study on the effect on the bleaching agents on enamel surface. *J Dent.* 1999; 27 (7): 509-15.
9. Park HJ, Kwon TY, Nam SH, Kim HJ, Kim KH, Kim YJ. Changes in bovine enamel after treatment with 30% Hydrogen Peroxide bleaching agents. *Dent Mater J.* 2004; 23 (4): 517-21.
10. Zalking M, Arwas JR, Goldman A, Roststein I. Surface morphology changes in human enamel, dentin and cementum, following bleaching: a scanning electron microscopy study. *Endod Dent Traumatol.* 1996; 12 (2): 82-8.
11. Lee KH, Kim HI, Kim KH, Kwon YH. Mineral loss from bovine enamel by a 30% hydrogen peroxide solution. *Journal of Oral Rehabilitation.* 2006; 33 (3): 229-233

12. Hosoya N, Honda K, Lino F, Arai T. Changes in enamel surface roughness and adhesion of *Streptococcus mutans* to enamel after vital bleaching. *J Dent* 2003; 31 (8): 543-48.
13. Pinto CF, Oliveira R, Cavalli V, Giannini M. Peroxide bleaching agents effects surface microhardness, roughness and morphology. *Braz Oral Res.* 2004; 18 (4): 306-11.
14. Sulieman M, Addy M, Macdonald E, Rees JS. A safety study in vitro for the effects of an in-office bleaching system on the integrity of enamel and dentine. *Journal of Dentistry, Bristol.* 2004; 32: 581-590.
15. Cakir FY, Korkmaz Y, Oztas EFSS, Gurgan S. Chemical analysis of enamel and dentin following the application of three different at-home bleaching systems. *Oper Dent.* 2011; 36 (5): 529-36.
16. Izquierdo-Barba I, Torres-Rodríguez C, Matesanz E, ValletRegí M. New approach to determine the morphological and structural changes in the enamel as consequence of dental bleaching. *Mat Lett.* 2015 Feb; 141: 302-306
17. Giannini M, Cavalli V, Paes Leme AF. Effect of carbamide peroxide-based bleaching agents containing fluoride or calcium on tensile strength of human enamel. *J Applied Oral Science* 2006; 11: 82-87.
18. Swift EJ Jr. Critical appraisal: effects of bleaching on tooth structure and restorations, part III: effects on dentin. *J Esthet Restor Dent.*2008; 20 (2): 141-7.
19. Fujii M, Kitasako Y, Sadr A, Tagami J. Roughness and pH changes of enamel surface induced by soft drinks in vitro-applications of stylus profilometry, focus variation 3D scanning microscopy and micro pH sensor. *Dent Mater J.* 2011; 30 (3): 404–410.
20. Prince RBT, Sedarous M, Hiltz GS. The pH of tooth whitening products. *Journal of the Canadian Dental Association, Ottawa* 2000; 66 (8): 421-426.
21. Dawes C. What is the critical pH and why does a tooth dissolve in acid?. *J Can Dent Assoc.* 2003; 69: 722-724.
22. Hughes JA, West NX, Parker DM, Van den Braak MH, Addy M. Efeitos do pH e concentração de ácidos cítrico, málico e láctico no esmalte in vitro. *J Dent.* 2000; 28: 147-152.
23. Llana C, Esteve I, Forner L. Effects of in-office bleaching on human enamel and dentin. Morphological and mineral changes. *Ann Anat.* 2018 May; 217: 97-102.
24. Cavalli V, Rodrigues LK, Paes-Leme AF, Brancalion ML, Arruda MA, Berger SB & Giannini M. Effects of bleaching agents containing fluoride and calcium on human enamel. *Quintessence International.* 2010; 41 (8):157-165.

25. Schemehorn BR, Novak ED. Use of a calcium peroxide whitening agent for remineralization and recalcification of incipient lesions. *J Clin Dent.* 2007; 18 (4): 126-30.
26. Keinan D, Mass E, Zilberman U. Absorption of nickel, chromium, and iron by the root surface of primary molars covered with stainless steel crowns. *Int J Dent.* 2010; 326124.
27. Langhorst SE, O'Donnell JN, Skrtic D. In vitro remineralization of enamel by polymeric amorphous calcium phosphate composite: quantitative microradiographic study. *Dent Mater.* 2009; 25: 884-91.
28. De Abreu DR, Sasaki RT, Amaral FL, Flório FM, Basting RT. Effect of home-use and in-office bleaching agents containing hydrogen peroxide associated with amorphous calcium phosphate on enamel microhardness and surface roughness. *J Esthet Restor Dent.* 2011; 23 (3): 158-68.
29. Jiang T, Ma X, Wang Z, Tong H, Hu J, Wang Y. Beneficial effects of hydroxyapatite on enamel subjected to 30% hydrogen peroxide. *Journal of Dentistry.* 2008; 36: 907-914.
30. Ernst CP, Marroquín BB, Willershausen-Zönnchen B. Effects of hydrogen peroxide-containing bleaching agents on the morphology of human enamel. *Quintessence Int.* 1996 Jan; 27 (1): 53-6.
31. Gultz J, Kaim J, Scherer W, Gupta H. Two in-office bleaching systems: a scanning electron microscope study. *Compend Contin Educ Dent.* 1999 Oct; 20 (10): 965-8,
32. Spalding M, Taveira LA, de Assis GF. Scanning electron microscopy study of dental enamel surface exposed to 35% hydrogen peroxide: Alone, with saliva, and with 10% carbamide peroxide. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry.* 2003; 15 (3): 154-164
33. Oltu Ü, Gürkan S. Effects of three concentrations of carbamide peroxide on the structure of enamel. *J Oral Rehab.* 2000; 27 (4): 332-40
34. Haywood VB, Houck VM, Heymann HO. Nightguard vital bleaching: effects of various solutions on enamel surface texture and color. *Quintessence Int* 1991; 22: 775-82.
35. Shannon H, Spencer P, Gross K, Tira D. Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Quintessence Int.* 1993; 24 (1): 39-44.

36. Ben Amar A, Liberman R, Gorfil C, Bernstein Y. Effect of mouthguard bleaching on enamel surface. *AM J Dent.* 1995; 8 (1): 29-32.
37. Josey AL, Meyers IA, Romaniuk K, Symons AL. The effect of a vital bleaching technique on enamel surface morphology and the bonding of composite resin to enamel. *J Oral Rehab.* 1996; 23 (4): 244-50.
38. Bitter NC, Sanders JL. The effects of four bleaching agents on the enamel surface: a scanning electron microscopic study. *Quintessence Int.* 1993; 24 (11): 817-24.
39. Crews KM, Duncan D, Lentz D, Gordy FM, Tolbert B. Effect of bleaching agents on chemical composition of enamel. *Miss Dent Assoc J.* 1997; 53 (1): 20-1
40. Cimilli H, Pamejer CH. Effect of carbamide peroxide bleaching agents on the physical properties and chemical composition of enamel. *J Amer Dent Assoc.* 2001; 14 (2): 63-2
41. Xu B, Li Q, Wang Y. Effects of pH values of hydrogen peroxide bleaching agents on enamel surface properties. *Oper Dent.* 2011; 36 (5): 554-62.
42. Li, I. Biological properties of peroxide-containing tooth whiteners. *Food Chem Toxicol.* 1996; 34 (9): 887-904.