

Lucas Lemes Queiroz

**Influência do gel hidrossolúvel e diferentes sistemas abrasivos no
acabamento e polimento de uma resina composta nanohíbrida: simulação
de superfície interproximal**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da
Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do
Título de Mestre em Odontologia – Área de Concentração
em Clínica Odontológica Integrada.

Uberlândia, 2019

Lucas Lemes Queiroz

Influência do gel hidrossolúvel e diferentes sistemas abrasivos no acabamento e polimento de uma resina composta nanohíbrida: simulação de superfície interproximal

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do Título de Mestre em Odontologia – Área de Concentração em Clínica Odontológica Integrada.

Orientador: Prof. Dr. Murilo de Sousa Menezes

Banca Examinadora: Prof. Dr. Murilo de Sousa Menezes

Prof. Dr. Paulo César de Freitas Santos-Filho

Prof. Dr. Hugo Lemes Carlo



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA



Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Odontologia
Av. Pará, 1720, Bloco 4L, Anexo B, Sala 35 - Bairro Umuarama, Uberlândia-MG, CEP
38400-902

Telefone: (34) 3225-8115/8108 - www.ppgoufu.com - copod@umuarama.ufu.br

Ata

Ata da defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO junto ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia.

Defesa de: Dissertação Mestrado - COPOD

Data: 26/02/2019

Discente: Lucas Lemes Queiroz (11712ODO014)

Título do Trabalho: **Influência do gel hidrossolúvel e diferentes sistemas abrasivos no acabamento e polimento de uma resina composta nanohíbrida: simulação de superfície interproximal.**

Área de concentração: Clínica Odontológica Integrada.

Linha de pesquisa: Propriedades Físicas e Biológicas dos materiais Odontológicos e das estruturas dentais.

Projeto de Pesquisa de vinculação: Propriedades Físicas e Biológicas dos materiais Odontológicos e das estruturas dentais.

As **oito horas e trinta minutos** do dia **vinte e seis de fevereiro de 2019** no Anfiteatro Bloco 4T Campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia, reuniu-se a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em janeiro de 2019, assim composta: Professores Doutores: Paulo César de Freitas Santos Filho (UFU); Hugo Lemes Carlo (UFJF); e o orientador(a) do(a) candidato(a) **Murilo de Sousa Menezes**.

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa Dr. Murilo de Sousa Menezes apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos (às) examinadores (as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Finalizada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu os conceitos finais.

Em face do resultado obtido, a Banca Examinadora considerou o(a) candidato(a) (A)provado(a).

Esta defesa de Dissertação Mestrado é parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre. O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos às 11 horas e 05 minutos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada eletronicamente pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Murilo de Sousa Menezes, Professor(a) do Magistério Superior**, em 26/02/2019, às 11:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Paulo César de Freitas Santos Filho, Professor(a) do Magistério Superior**, em 26/02/2019, às 11:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Hugo Lemes Carlo, Usuário Externo**, em 26/02/2019, às 11:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1050645** e o código CRC **B5B5F120**.

Referência: Processo nº 23117.011240/2019-46 SEI nº 1050645

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

- Q38i
2019
- Queiroz, Lucas Lemes, 1994
Influência do gel hidrossolúvel e diferentes sistemas abrasivos no acabamento e polimento de uma resina composta nanohíbrida [recurso eletrônico] : simulação de superfície interproximal / Lucas Lemes Queiroz. - 2019.
- Orientador: Murilo de Sousa Menezes.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Odontologia.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2019.1366>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.
1. Odontologia. 2. Resinas dentárias. 3. Aspereza de superfície. 4. Materiais odontológicos. I. Menezes, Murilo de Sousa, 1979, (Orient.) II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

CDU: 616.314

Angela Aparecida Vicentini Tzi Tziboy – CRB-6/947

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Marcelo e Nailma, por todo amor, carinho e compreensão. Pelo apoio ao meu crescimento profissional, e por entender os meus momentos de ausência.

Aos meus avós, por cuidarem de mim como filho, e por todo amor e carinho recebido.

À Fernanda e aos meus irmãos, por todo apoio e torcida pelo meu sucesso.

A Deus, por me dar forças quando parecia impossível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus** por me manter firme no meu propósito, e mais uma vez me mostrar que o seu tempo, sempre é melhor que o meu.

Aos meus pais, **Marcelo** e **Nailma** por respeitarem e apoiarem minhas escolhas profissionais sempre que possível.

Aos meus avós, **Analinda** e **José** por serem tão presentes e zelosos com meu bem-estar.

À **Fernanda** e meus irmãos **Tayná, Thiago, Marcella e Isabella** pela parceria e amizade ao longo de nossas vidas. O carinho de vocês foi fundamental.

Aos **familiares** que apoiaram e tentaram entender o que esses dois anos representaram para mim.

À **Universidade Federal de Uberlândia**, por ter me dado tudo de melhor na minha vida: amigos, formação e crescimento pessoal e profissional. Orgulho em fazer parte especialmente da **Faculdade de Odontologia** pela oportunidade de cursar graduação e mestrado.

Ao **Programa de Pós-Graduação** por contribuir na minha formação profissional.

Ao meu orientador, **Prof. Murilo de Sousa Menezes**, por me orientar além da dissertação, por ser profissional de exemplo no qual me espelho. Agradeço pela confiança e oportunidade concedida.

Aos professores **Paulo César de Freitas, Veridiana Resende, Carlos Soares, Gisele Rodrigues, Paulo Vinicius Soares, Ana Paula de Lima Oliveira, Paulo César Simamoto Junior, Priscila Barbosa Ferreira Soares e Roberto Pessoa** pelos ensinamentos. Cada um de vocês me mostrou o melhor dessa profissão, não medindo esforços na transmissão dos conhecimentos. Vocês são responsáveis por contribuírem com minha formação há sete anos.

Em especial, à **Ana Laura** você estava comigo desde o primeiro dia, sempre me estendeu a mão quando eu precisei, nos momentos mais difíceis, você era a pessoa que eu sempre recorria. A concretização dessa etapa seria impossível sem sua dedicação, amizade e principalmente seus conhecimentos. Gratidão por tudo o que fez por mim.

À **Marcela** por me apoiar mesmo com fuso horário de distância, você fez muita falta nesse tempo, e quando você voltou, me mostrou porque fez tanta falta, obrigado pelas correções, fotografias, ajuda e parceria.

À **Fernanda** e em especial **Giselle**, por me incentivarem, apoiarem e me inspirarem, e por todo suporte dado sempre que necessário, **Giselle**, você foi o início de tudo, obrigado.

À **Thamires, Thaís e Rafael**, pelo apoio, desabafos, ajuda e amizade, seja nas monitorias ou outros momentos em que estivéssemos trabalhando juntos.

Aos colegas de pós-graduação por partilhar momentos de aprendizado e dificuldades que nos fizeram crescer, em especial a **Laura e Nayara** que foram uma grata surpresa do mestrado.

Ao **Ramon**, por caminhar comigo desde a graduação, sendo apoio e espelho de pessoa e profissional. Muito orgulho do que construímos juntos.

Aos **amigos**, por entenderem os momentos de ausência, pelas conversas e momentos confortantes, sem vocês essa jornada teria sido mais árdua.

Aos **alunos da graduação**, por terem sido receptivos, proporcionando meu aprendizado.

A todos os **servidores UFU**, aqueles que por meio de seus trabalhos, fazem tudo acontecer. Vocês têm minha admiração. Em especial ao **Bruno** que pensou comigo e facilitou para que esse trabalho fosse possível. Ao **Guilherme e Rafael** que tanto me ajudaram em metodologias fora da odontologia. Ao **Moacyr**, por tornar todo projeto inovador em realidade.

Ao laboratório do MEV - **Engenharia química da UFU e Instituto da Física UFU**, obrigada pela oportunidade que tive para enriquecer meu trabalho, através dos equipamentos disponibilizados.

Ao **CPBio**, local que tive disponibilidade dos equipamentos e pude realizar a minha pesquisa.

À banca do meu exame de qualificação, professores **Gisele, Carlos e Valéria**, sou grato às contribuições que mudaram além do meu trabalho, mas minha visão de profissional sobre a ciência.

Por fim, a **todos** aqueles que torcem por mim, e de alguma forma fizeram parte disso, gratidão por tudo!

EPÍGRAFE

“Mas na profissão, além de amar tem de saber.

E o saber leva tempo pra crescer. ”

Ruben Alves

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	3
1- INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO	6
2- PROPOSIÇÃO	10
3- Material e Métodos	12
3.1. Delineamento experimental	12
3.1.1. Unidade experimental	12
3.1.2. Fatores em estudo	12
3.1.3. Variáveis respostas	12
3.1.4. Métodos de análise	12
3.1.5. Divisão dos grupos	13
3.2. Dispositivo para confecção dos espécimes	14
3.3. Espectrometria - MARC	15
3.4. Confecção dos espécimes	16
3.5. Acabamento e polimento	20
3.6. Rugosidade de superfície (Ra-μm)	23
3.7. Microscópio de força atômica - AFM	25
3.8. Microscopia eletrônica de varredura - MEV	26
3.9. Análise do padrão de superfície – MEV	27
3.10. Espectroscopia por energia dispersiva – EDS	27
4- Resultados	29
4.1. Espectrometria - MARC	29
4.2. Rugosidade de superfície	29
4.3. Microscopia de Força atômica	31
4.4. MEV e análise do padrão de superfície	33
4.5. Composição química das tiras	43
5. Discussão	45
6- Conclusão	52
7- Referências	54

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o acabamento e polimento de diferentes sistemas de tiras abrasivas e a influência do gel hidrossolúvel associado à polimerização adicional, na qualidade da superfície interproximal de uma resina composta nanohíbrida. Um dispositivo convexo foi idealizado e torneado em poliacetato para possibilitar o acabamento e polimento dos espécimes, simulando a convexidade da superfície interproximal. Oitenta espécimes de resina composta foram alocados em 8 grupos (n=10), de acordo com: a fotopolimerização com tira de poliéster em posição (Tira); abrasionamento por sistema de tiras EpiTex (Epi); abrasionamento por sistema de tiras Sof-Lex (Sof) e ausência de acabamento e polimento, como grupo controle (C). Os mesmos grupos se repetiram com a presença do gel hidrossolúvel (GH) associado à polimerização adicional (GH-Tira; GH-Epi; GH-Sof; GH-C). Para a realização das metodologias, os espécimes foram confeccionados e armazenados em água destilada ao abrigo de luz, à 37°C durante 24hrs. O método de avaliação quantitativa da rugosidade de superfície foi o rugosímetro. As análises qualitativas foram realizadas por meio de microscopia de força atômica (AFM) e microscopia eletrônica de varredura (MEV). As tiras foram caracterizadas quanto a composição por meio de espectroscopia por energia dispersiva (EDS) e morfologicamente por MEV. As análises estatísticas quantitativas ($R_a/\mu\text{m}$), dos grupos experimentais foram realizadas a partir da análise de variância (*two-way* ANOVA) e teste de Tukey ($\alpha=0,05$). O grupo controle foi comparado com os grupos experimentais por meio da análise de variância (*two-way* ANOVA) e teste de Dunnett ($\alpha=0,05$). A avaliação qualitativa das microscopias foi realizada pelo teste de Kurskal-Wallis e *one-way* ANOVA *on ranks*. Houve diferença estatística significativa entre o grupo controle e os demais grupos experimentais ($p<0,001$), no entanto, sem diferença entre si ($p=0,292$). A análise qualitativa das microscopias demonstrou diferença entre os grupos experimentais ($p<0,001$), sendo que os grupos Tira e GH-Tira foram diferentes dos grupos GH-C, GH-EPI e C e os demais foram semelhantes entre si. Conclui-se que o acabamento e o polimento com tiras abrasivas associados à inibição do oxigênio com gel hidrossolúvel, criaram uma superfície interproximal mais homogênea e polida.

Palavras-chave: resinas compostas, acabamento e polimento, rugosidade superficial, interproximal, tiras abrasivas.

.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the finishing and polishing of different abrasive matrix systems and the influence of the water soluble gel associated to the additional polymerization on the interproximal surface quality of a nanohybrid composite resin. A convex device was designed and turned into polyacetal to allow the finishing and polishing of the specimens, simulating the convexity of the interproximal surface. Eight specimens of composite resin were allocated in 8 groups (n = 10), according to: photopolymerization with matrix of polyester in position (Matrix); abrasion by Epitex matrix system (Epi); abrasion by Sof-Lex matrix system (Sof) and absence of finishing and polishing, as control group (C). The same groups were repeated with the presence of the water-soluble gel (WSG) associated to the additional polymerization (WSG-Matrix, WSG-Epi; WSG-Sof; WSG-C). The specimens were prepared and stored in distilled water under light at 37°C for 24hrs. The method of quantitative evaluation of the surface roughness was the rugosimeter. The qualitative analyzes were performed by means of atomic force microscopy (AFM) and scanning electron microscopy (SEM). The strips were chemically characterized by energy dispersive spectroscopy (EDS) and morphologically by SEM. The quantitative statistical analyzes (Ra / μm) of the experimental groups were performed using two-way ANOVA and Tukey test ($\alpha=0.05$). The control group was compared with the experimental groups by analysis of variance (two-way ANOVA) and Dunnet's test ($\alpha=0.05$). The qualitative evaluation of the MEVs was performed by the Kurskal-Wallis test and one-way ANOVA on ranks. There was a statistically significant difference between the control group and the other experimental groups ($p<0.001$), however, with no difference between them ($p=0.292$). The qualitative analysis of the microscopies showed a difference between the experimental groups ($p<0.001$), and the groups Matrix and WSG-Matrix were different from the WSG-C, WSG-EPI and C groups and the others were similar to each other. It is concluded that the finishing and polishing with abrasive strips associated to the inhibition of oxygen with water soluble gel, created a more homogeneous and polished interproximal surface.

Keywords: composite resins, finishing and polishing, surface roughness, interproximal, abrasive strips.

INTRODUÇÃO

1- INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

A cosmética exige do clínico diferentes abordagens para alcançar a objetivo estético de cada paciente (An *et al.*, 2014). A resina composta por meio do seu biomimetismo, permite a simulação dos tecidos dentários (Taylor, *et al.*, 1998), atendendo as necessidades estéticas das restaurações anteriores, além da preservação da estrutura dental quando comparadas com restaurações indiretas. (Resende *et al.*, 2018). Os compósitos apresentam também vantagens como: baixo custo, reversibilidade, ausência de etapas laboratoriais, facilidade de reparo, além do excelente resultado funcional. (Ferracane, 2011; De Araujo Jr *et al.*, 2009; Campos *et al.*, 2014).

Ferracane em 2011, relatou a importância da classificação das resinas compostas por meio do tamanho de suas partículas: macroparticuladas, microparticuladas, híbridas e nanohíbridas. Resinas macroparticuladas possuíam partículas com tamanho variados entre 10 e 50 μm , apresentavam resistência mecânica, porém não apresentavam estética satisfatória por não conseguirem lisura superficial após acabamento e polimento. Por conta disso, reduziu-se o tamanho das partículas de carga, entre 40 a 50 nm, e como isso foi possível obter melhora na estética, com maior lisura de superfície, no entanto, perdeu considerável resistência mecânica. Posteriormente, surgiram compósitos híbridos com objetivo de unir as principais características da resina macro e microparticulada, equilibrando estética e resistência. A constante melhoria das resinas veio pela constante diminuição das partículas e acrescentou diferentes materiais em sua composição, surgindo as resinas nanohíbridas. (Ferracane, 2011; Tavangar *et al.*, 2018; Carvalho *et al.*, 2007).

Estudos retrospectivos mostram longevidade das restaurações em resina composta de pelo menos 10 anos (Lempel *et al.*, 2017; Demarco *et al.*, 2017; Demarco *et al.*, 2015; Heintze *et al.*, 2015). A qual está na dependência da criteriosa execução de todos os passos técnicos da etapa clínica. Uma das etapas importantes ao se realizar uma restauração em resina composta é o restabelecimento do ponto de contato (El-Shamy *et al.*, 2018), que

frequentemente é obtido utilizando-se uma matriz de poliéster em dentes anteriores. Esta matriz é utilizada para restabelecer além do ponto de contato, a forma do dente e também evitar a união deste material restaurador com os dentes adjacentes (Gomes *et al.*, 2015). Para a correta utilização dessa matriz, esta, deve ficar bem adaptada entre o remanescente e material restaurador, para evitar excessos do material e conseqüentemente possibilitar uma superfície lisa e polida (Endo *et al.*, 2010). Um ponto de contato inadequado, pode gerar acúmulo de placa bacteriana e evoluir para cáries secundárias ou problemas periodontais, além de descoloração da superfície interproximal. (Wafa *et al.*, 2003; Demarco *et al.*, 2015).

A inibição do oxigênio no momento da polimerização da última camada de resina composta é relevante para a longevidade da restauração (Bergmann *et al.*, 1998). O oxigênio presente no ambiente reage com os radicais livres da última camada, interferindo no grau de conversão do material (Boing, *et al.*, 2011). Desde 1998 com Bergmann, estabeleceu-se a importância de existir uma barreira física para evitar o contato da superfície do compósito com o oxigênio. O gel glicerinado e hidrossolúvel são os materiais utilizados com essa função. O principal benefício da utilização desta barreira é o aumento do grau de conversão na superfície dos compósitos, que interfere diretamente nas características físicas do material (Bergmann *et al.*, 1998). Outro fator que pode influenciar nestas características é a potência da luz transmitida ao incremento que depende da qualidade do LED utilizado. Quanto maior a potência do aparelho fotopolimerizador, maior a polimerização do compósito (Soares *et al.*, 2018). Além disso, posicionamento do operador e a angulação do aparelho são outros fatores de grande relevância para a eficiência da polimerização do compósito (Soares *et al.*, 2017).

Dentre os procedimentos para finalização das restaurações, está a realização do acabamento e polimento, que são de fundamental importância, pois possibilitam o refinamento da restauração por meio ajustes funcionais e estéticos (Gomes *et al.*, 2015). O acabamento nas faces livres e oclusais são realizados com pontas diamantadas, brocas multilaminadas e discos, com a função de gerar forma e contorno adequados. O polimento pode ser realizado com borrachas, discos ou pontas abrasivas e feltro associado à pasta de

polimento, que são capazes de resultar em brilho e lisura superficial (Giacomelli *et al.*, 2010; Ferraris *et al.*, 2010; Daud *et al.*, 2018; Sen *et al.*, 2002). No entanto, em regiões interproximais, o acabamento e polimento são procedimentos mais complexos, sendo realizados quase que exclusivamente através de sistemas de tiras abrasivas (Wolff *et al.*, 2017). Além disso, esta etapa é frequentemente negligenciada pelos clínicos.

Existem diferentes sistemas de tiras interproximais no mercado, variando quantidade de tiras e tamanho das partículas para gerar acabamento e polimento. Encontra-se na literatura análise da superfície do esmalte desgastada pelas tiras de lixa, com finalidade de remanejar espaços interdentais (Grippaudo, *et al.*, 2010). Porém, não foi possível encontrar na literatura estudos que avalie a superfície interproximal da resina composta abrasionada por tiras abrasivas.

Por fim, pela busca por uma odontologia conservadora, surge a necessidade de um protocolo ideal para a finalização proximal e o efeito do gel hidrossolúvel no momento da sua confecção. Assim as hipóteses nulas do trabalho são: que o uso do gel hidrossolúvel não afetará na qualidade da superfície da restauração após o polimento e não haverá diferenças entre os sistemas de acabamento polimento.

PROPOSIÇÃO

2- PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar a superfície interproximal de uma resina composta nanohíbrida variando a presença ou ausência do gel hidrossolúvel, e o protocolo de tratamento da superfície da resina com diferentes sistemas de acabamento e polimento.

MATERIAL E MÉTODOS

3- Material e Métodos

3.1. Delineamento experimental

3.1.1. Unidade experimental

- Espécimes de resina composta nanohíbridas.

3.1.2. Fatores em estudo

- Uso do gel hidrossolúvel associado a polimerização adicional na confecção da restauração em 2 níveis (sem gel hidrossolúvel ou com gel hidrossolúvel);
 - Protocolo de tratamento de superfície da resina composta em 4 níveis (fotopolimerização com a tira em posição; abrasionamento com tiras Epitex (GC); abrasionamento com tiras Sof-Lex (3M) ou ausência de acabamento e polimento e polimerização sobre a tira de poliéster).

3.1.3. Variáveis respostas

- Rugosidade de superfície;
- Topografia de superfície;
- Análise do padrão de superfície;
- Caracterização e composição das tiras abrasivas;

3.1.4. Métodos de análise

- Rugosímetro;
- Microscopia de força atômica – AFM;
- Microscopia eletrônica de varredura – MEV;
- Espectroscopia por energia dispersiva - MEV-EDS;

3.1.5. Divisão dos grupos

Espécimes de resina composta foram aleatoriamente divididos em 8 grupos (n=10), variando o protocolo de acabamento e polimento com presença ou ausência do gel hidrossolúvel, de acordo com o esquema representado pela Figura 1.

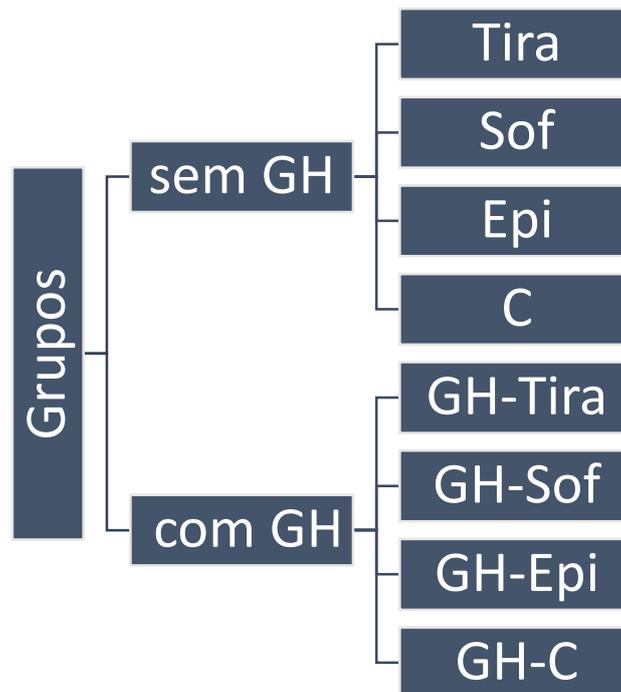


Figura 1. Divisão dos grupos.

3.2. Dispositivo para confecção dos espécimes

Um dispositivo utilizado na confecção dos espécimes foi idealizado e torneado em poliacetal, devido á melhor capacidade do material de ser atravessado pela luz. Para simular a convexidade de uma restauração interproximal, criou-se uma leve convexidade no dispositivo (Figura 2), que possibilitou melhor adaptação das tiras de lixa no acabamento dos espécimes. O dispositivo possui orifício vazado para facilitar a remoção dos espécimes sem danificá-los (Figura 3).

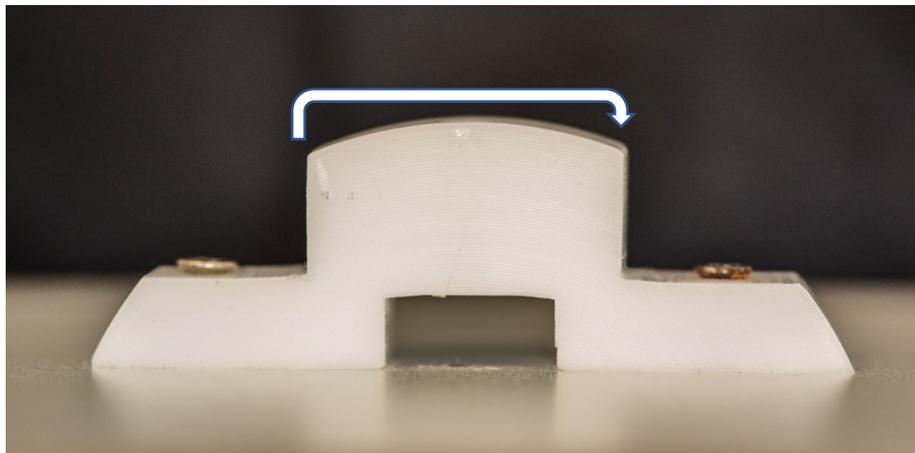


Figura 2. Visão frontal do dispositivo.

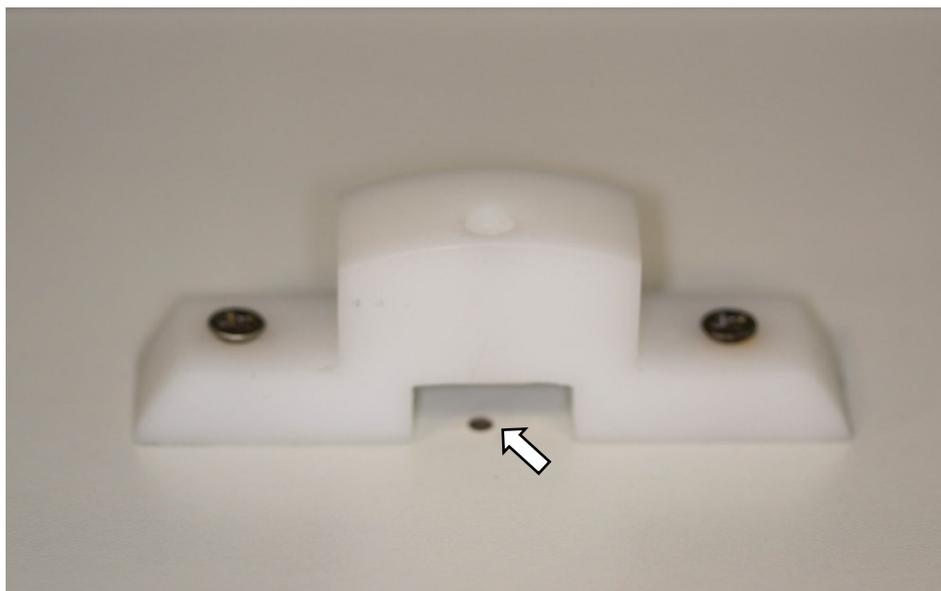


Figura 3. Orifício do dispositivo para remoção dos espécimes.

3.3. Espectrometria - MARC

Para analisar o espectro de emissão de luz da unidade LED que chega aos espécimes através do dispositivo, inicialmente mediu-se a distância que separava o espécime do fotopolimerizador e confeccionou-se uma placa em poliacetal (mesmo material do dispositivo) com a mesma espessura (Figura 4). Inseriu-se a placa sob o sensor do espectrômetro e então, a unidade LED foi fixada em um aparato que permitiu a ele ficar fixo na mesma posição durante todas as medições. Três leituras foram realizadas nas mesmas condições. O calibrador apresentava uma sonda de irradiância de fibra ótica coletora, responsável por capturar toda a luz emitida, que por sua vez foi guiada em um radiômetro espectral calibrado. O MARC foi acoplado a um *software* (versão 3.0.4.0) e a irradiância foi determinada na ponta diretamente sobre a placa, à uma distância de 2 mm do sensor inferior do MARC (Figura 5).

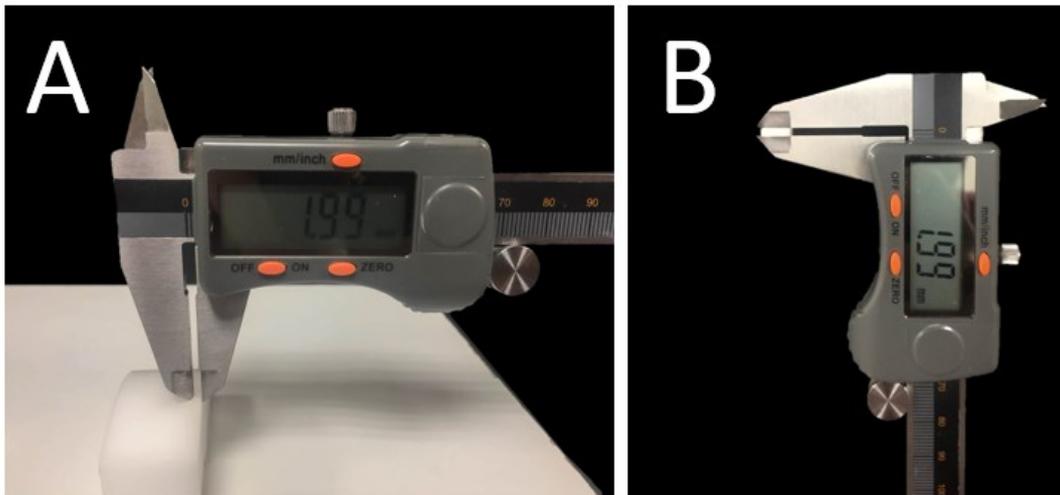


Figura 4. Distância entre o espécime e a posição da ponta da unidade LED no dispositivo; (A) Medição da distância; (B) Reprodução da distância com corte de uma placa de poliacetal.

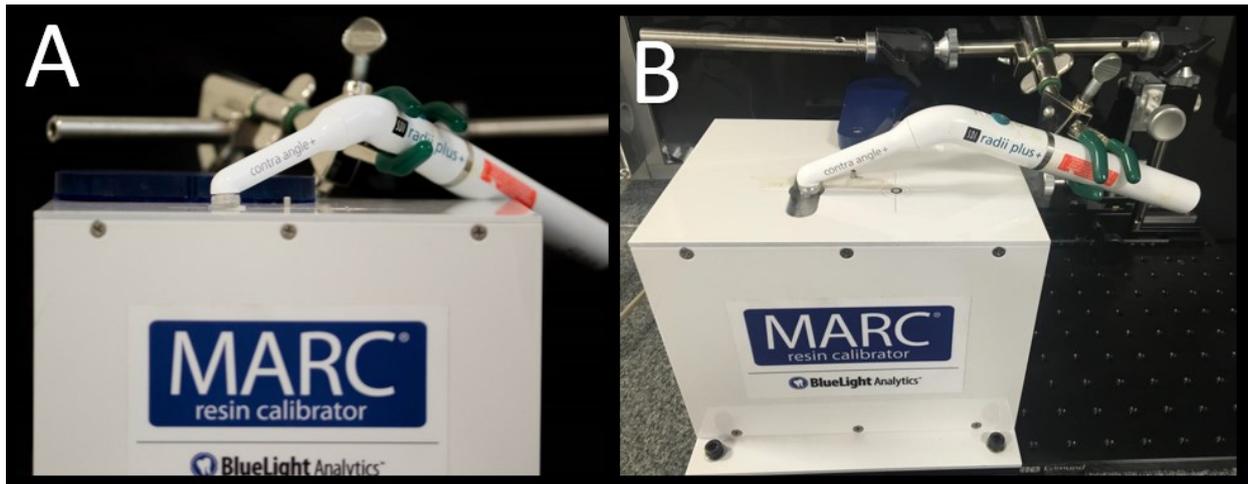


Figura 5. Espectrômetro; (A). Posicionamento da unidade LED no sensor;
(B). Adaptação do corte de poliacetal com fita adesiva sob sensor;

3.4. Confeção dos espécimes

Os espécimes foram confeccionados em resina composta convencional nanohíbrida (Vittra APS, FGM Produtos Odontológicos, Joinville, Brazil) na cor E-bleach (Figura 6). O dispositivo apresentava orifício interno em forma de “8”, com a finalidade de orientar a volta do espécime a posição original para tratamento de superfície, com nas dimensões: 6 mm de largura por 8 mm de comprimento por 2 mm de espessura (Figura 7). O orifício do dispositivo foi lubrificado com gel hidrossolúvel para facilitar a remoção do espécime. Um incremento único de resina composta foi inserido com espátula de inserção no dispositivo e acomodado com uma tira de poliéster com pressão digital, de acordo com cada grupo (Figura 8). Posteriormente foi realizada uma polimerização por 20 segundos de acordo com as recomendações do fabricante (Figura 9). Os grupos que foram utilizados o gel hidrossolúvel, realizou-se fotopolimerização adicional por 20 segundos (Figura 10).



Figura 6. Resina composta convencional nanohíbridas utilizada.

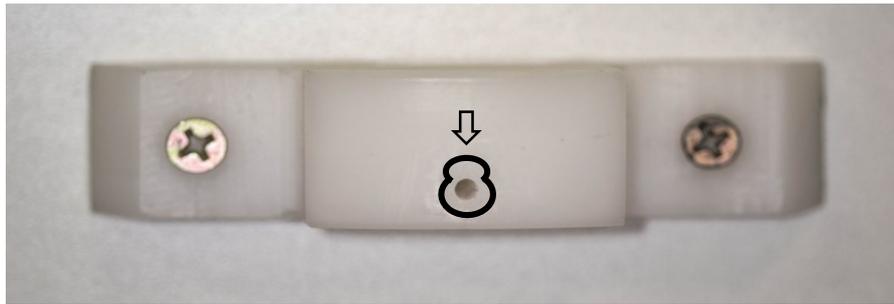


Figura 7. Orifício do dispositivo destinado à confecção dos espécimes.

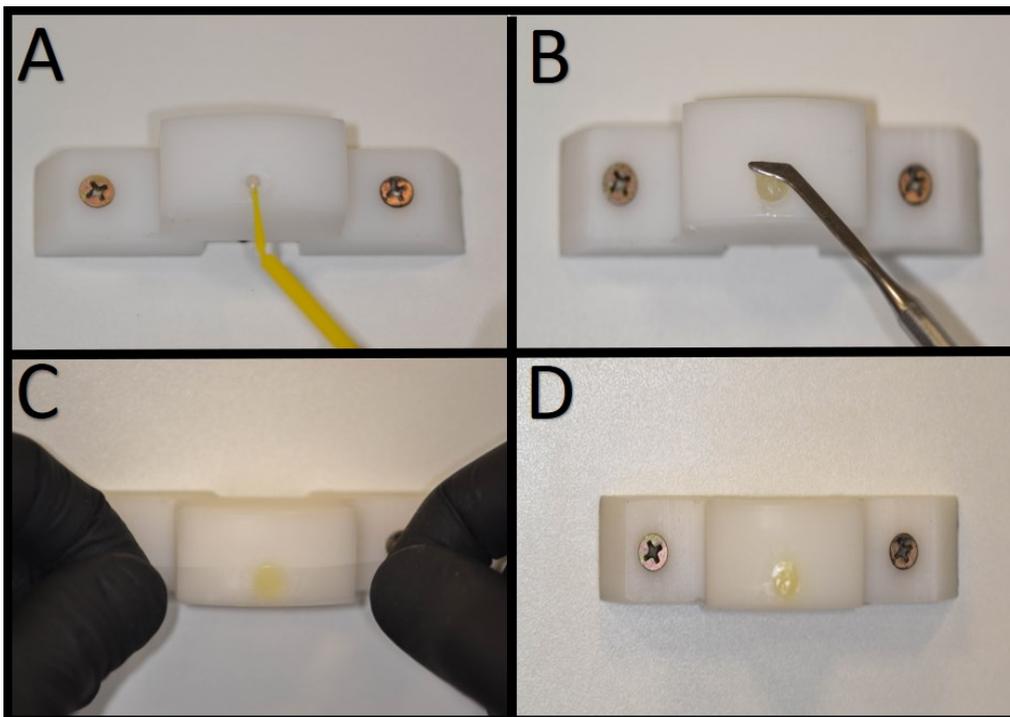


Figura 8. Confecção dos espécimes:(A) Lubrificação com gel hidrossolúvel; (B) Inserção da resina composta com espátula de inserção; (C) Acomodação com tira de poliéster; (D) Remoção da tira.

Tabela 1. Composição da resina composta de acordo com o fabricante

Material	Composição química	Fabricante
Resina composta nanohíbridas Vittra APS	UDMA (Uretano Dimetacrilato) e TEGDMA (Trietileno Glicol Dimetacrilato), composição fotoiniciadora (APS), co- iniciadores, estabilizante e silano.	FGM

A posição do LED foi definida para simular a luz em uma restauração proximal, onde não existe fotopolimerização direta.

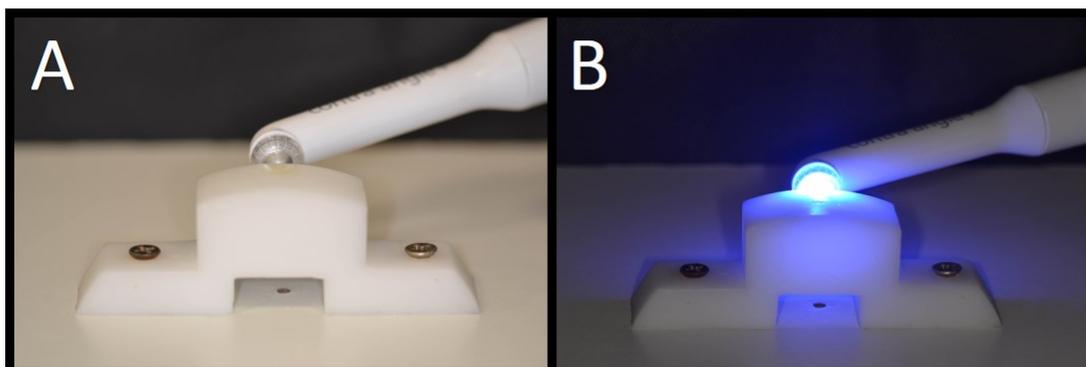


Figura 9: Fotopolimerização do espécime sem gel hidrossolúvel: (A) Posição do fotopolimerizador após a remoção da tira de poliéster; (B) Polimerização do espécime.

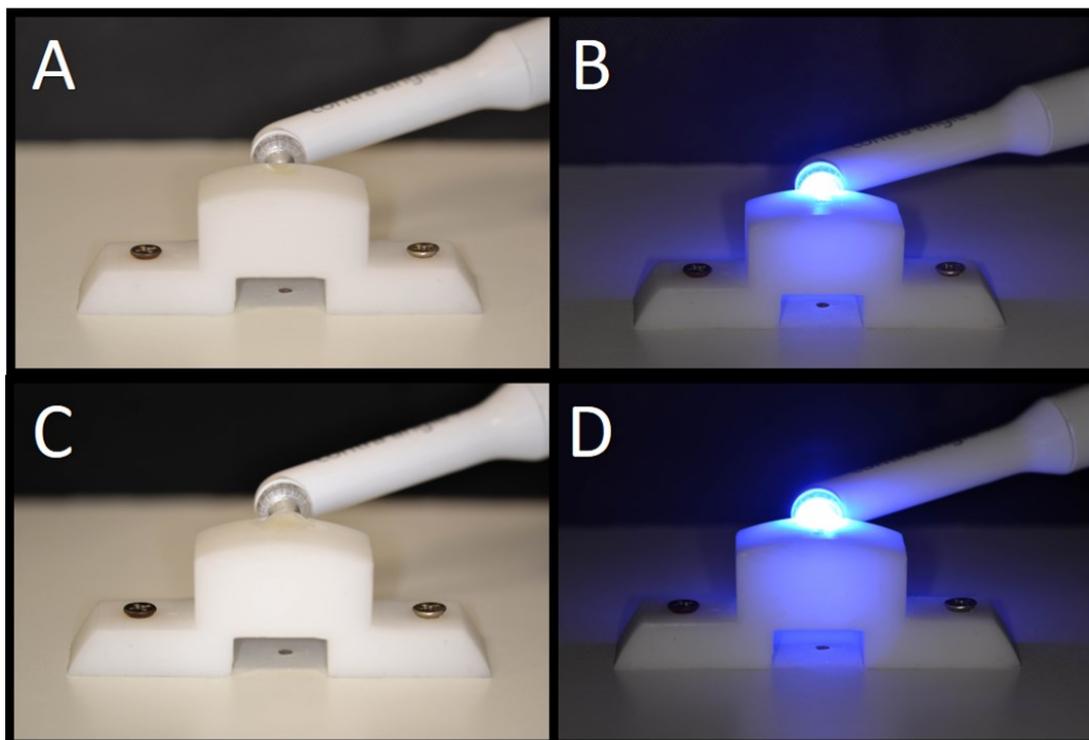


Figura 10. Fotopolimerização do espécime com gel hidrossolúvel; (A) Posição do fotopolimerizador após a remoção da tira de poliéster; (B) Fotopolimerização inicial; (C) Aplicação do gel hidrossolúvel; (D) Fotopolimerização adicional.

Após a fotopolimerização final, armazenou-se os espécimes em ependorfs com água destilada, no abrigo de luz pelo período de 24 horas em estufa a 37° (Figura 11).



Figura 11. Armazenamento dos espécimes na estufa.

3.5. Acabamento e polimento

Os sistemas de acabamento e polimento de acordo com cada grupo experimental estão relatados na Tabela 1. Os grupos Tira e GH-Tira foram polimerizados com a tira de poliéster em posição (Figura 12), para os demais grupos experimentais a fotoativação ocorreu na ausência da tira. Para os grupos que receberam acabamento e polimento com sistemas de tiras abrasivas (Epi, Sof, GH-Sof e GH-Epi) estes foram armazenados em água destilada por 24 horas e então reposicionados no dispositivo para a realização dos procedimentos de acabamento e polimento. Os grupos Sof e GH-Sof foram submetidos a duas sequências de tiras abrasivas do sistema Sof-Lex (Figura 13). A tira mais abrasiva foi utilizada primeiro, seguida da tira menos abrasiva. Ambas foram submetidas a dez movimentos completos de ida e volta, definidos para este trabalho. Entre as duas tiras o espécime foi lavado com jatos de ar e água por 10 segundos e seco com gaze, simulando a lavagem pelo cirurgião dentista. Os grupos Epi e GH-Epi do sistema Epitex (Figura 14) foram submetidos ao acabamento e polimento com 4 tiras abrasivas distintas (grossa, média, fina e extrafina respectivamente) utilizando o mesmo protocolo de uso dos grupos da tiras Sof-lex. Os grupos C e GH-C, não receberam acabamento e polimento e foram polimerizados na ausência da tira de poliéster.

Tabela 2. Protocolo de confecção dos espécimes de acordo com os grupos experimentais.

Grupos	Fotopolimerização	Protocolo de tratamento de superfície
Tira	20 segundos	Fotopolimerização sob matriz de poliéster
Epi	20 segundos	Epitex (4 tiras: grossa, media, fina, extrafina)
Sof	20 segundos	Sof-Lex (2 tiras: grossa e média)
C	20 segundos	Sem tratamento
GH-Tira	20 segundos, aplicação de gel hidrossolúvel + nova polimerização por 20 segundos	Fotopolimerização sob matriz de poliéster
GH-Epi	20 segundos, aplicação de gel hidrossolúvel + nova polimerização por 20 segundos	Epitex (4 tiras: grossa, media, fina, extrafina)
GH-Sof	20 segundos, aplicação de gel hidrossolúvel + nova polimerização por 20 segundos	Sof-Lex (2 tiras: grossa e média)
GH-C	20 segundos, aplicação de gel hidrossolúvel + nova polimerização por 20 segundos	Sem tratamento

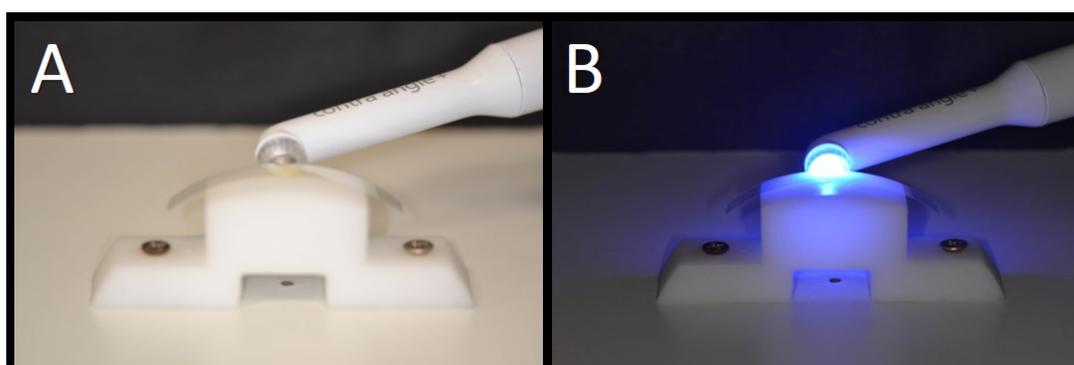


Figura 12. Fotopolimerização dos espécimes sob a tira de poliéster; A. Posicionamento da tira; B. Fotopolimerização lateral.

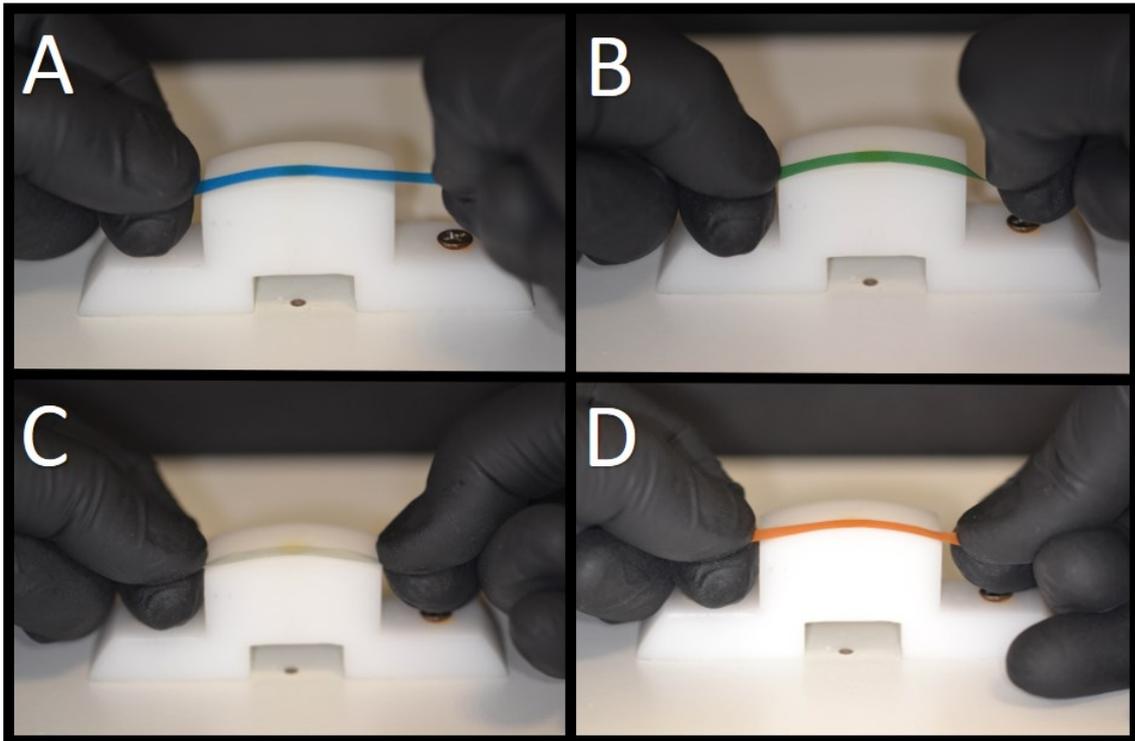


Figura 13. Aplicação do sistema Epitex; A. Tira de granulação grossa; B. Tira de granulação média; C. Tira de granulação fina; D. Tira de granulação extrafina.

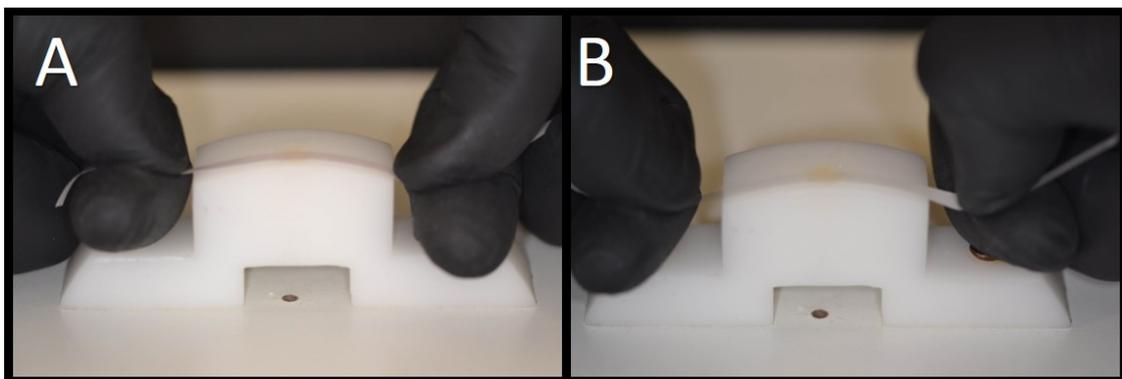


Figura 14. Aplicação do sistema Sof-Lex; A. Tira de granulação grossa; B. Tira de granulação média.

Após tratamentos de superfície, os espécimes dos Epi, Sof, GH-Epi e GH-Sof foram limpos em cuba ultrassônica com água destilada, por 10 minutos (Figura 15).



Figura 15. Cuba ultrassônica para limpeza dos espécimes.

3.6. Rugosidade de superfície (Ra- μ m).

Para análise da rugosidade de superfície, os espécimes (n=10) foram estabilizados no rugosímetro (Mitutoyo, Tóquio, JP) por meio de um molde de silicone por adição (Express XT, 3M-ESPE, St. Paul, MN, EUA) (Mitutoyo Surfrest 301J, Mitutoyo, Tóquio, Japão) sobre uma base de metal acoplado ao suporte da máquina (Figura 16). O teste foi realizado por uma máquina de contato (Mitutoyo Surfrest 301J, Mitutoyo, Tóquio, JP), lida pelo software SJ-Tools- 301 (Mitutoyo, Tóquio, JP), acoplado a um computador.

Os espécimes foram medidos (Figura 17), por meio de uma ponta que apresentava o *cut-off* para a rugosidade de 0,25mm e o comprimento da amostragem para cada medição foi de 1,25mm. Três medidas paralelas (esquerda, centro e direita) foram realizadas para todos os espécimes testados, a fim de se obter a média (da SILVA et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2012).

Os dados quantitativos obtidos do Ra foram tabulados e submetidos a análise estatística utilizando o software Sigma plot version 12.0 (Systat Software Inc., San Jose, CA, EUA) com nível de significância de 5%. Uma análise fatorial foi realizada com um modelo linear geral para comparação dos fatores em estudo: o sistema de acabamento e polimento e utilização do gel hidrossolúvel. Posteriormente os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade de distribuição, seguido por two-way ANOVA. Para avaliação entre os sistemas de acabamento e polimento foi realizado o teste de Tukey e para avaliação entre os grupos experimentais e de Dunnet, comparando os grupos experimentais ao controle.

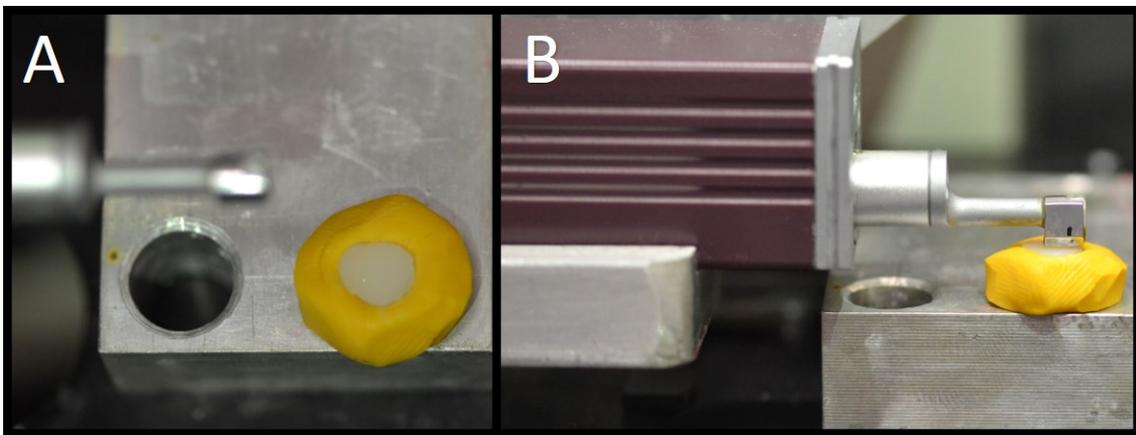


Figura 16. Posicionamento do espécime; A. Adaptação no silicone na matriz de metal; B. Posicionamento da agulha.



Figura 17. Rugosímetro; A. Leitor de rugosidade; B. Computador com software acoplado;

3.7. Microscópio de força atômica - AFM

Para esta metodologia, utilizaram-se espécimes representativos de cada grupo (n=2). Após serem removidos do ependorf, os espécimes foram secos e limpos com ar de argônio comprimido, removendo água e partículas do polimento, para facilitar a leitura. O microscópio de força atômica (SPM-9600 – AFM, Shimadzu, Tóquio, Japão) foi acoplado à uma sonda Tap190AI-G (Sunnyvale, CA, EUA) e a área medida foi de 20 X 20 μm (Marghalani *et al.*, 2010) (Figura 18).

A leitura foi realizada no modo de não contato nos dois primeiros espécimes confeccionados por grupo, com frequência de uso de 150m KHZ e força constante de 5,1 N/m. Os dados obtidos do AFM foram enviados ao software Gwyuddion (versão 2.51) gerando topografias de superfície em terceira dimensão (3D), com resolução de 512 X 512 pixels.



Figura 18. Microscópio de força atômica.

3.8. Microscopia eletrônica de varredura - MEV

Para esta metodologia, 7 espécimes por grupo foram confeccionados. Por esta metodologia não conseguir ler os espécimes quando há presença de umidade, os espécimes foram armazenados a seco. Sua superfície foi analisada no aumento de 300 vezes.

Para a análise das tiras de lixas, uma amostra de cada granulação foi analisada antes e depois do uso, em dois diferentes aumentos, 500 e 1.000x. Os espécimes e amostras de tiras foram fixados em um *stub* com uma fita dupla face, cobertos por uma fina camada de ouro sob vácuo em um dispositivo de pulverização catódica (MED 010; Balzers Union, Balzers, Liechtenstein) e analisados em microscópio (DSM 940A; Zeiss, Oberkochen, Alemanha) (Figura 19).

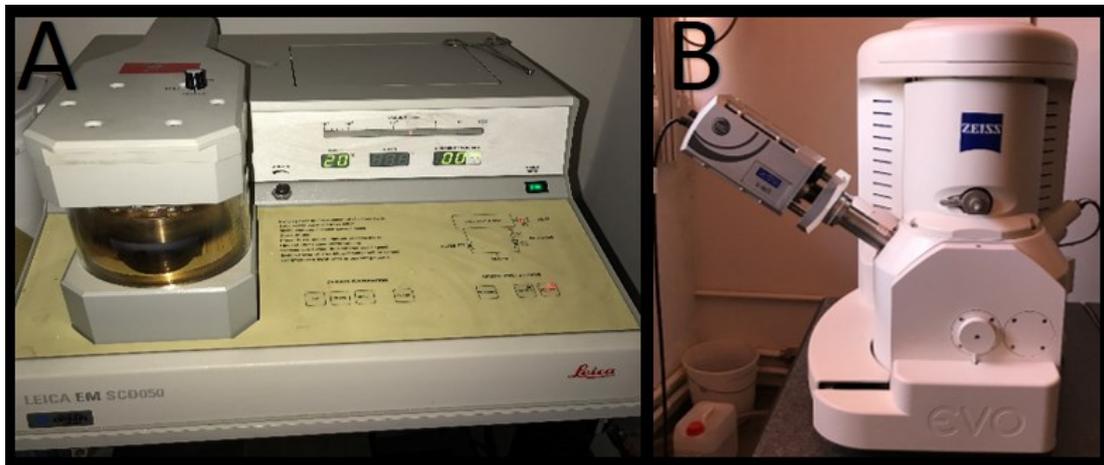


Figura 19. MEV: (A) Metalizadora; (B) Microscópio eletrônico de varredura.

3.9. Análise do padrão de superfície – MEV

As microscopias dos espécimes obtidas pelo MEV foram utilizadas para análise do padrão de superfície. A alteração das superfícies dos espécimes foi definida qualitativamente por *scores* de 0 a 4 (1: porosa; 2: arranhada; 3: precipitadas por partículas e 4 irregular). A análise foi realizada rapidamente durante 20 segundos, individualmente por 3 examinadores com treinamento prévio e individual, sem histórico de deficiência visual e com diferentes níveis de experiências. Para isto, as microscopias foram projetadas em um computador e o julgamento foi realizado com cegamento entre os examinadores (Ongul et al., 2012; Alsaleh *et al.*, 2012).

A análise estatística das imagens da superfície dos espécimes foi realizada utilizando o teste de Kurskal-Wallis One Way ANOVA.

3.10. Espectroscopia por energia dispersiva – EDS

As tiras abrasivas foram aderidas a um *stub* com auxílio de uma fita dupla face e levada ao microscópio eletrônico de varredura. Os elementos químicos presentes nas tiras foram identificados por meio da emissão e absorção específica de energia dos elétrons, identificando os elementos presentes no material (Husain *et al.*, 2016) (Figura 19).

RESULTADOS

4- Resultados

4.1. Espectrometria - MARC

O espectro da emissão de luz da unidade LED - irradiância absoluta ($\text{mW}/\text{cm}^2/\text{nm}$) x comprimento de onda (nm) está representado na Figura 20.

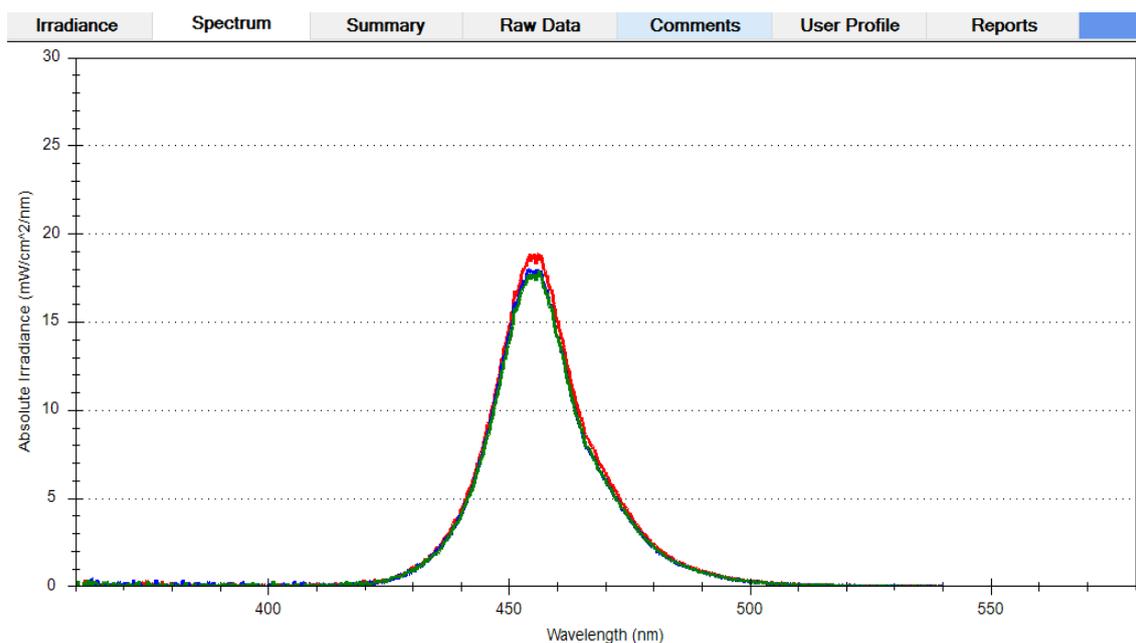


Figura 20. Espectro da emissão de luz da fonte de luz.

4.2. Rugosidade de superfície

A média e o desvio padrão da rugosidade superficial (μm) representada pelo parâmetro da rugosidade média (R_a) são exemplificados nas Tabelas 3, 4 e 5. A análise fatorial *Two-Way ANOVA* e o teste de Tukey mostraram diferença estatística relacionada ao uso do gel ($p= 0,003$), sendo que os grupos GH apresentaram os menores valores de rugosidade, independente do fator sistema de acabamento e polimento ($p = 0,292$). Em relação aos grupos Tira, Sof e Ep, não houve diferença estatística entre eles ($p=0,290$).

O teste de Dunnet (Tabela 4 e 5) mostrou diferença estatística entre os grupos experimentais e o grupo controle, independente do uso gel hidrossolúvel ($p < 0,001$). Os fatores aplicação do gel hidrossolúvel e sistemas de acabamento e polimento não são dependentes entre si ($p = 0,292$).

Tabela 3. Média e desvio-padrão da rugosidade de superfície

	Com tira	Tiras Sof-lex	Tiras Epitex
Com gel hidrossolúvel	1,01(0,56) Aa	1,33(0,85) Aa	1,09(0,4) Aa
Sem gel hidrossolúvel	1,64(0,66) Bb	1,59(0,29) Bb	1,19(0,32) Bb

Two-way ANOVA e teste de Tukey. Letras maiúsculas indicam análise estatística entre as colunas (presença ou ausência do gel hidrossolúvel) $p = 0,003$. Letras minúsculas indicam análise estatística entre as linhas (protocolos de acabamento) $p = 0,290$.

Tabela 4. Média e desvio-padrão da rugosidade de superfície com uso do GH

Com gel hidrossolúvel		
Controle	Com Tira	$p < 0,001$
	Tiras Sof-Lex	$p < 0,001$
	Tiras Epitex	$p < 0,001$

Two-way ANOVA e teste de Dunnet, demonstrando diferença entre o grupo controle e os demais grupos com gel hidrossolúvel.

Tabela 5. Média e desvio-padrão da rugosidade de superfície com e sem o uso do GH

Sem gel hidrossolúvel		
Controle	Com Tira	<0,001
	Tiras Sof-Lex	<0,001
	Tiras Epitex	<0,001

Two-way ANOVA e teste de Dunnet, demonstrando diferença entre o grupo controle os demais grupos sem gel hidrossolúvel

4.3 Microscopia de Força atômica

As imagens obtidas pelo AFM (Figuras 21 e 22) dos grupos em que foi aplicado o gel hidrossolúvel, resultou em superfície mais regular, quando comparadas aos grupos sem gel hidrossolúvel. Em relação aos sistemas de acabamento e polimento, as imagens do AFM demonstraram que para o grupo fotopolimerizado sob a tira (Tira), independente da presença do gel, a superfície se apresentou mais lisa (Figuras 21 e 22). O grupo controle (C), sem o tratamento da superfície, apresentou a superfície mais irregular. No entanto, os grupos que utilizaram Epitex e Sof-Lex (Epi, Sof, GH-Epi e GH-Sof) apresentaram a superfície regular, e não apresentaram diferença entre si.

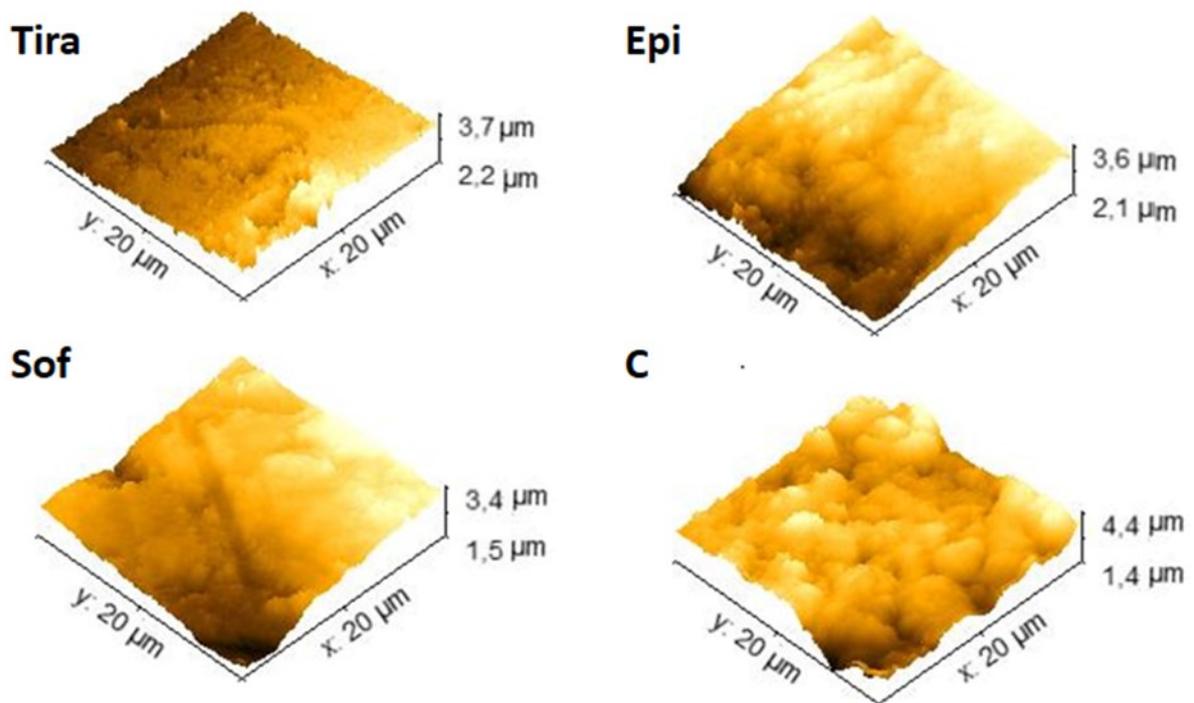


Figura 21. Topografia de superfície dos grupos sem gel hidrossolúvel; Na imagem do grupo Tira temos uma imagem regular. Em Epi e Sof temos uma superfície abrasionada por tiras de lixa, gerando homogeneidade entre picos e vales. Em C observa-se uma superfície irregular, com grande diferença entre picos e vales.

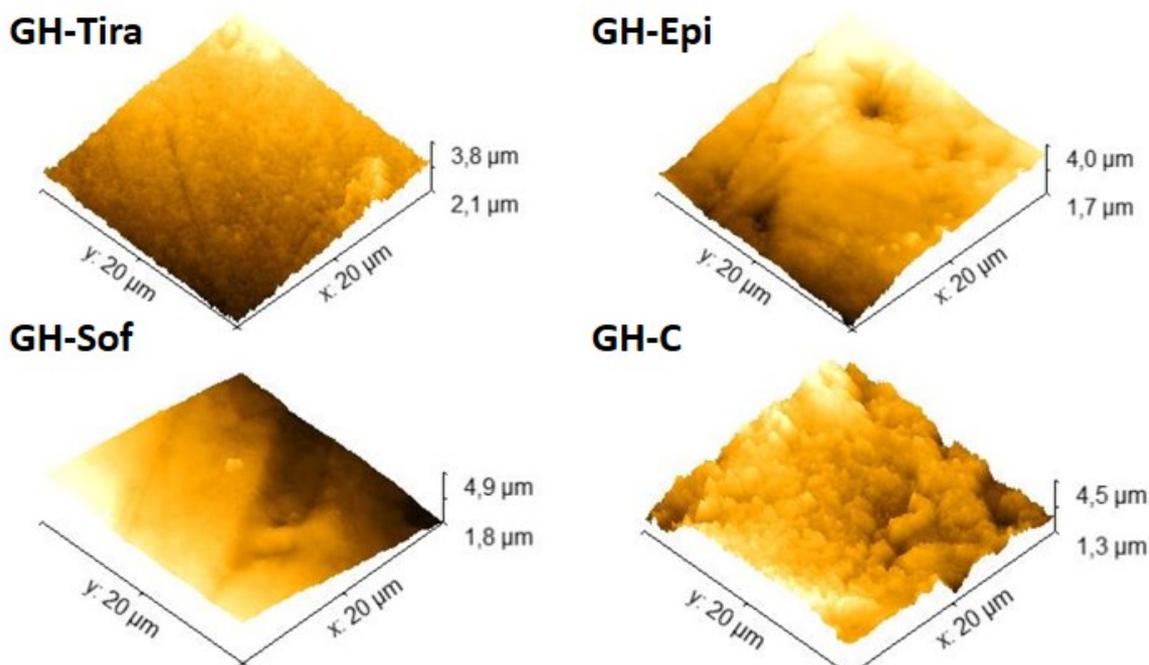


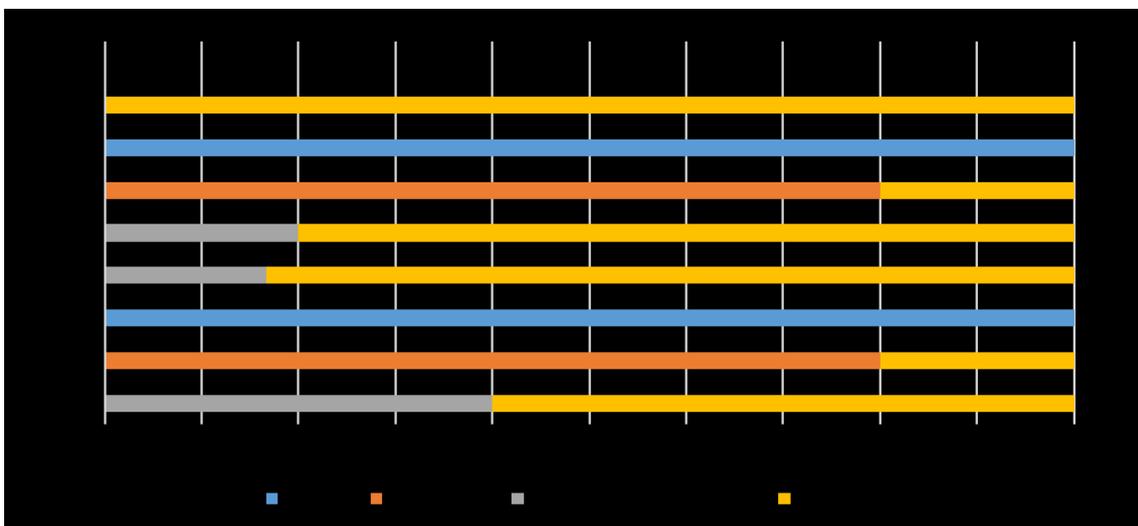
Figura 22. Topografia de superfície dos grupos com gel hidrossolúvel. De maneira geral, é possível observar superfícies mais regulares pelo uso do gel. Na imagem GH-Tira temos uma imagem regular. Em GH-Epi e GH-Sof observa-se temos uma superfície abrasionada por tiras de lixa, gerando homogeneidade entre picos e vales. Em C encontra-se uma superfície irregular, com grande diferença ente picos e vales.

4.4 MEV e análise do padrão de superfície

A análise do padrão de superfície por meio das microscopias no aumento de 300x mostrou diferença estatística entre os grupos avaliados ($p = <0,001$), representada no Gráfico 1. Os grupos GH-C, GH-Epi e C apresentaram estatisticamente diferentes no padrão da microscopia comparados com os grupos GH-Tira e Tira. Os grupos GH-Epi, GH-Sof e Sof não foram significativamente diferentes dos demais grupos (Figuras 23 e 24)

As microscopias geradas pela MEV nos aumentos de 500x (Figuras 25, 26, 29 e 30) e 1000x (Figuras 27, 28, 31 e 32) das tiras antes e depois de sua utilização, apresentaram padrões de superfície diferentes. As tiras abrasivas Sof-Lex apresentaram inicialmente um arranjo com maior quantidade de partículas com formatos esféricos, em comparação com as primeiras tiras abrasivas do Sistema Epitex. No entanto, as tiras abrasivas com menor abrasividade desse sistema apresentaram maior quantidade de partículas, com microscopias aproximadas e obtidas pelas tiras Sof-lex. Após a utilização das tiras Sof-Lex mostrou-se maior quantidade de partículas mantidas na tira e com maior deposição de matriz orgânica sobre as partículas abrasivas do que sobre as tiras Epitex. Além disto, as tiras abrasivas Epitex mostraram maior desorganização em relação à deposição da matriz orgânica e deslocamento das partículas abrasivas das tiras de polimento.

Gráfico 1. Caracterização das imagens obtidas pelo MEV em função dos scores



Caracterização obtidas pela MEV em função dos *scores* no aumento de 300x. As letras minúsculas indicam comparações entre as imagens de acordo com os grupos ($p < 0,001$)

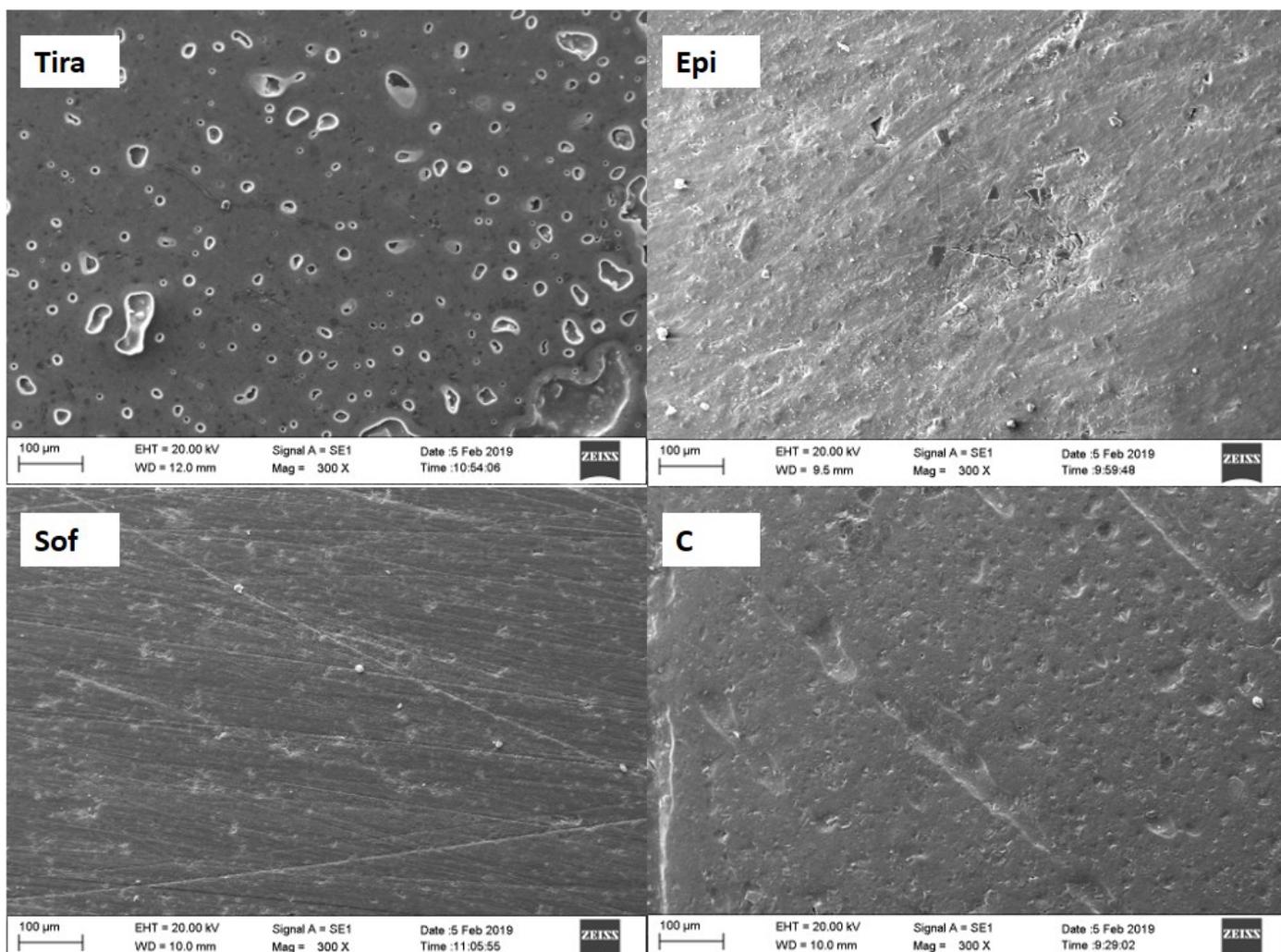


Figura 23. Topografia de superfície dos grupos sem gel hidrossolúvel, em 300x; Tira com superfície porosa; Epi com superfície com precipitação de partículas; Sof com superfície arranhada; C com superfície irregular.

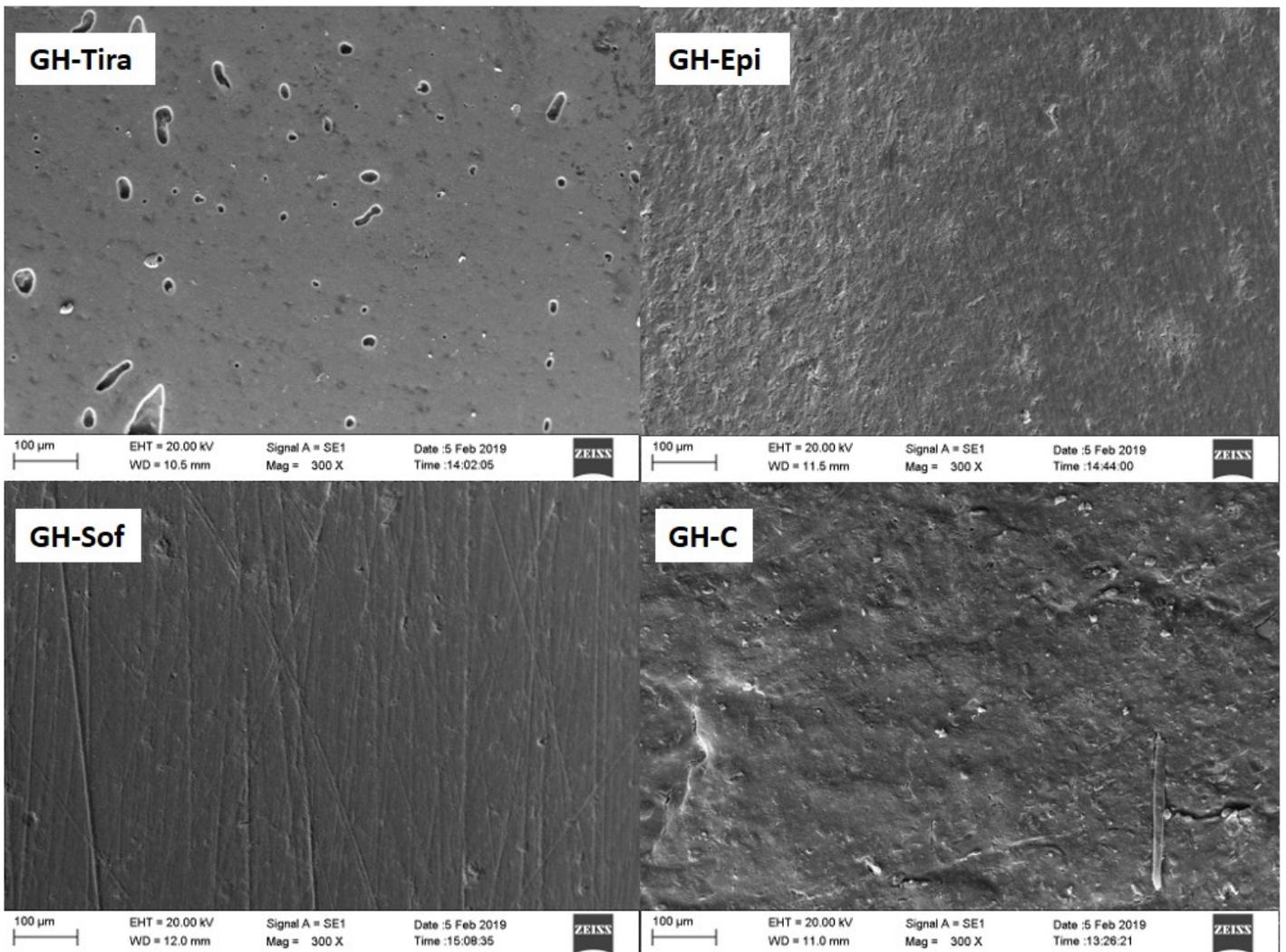


Figura 24. Topografia de superfície dos grupos com gel hidrossolúvel, em 300x; Tira com superfície porosa; Epi com superfície com precipitação de partículas; Sof com superfície arranhada; C com superfície irregular.

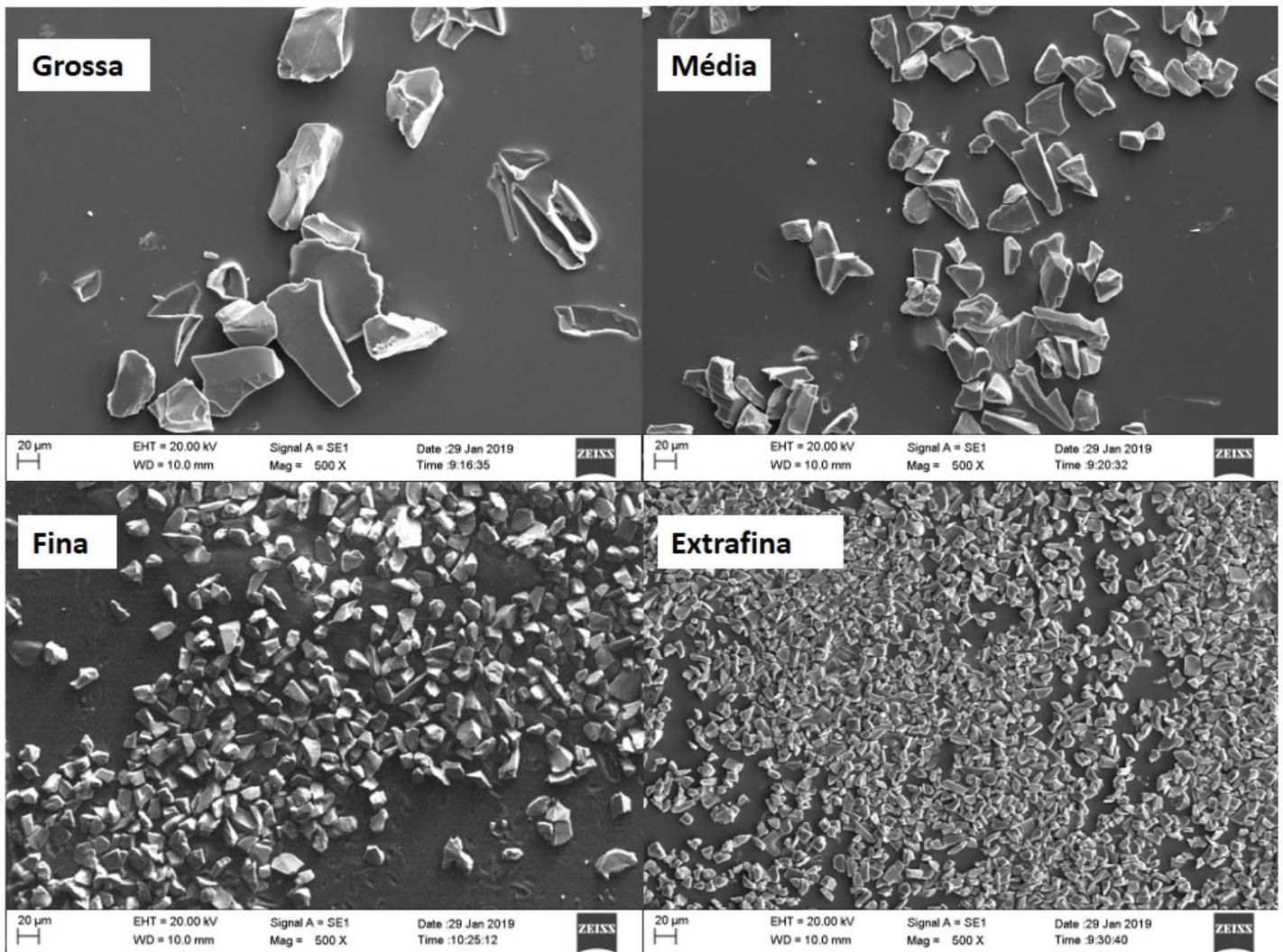


Figura 25. Granulação do sistema Epitex antes do uso, na magnitude de 500x: Granulação Grossa com poucas partículas; Granulação Média com poucas partículas; Granulação Fina com aumento de partículas; Granulação Extrafina com maior quantidade de partículas.

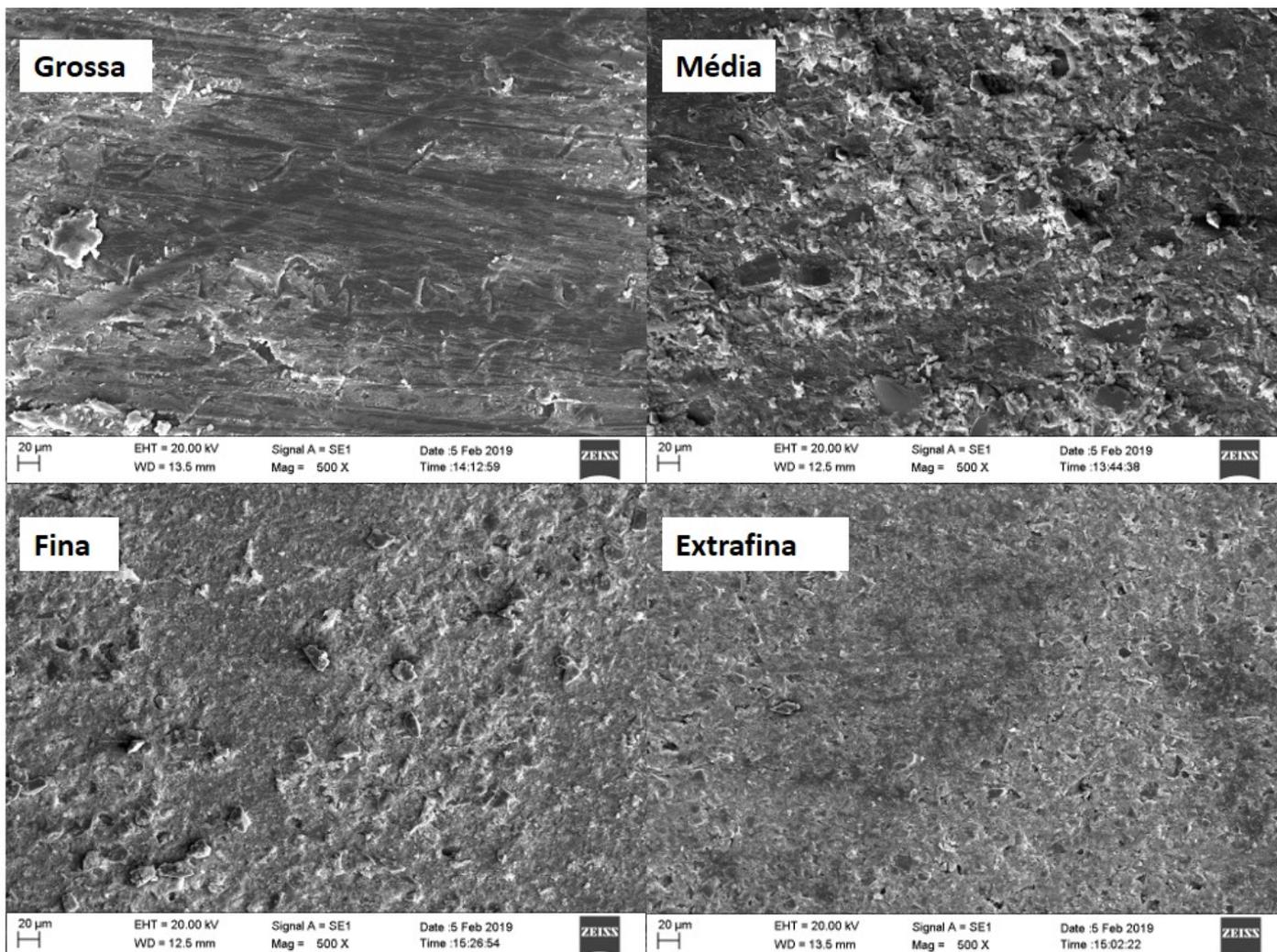


Figura 26. Granulação do sistema Epitex após o uso, na magnitude de 500x: Granulação Grossa praticamente sem partículas; Granulação Média quase sem partículas, com presença de matriz resinosa; Granulação Fina com partículas preenchidas por matriz resinosa; Granulação Extrafina com partículas preenchidas por matriz resinosa.

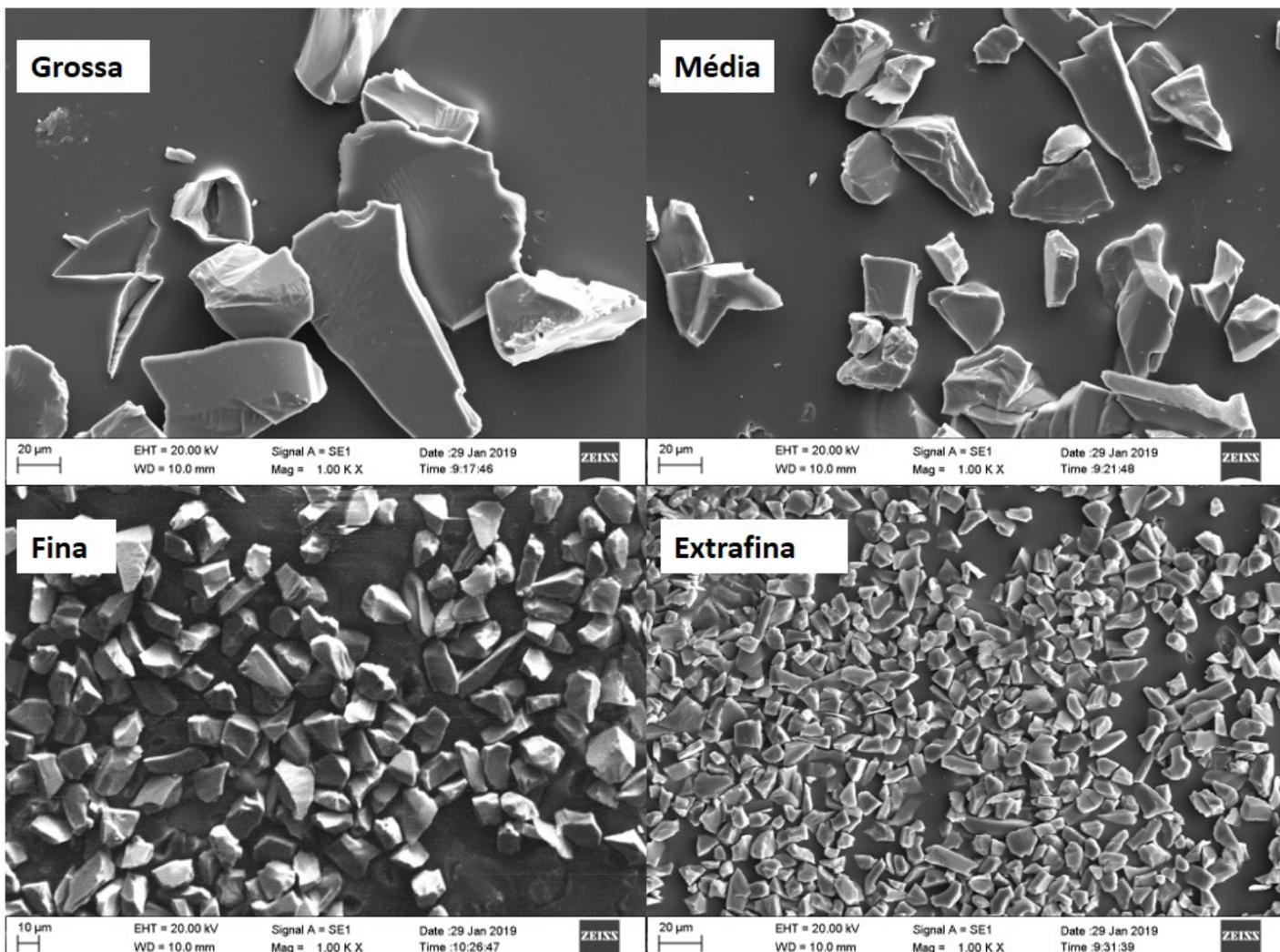


Figura 27. Granulação do sistema Epitex antes do uso, na magnitude de 1.000x: Granulação Grossa possui partículas grandes e pontiagudas; Granulação Média possui partículas médias e pontiagudas; Granulação Fina possui partículas menores e pontiagudas; Granulação Extrafina possui partículas extremamente pequenas e pontiagudas.

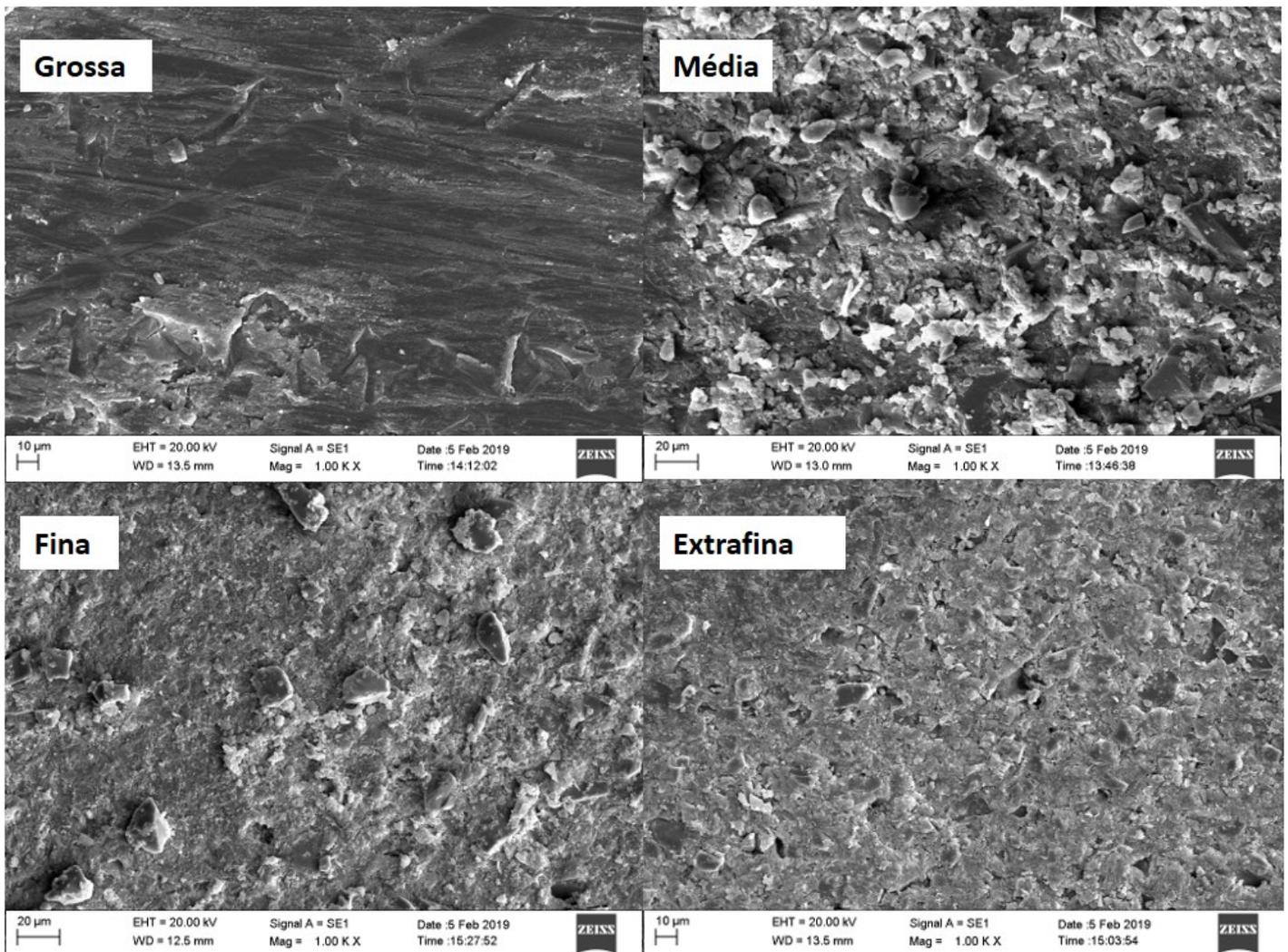


Figura 28. Granulação do sistema Epitex após o uso, na magnitude de 1.000x: Granulação Grossa não possui presença de partículas, e possui matriz resinosa; Granulação Média possui presença de partículas e de matriz resinosa; Granulação Fina possui presença de partículas e de matriz resinosa. Granulação Extrafina possui presença de partículas e de matriz resinosa.

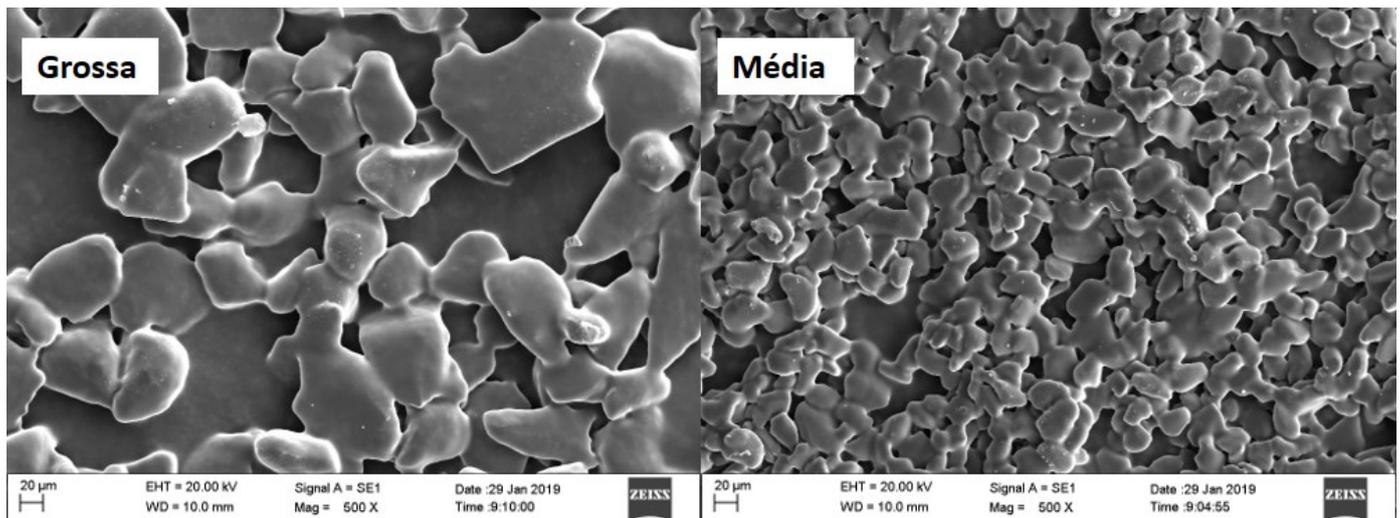


Figura 29. Topografia de superfície em 500x das tiras Sof-Lex antes do uso. Granulação Grossa com grande presença de partículas, intimamente aderidas. Granulação Média com maior presença de partículas, intimamente aderidas.

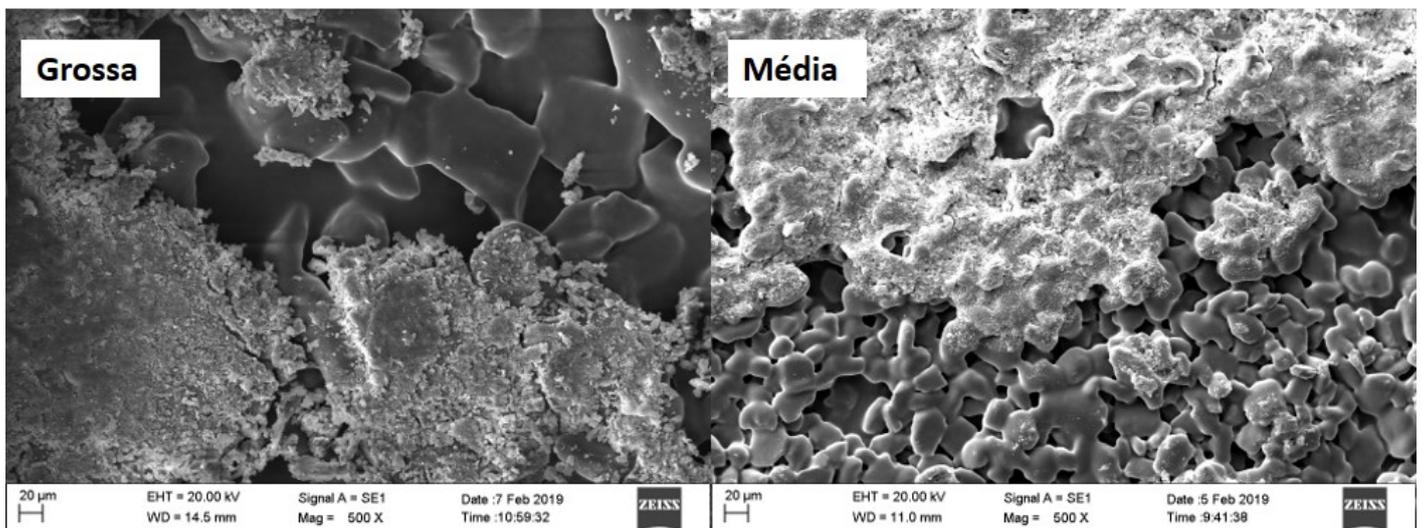


Figura 30. Topografia de superfície em 500x das tiras Sof-Lex após o uso. Granulação Grossa com grande presença de matriz resinosa; Granulação Média com matriz resinosa presente mais superficialmente.

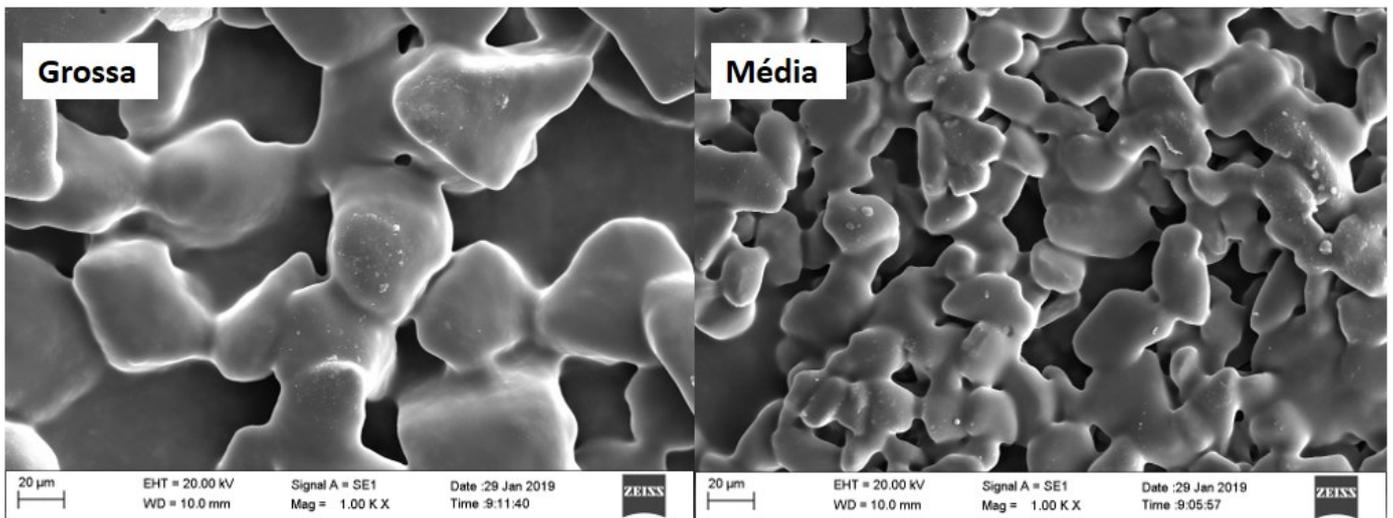


Figura 31. Topografia de superfície em 1.000x das tiras Sof-Lex antes do uso. Granulação Grossa com partículas arredondadas, intimamente aderidas. Granulação Média com partículas arredondadas, intimamente aderidas.

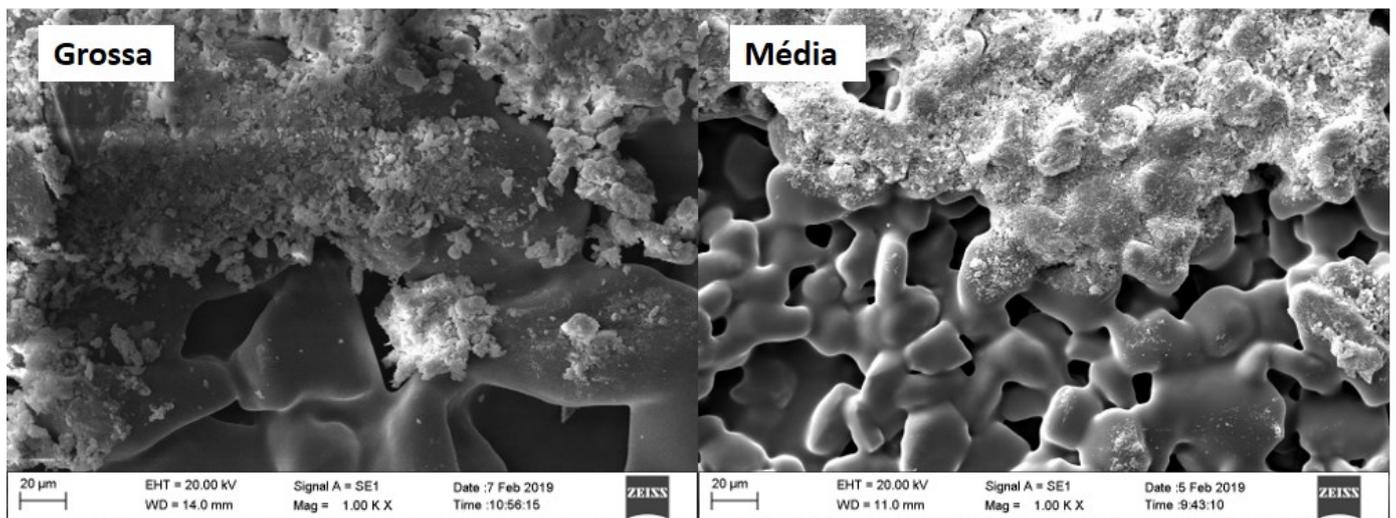


Figura 32. Topografia de superfície em 1.000x das tiras Sof-Lex antes do uso. Granulação Grossa com grande presença de matriz resinosa, intimamente aderidas. Granulação Média com matriz resinosa na superfície.

4.5 Composição química das tiras

A análise do EDS mostrou que o sistema Epitex era composto pelos elementos carbono, oxigênio, sílica um pouco de estrôncio (Tabela 6). Sof-Lex também apresentava partículas de carbono e oxigênio, porém possuía também alumínio (Tabela 7).

Tabela 6. Resultados da análise de composição química sistema Epitex em %

Espectro	In	C	O	Si	Sn	Total
Espectro 1	Sim	65,66	26,40	7,73	0,22	
Média		65,66	26,40	7,73	0,22	
Desvio-padrão		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Max.		65,66	26,40	7,73	0,22	
Min.		65,66	26,40	7,73	0,22	

Tabela 7. Resultados da análise de composição química do sistema Sof-Lex em %

Espectro	In	C	O	Al	Cl	Total
Espectro 1	Sim	62,54	37,15	0,24	0,08	
Média		62,54	37,15	0,24	0,08	
Desvio-padrão		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Max.		62,54	37,15	0,24	0,08	
Min.		62,54	37,15	0,24	0,08	

DISCUSSÃO

5. Discussão

Os procedimentos de acabamento e polimento das resinas compostas são procedimentos que influenciam diretamente na longevidade das restaurações (Lempbel, et al., 2017; Demarco, et al., 2017; Heintze, et al., 2015). Uma superfície lisa e polida é fundamental para manter a função e estética dos dentes restaurados, bem como do periodonto adjacente (Dutra, et al., 2018). As restaurações não polidas ou com polimento insatisfatório, ficam susceptíveis a descoloração superficial, acúmulo de placa, (Dutra, et al., 2018) e cáries secundárias (Wafa, et al., 2003; Demarco, et al., 2015). Com isto, nota-se a importância de se obter uma superfície regular e lisa após o término da restauração (Lempel, et al., 2017; Demarco, et al., 2017; Heitze et al., 2015). O acabamento tem a finalidade de remover os excessos e possibilitar o contorno anatômico das restaurações, e o polimento remover as irregularidades resultantes do acabamento. Estes procedimentos quando bem executados, geram lisura e brilho para restauração (Ergücü et al., 2007). Os cirurgiões-dentistas geralmente realizam o acabamento e polimento das superfícies livres das restaurações com facilidade, porém há dificuldade para realização destes procedimentos na região interproximal, o que pode resultar maior descoloração da restauração interproximal e surgimento de doença periodontal (Demarco et al., 2015; Salvego et al., 2013;). Por isto é de grande importância a elaboração de um protocolo de acabamento e polimento interproximal, que sejam eficiente para remoção das irregularidades geradas durante a confecção das superfícies de contato. No presente estudo, os diferentes sistemas de polimento e o uso do gel hidrossolúvel resultou em diferentes valores de rugosidade, portanto, as hipóteses nulas foram rejeitadas.

As tiras abrasivas são materiais utilizadas no acabamento e polimento das restaurações em regiões interproximais, devido à possibilidade de se adequar a anatomia destas regiões, por serem flexíveis e possuírem espessura delgada. Atualmente no mercado brasileiro existem vários sistemas de tiras abrasivas, com diferentes granulações, como o sistema de tiras abrasivas Soflex (3M) e Epitex (GC). A metodologia EDS, utilizada neste estudo possibilitou verificar que ambas apresentam diferentes composições, sendo a Sof-lex composta

predominantemente por carbono, oxigênio e alumínio e o Epitex composta por carbono, oxigênio e silício. No entanto, a rugosidade superficial gerada nos espécimes de resina composta, em ambos sistemas de tiras abrasivas, grupos Sof e Epi, bem como ao se utilizar fotopolimerização sob tiras de poliéster (Tira), não apresentaram diferença estatística. Isto é explicado pelo fato de que ambos os sistemas de tiras abrasivas são capazes de remover irregularidades e gerar uma lisura de superfície semelhante quando se pressiona as tiras de poliéster sobre a resina para fotopolimerização. Porém, muitos cirurgiões dentistas não realizam a fotopolimerização sob a tira de poliéster (Nasoohi, *et al.*, 2017; Endo, *et al.*, 2010), utilizando-a apenas para gerar o ponto de contato. No entanto, na análise realizada pelo rugosímetro, mostrou-se que a rugosidade superficial neste tipo de procedimento (C) gera maiores rugosidades quando comparada com as demais técnicas de acabamento e polimento.

Outro fator que influenciou na redução da rugosidade superficial dos espécimes de resina composta foi a aplicação do gel hidrossolúvel na última camada em associação com a polimerização adicional. Artigos prévios mostraram que a aplicação do gel hidrossolúvel afeta o grau de conversão de monômeros, aumentando a quantidade de polímeros na camada superficial (Koga *et al.*, 2011). Este processo ocorre, uma vez que o oxigênio presente no ambiente, interfere na polimerização da camada superficial da resina composta, por reagir com os radicais livres presentes na mesma (Bergmann, *et al.*, 1991). Além disto, a fotopolimerização adicional após a aplicação do gel, gera maior dose de energia que aumenta o grau de conversão da resina composta (Calheiros, *et al.*, 2004; Davidson, *et al.*, 2002; Emami, *et al.*, 2003) e influência diretamente na redução da rugosidade superficial dos espécimes (Korkmaz, *et al.*, 2008).

Algumas metodologias são utilizadas para avaliação qualitativa da superfície dos espécimes, microscopia de força atômica e a microscopia eletrônica de varredura. A primeira, é uma metodologia de análise micrométrica com o emprego de *cantilever* em aplicações topográficas com alta resolução. As imagens topográficas são geradas a partir de uma sonda constituída de uma fina ponteira acoplada no *cantilever*, para fazer o rastreamento da superfície do espécime. A deflexão do *cantilever* é a resposta das forças atômicas entre a

ponteira e a superfície do espécime (Marghalani et al., 2010; Kakaboura. Et al., 2007). Os gráficos topográficos gerados apresentaram diferentes características de superfície de acordo com os grupos de estudo. O grupo controle apresentou a superfície mais rugosa com picos e vales mais expressivos e irregulares independente da utilização do gel hidrossolúvel. Porém, a aplicação do gel hidrossolúvel influenciou na diminuição da amplitude desses picos e vales neste mesmo grupo, revelando que o gel influenciou na melhoria da superfície da resina composta. Já o grupo Tira apresentou topografias de superfície homogênea em relação aos outros grupos experimentais com ou sem gel hidrossolúvel por meio de uma topografia de superfície com picos e vales de pequenas dimensões e regulares em toda a região do espécime analisado, mostrando que a utilização da tira de poliéster no momento da fotopolimerização da restauração é de grande importância para melhorar a lisura da superfície da restauração. Já os grupos Epi e Sof apresentaram superfícies semelhantes na ausência de gel hidrossolúvel, gerando superfície com pequenas áreas com amplitudes dos picos e vales devido ao abrasionamento das tiras. Por outro lado, ao aplicarmos gel hidrossolúvel nos espécimes, o acabamento e polimento com as pontas Sof-Lex geraram superfície mais regular quando comparadas às EpiteX.

As imagens obtidas pelas microscopias mostraram efeito semelhante aos gráficos topográficos do AFM. Para análise das imagens desta metodologia, foi realizada estatística não paramétrica, caracterizada por um gráfico em barras. Neste gráfico e nas imagens pode-se perceber que o grupo Tira apresentou superfícies mais lisas, quando comparadas com o grupo controle e aos grupos que utilizaram o sistema de tiras EpiteX e Sof-lex, exceto pela presença de pequenas porosidades que se formaram durante a manipulação da resina no dispositivo, confirmando a importância da utilização das tiras de poliéster durante a confecção das restaurações interproximais. Ao contrário, o grupo C, foi observada maior quantidade de depressões irregulares geradas pelo movimento de remoção da tira anteriormente à fotopolimerização, o que provavelmente justifica a maior rugosidade captada pelo rugosímetro. As imagens das tiras abrasivas Epi e Sof em magnitude de 300x podemos observar que o grupo EPI apresentou maior abrasionamento da matriz orgânica, que gerou uma superfície

mais irregular com uma matriz orgânica desorganizada, e com exposição das partículas de carga na superfície e possivelmente por este aspecto não se pode encontrar os riscos gerados pelas tiras abrasivas neste grupo. No grupo SOF podemos observar uma superfície mais regular, com maior quantidade de riscos e poucas partículas de carga na superfície. Porém, estas alterações na superfície não geraram alterações nos valores de rugosidade superficial dos espécimes.

Para melhor caracterização da superfície polida, microscopias foram obtidas, com as tiras abrasivas utilizadas no tratamento dos espécimes, nos momentos antes e depois do acabamento e polimento. Ao se avaliar as microscopias em magnitude de 500x e 1000x foi possível observar que no grupo Sof-Lex, as tiras apresentam partículas arredondadas e aglomeradas. Após a sua utilização foi observada que as partículas não se soltaram da fita, e que a matriz orgânica desgastada ficou sobre a tira abrasiva. Associando as imagens da tira abrasiva e dos espécimes polidos para este grupo, percebe-se que a resina foi regularizada de forma mais uniforme, sem gerar significativamente alteração na matriz orgânica e conseqüentemente expondo uma menor quantidade de partículas de carga. De acordo com estudos anteriores, a exposição das partículas inorgânicas, gera maior rugosidade de superfície e manchamento da restauração (Jaeger, *et al.*, 2005).

Em contrapartida, as tiras abrasivas Epitex apresentaram uma quantidade pequena de abrasivos nas duas primeiras tiras do sistema com um tamanho mais expressivo e com aspecto pontiagudo e irregular (verde e azul). Já as duas tiras finais (rosa e branca) do sistema, apresentaram partículas menores e com maior aglomerado nas regiões avaliadas pela microscopia. Após as suas utilizações foi observada nas imagens uma grande quantidade de matriz orgânica depositada sobre a tira e com uma pequena quantidade de partículas de sílica, que podem ser originadas da própria tira ou removidas durante o abrasionamento contra o espécime. Associando às imagens das tiras com a dos espécimes polidos pode-se observar que as primeiras tiras do sistema geraram maior desorganização da matriz orgânica do compósito com maior exposição das partículas de carga, que não foram removidas com as tiras abrasivas subsequentes.

A maioria dos estudos *in vitro* avalia o desempenho do polimento em um compósito plano e homogêneo para padronização experimental, enquanto na

prática clínica as superfícies das restaurações são convexas ou côncavas e o resultado do acabamento não é tão homogêneo quanto o observado na simulação (Jang, *et al.*, 2017). Assim, no presente estudo foi confeccionado um dispositivo que oferece uma ligeira convexidade aos espécimes para permitir o tratamento de superfície com tiras abrasivas.

Poliacetal foi o material de escolha para a confecção do dispositivo e o presente trabalho mediu o espectro da emissão de luz da fonte de luz que passava pelo material com o espectrômetro (MARC). Foi possível obter o pico de absorção coincidente com o da canforoquinona, um dos principais fotoiniciadores presentes no tipo de resina composta utilizada (Mills, *et al.*, 1999; Whitters, *et al.*, 1999; Kramer *et al.*, 2008). Sabe-se também a importância da influência da posição do aparelho fotopolimerizador na quantidade de luz que chega à restauração com resina composta (Soares, *et al.*, 2018). Neste trabalho, o posicionamento do aparelho foi realizado simulando o posicionamento clínico da região interproximal, a qual não possui uma fotopolimerização direta.

A relevância clínica deste estudo está diretamente relacionada ao aumento da lisura da restauração com resina composta após o acabamento e polimento. Este fato pode evitar a substituição prematura das restaurações por fatores estéticos e funcionais e tempo clínico adicional. A principal recomendação deste estudo para os clínicos, é não negligenciar a etapa de acabamento e polimento, com o uso das tiras abrasivas em regiões interproximais para gerar superfícies mais regulares e com maior lisura superficial e com o uso do gel hidrossolúvel para melhorar a qualidade desta superfície.

Outros estudos, com o monitoramento da longevidade dos procedimentos de acabamento e polimento da superfície interproximal das resinas compostas, são necessários para definir a periodicidade da sua realização. Simular a superfície interproximal sob condições do ambiente bucal, tais como: acúmulo de biofilme, desafio ácido, mudança de temperatura e fadiga associada ao tempo são complementares para definir o protocolo e o tempo de repolimento. Além disso sugere-se que o dispositivo desenvolvido para esse estudo seja utilizado com a simulação da espessura e translucidez do esmalte para a incorporação de novas outras metodologias.

CONCLUSÃO

6- Conclusão

Dentro da limitação deste estudo *in vitro*, foi possível concluir que os procedimentos de acabamento e o polimento com tiras abrasivas associados à inibição do oxigênio com gel hidrossolúvel, proporcionaram superfícies interproximais mais homogêneas e polidas.

REFERÊNCIAS

7- Referências

1. Ferracene JL. Resin composite—State of the art. Dent Mater. 2011;27(1):29-38.

<https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.020>

2. An SM, Choi SY, Chung YW, Jang TH, Kang KH. Comparing esthetic smile perceptions among laypersons with and without orthodontic treatment experience and dentists. The Korean Journal of Orthodontics, 2014;44(6):294-303. <https://doi.org/10.4041/kjod.2014.44.6.294>

3. Taylor DF, Kalachandra S, Sankarapandian M, McGrath JE. Relationship between filler and matrix resin characteristics and the properties of uncured composite pastes. Biomaterials. 1998; 19(13):197-204. [https://doi.org/10.1016/S0142-9612\(98\)80001-X](https://doi.org/10.1016/S0142-9612(98)80001-X)

4. Resende TH, Reis KR, Schlichting LH Magne P. Ultrathin CAD-CAM Ceramic Occlusal Veneers and Anterior Bilaminar Veneers for the Treatment of Moderate Dental Biocorrosion: A 1.5-Year Follow-Up. Operative dentistry 2018;43(4):337-346. <https://doi.org/10.2341/17-007-T>

5. De Araujo EM Jr, Fortkamp S, Baratieri LN. Closure of diastema and gingival recontouring using direct adhesive restorations: a case report. J Esthet Restor Dent. 2009;21(4):229-40. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2009.00267.x>

* De acordo com a Norma da FOUFU, baseado nas Normas de Vancouver. Abreviaturas dos periódicos com conformidade com Medline (Pubmed).

6. Campos RE, Miranda AV, Santos-Filho PC, Menezes SM, Soares CJ. Conservative treatment for amelogenesis imperfecta: a case report. *General dentistry*. 2014;62(1):74-78.

7. Tavangar M, Bagheri R, Kwon TY, Mese A, Manton DJ. Influence of beverages and surface roughness on the color change of resin composites. *Journal of investigative and clinical dentistry*. 2018;9(3):e12333. <https://doi.org/10.1111/jicd.12333>

8. Carvalho RVD, Demarco FF, Zanchi CH, Rodrigues Júnior AS. Flexural strength and modulus of elasticity of different types of resin based composites. *Brazilian Oral Research*. 2007;21(1):16-21. <https://doi.org/10.1590/S1806-83242007000100003>

9. Lempel E, Lovász BV, Meszarics R, Jeges S, Tóth Á, Szalma, J. Direct resin composite restorations for fractured maxillary teeth and diastema closure: A 7 years retrospective evaluation of survival and influencing factors. *Dental Materials*. 2017;33(4):467-476. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.02.001>

10. Heintze SD, Rousson V, Hickel R. Clinical effectiveness of direct anterior restorations—a meta-analysis. *Dental Materials*. 2015;31(5):481-495. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.01.015>

11. Heintze SD, Rousson V, Hickel R. Clinical effectiveness of direct anterior restorations -a meta-analysis. *Dental Materials*. 2015;31(5):481-495. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.01.015>

13. Gomes IA, Mariz DC, Borges AH, Tonetto MR, Firoozmand LM, Kuga CM, Bandeca MC. In Vivo Evaluation of Proximal Resin Composite Restorations performed using Three Different Matrix Systems. The journal of contemporary dental practice. 2015;16(8):643-647. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1735>

14. Endo T, Finger WJ, Kanehira M, Utterodt A, Komatsu M. Surface texture and roughness of polished nanofill and nanohybrid resin composites. Dental materials journal. 2010;29(2):213-223. <https://doi.org/10.4012/dmj.2009-019>

15. Wafa A, Leung BW, El-Mowafy O, Rubo JH, Rubo MH. Evaluation of proximal contacts of posterior composite restorations with 4 placement techniques. Journal Canadian Dental Association. 2003;69(3):162-7.

16. Demarco FF, Collares K, Coelho-de-Souza FH, Correa MB, Cenci MS, Moraes RR, Opdam NJ. Anterior composite restorations: A systematic review. 2015;31(10):1214-24.

17. Soares CJ, Bragança GFD, Pereira RADS, Rodrigues MDP, Braga SSL, Oliveira LRS, Price RB. Irradiance and Radiant Exposures Delivered by LED Light-Curing Units Used by a Left and Right-Handed Operator. Brazilian dental journal 2018;29(3):282-289. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201802127>

18. Soares CJ, Rodrigues MDP, Oliveira LRS, Braga SSL, Barcelos LM, Silva GRD, Price RB. An Evaluation of the Light Output from 22 Contemporary Light Curing Units. Brazilian dental journal. 2017;28(3):362-371. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201601466>

19. Bergmann P, Noack MJ, Roulet JF. Marginal adaptation with glass-ceramic inlays adhesively luted with glycerine gel. Quintessence Institute. 1991;22(9):739-44.

20. Pontons-Melo JC, Furuse AY, Freitas CAD, Mondelli J. Reabilitação estética e funcional da guia anterior: uma sequência lógica e conservadora. Rev dental press estét, 2007;4:39-49.

21. Giacomelli L, Derchi G, Frustaci A, Bruno O, Covani U, Barone A, Chiappelli F. Surface roughness of commercial composites after different polishing protocols: an analysis with atomic force microscopy. The open dentistry journal. 2010;(4):191.
<https://doi.org/10.2174/1874210601004010191>

22. Ferraris F, Conti A. Superficial roughness on composite surface, composite enamel and composite dentin junctions after different finishing and polishing procedures. Part I: roughness after treatments with tungsten carbide vs diamond burs. International Journal of Esthetic Dentistry. 2014;9(1):70-89.

23. Daud A, Gray G, Lynch CD, Wilson NH, Blum IR. A randomised controlled study on the use of finishing and polishing systems on different resin composites using 3D contact optical profilometry and scanning electron microscopy. Journal of dentistry 2018;(71):25-30.
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2018.01.008>

24. Şen D, Göller G, İşsever H. The effect of two polishing pastes on the surface roughness of bis-acryl composite and methacrylate-based resins. The

Journal of prosthetic dentistry. 2002;88(5):527-532.
<https://doi.org/10.1067/mpr.2002.129335>

25. Wolff D, Schick S, Staehle HJ, Frese C. Novel Microscalpels for Removing Proximal Composite Resin Overhangs on Class II Restorations. Operative dentistry. 2017;42(3):297-307. <https://doi.org/10.2341/16-012-L>

26. Mourouzis P, Koulaouzidou EA, Palaghias G, Helvatjoglu-Antoniades M. Color match of resin composites to intact tooth structure. Journal of applied biomaterials & functional materials. 2015;13(3):259-265.
<https://doi.org/10.5301/jabfm.5000228>

27. Alzraikat H, Burrow MF, Maghaireh GA, Taha NA. Nanofilled Resin Composite Properties and Clinical Performance: A Review. Oper Dent. 2018; 43(4):E173-E190. <https://doi.org/10.2341/17-208-T>

28. Grippaudo C, Cancellieri D, Grecolini ME, Deli R. Comparison between different interdental stripping methods and evaluation of abrasive strips: SEM analysis. Progress in orthodontics. 2010;11(2):127-137.
<https://doi.org/10.1016/j.pio.2010.08.001>

29. Salvego RN, Dias RPB, Figueiredo JLG. Estabilidade de cor de resinas compostas no processo de manchamento e clareamento. Rev Dental Press Estét. 2013;10(3):54-62.

30. da Silva EM, de Sá Rodrigues CU, Dias DA, da Silva S, Amaral CM, Guimarães JG. Effect of toothbrushing-mouthrinse-cycling on surface

roughness and topography of nanofilled, microfilled, and microhybrid resin composites. Oper Dent. 2014;39(5):521-9. <https://doi.org/10.2341/13-199-L>

31. Oliveira GU, Mondelli RF, Charantola Rodrigues M, Franco EB, Ishikiriama SK, Wang L. Impact of filler size and distribution on roughness and wear of composite resin after simulated toothbrushing. J Appl Oral Sci. 2012;20(5):510-6. <https://doi.org/10.1590/S1678-77572012000500003>

32. Marghalani HY. Effect of filler particles on surface roughness of experimental composite series. Journal of Applied Oral Science. 2010;18(1):59-67. <https://doi.org/10.1590/S1678-77572010000100011>

33. Husain NAH, Camilleri J, Özcan M. Effect of polishing instruments and polishing regimens on surface topography and phase transformation of monolithic zirconia: An evaluation with XPS and XRD analysis. Journal of the mechanical behavior of biomedical materials. 2016;64:104-112. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2016.07.025>

34. Dutra DAM, Pereira GKR, Kantorski KZ, Valandro LF, Zanatta FB. Does Finishing and Polishing of Restorative Materials Affect Bacterial Adhesion and Biofilm Formation? A Systematic Review. Operative dentistry. 2018;43(1):E37-E52. <https://doi.org/10.2341/17-073-L>

35. Jang JH, Kim HY, Shin SM, Lee CO, Kim DS, Choi KK, Kim SY. Clinical Effectiveness of Different Polishing Systems and Self-Etch Adhesives in Class V Composite Resin Restorations: Two-Year Randomized Controlled Clinical Trial. Operative dentistry. 2017;42(1):19-29. <https://doi.org/10.2341/16-104-C>

36. Marigo L, Rizzi M, La Torre G, Rumi G. 3-D surface profile analysis: different finishing methods for resin composites. *Operative dentistry*. 2001;26(6):562-568.

37. Beun S, Bailly C, Dabin A, Vreven J, Devaux J, Leloup G. Rheological properties of experimental Bis-GMA/TEGDMA flowable resin composites with various macrofiller/microfiller ratio. *Dental Materials*. 2009;25(2):198-205. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.06.001>

38. Koga K, Tsujimoto A, Ishii R, Iino M, Kotaku M, Takamizawa T, Miyazaki M. Influence of oxygen inhibition on the surface free-energy and dentin bond strength of self-etch adhesives. *European journal of oral sciences*. 2011;119(5):395-400. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.2011.00849.x>

39. Bicalho AA, Valdívia ADCM, Barreto BDC, Tantbirojn D, Versluis A, Soares CJ. Incremental filling technique and composite material—part II: shrinkage and shrinkage stresses. *Operative dentistry*. 2014;39(2):e83-e92. <https://doi.org/10.2341/12-442-L>

40. Jones CS, Billington RW, Pearson GJ. The in vivo perception of roughness of restorations. *British Dental Journal*. 2004;196(1):42. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4810881>

41. Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using porfilometry, scanning electron,

atomic force microscopy and gloss-meter Journal of Materials: materials in Medicine. 2007;18(1):155-163.

42. Bernades Filho R, Mattoso LHC. Estudo de polímeros por microscopia de força atômica Comunicado técnico. 2003:531-4.

43. Mills RW, Jandt KD, Ashworth SH. Restorative Dentistry: Dental composite depth of cure with halogen and blue light emitting diode technology. British dental journal. 1999;186(8):388. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4800120>

44. Whitters CJ, Girkin JM, Carey JJ. Curing of dental composites by use of InGaN light-emitting diodes. Optics letters. 1999;24(1):67-68. <https://doi.org/10.1364/OL.24.000067>

45. Kramer N, Lohbauer U, García-Godoy F, Frankenberger R. Light curing of resin-based composites in the LED era. American Journal of Dentistry. 2008;21(3):135.

46. Calheiros FC, Braga RR, Kawano Y, Ballester RY. Relationship between contraction stress and degree of conversion in restorative composites. Dent Mater 2004;20(10):939–46. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2004.03.003>

47. Emami N, Soderholm KJ, Berglund LA. Effect of light power density variations on bulk curing properties of dental composites. J Dent 2003;31(3):189–96. [https://doi.org/10.1016/S0300-5712\(03\)00015-0](https://doi.org/10.1016/S0300-5712(03)00015-0)

48. Halvorson RH, Erickson RL, Davidson CL. Energy dependent polymerization of resin-based composite. Dent Mater 2002;18(6):463–9. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(01\)00069-0](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(01)00069-0)

49. Korkmaz, Y, Ozel E, Attar N, Aksoy, G. The influence of one-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of nanocomposites. Operative dentistry, 2208;33(1), 44-50.

50. AlSaleh S, Labban M, AlHariri M, Tashkandi E. Evaluation of self shade matching ability of dental students using visual and instrumental means. Journal of dentistry, 2012;40, e82-e87. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.01.009>

51. Öngül D, Şermet B, Balkaya MC. Visual and instrumental evaluation of color match ability of 2 shade guides on a ceramic system. The Journal of prosthetic dentistry, 2012;108(1), 9-14. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(12\)60102-4](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(12)60102-4)

52. Jaeger F, Pozzobon RT, Souza NC. Análise da rugosidade superficial de uma resina composta exposta a diferentes meios de imersão e tempos. Rev Inst Ciênc Saúde. 2005; 23(2): 115-9.