

Mestrado Integrado em Medicina Dentária
Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra



Avaliação da rugosidade superficial de resinas compostas com zircónia
após polimento

Surface roughness evaluation of zirconia-based resin composites after
polishing

Catarina Ferreira Barros

Orientadora: Doutora Alexandra Vinagre

Coorientadora: Dr.^a Ana Chambino

Coimbra, Julho 2017

Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra
Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Avaliação da rugosidade superficial de resinas compostas com zircónia
após polimento

Barros C¹, Vinagre A², Chambino A³

1) Aluna do Mestrado Integrado em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina
da Universidade de Coimbra

2) Assistente Convidada do Mestrado Integrado em Medicina Dentária da
Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

3) Assistente Convidada do Mestrado Integrado em Medicina Dentária da
Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

Área de Medicina Dentária, FMUC, Coimbra, Portugal
Avenida Bissaya Barreto, Blocos de Celas
3000-075 Coimbra
Tel.: +351 239 484 183
Fax: +351 239 402 910

E-mail do autor: catarina.barros1@hotmail.com

Resumo

Objetivo: O objetivo deste estudo foi avaliar a rugosidade superficial de resinas compostas com zircónia após polimento.

Materiais e métodos: Os materiais avaliados foram: Zirconfill® (TECHnew, RJ, Brasil), Filtek™ Supreme XTE (3M ESPE, St Paul, MN, USA), Brilliant EverGlow™ (Coltène, Whaledent, Altstätten), Ceram.X® Duo (Dentsply, Middle East & Africa), e Harmonize™ (KERR, Orange, CA, USA). Foram executadas 10 amostras por grupo, tendo sido utilizado um molde circular de silicone com 6 mm de diâmetro e 1,5 mm de espessura. As superfícies das amostras foram inicialmente preparadas com discos abrasivos de carboneto de silício de granulometria 1200 em ambiente humedecido, em ambos os lados e durante 5 segundos cada de forma a uniformizar a superfície das amostras. De seguida apenas uma superfície de cada amostra foi sujeita a um sistema de polimento SwissFlex® Disc (Coltene, Cuyahoga Falls, OH, USA), numa sequência de granulometria decrescente ($70\ \mu\text{m} > 50\ \mu\text{m} > 30\ \mu\text{m} > 5\ \mu\text{m}$), com rotação standardizada a 7500 rpm. Após o polimento avaliou-se a rugosidade superficial (valor S_a - μm) de todas as amostras de cada grupo. Foi utilizado um perfilómetro ótico 3D sem contato (S neox® 3D, Sensofar, Stuttgart, Alemanha). A análise estatística foi realizada com o programa IBM® SPSS® Statistics Version 23. A avaliação de diferenças entre cada par de grupos foi corrigida através do método de Bonferroni. O nível de significância foi estabelecido em 0.05 para todas as análises.

Resultados: Encontraram-se diferenças estatisticamente significativas entre a rugosidade superficial das diferentes resinas compostas estudadas ($p < 0.05$). Brilliant EverGlow™ e Ceram.X® Duo apresentam as rugosidades médias de menor valor; Harmonize™ uma rugosidade média de valor intermédio; Zirconfill® e Filtek™ Supreme XTE apresentaram os valores mais elevados de rugosidade média superficial.

Conclusão: Dentro das limitações do presente estudo, as cinco resinas compostas testadas apresentaram diferenças estatisticamente significativas nos valores médios de rugosidade superficial (S_a) após procedimentos de polimento.

Palavras-chave: rugosidade superficial, resinas compostas, acabamento, polimento

Abstract

Objective: The aim of this study was to evaluate the surface roughness of zirconia-based resin composites after polishing.

Methods: The materials evaluated were: Zirconfill® (TECHnew, RJ, Brasil), Filtek™ Supreme XTE (3M ESPE, St Paul, MN, USA), Brilliant EverGlow™ (Coltène, Whaledent, Altstätten), Ceram.X® Duo (Dentsply, Middle East & Africa), and Harmonize™ (KERR, Orange, CA, USA). Ten specimens of each composite were made using a circular silicone mold with 6 mm of diameter and 1,5 mm of thickness. The surfaces of the samples were initially prepared with 1200 silicon carbide abrasive disks in a humidified environment, on both sides and for 5 seconds each in order to standardize sample surfaces. Then, only one surface of each sample was subjected to a SwissFlex® Disc polishing system (Coltene, Cuyahoga Falls, OH, USA), in a decreasing granulometry sequence (70 µm > 50µm > 30µm > 5µm), with rotation set at 7500 rpm. After polishing the surface roughness was evaluated (Sa-µm value), of all samples from each group. A non-contact 3D optical profilometer was used (S neox® 3D, Sensofar, Stuttgart, Alemanha). Statistical analysis was performed with the IBM® SPSS® Statistics Version 23. The evaluation of differences between each pair of groups was corrected by the Bonferroni method. The level of significance was established at 0.05 for all analysis.

Results: There were statistically significant differences between the surface roughness of the different composite resins studied ($p < 0.05$). Brilliant EverGlow™ and Ceram.X® Duo obtained the lowest values of roughness; Harmonize™ an intermediate value; Zirconfill® and Filtek™ Supreme XTE showed the highest values of surface roughness.

Conclusion: Within the limitations of the present study, the five composite resins tested presented statistically significant mean values of surface roughness (Sa) after polishing procedure.

Key words: surface roughness, resin-based composites, finishing, polishing

Índice

Introdução.....	7
Materiais e Métodos.....	11
1. Estudo laboratorial.....	11
2. Medição da rugosidade.....	12
3. Análise estatística	12
Resultados.....	14
Discussão.....	21
Conclusão	25
Agradecimentos.....	26
Bibliografia.....	27

INTRODUÇÃO

A crescente exigência estética na área da Medicina Dentária tem sido associada a uma rápida taxa de desenvolvimento de novos materiais restauradores à base de resina¹. O atual estado da arte das resinas compostas inclui uma ampla variedade de materiais com boas propriedades mecânicas, características de manipulação e possibilidades estéticas².

Atualmente as resinas compostas são os materiais mais utilizados em restaurações diretas na prática clínica devido às suas principais vantagens relacionadas com as propriedades estéticas, aumento da resistência estrutural do remanescente dentário e a maior preservação de estrutura dentária sã. Além disso, a baixa contração de polimerização e a resistência ao desgaste melhorada das resinas permitem a sua utilização não só nos dentes anteriores mas também nos dentes posteriores⁷.

Uma resina composta é constituída por quatro componentes principais: matriz orgânica, partículas de carga inorgânica, agente de ligação e o sistema iniciador¹. As propriedades mecânicas estão relacionadas principalmente com o conteúdo de carga inorgânica, sendo as resinas compostas com maior conteúdo inorgânico em volume aqueles que apresentam potencialmente melhores propriedades mecânicas².

O tamanho das partículas é um parâmetro importante utilizado para caracterizar o material de restauração, pois este interfere com propriedades físicas e mecânicas. As resinas compostas podem ser classificadas de acordo com o tamanho, distribuição, conteúdo e tipo de carga inorgânica. As formulações de compósitos restauradores incluem as nanopartículas e uma mistura de diferentes tamanhos de partículas podendo identificar-se resinas compostas híbridas, micro-híbrida e nano-híbridas³. A inovação mais recente tem sido o desenvolvimento dos compósitos nanoparticulados, contendo apenas partículas nanométricas. A maioria dos fabricantes modificou as formulações dos seus micro-híbridos para incluir mais nanopartículas e, também partículas pré-polimerizadas, tendo denominado esse grupo de nano-híbridos². O tamanho, morfologia e composição do conteúdo inorgânico foram progressivamente modificados para melhorar a estética e as propriedades mecânicas dos compósitos. Os materiais micro-híbridos são considerados os que oferecem o melhor equilíbrio entre manipulação, resistência e estética. Contudo, os nano-híbridos mais recentes unem a resistência mecânica dos compósitos híbridos com o polimento superior dos compósitos de micropartículas, melhorando o brilho e diferentes propriedades de superfície⁴.

Os procedimentos de acabamento e polimento podem influenciar a rugosidade superficial, que está relacionada com a descoloração precoce e as superfícies rugosas mantêm mecanicamente as manchas superficiais mais do que superfícies lisas. Outros fatores que poderiam influenciar o grau de mudança de cor total incluem ciclos térmicos, envelhecimento e abrasão¹. A rugosidade superficial é uma das propriedades mais importantes de uma restauração bem sucedida⁴.

A coloração de materiais de resina composta pode ser encontrado sob duas formas: coloração intrínseca e extrínseca. A coloração extrínseca diz respeito à acumulação de manchas de produtos alimentares e líquidos ingeridos e é exacerbada pelo tabagismo. Apresenta-se associada à rugosidade superficial, bem como a um acabamento e polimento deficitário normalmente localizado adjacente às margens de restaurações. A coloração intrínseca está relacionada com a composição e estrutura da matriz da resina composta. Os fatores que levam à perda de cor ao longo do tempo são mais uma função do processo de fabrico do que os fatores controlados pelo operador⁵.

A rugosidade superficial está associada ao desconforto do doente em termos de percepção tátil, aparência estética e resistência à coloração de materiais restauradores. A maioria dos pacientes pode detetar diferenças de cerca de 0,3 μm na rugosidade média⁶. O limiar crítico de rugosidade superficial estabelecido para a adesão bacteriana é de 0,2 μm . Qualquer aumento na rugosidade superficial acima de 0,2 μm resulta num aumento simultâneo de acumulação de placa, do risco de cárie e inflamação periodontal, pois pode comprometer a estética e a longevidade da restauração. Os fatores que podem influenciar a rugosidade superficial dos compósitos incluem o tipo, tamanho e quantidade de carga inorgânica do compósito, bem como o tipo, tamanho e dureza dos abrasivos e a técnica de acabamento e polimento utilizada⁷. As restaurações polidas devem demonstrar uma textura superficial e brilho semelhante ao esmalte⁶.

Existem dois passos na fase de finalização de uma restauração em resina composta: acabamento e polimento. Durante o processo de acabamento, a restauração polimerizada é contornada para coincidir com a anatomia do dente e para estabelecer boa integridade da margem na interface da restauração do dente. O processo de acabamento, produz rugosidade e irregularidades na superfície do material. O polimento envolve a aplicação de abrasivos para reduzir ou remover significativamente a rugosidade produzida pelos instrumentos de acabamento.

O processo de acabamento e polimento é influenciado pela composição do material do substrato, pelo grau de polimerização do polímero, pela dureza e pelo tamanho de partícula

do abrasivo, pela pressão aplicada e pelo tempo de aplicação. As técnicas sequenciais são frequentemente usadas para melhorar a eficiência na obtenção da superfície mais lisa possível⁵.

Para um sistema de acabamento ser eficaz, as partículas de corte devem apresentar maior dureza do que as partículas de carga inorgânica. Caso contrário, o agente de polimento removerá apenas a matriz de resina suave e deixará as partículas de carga inorgânica expostas na superfície⁸.

Em caso de dúvida, deve-se usar o sistema de polimento da mesma empresa que a resina composta, pois estes apresentam bons resultados em comparação com outros sistemas. Além disso, os fabricantes devem lembrar que, dependendo da dureza, tamanho e conteúdo das cargas inorgânicas, os compósitos requerem sistemas específicos de acabamento e polimento³.

O acabamento final deve ser adiado durante pelo menos 24 horas após a conclusão da restauração. Se o acabamento for realizado imediatamente após a colocação da resina composta, o material pode ser mais facilmente sujeito a deformação plástica devido ao calor gerado durante o processo de acabamento/polimento. Aproximadamente 75% da polimerização luminosa ocorre durante os primeiros 10 minutos. A reação de polimerização continua durante um período de 24 horas se a restauração é imersa em água antes dos procedimentos de acabamento⁹.

O Zirconfill® é uma resina composta nano-híbrida, fotopolimerizável e radiopaca, desenvolvida para ser utilizada em dentes anteriores e posteriores. Entre o seu conteúdo inorgânico encontra-se óxido misto de zircônia e sílica e a adição de diatomita, uma sílica porosa. Apresenta um alto teor de carga inorgânica (80% em peso), sendo esta formada, principalmente, por partículas de zircônia/sílica. A diatomita, apesar de ser uma sílica, possui características estruturais peculiares. Forma-se a partir de uma rocha sedimentar formada pela acumulação de frústulas de carapaças de algas de diatomáceas que são algas microscópicas, unicelulares. Apresenta uma estrutura permeável de poros nanométricos. Esta propriedade da diatomita, permite que, na composição de Zirconfill®, ocorra uma permeabilidade dos monómeros através dos poros das partículas. Segundo o fabricante, estes fatores proporcionam uma potencial melhoria de algumas propriedades mecânicas, tais como resistência à compressão, resistência à compressão diametral, resistência à flexão, microdureza e resistência ao desgaste. Apresenta alta resistência à temperatura, baixa condutibilidade térmica e reduzida densidade. Todas essas características são capazes

de alterar positivamente a capacidade da matriz de resina de perder menos umidade diante do calor aplicado e, isto resulta de imediato na diminuição da sensibilidade pós-operatória, e, a longo prazo, na permanência da integridade da interface dente/restauração e na manutenção da estabilidade da união carga/matriz²².

O objetivo do presente estudo é avaliar a rugosidade superficial após polimento de cinco resinas compostas, três das quais com zircônia na sua formulação. A hipótese nula formulada é de que não existem diferenças significativas na comparação das propriedades superficiais após procedimentos de polimento entre resinas compostas estudadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Estudo laboratorial

Para este estudo foram utilizadas 5 resinas compostas indicadas para restaurações diretas e definidos 5 grupos de acordo com cada resina: Zirconfill® (TECHnew, RJ, Brasil), Filtek™ Supreme XTE (3M ESPE, St Paul, MN, USA), Brilliant EverGlow™ (Coltène, Whaledent, Altstätten), Ceram.X® Duo (Dentsply, Middle East & Africa), e Harmonize™ (KERR, Orange, CA, USA) (tabela 1). Em todos foi utilizado uma massa de esmalte de cor A2. Foram executadas 10 amostras por grupo, tendo sido utilizado um molde circular de silicone com 6 mm de diâmetro e 1,5 mm de espessura. Para preparar cada amostra, colocou-se o molde sobre uma lâmina de vidro com 1mm de espessura onde foi condensada a resina composta em incremento único. Colocou-se outra lâmina de vidro sobre o molde e sob pressão o material foi comprimido, extruindo o excesso de resina composta, formando uma superfície plana e uniforme e reduzindo assim a incorporação de poros dentro do disco de resina formado. Todas as amostras foram polimerizadas com uma unidade de iluminação LED (SPEC 3 Coltène, Whaledent, Cuyahoga Falls, OH, U.S.A) usando uma densidade de potência de 1600 mW / cm² por 40 segundos. De forma a reduzir a variabilidade, todas as amostras e procedimento de polimento foram executados pelo mesmo operador.

As superfícies das amostras foram inicialmente preparadas com discos abrasivos de carboneto de silício de granulometria 1200 em ambiente humedecido, em ambos os lados e durante 5 segundos cada, de forma a uniformizar a superfície das amostras. De seguida apenas uma das superfícies de cada amostra foi sujeita ao sistema de polimento SwissFlex® Disc (Coltene, Cuyahoga Falls, OH, USA). Este sistema é formado por quatro discos de granulometria decrescente (70 µm > 50µm > 30µm > 5µm). Os discos foram adaptados num mandril apropriado e colocados num contra-ângulo, com rotação standardizada a 7500 rpm (Figura 1). Foi desenvolvido um suporte individualizado para garantir que em cada fase do procedimento o disco de polimento permanecia na mesma posição (perpendicular à amostra). Os discos foram utilizados com água e numa sequência de granulação decrescente. A superfície da amostra foi lavada com água durante 5 segundos e seca com jato de ar entre a utilização de cada disco, para prevenir que os detritos do disco anterior riscassem a superfície com a utilização do disco seguinte. O polimento com o primeiro e o segundo discos da sequência foi feito durante 20 segundos. O polimento com o terceiro e quarto discos da sequência foi feito durante 40 segundos. Para

cada amostra, foi usado um novo disco de polimento e descartado após cada uso. Após polimento, as amostras foram armazenadas em água bidestilada.

Medição de rugosidade

Após o polimento avaliou-se a rugosidade superficial de todas as amostras de cada grupo. Foi utilizado um perfilômetro ótico 3D sem contato (S neox® 3D, Sensofar, Stuttgart, Alemanha). Foi feita uma vista geral da superfície: lente de 10X, modo confocal, colagem de 4 imagens, no centro dos discos. Foram realizadas quatro medições em cada amostra numa área de 175,31 x 131,97 μm^2 e a média foi calculada. Para a análise da rugosidade obtiveram-se 4 imagens com a objetiva de 100x, em modo confocal. O S neox® 3D usa um sensor CCD de alta resolução de até 1360x1024 pixels em combinação com monitores de alta resolução de 2560x1440. Este possui quatro fontes de luz LED dentro do seu núcleo ótico que melhoram a resolução lateral e o comprimento da coerência ótica. Além disso, os LEDs vermelhos, verdes e azuis são pulsados para adquirir imagens de cor real e imagens de profundidade codificadas por cores de contraste em tempo real. Os resultados de rugosidade superficial foram apresentados em S_a (μm). S_a é um parâmetro tridimensional expandido a partir do parâmetro de rugosidade R_a (2D). Este expressa a média dos valores absolutos de Z (x, y) na área medida.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada com o programa IBM® SPSS® Statistics Version 23, utilizando o algoritmo de modelos lineares de efeitos mistos considerando como fator fixo o grupo e cada amostra, com 4 medições cada, como gerador de efeitos aleatórios. A avaliação de diferenças entre cada par de grupos foi corrigida através do método de Bonferroni. O nível de significância foi estabelecido em 0.05 para todas as análises.



Figura 1 – Imagem do presente estudo laboratorial, com o sistema de polimento SwissFlex® Disc

Tabela 1 - Compósitos de resina avaliados no estudo

Grupo	Resina composta	Matriz	Tipo de resina	Partículas inorgânicas	Peso das partículas inorgânicas (% em peso)
1	Brilliant EverGlow™ Coltène, Whaledent, Altstätten LOT: H31783 EXP: 2018-09	Bis-GMA TEGDMA Bis-EMA	Nanohíbrido	- Partículas pré-polimerizadas contendo vidro e nano-sílica - Nano-sílica coloidal agregada e não agregada - Vidro de bário (20-1500nm)	79%
2	Zirconfill® TECHnew, Rio de Janeiro Brasil LOT: 16003 EXP: 2019-02	Bis-GMA Bis-EMA TEGDMA UDMA	Nanohíbrido	- Diatomita - Sílica - Óxido misto de Zircónia e Sílica - Vidro de bário	80%
3	Ceram.X® Duo Dentsply, Middle East & Africa LOT: 0784 EXP: 2018-04	Polisiloxano modificado com metacrilato Resina de dimetacrilato	Nanohíbrido	- Vidro de silicato de alumínio e boro de bário (1.1-1.5µm) - Dióxido de silício (2-10nm)	76 %
4	Filtek™ Supreme XTE 3M ESPE St Paul, MN, USA LOT: N843006 EXP: 2019-10	Bis-GMA UDMA TEGDMA Bis-EMA	Nanohíbrido	- Agregado de partículas de zircónia/sílica (0.6-10µm) - Sílica (20nm) - Zircónia (4-11nm)	78,5%
5	Harmonize™ KERR Orange, CA, USA LOT: 6280026 EXP:2019-09	Bis-GMA Bis-EMA TEGDMA	Nanoparticulado	- Sílica - Zircónia - Vidro de bário (400 nm)	81%

Abreviaturas: UDMA: uretano dimetacrilato; Bis-GMA: bisfenol A diglicidil metacrilato; TEGDMA: trietilenoglicol dimetacrilato; Bis-EMA: bisfenol A dimetacrilato etoxilato

RESULTADOS

A estatística descritiva da rugosidade superficial média obtida para cada grupo pode ser visualizada na tabela 2.

Tabela 2 – Estatística descritiva

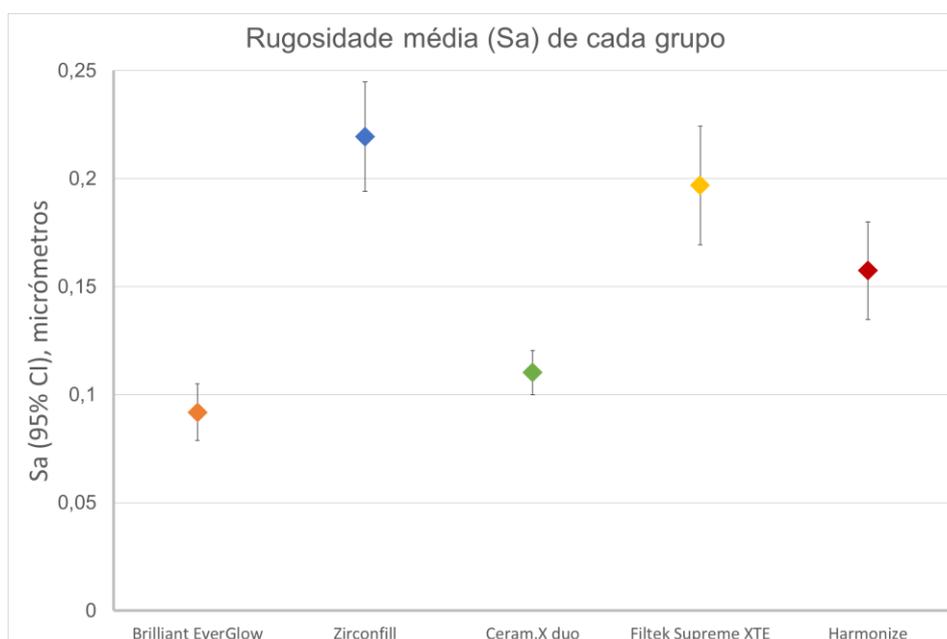
Grupo	Sa final	
	Média ± desvio padrão (µm)	
1. Brilliant EverGlow™	0,092 ± 0,042	a
2. Zirconfill®	0,220 ± 0,082	b
3. Ceram.X® Duo	0,110 ± 0,031	a, c
4. Filtek™ Supreme XTE	0,197 ± 0,088	b, d
5. Harmonize™	0,157 ± 0,069	c, d

Grupos com a mesma letra não apresentam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0.05$).

O modelo de efeitos mistos revelou diferenças estatisticamente significativas entre a rugosidade superficial determinados pelo fator grupo $F(4, 43.11) = 14.17$; $p < 0.01$ (tabela 2 e gráfico 1).

A comparação grupo a grupo determinou três subconjuntos dos grupos estudados, revelando que o grupo 1 e 3 apresentam as rugosidades médias de menor valor; o grupo 5 uma rugosidade média de valor intermédio e os grupos 2 e 4 apresentaram os valores mais elevados de rugosidade média superficial (gráfico 1).

Gráfico 1 – Rugosidade média (Sa) de cada grupo



A tabela 3 indica a significância estatística de cada uma das comparações entre os grupos.

Tabela 3 – Comparação entre grupos da rugosidade média

Grupo	Amostra	Diferença	Erro padrão	p	Intervalo de confiança a 95%	
					Margem inferior	Margem superior
1	2	-0.128*	0.020	0.000	-0.188	-0.068
	3	-0.019	0.021	1.000	-0.081	0.043
	4	-0.105*	0.020	0.000	-0.165	-0.045
	5	-0.066*	0.021	0,030	-0.127	-0.004
2	3	0.109*	0.021	0.000	0.047	0.170
	4	0.023	0.020	1.000	-0.037	0.083
	5	0.062*	0.021	0.047	0.000	0.124
3	4	-0.086*	0.021	0.002	-0.148	-0.024
	5	-0.047	0.021	0.350	-0.110	0.017
4	5	0.039	0.021	0.647	-0.022	0.101

*A diferença média é significativa no nível de 0.05

De acordo com os resultados obtidos rejeitamos a hipótese nula formulada uma vez que se encontraram diferenças estatisticamente significativas entre a rugosidade superficial das diferentes resinas compostas estudadas.

Nas figuras 2 a 6 podem ser observadas imagens tridimensionais representativas da topografia de superfície das diferentes resinas compostas estudadas, selecionadas de acordo com a rugosidade média superficial obtida para cada grupo.

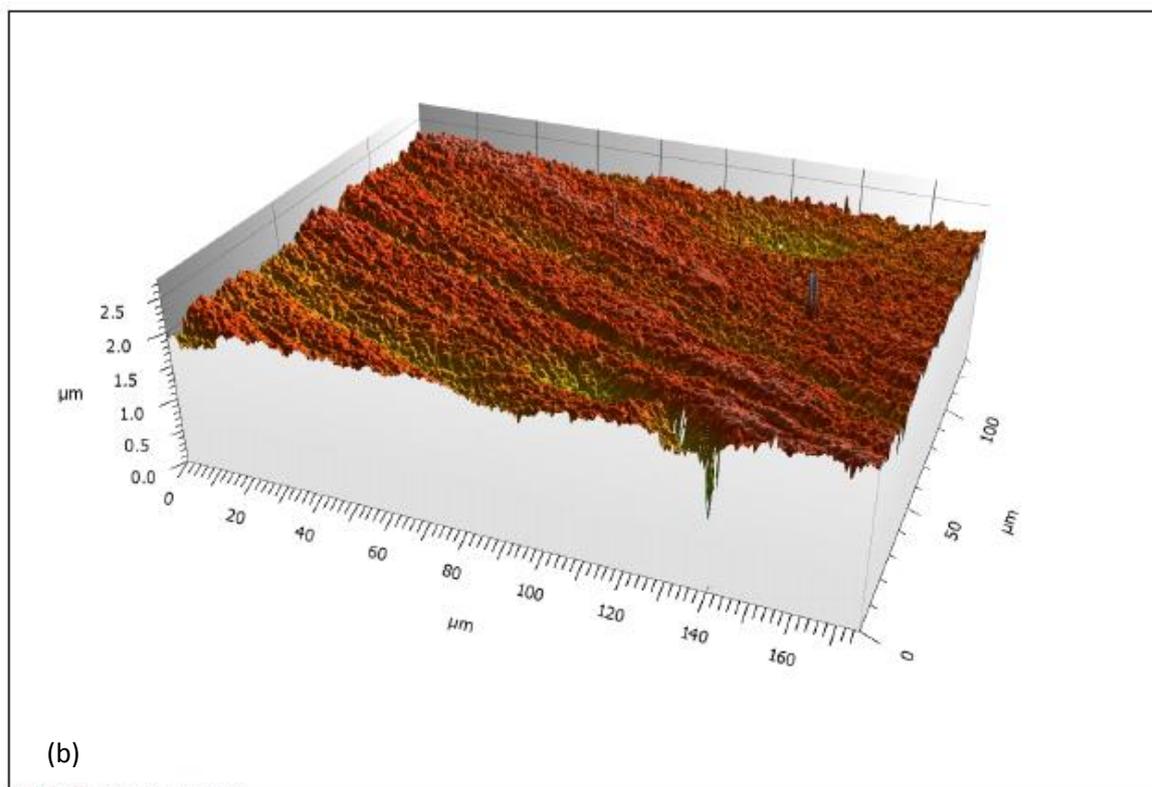
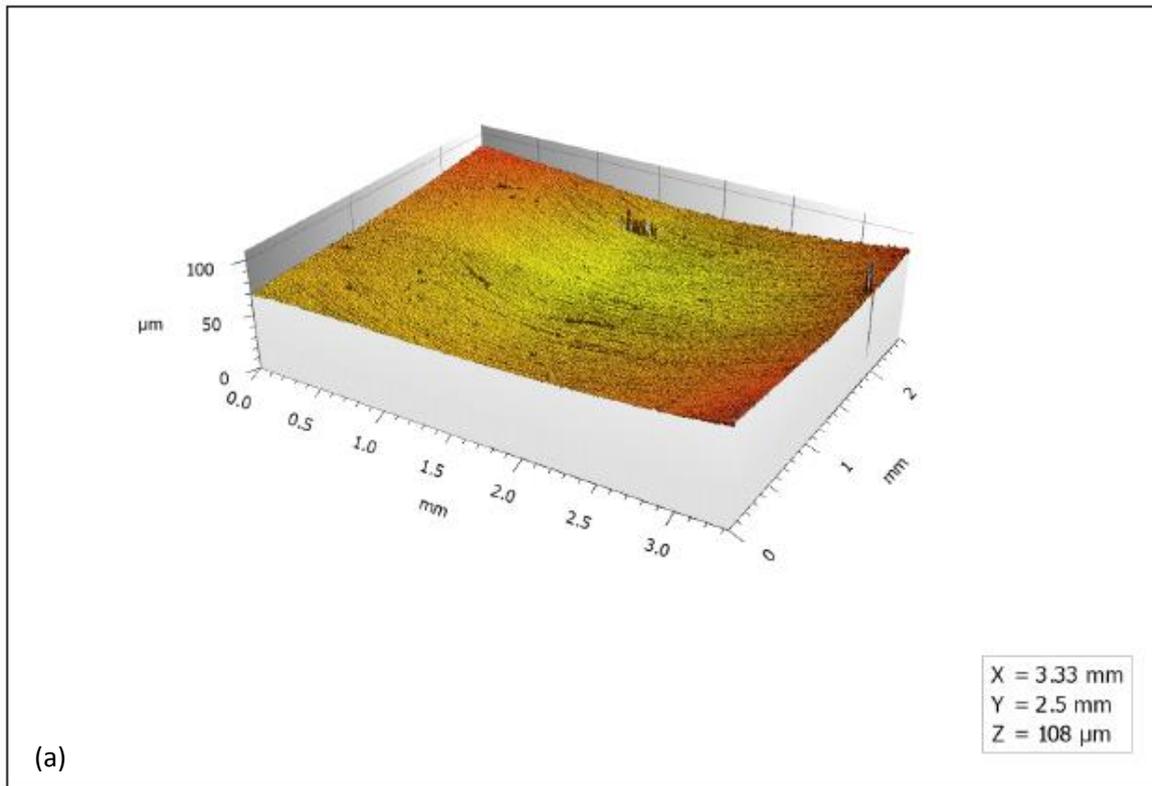


Figura 2 - Imagens representativas do grupo 1 correspondente à resina Brilliant EverGlow™.
(a) vista geral (b) imagem correspondente a uma das zonas de leitura da mesma amostra.

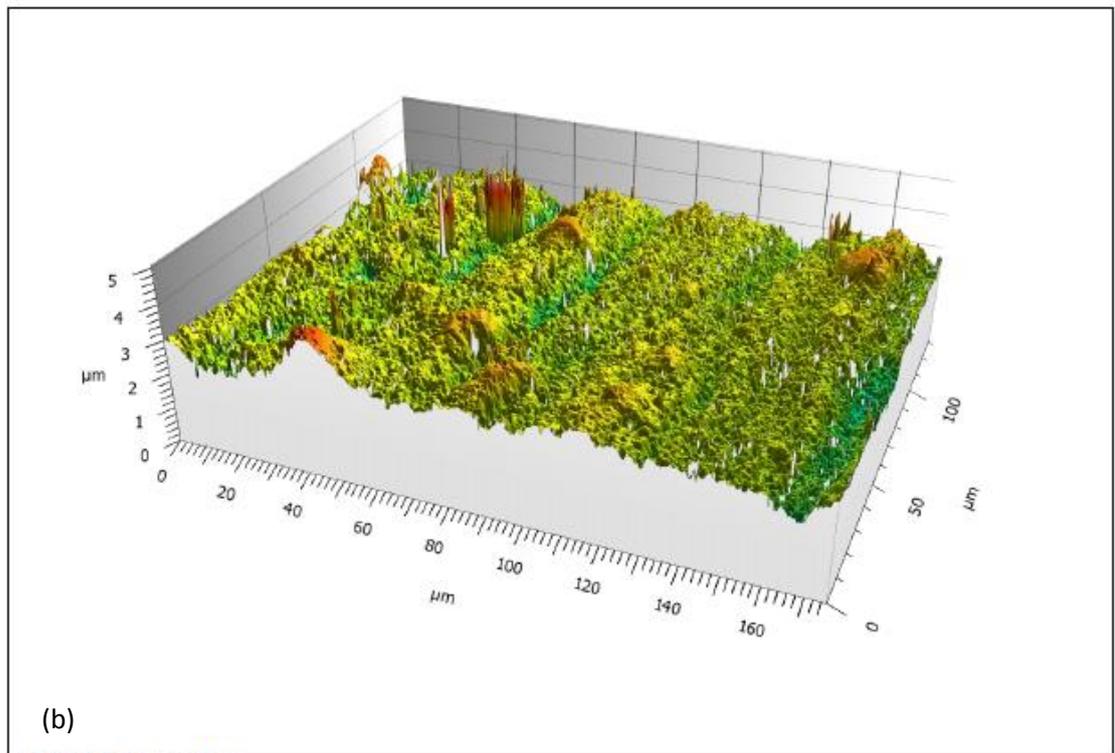
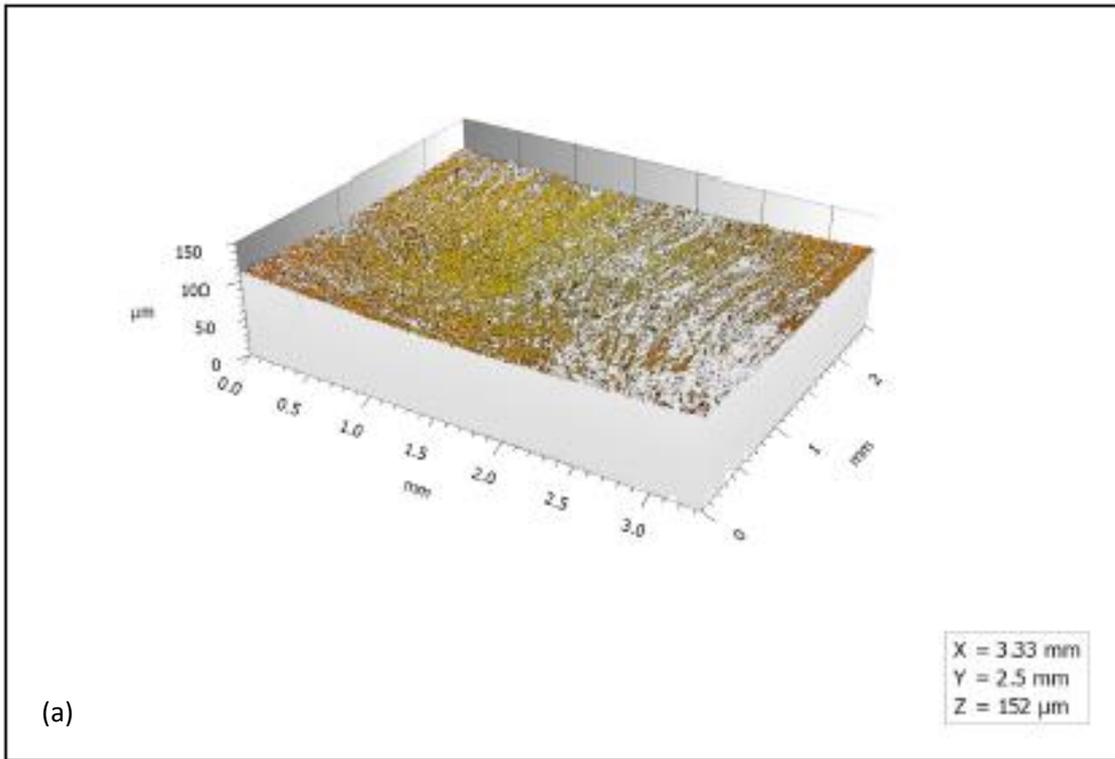


Figura 3 - Imagens representativas do grupo 2 correspondente à resina Zirconfill®.
(a) vista geral (b) imagem correspondente a uma das zonas de leitura da mesma amostra.

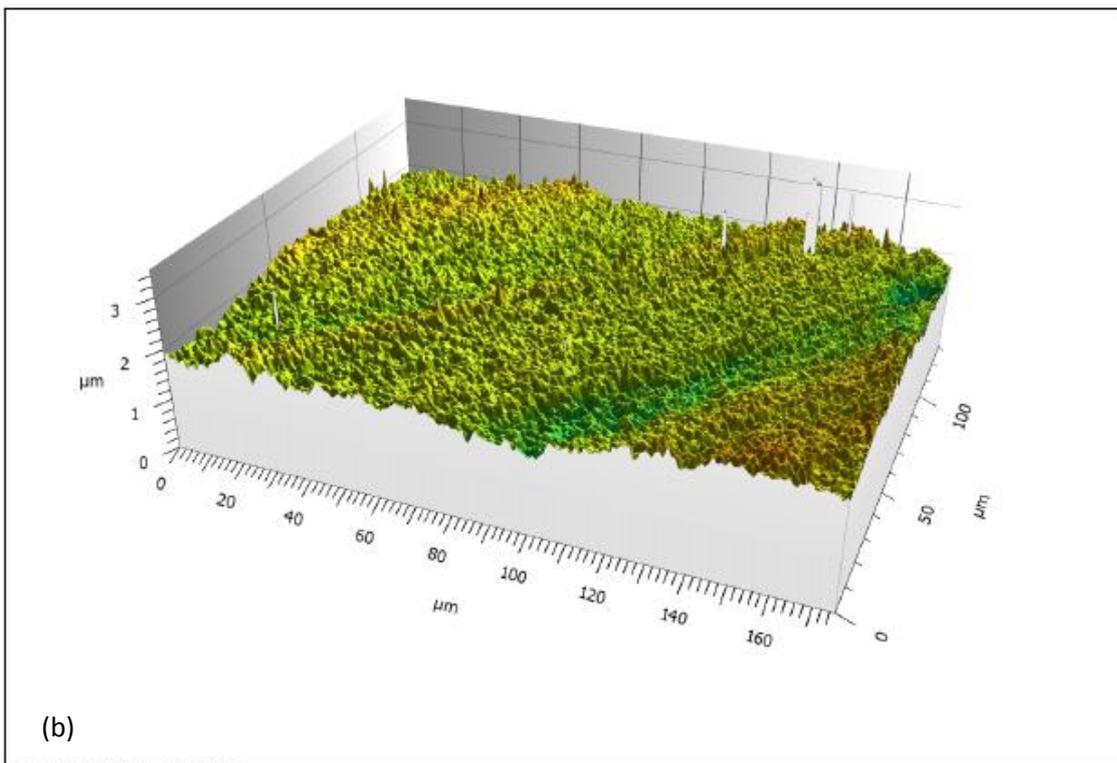
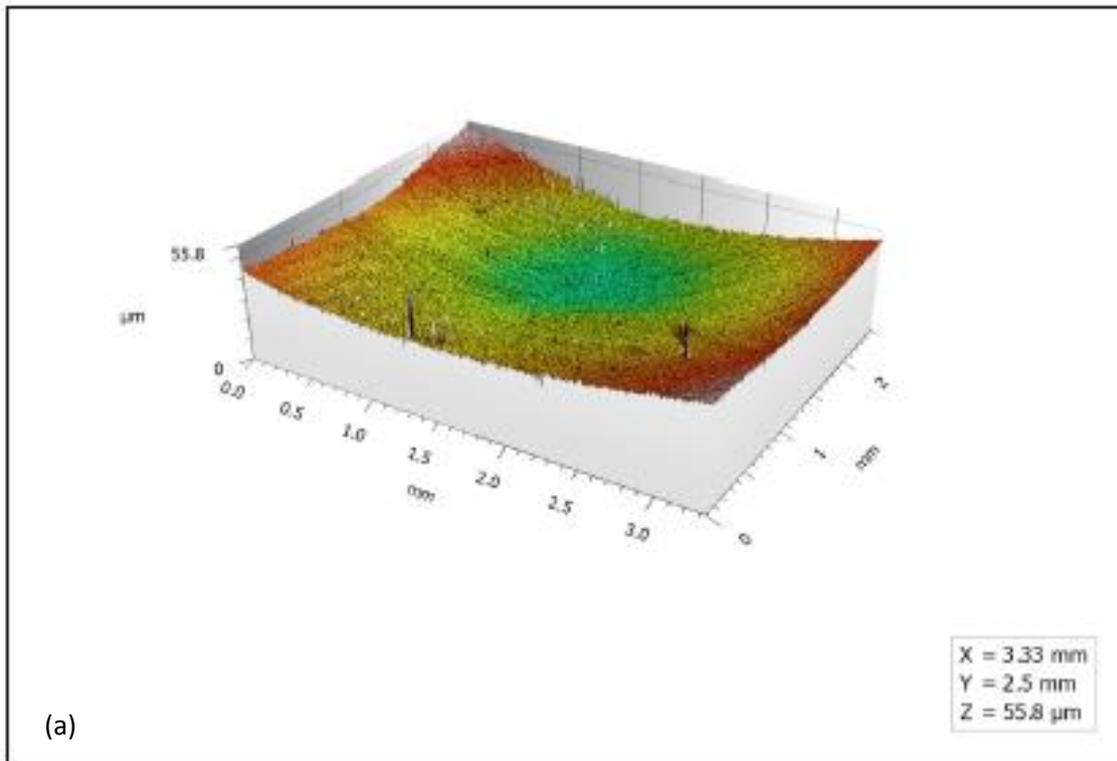


Figura 4 - Imagens representativas do grupo 3 correspondente à resina Ceram.X® Duo.
(a) vista geral (b) imagem correspondente a uma das zonas de leitura da mesma amostra.

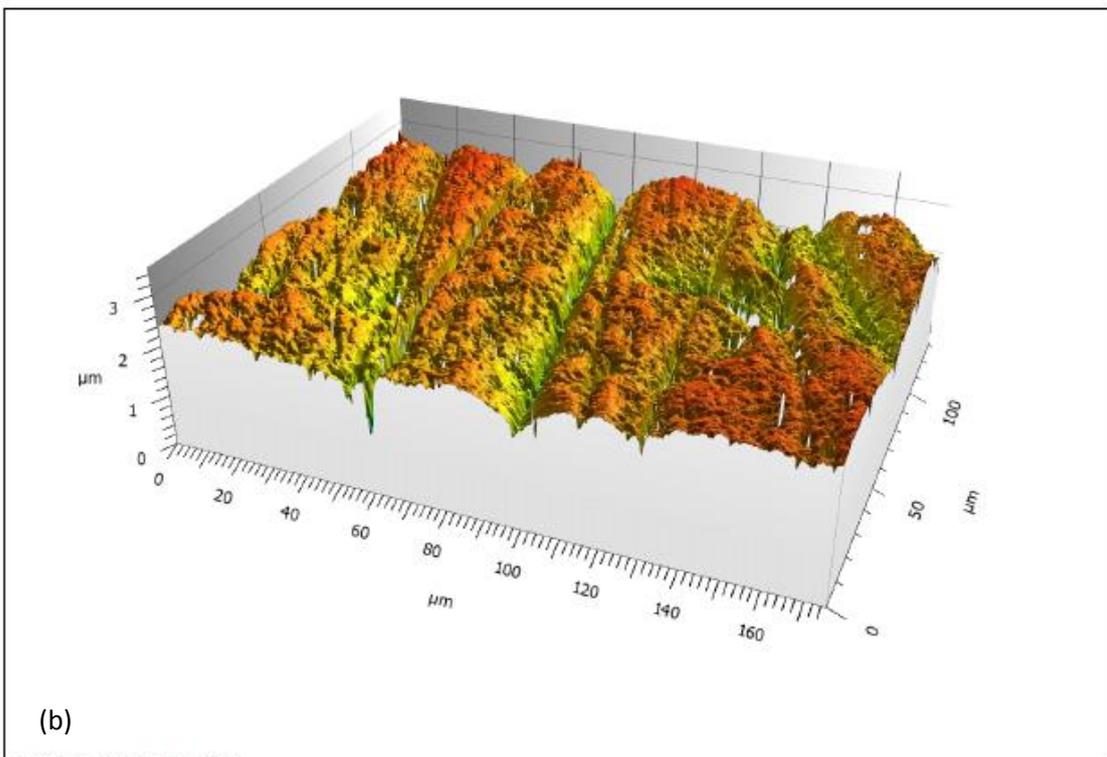
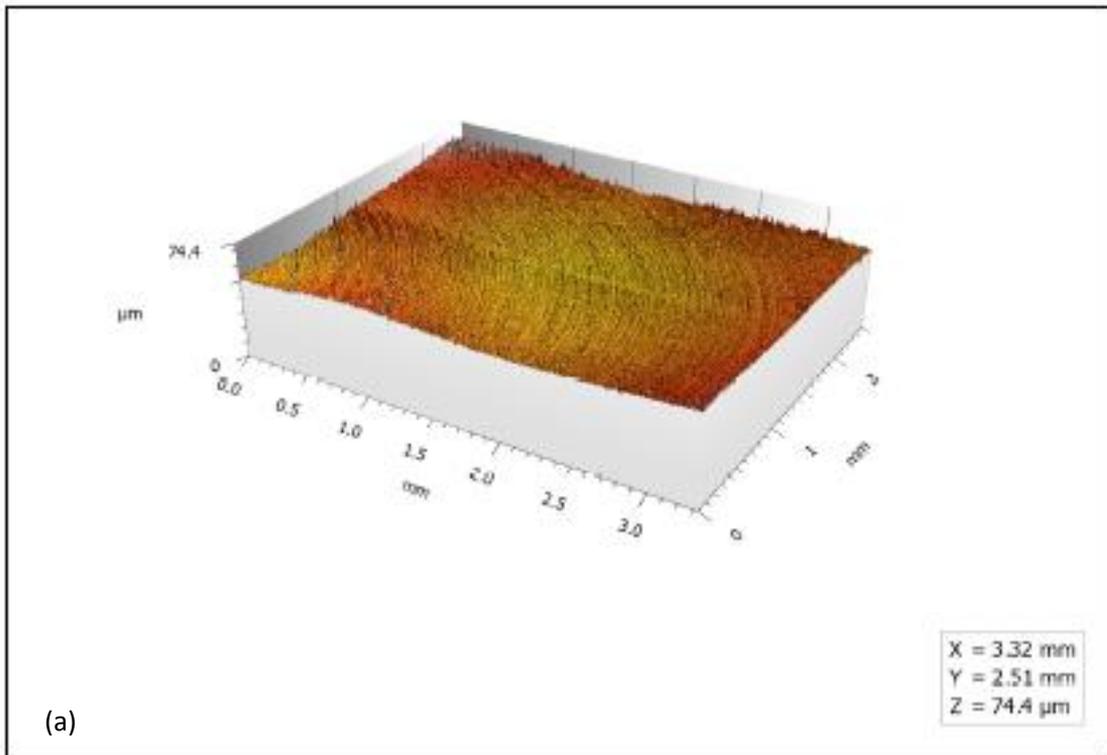


Figura 5 - Imagens representativas do grupo 4 correspondente à resina Filtek™ Supreme XTE.
(a) vista geral (b) imagem correspondente a uma das zonas de leitura da mesma amostra.

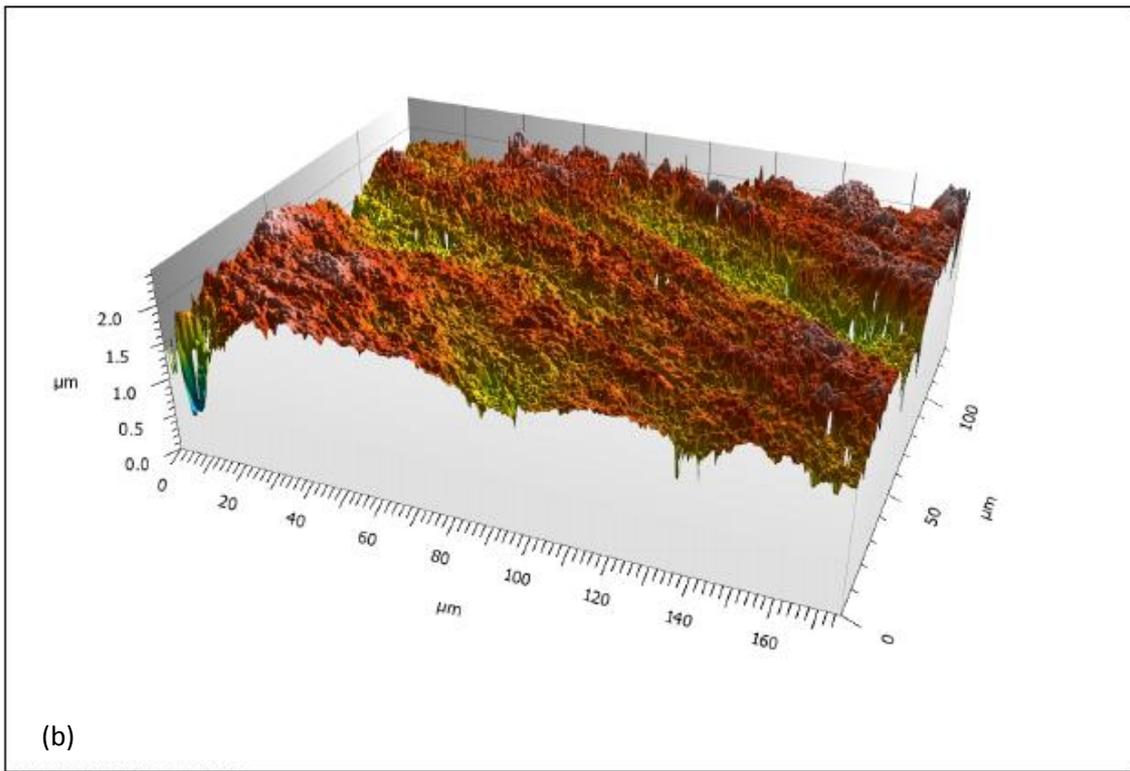
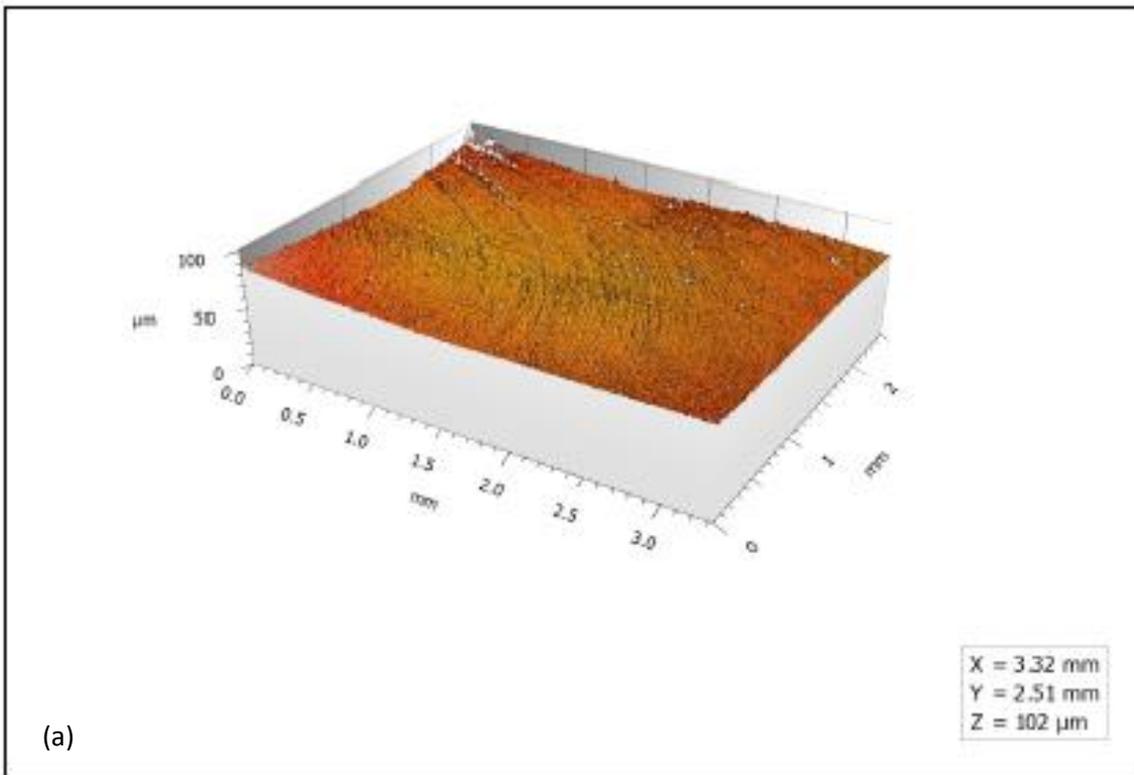


Figura 6 - Imagens representativas do grupo 5 correspondente à resina Harmonize™.
(a) vista geral (b) imagem correspondente a uma das zonas de leitura da mesma amostra.

DISCUSSÃO

A etapa do polimento é determinante para uma melhoria da estética e da longevidade das restaurações de resinas compostas⁴. A otimização do polimento superficial pode reduzir a acumulação de placa bacteriana e a inflamação gengival, bem como promover uma maior estabilidade cromática³. A rugosidade superficial está intimamente relacionada quer com a matriz orgânica e a composição do conteúdo inorgânico da resina composta, bem como com os métodos de acabamento e polimento preconizados. Superfícies rugosas superiores a 0,2 μm proporcionam uma maior possibilidade de acumulação de placa bacteriana e uma rugosidade média de 0,3 μm já pode ser detetada pelos pacientes^{10, 11}.

A capacidade de polimento das resinas compostas pode ser influenciada pelo tipo, forma e conteúdo de partículas inorgânicas e pelo grau de polimerização do polímero^{3, 5, 12}. Fatores inerentes ao procedimento de polimento, como a dureza e tamanho das partículas do abrasivo, a pressão aplicada e o tempo de aplicação podem também interferir com o polimento das resinas compostas¹³. As partículas abrasivas devem ser relativamente mais duras do que as partículas de carga inorgânica para que o polimento seja eficaz pelo que os compósitos requerem sistemas específicos de acabamento e polimento^{3, 14, 15}. Vários movimentos podem ser igualmente críticos para o desenvolvimento de uma superfície polida. Um movimento rotativo, um movimento plano e um movimento alternativo podem ser utilizados para polir e texturizar a superfície de uma resina composta¹⁵⁻¹⁷. Com o objetivo de reduzir a variabilidade da técnica de polimento, este estudo foi efetuado apenas por um operador.

Para submeter as resinas compostas ao procedimento de polimento, a maioria das metodologias laboratoriais prepara inicialmente as superfícies das amostras com discos abrasivos de carboneto de silício. No presente estudo foi utilizada uma granulometria de 1200 em ambiente humedecido, de forma a uniformizar a superfície das amostras. De seguida as amostras foram sujeitas a um sistema de polimento de discos de granulometria decrescente, o SwissFlex® Disc (Coltene, Cuyahoga Falls, OH, USA), com rotação standardizada a 7500 rpm.

O valor Ra é o parâmetro mais utilizado para avaliar e comparar a rugosidade de superfície e corresponde à média aritmética dos valores absolutos que resultam do traçado gráfico. No entanto, ele só fornece informações sobre a rugosidade média da superfície, não fornecendo informações sobre o perfil tridimensional (3D) da superfície. Neste estudo, as medições foram feitas em Sa, que é um parâmetro 3D expandido a partir do parâmetro de rugosidade Ra (2D). Esta informação é complementada com imagens tridimensionais da

topografia de superfície que nos permite compreender melhor o que resultou do procedimento de polimento.

De acordo com as imagens tridimensionais da topografia de superfície das diferentes resinas compostas estudadas, verificamos que diferentes padrões de rugosidade superficial foram obtidos entre grupos compatíveis com os valores médios de rugosidade obtidos. As diferenças nos valores médios de Sa foram estatisticamente significativas entre os grupos. Essas diferenças podem ser provavelmente atribuídas às características intrínsecas da resina composta, como as partículas inorgânicas e o seu tamanho^{3, 18}. Neste estudo, as resinas compostas com zircónia (Zirconfill®, Filtek™ Supreme XT e Harmonize™) apresentaram os maiores valores de rugosidade média (Sa). De acordo com estes resultados, a introdução de zircónia nas resinas pode, provavelmente, dificultar o procedimento de polimento. Adicionalmente, e na medida em que a resina Zirconfill® contem ainda diatomita na sua composição, pode especular-se também a sua influência nos resultados obtidos já que esta foi a resina que proporcionou valores mais elevados de rugosidade. Relativamente ao Brilliant EverGlow™ que apresentou o menor valor de rugosidade média (Sa) podemos conjecturar que a introdução de partículas pré-polimerizadas pode proporcionar um bom polimento.

Alguns estudos^{3, 8, 11, 14, 17, 19} verificaram diferenças na rugosidade relacionadas com as características do sistema usado para polimento. Em 2016, Chour R e colaboradores (cols) avaliaram o efeito de diferentes sistemas de polimento (Sof-lex™, broca de diamante e Astrobrush®) sobre a rugosidade superficial de uma resina composta. O grupo polido com discos Sof-lex™ (0,1158 µm) produziu menor rugosidade superficial em comparação com Astrobrush® (0,1861 µm) e a broca de diamante (0,2247 µm)¹¹. Berger S e cols investigaram o desempenho dos sistemas de acabamento/polimento (Sof-Lex™, Enhance® + PoGo™ e FlexiDiscs® + Enamelize™) na rugosidade e pigmentação superficial de três resinas compostas (Filtek™ Supreme Plus, Esthet-X® e Renamel®). Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas na rugosidade superficial entre agentes de polimento na resina composta Renamel® (Sof-Lex™ ~ 0.082 µm; Enhance® + PoGo™ ~ 0.096 µm; FlexiDiscs® + Enamelize™ ~ 0.084 µm). O polimento com Enhance® + PoGo™ produziu valores de rugosidade superficial semelhantes entre as resinas compostas (valores de Enhance®: Renamel® ~ 0.096 µm; Esthet-X® ~ 0.09 µm; Filtek™ Supreme Plus ~ 0.084 µm). O compósito Filtek™ Supreme Plus apresentou superfícies mais resistentes à pigmentação do que as resinas compostas Renamel® e Esthet-X® para todos os sistemas de polimento (Sof-Lex™ ~ 0.1 µm; Enhance® + PoGo™ ~ 0.084 µm; FlexiDiscs® + Enamelize™ ~ 0.126 µm). O Renamel® apresentou menor concentração de corante quando tratado com FlexiDisc® + Enamelize™ (0.084 µm) e Sof-Lex™ (0.082 µm) do que

Enhance® + PoGo™ (0.096 µm), enquanto o Esthet-X® apresentou maior concentração de corante quando polido com FlexiDisc® (0.116 µm). Endo T e cols avaliaram a capacidade de polimento de quatro resinas compostas (Filtek™ Supreme XT, Grandio®, Tetric® EvoCeram e Venus® Diamond) com três sistemas de polimento (Heraeus Polisher, Shofu® e Sof-Lex™). Com exceção dos resultados obtidos por Grandio® (Heraeus Polisher= 0.128 µm; Shofu®= 0.387 µm; Sof-lex™= 0.149 µm) e Venus® Diamond (Heraeus Polisher= 0.105 µm; Shofu®= 0.205 µm; Sof-lex™= 0.101 µm), a rugosidade final (Ra) de todas as outras resinas foi menor que 0,2 µm. As texturas superficiais do Filtek™ Supreme XT (Heraeus Polisher= 0.060 µm; Shofu®= 0.068 µm; Sof-lex™= 0.094 µm) e do Tetric® EvoCeram (Heraeus Polisher= 0.077 µm; Shofu®= 0.106 µm; Sof-lex™= 0.092 µm) foram as mais baixas para os três sistemas de polimento¹⁹.

Efetivamente, em alguns estudos a resina Filtek™ Supreme XTE originou baixos valores de rugosidade face a diferentes sistemas de polimento, em contradição com os resultados do presente estudo. Schmitt V e cols revelaram um menor valor de rugosidade média para Filtek™ Supreme XT com um sistema de polimento de um passo, PoGo™. Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito dos sistemas de polimento PoGo™ e os discos Sof-Lex™ sobre a estabilidade da cor e a rugosidade superficial em duas resinas compostas, Filtek™ Supreme XT e Amelogen® Plus. Amelogen® mostrou valores de rugosidade mais altos do que o Filtek™ Supreme, independentemente da técnica de polimento. Filtek™ Supreme polido com PoGo™ mostrou menores valores de rugosidade (~0,12 µm) relativamente com Amelogen® Plus (~0,4 µm). Filtek™ Supreme XT apresentou melhores resultados quando foi polido com Sof-Lex™ (~0,04 µm). Em relação aos procedimentos de polimento, a solução de café proporcionou menores valores de rugosidade para ambas as resinas, quando polidas Sof-Lex™. (AM~0,29 µm e FT~0,04 µm)¹⁰. Erdemir U e cols, em 2012 avaliaram a rugosidade de três resinas compostas após polimento com PoGo™ e Sof-Lex™. Também neste estudo, o Filtek™ Supreme XT apresentou a superfície mais polida, sem diferença significativa entre as duas técnicas utilizadas (PoGo™= 0.14µm; Sof-Lex™= 0,17 µm)^{6, 10}. Apesar de no presente estudo, o Filtek™ Supreme XT se apresentar como a segunda resina composta com maior valor de rugosidade média (Sa=0,197µm) para o sistema de polimento estudado, este encontra-se dentro de valores similares obtidos em outros estudos com outros sistemas de acabamento/polimento.

Em relação ao Ceram-X® Duo, Erdemir U e cols, em 2012 obtiveram valores de rugosidade média para Ceram-X® para Sof-Lex™ de 0.19 µm e para PoGo™ de 0,17 µm⁶,

situando-se num intervalo aproximado ao valor obtido com o presente estudo, em que, para o sistema SwissFlex® se obteve 0,110 µm.

Não existe um consenso na literatura sobre a eficácia dos diferentes sistemas de polimento utilizados em resinas compostas. Desta forma, é importante avaliar o efeito dos diferentes sistemas de polimento sobre diferentes resinas compostas, quanto à rugosidade superficial¹⁰. Uma metodologia única entre estudos deveria ser adotada para permitir comparar os resultados entre estudos com um maior grau de relevância. De facto, os resultados entre este tipo de estudos não podem ser comparados diretamente devido a diferenças na metodologia aplicada, nomeadamente no que concerne à execução e número das amostras, preparações, pressão aplicada, tempo de aplicação, tipo e forma de aplicação dos sistemas acabamento/polimento e modos de mensuração. Desta forma, deve reconhecer-se que o presente estudo *in vitro* tem limitações, o que pode condicionar, pelo menos em parte, a extrapolação dos resultados para a prática clínica.

Com exceção dos resultados da rugosidade obtidos para o Zirconfill®, todos os outros compósitos de resina apresentaram valores de rugosidade média (Sa) inferiores ao limiar clinicamente aceitável de 0,2 µm. Bollen et al. afirmou que o valor limiar crítico para a formação de placa no esmalte é uma rugosidade média de 0,2 µm e maiores valores de Ra foram acompanhados por maior acumulação de placa bacteriana e maior risco de cárie dentária e doenças periodontais. Na superfície de resina composta, pode ser esperado um valor de limiar crítico diferente, uma vez que a retenção de placa geralmente é maior nas superfícies de resina do que no esmalte para as mesmas circunstâncias. No entanto, não há estudos que confirmem esta hipótese e não podemos assumir que as restaurações de resina composta com esses valores de rugosidade superficial são mais propensas à inflamação gengival e outros problemas relacionados^{20, 21}.

Neste estudo, todos os procedimentos de polimento foram padronizados de acordo com o tempo de aplicação de cada disco, posição do disco em relação à amostra e movimento utilizado. No entanto, foram observados riscos superficiais nas amostras por microscopia e imagens topográficas em 3D relacionados ao contato dos discos de polimento com a superfície de resina composta. Por este motivo, talvez se tivesse reduzido o nível de rugosidade superficial das resinas compostas caso se tivesse complementado o procedimento com outro sistema de polimento adicional.

CONCLUSÃO

Tendo em conta as limitações deste estudo *in vitro*, mostrou-se que:

- O procedimento de polimento provocou um determinado nível de rugosidade superficial em todas as resinas compostas testadas;
- A hipótese nula foi rejeitada uma vez que as cinco resinas compostas testadas apresentaram diferenças estatisticamente significativas nos valores médios de rugosidade superficial (S_a) após procedimentos de polimento;
- As resinas compostas com zircónia (Zirconfill® e Filtek™ Supreme XTE e Harmonize™) apresentaram os maiores valores de rugosidade média (S_a).
- De acordo com as imagens tridimensionais de topografia de superfície das diferentes resinas compostas estudadas, foram obtidos diferentes padrões de rugosidade superficial compatíveis com os valores de rugosidade média obtidos.

AGRADECIMENTOS

À Doutora Alexandra Vinagre, minha orientadora, agradeço a sua total disponibilidade, dedicação, constante simpatia e toda a transmissão de conhecimentos.

À Dr.^a Ana Chambino, minha coorientadora, o meu sincero agradecimento por toda a disponibilidade, empenho e apoio demonstrado.

Ao Prof. Doutor Filipe Oliveira do Departamento de Engenharia de Materiais e Cerâmica da Universidade de Aveiro pela colaboração científica e técnica indispensável à execução deste trabalho.

Ao Prof. Doutor João Carlos Ramos pela sua dedicação e partilha do seu vasto conhecimento nesta área, o meu mais sincero obrigada.

À Dr.^a Ana Messias pela disponibilidade e ajuda na análise estatística dos resultados.

À técnica de laboratório Cláudia Brites, por toda a disponibilidade, material fornecido e ajuda prestada.

À minha Mãe, por tudo o que me transmitiu ao longo da minha vida, por todo o apoio, confiança em mim depositada e amor incondicional. Quem eu sou hoje, a ela lho devo. Sem ela, nada disto seria possível.

À minha querida avó Luísa, por todo o amor, apoio e constante ajuda.

À minha amiga e colega de casa Alexandra, com quem partilho diariamente bons momentos, o meu obrigada pelo apoio e amizade verdadeira.

Por fim, quero agradecer a todos os docentes, enfermeiras e funcionários que me acompanharam ao longo do curso. Foi um privilégio frequentar este curso, nesta Faculdade.

A todos acima mencionados, o meu mais sincero obrigada!

BIBLIOGRAFIA

1. Guler AU, Guler E, Yucel AC, Ertas E. Effects of polishing procedures on color stability of composite resins. *J Appl Oral Sci.* 2009;17(2):108-12.
2. Ferracane JL. Resin composite--state of the art. *Dent Mater.* 2011;27(1):29-38.
3. Berger SB, Paliolol AR, Cavalli V, Giannini M. Surface roughness and staining susceptibility of composite resins after finishing and polishing. *J Esthet Restor Dent.* 2011;23(1):34-43.
4. de Oliveira AL, Domingos PA, Palma-Dibb RG, Garcia PP. Chemical and morphological features of nanofilled composite resin: influence of finishing and polishing procedures and fluoride solutions. *Microsc Res Tech.* 2012;75(2):212-9.
5. Dennison J. Commentary. Surface roughness and staining susceptibility of composite resins after finishing and polishing. *J Esthet Restor Dent.* 2011;23(1):44-5.
6. Erdemir U, Sancakli HS, Yildiz E. The effect of one-step and multi-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of novel resin composites. *Eur J Dent.* 2012;6(2):198-205.
7. 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(1):21-6.
8. Ozel E, Korkmaz Y, Attar N, Karabulut E. Effect of one-step polishing systems on surface roughness of different flowable restorative materials. *Dent Mater J.* 2008;27(6):755-64.
9. Yadav RD, Raisingani D, Jindal D, Mathur R. A Comparative Analysis of Different Finishing and Polishing Devices on Nanofilled, Microfilled, and Hybrid Composite: A Scanning Electron Microscopy and Profilometric Study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2016;9(3):201-8.
10. Schmitt VL, Puppini-Rontani RM, Naufel FS, Nahsan FP, Alexandre Coelho Sinhoreti M, Baseggio W. Effect of the polishing procedures on color stability and surface roughness of composite resins. *ISRN Dent.* 2011;2011:617672.
11. Chour RG, Moda A, Arora A, Arafath MY, Shetty VK, Rishal Y. Comparative evaluation of effect of different polishing systems on surface roughness of composite resin: An in vitro study. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2016;6(Suppl 2):S166-70.
12. Takashi E, Kishikawa R, Ikeda M, Inai N, Otsuki M, Foxton RM, et al. Influence of abrasive particle size on surface properties of flowable composites. *Dent Mater J.* 2008;27(6):780-6.
13. Can Say E, Yurdagüven H, Yaman BC, Ozer F. Surface roughness and morphology of resin composites polished with two-step polishing systems. *Dent Mater J.* 2014;33(3):332-42.
14. Patel B, Chhabra N, Jain D. Effect of different polishing systems on the surface roughness of nano-hybrid composites. *J Conserv Dent.* 2016;19(1):37-40.
15. Nair VS, Sainudeen S, Padmanabhan P, Vijayashankar LV, Sujathan U, Pillai R. Three-dimensional evaluation of surface roughness of resin composites after finishing and polishing. *J Conserv Dent.* 2016;19(1):91-5.
16. Bashetty K, Joshi S. The effect of one-step and multi-step polishing systems on surface texture of two different resin composites. *J Conserv Dent.* 2010;13(1):34-8.
17. Abzal MS, Rathakrishnan M, Prakash V, Vivekanandhan P, Subbiya A, Sukumaran VG. Evaluation of surface roughness of three different composite resins with three different polishing systems. *J Conserv Dent.* 2016;19(2):171-4.
18. Giacomelli L, Derchi G, Frustaci A, Orlando B, Covani U, Barone A, et al. Surface roughness of commercial composites after different polishing protocols: an analysis with atomic force microscopy. *Open Dent J.* 2010;4:191-4.

19. Endo T, Finger WJ, Kanehira M, Utterodt A, Komatsu M. Surface texture and roughness of polished nanofill and nanohybrid resin composites. *Dent Mater J.* 2010;29(2):213-23.
20. Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater.* 1997;13(4):258-69.
21. Heintze SD, Forjanic M, Ohmiti K, Rousson V. Surface deterioration of dental materials after simulated toothbrushing in relation to brushing time and load. *Dent Mater.* 2010;26(4):306-19.