

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

CARLOS EDUARDO DOS SANTOS BERTOLDO

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO
ESMALTE APÓS DIFERENTES TÉCNICAS DE
MICROABRASÃO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do Título de Mestre em Clínica Odontológica, área de concentração em Dentística.

JOSÉ ROBERTO LOVADINO

Este exemplar corresponde à versão final da dissertação
Defendida pelo aluno Carlos Eduardo dos Santos Bertoldo, e orientada pelo Prof.Dr. José Roberto Lovadino.

Assinatura do Orientador

PIRACICABA-SP

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
MARILENE GIRELLO – CRB8/6159 - BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

B462a Bertoldo, Carlos Eduardo dos Santos, 1986-
Avaliação das propriedades físico-químicas do esmalte após
diferentes técnicas de microabrasão / Carlos Eduardo dos Santos
Bertoldo. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2011.

Orientador: José Roberto Lovadino.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Dureza. 2. Microscopia. 3. Propriedades físicas. 4.
Propriedades químicas. I. Lovadino, José Roberto. II.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia
de Piracicaba. III. Título.

Informações para a Biblioteca Digital

Título em Inglês: Evaluation of physicochemical properties of enamel after different
microabrasion techniques

Palavras-chave em Inglês:

Hardness

Microscopy

Physical properties

Chemical properties

Área de concentração: Dentística

Titulação: Mestre em Clínica Odontológica

Banca examinadora:

José Roberto Lovadino [Orientador]

Renato Herman Sundfeld

Débora Alves Nunes Leite Lima

Data da defesa: 17-06-2011

Programa de Pós-Graduação: Clínica Odontológica



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Odontologia de Piracicaba



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 17 de Junho de 2011, considerou o candidato CARLOS EDUARDO DOS SANTOS BERTOLDO aprovado.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "José Roberto Lovadino".

Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO LOVADINO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Renato Herman Sundfeld".

Prof. Dr. RENATO HERMAN SUNDFELD

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Debora Alves Nunes Leite Lima".

Profa. Dra. DEBORA ALVES NUNES LEITE LIMA

DEDICATÓRIA

Na família, aquilo que os une está num plano imensamente superior a tudo aquilo que os possa afastar. Muito acima das discórdias, das zangas, dos amos, dos diferentes pontos de vista.

Podem as ondas enfurecidas de um mar de inverno salpicar as estrelas? Alguém ligou aquelas vidas com um nó, e a vida de um é a vida dos outros. E o sorriso de um é a alegria dos outros. E a dor de um é a dor dos outros. E a conquista de um é a vitória dos outros.

(Adaptado de Paulo Geraldo por Carlos Bertoldo)

Aos meus pais, **JOAQUIM E CLARICE**, que sem pedir nada em troca, doaram-se completamente para realização do sonho de um filho. Demonstraram carinho, preocupação, saudade, cuidado e infinito amor em todos os momentos pelos quais passei nessa jornada. Agradeço a cada segundo por ter sido tão abençoado de ter nascido dessa linda relação de amor que começou com vocês há alguns anos atrás. Não seria nem um milésimo do que me tornei sem seu apoio e amor incondicional a tudo aquilo que eu também amo. Tenho certeza que compartilhamos dos mesmos sentimentos e que o respeito é mútuo. Muito obrigado pela educação, valores, cumplicidade, apoio e amor que me ofereceram até hoje. Sou muito orgulhoso do berço onde nasci e daquilo que ele me ofereceu até hoje. Só me resta dizer, que a distância que nos separou por todos esses anos só me tornou mais forte e fez crescer a convicção de que meu lar é ao lado da minha família que eu tanto amo e, além disso, agradecer todo o amor e apoio que recebi até hoje. Prometo sempre fazer o melhor por nós, pois não vivo sem vocês. Eu amo vocês.

À minha irmã **MIRIAN**, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos da minha vida. Minha fonte de inspiração para qualquer projeto de vida. Exemplo de perseverança, respeito, atitude, companheirismo. Minha mãe e pai durante minha fase mais difícil da vida. Minha confidente. Não seria capaz de chegar aonde cheguei sem seus ensinamentos e paciência. Lembro-me com carinho de todos os ensinamentos desde minhas primeiras letras, quando você segurava minha mão para me ensinar a escrever, até a época da faculdade, quando me repassava todo conhecimento que adquiria. Agradeço a Deus ter você como minha irmã. Sei que posso contar com você em todos os momentos da minha vida, assim como você pode contar comigo. Eu amo você, sou seu maior fã.

Ao meu irmão **ALEX**, que é um exemplo de bom coração, doação e amor. Apesar da pouca convivência que temos devido à distância que nos separa, sei que sempre torceu pelo meu sucesso e sabe que também sinto o mesmo por você. Sua alegria faz a diferença nos meus finais de semana em casa. Muito obrigado pela ajuda e apoio que sempre me deu todo esse tempo. Você é muito especial para mim.

Ao meu cunhado **KLÉBER**. Não tenho palavras para expressar a admiração que criei por essa pessoa que só sabe ser feliz. Se Deus tem um plano na vida de cada pessoa, sei que o plano Dele sempre foi interligar nossas vidas não pelos laços de sangue, mas pelos laços de amizade. Agradeço muito por você agora fazer parte da minha família. Ninguém combinaria mais com nosso estilo de vida do que você. Muito obrigado por tudo.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao meu orientador, Prof. Dr. **JOSÉ ROBERTO LOVADINO**, que em 2006 eu escolhi para ser meu orientador, e tive a felicidade de ser escolhido por ele para integrar seu grupo de pesquisa. O que falar de uma pessoa que tem o coração maior que o próprio corpo? Na realidade a convivência me fez perceber que não o considero apenas meu orientador, mas sim a figura de um pai piracicabano. Compartilhar sentimentos, confissões, alegrias, tristezas e todos os fatos da vida de um garoto de 18 anos de idade longe da casa fez que a confiança nessa relação se consolidasse ao longo desses 7 anos. Sua participação no meu crescimento social, cultural, intelectual e profissional foram imprescindíveis para que eu pudesse aprender a caminhar com meus próprios passos. Seus ensinamentos e conselhos foram, são e sempre serão a base para minhas decisões. Não me considero uma “cria do Lova”, mas sim um filho fiel, no qual ele pode confiar a qualquer momento que precisar. Espero estar retribuindo a altura cada gota de ensinamento e confiança que me dispensa. Muito obrigado por tudo até hoje!

Ao meu co-orientador Prof. Dr. **FLÁVIO HENRIQUE BAGGIO AGUIAR**, que desde o início da minha vida acadêmica esteve presente, participando, ajudando, aconselhando e incentivando o meu crescimento pessoal e profissional. Essas são características de uma pessoa dotada de equilíbrio, conhecimento e doação pessoal, que somente uma pessoa muito evoluída poderia apresentar. Espero ter um dia esse *feeling* para pesquisa que você tem, sua paciência para ensinar e seu bom humor que descontrai a todos a seu redor. Sou

muito grato pelos seus ensinamentos e incentivo para meu crescimento. Seu apoio é sem dúvida muito importante na minha vida.

À Prof. Dra. **DÉBORA ALVES NUNES LEITE LIMA**, que me conhece tanto que só de olhar decifra meu estado de espírito. Só tenho a agradecer todo o apoio que me deu nos momentos mais difíceis da minha vida desde a graduação quando ainda era aluna de doutorado até hoje já professora dessa Faculdade. Sigo seus passos, pois sei que este é o caminho do sucesso. Você é um exemplo a ser seguido. Seu companheirismo e amizade fazem a diferença nos momentos mais difíceis. Muito obrigado!

Cada um que passa na nossa vida passa sozinho, pois cada pessoa é única e nenhuma substitui outra. Cada um que passa na nossa vida passa sozinho, mas não vai só, nem nos deixa sós. Leva um pouco de nós mesmos, deixa um pouco de si mesmo. Há os que levam muito; mas não há os que não levam nada. Há os que deixam muito; mas não há os que não deixam nada. Esta é a maior responsabilidade da nossa vida e a prova evidente de que duas almas não se encontram por acaso.

(Antoine De Saint-Exupéry)

Gostaria de deixar um agradecimento especial para as pessoas que fizeram e a diferença na minha vida durante a graduação: **BIG DANI, RENATA-PITY, LÚ DE PAULA, FLÁVIA, TATI, CLÁUDIA, IGOR CANELA, IGOR PROFESSOR, FOGAÇA, GUSTAVO GERALDINO E JEFERSON, ALÉM DE TODA T49, MEUS VETERANOS E BIXOS**, que direta ou indiretamente participaram dos meus passos nessa fase, e que compartilharam comigo meus desejos, problemas e alegrias provenientes dessa jornada. Sei que a distância imposta pelos nossos destinos nos afastou um pouco, mas sei que a cada reencontro nossa amizade só se fortalece. Não é preciso estar junto para estar perto basta estar dentro do

coração, e podem ter certeza que vocês estão dentro do meu. Penso em vocês sempre, sinto falta dos conselhos, risadas, palhaçadas, festas, enfim de tudo que vivemos. Agradeço a Deus por ter colocado vocês no meu caminho para facilitar minha caminhada.

Amigos tenham certeza, um dia nós vamos nos reencontrar. Nossa amizade é maior que qualquer tipo de barreira ou distância. **FOGAÇA**, obrigado por tudo meu amigo.

As pessoas realmente ligadas não precisam de ligação física. Quando se reencontram, mesmo depois de muitos anos afastados, sua amizade é tão forte quanto sempre.
(Deng Ming-Dao)

Ao meu amigo-irmão **IGOR CLAES**, que ao longo desses 4 anos se tornou uma das pessoas em quem mais confio em Piracicaba-SP. Sua lealdade, amizade e companheirismo são incomparáveis. Considero-te meu irmão caçula. Você já me viu chorar e sorrir além de suportar todas as minhas brincadeiras e estresses, todos os aspectos de convivência que só mesmo dois irmãos de alma poderiam suportar. Tornou-se meu orientado, por sinal o melhor deles e acredito que o melhor que eu terei em toda minha carreira. Espero poder continuar participando do seu desenvolvimento profissional, por muito mais tempo. Meu irmão, eu só posso agradecer por tudo que passamos juntos ao longo desse tempo. Sua presença na minha vida só me ajudou a crescer cada dia mais.

Ao **DIOGO**, que nesse pouco tempo de intensa convivência se tornou um grande amigo-irmão. Quando te acolhi em minha casa, não imaginava na amizade que se consolidaria entre nós. Muito obrigado pela sua cumplicidade e apoio. Só nós sabemos como nossa amizade é importante para nós mesmos. Considero você um irmão e é como te digo “sou eu por você e você por mim, somos nós por nós mesmos”. Muito obrigado.

A **NATÁLIA**, que sempre me faz sorrir, mesmo nos momentos de maior desespero e aflição. Sua amizade sincera e simplicidade me fazem confiar cada parte da minha vida. Sei que nossa amizade é verdadeira e duradoura, compartilhamos de objetivos em comum. Sou muito feliz por ter seu apoio. Obrigado.

Ao **EDUARDO**, meu companheiro fiel, amigo de todos os momentos que também considero um irmão. Sua amizade, sinceridade, doação e alegria são ingredientes que o tornam uma pessoa muito querida. Muito obrigado por me incluir em seus projetos. Sei que essa amizade que começou no início dessa fase permanecerá por muito tempo. Sua amizade é muito importante para mim.

A **LUCINHA**, que alegra meus dias com suas brincadeiras, conselhos e apoio incondicional. Muito Obrigado!

A **GIU**, que mesmo distante sempre está presente em nosso cotidiano. Exemplo de simplicidade, amizade verdadeira e alegria. A saudade que sentimos um do outro me faz ter mais certeza que nossa amizade é real e palpável! Te adoro!

Ao **ANDERSON**, exemplo de calma, respeito, sinceridade, companheirismo. Um amigo incomparável e insubstituível. Dinho, você é um exemplo a ser seguido. Te admiro muito.

A **MARINA**, com seu jeito meigo e doce, além de seus conselhos impagáveis! Você é muito especial! Obrigado por tudo.

A **CÍNTIA**, a pessoa com maior coração do mundo, que acolhe e adota todos os necessitados da Dentística. Uma mãe para todos, que explica, tem paciência, participa de uma forma geral de todas as situações desses alunos desequilibrados. Obrigado pela força.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade de Campinas, na pessoa de seu diretor, Prof. Dr. Jacks Jorge Júnior.

À Coordenadora Geral da Pós-Graduação da FOP/UNICAMP, Prof. Dra. Renata Cunha Matheus Rodrigues Garcia.

Ao Coordenador do curso de Pós-Graduação em Clínica Odontológica da FOP/UNICAMP, Prof. Dr. Márcio de Moraes.

À secretária da Coordenadoria de Pós-Graduação da FOP/UNICAMP, Érica Alessandra Pinho Sinhoreti, por toda atenção dispensada.

A Prof. Dra. Gláucia Maria Bovi Ambrosano, por estar sempre disponível em ajudar nas análises estatísticas.

Aos professores da Área de Dentística, Prof. Dr. José Roberto Lovadino, Prof. Dr. Flávio Henrique Baggio Aguiar, Prof. Dra. Gisele Maria Marchi, Prof. Dr. Luis Roberto Marcondes Martins, Prof. Dr. Luis Alexandre Maffei Paulillo, Prof. Dr. Marcelo Giannini e Prof. Dra. Débora Alves Nunes Leite Lima, por todo conhecimento transmitido.

Aos professores Prof. Dr Mario Alexandre Coelho Sinhoreti, Prof. Dr Flávio Henrique Baggio Aguiar e Prof. Dra. Gisele Maria Marchi pelas contribuições e considerações durante o exame de qualificação.

Ao Prof. Dr. Renato Herman Sundfeld pela contribuição durante o exame de Defesa de Dissertação de Mestrado.

Aos amigos de mestrado - Boniek, Diogo, Giovana, Eduardo, Mayra, Paulo, Robson, Lúcia, Larissa, Natália, Lívia, Milena, Maria Beatriz e Priscila, pelo incentivo, companheirismo, amizade e bom convívio.

Aos demais amigos de Pós-Graduação do Doutorado – Adriano, Anderson, Bruno, Cíntia, Gisele, Giulliana, Maria, Marina, Thaianne e Thiago; e do Mestrado – Allan, Ana Paula, Camila, Carolina, Dayane, Erick, Henrique, Juliana, Maria do Carmo e Núbia por toda ajuda e diversão proporcionada durante esta etapa.

Aos meus orientados de iniciação científica – Igor, Ivan, Rafaela, Rodrigo e Tássia pelo apoio no desenvolvimento de pesquisas.

Aos funcionários da Área de Dentística, Sr. Pedro Justino e Mônica Barnabé, sempre dispostos a me ajudar e atender meus pedidos. Obrigado pela amizade, confiança, carinho, respeito e paciência. Sei que posso contar com vocês em todos os momentos!

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pela concessão de Bolsa durante o mestrado, sem a qual seria impossível a permanência em Piracicaba.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

EPÍGRAFE

Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá.

(Ayrton Senna)

RESUMO

A técnica de microabrasão do esmalte consiste em abrasonar seletivamente regiões com alterações de cor ou que sofreram alterações superficiais de forma seletiva. Para realização da técnica são utilizados agentes ácidos associados a abrasivos, que poderiam levar a alterações do substrato, tornando avaliações da microdureza, rugosidade e alterações químicas, procedimentos necessários após realização da técnica de microabrasão. Dessa forma, o objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar os efeitos de diferentes agentes utilizados para realização da técnica de microabrasão sobre a microdureza Knoop, rugosidade, caracterização superficial por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e composição química pela análise em EDS do esmalte dentário. Foram selecionados 90 blocos de esmalte (25mm²) obtidos de dentes incisivos bovinos que foram divididos em 2 grupos (G1 e G2 n=45), que foram subdivididos em 5 subgrupos (A, B, C, D e E n=9). Todas as amostras foram planificadas, polidas e as do grupo G1 foram submetidas ao teste de microdureza Knoop e rugosidade superficial (L1). Os grupos foram submetidos aos seguintes procedimentos: A – microabrasão com partes iguais em volume de ácido fosfórico 35% e pedra-pomes, seguido de polimento com pasta diamantada associada a discos de feltro; B – microabrasão com partes iguais em volume de ácido fosfórico 35% e pedra-pomes; C – microabrasão com ácido clorídrico 6,6% e carbetto de silício, seguido de polimento com pasta diamantada associada a discos de feltro; D – microabrasão com ácido clorídrico 6,6% e carbetto de silício; e E – controle no qual não foi realizado nenhum tipo de procedimento. Imediatamente após esse passo foram realizadas novas leituras de microdureza e rugosidade superficial (L2). Em seguida as amostras foram armazenadas em saliva artificial sob regime de troca diária pelo período de 15 dias (L3) e após 30 dias (L4) sendo submetidas a novas leituras de microdureza. Ao final desta fase, as amostras foram metalizadas com liga áurea para caracterização superficial em MEV, sendo que para esta análise não foi realizado nenhum tipo de tratamento estatístico. Para realização do ensaio de Análise Química por Dispersão de Energia – EDS foram utilizadas as amostras do grupo G2 que foram vaporizadas com carbono para realização do teste. Os dados obtidos foram submetidos a análise estatística pelo teste ANOVA com medidas repetidas, seguida pelo teste Tukey ($\alpha=5\%$). Não houve diferença significativa entre os

tipos de microabrasão tanto para rugosidade quanto para microdureza. Após a realização da microabrasão, a rugosidade superficial aumentou e após o polimento, esses valores foram comparáveis aos do tempo inicial e ao grupo controle. Para os dados de microdureza, após a microabrasão e polimento e após imersão em saliva artificial por 15 dias houve aumento desses valores, além da estabilização dos mesmos nos períodos entre 15 dias e 30 dias de imersão. Não foram observadas alterações nas concentrações de Fósforo do esmalte das amostras abrasionadas, entretanto para as amostras abrasionadas com Opalustre observou-se a diminuição dos valores de Cálcio, além da presença de Cloro e nos espécimes polidos Sílica incorporada ao substrato. Pode-se concluir que a microabrasão seguida de polimento pode aumentar a microdureza do esmalte e a lisura superficial, que apresentou valores comparáveis ao inicial; além disso, a imersão em saliva artificial pelo período mínimo de 15 dias é suficiente para aumentar a dureza do esmalte abrasionado. Conclui-se ainda que o procedimento microabrasivo pode alterar o conteúdo mineral do esmalte dental, incorporando a ele elementos químicos dos abrasivos empregados.

PALAVRAS-CHAVE: Esmalte dental, Microabrasão do esmalte, Rugosidade superficial, Microdureza, Polimento.

ABSTRACT

The microabrasion technique of enamel consists of selectively abrading the discolored areas or causing superficial structural changes in a selective way. In microabrasion technique, abrasive products associated with acids are used, that could lead to structural and chemical changes, and the evaluation of enamel roughness after this treatment, as well as microhardness and chemical analysis is necessary. Thus, the aim of this in vitro study was to evaluate the effects of different agents used to perform the technique of abrasion of tooth enamel in its chemical composition by EDS and structural analysis by means of microhardness testing, surface roughness and characterization by SEM. To conduct the study were selected 90 enamel blocks (25mm²) obtained from bovine incisors, that were divided into 2 groups (G1 and G2 n=45), which were divided into five subgroups (A, B, C, D and E n=9). All samples were planned and polished and the G1 were subjected to Knoop microhardness (KHN) and roughness (L1). The five subgroups of both groups underwent the following: A - microabrasion with equal parts by volume of 35% phosphoric acid and pumice, followed by polishing with diamond paste associated with felt disc; B – microabrasion with equal parts by volume of 35% phosphoric acid and pumice; C – microabrasion with Opalustre followed by polishing with diamond paste associated with felt disc D – microabrasion with Opalustre; and E – control, was not carried out any kind of procedure. After this step, new readings of microhardness and surface roughness were realized (L2). Then the samples were stored in artificial saliva under the regime of daily changes over a period of 15 days and subjected to new readings of microhardness (L3) and at the end, after 30 days of immersion in artificial saliva (L4). In this stage, the samples were metallized for surface characterization in Scanning Electron Microscopy - SEM. The samples from G2 were used to conduct the chemical analysis by Energy Dispersion – EDS testing that were vaporized with carbon to the test. The data were statistically analyzed by ANOVA with repeated measures followed by Tukey test ($\alpha = 5\%$). There was no significant difference between the types of abrasion to both roughness and hardness. After the completion of abrasion, surface roughness has increased, and after polishing these values were comparable to the initial time and the control group. For

microhardness data, abrasion followed by polishing increase these values, in addition to the stabilization of the same in the periods between 15 days and 30 days of immersion in artificial saliva. No changes were observed from Phosphorus concentrations in abraded enamel, however for the samples abraded with Opalustre there were observed the decrease of Calcium means, beyond this, the presence of Chloro and in the polished specimens Silica in the EDS test. It can be concluded that the abrasion followed by polishing can increase the microhardness of enamel surface smoothness and, moreover, the immersion in artificial saliva for a minimum of 15 days is sufficient to increase the surface hardness of abraded enamel. In addition it can be conclude that microabrasion procedures can alter the mineral content from dental enamel, incorporating microabrasive chemical elements on this substrate.

KEYWORDS: Dental enamel, enamel microabrasion, surface roughness, surface hardness, enamel polishing.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO ÚNICO	4
<i>Evaluation of physicochemical properties of enamel after different microabrasion techniques.</i>	
CONCLUSÃO.....	20
REFERÊNCIAS.....	21
APÊNDICE.....	24

INTRODUÇÃO GERAL

Nas últimas décadas, a demanda por tratamentos estéticos tem aumentado em todas as áreas da Odontologia, uma vez que as pessoas procuram boa aparência e sorriso harmônico. Conseqüentemente, houve um grande avanço tecnológico na área de materiais restauradores estéticos, bem como o surgimento de novas técnicas para o clareamento dental e remoção de manchas que possam acometer seus substratos.

A alteração da cor dos dentes pode estar associada a fatores extrínsecos ou intrínsecos, sendo esses congênitos ou adquiridos. Colorações extrínsecas resultam da deposição de pigmentos ou de bactérias cromógenas na superfície do dente ou no biofilme. Colorações intrínsecas ocorrem quando os pigmentos são incorporados no dente, usualmente na dentina (Watts & Addy, 2001). Outros fatores intrínsecos estão associados ao uso excessivo de flúor (fluorose) e do antibiótico do tipo tetraciclina durante a fase de formação do esmalte e da dentina. Além disso, o escurecimento natural pode ser causado pela deposição de dentina secundária ao longo da vida do paciente (Goldstein & Garber, 1995).

O esmalte dental pode apresentar manchas de coloração diversa que afetam a estética. Muitos defeitos no esmalte como a presença de manchas brancas opacas, manchas escuras e outras descolorações intrínsecas ou extrínsecas causam desconforto aos pacientes. A solução para esta recuperação estética consistia no desgaste do dente e na confecção de restauração de resina composta, ou em casos mais complexos, dependendo da extensão, a confecção de facetas laminadas ou coroas (Peariasamy et al, 2001). Mudanças nos conceitos de odontologia que vem buscando um tratamento mais conservador e a crescente preocupação dos pacientes com a aparência estética têm conduzido ao aperfeiçoamento tanto das técnicas como dos materiais odontológicos.

Pensando na preservação da estrutura dental, Croll & Cavanaugh (1986), idealizaram uma técnica de conservação da estrutura dentária, capaz de solucionar tais problemas. Esta técnica denominada de microabrasão do esmalte consiste, basicamente, em abrasonar de modo seletivo as áreas com alterações de cor dando, ao esmalte desgastado, aspecto clínico saudável e esteticamente agradável.

A técnica, na realidade ainda não denominada microabrasão começou a ser utilizada por Chandra & Chawla (1975), que preconizavam o uso de discos de borracha abrasivos para auxiliar a ação dos agentes químicos no clareamento.

Na literatura, o primeiro trabalho relatando o uso de ácidos para clarear manchas marrons de fluorose, foi realizado por Kane (1926) e relatado por Mc Closkey (1984). Este tratamento consistia na aplicação de ácido hidroclorídrico a 18% em pelotas de algodão, sem o uso de calor, obtendo resultados clínicos satisfatórios. Segundo o relato de Mc Closkey, os dentes tratados se apresentaram livres das manchas e não apresentaram cárie, após serem examinados 60 anos depois do tratamento.

A partir de então, a técnica de microabrasão passou a consistir da aplicação de uma pasta abrasiva ácida na área afetada, possibilitando a remoção da mancha pela combinação de erosão e abrasão (Benbachir *et al.*, 2007). Croll (1989a/b, 1990, 1991, 1992, 1997) descreveu a técnica segundo a qual uma pasta composta por ácido clorídrico em baixa concentração, associado às partículas de sílica, poderia ser aplicada com espátula ou com peça de mão em baixa rotação. Da mesma forma, o uso do ácido fosfórico a 30-40% associado à pedra-pomes, foi inicialmente indicado por Kamp (1989), para a remoção de manchas brancas inativas provocadas por descalcificações superficiais, decorrentes da higienização inadequada durante o tratamento ortodôntico.

A técnica de microabrasão apresenta a vantagem de ser simples, possuir baixo custo, proporcionar ao esmalte afetado um aspecto clínico saudável e esteticamente agradável logo após o tratamento, além de conservadora. Estudos demonstraram a remoção de apenas 100µm de esmalte superficial após 10 aplicações do ácido hidroclorídrico a 18% (Wray *et al.*, 2001). Já DALZELL *et al.* (1995) verificaram que 15 aplicações, no tempo de 10 segundos cada, com pressão de 20g resulta numa perda de esmalte ligeiramente abaixo de 250µm promovendo melhora da estética, principalmente nas opacidades oriundas de fluorose. No entanto, a principal desvantagem desse procedimento, segundo Erdogan (1998), se refere à alta concentração do ácido hidroclorídrico empregado e a sua baixa viscosidade que poderia acarretar em danos aos tecidos periodontais subjacentes ao dente. Porém, não foram apresentados dados a respeito de efeitos deletérios da aplicação sobre a ultra-estrutura dentária.

Chan *et al.* (1995) e Tong *et al.* (1993) lembraram que, embora os efeitos da técnica de microabrasão sobre o esmalte estejam bem documentados e o seu uso clínico seja bastante difundido, muitos de seus efeitos sobre as estruturas dentais e sobre vários materiais restauradores ainda não foram bem reportados.

Ao microscópio eletrônico de varredura, dentes hígidos submetidos a microabrasão e polimento apresentam superfície mais lisa que antes desse procedimento (Donly *et al.*, 1992). Entretanto, sugere-se que após o tratamento de microabrasão, seja necessário que se realize procedimento de polimento para melhorar a lisura de superfície do esmalte, para que não ocorram alterações superficiais. Como consequência indesejável dessas alterações poderiam ocorrer maior retenção de biofilme, novo escurecimento ou ainda diminuição da microdureza superficial (Oltu e Gurgan, 2000).

Alterações no conteúdo mineral do esmalte dental estão diretamente relacionadas a sua microdureza (Featherstone *et al.*, 1983). Sabe-se que pequenas alterações na superfície do esmalte podem interferir em suas propriedades físicas, sendo a microdureza uma destas propriedades. A avaliação da microdureza tem sido usada para constatar alterações dessa propriedade física do esmalte, após o mesmo ter sido exposto a procedimentos ou processos que alterem os minerais de sua estrutura.

Baseado nesses dados e visto a ausência de estudos que avaliam os efeitos da microabrasão na estrutura e morfologia do esmalte, foi aplicado nesse trabalho um método de análise química que tem apresentado resultados efetivos para a estrutura dental chamado de EDS (Análise química por dispersão de energia), que permite quantificar o teor de cálcio (Ca) e fósforo (P) por um método semi-quantitativo baseado na medida da intensidade dos raios-X característicos emitidos pelos elementos que constituem a amostra excitada (Bertin, 1975). A intensidade da energia características emitidas pelos componentes está relacionada com a concentração de cada elemento encontrado na amostra. Apenas nos últimos 10 anos que a análise por Fluorescência de Raios-X tem sido aplicada em tecidos biológicos (Alexandre; Bueno, 2006).

Sendo assim, o objetivo desse estudo *in vitro* foi avaliar por meio de teste de EDS, as possíveis alterações do esmalte dental bovino, decorrentes de perdas minerais quando submetidos a microabrasão com diferentes produtos, avaliar a rugosidade superficial por meio de rugosímetria perfilométrica e caracterização superficial em MEV do esmalte após diferentes técnicas de microabrasão e polimento, bem como o tempo necessário para saliva auxiliar na remineralização do esmalte usando para isso teste de microdureza (Fragoso *et al.* 2011).

Evaluation of physicochemical properties of enamel after different microabrasion techniques.

ABSTRACT

This *in vitro* study evaluated the enamel Knoop microhardness, roughness and the chemical composition after microabrasion, followed by polishing and different immersion times in artificial saliva. Thus, 90 enamel blocks of bovine incisive teeth were divided into two groups (G1 and G2 $n=45$) that were subdivided in 5 subgroups ($n=9$) subjected to: A – microabrasion with equal parts by volume of 35% phosphoric acid and pumice, followed by polishing with diamond paste associated with felt disc; B - microabrasion with equal parts by volume of 35% phosphoric acid and pumice; C – microabrasion with Opalustre followed by polishing with diamond paste associated with felt disc; D - Opalustre; E – control. To G1, Roughness analyses were performed before microabrasion (L1) and after microabrasion (L2). Microhardness analyses were performed before microabrasion (L1), after microabrasion (L2), after 15 days of immersion in artificial saliva (L3), and after 30 days of immersion in artificial saliva (L4). After the L4 reading, the samples were subjected to SEM analysis. To conduct the chemical analysis by Energy Dispersion testing – EDS the group G2 were used. The data were statistically analyzed by ANOVA with repeated measures followed by Tukey test ($\alpha = 5\%$). There was no significant difference between the types of abrasion to both roughness and hardness. For roughness L2 presented higher values than L1, except for polished groups. For microhardness L2 presented increased values than L1. L3 and L4 did not differ between themselves, and these readings were higher than L1. No changes were observed from Phosphorus concentrations in abraded enamel, however for the samples abraded with Opalustre there were observed the decrease of Calcium and the presence of Chlorine and in polished samples Silica in the EDS test. It can be concluded that the abrasion followed by polishing can increase the microhardness of enamel surface smoothness and, moreover, the immersion in artificial saliva for a minimum of 15 days is sufficient to increase the surface hardness of abraded enamel and microabrasion procedures can alter the mineral content from enamel.

KEYWORDS: Dental enamel, enamel microabrasion, surface roughness, surface hardness, enamel polishing.

INTRODUCTION

One of the most challenging aspects of dentistry involves the esthetic resolution of most of the various types of spots present on the dental enamel, which can take on several different colors that affect the esthetics. Such spots may have different depths and ranges of extension, and they can be intrinsic or extrinsic, depending on the etiology.

Basically, the microabrasion technique consists of selectively abrading the discolored areas, giving a healthy clinical aspect to the dilapidated enamel. This technique was described by Croll and Cavanaugh¹ and aimed for the conservative removal of spots from the enamel. The authors were heavily influenced by McCloskey's² report, which endorsed the technique invented by Kane (1926), applying 18% hydrochloride acid to cotton pieces, without the use of heat, thereby obtaining satisfactory clinical results. Initially, the microabrasion technique consisted of the application of acids to the surface of the spotted enamel; However, advances in technology which resulted in the association with abrasive agents, resulting in a significant improvement of its effectiveness.

This technique is used to esthetic treatment of fluorosis white spots³, inactive white spots by demineralization, orthodontic post-treatment, located hypoplasia arising from dental trauma or infection, and idiopathic hypoplasias, in which the discoloration is limited exclusively to the most superficial layer of dental enamel⁴.

Kamp⁵ advocated another technical variation, entailing the use of 37% phosphoric acid associated with pumice, for removal of the discoloration from the dental enamel. The use of 37% phosphoric acid was justified with the fact that this acid is more regularly available at dentist offices and is more biologically compatible.

Actually, new variations of this technique arose, involving the re-formulation of acid concentration and of the abrasive. Products based in 6% hydrochloric acid and associated with particles of silicon carbide were launched on the market and further combinations with tooth bleaching techniques with carbamide peroxide improved the results obtained^{6,7}.

The use of a strong acid, besides being dangerous to dentists and patients⁸, may create irregularities on the enamel surface⁹ or even, ultrastructural alterations of substrate. As for enamel superficial roughness, there continues to be much variation in the results and to microhardness there is little literature about it. Chan¹⁰ did not find a

significant increase in the amounts of enamel superficial roughness when they used 10% hydrochloric acid associated with silicon carbide as an abrasive agent (Prema Compound/Premier Dental Co.).

How in microabrasion technique, the enamel to be treated is exposed to numerous acid challenges, it is possible that occurs alteration in the total demineralization/ remineralization amounts, resulting in significantly greater amounts of mineral loss¹¹, causing a decrease in enamel microhardness.

Numerous studies have evaluated the effects of microabrasion, and most of them have been performed through microscope evaluations and clinical cases¹²⁻¹⁵. Despite the benefits of using this technique to remove spots present on superficial enamel, little is known about the undesirable effects that might be occurring. Although microabrasion and the commercially available products are used widely clinically, only limited data are available on their effects on teeth¹⁶.

Based on these data and given the lack of studies assessing the effects of abrasion on enamel's structure and morphology was applied in this work a method of chemical analysis that has produced effective results for the dental structure called EDS (Chemical analysis by Energy Dispersion), to quantify the amount of calcium (Ca) and phosphorus (P) by a semi-quantitative method based on measuring the intensity of characteristic X-rays emitted by elements in the sample excited¹⁷. The intensity of characteristic energy emitted by the components is related to the concentration of each element found in the sample. Only in the last 10 years that the analysis by X-ray fluorescence has been applied in biological tissues¹⁸.

Thus, the purposes of this study were to compare the enamel surface roughness and microhardness after microabrasion with phosphoric acid associated with pumice and hydrochloric acid associated with silicon carbide, evaluate the effect of polishing technique on the abraded enamel, the influence of artificial saliva on surface hardness of abraded enamel and evaluate the chemical composition of enamel after microabrasion. The hypothesis of this study was that (1) enamel superficial roughness and microhardness differ between the two abrasives tested, (2) the polishing would cause a reduction in the abraded enamel roughness, besides increasing the microhardness values, (3) the immersion in artificial saliva could alter the enamel hardness, and (4) the mineral content of enamel would not altered.

METHODS AND MATERIALS

Ninety bovine incisive teeth were used, which were cleaned and disinfected with thymol (Dinâmica, Piracicaba, São Paulo, Brazil) and submitted to an initial polishing with pumice (SS White LTDA; Rio de Janeiro, RJ, Brazil) and water. After separating the coronary portion by means of a double-face diamond disc (KG Sorensen, Ind. Com. Ltda.; Barueri, SP, Brazil), enamel blocks of 25 mm² were obtained using a precision saw (Isomet 1000; Buehler, Illinois, USA) and a high-concentration diamond disc (4" × 012 × 1/2, Buehler, Illinois, USA). The fragments were planned using silicon carbide emery-cloth of increasing granulation (#400, #600 and #1200) and surface polishing with felts (TOP, RAM, and SUPRA) (Arotec, Cotia; SP, Brazil) associated with a diamond paste of decreasing granulation (1 and 1/4 µm), greased with a specific oil (Arotec, Cotia; SP, Brazil). The samples were then washed for 15 min in an ultrasonic tub (Marconi, Piracicaba, São Paulo, Brazil) in order to remove any rubbish present on the enamel surface¹⁹. The specimens were stored in distilled water at 37°C till the beginning of experiment.

Initially the samples were divided into two groups (G1 and G2 n=45), and then in five subgroups (n=9). The samples for G1 were submitted to surface roughness and Knoop microhardness analysis. For roughness test, three readings were made as initial readings (L1) of roughness, which were made by means of a perfilometer roughness tester (Mitutoyo, Surf test 211; São Paulo, Brazil), and at the second time (L2 – after microabrasion). For the microhardness test, indentations were made on the enamel surface using a Knoop indenter with a static load of 25g for 5 seconds with a microhardness tester (HMV-2000 Shimadzu, Tokyo, Japan). Five indentations were made in the central region of each specimen at four times: before microabrasion (L1), after microabrasion and polishing or not (L2), after 15 days of immersion in artificial saliva (Proderma, Piracicaba, São Paulo, Brazil) (L3), and after 30 days of immersion in artificial saliva (L4).

After the initial readings, microabrasion proceedings were initiated, with equal parts of 35% phosphoric acid (Ultradent Products Inc. Utah, USA) and pumice (SS White LTDA; Rio de Janeiro, RJ, Brazil) or with the microabrasive Opalustre (6,6% Hydrochloric acid and silicon carbide - Ultradent Products Inc. Utah, USA), both measured with a dosage spoon (0,184g), and a portion of the agent was applied to each sample²⁰. The enamel microabrasion proceeding were performed using a micro-motor of low rotation

(LB-2000, Beltec Indústria e comércio de equipamentos odontológicos LTDA, Araraquara, São Paulo, Brazil). The same application technique was used for all groups, 10 applications per 10 sec of microabrasive product for each sample. After each application of microabrasive product, samples were washed with flow water and were later placed into an ultrasonic tub (Marconi, Piracicaba; SP, Brazil) for 15 min.

After microabrasion the groups A and C were submitted to polishing procedure with Diamond paste for composite finishing (Diamond Excell/FGM Produtos odontológicos Ltda.; Joinville, SC, Brazil) associated with felt discs (FGM Produtos odontológicos Ltda.; Joinville, SC, Brazil). The enamel polishing proceeding were performed using a micro-motor of low rotation (LB-2000, Beltec Indústria e comércio de equipamentos odontológicos LTDA, Araraquara, São Paulo, Brazil) for a period of 2 minutes with interval of 30s such that there was no heating of the specimen. Next, samples were washed for 15 min in an ultrasonic tub (Marconi, Piracicaba; SP, Brazil) to remove any of the rubbish arising from polishing.

The specimens were stored in artificial saliva (Proderma, Piracicaba, São Paulo, Brazil) for periods of 15 days and 30 days. The constitutes of artificial saliva are show in Table 1.

Table 1: Artificial saliva's composition.

Material	Manufacturer	Lot	Composition
Artificial Saliva	Proderma (Piracicaba, SP, Brazil)	100807	Sodium chloride (0.674g), magnesium chloride hexahydrate (0.041 g), calciumchloride dihydrate (0.274g), Methylparaben (1.500g), Propilparaben (0.200g), saccharin (1.0g), distilled water (1000,0mL), pH 6,9

The specimens were dehydrate, placed in a metal stub under aluminum tape (3M Adhesives, Ltd., USA), subjected to vacuum in a sputter (Balzers- SCD 050 sputter coter, Germany), wich was formed in the plasma, and a thin layer gold was deposited on each sample. Then, stubs containing the specimens were placed under a scanning electron microscope (JEOL.JSM 5600LV, Tokyo, Japan) to obtain photomicrographs of representative areas of each specimen studied with increases of 3700x.

To determine the chemical composition of enamel, samples of G2 were dehydrate, placed in a metal stub under aluminum tape (3M Adhesives, Ltd., USA), subjected to vacuum in a sputter (Balzers- SCD 050 sputter coter, Germany), wich was formed in the plasma, and a thin layer of vaporized carbon (Carbon Yarn Part. No.

YRN001-0001, Denton Vacuum, Moorestown, NJ, USA) was deposited on each sample. Increases of 75x were made to obtain areas to calculate the elements rates.

STATISTICAL ANALYSIS

The data obtained were submitted to statistical analysis. After exploratory data analysis was applied factorial ANOVA microabrasion x polishing with repeated measures with an additional treatment (control) followed by Tukey test. Control group was compared with the other groups by the Dunnett test taking into consideration the time of evaluation. The significance level was 5%.

After exploratory from EDS data of Calcium and Phosphorus, “2 way” ANOVA analysis was applied. However data from Chlorine and Silica didn’t meet assumptions of parametric analysis and were analyzed by Mann Whitney Test. The significance level was 5%.

RESULTS

Roughness:

The abrasives tested did not differ significantly in all of the situations tested ($p=0.5847$). There was a significantly difference after polishing. The reduction in roughness (Table 2) was obtained exclusively through diamond paste, related to after-microabrasion time.

Table 2. Average amounts of roughness ($\mu\text{m-Ra}$ pattern) followed by pattern error.

Group	Time	Polishing	
		Polished	Unpolished
H ₃ PO ₄ + Pumice	Initial	0.20 (0.04) Aa	0.20 (0.03) Ab
	After microabrasion	0.21 (0.04) Ba	*0.32 (0.06) Aa
Opalustre	Initial	0.21 (0.03) Aa	0.20 (0.03) Ab
	After microabrasion	0.24 (0.02) Ba	*0.31 (0.06) Aa
Control	Initial	0.18 (0.03)	
	Final	0.19 (0.03)	

There was no significant difference between microabrasion ($p=0.5847$). Means followed by different letters (uppercase in horizontal and lowercase in vertical comparing time within each category of microabrasion) differ ($p\leq 0.05$). * Differs from control group at the time after polishing ($p\leq 0.05$).

Microhardness:

The abrasives tested did not differ significantly in all of the situations tested ($p=0.5847$). There was a significantly difference after polishing, when was observed greater values of hardness. However there was not significantly difference after the different times of immersion in artificial saliva (Table 3).

Table 3. Average microhardness (KHN) (pattern error from average)

Group	Time	Polishing	
		Polished	Unpolished
H ₃ PO ₄ + Pumice	Initial	339.7 (35.9) Ac	342.1 (16.7) Ab
	After microabrasion	*389.0 (38.4) Ab	355.0 (18.8) Bb
	15days	443.8 (31.0) Aa	440.9 (40.2) Aa
	30days	437.8 (31.7) Aa	444.0 (25.4) Aa
Opalustre	Initial	338.2 (14.7) Ac	337.2 (25.5) Ab
	After microabrasion	*420.9 (18.3) Ab	360.2 (27.2) Bb
	15days	439.1(19.5) Aa	436.7 (48.3) Aa
	30days	442.4 (21.2) Aa	437.4 (37.2) Aa
Control	Initial	340.0 (19.3)	
	Final	335.7 (24.0)	
	15days	440.2 (40.8)	
	30days	437.8 (30.0)	

There was no significant difference between microabrasion ($p=0.5847$). Means followed by different letters (uppercase in horizontal and lowercase in vertical comparing time within each category of microabrasion) differ ($p\leq 0.05$). * Differs from control group at the time after polishing ($p\leq 0.05$).

Energy Dispersion:

For Phosphorus the abrasives tested did not differ significantly in all of the situations tested ($p=0.4414$), between the polishing ($p=0.8681$) and group x polishing interaction was not significant ($p=0.9607$). The groups did not differ from control ($p>0.05$).

For Calcium each abrasives tested did not differ significantly in all of the situations tested ($p=0.4414$), there was no difference between polishing ($p=0.6021$) and group x polishing interaction was not significant ($p=0.4545$). Opalustre group presented low means than control with or without polishing ($p>0.05$).

The results from Calcium and Phosphorus are showed in table 4.

Table 4: Means of Phosphorus and Calcium Element Wt% (Pattern Deviation).

Group	Subgroup	Phosphorus	Calcium
H ₃ PO ₄ + Pumice	Polished	29,80 (1,81) _a	70,19 (1,81) _a
	Unpolished	29,90 (1,03) _a	70,09 (1,01) _a
Opalustre	Polished	29,50 (1,25) _a	*68,92 (1,56) _b
	Unpolished	29,54 (0,77) _a	*69,49 (0,72) _b
Control	-	28.63 (0,32)	71.37(0,32)

Means followed by same letters (lowercase in vertical) did not differ between themselves ($p > 0.05$). There was not difference between means from groups and control ($p > 0.05$). * Differs from control group at the time after polishing ($p \leq 0.05$).

The groups treated with Opalustre presented Chlorine and Silica, but were not subjected to ANOVA analysis. The results from Chlorine are presented in table 5, and from Silica in table 6.

Table 5. Median (minimum value; maximum value) from Chlorine.

Polishing	H ₃ PO ₄ + pumice	Opalustre
With	0 (0; 0) _{Ba}	*1,18 (0,88; 1,44) _{Aa}
Without	0 (0; 0) _{Ba}	*0,98 (0,70; 1,16) _{Ab}

Control: median (minimum value; maximum value) = 0 (0; 0). Means followed by distinct letters (uppercase in horizontal and lowercase in vertical) differ between themselves ($p \leq 0.05$). *Differ from control group ($p \leq 0.05$).

Table 6. Median (minimum value; maximum value) from Silica.

Polishing	H ₃ PO ₄ + pumice	Opalustre
With	0 (0; 0) _{Ba}	*0,27 (0,08; 0,85) _{Aa}
Without	0 (0; 0) _{Aa}	0 (0; 0) _{Ab}

Control: median (minimum value; maximum value) = 0 (0; 0). Means followed by distinct letters (uppercase in horizontal and lowercase in vertical) differ between themselves ($p \leq 0.05$). *Differ from control group ($p \leq 0.05$).

DISCUSSION

The microabrasion technique consists of applying a compound that combines the chemical action of an acid (in this study, 35% phosphoric or 6,6% hydrochloric acid -

Opalustre) and an abrasive action (in this study, pumice or silicon carbide microparticles). The procedure has proven efficacy as an alternative technique for the aesthetic resolution of surface stains. However its possible effects on the structure of enamel as microhardness, roughness and chemical changes that have been little studied, as well as ways to alleviate its effects.

The enamel surface structure is composed of hydroxyapatite and each crystal of $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ is surrounded by a layer of tightly bound water. The presence of this hydration shell shows that the crystal is electrically charged and can therefore attract ions that are able to play a part in remineralization. As a result of the above, it is apparent that, in spite of the external appearances, enamel is porous and ion migration is possible²¹. The acid used in microabrasion procedures can penetrate enamel and ions can be displaced, that can cause an increasing in porosity levels, facilitating acid transport and further demineralization²².

In this research, the group treated with 35% phosphoric acid paste associated with pumice did not present significant statistical differences in terms of surface roughness, when compared with the group treated with Opalustre (Ultradent) according to other studies¹⁹. This results may be related to acids used. The hydrochloric acid demonstrates greater erosive power. Hydrochloric acid is more erosive than phosphoric, however, as its concentration is reduced (to 6.6%), it is suggested that an equalization occurs in relation to erosive power, which could create a conditioning pattern of the enamel, taking into account a lesser formation of porosity on the enamel surface, making the observed amount of roughness equal to that of phosphoric acid, which is a weak acid in higher concentrations²³.

The enamel's roughness increased after the microabrasion treatment in relation to the initial abrasion, which is in agreement with the results present in literature^{19,22}. The particle size of the different agents used were analyzed by Loguercio²⁴, that observed the greater granulation associated with Opalustre's abrasive system (Ultradent) - 20 – 160 μm , followed by Prema Compound's - 30 to 60 μm abrasive system and pumice, with particle sizes varying between 0.8 and 3.0 μm . According to Loguercio²⁴, the higher amounts of roughness found in their study were obtained with Opalustre's (6,6% hydrochloric acid) abrasive system in comparison with Prema Compound's (10% hydrochloric acid) abrasive system, which presents the same abrasive agent in its composition, but with fewer granulations.

Although Opalustre's particle size was larger than that of pumice, which could possibly contribute to more roughness of enamel, this effect was not significant in this study, perhaps due to the acid concentration used in each abrasive system. Opalustre utilizes 6.6% hydrochloric acid in its composition; despite being a strong acid, it was used in low concentration.

Roughness is intimately connected to brightness and light reflection as well as to the accumulation and retention of dental plaque. Thus, enamel polishing is important, as otherwise the roughness may interfere directly with the esthetics of the teeth and the health of the adjacent tissues²⁵. In this study, polishing techniques on abraded enamel were used with the assistance of materials usually used for the polishing and restoration of compound resins. Such materials presented excellent results on enamel too.

It was noted, further, that, with respect to polishing after microabrasion, the diamond polishing paste led to a decrease in the enamel surface roughness in all groups. These data are consistent with recent studies^{19,20}. According to Jefferies²⁶, this fact could be due to the small size of diamond granulation present in the diamond paste (2-4 μm). The results obtained in this research still match the results obtained by Scheibe²⁷, when comparing surface roughness of samples of compounds polished by aluminum oxide discs, silicone tips and diamond pastes, obtaining the best results when using such materials. According to Chung²⁸ such procedures could reduce the surface roughness from 74%, justifying the use of these polishing methods.

The results showed that the values of microhardness of enamel increased after microabrasion followed by polishing. The slight superficial abrasion of enamel rods with acid erosion obtained by simultaneous microabrasion systems causes compression of mineralized tissue within the region's organic enamel, replacing the outer region free of prisms or even the micronized diamond from diamond paste in this regions¹⁵. The pattern of conditioning can also provide a way for the dissolution of the enamel subsurface that, along with the minerals of the external fluid, may precipitate and increase the hardness.

According to Energy Dispersion (EDS) results, it was not observed any alteration of phosphorus means after all microabrasion procedures, with or without polishing, but for calcium, the groups treated with hydrochloric acid presented lower means differing from control group. This fact can be explained because the specimens utilized for this test didn't stay immersed in artificial saliva, so the fluid couldn't precipitate and increase the EDS values. However it can be observed, in results from Opalustre microabrasion procedure, the presence of chlorine on enamel, and when it was carried out the polishing

procedures, amounts of silica were incorporated on this substrate. In a correlation of results from EDS and microhardness, it is possible that this incorporation may alter the hardness values, how it was observed in table 3.

Some studies have examined the erosive effect that acid has on the enamel surfaces. Silverstone²⁹ observed the changes under scanning electron microscopy. They observed three different patterns of conditioning. Type 1 has a space in the center prism; outlying regions remained intact. Type 2 shows the absence of peripheral areas around the prismatic core. Type 3 shows roughness overall, with characteristics similar to those of types 1 and 2. Kendell³⁰, in a study of the removal of brown fluorosis stains with hydrochloric acid to 18% by scanning electron microscopy, observed patterns of conditioning type 2, with preferential loss of peripheral prism predominating.

In this study, the specimens were stored with artificial saliva for periods of 15 days and 30 days. The results showed that for to both groups, polished and unpolished, there were observed changes after 15 days of exposure, but in a comparison of the two times of immersion, no changes were detected in the amount of enamel microhardness, indicating that the artificial saliva for periods over than 15 days was not able to increase the hardness of enamel. A study by Fragoso et al.²⁰ related that times of immersion of 24 hours or even 7days after microabrasion was not able to increase the abraded enamel's hardness. In this study the specimens were stored in artificial saliva only after the microabrasion and polishing procedures to it was possible to evaluate the isolated effect of these procedures in order that exposure to saliva could alter the results in this phase.

Scanning electron microscopy showed that the application of microabrasive generated the formation of morphological patterns that are distinct and different from the control group (Fig.1) for the products tested.

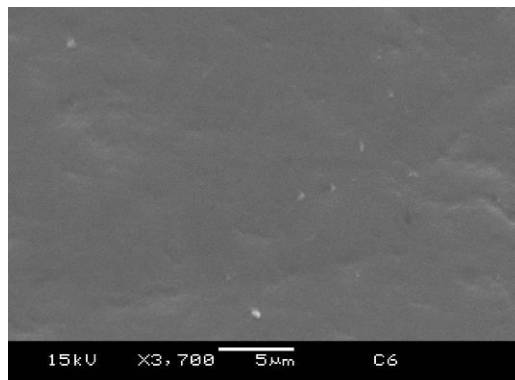


Fig. 1: SEM Image of representative specimens of the group E control.

The application of pumice associated with 35% phosphoric acid showed a morphological pattern of enamel etching patterns similar to those described in the literature, characterized by the dissolution and homogeneous region of interprismatic clear enamel (Fig. 2).

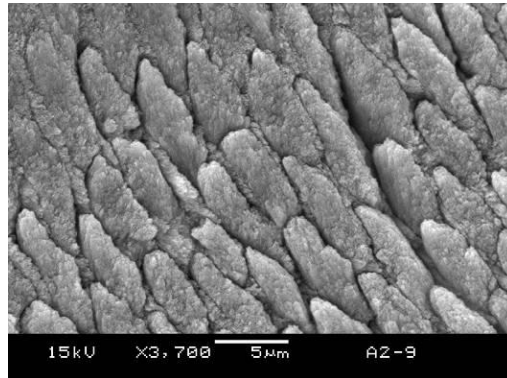


Fig. 2: SEM Image of representative specimens of the group B treated with 35% phosphoric acid and pumice.

The surface morphology of Opalustre was slightly irregular, with a sandy appearance (Fig. 3).

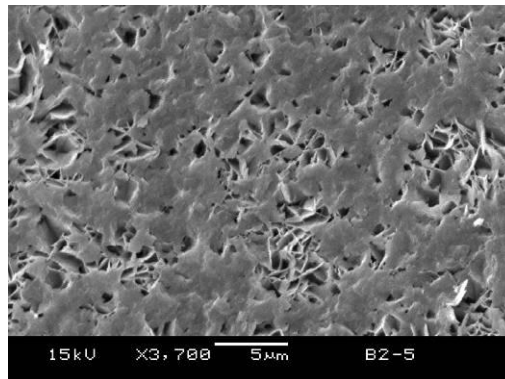


Fig. 3: SEM Image of representative specimens of the group D Opalustre

However this procedures doesn't lead to a abraded enamel that technique suggests. The groups polished with diamond polishing paste (Fig. 4, Fig. 5) had morphology closer to that of the control group and improved the surface smoothness after microabrasion, confirming the need to perform this step after the microabrasion procedure.

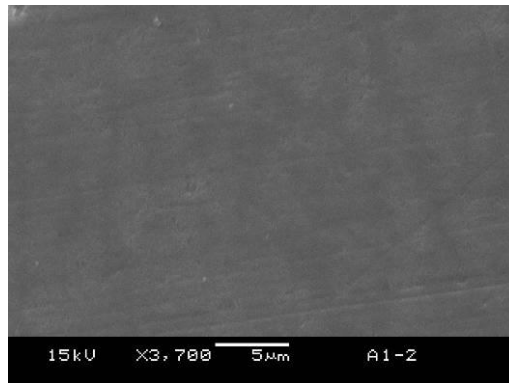


Fig. 4: SEM Image of representative specimens of the group A treated with 35% phosphoric acid and pumice, polished.

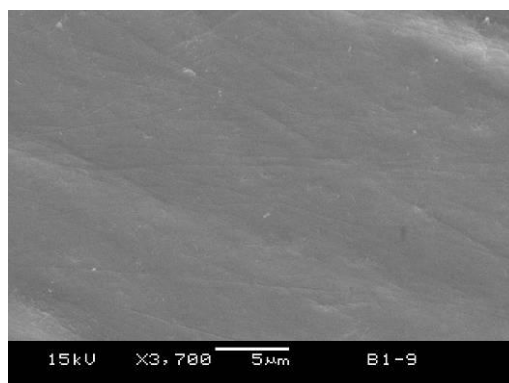


Fig. 5: SEM Image of representative specimens of the group C treated with Opalustre polished.

The first hypothesis of this study was not accepted cause enamel surface roughness and microhardness did not differ between the two abrasives tested; The second hypothesis was accepted, the polishing causes a reduction in the abraded enamel roughness, besides increasing the microhardness values; the third hypothesis was partially accepted cause the immersion in artificial saliva altered the enamel hardness only in 15 days. There was no difference between the two times of immersion. And the fourth hypothesis was rejected because there was alteration of enamel mineral content.

CONCLUSIONS

According to the results obtained from this research, it can be concluded that the abrasion followed by polishing can increase the microhardness of enamel, leave a better surface smoothness and, moreover, the immersion in artificial saliva for a minimum of 15 days is sufficient to increase the surface hardness of abraded enamel. In addition it can be conclude that microabrasion procedures can alter the mineral content from dental enamel, incorporating microabrasive chemical elements on this substrate.

REFERENCES

1. Croll TP, Cavanaugh RR. Enamel color modification by controlled hydrochloric acid-pumice abrasion-Further examples. *Quintessence Int* 1986;12:157-64.
2. McCloskey RJ. A technique for removal of fluorosis stains. *J Am Dent Assoc* 1984;109:63-4.
3. Croll TP. Enamel microabrasion: Observations after 10 years. *J Am Dent Assoc* 1997;128:45S-50.
4. Wray A, Welbury R; Faculty of Dental Surgery, Royal College of Surgeons. Treatment of intrinsic discoloration in permanent anterior teeth in children and adolescents. *Int J Paediatric Dent* 2001;11:309-15.
5. Kamp AA. Removal of white spot lesions by controlled acid-pumice abrasion. *J Clin Orthod* 1989;23:690-3.
6. Croll TP. Combining resin composite bonding and enamel microabrasion. *Quintessence Int* 1996;27:669-71.
7. Rosenthaler H, Randel H. Rotary reduction, enamel microabrasion, and dental bleaching for tooth color improvement. *Compend Contin Educ Dent* 1998;19:62-7.
8. Matos AB, Palma RG, Saraceni CH, Matson E. Effects of acid etching on dentin surface: SEM Morphological study. *Braz Dent J* 1997;8:35-41.
9. Tong LS, Pang MK, Mok NY, King NM, Wei SH. The effects of etching, microabrasion, and bleaching on surface enamel. *J Dent Res* 1993;72:67-71.

10. Chan DC, Howell ML, Carraway KB, Garcia-Godoy F. Polarized and transmitted light microscopic study of enamel after microabrasion. *Quintessence Int* 1995;26:57-62.
11. Kirkham J, Robinson C, Strong M, Shore RC. Effects of frequency and duration of acid exposure on demineralization/remineralization behavior of human enamel *in vitro*. *Caries Res* 1994;28:9-13.
12. Sundfeld RH, Croll TP, Briso AL, de Alexandre RS, Sundfeld Neto D. Considerations about enamel microabrasion after 18 years. *Am J Dent* 2007;20:67-72.
13. Benbachir N, Ardu S, Krejc I. Indications and limits of the microabrasion technique. *Quintessence Int* 2007;38:811-5.
14. Nixon PJ, Robinson S, Gahan Matthew, Chan MF. Conservative aesthetic techniques for discolored teeth: 2. Microabrasion ad composite. *Dent Update* 2007;34:160-2.
15. Donly KJ, O'Neil M, Croll TP. Enamel microabrasion: A microscopic evaluation of the "abrasion effect". *Quintessence Int* 1992;23:175-9.
16. Paic M, Sener B, Schug J, Schmidlin PR. Effects of microabrasion on substance loss, surface roughness, and colorimetric changes on enamel *in vitro*. *Quintessence Int* 2008;39:517-22.
17. Bertin, EP. X-ray Physics. In: *Principles and Practice of X-rayspectrometric analysis*. 2o ed, New York, Plenum Press Inc., 1975, p.1078.
18. Alexandre TL, Bueno, MIMS. Classification of some species, genera and families of plants by x-ray spectrometry. *X-ray Spectrometry*. 2006; 35(4): 257-60.

19. Bertoldo et al. Evaluation of the effect of different methods of microabrasion and polishing on surface roughness of dental enamel. *Indian J Dent Res* 2011 mar-apr. *In press*.
20. Fragoso LSM et al. Evaluation of physical properties of enamel after microabrasion, polishing, and storage in artificial saliva. *Biomed Mater* 2011 6 035001 (6pp).
21. Ferreira JM, Palamara J, Phakey PP, Rachinger WA, Orams HJ. Effects of continuous-wave CO₂ laser on the ultrastructure of human dental enamel. *Arch Oral Biol* 1989;34:551-62.
22. Mathias J, Kavitha S, Mahalaxmi. A comparison of surface roughness after microabrasion of enamel with and without using CPP-ACP: An *in vitro* study. *J Conserv Dent* 2009;12:22-5.
23. Royer MA, Meiers JC. Shear bond strength of resin to acid/pumice-microabraded enamel. *Oper Dent* 1995;20:155-9.
24. Loguercio AD, Correia LD, Zago C, Tagliari D, Neumann E, Gomes OM, et al. Clinical effectiveness of two microabrasion materials for the removal of enamel fluorosis stains. *Oper Dent* 2007;32:531-8.
25. Segura A, Donly KJ, Wefel JS, Drake D. Effect of enamel microabrasion on bacterial colonization. *Am J Dent* 1997;10:272-4.
26. Jefferies SR. The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry. *Dent Clin North Am* 1998;42:613-27.

27. Scheibe KG, Almeida KG, Medeiros IS, Costa JF, Alves CM. Effect of different polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites. *J Appl Oral Sci* 2009;17:21-6.
28. Chung KH. Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. *Dent Mat* 1994;10:325-30.
29. Silverstone LM, Hicks MJ and Featherstone MJ. Dynamic factors affecting lesion initiation and progression in human dental enamel.II. Surface morphology of sound enamel and cariesline lesion of enamel. *Quintessence Int* 1988;19:773-85.
30. Kendell RL. Hydrochloric acid removal of brown fluorosis stains: clinical and scanning electron micrographic observations. *Quintessence Int* 1989;20:837-9.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que, o procedimento microabrasivo pode aumentar a rugosidade superficial do esmalte, entretanto quando a técnica é seguida de polimento pode-se aumentar a microdureza do esmalte bem como a lisura superficial, além disso, a imersão em saliva artificial pelo período mínimo de 15 dias é suficiente para aumentar a dureza do esmalte abrasado. Conclui-se ainda que o procedimento microabrasivo pode alterar o conteúdo mineral do esmalte dental, incorporando a ele, elementos químicos dos agentes microabrasivos.

REFERÊNCIAS

Benbachir N, Ardu S, Krejci I. Indications and limits of the microabrasion technique. *Quintessence Int.* 2007; 38(10): 811-5.

Chan *et al.* Polarized and transmitted light microscopic study of enamel after microabrasion. *Quintessence Int.* 1995; 26: 57-62.

Chandra S & Chawla TN. Clinical evaluation of the sandpaper disk method for removing fluorosis stains from teeth. *J Am Dent Assoc.* 1975; 90(6): 1273-6.

Croll TP. Enamel microabrasion for removal of superficial discoloration. *J Esthet Dent.* 1989a; 1(1): 14-20.

Croll TP. Enamel microabrasion: the technique. *Quintessence Int.* 1989b; 20(6) : 395-400.

Croll TP, Killian CM, Miller AS. Effect of enamel microabrasion compound on human gingiva: report of a case. *Quintessence Int.* 1990; 21(12): 959-63.

Croll TP. Enamel microabrasion. Chicago: Quintessence; 1991. Cap.1, p.13-21.

Croll, TP. Enamel microabrasion followed by dental bleaching cases reports. *Quintessence Int.* 1992; 23(5): 317-21

Croll TP. Enamel microabrasion. Observations after 10 years. *J Am Dent Assoc.* 1997; 128(Spec. Issue): 45S-50S.

Croll TP & Cavanaugh RR. Enamel color modification by controlled hydrochloric acid-pumice abrasion-Further examples. *Quintessence Int.* 1986; 12(3): 157-64.

Dalzell DP, Howes RI, Hubler PM. Microabrasion: effect of time, number of application and pressure on enamel loss. *Pediatr Dent.* 1995; May-Jun 17(3): 207-11.

Donly KJ, O'Neil M, Droll TP. Enamel microabrasion: a microscopic evaluation of the "abrasion effect". *Quintessence Int.* 1992; 23(3): 175-79.

Erdogan G. The effectiveness of a modified hydrochloric acid-quartz pumice abrasion technique on fluorosis stains: a case report. *Quintessence Int.* 1998; Feb 29(2): 119-22.

Featherstone *et al.* Comparisson of artificial caries-like by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries Research.* 1983; 17(5): 385-91.

Fragoso LSM *et al.* Evaluation of physical properties of enamel after microabrasion, polishing, and storage in artificial saliva. *Biomed Mater* 2011 6 035001 (6pp).

Goldstein RE, Garber DA. *Complete Dental Bleaching.* Quintessence Publishing Co, 1995.

Kamp AA. Removal of white spot lesions by controlled acid-pumice abrasion. *J Clin Orthod.* 1989; 23(10): 690-3.

McCloskey, R.J. A technique for removal of fluorisis stains. *J Am Dent Assoc.* 1984; 109: 63-64.

Oltu U, Gurgan S. Effects of three concentrations of carbamide peroxide on the structure of enamel. *J. Oral Rehabil.* 2000; London 27: 332-40.

Peariasamy K, Anderson P, Brook AH. A quantitative study of effect of pumicing and etching on the remineralisation of enamel opacities. *Int J Paediatric Dent.* 2001; May 11(3): 193-200.

Tong LS, Pang MK, Mok NY, King NM, Wei SH. The effects of etching, microabrasion and bleaching on surface enamel. *J Dent Res.* 1993; 72(1): 67-71.

Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a reviewof the literature. *British Dental Journal.* 2001; 190: 309–16.

Wray A, Welbury R; Faculty of Dental Surgery, Royal College of Surgeons. Treatment of intrinsic discoloration in permanent anterior teeth in children and adolescents. *Int J Paediatric Dent.* 2001;11: 309-15.

APÊNDICE

1. METODOLOGIA ILUSTRADA

1.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

As unidades experimentais foram 90 blocos de esmalte bovino. Os fatores em estudo foram: os sistemas microabrasivos em 2 níveis (ácido fosfórico a 35% (Ultra-Etch, Ultradent Products Inc. Utah, USA) associado a pedra pomes (SS White LTDA; Rio de Janeiro, RJ, Brasil); Ácido clorídrico 6,6% e carbeto de silício - Opalustre (Ultradent Products Inc. Utah, USA – Fig. 4)); o sistema de polimento em 2 níveis: presente - Pasta diamantada para polimento de compósitos (Diamond Excell/FGM Produtos odontológicos Ltda.; Joinville, SC, Brasil) associada a discos de feltro (FGM Produtos odontológicos Ltda.; Joinville, SC, Brasil) e ausente. As variáveis de resposta foram a dureza Knoop pelo teste de microdureza e a rugosidade superficial pelo teste de rugosimetria perfilométrica pelo padrão Ra (μm).

A forma de designar o tratamento para as unidades experimentais foi realizada por processo aleatório, através de sorteio.

1.2. CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Foram utilizados 90 dentes incisivos bovinos (Fig. 1) que após a coleta, foram armazenados em solução aquosa de timol a 0,1% (Dinâmica, Piracicaba, São Paulo, Brasil), tamponado. Foram manualmente removidos os debrís com lamina de bisturi e os dentes foram polidos com taças de borracha e pasta de pedra-pomes (SS White LTDA; Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e água. Após este procedimento, os dentes foram armazenados em água destilada até o momento de sua utilização.

Após separar a porção coronária da radicular com disco diamantado dupla face (KG Sorensen, Ind. Com. Ltda., Barueri, SP, Brasil), blocos de esmalte de 25mm² (Fig. 1) foram obtidos utilizando cortadeira metalográfica de precisão (Isomet 1000, Buehler, Illinois, EUA) (Fig. 2A) com disco diamantado de alta concentração (4 "× 012 × 1/2, Buehler, Illinois, EUA) (Fig. 2B).



Fig. 1. Obtenção do bloco de esmalte.



2A

2B

Fig. 2. A- Cortadeira metalográfica de precisão (Isomet 1000, Buehler, Illinois, EUA); B - Disco diamantado de alta concentração (4 "x 012 x 1/2, Buehler, Illinois, EUA).

A superfície de esmalte dos fragmentos foram planificados com lixas de carvão de silício de granulação crescente (#400, #600 e #1200) (Fig. 3), e tiveram a superfície de esmalte polida com feltros (TOP, RAM e SUPRA) (Arotec, Cotia; SP, Brasil), associados a pastas diamantadas metalográficas de granulação decrescente (1 and 1/4 μm), juntamente com o lubrificante específico (Arotec, Cotia; SP, Brasil) (Fig. 4).



Fig. 3. Planificação da superfície de esmalte com lixas de carbeto de silício de granulação crescente (#400, #600 e #1200).



Fig. 4. Polimento com feltros associado a pastas diamantadas metalográficas de granulação decrescente (1 and ¼ µm) lubrificadas com lubrificante vermelho para metalografia.

Entre cada etapa de planificação e polimento, bem como no final dos procedimentos, as amostras foram lavadas com água destilada em cuba ultrassônica (Marconi, Piracicaba, São Paulo, Brasil) para que fossem removidos quaisquer debris presentes na superfície de esmalte.

1.3. SEPARAÇÃO DOS GRUPOS

As amostras foram divididas cinco grupos (n=9), como descrito na tabela 1.

Tabela 1: Divisão dos grupos (n=9)

Subgrupo	Microabrasivo
A	H ₃ PO ₄ associado a pedra pomes e polimento
B	H ₃ PO ₄ associado a pedra pomes
C	Opalustre e polimento
D	Opalustre
E	Controle

1.4. MENSURAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL

As amostras foram submetidas às leituras iniciais de rugosidade superficial com auxílio de rugosímetro perfilômetro (Mitutoyo, SurfTest 211; São Paulo, Brasil) (Fig. 5), com o qual foram realizadas três leituras iniciais (L1) e finais (L2) após a realização dos tratamentos superficiais.



Fig. 5. Rugosímetro perfilômetro (Mitutoyo, Surftest 211; São Paulo, Brasil)

1.5. MENSURAÇÃO DA MICRODUREZA SUPERFICIAL KNOOP

As amostras foram submetidas a leituras iniciais de microdureza superficial com auxílio de um microdurômetro (HMV-2000 Shimadzu, Tokyo, Japão) (Fig. 6A), com carga estática de 25g por 5s, com o qual foram realizadas cinco edentações na região central da superfície da amostra com distância de 100 μ m (Fig. 6B) entre cada edentação, em 4 diferentes tempos: inicial (L1), após tratamento superficial (L2), após imersão em saliva artificial por 15 dias (L3) e após imersão em saliva artificial por 30 dias (L4).



6A



6B

Fig. 6. A- Microdurômetro (HMV-2000 Shimadzu, Tokyo, Japão); B - Edentações na região central da superfície da amostra com distância de 100 μ m.

1.6. PROCEDIMENTO MICROABRASIVO

Os procedimentos microabrasivos foram realizados da seguinte forma:

Para os subgrupos tratados com ácido fosfórico a 35% (Ultra-Etch, Ultradent Products Inc. Utah, USA) associado à pedra pomes (SS White LTDA; Rio de Janeiro, RJ, Brasil), foram utilizados quantidades iguais em volume de ácido e abrasivo, dosados com auxílio de colher dosadora, misturados em pote dappen com espátula plástica,

totalizando a porção de 0,184g colocada sobre cada amostra microabrasionada (Fig. 7)



Fig. 7. Preparo e aplicação da pasta microabrasiva composta por ácido fosfórico a 35% associado a pedra pomes.

Foram realizadas 10 aplicações de 10 segundos de microabrasivo com auxílio de micro motor (LB-2000, Beltec Indústria e comércio de equipamentos odontológicos LTDA, Araraquara, São Paulo, Brasil) (Fig. 8A) associado à taça de borracha específica para microabrasão (Ultradent Products Inc. Utah, USA) (Fig. 8B), sendo que entre cada aplicação a amostra era lavada em água corrente e secada com auxílio de leve jato de ar.



8A

8B

Fig. 8. A - Micro-motor (LB-2000, Beltec Indústria e comércio de equipamentos odontológicos LTDA, Araraquara, São Paulo, Brasil); B - Taça de borracha específica para microabrasão (Ultradent Products Inc. Utah, USA).

Para os subgrupos tratados com Opalustre (Ultradent Products Inc. Utah, USA), foi utilizada a mesma colher dosadora para proporcionamento do microabrasivo sobre a amostra (0,184g). Foram realizadas 10 aplicações de 10 segundos de microabrasivo com auxílio de micro-motor (LB-2000, Beltec Indústria e comércio de equipamentos odontológicos LTDA, Araraquara, São Paulo, Brasil) (Fig. 8A), associado a taça de borracha específica para microabrasão (Ultradent Products Inc. Utah, USA) (Fig. 8B), sendo que entre cada aplicação a amostra era lavada em água corrente e secada com auxílio de leve jato de ar (Fig. 9).



Fig. 9. Dosagem e aplicação do microabrasivo Opalustre.

1.7. PROCEDIMENTO DE POLIMENTO

Após os procedimentos microabrasivos, as amostras dos grupos G1A, G1C, G2A e G2C foram submetidas ao polimento com pasta diamantada para polimento de compósitos (Diamond Excell/FGM Produtos odontológicos Ltda.; Joinville, SC, Brasil) associada a discos de feltro (FGM Produtos odontológicos Ltda.; Joinville, SC, Brasil). O procedimento de polimento foi realizado com auxílio de um micro-motor (LB-2000, Beltec Indústria e comércio de equipamentos odontológicos LTDA, Araraquara, São Paulo, Brasil) (Fig. 8A), pelo período de 2 minutos com intervalo de 30 segundos para não aquecer o esmalte (Fig. 10). Em seguida as amostras foram lavadas pelo período de 15 minutos em cuba ultrassônica.



Fig. 10. Procedimento de polimento.

1.8. CARACTERIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE EM MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

As amostras foram preparadas para a leitura em microscópio eletrônico de varredura (JEOL.JSM 5600LV, Tokyo, Japão) (Fig. 11A). Após a desidratação lenta em recipiente com sílica gel durante três dias a 40°C, os corpos-de-prova foram metalizados com uma camada de ouro-paládio (Fig. 11C), em metalizador (Bal-Tec-SCD 050 sputter coter, Alemanha) (Fig. 11B). As superfícies foram levadas ao microscópio e observadas segundo o padrão morfológico superficial. As imagens

(3700x) mais representativas foram arquivadas para ilustração não sendo submetidas a nenhum tratamento estatístico.

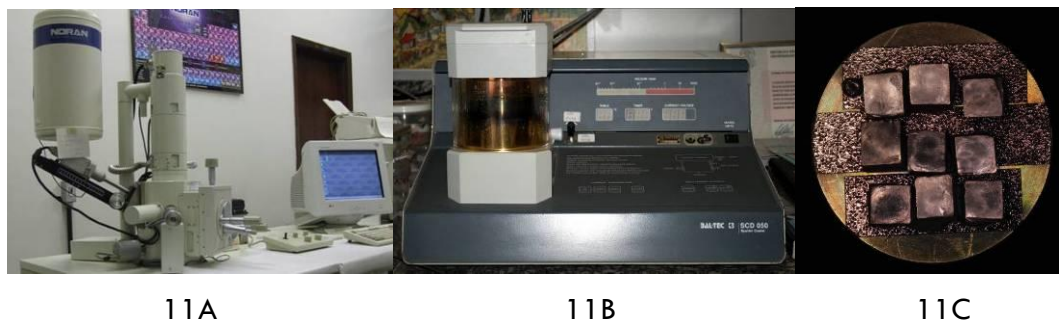


Fig. 11. A - Microscópio eletrônico de varredura; B – Metalizador; C – Amostras metalizadas.

1.9. ANÁLISE SEMI-QUANTITATIVA EM EDS

As amostras do grupo 2, foram preparadas para a leitura em microscópio eletrônico de varredura (JEOL.JSM 5600LV, Tokyo, Japão) (Fig. 11A). Após a desidratação lenta em recipiente com sílica gel durante três dias a 40°C, os corpos de prova foram recobertos com uma camada de carbono vaporizado (Fig. 12C) de uma corda de carbono (Carbon Yarn Part. No. YRN001-0001, Denton Vacuum, Moorestown, NJ, USA) (Fig. 12A), em metalizador (Denton Vacuum - Desc II, Moorestown, NJ, USA) (Fig. 12B).

Fig. 12. A - Corda de carbono; B - Metalizador; C – Amostras recobertas com carbono.

