



CATÓLICA

INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

LISBOA · PORTO · VISEU

AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE NA SUPERFÍCIE DE COMPÓSITOS SUJEITOS A DIFERENTES MÉTODOS DE ACABAMENTO E POLIMENTO

Dissertação apresentada à Universidade Católica Portuguesa para obtenção do grau de
Mestre em Medicina Dentária

Por

Sara Mariana Almeida Rios

Viseu, 2016



CATÓLICA

INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

LISBOA · PORTO · VISEU

AValiação DA RUGOSIDADE NA SUPERFÍCIE DE COMPÓSITOS SUJEITOS A DIFERENTES MÉTODOS DE ACABAMENTO E POLIMENTO

Dissertação apresentada à Universidade Católica Portuguesa para obtenção do grau de
Mestre em Medicina Dentária

Orientador: Mestre Filipe Miguel Araújo
Coorientador: Mestre Tiago Miguel Marques

Por

Sara Mariana Almeida Rios

Viseu, 2016

“Enquanto suspiramos por uma vida sem dificuldades, devemos lembrar-nos que o carvalho cresce forte através de ventos contrários e que os diamantes são formados sob pressão.”

Peter Marshall

***I.* Dedicatória**

Não é possível descrever por palavras ou quantificar por números a gratidão a quem dedico esta investigação:

Aos meus dois melhores amigos,
Pai e Mãe.

II. Agradecimentos

Aos meus pais, por todo apoio, amor e dedicação; por serem os meus pilares; por serem a minha referência em termos de sacrifício, entrega, fraternidade, amor e trabalho. Espero que se orgulhem sempre de mim!

Ao meu orientador e amigo Filipe Araújo, por todas as orientações, conselhos e dicas; pela paciência e amizade, sobretudo, nos últimos oito meses; por me fazer acreditar que o trabalho sempre acaba por recompensar e por ser um excelente professor e amigo, sempre disponível, dedicado em qualquer âmbito.

Ao meu co-orientador, Tiago Marques, pelo profissionalismo, rigor e exigência; pela ajuda, interesse e dicas construtivas para elaboração deste projecto.

À Universidade de Aveiro e ao CICECO, em especial ao Engenheiro Filipe Oliveira, por terem possibilitado a execução deste projecto e, direccionado ao Engenheiro Filipe um perpétuo obrigada, por toda a cooperação, dedicação, profissionalismo, disponibilidade e paciência perene com que sempre me recebeu.

À Dentina e ao grupo Micerium, particularmente à senhora Daniela Flora e ao senhor José Ribeiro pela oportunidade e intercâmbio de informação na oferta do material de polimento Shiny®.

À instituição Universidade Católica Portuguesa por ter facultado meios de crescimento pessoal e científico, não apenas na elaboração deste projecto, mas ao longo dos últimos cinco anos de formação.

A todos os docentes, funcionários e profissionais da área com quem tive oportunidade de adquirir conhecimentos e permitiram o meu amadurecimento académico e pessoal, em particular ao professor Paulo Ribeiro e ao professor André Correia.

Ao Luís (Santos, Azevedo e Monteiro), pela amizade, confiança, carinho e ternura, conversas infundáveis, conselhos trocados e por terem sempre um sorriso disponível para mim.

Às minhas amigas, pela cumplicidade, apoio, camaradagem, carinho e amizade desenvolvidos ao longo deste percurso.

À minha avó Ana e aos meus queridos que já partiram, por serem uma referência de amor, trabalho e respeito.

A todos, muito obrigada!

III. Resumo

Introdução: A estética e durabilidade das restaurações dependem do acabamento e polimento, em que a rugosidade da superfície é um parâmetro a ter em consideração. Esta depende dos instrumentos de desgaste, propriedades da resina e factores inerentes ao operador. Superfícies irregulares são mais susceptíveis a acumulação de placa, inflamação gengival, doença periodontal, infiltração marginal da restauração e cáries.

Objetivos: Avaliar e investigar o efeito de diferentes instrumentos rotatórios de acabamento e polimento em restaurações de resina composta usados na Clínica Universitária da UCP e examinar essas superfícies por comparação de rugosidade.

Material e métodos: 32 dentes humanos extraídos foram preparados com uma cavidade convencionada em superfície hígida. Foram divididos em grupos e restaurados com os compósitos HRi® (Micerium) e com Synergy®D6 (Coltène) e submetidos a diferentes métodos de acabamento e polimento. A avaliação da rugosidade superficial foi avaliada com perfilometria óptica e estudada com o software SensoScan 5.3 (SensoTech, S.L.). Para a análise estatística dos dados usou-se o software SPSS Statistics, versão 23 da IBM.

Resultados: Para o acabamento, a rugosidade superficial inferior verificou-se nas superfícies sujeitas a desgaste com broca laminada, em todos os parâmetros. Não se verificaram diferenças estatísticas entre as resinas compostas e observou-se que ambos os compósitos polimerizados contra uma fita matriz de poliéster apresentaram uma superfície com valores de rugosidade superficial mínimos. A respeito do polimento, o sistema Shiny® mostrou melhores resultados na obtenção de uma superfície polida contra o sistema Enhance®. Na análise qualitativa da interface esmalte-resinas verificou-se que a broca laminada de tungsténio perante dois substratos com propriedades distintas não apresenta um comportamento homogéneo originando defeitos na integridade marginal.

Conclusão: A broca laminada origina uma superfície pouco rugosa e, assim, melhor acabamento. A broca diamantada apresenta melhor comportamento quando se desgastam dois substratos distintos, em simultâneo. O sistema Shiny® é mais eficaz no polimento das restaurações e o sistema Enhance® pode produzir defeitos nas superfícies estudadas.

Palavras-chave: Resinas Compostas, rugosidade superficial, acabamento, polimento perfilometria óptica 3D.

IV. Abstract

Introduction: The aesthetics and durability of the dental restorations are related to finishing and polishing procedures, where special considerations must be made regarding the surface roughness. This depends of the grinding or cutting instruments, the composite resin properties and operator related factors. Uneven surfaces are more susceptible to plaque accumulation, gingival inflammation, periodontal disease, marginal infiltration of restoration and decay.

Objective: Evaluate and investigate the effect of different rotary instruments for finishing and polishing composite restorations used at the University Clinic of the Catholic University of Portugal and examine the areas subject to different types of polishing/finishing, to compare roughness.

Materials and Methods: 32 extracted human teeth were prepared with a cavity in a healthy surface. They were divided into groups and restored with the composite resins HRi® (Micerium) and Synergy®D6 (Coltène) and subjected to different methods of finishing and polishing. Surface roughness was evaluated using optical profilometry and studied with SensoScan software 5.3 (SensoTech, S.L.). Statistical analysis was performed using IBM SPSS software (version 23).

Results: For finishing procedures, the laminated drill produces the lower surface roughness in all studied parameters. There were no statistical differences between the resins and it was observed that both present minimum surface roughness values when they are polymerized against a polyester matrix tape. Regarding the polishing procedure, the Shiny® system exhibit better results for obtaining a polished surface in comparison with the Enhance® system. Finally, the qualitative analysis of enamel-resin interface found that the laminated tungsten drill does not work very well in two different substrates and it can cause defects in the marginal integrity.

Conclusion: Tungsten carbide (laminated) drill gave a better smoothness and better surface finishing procedure. The diamond (extra fine grit) drill shows better behavior when wearing two different substrates simultaneously. The Shiny system is really more effective in the polishing procedure of the restoration. Enhance system can produce some defects in the studied surfaces.

Key words: Composites resins, surface roughness, dental polishing, dental finishing, 3D profilometry

V. Índice

I.	Dedicatória.....	IV
II.	Agradecimentos.....	VI
III.	Resumo	VIII
IV.	Abstract.....	X
V.	Índice	XII
VI.	Índice de tabelas	XIV
VII.	Índice de figuras	XVI
VIII.	Abreviaturas.....	XX
IX.	Introdução.....	1
IX.I	Resinas compostas – uma história de sucesso	3
IX.II	Composição e estrutura das resinas compostas utilizadas em Medicina Dentária 5	
IX.III	Classificação das resinas compostas	7
IX.IV	Propriedades e características de resinas compostas.....	11
IX.V	Esmalte e Dentina.....	13
IX.VI	Importância do acabamento e do polimento das resinas compostas	15
IX.VII	Princípios inerentes ao acabamento e polimento de resinas compostas.....	18
A.	Acabamento e materiais.....	20
B.	Polimento e materiais.....	22
IX.VIII	Análise superficial das resinas e da interface esmalte - resina	23
A.	Perfilometria óptica.....	23
X.	Objetivos.....	25
X.I	Objetivos específicos	27
XI.	Materiais e Métodos	29
XI.I.	Montagem das amostras em resina acrílica transparente	31

XI.II.	Divisão das amostras	31
XI.III.	Realização das cavidades	34
XI.IV.	Restauração das cavidades	35
XI.V.	Acabamento das amostras	36
XI.VI.	Polimento das amostras	38
XI.VII.	Análise das amostras	40
A.	Aplicação do filtro “rugosidade”	41
B.	Aplicação do filtro “ondulação”	42
C.	Aplicação do filtro “acabamento” de superfície	43
XI.VIII.	Análise estatística	45
XII.	Resultados.....	47
XII.I.	Análise quantitativa.....	49
A.	Acabamento	49
B.	Polimento	66
XII.II.	Análise qualitativa.....	73
XIII.	Discussão	77
XIV.	Conclusão	91
XV.	Bibliografia.....	95
XVI.	Anexos.....	XXIII

VI. Índice de tabelas

Tabela 1: Amostras sujeitas ao procedimento de “acabamento”.....	33
Tabela 2: Amostras sujeitas ao procedimento de “polimento”.....	33
Tabela 3: Características e propriedades dos compósitos em estudo.....	36
Tabela 4: Sistemas de Acabamento.....	37
Tabela 5: Sistemas de Polimento.....	38
Tabela 6. Valores médios de rugosidade dos grupos controlo.....	56
Tabela 7. Valores médios de rugosidade e desvio padrão para os grupos de resinas compostas e brocas.....	62
Tabela 8. Valores médios de ondulação e desvio padrão para os grupos de resinas e brocas.....	64
Tabela 9. Valores médios de acabamento e desvio padrão para os grupos de resinas compostas e brocas.....	66

VII. Índice de figuras

Figura 1. Composição do esmalte e dentina, em peso.....	13
Figura 2. Composição do esmalte e dentina, em volume.....	13
Figura 3. A. O desgaste desigual da superfície das resinas compostas produz depressões entre a matriz resinosa e as partículas de carga.....	18
Figura 4. Acabamento e polimento: na base da pirâmide, o acabamento grosseiro e obtenção de forma da restauração; patamar intermédio corresponde ao pré-polimento e acabamento quase terminado. Topo da pirâmide, o polimento final.....	19
Figura 5. Análise de perfilometria de superfície. Ra, valor médio das irregularidades dentro do comprimento de amostragem (C); Rq, raiz quadrática média de perfil; Ry, distância média entre os picos.....	24
Figura 6. Amostra incluída em resina acrílica de polimetacrilato.....	31
Figura 7. Divisão das amostras.....	32
Figura 8. Cavidade preparada segundo as medidas pré-definidas.....	34
Figura 9. Cavidade durante condicionamento ácido.....	35
Figura 10. Aplicação de sistema adesivo (A) e fotopolimerização (B).....	35
Figura 11. Brocas de acabamento: à esquerda, broca de tungsténio (12 lâminas), à direita broca diamantada de grão super fino.....	37
Figura 12. KIT SHINY. A. Escova SHINY S; B. Escova SHINY F; C. Pastas de polimento.....	39
Figura 13. Sistema de polimento Enhance. A. Ponta de acabamento revestida com óxido de alumínio; B. Taça de polimento; C. Pastas de polimento.....	40
Figura 14. Exemplo de sequência de obtenção de imagens para qualquer amostras. A. Interface entre esmalte e HRi Dentin® (20x, Confocal 130µm, 876,55x659,83µm²; B. HL. (50x, Confocal 50µm, 350,65x263,93µm²); C. Esmalte sujeito a uma broca laminada (50x, Confocal 25,2µm, 350,62x263,93µm²).	40
Figura 15. Imagem de SensoScan 3.5 de esmalte sujeito a uma broca diamantada de acabamento sem qualquer filtro.....	41
Figura 16: Imagem de SensoScan 3.5 de esmalte sujeito a broca diamantada após a colocação de um filtro plano.....	42
Figura 17: Aplicação de filtro plano e obtenção de cinco valores de Ra de perfil.....	42
Figura 18: Aplicação de filtro "FFT Low Pass 1,0%".....	43
Figura 19. Aplicação de filtro "FFT High Pass 1,0%".....	44

Figura 20. Comparação da rugosidade superficial média (Ra) de esmalte sujeito ao processo de acabamento. À esquerda, representa o grupo sujeito à broca laminada; à direita, o grupo de amostras de esmalte sujeitas à broca diamantada.....	50
Figura 21. Comparação da ondulação superficial média (Ra) do esmalte sujeito ao processo de acabamento. À esquerda, o grupo sujeito a broca laminada; à direita, o grupo sujeito a broca diamantada.	50
Figura 22. Comparação do acabamento superficial médio (Ra) do esmalte sujeito ao processo de acabamento. À esquerda, o grupo sujeito à broca laminada; à direita, o grupo sujeito à broca diamantada.	51
Figura 23. Topografia de esmalte sujeito a processos diferentes de acabamento. Em A e B amostras sujeitas a uma broca diamantada. Em C e D amostras sujeitas a uma broca laminada de tungsténio.	52
Figura 24. Rugosidade das restaurações para dois grupos de compósitos. À esquerda, HRi (Micerium®), à direita Synergy (Coltene®)).	53
Figura 25. Ondulação das restaurações para dois grupos de compósitos. À esquerda, HRI (Micerium®), à direita Synergy®D6 (Coltène).	54
Figura 26. Acabamento de superfície para dois grupos de compósitos. À esquerda: HRi (Micerium®), à direita Synergy®D6 (Coltène).	55
Figura 27. Controlo compósito HRi, fotopolimerizado contra uma matriz de acetato. A. Ampliação de 20x. B. Ampliação de 50x.....	56
Figura 28. Controlo resina Synergy, fotopolimerizado contra uma matriz de acetato. A. Ampliação de 20x. B. Ampliação de 50x.....	56
Figura 29. Topografia das restaurações após acabamento. A. Hri acabada com broca laminada; B. Synergy desgastado com broca laminada; C. Hri acabada com broca diamantada; B. Synergy desgastado com broca diamantada.	57
Figura 30. Rugosidade superficial comparativa das restaurações usando uma broca laminada (à esquerda) e uma diamantada (à direita).	58
Figura 31. Ondulação comparativa das restaurações usando uma broca laminada (à esquerda) e uma diamantada (à direita).....	59
Figura 32. Acabamento de superfície comparativo das restaurações usando uma broca laminada (à esquerda) e uma diamantada (à direita).	60
Figura 33. Perfilometria 3D da broca diamantada, em diferentes locais da parte ativa da broca (A e B). Imagens de perfilómetro 3D da superfície de esmalte (C) e resina composta (D), ambas sujeitadas à broca diamantada.	61

Figura 34. Perfilometria 3D da broca laminada, em diferentes locais da parte ativa da broca (A, B e C: do colo até à ponta); Imagens de perfilômetro 3D da superfície de esmalte (E) e resina composta (F), ambas sujeitas à broca laminada.....	61
Figura 35. Rugosidade de superfície comparando conjuntos brocas/resinas compostas.	63
Figura 36. Ondulação de superfície comparando conjuntos de brocas/resinas compostas.	64
Figura 37. Acabamento de superfície comparando conjuntos de brocas/resinas compostas.	65
Figura 38. Análise comparativa de rugosidade, em esmalte, usando dois sistemas de polimento. À esquerda, HRi Shiny; à direita, Enhance.	67
Figura 39. Análise comparativa de ondulação, em esmalte, usando dois sistemas de polimento. À esquerda, HRi Shiny; à direita, Enhance.	68
Figura 40. Análise comparativa de ondulação, em esmalte, usando dois sistemas de polimento. À esquerda, HRi Shiny; à direita, Enhance.	69
Figura 41. Análise comparativa de rugosidade usando dois sistemas de polimento em compósitos. À esquerda, HRi Shiny; à direita, Enhance.	70
Figura 42. Análise comparativa de ondulação usando dois sistemas de polimento. À esquerda, HRi Shiny; à direita, Enhance.	71
Figura 43. Análise comparativa de acabamento usando dois sistemas de polimento. À esquerda, HRi Shiny; à direita, Enhance.	72
Figura 44. Comparação de superfícies de resinas compostas após polimento. A. Resina Hri desgastada com broca diamantada e polida com Shiny; B. Resina Hri desgastada com broca laminada e polida com Shiny; C. Resina Synergy desgastada com broca diamantada e polida com Enhance; D. Resina Synergy desgastada com broca laminada e polida com Shiny.	73
Figura 45. Comparação de interface comparando duas brocas de acabamento. A. Interface entre esmalte e Hri desgastada com broca laminada; B. Interface entre esmalte e Synergy desgastada com broca laminada; C. Interface entre esmalte e Hri desgastada com broca diamantada; D. Interface entre esmalte e Synergy desgastada com broca diamantada.....	74
Figura 46. Comparação de interfaces após acabamento. A. Interface entre esmalte e Hri desgastada com broca laminada; B. Interface entre esmalte e HRi desgastada com broca	

diamantada; C. Interface entre esmalte e Synergy desgastada com broca laminada; D. Interface entre esmalte e Synergy desgastada com broca diamantada. 75

Figura 47. Comparação de interface após polimento. A. Interface entre esmalte e Hri desgastada com broca laminada polido com Shiny; B. Interface entre esmalte e Hri desgastada com broca laminada polido com Enhance; C. Interface entre esmalte e Hri desgastada com broca diamantada polido com Shiny; D. Interface entre esmalte e Hri desgastada com broca diamantada polido com Enhance; E. Interface entre esmalte e Synergy desgastada com broca laminada polido com Shiny; F. Interface entre esmalte e Synergy desgastada com broca laminada polido com Enhance; G. Interface entre esmalte e Synergy desgastada com broca diamantada polido com Shiny; H. Interface entre esmalte e Hri desgastada com broca laminada polido com Enhance. 75

VIII. Abreviaturas

Bis-GMA- Bisfenol A glicidil-metacrilato

H- Restauração com HRi®

HD- Restauração com Hri®, acabamento com broca diamantada

HDE- Restauração com HRi®, acabamento com broca diamantada, polimento com Enhance®

HDS- Restauração com Hri®, acabamento com broca diamantada, polimento com Shiny®

HL- Restauração com Hri®, acabamento com broca laminada

HLS- Restauração com HRi®, acabamento com broca laminada, polimento com Shiny®

HLE- Restauração com HRi®, acabamento com broca laminada, polimento com Enhance®

S- Restauração com Synergy®D6

SD- Restauração com Synergy®D6, acabamento com broca diamantada

SDS- Restauração com Synergy®D6, acabamento com broca diamantada, polimento com Shiny®

SDE- Restauração com Synergy®D6, acabamento com diamantada, polimento com Enhance®

SL- Restauração com Synergy®D6, acabamento com broca laminada

SLE- Restauração com Synergy®D6, acabamento com broca laminada, polimento com Enhance®

SLS- Restauração com Synergy®D6, acabamento com broca laminada, polimento com Shiny®

TEGDMA- Trietileno glicol dimetacrilato

UDMA- Uretano dimetacrilato

IX. Introdução

IX.I Resinas compostas – uma história de sucesso

O desenvolvimento de novas tecnologias revolucionou a percepção estética e a intervenção nos procedimentos dentários, uma vez que possibilitou o progresso de materiais restauradores com características adaptadas às exigências dos pacientes.⁽¹⁾ Durante os últimos 40 anos, a Dentisteria Operatória tem introduzido uma ingerência mais conservadora e menos “destrutiva” da estrutura dentária.⁽²⁾ Os mais recentes materiais restauradores, desenvolvidos pela indústria, conciliam uma mistura complexa de propriedades correlacionadas, com predominância em estética e biocompatibilidade, sem descuidar os atributos mecânicos, obtendo restaurações de maior longevidade e elevada resistência.⁽²⁾

Em 1955, Buonocore⁽³⁾ introduziu a era adesiva da Medicina Dentária, através da descoberta do condicionamento ácido, transferindo o uso industrial do ácido fosfórico em superfícies de metal e coberturas de resina para adesão de pinturas, para pré-tratamento da superfície dentária, criando microfissuras e, assim, melhorando a retenção das restaurações.⁽⁴⁾

Quase simultaneamente, Bowen⁽⁵⁾, em 1956, introduziu o monómero hidrofóbico bisfenol A glicidil-metacrilato (Bis-GMA) nas resinas acrílicas, na tentativa de melhorar as suas propriedades físicas. Alguns anos depois, acrescentou partículas inorgânicas silanizadas na composição das resinas compostas hidrofóbicas, tornando-as capazes de fluir para os interstícios criados pelo ácido fosfórico no esmalte.

A maior parte dos compósitos actuais são activados pela luz. O sistema fotoiniciador mais comum é a canforoquinona - molécula fotossensível iniciadora da reacção de polimerização, acelerada por uma amina terciária, sendo que a sua curva de absorção abrange uma gama de 360 a 520 nm, com pico a 465 nm.^(6, 7)

As primeiras resinas, a ser introduzidas no mercado, eram constituídas por macro-partículas. No entanto, na tentativa de melhorar algumas das suas limitações, entraram em uso, as resinas de micropartículas por volta de 1977, proporcionando aos profissionais a execução de restaurações altamente resistentes e polidas.⁽⁸⁾ Porém, na hipótese de melhorar ainda mais algumas propriedades alterou-se o tamanho das partículas, obtendo diferentes propriedades físicas e, então, surgiram as resinas compostas híbridas em 1979 e, mais tarde, na década de 90 as micro-híbridas. Posteriormente, em 2005, conseguiu-se reduzir o tamanho das partículas a uma escala

nanométrica obtendo-se um compósito com propriedades estéticas melhoradas, boa resistência a forças compressivas e baixa contração de polimerização.⁽⁹⁾

Actualmente, as resinas compostas são amplamente utilizadas, nomeadamente como⁽⁷⁾: materiais restauradores, forros de cavidade, selantes de fossas e fissuras, núcleos, *inlays*, *onlays*, coroas, restaurações provisórias, cimentos em procedimentos adesivos e cimentos endodônticos.

A superfície final de um elemento dentário restaurado tem sido alvo de diferentes estudos, uma vez que superfícies rugosas podem resultar em insucesso, devido à pigmentação da resina e adesão de placa bacteriana, culminando no aparecimento de cáries secundárias ou recidivantes.⁽¹⁰⁾

No âmbito desta temática é relevante avaliar e investigar o efeito de diferentes instrumentos de acabamento e polimento em restaurações resinas compostas distintas (nano-híbrida e nano-particulada) usadas na Clínica Universitária da Universidade Católica Portuguesa e, ainda, examinar as superfícies sujeitas aos diferentes tipos de polimento/acabamento no que concerne à rugosidade superficial.

IX.II Composição e estrutura das resinas compostas utilizadas em Medicina Dentária

Por definição, uma resina composta contém quatro componentes estruturais: uma matriz polimérica, partículas de carga, agentes de união e um agente iniciador que promove a reacção de polimerização.⁽¹¹⁾

A matriz resinosa, também designada por fase orgânica, foi sendo desenvolvida com o intuito de obter as melhores propriedades de preenchimento para a resina.

Bis-GMA (constituente mais usado na matriz orgânica) contém anéis aromáticos hidrofóbicos na sua constituição que fornecem baixa mobilidade da cadeia monomérica e, por isso, menor deformação sob carga mecânica em relação a monómeros lineares não aromáticos. Simultaneamente é constituída por grupos hidroxilo, localizados na cadeia alquilo, que participam na ligação de hidrogénio com os grupos carbonilo na porção metacrilato. Como resultado, obtém-se um monómero de elevada viscosidade, que impede a adição de quantidades elevadas de partículas inorgânicas e grau de conversão (polimerização). Na tentativa de diminuir a elevada viscosidade de bis-GMA, em 1958, Bowen concluiu que a adição de outros monómeros diluentes à matriz resina, tais como TEGDMA (trietileno glicol dimetacrilato), UDMA (uretano dimetacrilato) ou outros possibilitariam a obtenção de uma matriz com viscosidade inferior, melhorando assim a eficiência da polimerização e uma melhor mistura dos componentes da resina.⁽¹²⁾ Assim, conciliando diferentes monómeros foi possível produzir uma resina "viável".⁽⁶⁾

Para além da matriz orgânica, a base resinosa dos compósitos é ainda preenchida por partículas inorgânicas, também conhecida por fase dispersa.⁽¹³⁾ Os agentes de preenchimento inorgânicos conferem propriedades físicas desejáveis, tais como a rigidez, a dureza superficial, baixa contracção de polimerização e um baixo coeficiente de expansão térmica. Dentro de determinados limites, quanto maior a carga inorgânica, melhores serão as propriedades mecânicas obtidas e quanto maior a proporção de partículas inorgânicas estáveis (em relação à resina), menor será o coeficiente de dilatação térmica do compósito.⁽¹²⁾ Destas substâncias são exemplos: quartzo triturado, sílica pirolítica, silicato de alumínio, silicatos de alumínio e lítio, vidros de borossilicato e vários outros tipos de vidro, incluindo alguns que contêm óxidos de metais pesados, tais como o bário, que tornam o material compósito radiopaco. O tamanho das partículas pode variar⁽¹²⁾, dependendo do método de fabrico (trituração, precipitação),

numa escala a partir de 10nm (sílica pirolítica) até 100µm (para quartzo ou de partículas de vidro).

Os agentes de união permitem uma ligação entre a matriz resinosa orgânica às partículas de carga existentes na matriz inorgânica. Sem esta união, durante as cargas mastigatórias e sujeitas às tensões oclusais, as resinas poderiam correr o risco de se fragmentar e fracturar.⁽¹⁴⁾ O agente de união mais frequentemente usado é um silano orgânico (agente de ligação bipolar), que une a matriz de resina orgânica às partículas de carga, formando uma ligação co-polimérica ou homopolimérica.⁽¹²⁾ A ligação estável é essencial para a resistência e durabilidade do compósito, uma vez que, desta forma, não ocorre infiltração de moléculas de água entre as partículas de carga, que são hidrofílicas, e a matriz resinosa orgânica, que é hidrofóbica.⁽¹⁴⁾ É exemplo de agente de união o silano de vinilo.⁽¹²⁾

Por fim, um iniciador ou um sistema iniciador activa a reacção de polimerização da resina. A activação pode ser iniciada por reacção química de componentes mistos ou através da exposição à luz de determinado comprimento de onda.⁽¹¹⁾ Inicialmente, estes materiais eram foto-activados por fontes de luz com emissão de radiação na região do ultravioleta (UV) do espectro; porém, mais tarde demonstrou-se nocivo para pacientes e médicos dentistas, por causar danos oculares da córnea e danos das mucosas orais.^(15, 16) A acrescentar ainda o facto de possuírem baixa profundidade de polimerização. Na tentativa de contornar este obstáculo, desenvolveu-se um compósito que fosse activado por luz, em que a canforoquinona (CQ) desempenha o papel de fotossensibilizador. A canforoquinona, fotoiniciador mais usado nas resinas compostas actuais, é acelerada por uma amina terciária, tipicamente um aromático⁽⁷⁾ que, quando exposta a luz (em comprimentos de onda 468-470nm – cor azul do espectro eletromagnético) inicia a reacção de polimerização, e converte a formação de monómeros em polímeros.

IX.III Classificação das resinas compostas

Desde 1960⁽¹⁷⁾ que as resinas compostas começaram a ser comercializadas e desde então têm-se assistido à sua evolução. Porém, a composição base do compósito manteve-se praticamente inalterado, isto é, a matriz orgânica, a matriz inorgânica e os agentes de união permaneceram estruturalmente os mesmos. No entanto, as principais alterações foram realizadas ao nível do tipo de partículas inorgânicas, no tamanho das partículas e na sua distribuição ao longo da matriz orgânica.⁽¹⁷⁾

As mudanças primordiais das resinas compostas envolveram a matriz polimérica do material com intuito de desenvolver sistemas com reduzida contração de polimerização e torna-las auto-adesivas à estrutura dentária.^(7, 18)

Até muito recentemente, as modificações mais importantes têm envolvido as partículas inorgânicas, que foram propositadamente reduzidas, em tamanho, até à escala nanométrica para produzir materiais mais fáceis de desgastar e polir e que demonstram uma maior resistência à abrasão, obtendo também propriedades ópticas melhoradas.^(7, 19)

Assim, atentando à diversidade de componentes e dimensões que constituem as resinas compostas, existem diferentes classificações. A classificação é baseada em⁽¹⁹⁾:

- Matriz de resina;
- Dimensão das partículas;
- Localização de utilização;

A classificação dimensional das partículas inorgânicas, no entanto, é a mais utilizada.⁽¹⁸⁾

A matriz resinosa classifica-se em dois tipos^(18, 20), consoante a sua viscosidade:

A. Compósitos fluídos: Apresentam baixo grau de viscosidade, comparativamente aos condensáveis e aplicam-se a partir de seringas de ponta fina em espaços adstringidos para adaptação melhorada. As partículas que constituem as resinas fluídas possuem dimensões médias entre 0,7-3,0 μ m.⁽²¹⁾ Tal como o nome indica a sua fluidez adquire-se por diminuição de matriz inorgânica, obtendo propriedades físicas limitadas ou por adição de outros agentes modificadores, tais como tensioactivos, que reduzem a viscosidade, evitando uma grande redução no teor de carga que reduziria significativamente as propriedades mecânicas e aumentaria a contração de polimerização.^(20, 22) A principal vantagem deste tipo de compósito é a capacidade de molhabilidade de superfície conseguindo, assim, preencher irregularidades, falhas de

material e espaços reduzidos; no entanto, devido às limitadas propriedades mecânicas não estão indicados para locais sujeitos a tensões elevadas.^(20, 22)

B. Compósitos compactáveis ou condensáveis: Concebidos para proporcionar resistência melhorada a instrumentos condensadores, a fim de evitar a sua perda e aperfeiçoar a formação de contactos interproximais. Dentro dos compactáveis existem diversas modificações na distribuição do tamanho das partículas de carga ou através da adição de outros tipos de partículas, tais como fibras. Perante as diferentes formulações, estas resinas podem ser classificadas da seguinte forma: convencionais/tradicionais ou macro-particuladas, de partículas pequenas, micro-particuladas, híbridas e, mais recentemente, nano-particuladas.⁽⁷⁾

Segundo a dimensão das partículas que constituem as resinas compostas dentárias existe a seguinte classificação⁽⁷⁾:

a) Compósitos convencionais ou macro-particulados: foram os primeiros a ser desenvolvidos, com exponencial desenvolvimento na década de 70; possuíam partículas irregulares de tamanho situado entre 10-50 μ m. Uma vez que detinham partículas de elevadas dimensões, eram estruturalmente resistentes (duros) e difíceis de polir, por exibirem desgaste selectivo da matriz orgânica, produzindo uma superfície rugosa. Assim, estão limitados em questões estéticas e falham por acumulação de placa bacteriana, alteração cromática e rugosidade superficial elevada após polimento. No geral, estes não são adequados em áreas de elevada força mastigatória, mas, em contra partida apresentam uma adaptação marginal superior à do amálgama, porém a sua aplicação está em desuso.^(7, 12)

b) Compósitos micro-particulados: Para ultrapassar problemas estéticos dos convencionais começaram a ser formuladas resinas compostas micro-particuladas, com tamanho médio de compostos inorgânicos (partículas esféricas de sílica amorfa) de 40-50nm. Na verdade, a escala correctamente designada deveria ser “nano”, mas ainda não teria sido reconhecida nesta altura. Estas resinas apresentam baixo preenchimento de partículas inorgânicas sendo, por isso, mais facilmente desgastadas e conseguindo obter-se superfícies menos rugosas, mas mecanicamente frágeis devido ao elevado teor de matriz orgânica. A diminuição da dimensão das partículas veio melhorar a rugosidade superficial da restauração. A superfície lisa reduz o atrito e, por conseguinte, elimina algum grau de abrasão observado nos compósitos convencionais. De todos os tipos, estes são os mais indicados para zonas estéticas, por se conseguir realizar um polimento superior.^(7, 11, 23)

c) Compósitos híbridos: Conhecidas as falhas das resinas micro-particuladas, foi necessário criar alterações para produzir uma resistência adequada com polimento e estética melhorados. Surgiu assim, uma nova redução no tamanho de partículas dos compósitos convencionais através de moagem/trituração, alcançando-se os compósitos híbridos - constituídos por partículas "pequenas" (40nm) e simultaneamente por partículas micrométricas (10-50 μ m). Mecanicamente apresentam uma resistência superior à abrasão, menor coeficiente de expansão térmica, redução da contracção da polimerização, melhoria na resistência à tracção e absorção de água reduzida. Uma vez que estão fortemente constituídos com cargas inorgânicas têm um elevado grau de resistência à fractura. Comparativamente aos convencionais e microparticulados mostram uma melhor resistência ao desgaste do que os compósitos convencionais e micropartículas, mas menor resistência do que amálgama.^(7, 20, 22)

d) Compósitos de partículas *midi*: Uma redução adicional aos compósitos híbridos resultou nestes compósitos, com tamanhos médios de partículas ligeiramente maiores do que 1 μ m mas contendo, também, uma porção da sílica de tamanho 40nm.⁽⁷⁾

e) Compósitos micro-híbridos: Surgiram pelo aprimoramento nas técnicas de moagem; compostos por partículas com tamanho entre 0,6-1,0 μ m, que inicialmente foram chamados de "*mini-particulados*" e, posteriormente como *micro-híbridos*. São considerados como compósitos universais pela sua aplicabilidade em praticamente todas as restaurações (anterior e posterior) com base na sua combinação de força e a capacidade de polimento. Apresentam um excelente polimento superficial e boa resistência mecânica.^(7, 24, 25)

f) Compósitos nano-particulados: constituídos por partículas únicas em nanoescala (5-100nm). Este material foi desenvolvido a partir de uma matriz da resina com partículas nanométricas de sílica tratadas por silano, unidas a um nanoaglomerado de zircónia-sílica e tratadas com silano, formando o compósito nano-particulado.⁽²⁶⁾ Durante o desgaste nos métodos de acabamento e polimento apenas as nano-partículas se desintegram da matriz, obtendo uma superfície bem polida e uma rugosidade superficial mínima. Simultaneamente, apresentam translucidez desejável que se traduz em propriedades ópticas favoráveis. São resistentes à compressão, fratura e desgaste.^(23, 24, 27) Clinicamente, a resina nano-particulada apresenta um bom polimento, e essa habilidade faz com apresente alta resistência e baixo desgaste.

g) Compósitos nano-híbridos: Surgiram a partir dos compósitos micro-híbridos com o intuito de incluir mais nano-partículas, e agentes de preenchimento de resina pré-

polimerizada, semelhantes aos encontrados nos compósitos micro-particulados. Contém na sua constituição partículas de vidro e nano-aglomerados de sílica, dispersos na matriz e polimerizados dentro do sistema resinoso.⁽²⁸⁾ De uma forma geral, é difícil a distinção entre nano-híbridos e micro-híbridos. As suas propriedades, tais como resistência à flexão e módulo de elasticidade, tendem a ser semelhantes, embora ambos sejam mecanicamente melhores que os micro-particulados. No entanto, segundo alguns estudos⁽²⁹⁻³¹⁾ os compósitos micro-híbridos são mais vantajosos do que os nano-híbridos, nomeadamente na manutenção da integridade marginal.

Do ponto de vista estético e mecânico, o patamar é liderado pelas resinas nano-híbridas e micro-híbridas, que podem ser aplicadas praticamente em todas as restaurações directas. Esteticamente apresentam excelentes propriedades ópticas, tais como translucência, brilho e polimento superficial. Do ponto de vista mecânico são igualmente competentes quando sujeitas a forças e tensões.^(19, 32)

IX.IV Propriedades e características de resinas compostas

Durante o desenvolvimento das resinas, as exigências relativas à sua *performance* e desempenho estético atingiram uma fasquia elevada. No entanto, apesar das variações existentes entre elas, devem preencher determinados requisitos:⁽³³⁾ boas características ópticas e as propriedades físicas semelhantes ao tecido dentário. A resistência ao desgaste (dureza) também se deve assemelhar ao esmalte. Do ponto de vista clínico, deve ser radiopaco de forma a ser facilmente distinguível de tecido dentário. Porém, a adesão ao tecido dentário deve ser estreita e adesiva. O material deve ser fácil de manusear e polir, insípido e biocompatível.⁽³⁴⁾

De igual forma, existe uma correlação entre propriedades físicas/ mecânicas e as partículas, não limitada apenas ao tipo de partícula, mas também a sua forma e tamanho.⁽³⁵⁾ Resinas constituídas por partículas de tamanho maior apresentam maior concentração de tensões e menor resistência à flexão.⁽³⁶⁾ Um estudo realizado por Ornaghi *et al*⁽⁴¹⁾ (2014) verifica que as resinas compostas por partículas pequenas apresentam maior resistência à fadiga, enquanto resinas de partículas maiores tem melhores resultados à deflexão (comportamento elástico).

A reacção de polimerização dos compósitos é acompanhada por uma redução volumétrica (cerca de 2,5%) que gera tensão dentro do material e leva a um comprometimento da adesão ao dente.^(21, 37, 38) Este, por sua vez, gera um aumento de potenciais problemas clínicos, tais como a hipersensibilidade pós-operatória, penetração salivar e bacteriana e cárie.⁽³⁹⁾ As resinas constituídas por micropartículas são as que apresentam maior contracção de polimerização.⁽⁴³⁾ No entanto, embora possa ocorrer contracção do material, é possível que a interface possa permanecer unida (por forças de adesão adequadas), mas esteja em tensão derivada da contracção de polimerização.⁽³⁷⁾

Este fenómeno designado por fator de configuração (*fator C*), corresponde ao rácio da área da superfície unida à área de superfície não unida da restauração (quanto maior este rácio, maior a contracção do material) e pode ser diminuído por uso de aplicação da resina por uma técnica incremental até 2 mm de espessura^(39, 40) embora, um estudo realizado por Barreto *et al*⁽⁴¹⁾ (2015) tenha demonstrado que a polimerização efectiva possa ocorrer até uma espessura de 3 mm.

Assim, o tamanho das partículas está directamente relacionado com reacção de polimerização: quanto maior o teor de partículas inorgânicas menor contracção de polimerização e, conseqüentemente, menor desgaste.⁽⁴²⁾

Na cavidade oral, uma grande quantidade de componentes contribuem para o desgaste do esmalte e da dentina, tais como o atrito, mastigação, a escovagem, erosão ácida (dieta, regurgitação ou bulimia) ou enzimas salivares.⁽⁴³⁾

As resinas constituídas por partículas maiores ou por aglomerados, apresentam menor resistência ao desgaste e menor dureza de Vickers.⁽⁴⁴⁾ Não obstante, a dureza traduz-se na resistência de um material à penetração e prevê a resistência ao desgaste de um material e a sua capacidade de abrasão quando em contacto com outro substrato.⁽²⁴⁾

Por fim, a rugosidade superficial de uma resina apresenta um papel crucial no sucesso de uma restauração. Superfícies mais lisas possibilitam durabilidade clínica, boa aparência estética, melhor compatibilidade óptica com o esmalte natural e brilho, bem como, prevenção de alteração cromática da restauração.⁽⁴⁵⁾

Diversos estudos comparam o tipo de resina usada ou os instrumentos mais adequados para obter menor rugosidade de superfície possível.^(10, 46, 47) Um estudo comparativo entre diferentes tipos de resinas, realizado por Erdemir *et al*⁽⁴⁸⁾ (2013) conclui que não apenas o material utilizado para o acabamento e polimento da restauração, nem o tipo de resina usada predizem os valores de melhor rugosidade, mas, também, a técnica utilizada. Mais estudos são necessários para obter uma concordância acerca da rugosidade superficial e as propriedades das resinas.

IX.V Esmalte e Dentina

A dentina e o esmalte apresentam diferentes composições e, conseqüentemente, a forma como os diferentes materiais interagem difere, também.⁽⁵⁸⁾

A composição do esmalte, em peso, é 95% de matéria inorgânica, 4% orgânica e 1% água. Por outro lado, a dentina, apresenta menor quantidade de matéria inorgânica e, conseqüentemente, maior quantidade de água, repercutindo-se nos seguintes valores: 70% de matéria inorgânica, 18% de matéria orgânica e os restantes 12% são água.⁽¹¹⁾ Os valores descritos encontram-se ilustrados no gráfico seguinte (Figura 1).

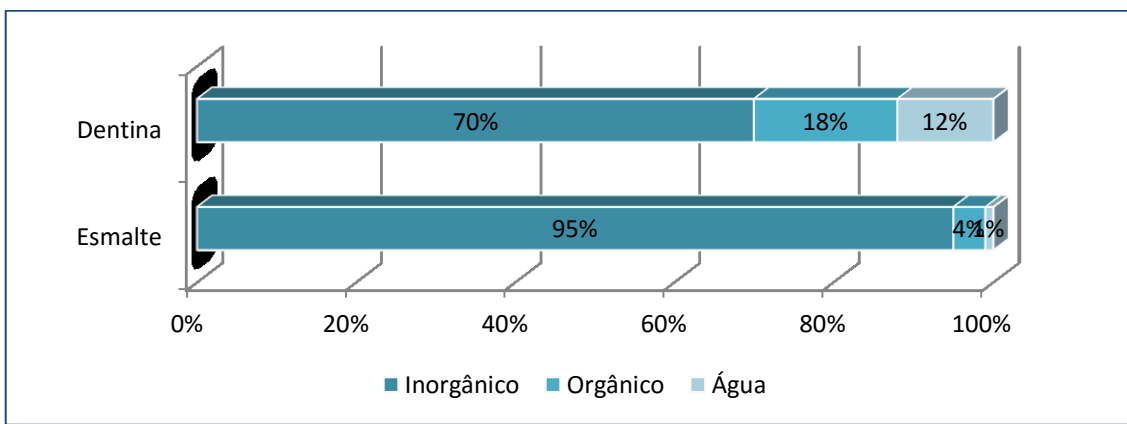


Figura 1. Composição do esmalte e dentina, em peso.

De igual forma, a composição, em volume, do esmalte e dentina, encontra-se descrita na Figura 2.

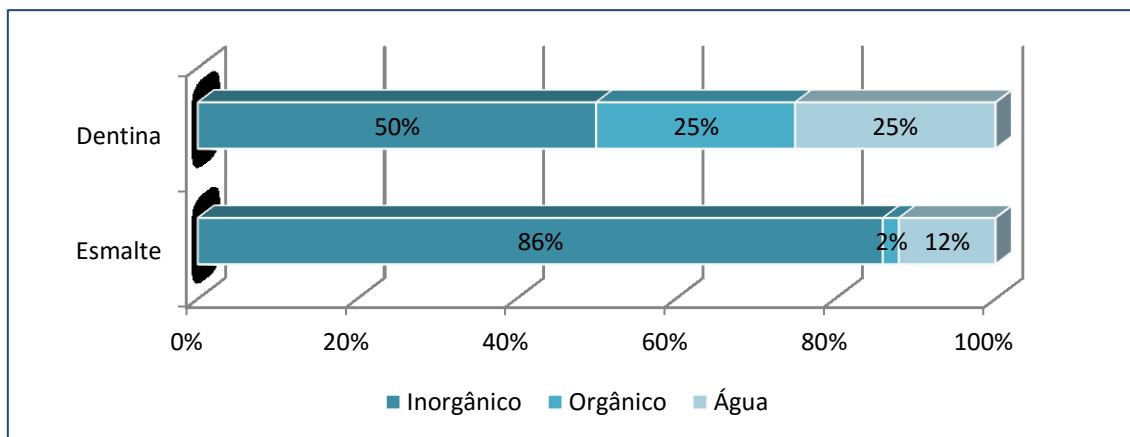


Figura 2. Composição do esmalte e dentina, em volume.

O esmalte deriva de origem epitelial e é o tecido mais mineralizado do organismo humano, sendo constituído na sua maioria por conteúdo inorgânico (cristais

de fosfato de cálcio sob a forma de hidroxiapatite).^(5, 49) No entanto, ao longo da sua vida a sua composição mineral e a rigidez sofrem alterações, tornando-o mais vulnerável ao atrito, à fratura das cargas mastigatórias e desmineralização ácida dos alimentos e da saliva. Assim, a rugosidade superficial evolui de forma crescente desde o dente decíduo, passando pela dentição permanente jovem, permanente, até chegar a faixa etária idosa, quer por parâmetros naturais como funcionais.⁽⁵⁰⁾

A dentina, por sua vez, é um tecido de origem conjuntiva, avascular, menos duro e mineralizado do que o esmalte. Possui uma estrutura tubular, que lhe confere alguma elasticidade, sendo preenchida pelos prolongamentos dos odontoblastos.⁽⁵¹⁾

A dentina superficial é composta principalmente por dentina intertubular e possui uma quantidade mínima de túbulos. Por outro lado, a dentina profunda apresenta menor quantidade de dentina intertubular e túbulos amplos, ou seja, o diâmetro dos túbulos sofre um crescimento contínuo em direção à polpa.⁽⁵⁾

Devido à complexidade biológica e física da dentina, isto é, dependendo da orientação dos túbulos, da presença dentina esclerosada e da permeabilidade dentinária, pode-se prever que a adesão à dentina seja menos facilitada que ao esmalte.⁽⁵²⁾

À medida que o tecido dentário sofre processos de desgaste e envelhecimento, ocorre espessamento da dentina peritubular e oclusão dos túbulos dentinários por deposição mineral e, por isso, torna-se mais escura.⁽⁵³⁾ Isto reflecte-se numa maior dificuldade de dissimilar as propriedades ópticas dentárias através de restaurações com resinas.⁽¹⁹⁾

Dependentemente da dimensão, localização ou extensão da lesão cariosa existirão diversas interfaces esmalte/dentina/material restaurador. Se a interface não estiver escrupulosamente unida, poderá ocorrer desintegração do material, distribuição de forças não uniforme, deformação plástica e infiltração bacteriana.⁽⁵⁴⁾

Além dos materiais restauradores e abrasivos usados durante os procedimentos de tratamentos dentários existem inúmeras fontes de alteração morfológica da superfície dentária. Ao longo da vida, o esmalte sofre processos de desmineralização, erosão, abrasão e/ou atrição que podem mesmo levar à exposição dentinária.⁽⁵⁵⁾

Portanto, a superfície dentária é extremamente variável entre indivíduos, quer pela sua dieta, hábitos, higiene, factores internos, patologias ou fármacos. No entanto, é de senso comum que a rugosidade superficial aumenta proporcionalmente à idade do indivíduo.⁽⁵⁶⁾

IX.VI Importância do acabamento e do polimento das resinas compostas

Uma restauração directa em resina deve restaurar a forma e a função de um dente saudável, devendo cumprir os seguintes requisitos: correta adaptação marginal com adequado selamento marginal, biocompatibilidade e integração estética.⁽⁵⁷⁾

Como anteriormente referido, a rugosidade superficial desempenha um papel importante na longevidade e estética de uma restauração, uma vez que uma superfície rugosa é mais susceptível à acumulação de placa, que resulta em inflamação gengival e desintegração marginal, podendo surgir recidiva de cárie ou ainda, pigmentação da restauração nas zonas de fissura.⁽⁴⁸⁾

O brilho final das restaurações tem carácter estético e considera-se como mínimo clinicamente aceitável para uma restauração anterior, um brilho de 40%⁽⁷⁾, embora, em termos práticos, a rugosidade superficial seja mais determinante para o sucesso das restaurações, a longo prazo. Porém, não estão totalmente dissociados no que toca à qualidade topográfica de uma restauração.^(48, 58)

A interface entre o dente e uma resina composta deve ser íntima e polida de tal modo que⁽⁵⁹⁻⁶¹⁾ impeça a infiltração de bactérias cariogénicas como *Streptococcus mutans* (colonizadoras precoces e principais intervenientes no processo patogénico cariioso), uma vez que estas produzem ácidos que promovem a desmineralização da superfície, da interface e dos tecidos duros adjacentes e, conseqüente, progressão centrípeta de destruição de tecidos, resultando em recidiva de cárie.

Fisicamente, a adesão e retenção bacteriana ocorre em quatro fases distintas: deslocação bacteriana para a superfície, adesão bacteriana inicial, ligação através de interacções específicas e, finalmente, colonização da superfície.^(62, 63) No entanto, em zonas subgengivais o impacto da rugosidade da superfície é muito inferior, uma vez que o sulco periodontal, por si só, oferece protecção à placa bacteriana, aliados aos mecanismos de defesa: adesão à raiz do cemento, ao epitélio, imersão no fluído crevicular, invasão dos tecidos moles e invasão do tecido duro através dos túbulos dentinários.⁽⁶³⁾

A partir do momento em que uma restauração de resina composta está exposta ao ambiente oral, com todas as suas condicionantes (comidas, bebidas, variações de pH, tabaco, escovagem, hábitos funcionais e parafuncionais), a rugosidade superficial tende a aumentar.^(7, 61) Se a superfície, por si só, já apresentar defeitos que podem potenciar o

alojamento bacteriano ou de pigmentos o risco de insucesso da restauração estará aumentado.^(27, 61, 64)

Desde a década de 1990, muitos estudos⁽⁵¹⁾ confirmaram que as enzimas presentes na saliva são capazes de degradar os compostos resinosos através de quebra das ligações de condensação, destacando as esterases como a classe com maior evidência contra resinas compostas.⁽⁵⁹⁾ Este grupo de enzimas deriva de fontes biológicas como glândulas salivares, respostas inflamatórias, microorganismos e células mononucleares fagocíticas.^(59, 65) A quebra das ligações de condensação resulta em degradação hidrolítica e absorção de água tornando o material mais propenso ao desgaste mecânico durante a mastigação, resultando em desgaste da superfície que, posteriormente, sofrerá novo desgaste químico; criando um ciclo contínuo de mudança de superfície e perda de material por desgaste.⁽⁵⁹⁾

Na cavidade oral pode ocorrer pigmentação ou alteração cromática das resinas compostas. A estabilidade cromática está dependente da rugosidade superficial da restauração de compósito, sendo que quando apresenta valores de rugosidade superficial superiores a 0,3µm a retenção de placa bacteriana e a absorção de partículas de pigmento se apresenta favorecida^(58, 66), comparativamente a superfícies mais polidas.

Em 2013, Alandia-Roman *et al*⁽⁴⁴⁾ avaliaram o impacto do tabaco e da escovagem dentária na pigmentação da resina relacionadas com a rugosidade superficial e observaram que a capacidade de pigmentação tabágica se encontrava aumentada nas resinas não sujeitas a polimento, justificando este achado pela ausência de remoção da camada superficial da matriz polimérica rica em matriz orgânica e pela ausência de escovagem após a exposição ao agente corante.⁽⁶⁷⁾ Outro estudo, realizado por Henriques *et al*,⁽⁶⁸⁾ em 2014, avaliou a estabilidade cromática de resinas de bis-acrílico, quando expostas a um agente corante sujeitas a diferentes tipos de polimento e concluíram que a alteração cromática ocorreu, independentemente, dos tratamentos de superfície sofridos.

Diversos estudos têm sido realizados de modo a alcançar um método consensual de acabamento e polimento ideal, que permitam obter a superfície mais polida. Sabe-se que a aquisição da superfície menos rugosa é alcançada sem a realização de nenhum polimento, ou seja, apenas com a fotopolimerização da resina contra uma fita de matriz de poliéster transparente, uma vez que minimiza a porosidade e a camada inibitória de oxigênio.⁽²⁰⁾ Porém, a forma, contorno e a adaptação marginal desejados

nem sempre se alcançam sem o recurso a métodos de acabamento e polimento⁽⁶⁹⁾, devido à dificuldade de adaptar a matriz ao perfil de emergência dentário.

A manutenção da qualidade da superfície da restauração está relacionada, não exclusivamente, a factores biológicos da cavidade oral, mas igualmente com a propriedade das resinas. O tamanho das partículas de carga encontra-se intimamente correlacionados com a rugosidade e o brilho. Estudos demonstram⁽⁴²⁾ que as resinas micro- e nano-particuladas exibem uma redução no brilho durante a escovagem, comparativamente aos compósitos micro-híbridos que, após as fases iniciais de escovagem, apresentam um aumento no brilho ou manutenção de um estado estacionário ou ligeira redução. Por outro lado, outros autores^(23, 25) assumem uma proporcionalidade directa entre o tamanho das partículas de uma resina e a rugosidade superficial, isto é, quanto maior o tamanho das partículas de carga, mais áspera a superfície depois de polir.

É unânime que a rugosidade superficial depende de diversos factores e pode comprometer o sucesso e a longevidade das resinas compostas.⁽⁴⁶⁾

IX.VII Princípios inerentes ao acabamento e polimento de resinas compostas

Devido à heterogeneidade de materiais que compõem as resinas compostas elas são extremamente difíceis de polir.⁽³⁾ No mercado existem inúmeros sistemas de acabamento e polimento das resinas compostas, nomeadamente brocas diamantadas, brocas multi-laminadas (carboneto), taças ou pontas de borracha/silicone, discos de óxido de alumínio (abrasivo principal), fitas ou lixas impregnadas com abrasivos e, ainda, pastas com diferentes graus de abrasividade.

O sucesso de uma restauração não está apenas confinado ao material propriamente dito. O manuseamento e a audácia do operador também influenciam o seu êxito. Para obter uma restauração com características ideais deve fazer-se uso de técnicas adequadas desde a aplicação do material na cavidade, até ao seu acabamento e polimento.⁽⁷⁰⁾

Sabe-se que a superfície das resinas compostas está directamente ligada com o sucesso e a vida útil da restauração: quanto mais lisa a superfície, menor a pigmentação e a acumulação de biofilme bacteriano.⁽²⁶⁾

Para Anusavice⁽²⁰⁾, as resinas compostas são materiais difíceis de polir pela sua composição em matriz orgânica (macia) com adição de partículas de carga duras. Em termos clínicos, equaciona-se que existindo estas discrepâncias de dureza, a matriz é mais facilmente desgastada que as partículas. O incorrecto polimento superficial pode resultar em disparidades entre a resina e o material de preenchimento sob a forma de depressões entre as partículas de preenchimento à superfície⁽²²⁾, conforme ilustrado na Figura 3.



Figura 3. A. O desgaste desigual da superfície das resinas compostas produz depressões entre a matriz resinosa e as partículas de carga.

Estas “depressões” tornam-se mais evidentes nos casos em que os compósitos exibem partículas de tamanho aumentado (como nos convencionais), que se apresentam mais rugosas após o acabamento com instrumentos abrasivos.⁽⁷¹⁾

Uma superfície lisa contribui ainda para o conforto do paciente. Vários estudos⁽⁷²⁾ consideram que uma restauração com rugosidade superficial superior a 0,3µm pode ser detectada pela ponta da língua.

Em traços gerais, o acabamento é mais redutor na obtenção de excessos e o polimento visa remover as irregularidades microscópicas e obtenção de superfície polida e brilhante, conforme ilustrado na Figura 4. A distinção é feita por observação directa pelo operador, não havendo uma distinção concreta entre o acabamento e o polimento.⁽²⁰⁾

Portanto, de forma geral, no final do acabamento a superfície é composta por partículas de dimensões superiores a 25 µm; no polimento as partículas à superfície deverão ser menores do que 25µm.⁽³⁰⁾



Figura 4. Acabamento e polimento: na base da pirâmide, o acabamento grosseiro e obtenção de forma da restauração; patamar intermédio corresponde ao pré-polimento e acabamento quase terminado. Topo da pirâmide, o polimento final.

Os instrumentos disponíveis para executar o acabamento e polimento funcionam por um método de abrasão⁽⁷³⁾, em que as partículas duras dos abrasivos cortam ou desgastam a superfície da restauração. Distinguem-se três tipos de instrumentos abrasivos:⁽¹⁸⁾ em grão, discos e/ou tiras, e abrasivos de união, como borrachas ou silicones.

A. Grãos abrasivos: derivam de materiais (abrasivos) que foram moídos e estão disponíveis em diferentes dimensões de partícula de grão: grosseiro, grosseiro médio, médio, fino e superfino. Uma vez que possuem um forte poder de corte, são indicados para o acabamento, porém ao usar um grão grosseiro irão ser criadas fissuras superficiais que dificilmente se eliminam no polimento.⁽²⁰⁾

B. Abrasivos de união: Estes são constituídos por partículas abrasivas incorporadas através de um agente de união.⁽²⁰⁾

C. Discos e tiras abrasivas: Possuem partículas abrasivas incorporadas numa matriz de suporte flexível. Os discos estão disponíveis em diferentes diâmetros com partículas finas e muito finas (na grande maioria revestidos com partículas de óxido de alumínio), e são indicados para o contorno, acabamento de superfícies curvas e polimento de uma restauração. Por outro lado, as tiras adesivas apenas apresentam utilidade na obtenção de uma superfície mais macia e regular.⁽²⁰⁾

A abrasão dos instrumentos numa superfície depende de alguns factores, tais como:^(18, 20, 74)

1. A estrutura e as propriedades mecânicas do substrato a ser polido, bem como as propriedades físicas (rigidez, elasticidade, espessura, porosidade);
2. Diferença na dureza entre o dispositivo e o substrato abrasivo (superfícies mais duras são menos desgastadas);
3. Dureza (segundo escala de Mohs, de 1 a 10, em que esmalte tem dureza de 5 e abrasivos como diamante, e óxido de alumínio, possuem valores de Mohs superiores, 10 e 9 respectivamente), tamanho e forma das partículas do abrasivo usado no dispositivo (partículas maiores desgastam mais);
4. Velocidade, pressão e refrigeração à qual o abrasivo é aplicado ao substrato (quanto maior a velocidade e pressão, maior será a taxa de abrasão).

A. Acabamento e materiais

O acabamento é definido por Erdemir⁽⁴⁸⁾, em 2013, como a remoção do excesso bruto de material e obtenção do contorno e da forma estética, anatómica e funcional final da restauração, tendo como objectivo eliminar a aspereza da superfície. Este passo é normalmente realizado com brocas diamantadas de grão fino e super-fino (partículas de diamante de 15 a 25µm), brocas de carboneto de tungsténio laminadas, lixas de abrasividade média-fina, materiais à base de silicone com tamanhos de grão situados entre 600 a 1200 µm ou, ainda, pedra de Arkansas.⁽¹⁸⁾

De forma sucinta, segundo a classificação dos abrasivos relativamente à sua constituição é a seguinte:^(20, 74, 75)

I. Óxido de alumínio: É um composto químico de alumínio e oxigénio (Al₂O₃). Existe sobre a forma de discos, pontas de borracha ou silicone revestidos com estas partículas ou em partículas em pasta de polimento. Em termos de dureza apresenta valores de 9 na escala de Mohs.

II. Brocas diamantadas: Existem em diversas formas e dimensões e com diferentes tipos de grãos (cujas dimensões variam no intervalo de 8-50 μm). Devem ser usados em sequência: primeiramente o dispositivo com a granulometria mais elevada e, posteriormente, usa-se uma broca com uma granulometria mais baixa. O desempenho clínico dos instrumentos abrasivos diamantados depende de variáveis tais como o tamanho, espaçamento, uniformidade, a exposição e a ligação das partículas de diamante.

III. Brocas multi-laminadas de carboneto (de tungstênio): são classificados de acordo com o número de lâminas (8-32). A ferramenta de corte inclui um ângulo de entrada e saída e para funcionar corretamente e deve avançar no sentido de contra-rotação. São menos abrasivas que as diamantadas.

IV. Pedras: São compostas de partículas abrasivas que foram sinterizadas em conjunto ou ligados com uma resina orgânica para formar uma massa coesa. A cor da pedra indica o tipo de abrasivo: carboneto de silício são verdes, brancas contêm óxido de alumínio.

V. Discos Abrasivos: São flexíveis com larguras diferentes e, portanto, a rigidez diferente. A sua granulometria está codificada por um código de cor diferente. Os discos mais comuns são feitos de um material flexível pulverizado com abrasivo (liga de óxido) de diferente granulometria. A fina camada de abrasivo presente nestes discos permanece eficaz durante um limitado período de utilização clínica, tornando estes discos de uso único e descartável.

VI. Pontas de borracha/silicone: Compostas por silicone incorporado com carboneto de silício, liga de óxido ou partículas abrasivas de diamante. São estritamente utilizados para o acabamento final e polimento; A sua granulometria varia entre 15-40 μm .

VII. Pastas de polimento: Pastas constituídas por diamantes ou ligas de óxido com diferentes grãos. Aplicam-se no material seco com discos, pontas de borracha/silicone ou escovas de pêlo de cabra.

VIII. Escovas abrasivas e dispositivos feltro: Escovas de polimento foram introduzidas no final de 1990. Conseguem alcançar as ranhuras, fissuras e áreas interproximais de restaurações de resina composta sem remoção involuntária de ranhuras anatómicas, fissuras, e contornos. Algumas das cerdas compreendem um número de partículas abrasivas distribuídas ao longo de um material elástico.

B. Polimento e materiais

Por sua vez, o polimento acomoda a diminuição de rugosidade superficial e remoção de fissuras criadas durante os métodos de acabamento, obtendo uma superfície brilhante e polida, com baixa energia superficial.⁽⁴⁸⁾

Os instrumentos tipicamente destinados ao polimento são: pontas/taças abrasivas de borracha ou silicone contendo partículas de diamante (granulometrias superior a 1.200nm), escovas impregnadas por carboneto de silício, discos de polimento e pastas de polimento (com partículas de diamante ou alumínio).⁽¹⁸⁾

Embora os abrasivos descritos anteriormente sejam mais indicados para o acabamento, alguns são igualmente usados para obtenção do polimento.

Enquanto no acabamento as brocas são usadas preconizadamente, o acabamento é usado frequentemente segundo as indicações do fabricante, havendo variações entre fabricantes.

Um dos sistemas de polimento mais conhecidos é o sistema Enhance® (Dentsply), que foi desenvolvido para o acabamento e polimento de restaurações realizadas com compósitos híbridos e micro-particulados, produzindo uma superfície lisa e polida. A forma de utilização, segundo o fabricante, consiste numa primeira fase de remoção dos excessos mais grosseiros com o auxílio de um disco de lixa ou broca multilaminada de carboneto de tungstênio. De seguida, adapta-se o mandril com as pontas de acabamento do sistema Enhance® a um contra ângulo de baixa velocidade e prossegue-se o acabamento da superfície da restauração. As pontas abrasivas deste sistema são constituídas por tripolímero (estireno-butadieno-metacrilato de metila), partículas de sílica pirolítica silanizadas e óxido de alumínio. A abrasividade das pontas de acabamento do sistema Enhance® é controlada através da pressão aplicada à superfície do compósito.⁽⁵⁸⁾

Um outro sistema de polimento muito utilizado é o sistema Enamel Plus SHINY® (Micerium), utilizado para corrigir a geografia de uma superfície de resina; é composto por uma ponta de borracha de 3µm de grão, pasta de partículas de 3µm de diamante e escovas para aplicação da pasta de polimento.⁽⁷⁶⁾

IX.VIII Análise superficial das resinas e da interface esmalte - resina

A resistência ao desgaste dos dentes e das restaurações é uma importante área de pesquisa no campo da Medicina Dentária. Independentemente dos corpos envolvidos, é necessário caracterizar a abrasão resultante. Diferentes análises estão disponíveis para caracterizar uma superfície ou uma interface (quer em termos de profundidade, largura, área de superfície ou o volume de material perdido). Neste estudo foi usada a metodologia analítica descrita em baixo.

A. Perfilometria óptica

A avaliação da rugosidade superficial permite analisar a alteração textural superficial em esmalte, dentina ou materiais restauradores após diferentes tratamentos erosivos abrasivos.⁽⁷⁷⁾ O perfilómetro óptico é um método de análise tridimensional que fornece uma representação qualitativa e quantitativa. Através de cromatismo axial, mede qualquer superfície sendo uma análise não destrutiva, não requerendo nenhum preparo prévio da amostra. A técnica confocal cromática utiliza uma fonte de luz branca através de uma lente objectiva, com um índice de refração da lente que varia em função ao comprimento de onda da luz. A luz reflectida a partir da superfície da amostra em conjunto com o feixe original gera uma estrutura de superfície em 3D. A análise espectral é feita usando uma rede de difracção, que desvia cada comprimento de onda, numa posição diferente, indicando a posição da intensidade máxima e permitindo correspondência directa com a posição em altura (eixo de Z).⁽⁷⁸⁾

A obtenção de imagens em profundidade é possível através da gravação de uma série de imagens consecutivas, quer nos planos ópticos X-Y (cortes paralelos à superfície) ou plano X-Z (secções perpendiculares à superfície).⁽⁷⁷⁾ A perfilometria óptica tem resolução vertical de alguns nanómetros e resolução lateral de alguns micrómetros⁽⁷⁹⁾, sendo portanto, um método de análise minucioso.

Na Figura 5 é possível observar o perfil típico de uma análise de perfilometria: em que R_a , corresponde ao valor das irregularidades de rugosidade medidos a partir da linha média dentro do comprimento de amostragem (C); R_q , traduz a raiz quadrática média de perfil de rugosidade; e R_y , a distância entre os picos, em altura. Por ultimo, R_z é distância média entre quatro pontos mais elevados (R_2, R_4, R_6, R_8) e os quatro pontos mais profundos (R_1, R_3, R_5, R_7) dentro de comprimento de amostragem medidos.

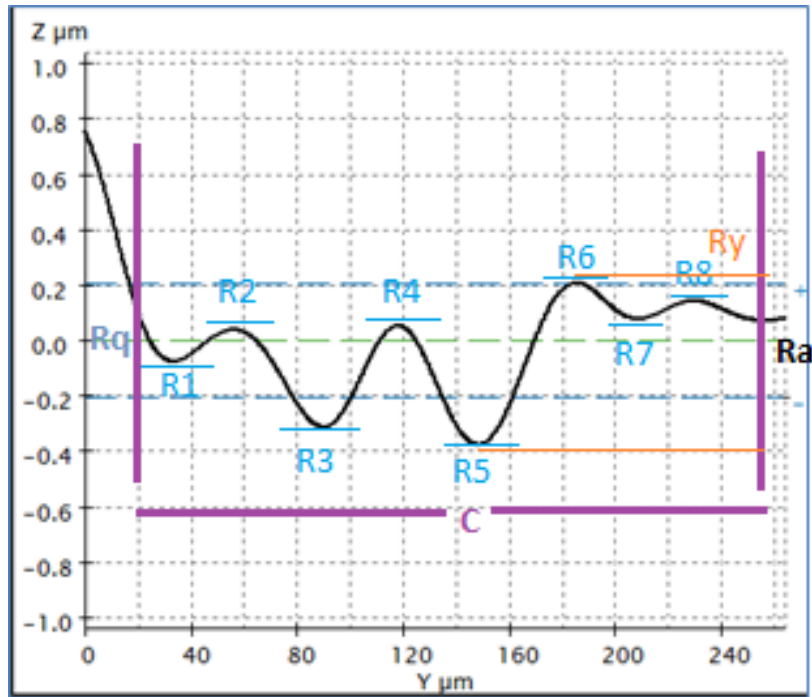


Figura 5. Análise de perfilometria de superfície. Ra, valor médio das irregularidades dentro do comprimento de amostragem (C); Rq, raiz quadrática média de perfil; Ry, distância média entre os picos.

. A precisão do perfilômetro óptico satisfaz os requisitos para a precisão de medição, conforme definido pelo ANSI (American National Standard Institute) para a rugosidade da superfície não ultrapassando 1% de erro.⁽⁸⁰⁾

X. Objetivos

O objectivo principal desta monografia é a avaliação comparativa da rugosidade superficial de duas resinas compostas de uso direto, sujeitas a diferentes métodos de acabamento e polimento.

X.I Objetivos específicos

1. Avaliar quantitativamente a rugosidade superficial do esmalte natural;
2. Avaliar quantitativamente a rugosidade superficial de compósito Sinergy®D6 (Coltène) fotopolimerizado contra uma matriz de poliéster transparente;
3. Avaliar quantitativamente a rugosidade superficial compósito Enamel Plus HRi® (Micerium S.p.A) fotopolimerizado contra uma matriz de poliéster transparente;
4. Avaliar quantitativamente a rugosidade superficial de dente restaurado com Compósito Sinergy®D6 (Coltène) com acabamento com broca diamantada grão super fino;
5. Avaliar quantitativamente a rugosidade superficial de dente restaurado com Compósito Sinergy®D6 (Coltène) com acabamento com broca laminada (carboneto de tungsténio) de 12 lâminas;
6. Avaliar quantitativamente a rugosidade superficial de dente restaurado com compósito Enamel Plus HRi® (Micerium S.p.A) com acabamento com broca diamantada de grão super fino;
7. Avaliar quantitativamente a rugosidade superficial de dente restaurado com compósito Enamel Plus HRi® (Micerium S.p.A) com acabamento com broca laminada (carboneto de tungsténio) de 12 lâminas;
8. Avaliar quantitativamente a rugosidade superficial de dente restaurado com Compósito Sinergy®D6 (Coltène) com acabamento com broca diamantada grão super fino, polido com sistema Enhance® (Dentsply);
9. Avaliar quantitativamente a rugosidade superficial de dente restaurado com Compósito Sinergy®D6 (Coltène) com acabamento com broca diamantada grão super fino, polido com sistema Enamel Plus SHINY® (Micerium S.p.A);
10. Avaliar quantitativamente a rugosidade superficial de dente restaurado com Compósito Sinergy®D6 (Coltène) com acabamento com broca laminada (carboneto de tungsténio) de 12 lâminas, polido com sistema Enhance® (Dentsply);

11. Avaliar quantitativamente a rugosidade superficial de dente restaurado com Compósito Sinergy®D6 (Coltène) com acabamento com broca laminada (carboneto de tungstênio) de 12 lâminas, polido com sistema Enamel Plus SHINY® (Micerium S.p.A);
12. Avaliar quantitativamente a rugosidade superficial de dente restaurado com compósito Enamel Plus HRi® (Micerium S.p.A) com acabamento com broca diamantada de grão super fino, polido com sistema Enhance® (Dentsply);
13. Avaliar quantitativamente a rugosidade superficial de dente restaurado com compósito Enamel Plus HRI® (Micerium S.p.A) com acabamento com broca diamantada de grão super fino, polido com sistema Enamel Plus SHINY® (Micerium S.p.A);
14. Avaliar quantitativamente a rugosidade superficial de dente restaurado com compósito Enamel Plus HRi® (Micerium S.p.A) com acabamento com broca laminada (carboneto de tungstênio) de 12 lâminas, polido com sistema Enhance® (Dentsply);
15. Avaliar quantitativamente a rugosidade superficial de dente restaurado com compósito Enamel Plus HRi® (Micerium S.p.A) com acabamento com broca laminada (carboneto de tungstênio) de 12 lâminas, polido com sistema Enamel Plus SHINY® (Micerium S.p.A);
16. Avaliar quantitativamente a interface entre esmalte e resinas após acabamento com uma broca diamantada de grão super fino;
17. Avaliar quantitativamente a interface entre esmalte e resinas após acabamento com broca laminada (carboneto de tungstênio) de 12 lâminas;
18. Avaliar quantitativamente a interface de amostras após acabamento com polimento Enamel Plus SHINY® (Micerium S.p.A);
19. Avaliar quantitativamente a interface de amostras após acabamento com polimento com sistema Enhance® (Dentsply).

XI. Materiais e Métodos

Para este estudo, foram seleccionados 32 dentes diversificados (anteriores e posteriores), obtidos durante a Área Disciplinar de Cirurgia Oral da Clínica Universitária por apresentarem indicação ou motivo de extração.

Os dentes foram acondicionados e armazenados em solução isotónica salina (soro fisiológico – NaCl 0.9%).

Todos os procedimentos realizados foram executados pelo mesmo operador.

XI.I. Montagem das amostras em resina acrílica transparente

Todos os dentes foram incluídos em resina acrílica transparente de metilmetacrilato (Orthoresin®, Dentsply), usando uma matriz cilíndrica ficando toda a raiz até a junção amelocementária submersa (Figura 6). A resina foi elaborada com uma altura máxima até 4mm, para possibilitar que a lente do perfilómetro pudesse percorrer a superfície em estudo e assim permitir a obtenção das análises.



Figura 6. Amostra incluída em resina acrílica de polimetacrilato.

XI.II. Divisão das amostras

Neste estudo e para facilitar a organização e tratamento das amostras (uma de acabamento – tabela 1, e outra de polimento- tabela 2), preconizou-se a seguinte divisão por grupos (Figura 7):

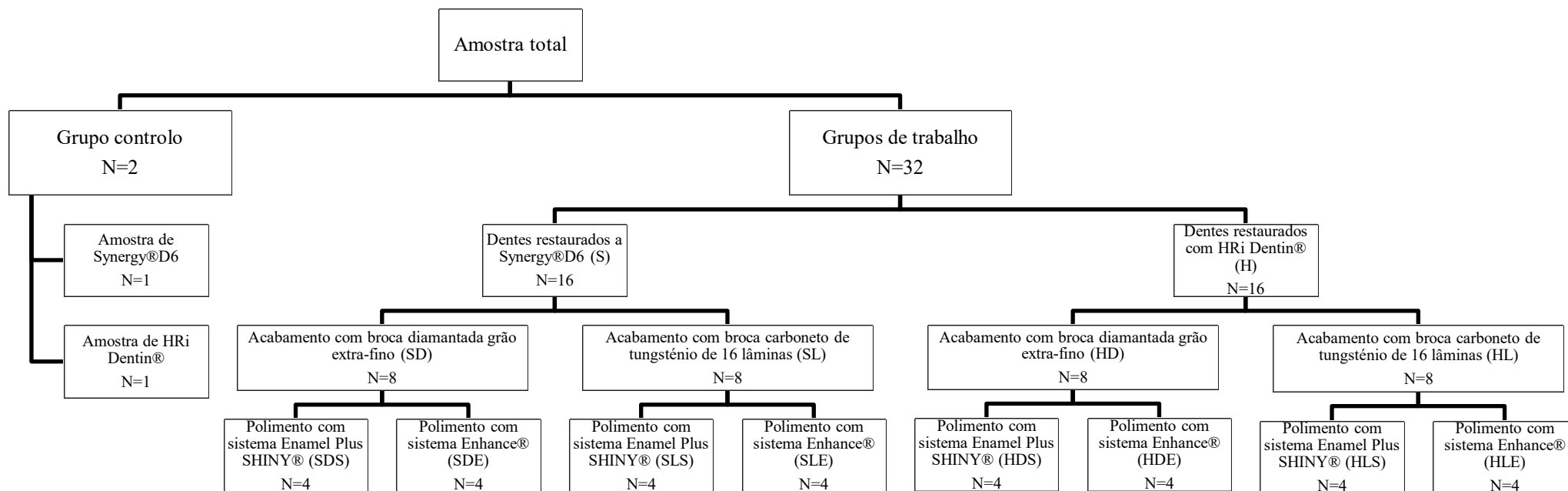


Figura 7. Divisão das amostras.

Após a etapa designada como **acabamento** (tabela 2), os corpos de prova foram submetidos a análise para avaliação da rugosidade superficial, em perfilometria óptica 3D (Sensofar Tech S.L, Sensofar S-neox). Após esta fase, avançou-se para a etapa de **polimento**, os quais foram analisados exatamente pelos mesmos métodos.

Tabela 1: Amostras sujeitas ao procedimento de “acabamento”.

	Compósito Synergy®D6 (S)	Compósito HRi Dentin® (H)	Total
Controlo (Sem acabamento) (A)	1 disco (SA)	1 disco (HA)	2 discos
Acabamento com broca diamantada grão super-fino (D)	SD SC14; SC15; SC22; SC24; SC35; SC42; SC44; SC45 (8 dentes)	HD Hri29; Hri30; Hri31; Hri32; Hri33; Hri34; Hri38; Hri39 (8 dentes)	16 dentes
Acabamento com broca laminada (carboneto de tungsténio) 12 laminas (L)	SL SC1; SC2; SC3; SC4; SC8; SC9; SC10; SC12 (8 dentes)	HL Hri6; Hri7; Hri13; Hri18; Hri19; Hri21; Hri23; Hri27; (8 dentes)	16 dentes
Total	16 dentes + 1 disco	16 dentes + 1 disco	32 dentes + 1 disco

As hipóteses nulas para a 1ª fase podem ser descritas como:

1- Não existem diferenças significativas entre o acabamento efectuado com brocas diamantadas (grão super-fino) versus brocas laminadas (12 lâminas).

2- Não existem diferenças significativas entre o acabamento do compósito Synergy®D6 (Coltène) versus compósito HRi Dentin® (Micerium S.p.A).

3- Sem diferenças significativas na interface após o acabamento de superfícies em compósito Synergy®D6 (Coltène) e compósito HRi Dentin® (Micerium S.p.A) e esmalte.

Tabela 2: Amostras sujeitas ao procedimento de “polimento”

	Synergy®D6 + acabamento com broca diamantada grão super-fino (SD)	Synergy®D6 + acabamento com broca de carboneto de tungsténio de 12 lâminas (SL)	Enamel Plus HRi® + acabamento com broca diamantada grão super-fino (HD)	Enamel Plus HRi® + acabamento com broca de carboneto de tungsténio de 12 lâminas (HL)	Total
Polimento com Enhance® (E)	SDE SC35; SC42; SC44; SC45 (4 dentes)	SLE SC8; SC9; SC10; SC12 (4 dentes)	HDE Hri33; Hri34; Hri38; Hri39 (4 dentes)	HLE Hri19; Hri21; Hri23; Hri27 (4 dentes)	16 dentes
Polimento Enamel Plus SHINY® (S)	SDS SC14; SC15; SC22; SC24 (4 dentes)	SLS SC1; SC2; SC3; SC4 (4 dentes)	HDS Hri29; Hri30; Hri31; Hri32 (4 dentes)	HLS Hri6; Hri7; Hri13; Hri18 (4 dentes)	16 dentes
Total	8 dentes	8 dentes	8 dentes	8 dentes	32 dentes

As hipóteses nulas para a 2ª fase podem ser descritas como:

- 1- Não existem diferenças significativas entre o acabamento + polimento efectuado por sistema Enhance® (Dentsply) versus sistema de polimento Enamel Plus SHINY® (Micerium S.p.A), em superfícies de esmalte;
- 2- Não existem diferenças significativas entre o acabamento + polimento efectuado por sistema Enhance® (Dentsply) versus sistema de polimento Enamel Plus SHINY® (Micerium S.p.A), em superfícies de compósito;
- 3- Sem diferenças significativas na interface compósito-esmalte após o acabamento + polimento de superfícies com o sistema Enhance® (Dentsply) versus o sistema Enamel Plus SHINY® (Micerium S.p.A).

XI.III. Realização das cavidades

Foram realizadas cavidades do tipo classe V em cada espécie, com uma broca esférica diamantada de dimensões Ø1,2mm de diâmetro (Komet®), numa turbina (NSK S-Max M600, Nakanishi International, Inc.) de alta rotação, com irrigação. As dimensões padrão para a realização das cavidades foram: largura: 5-6mm, profundidade: 1,6-2mm e altura: 1,6mm nos bordos e 3mm no centro. A margem inferior da cavidade distancia-se da junção amelocementária cerca de 1,5-2mm.



Figura 8. Cavidade preparada segundo as medidas pré-definidas.

XI.IV. Restauração das cavidades

Uma vez preparada a cavidade, procedeu-se à execução da restauração, seguindo o seguinte protocolo adesivo usado na Clínica Universitária da UCP:

1. Condicionamento ácido com gel de ácido ortofosfórico a 37% (Superetch, SDI®) durante 15s no esmalte e 20s na dentina. Removeu-se o ácido e lavou-se a cavidade, com secagem ligeira.



Figura 9. Cavidade durante condicionamento ácido.

2. Aplicação do sistema adesivo monocomponente de 5º geração Excite® F (Ivoclar, Vivadent), com um pincel aplicador em toda a superfície cavitária, de acordo com as instruções do fabricante.

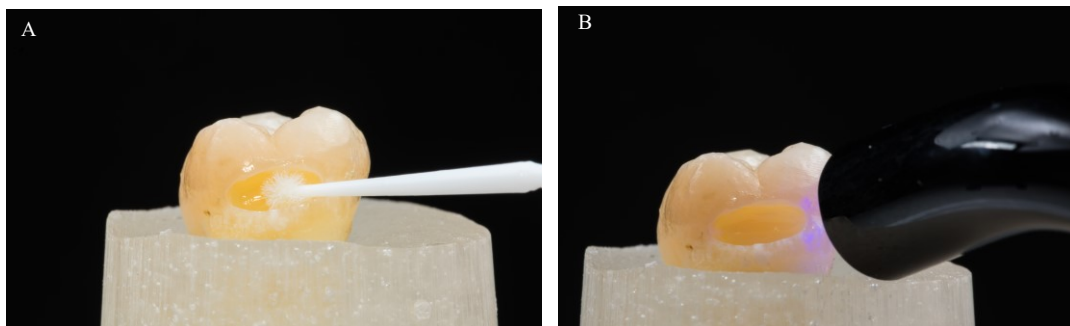


Figura 10. Aplicação de sistema adesivo (A) e fotopolimerização (B).

3. Fotopolimerização com luz LED durante 20s.

Aqui, conforme ilustrado na tabela 1, dois grupos de amostras foram selecionados aleatoriamente (16 dentes em cada grupo), em que um grupo foi restaurado com compósito nano-particulado HRi Dentin® (Micerium S.p.A.) e o outro grupo com compósito nano-híbrido Synergy®D6 (Coltène). Simultaneamente, duas amostras controle foram preparadas: disco com dimensões de 3x3x2mm, segundo uma matriz de poliéster previamente preparada, um realizado com compósito HRi Dentin® (Micerium S.p.A.) e outro com compósito Synergy®D6 (Coltène). As suas características estão descritas na tabela 3.

Tabela 3: Características e propriedades dos compósitos em estudo.

Compósito	Tipo	Matriz Orgânica	Matriz Inorgânica	Tamanho das partículas	% carga por peso	% carga por volume	Outros
HRi Dentin®	Nano particulado	Bis-GMA; UDMA; Decanodiol dimetacrilato	Dióxido de silicato, trifluoreto de Hérbio Copolimero	0,04-0,2µm	80%	63%	Resistência à compressão: 460 MPa; Dureza de Vickers: 760 MPa; Resistência à flexão 170 MPa; Módulo de elasticidade: 11.500 MPa
Synergy®D6	Nano híbrido	Bis-GMA; UDMA; TEGDMA	Vidro de Bário, silanizado Ácido Silícico amorfo	0,02–2,5 µm	80%	65%	Resistência à compressão: 392 MPa; Dureza Vickers: 730 MPa; Resistência à flexão: 127 MPa; Módulo de flexão 9000: MPa;

XI.V. Acabamento das amostras

Uma vez restaurados os dentes, as amostras foram divididas, para receberem um sistema de acabamento distinto (tabela 4). Portanto, das amostras restauradas com compósito Synergy®D6 (Coltène), metade sofreu acabamento com broca diamantada de grão super-fino (amarelo) e a outra metade com broca de carboneto de tungstênio de 12 lâminas. O mesmo procedimento foi aplicado aos corpos de prova restaurados com

compósito HRi Dentin® (Micerium S.p.A.). A broca multi-laminada de tungstênio é constituída por partículas de tungstênio e liga de cobalto (metal duro), porém convencionou-se chamar-se apenas carboneto de tungstênio. O sistema de acabamento difere na abrasividade, sendo que a broca tronco-cônica diamantada (grão extra-fino) possui maior poder de corte que a de carboneto de tungstênio laminada. Ambas as brocas foram usadas em turbina de alta rotação, com irrigação. Uma vez executado o acabamento, as amostras foram analisadas em perfilômetro óptico 3D (Sensofar Tech S.L, Sensofar S-neox), localizado no Centro de Investigação em Materiais Compósitos e Cerâmicos, da Universidade de Aveiro. Para o tratamento dos dados foi utilizado o software SensoScan 5.3 (Sensofar Tech S.L).

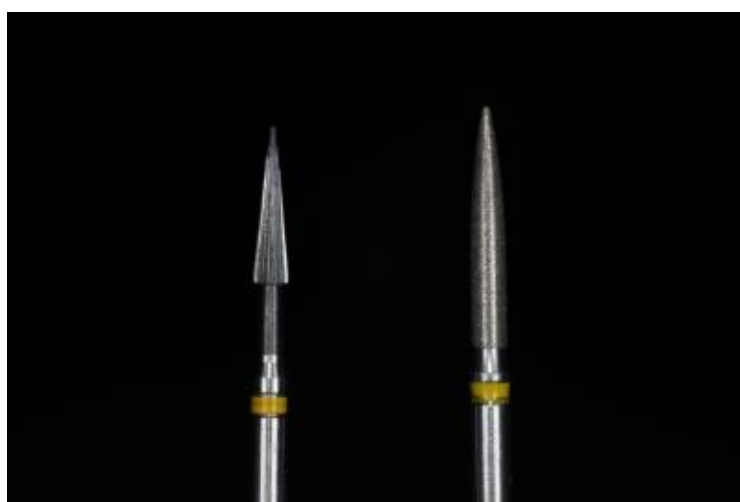


Figura 11. Brocas de acabamento: à esquerda, broca de tungstênio (12 lâminas), à direita broca diamantada de grão super fino.

Tabela 4: Sistemas de Acabamento.

Sistema de Acabamento	Composição
Broca diamantada	Grão super-fino (20-30 μ m) amarelo
Broca laminada de carboneto de tungstênio	12 lâminas

XI.VI. Polimento das amostras

Após análise da superfície das amostras sujeitas ao procedimento “acabamento” estas foram divididas aleatoriamente (tabela 2) e, polidas superficialmente com os sistemas Enamel Plus SHINY® (Micerium S.p.A) e com o sistema Enhance® (Dentsply). Em ambos os procedimentos de polimento foram seguidas as instruções recomendadas pelos fabricantes.

Tabela 5: Sistemas de Polimento.

Sistema de Polimento	Composição
Enamel Plus SHINY®	Pasta de diamante SHINY A (3 µm) + escova SHINY S Pasta de diamante SHINY B (1 µm) + escova SHINY S Pasta de óxido de alumínio SHINY C + escova SHINY F
Sistema Enhance®	Disco impregnado em óxido de alumínio Taça de polimento + pasta Prisma Gloss® Taça de polimento + pasta Prisma Gloss® extra-fina

O sistema Enamel Plus SHINY® (Micerium S.p.A) foi aplicado às amostras SDS, SLS, HDS e HDE, de acordo com a seguinte sequência:

- Polimento inicial utilizando a pasta de diamante SHINY A (3µm) com uma escova rotatória (SHINY S) a baixa velocidade, sem água;
- Polimento seguinte utilizando a pasta de diamante SHINY B (1µm) com uma escova rotatória (SHINY S) a baixa velocidade, sem água;
- Polimento final utilizando a pasta de óxido de alumínio SHINY C com uma escova de feltro (SHINY F);

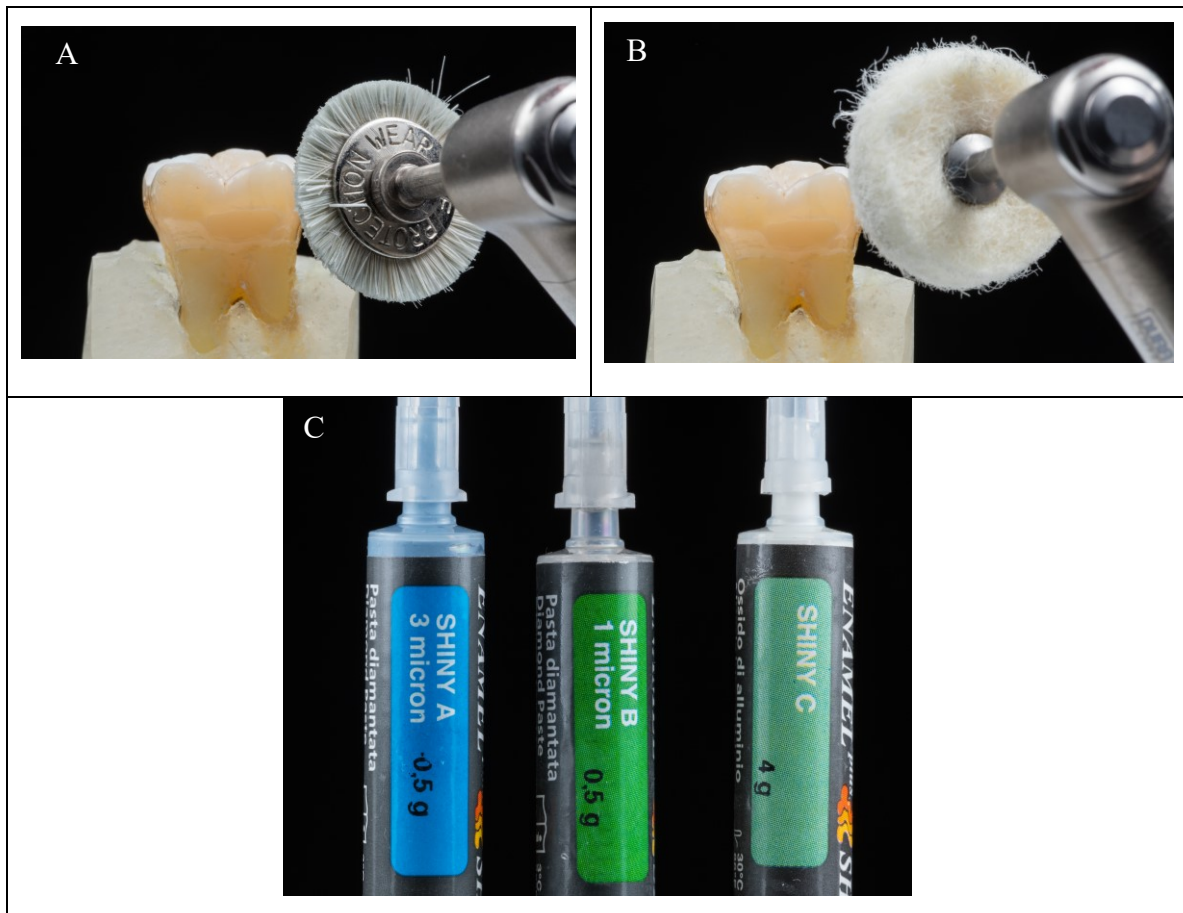


Figura 12. KIT SHINY. A. Escova SHINY S; B. Escova SHINY F; C. Pastas de polimento.

Por sua vez, o protocolo do sistema Enhance® (Dentsply) foi aplicado aos grupos: SDE, SLE, HDE e HLE. A sequência de utilização é a seguinte:

1. Adaptação do mandril com as pontas de acabamento impregnada em óxido de alumínio a um contra ângulo de baixa velocidade (5000-10000rpm) e executar o polimento da restauração, sendo que a abrasividade das pontas depende da pressão exercida pelo operador.

2. Usar as taças de polimento Enhance®, juntamente com a pasta de polimento Prisma Gloss®

3. Usar a taça de polimento Enhance®, juntamente com a pasta de polimento Prisma Gloss® extra fino.

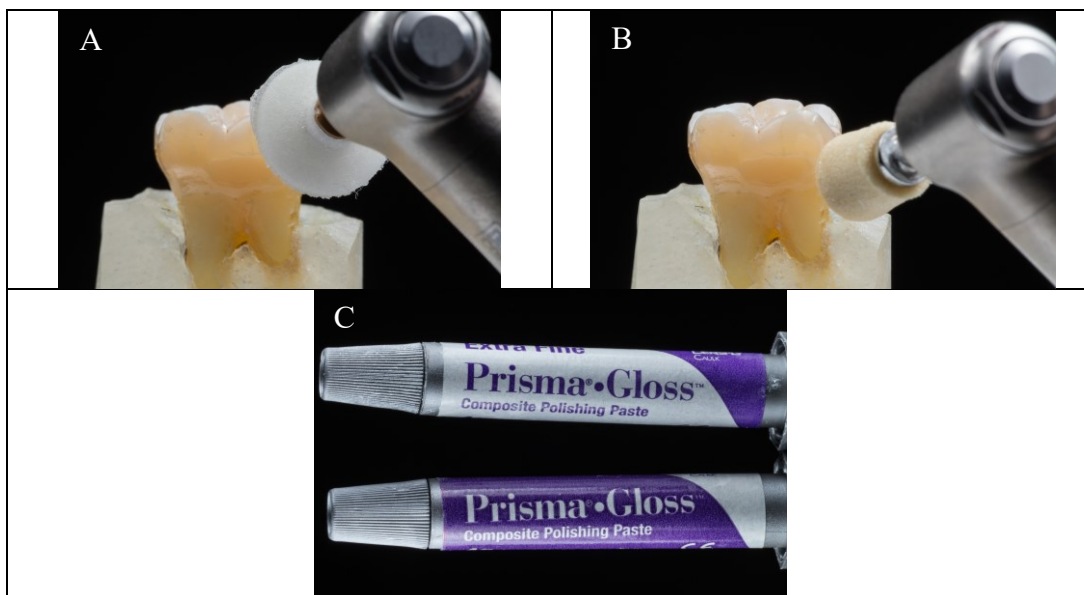


Figura 13. Sistema de polimento Enhance. A. Ponta de acabamento revestida com óxido de alumínio; B. Taça de polimento; C. Pastas de polimento.

XI.VII. Análise das amostras

Após o estudo das amostras em perfilometria ótica 3D, com ajuda do Departamento de Engenharia de Materiais e Cerâmicas (DEMaC) e CICECO da Universidade de Aveiro, foram recolhidas imagens da superfície para determinação de valores de rugosidade, através do software SensoScan 5.3 (Sensofar Tech S.L). De cada provete, foram recolhidas três imagens da topografia: uma da interface esmalte-restauração, outra apenas de restauração e, por fim, apenas de esmalte, no final do acabamento e, de igual forma, no final do polimento. As imagens da interface foram lidas com uma objectiva de ampliação 20x, com 1360x1024 pontos topográficos de reconstrução. As imagens da restauração e esmalte foram obtidas através de uma ampliação de 50x, com 1360x1024 pontos topográficos de reconstrução.



Figura 14. Exemplo de sequência de obtenção de imagens para qualquer amostras. A. Interface entre esmalte e HRI Dentin® (20x, Confocal 130 μ m, 876,55x659,83 μ m²); B. HL. (50x, Confocal 50 μ m, 350,65x263,93 μ m²); C. Esmalte sujeito a uma broca laminada (50x, Confocal 25,2 μ m, 350,62x263,93 μ m²).

Uma vez que as amostras apresentavam geometria e configuração não simétrica nem plana, foi necessário a aplicação de filtros para uniformização de resultados. Neste estudo foram aplicados três filtros separadamente para obtenção de medições corretas para estudo da topografia superficial. O software SensoScan 3.5 permite a planificação de amostras com conformações curvas ou não planas, através de filtros lineares.

Após obtenção de imagens, o seguinte processo foi aplicado a todas as amostras:

A. Aplicação do filtro “rugosidade”

Para aplanar a imagem, colocou-se um filtro plano para eliminação de outros componentes da superfície, no painel referente a “Term” e obteve-se uma diminuição dos valores de rugosidade Ra (em área, μm^2).

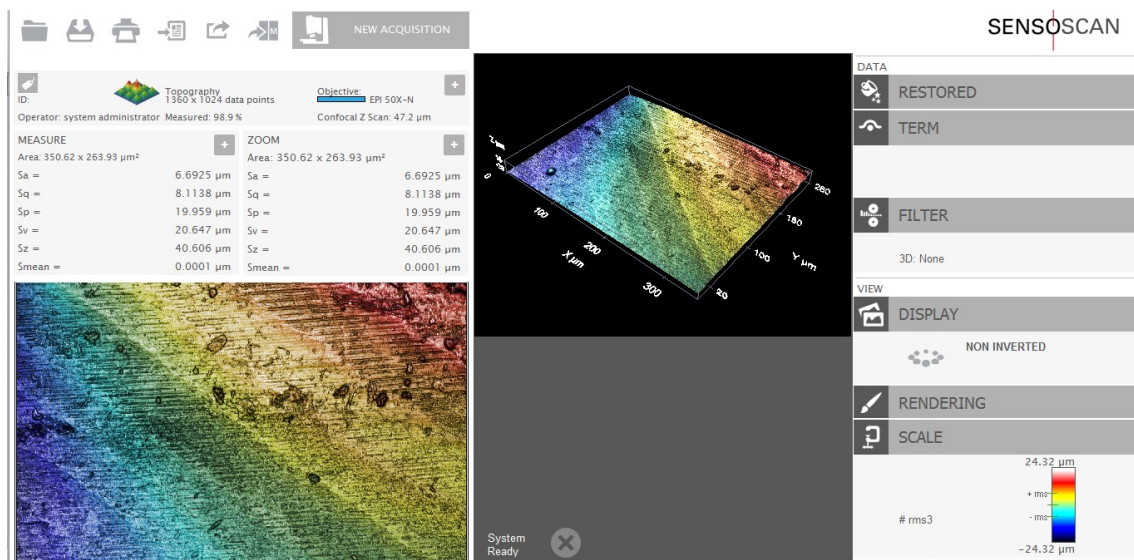


Figura 15. Imagem de SensoScan 3.5 de esmalte sujeito a uma broca diamantada de acabamento sem qualquer filtro.

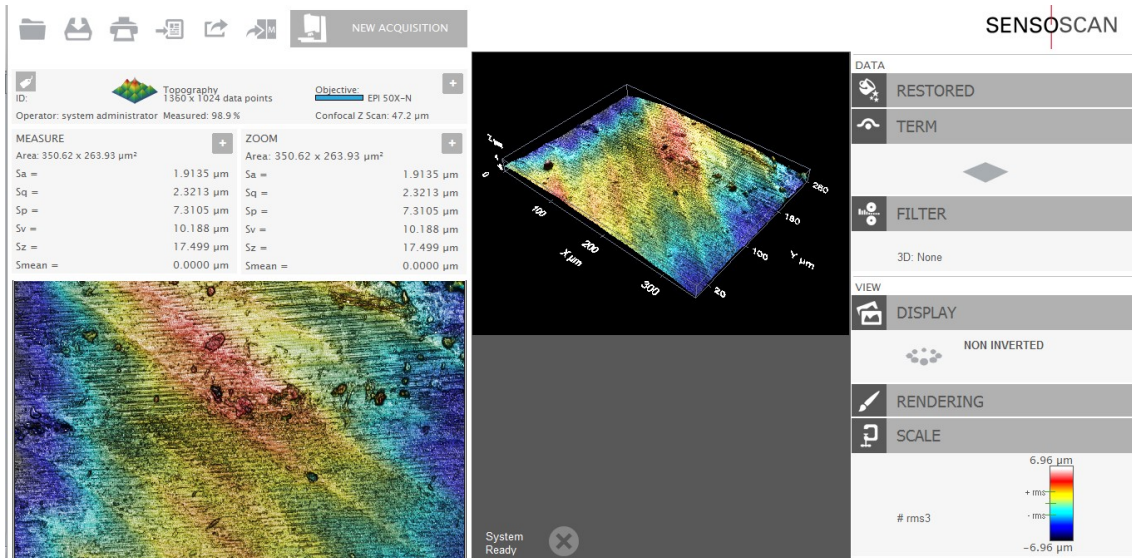


Figura 16: Imagem de SensoScan 3.5 de esmalte sujeito a broca diamantada após a colocação de um filtro plano.

Posteriormente, aplicou-se uma linha de perfil que atravessa toda a superfície, tendo-se retirado cinco valores de “rugosidade” de perfil (em μm) para obtenção de um valor médio (Figura 17).

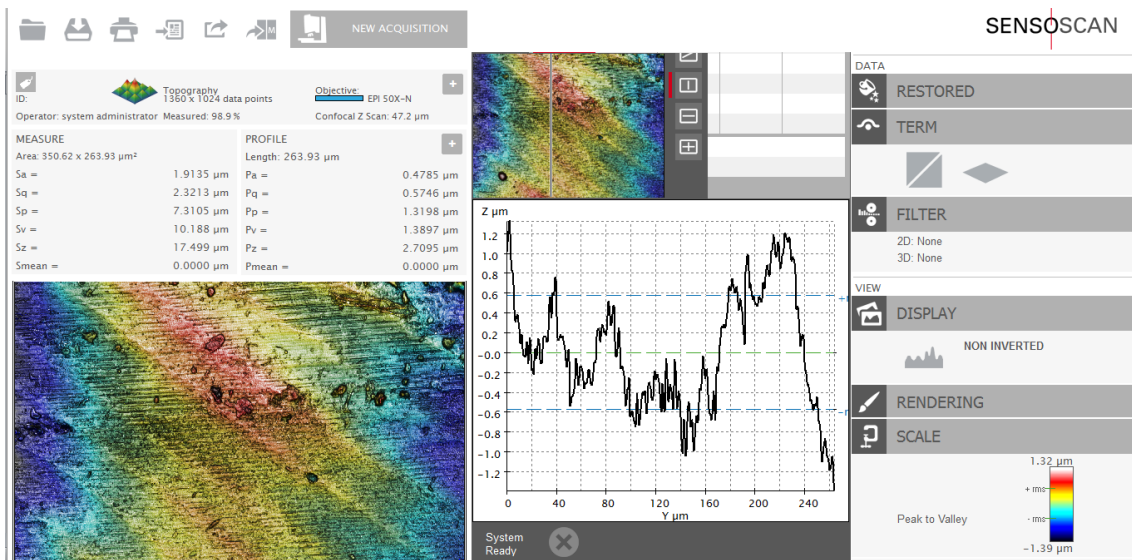


Figura 17: Aplicação de filtro plano e obtenção de cinco valores de Ra de perfil.

B. Aplicação do filtro “ondulação”

A aplicação de um filtro de transformada de Fourier permite a selecção de componentes de determinada frequência de um sinal, em que se limitam os valores que se encontram nessa determinada frequência. Assim, no painel “Filter”, aplicou-se um

filtro FFT de baixo alcance (1%) para obter valores na gama de frequência de 1,0/, convencionando-se como “ondulação” da superfície. Retiraram-se cinco valores de perfil de ondulação (Ra, em μm) para obtenção de um valor médio para cada amostra (Figura 18).

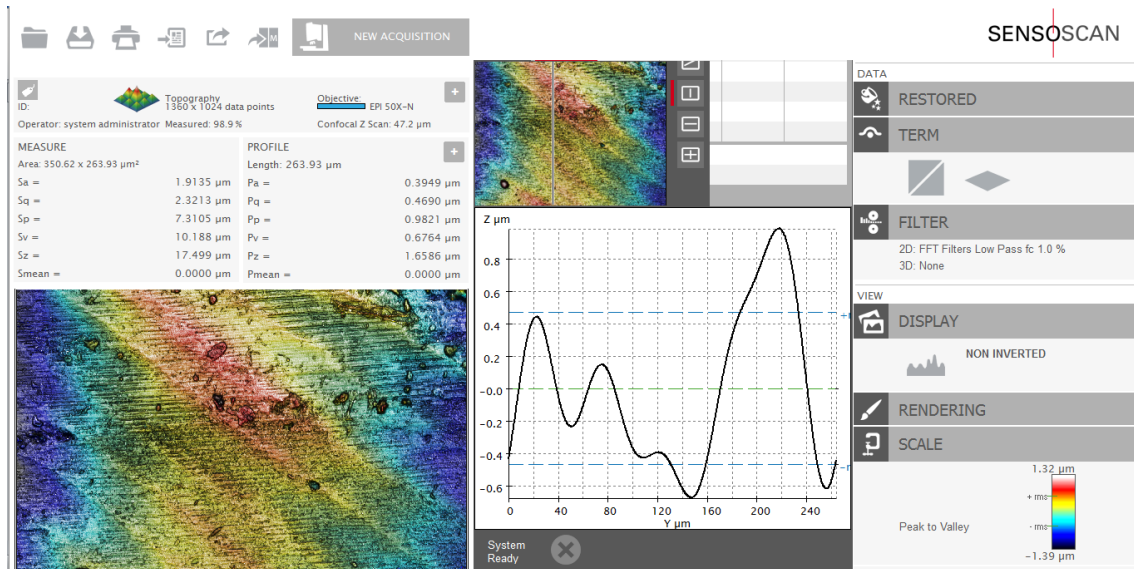


Figura 18: Aplicação de filtro "FFT Low Pass 1,0%"

C. Aplicação do filtro “acabamento” de superfície

O último filtro aplicado corresponde a um filtro de transformada de Fourier de passada alta de frequência 1,0%, para verificar as discrepâncias nanométricas de superfície existentes, após a remoção do filtro anterior (Figura 19).

Convencionou-se designar a este filtro acabamento de superfície, uma vez que os filtros de passada alta correspondem a componentes de frequências opostas que estão abaixo da frequência de corte (1%) .Da mesma forma, foram retirados cinco valores de perfil (Ra, em μm) para determinação de um valor médio da amostra.

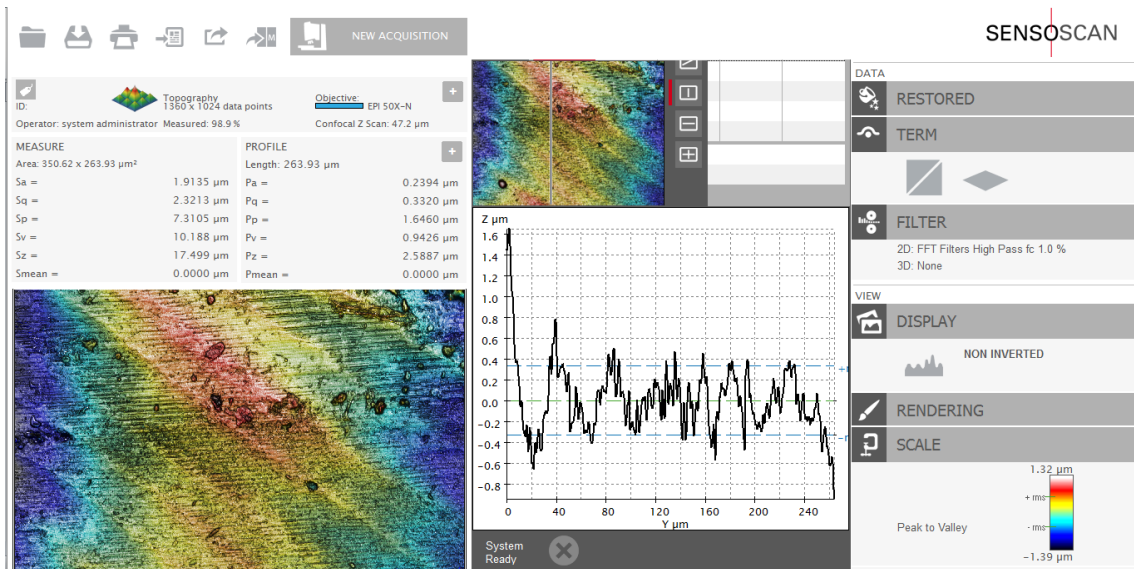


Figura 19. Aplicação de filtro "FFT High Pass 1,0%".

XI.VIII. Análise estatística

Para analisar os dados foi usado o programa informático IBM SPSS Statistics v.23.

Como referido anteriormente, após a fase de acabamento, para cada corpo de prova foi retirada uma imagem da interface entre esmalte e resina composta, uma imagem apenas de compósito e uma imagem apenas de esmalte, para verificar rugosidade no software SensoScan 5.3 (Sensofar Tech S.L.) e repetiu-se o processo após o polimento. Uma vez obtidas as imagens foram retirados cinco valores para cada filtro aplicado, de forma a obter um valor médio (R_a , em μm) de rugosidade, ondulação e acabamento de superfície, respectivamente, para cada amostra.

Após a obtenção de valores médios (R_a , em μm), após o acabamento e polimento, testou-se a normalidade da distribuição das amostras ($p < 0,005$), através do teste de Shapiro-Wilk ($n < 50$). Nos casos em que a população apresentou uma distribuição normal seguiu-se uma análise paramétrica. Nos casos em que a amostra não apresentou uma normalidade de distribuição executaram-se testes não paramétricos.

De forma a identificar diferenças estatisticamente significativas entre os grupos experimentais com duas variáveis de teste foi utilizado o teste estatístico paramétrico ANOVA (quando as amostras apresentavam distribuição normal) e, o teste não paramétrico Kruskal-Wallis (para grupos em que se rejeitou a normalidade da distribuição).

Adicionalmente foram realizados testes para identificar a influência do cruzamento de duas variáveis independentes (duas brocas de acabamento, dois compósitos e dois sistemas de polimento) na rugosidade superficial dos corpos de prova. De igual forma, nos grupos em que se verificou uma normalidade da distribuição realizou-se uma análise estatística paramétrica com o *T-test* ($p < 0.05$) e, nos casos em que a distribuição não cumpriu a normalidade, realizou-se uma análise não paramétrica através do teste de Mann-Whitney ($p < 0.05$).

XII. Resultados

XII.I. Análise quantitativa

Através dos valores médios de rugosidade (R_a , em μm), da superfície de esmalte e das resinas compostas, obteve-se uma análise quantitativa da rugosidade, após o processo de acabamento e polimento, respectivamente.

A. Acabamento

I. Esmalte

Foi comparada a rugosidade superficial do esmalte dentário após sofrer processo de acabamento com broca diamantada e laminada, segundo a aplicação de cada filtro, isto é, a “rugosidade” da amostra, a “ondulação” e, por fim, o “acabamento” superficial. Os resultados obtidos encontram-se descritos em baixo.

1. Rugosidade do esmalte entre brocas

Através da comparação da rugosidade superficial média de esmalte usando a broca diamantada para um grupo e laminada para o outro é possível determinar diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos ($p < 0,05$). O esmalte sujeito a desgaste com a broca laminada de tungsténio (12 lâminas) apresenta uma rugosidade (R_a) média de $0,574 \pm 0,17 \mu\text{m}$, enquanto os valores médios de rugosidade (R_a) de perfil sujeitos à broca diamantada se situam entre $0,807 \pm 0,12 \mu\text{m}$. Portanto, a “rugosidade” média de esmalte com broca multilaminada é infeior.

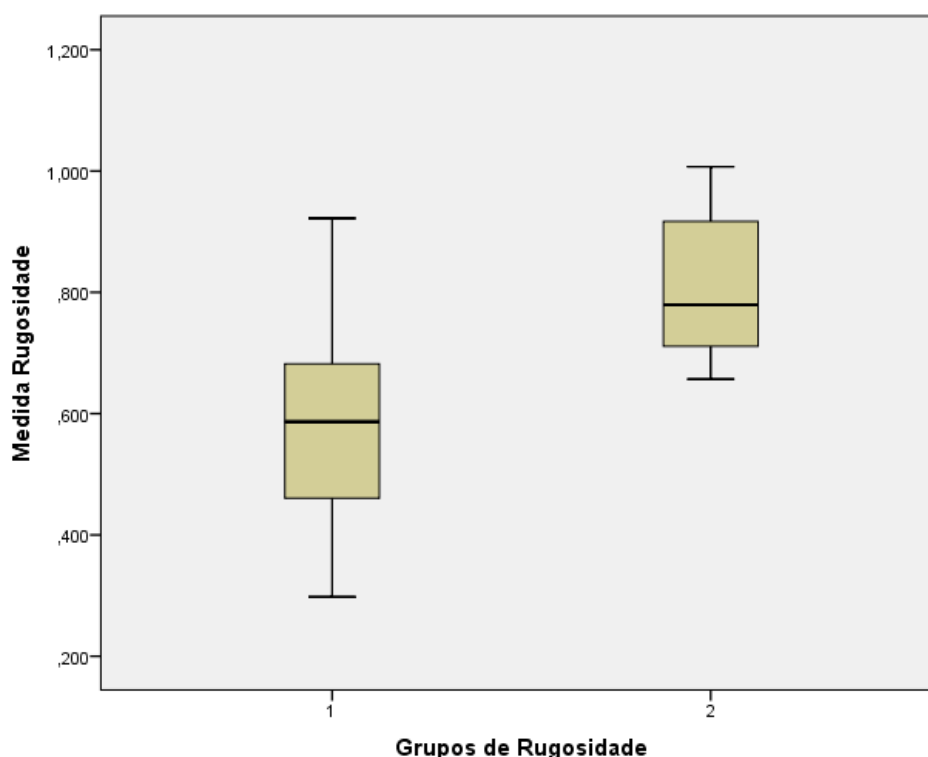


Figura 20. Comparação da rugosidade superficial média (Ra) de esmalte sujeito ao processo de acabamento. À esquerda, representa o grupo sujeito à broca laminada; à direita, o grupo de amostras de esmalte sujeitas à broca diamantada.

2. Ondulação do esmalte entre brocas

Foi comparada a “ondulação” média do esmalte estudando o efeito das duas brocas (laminada de tungstênio e diamantada) durante o processo de acabamento. Estatisticamente, a ondulação média (Ra) do esmalte sujeito à laminada apresenta um valor médio de $0,286 \pm 0,07 \mu\text{m}$, enquanto, o grupo sujeito a uma broca diamantada apresenta um valor de ondulação médio (Ra) de $0,740 \pm 0,15 \mu\text{m}$, apresentando diferença estatística significativa ($p < 0,05$).

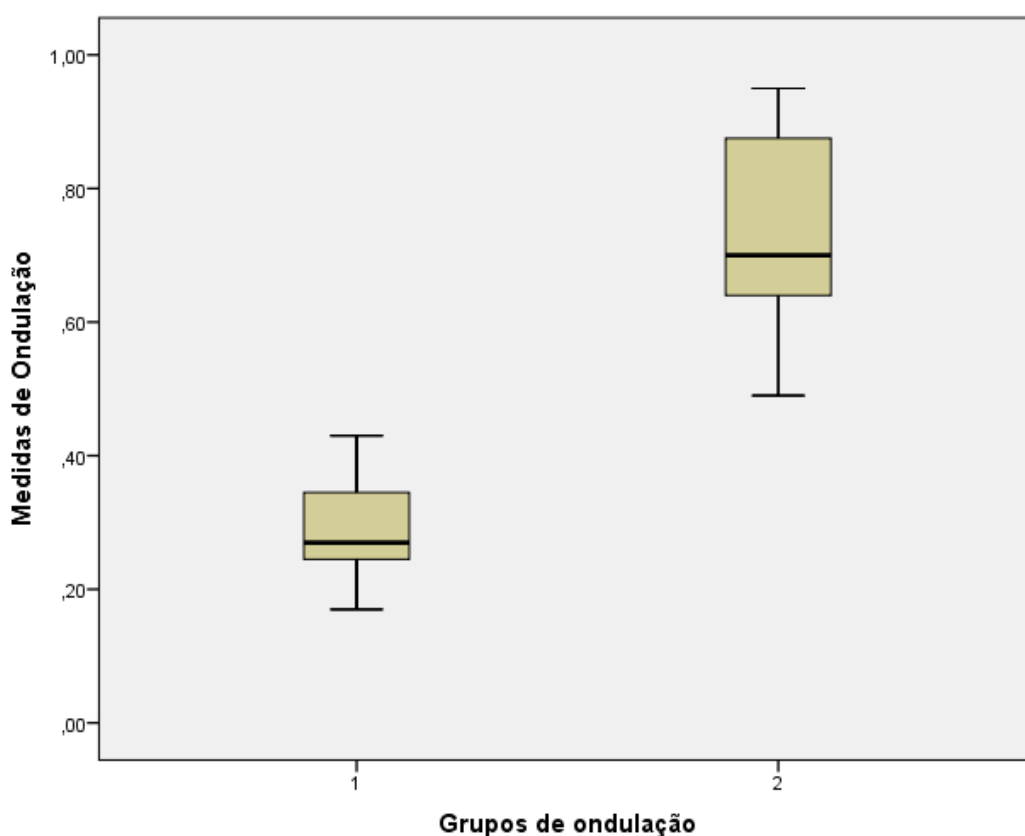


Figura 21. Comparação da ondulação superficial média (Ra) do esmalte sujeito ao processo de acabamento. À esquerda, o grupo sujeito a broca laminada; à direita, o grupo sujeito a broca diamantada.

3. Acabamento de superfície do esmalte entre brocas

Através da análise não-paramétrica de Mann-Whitney, obteve-se um $p=0,003$ ($p < 0,05$), para comparar o “acabamento” superficial (Ra) de esmalte sujeito a broca laminada e diamantada. O grupo que sofreu acabamento com uma broca laminada apresentou um acabamento de superfície médio (Ra) de $0,189 \pm 0,07 \mu\text{m}$, enquanto o grupo sujeito ao acabamento com uma broca diamantada apresentou valores médios de

acabamento de superfície (Ra) de $0,280 \pm 0,09 \mu\text{m}$. Assim, existem diferenças estatisticamente significativas no acabamento de esmalte usando duas brocas distintas, sendo que a broca laminada deixa uma superfície mais regular quando comparada a uma broca diamantada.

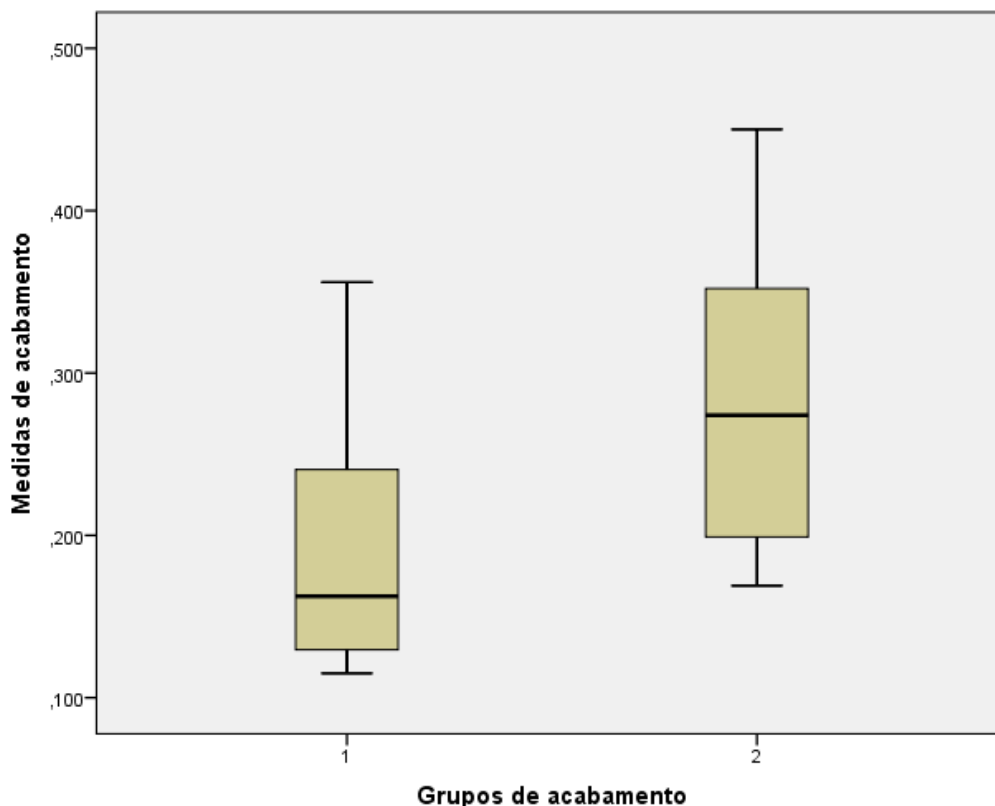


Figura 22. Comparação do acabamento superficial médio (Ra) do esmalte sujeito ao processo de acabamento. À esquerda, o grupo sujeito à broca laminada; à direita, o grupo sujeito à broca diamantada.

4. Visão geral da superfície do esmalte por comparação de brocas de acabamento

Em todos os parâmetros avaliados na análise estatística é possível verificar a diferença significativa entre as brocas usadas no acabamento. A broca de carboneto de tungstênio (12 lâminas) permite a obtenção de uma superfície com rugosidade média inferior (Ra, em μm), quando comparada com uma broca diamantada.

Em complemento a esta informação, é possível verificar na figura 23, a topografia do esmalte sujeito às duas brocas. Estas imagens foram obtidas através do software SensoScan (Sensofar Tech S.L.). As duas imagens superiores (A e B) correspondem a duas amostras de esmalte sujeitas a desgaste pela broca diamantada,

enquanto as duas inferiores (C e D) correspondem a duas amostras de esmalte sujeitas à broca laminada. É possível perceber o padrão criado na superfície pela broca diamantada, presente nas duas imagens superiores, oriundo dos grãos de diamante da broca. Nas duas imagens inferiores, é possível identificar a diferente geometria das amostras: a imagem da esquerda representa uma superfície de esmalte côncava, geralmente associada a uma zona de um dente anterior; por sua vez, a imagem à direita representa uma superfície convexa, correspondendo a uma fossa entre cúspides.

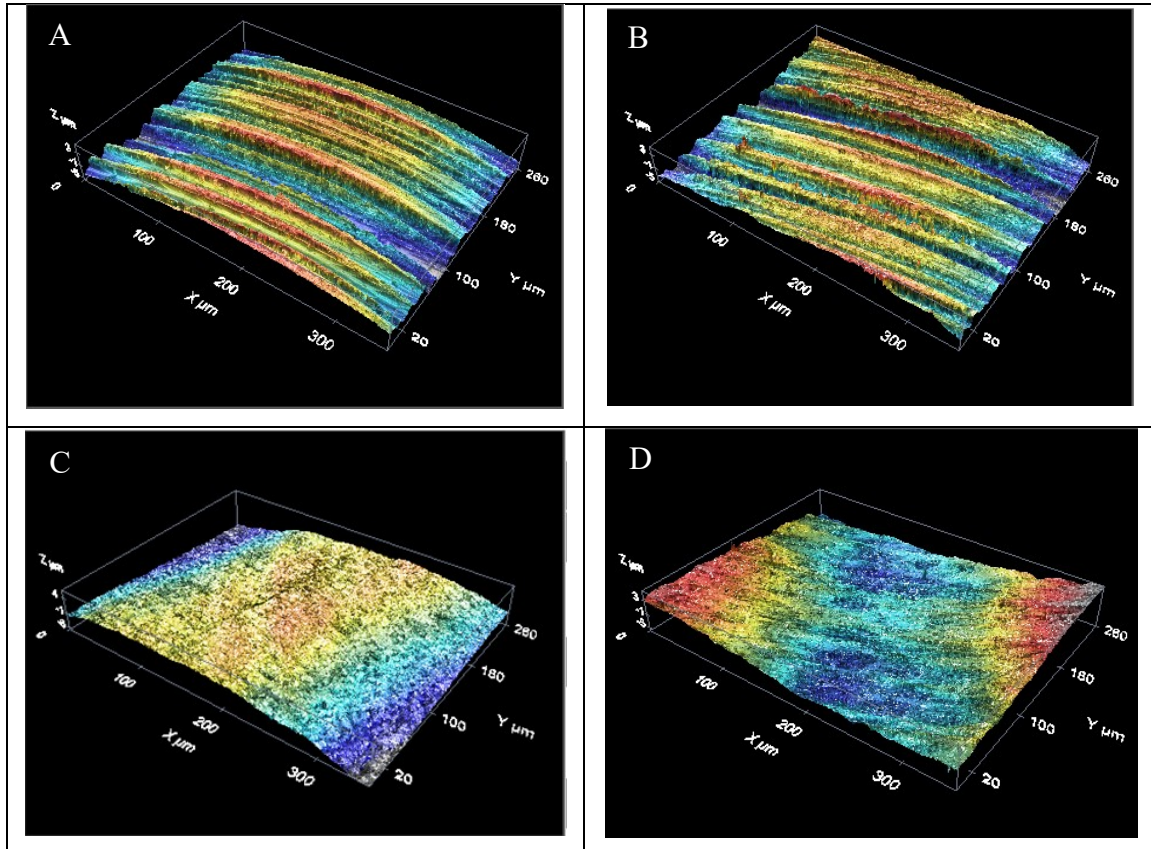


Figura 23. Topografia de esmalte sujeito a processos diferentes de acabamento. Em A e B amostras sujeitas a uma broca diamantada. Em C e D amostras sujeitas a uma broca laminada de tungstênio.

II. Comparação da rugosidade entre as resinas após acabamento

Perante a vasta informação em estudo optou-se pela análise isolada do efeitos das brocas e, separadamente, das variáveis independentes resinas compostas e, no final, a análise do cruzamento das quatro variáveis: brocas (laminada e diamantada) e resinas compostas (nano-híbrida e nanoparticulada).

Esta análise foi realizada na tentativa de perceber se havia diferença estatisticamente significativa no perfil superficial de uma restauração partindo do pressuposto que existiam duas resinas compostas distintas.

1. Rugosidade da restauração entre resinas compostas

Tal como na análise da superfície de esmalte, a investigação foi feita segundo os filtros aplicados no programa SensoScan (Sensofar Tech S.L.), durante os procedimentos de recolha de imagens e de análise de valores médios de “rugosidade” (Ra, em μm). Uma vez que a amostra seguia uma distribuição normal realizou-se a análise paramétrica das variáveis independentes e obteve-se um valor de p de 0,737. Portanto, após a análise de rugosidade entre as duas resinas verificou-se ausência de diferenças significativas. Para efeitos de comparação, o valor médio de rugosidade (Ra) para o compósito HRi (Micerium®) foi de $0,596\pm 0,18\mu\text{m}$ e para o compósito Synergy (Coltène®) foi de $0,572\pm 0,21\mu\text{m}$.

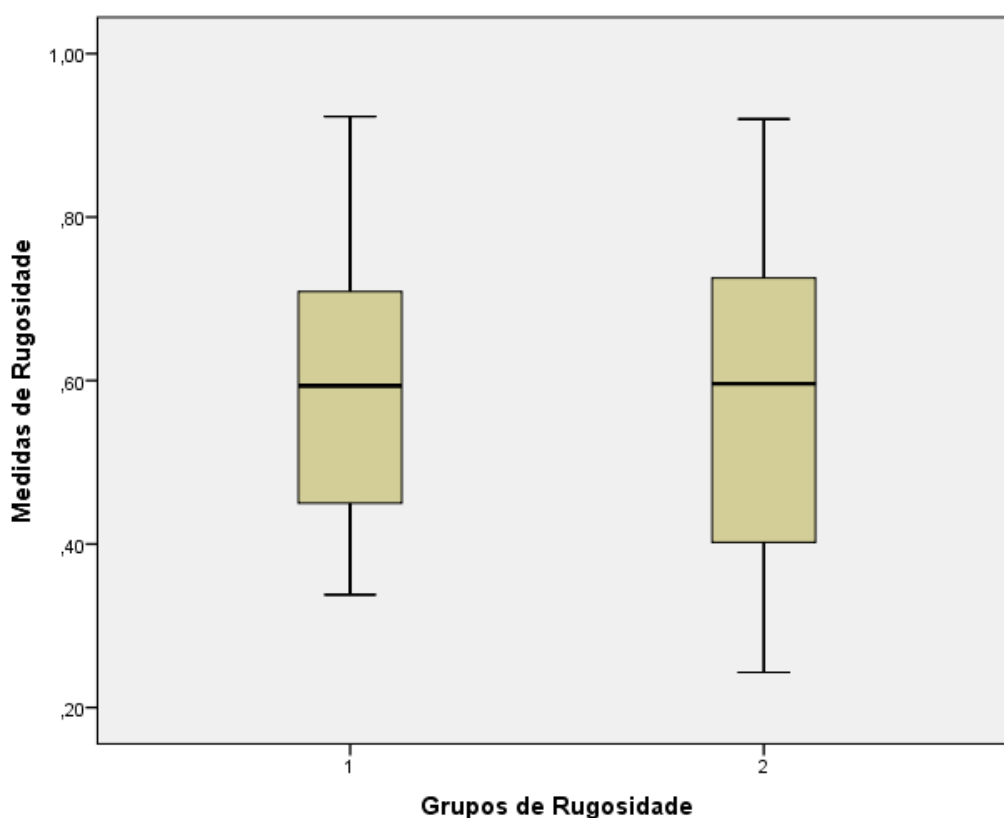


Figura 24. Rugosidade das restaurações para dois grupos de compósitos. À esquerda, HRi (Micerium®), à direita Synergy (Coltène®).

2. Ondulação da restauração entre resinas compostas

Através da análise estatística não-paramétrica ($p < 0,05$), o compósito HRi (Micerium®) apresentou um valor médio de ondulação (Ra) de $0,411\pm 0,20\mu\text{m}$ e o compósito Synergy®D6 (Coltène) (Ra) de $0,474\pm 0,22\mu\text{m}$. Comparadas as médias, entre os dois grupos obteve-se um valor de p de 0,163, por isso, a análise evidencia ausência

de diferenças estatisticamente significativas para a ondulação superficial usando os compósitos HRi (Micerium®) e Synergy®D6 (Coltène).

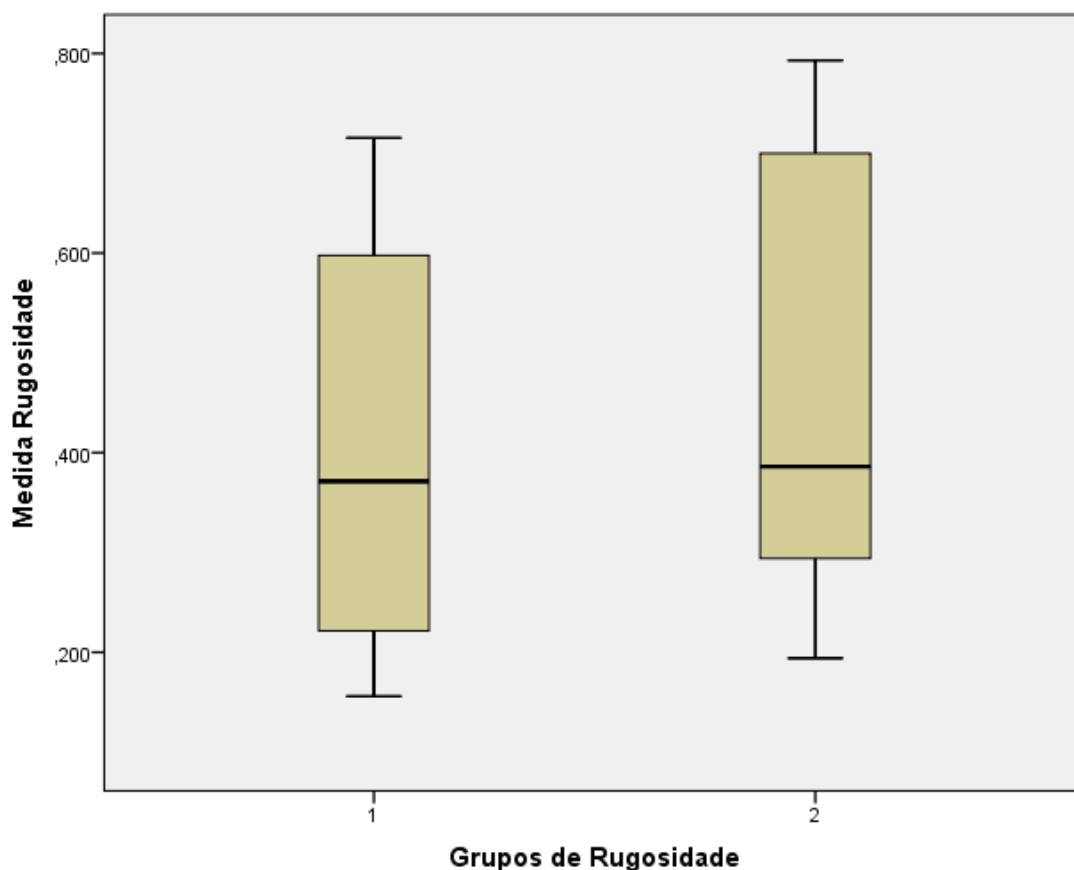


Figura 25. Ondulação das restaurações para dois grupos de compósitos. À esquerda, HRI (Micerium®), à direita Synergy®D6 (Coltène).

3. Acabamento de superfície da restauração entre resinas compostas

Através da análise de Mann-Whitney rejeitou-se a hipótese de não haver diferenças significativas de acabamento de superfície entre os dois compósitos. Por outras palavras, o compósito HRi (Micerium®), apresentou valores médios de acabamento superficial (Ra) de $0,121 \pm 0,07 \mu\text{m}$, enquanto o compósito Synergy®D6 (Coltène) apresentou valores médios de acabamento superficial (Ra) de $0,195 \pm 0,08 \mu\text{m}$. Portanto, o compósito HRi (Micerium®) do ponto de vista de acabamento superficial apresentou rugosidade (Ra, em μm) inferior ao Synergy®D6 (Coltène).

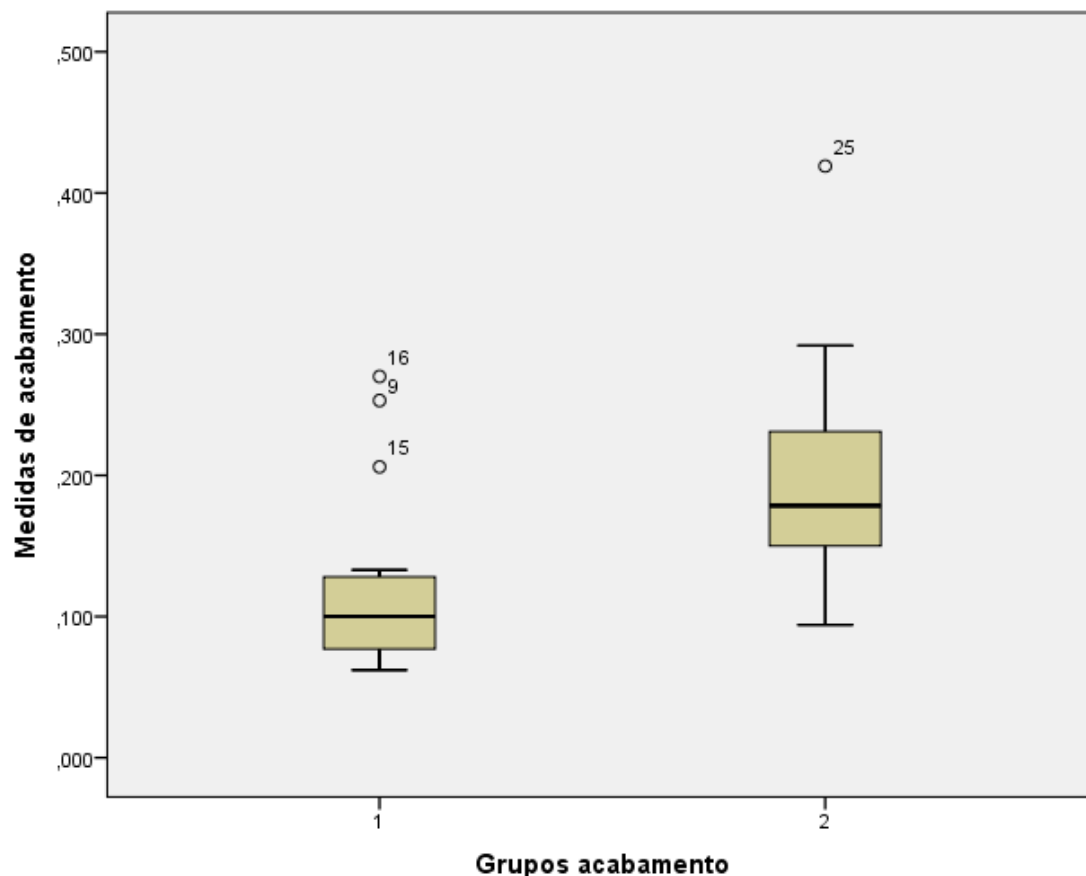


Figura 26. Acabamento de superfície para dois grupos de compósitos. À esquerda: Hri (Micerium®), à direita Synergy®D6 (Coltène).

4. Vista geral da comparação entre Hri e Synergy

Após a comparação dos diferentes filtros aplicados para estudo da superfície é possível concluir que não existem diferenças significativas de rugosidade usando resinas compostas estruturalmente diferentes. Porém, no filtro “acabamento” que avalia a superfície nanoscopicamente, existem diferenças de rugosidade entre ambos, o que pode ser justificado pela discrepância dimensional das partículas inorgânicas que os constituem, isto é, uma vez que Synergy®D6 é um compósito híbrido, as partículas à superfície são maiores e a capacidade de resistência ao desgaste entre ambos difere.

Convém também referir que foi feita uma comparação entre as resinas compostas através da perfilometria óptica, quando sujeitas a fotopolimerização contra uma matriz de poliéster transparente. Segundo a literatura, estas superfícies apresentam o polimento dito de “ideal”, numa avaliação de rugosidade, em que se obtém valores de rugosidade superficiais mínimos. Os valores médios e as respectivas imagens dos grupo controlo encontram-se na tabela 6 e nas Figuras 27 e 28:

Tabela 6. Valores médios de rugosidade dos grupos controlo.

	Rugosidade	Ondulação	Acabamento
HRi	0,032±0,01µm	0,027±0,01µm	0,027±0,01µm
Synergy	0,207±0,17 µm	0,087±0,07µm	0,127±0,08µm

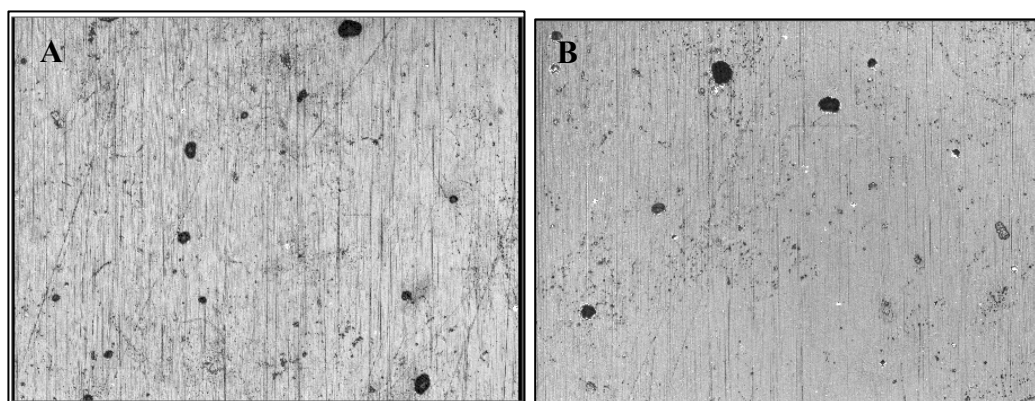


Figura 27. Controlo compósito HRi, fotopolimerizado contra uma matriz de acetato. A. Ampliação de 20x. B. Ampliação de 50x.

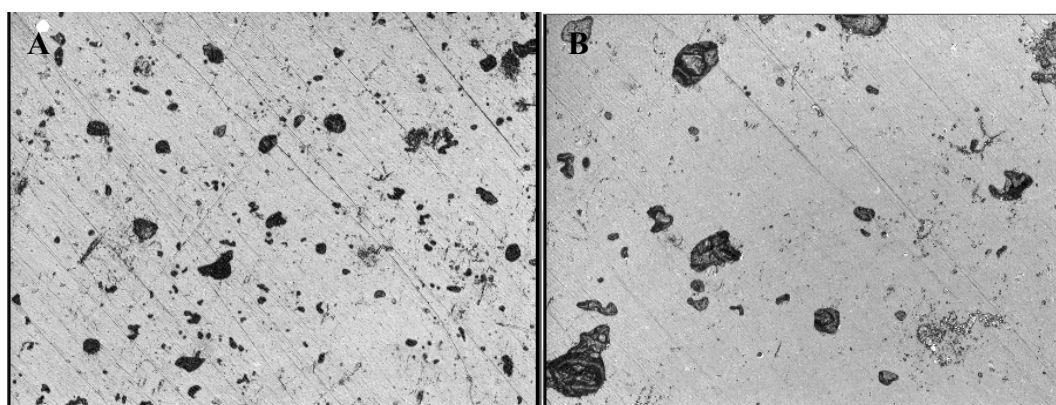


Figura 28. Controlo resina Synergy, fotopolimerizado contra uma matriz de acetato. A. Ampliação de 20x. B. Ampliação de 50x.

É possível observar as diferenças estruturais entre as resinas. O compósito Synergy®D6 (Coltène) é constituído por partículas de dimensões maiores, quando comparado ao HRi. Durante o processo de condensação e fotopolimerização formam-se defeitos na superfície que correspondem a desorganização estrutural da matriz orgânica e das partículas inorgânicas, ranhuras ao longo da direcção de deslizamento da matriz de acetato e partículas de carga expostas e lacunas como resultado do deslocamento parcial das mesmas. A dimensão destas partículas corresponde ao tamanho das partículas de

carga (sílica) descritas pelos fabricantes (até 2 μ m para Synergy®D6 e até 0,05 μ m para o HRi®). Ainda assim, a resina HRi® apresenta uma superfície mais regular e uma rugosidade média inferior comparando com o Synergy®D6. De forma geral, a rugosidade média dos controlos é inferior à rugosidade média quando sujeita ao acabamento com brocas; porém, sabe-se que os processos de acabamento fortificam a dureza da superfície, como referido no capítulo 9.6.

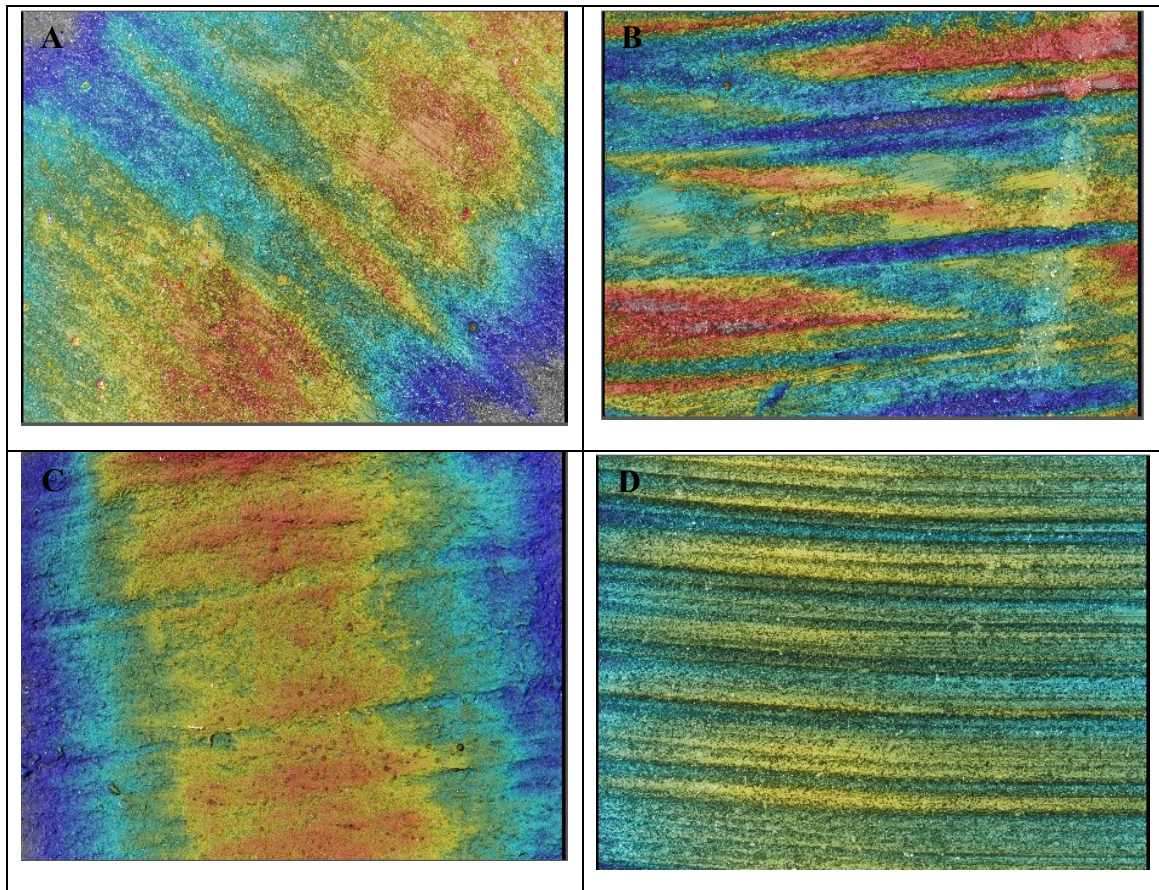


Figura 29. Topografia das restaurações após acabamento. A. Hri acabada com broca laminada; B. Synergy desgastado com broca laminada; C. Hri acabada com broca diamantada; B. Synergy desgastado com broca diamantada.

Observando as imagens frontais dos compósitos após o acabamento ressalta a diferença superficial deixada pelas brocas usadas no acabamento, não sendo permitida uma distinção visual entre as resinas usadas neste estudo, como se pode observar na figura 27.

III. Comparação da rugosidade das resinas com as diferentes brocas de acabamento

1. Rugosidade da restauração entre broca laminada e diamantada

Após a análise estatística paramétrica para avaliar a “rugosidade” das restaurações conclui-se que existe diferença estatística significativa ($p < 0,05$) usando uma broca laminada e uma diamantada durante o procedimento de acabamento. O grupo em que se usou a broca laminada apresentou um valor de rugosidade médio de $0,459 \pm 0,135 \mu\text{m}$ e no grupo em que se usou a broca diamantada o valor de rugosidade médio foi de $0,710 \pm 0,153 \mu\text{m}$. Portanto, uma broca diamantada potencia rugosidade média superior à broca laminada de tungstênio.

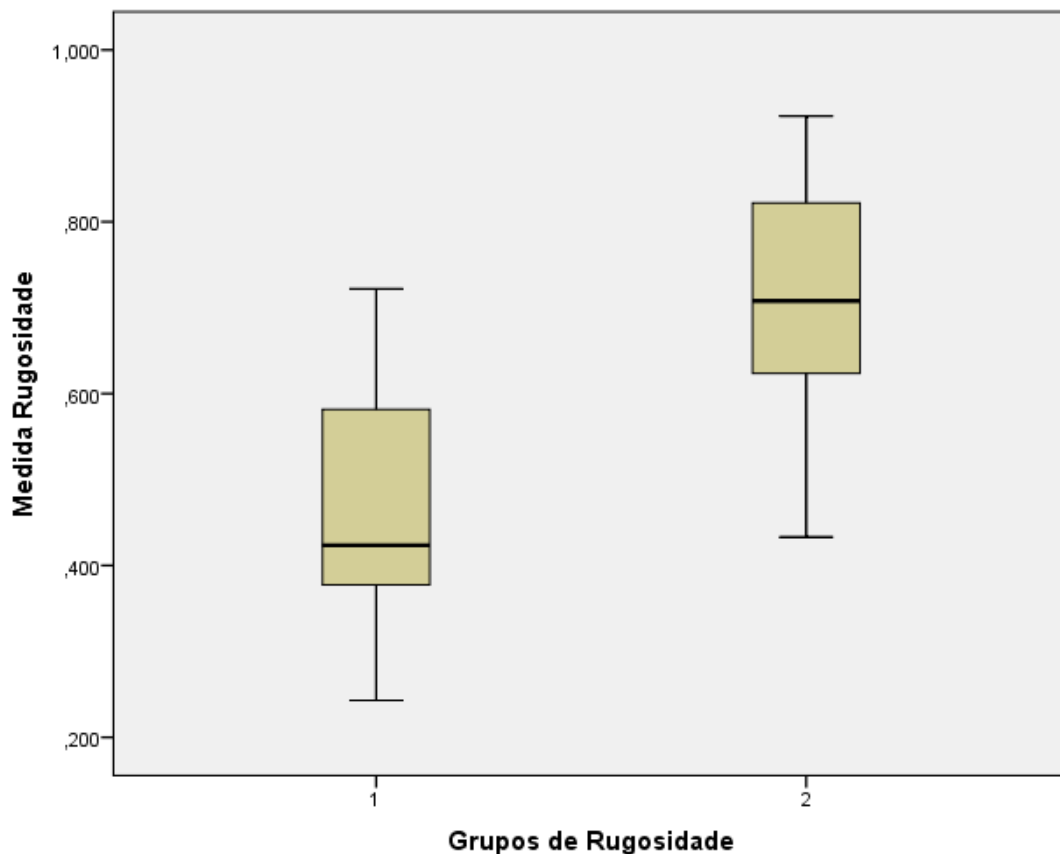


Figura 30. Rugosidade superficial comparativa das restaurações usando uma broca laminada (à esquerda) e uma diamantada (à direita).

2. Ondulação da restauração entre broca laminada e diamantada

Da mesma forma, a “ondulação” média (R_a) provocada pela broca laminada nas resinas compostas, neste estudo, apresentou um valor médio de $0,254 \pm 0,05 \mu\text{m}$ e a broca

diamantada um valor médio de $0,631 \pm 0,105 \mu\text{m}$, evidenciando-se diferenças estatisticamente significativas nos valores de ondulação (Ra, em μm). A broca laminada permite inferior ondulação média (Ra).

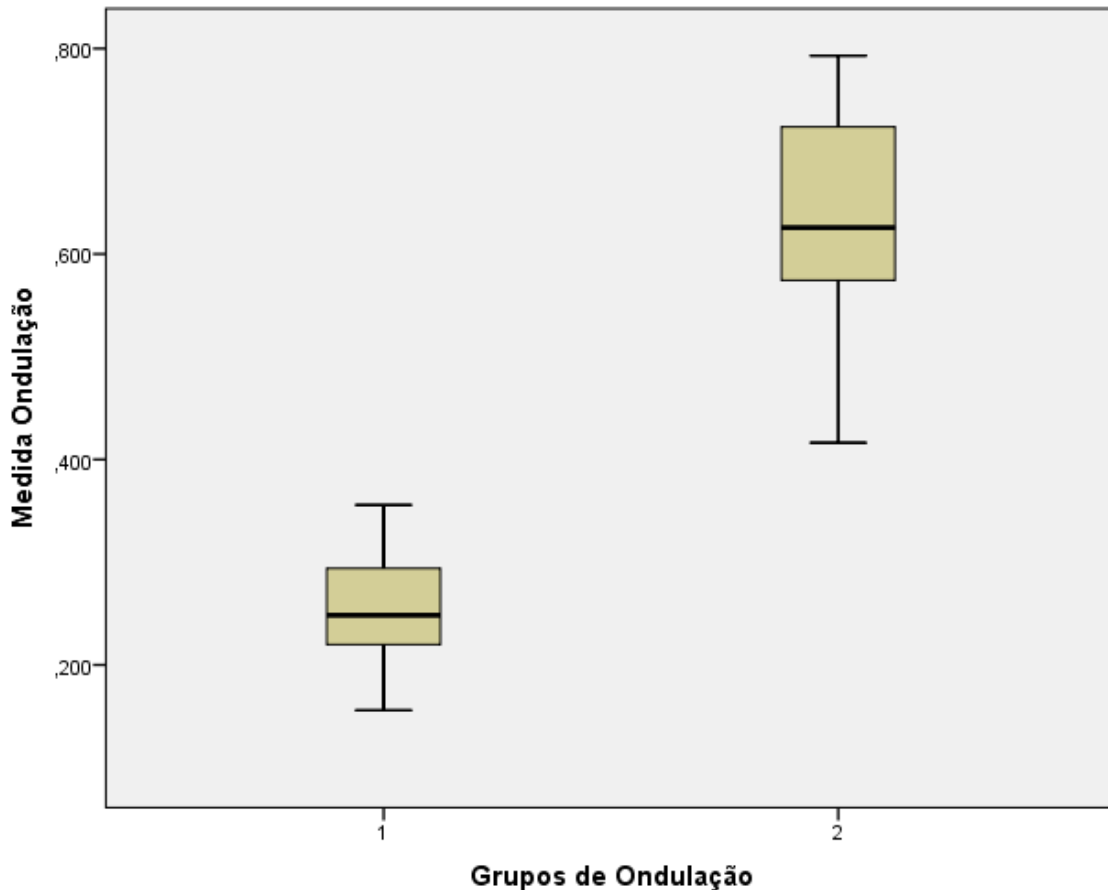


Figura 31. Ondulação comparativa das restaurações usando uma broca laminada (à esquerda) e uma diamantada (à direita).

3. Acabamento de superfície entre broca laminada e diamantada

Procedeu-se igualmente à análise não paramétrica de Mann-Whitney para analisar estatisticamente o acabamento de superfície da restauração dos grupos das amostras sujeitas às duas brocas. Obteve-se diferença estatística significativa entre as duas ($p < 0,05$). A broca laminada apresenta valor médio de acabamento de superfície (Ra) de $0,116 \pm 0,06 \mu\text{m}$, enquanto a broca diamantada apresenta valor médio de acabamento de superfície (Ra) de $0,199 \pm 0,08 \mu\text{m}$. Uma vez mais, a broca laminada obteve melhores resultados para o acabamento de superfície quando comparada com a broca diamantada.

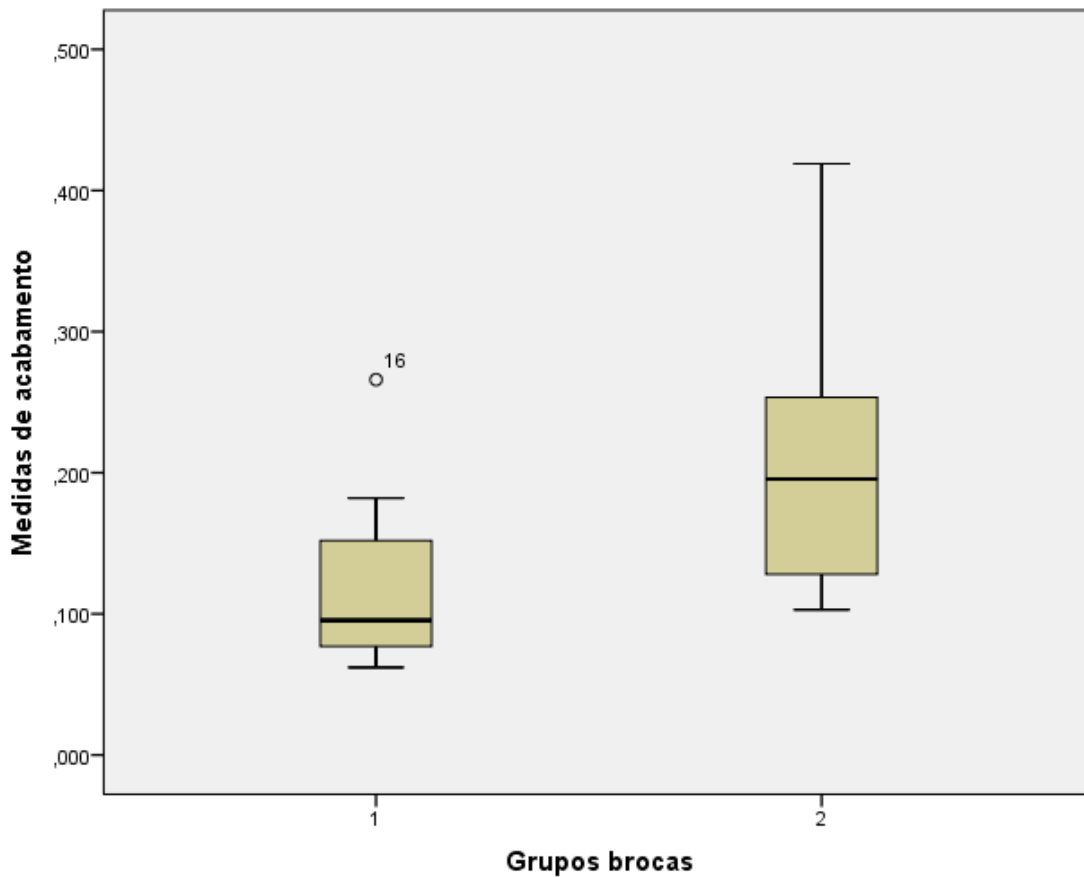


Figura 32. Acabamento de superfície comparativo das restaurações usando uma broca laminada (à esquerda) e uma diamantada (à direita).

4. Vista geral broca laminada/diamantada

Uma vez obtidas as diferenças estatísticas significativas na rugosidade usando brocas distintas optou-se por analisar as brocas em perfilometria 3D, após todos os processos de acabamento, para estudar a topografia das mesmas e verificar a coincidência do padrão criado nas superfícies de resinas compostas e do esmalte.

Assim, como se pode observar na Figura 33, a broca diamantada é constituída por grãos de diamante dispersos na superfície da zona ativa da broca. Apesar da análise ter sido efectuada após o acabamento é expectável que a granulometria tenha sofrido desgaste e não se apresente como se a broca estivesse após ter sido manufacturada e, portanto, com grãos de tamanho diminuídos e, conseqüentemente, com menor poder de corte. No entanto, comparando a topografia da broca com as superfícies em que foi usada é possível observar uma correspondência de perfil, sendo que os sulcos verificados na superfície da resina composta e de esmalte correspondem à granulometria da broca quando está em alta rotação.

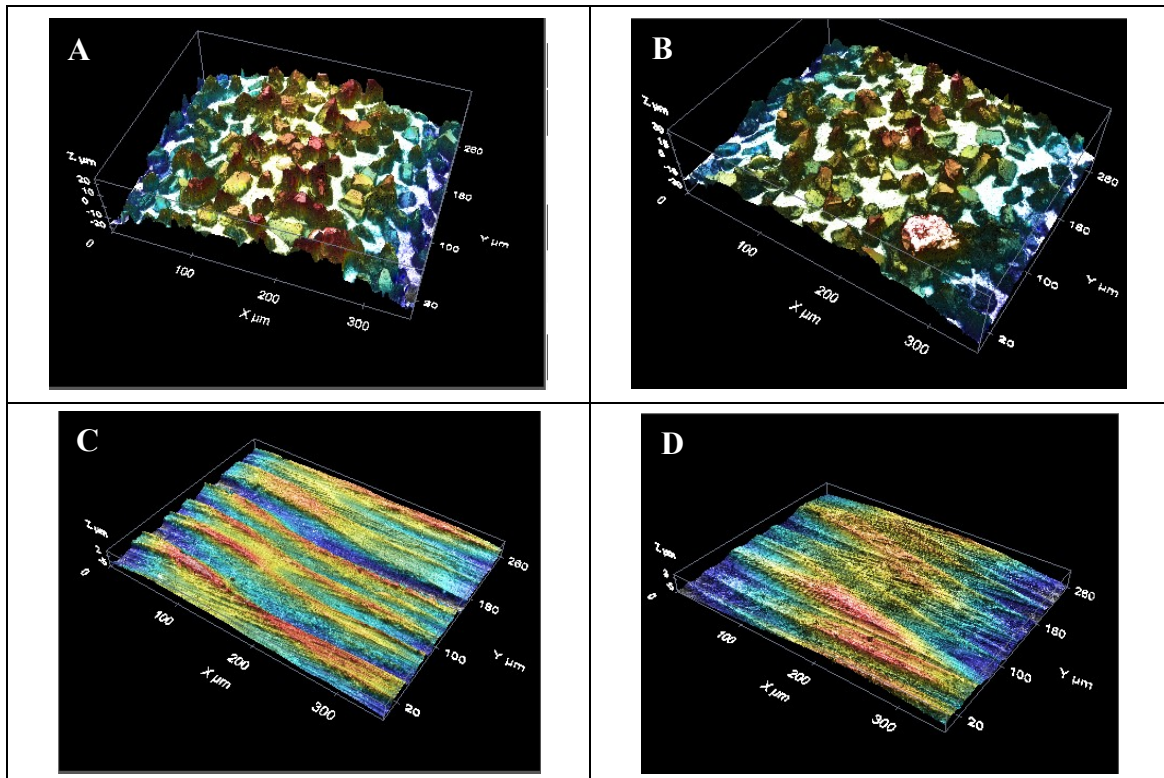


Figura 33. Perfilometria 3D da broca diamantada, em diferentes locais da parte ativa da broca (A e B). Imagens de perfilômetro 3D da superfície de esmalte (C) e resina composta (D), ambas sujeitadas à broca diamantada.

Simultaneamente realizou-se a mesma análise para a broca laminada de tungstênio. Na Figura 34 é possível observar a topografia da broca.

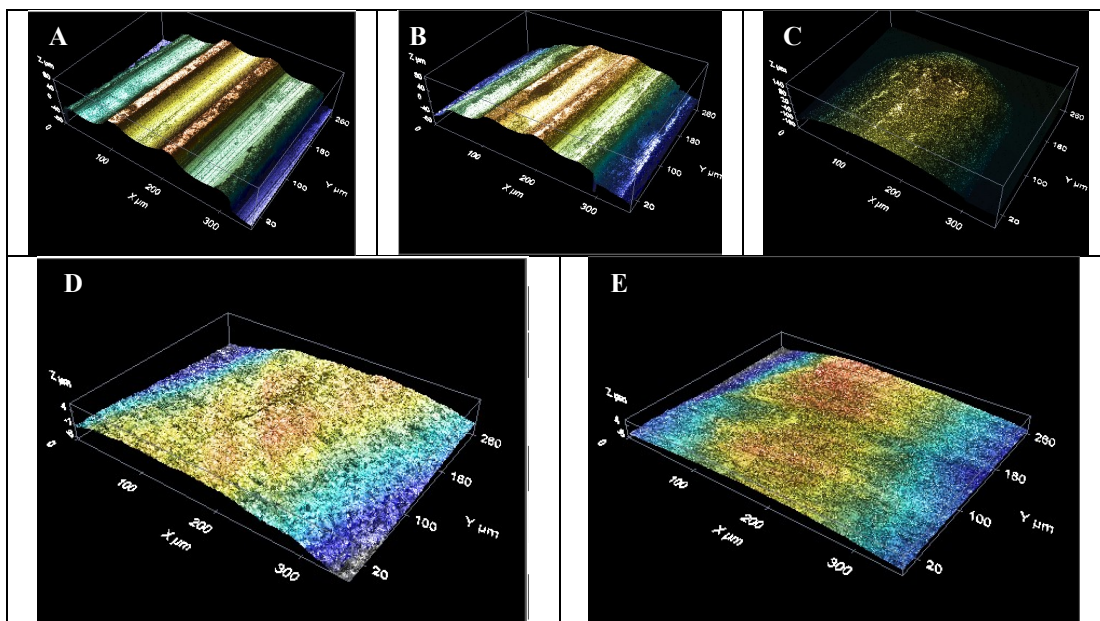


Figura 34. Perfilometria 3D da broca laminada, em diferentes locais da parte ativa da broca (A, B e C: do colo até à ponta); Imagens de perfilômetro 3D da superfície de esmalte (E) e resina composta (F), ambas sujeitadas à broca laminada.

Como é possível observar, a broca é constituída por zonas mais elevadas, do ponto de vista topográfico que correspondem às 12 lâminas da superfície. Quando a broca está em alta rotação, durante o processo de acabamento, as lâminas criam um perfil mais regular na superfície das resinas compostas e do esmalte, quando comparadas com a broca diamantada. A zona correspondente a ponta da broca não possui lâminas, condizendo com a zona de ataque de broca.

IV. Comparação entre brocas e resinas compostas

Para finalizar a análise estatística do acabamento optou-se por executar um teste para verificar se existiam diferenças significativas de rugosidades (R_a , em μm) entre os quatros grupos (compósito Synergy®D6, compósito HRi®, broca laminada de tungsténio e broca diamantada. Os parâmetros avaliados para as quatro variáveis são os mesmos analisados anteriormente, ou seja, “rugosidade”, “ondulação” e “acabamento”, em média, de todas as amostras.

1. Rugosidade

Através da análise descritiva, determinou-se os valores médios e desvio padrão para cada variável, tendo-se verificado uma normalidade de distribuição de amostras, segundo o teste de Shapiro-Wilk. Assim, procedeu-se a um teste de análise estatístico paramétrico de variância unidireccional (ANOVA), em que se verificou uma homogeneidade de variâncias ($p=0,309$).

Tabela 7. Valores médios de rugosidade e desvio padrão para os grupos de resinas compostas e brocas.

	Acabamento médio (P_a , μm)	Desvio-padrão
HRi/lam	0,470	0,09
HRi/diam	0,721	0,16
SC/lam	0,447	0,17
SC/diam	0,698	0,16

Para efeitos de comparação, os conjuntos apresentaram uma rugosidade média crescente segundo a seguinte ordem: Resina composta HRi (Micerium®) com broca laminada, seguido de resina composta Synergy (Coltene®) com broca laminada, seguido de compósito Synergy (Coltene®) acabado com broca diamantada e, por fim, com maior valor de rugosidade, o conjunto compósito HRi (Micerium®) acabado por broca diamantada. Estas diferenças são estatisticamente significativas ($p<0,05$).

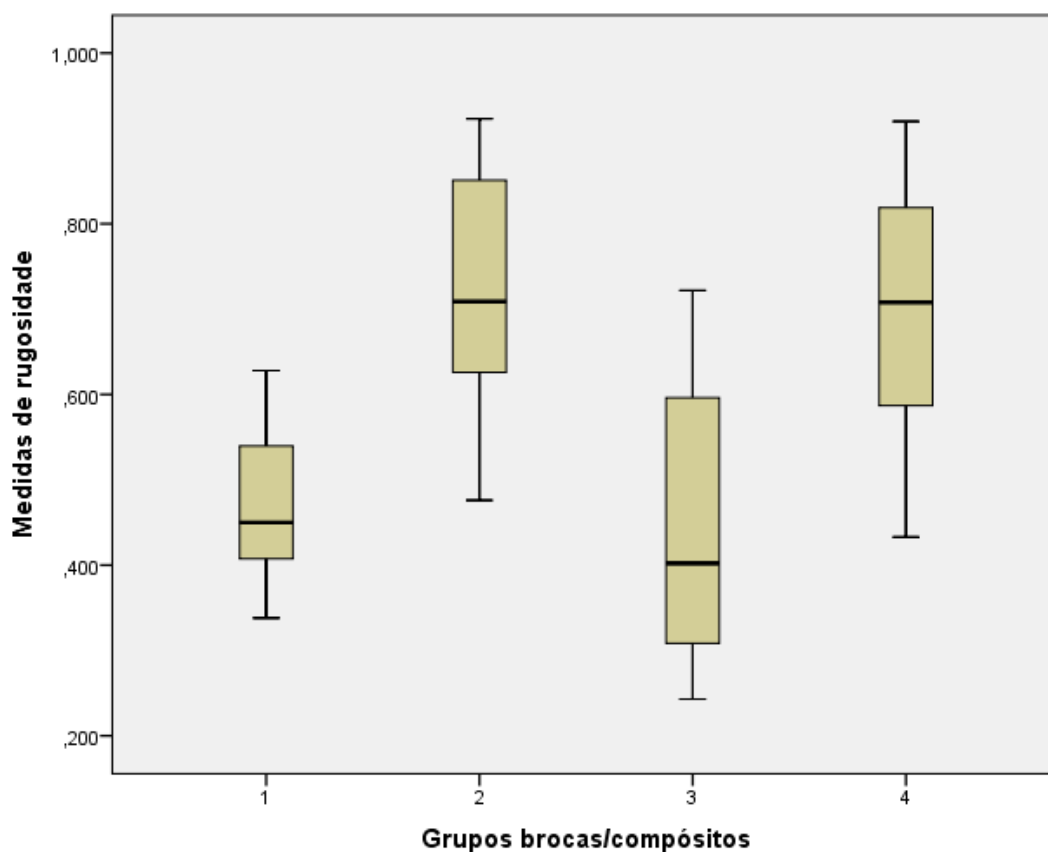


Figura 35. Rugosidade de superfície comparando conjuntos brocas/resinas compostas.

Por fim, observou-se os resultados do teste de Scheffé, que mede os contrastes de médias. Embora a análise de variância unidireccional (ANOVA) rejeite a hipótese de não existirem diferenças significativas entre os quatro conjuntos ($p < 0,05$), a análise de Scheffé indica que apesar da ausência de igualdade entre as médias das rugosidade (R_a), existe uma homogeneidade entre alguns conjuntos ($p < 0,05$), nomeadamente, entre o conjunto Hri (Micerium®)/broca laminada e o conjunto Synergy (Coltène®)/broca laminada e, entre o grupo Hri (Micerium®)/broca diamantada e o grupo Synergy (Coltène®)/broca diamantada. Por outras palavras, a estatística indica que, de forma global, a rugosidade existente entre os compósitos é diferente ($p < 0,05$). Porém, os grupos enumerados anteriormente, não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si de rugosidade média (R_a , em μm), ou seja, nos grupos em que se usam as mesmas brocas (Synergy/laminada e Hri/laminada e em Synergy/diamantada e Hri/diamantada) as diferenças de rugosidade não são significativas, ao passo que a maior discrepância de médias se verifica entre os grupos em que os processos de acabamento foram distintos.

2. Ondulação

Igualmente verificou-se normalidade da distribuição da amostra ($p < 0,05$) e realizou-se um teste paramétrico para comparação de variância de médias (ANOVA). Concluiu-se a existência de homogeneidade de variâncias entre as variáveis, embora o resultado indique a existência de diferenças significativas entre a média de ondulação (Ra). De forma crescente de ondulação média, obteve-se a seguinte ordem de grupos: Hri (Micerium®)/laminada, Synergy (Coltene)/laminada, Hri (Micerium®)/diamantada, Synergy (Coltene)/diamantada.

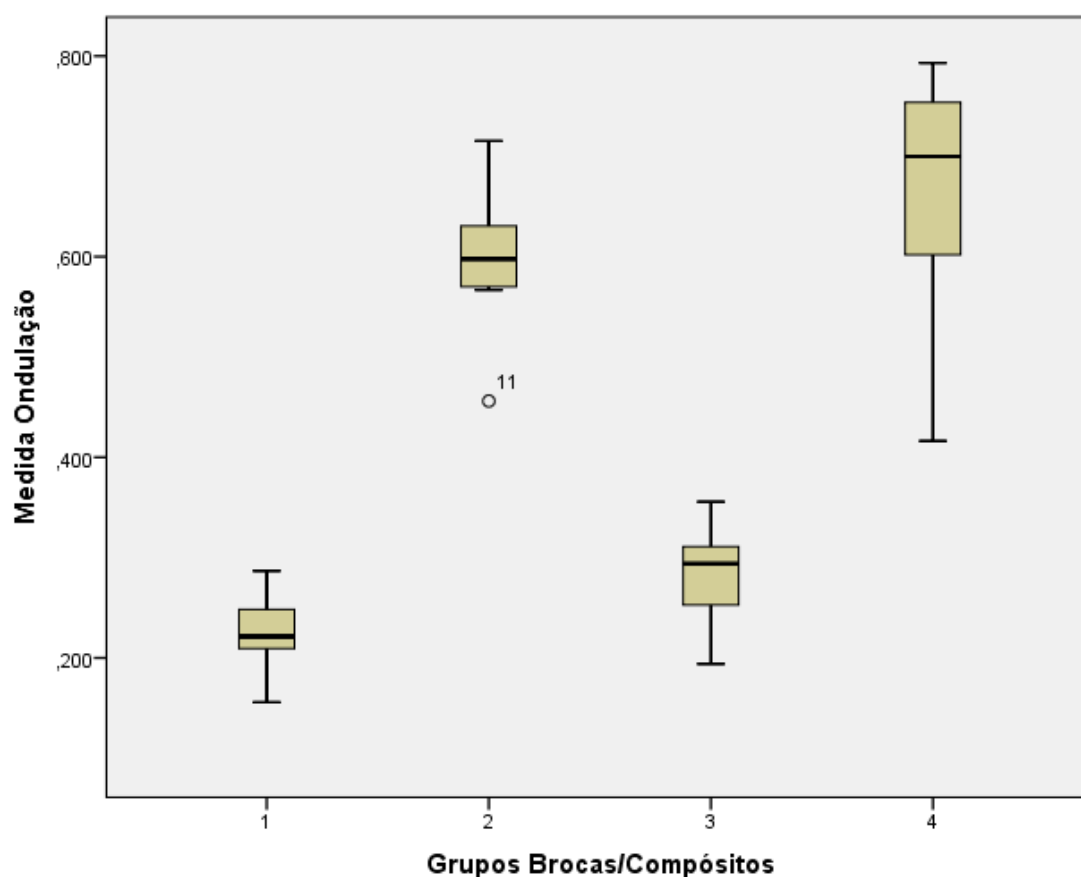


Figura 36. Ondulação de superfície comparando conjuntos de brocas/resinas compostas.

Tabela 8. Valores médios de ondulação e desvio padrão para os grupos de resinas e brocas.

	Ondulação média (Pa, μm)	Desvio-padrão
HRi/lam	0,225	0,04
HRi/diam	0,596	0,07
SC/lam	0,283	0,05
SC/diam	0,665	0,12

Tal como no parâmetro anterior, verificou-se o contraste de médias segundo o teste de Scheffe. Embora a análise estatística global dos quatro grupos apresente diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$), segundo o teste de Scheffe ($p < 0,05$) não se rejeita a hipótese de igualdade de médias de ondulação entre o grupo Hri (Micerium®)/laminada com o grupo Synergy (Coltene®)/laminada e entre os grupos Hri (Micerium®)/diamantada e Synergy (Coltene®)/diamantada.

3. Acabamento

Executando o mesmo procedimento, verificou-se ausência da normalidade da distribuição das amostras ($p < 0,05$) e então realizou-se um teste não paramétrico para comparar as médias de acabamento dos quatro conjuntos.

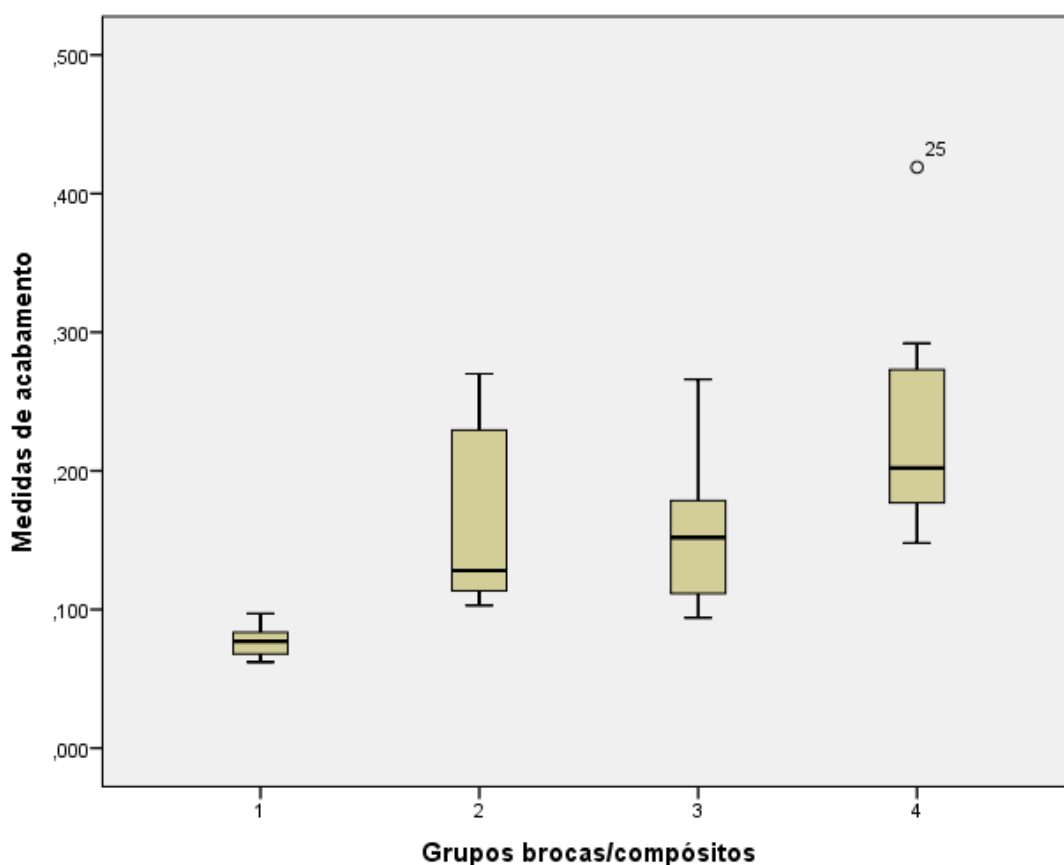


Figura 37. Acabamento de superfície comparando conjuntos de brocas/resinas compostas.

O teste de Kruskal Wallis rejeita a hipótese nula de igualdade de médias na distribuição “acabamento” (R_a) nos grupos de toda a amostra, evidenciando diferenças significativas entre pelo menos duas variáveis (das quatro). Os valores de acabamento

da superfície apresentaram-se segundo a mesma seqüência crescente dos parâmetros anteriores (“ondulação”).

Tabela 9. Valores médios de acabamento e desvio padrão para os grupos de resinas compostas e brocas

	Acabamento médio (Pa, μm)	Desvio-padrão
HRi/lam	0,077	0,01
HRi/diam	0,164	0,07
SC/lam	0,155	0,06
SC/diam	0,234	0,09

B. Polimento

Efetou-se a mesma análise qualitativa por comparação de médias de “rugosidade”, “ondulação” e “acabamento” de superfície após o polimento de esmalte e resina composta, usando o sistema Enamel Plus SHINY® (Micerium S.p.A) e Enhance® (Dentsply). Em todos os parâmetros avaliados o sistema Enamel Plus SHINY® apresentou valores de rugosidade inferiores quando comparado com o sistema Enhance®, demonstrando melhor desempenho na obtenção de uma superfície mais lisa.

I. Esmalte

1. Rugosidade

Através da análise das duas variáveis por comparação verifica-se diferença significativa estatística para os dois sistemas de polimento ($p < 0,05$), sendo que a rugosidade média de esmalte após polimento com Enamel Plus SHINY® foi de $0,299 \pm 0,13 \mu\text{m}$, enquanto para o sistema Enhance® foi de $0,423 \pm 0,19 \mu\text{m}$.

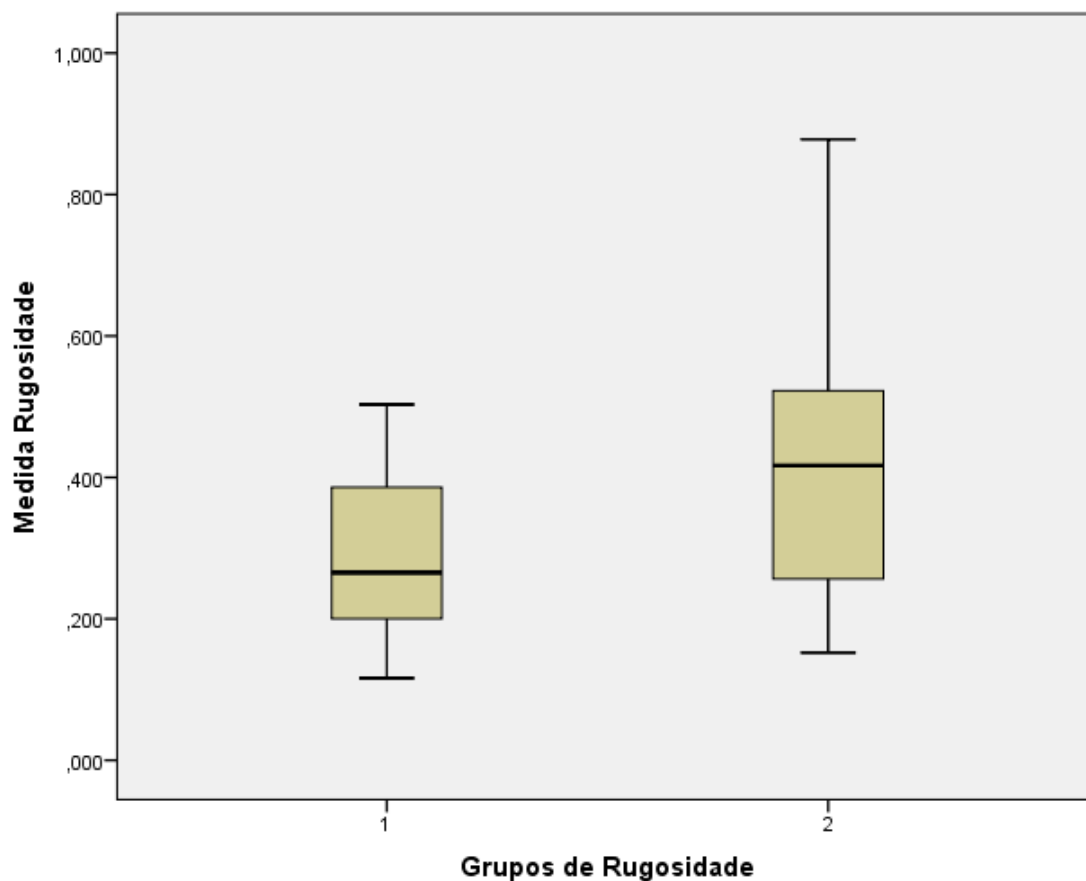


Figura 38. Análise comparativa de rugosidade, em esmalte, usando dois sistemas de polimento. À esquerda, HRi Shiny; à direita, Enhance.

2. Ondulação

Através da análise estatística foi possível verificar concordância de eficácia de melhor polimento para o sistema Enamel Plus SHINY® (Ra médio de $0,260 \pm 0,12 \mu\text{m}$). Para o sistema Enhance® o valor médio (Ra) foi de $0,420 \pm 0,19 \mu\text{m}$.

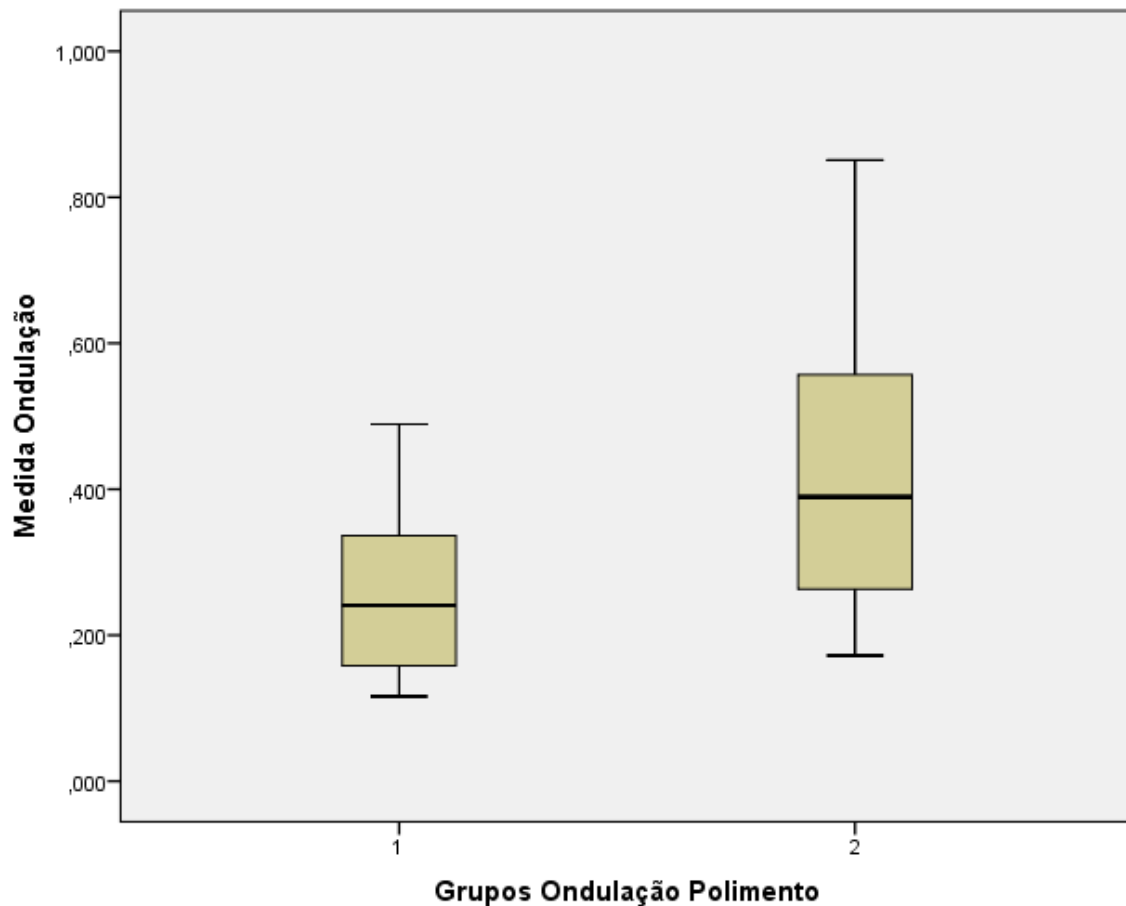


Figura 39. Análise comparativa de ondulação, em esmalte, usando dois sistemas de polimento. À esquerda, HRi Shiny; à direita, Enhance.

3. Acabamento

Tal como no parâmetro “rugosidade” e “ondulação” o sistema de polimento com valores de rugosidade inferiores de acabamento foi Enamel Plus SHINY® (Ra médio de $0,025 \pm 0,02 \mu\text{m}$), enquanto o sistema Enhance® (Ra médio de $0,0940 \pm 0,07 \mu\text{m}$), com diferença estatística significativa entre ambos ($p < 0,005$).

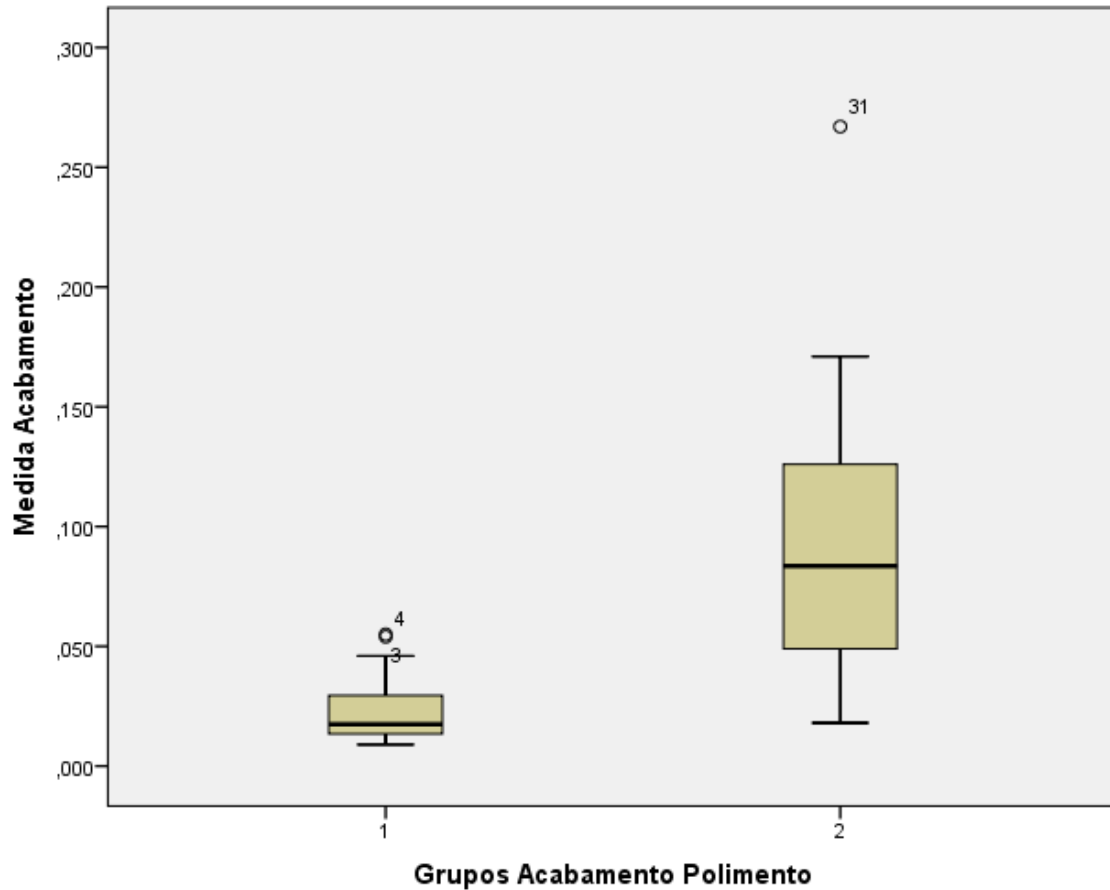


Figura 40. Análise comparativa de ondulação, em esmalte, usando dois sistemas de polimento. À esquerda, HRi Shiny; à direita, Enhance.

II. Restaurações em resina

1. Rugosidade

Os mesmos testes estatísticos foram usados para comparação das médias da rugosidade (Ra, em μm) dos dois sistemas de polimento nas resinas compostas tendo-se verificado diferença estatística significativa ($p < 0,05$), sendo que o grupo polido com o sistema Enamel Plus SHINY® apresentou valores médios de rugosidade de $0,128 \pm 0,04 \mu\text{m}$, enquanto o sistema Enhance® revelou rugosidade superior após polimento (Ra médio de $0,236 \pm 0,13 \mu\text{m}$).

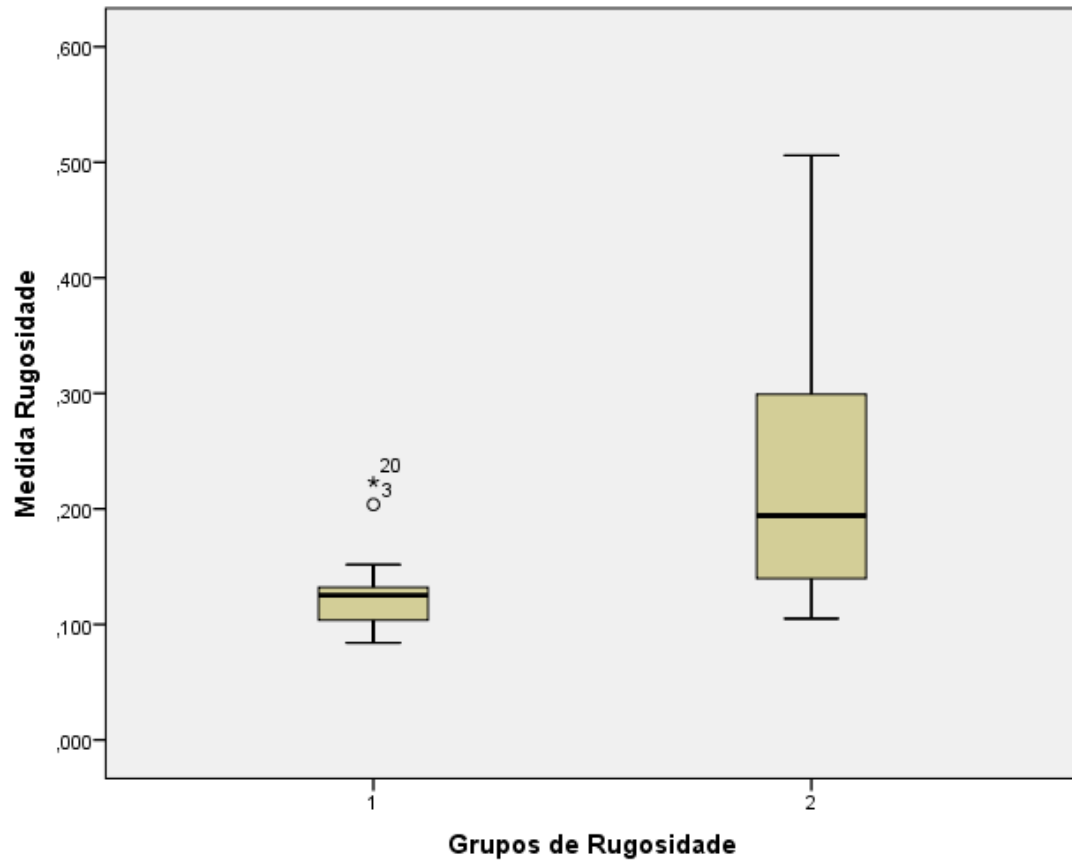


Figura 41. Análise comparativa de rugosidade usando dois sistemas de polimento em compósitos. À esquerda, HRi Shiny; à direita, Enhance.

2. Ondulação

Através de um teste não paramétrico comparou-se a ondulação após o polimento com os dois sistemas e o valor médio de ondulação para Enamel Plus SHINY® foi de $0,097 \pm 0,03 \mu\text{m}$ e para Enhance® foi de $0,206 \pm 0,10 \mu\text{m}$, com diferença estatística significativa ($p < 0,05$).

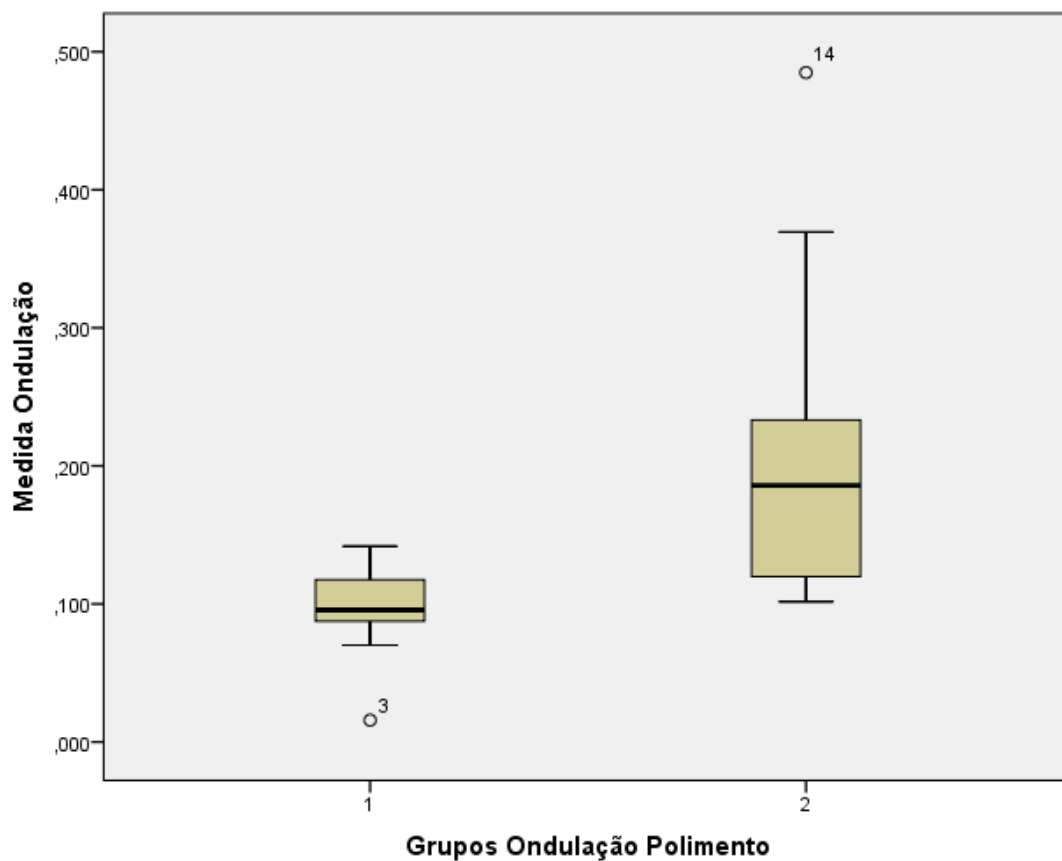


Figura 42. Análise comparativa de ondulação usando dois sistemas de polimento. À esquerda, HRi Shiny; à direita, Enhance.

3. Acabamento

Por fim, comparou-se o acabamento de superfície e confirmou-se, uma vez mais, a eficácia do sistema Enamel Plus SHINY® (Ra médio de $0,027 \pm 0,01 \mu\text{m}$), face ao sistema Enhance® (Ra de $0,079 \pm 0,03 \mu\text{m}$), com diferença estatística significativa ($p < 0,05$).

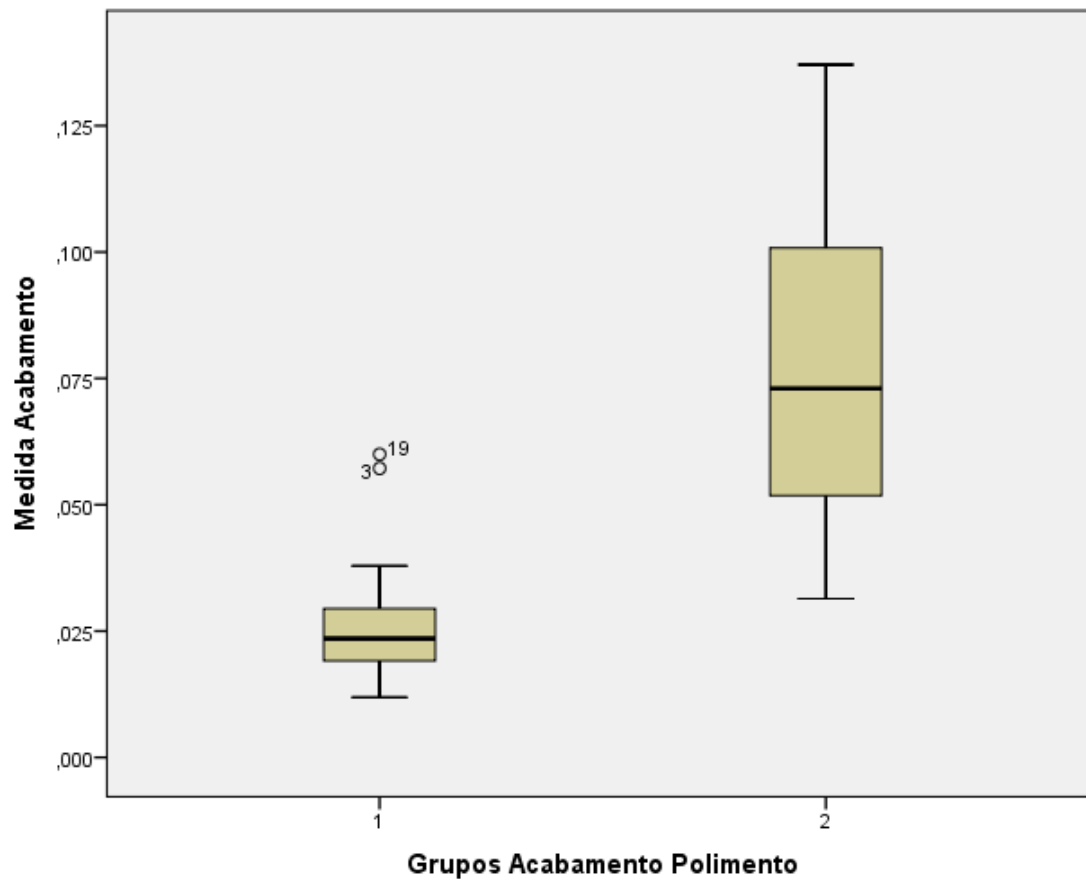


Figura 43. Análise comparativa de acabamento usando dois sistemas de polimento. À esquerda, HRi Shiny; à direita, Enhance.

4. Visão geral dos sistemas de polimento

Através da análise descritiva, todos os parâmetros de estudo de avaliação da superfície apresentou valores de rugosidade inferiores para o sistema Enamel Plus SHINY®. Na Figura 44 é possível observar nas amostras polidas com o sistema Enhance® a presença de falhas superficiais de cerca de 20x0.4µm ao longo da superfície, provocadas pela taça de polimento impregnado em óxido de alumínio em associação com as pastas de polimento e, eventualmente, erros de pressão provocados pelo operador.

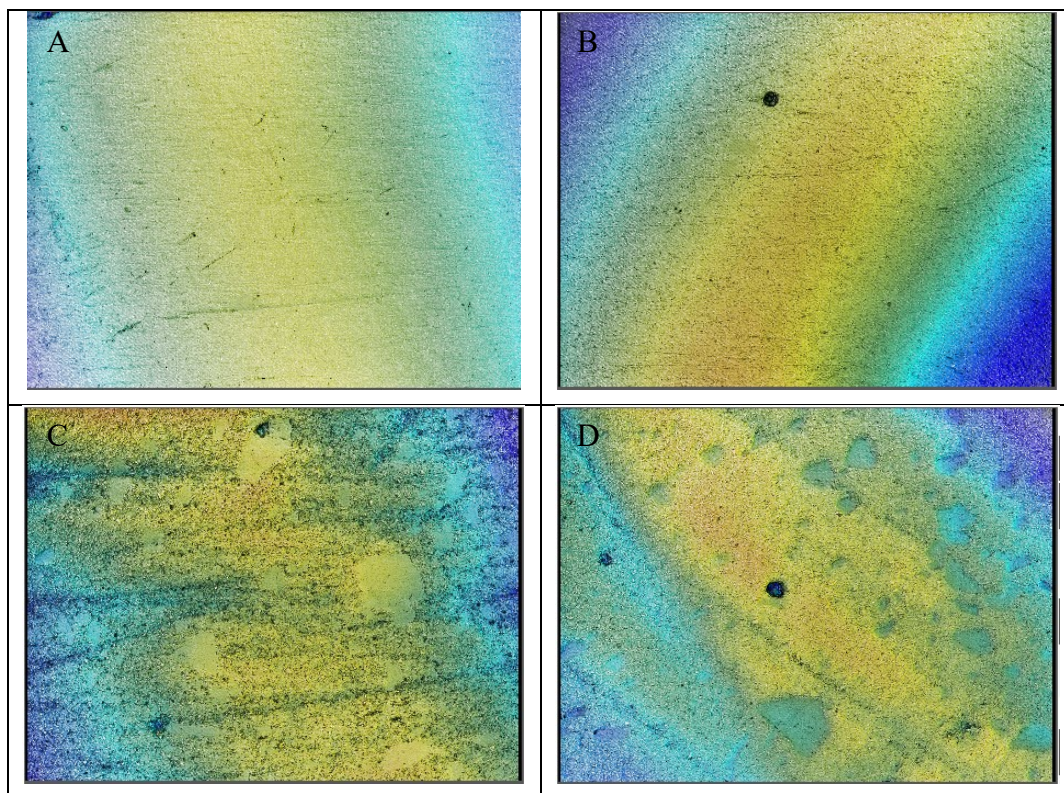


Figura 44. Comparação de superfícies de resinas compostas após polimento. A. Resina Hri desgastada com broca diamantada e polida com Shiny; B. Resina Hri desgastada com broca laminada e polida com Shiny; C. Resina Synergy desgastada com broca diamantada e polida com Enhance; D. Resina Synergy desgastada com broca laminada e polida com Shiny.

XII.II. Análise qualitativa

Após a manipulação de imagens no software SensoScan 5.3 (Sensofar Tech S.L). foi realizada uma análise qualitativa para avaliação da interface, por meio de comparação das imagens obtidas, depois do processo de acabamento e no final do processo de polimento, respectivamente, como se pode observar no anexo 3 e 4.

Depois da comparação da qualidade das interfaces após o acabamento com a broca de carboneto e com a broca diamantada conclui-se que a broca diamantada parece apresentar maior potencial de desgaste, uma vez que tanto o esmalte como a resina se encontram superficialmente padronizados pelos grãos de diamante, enquanto nas amostras em que foi usada a broca de carboneto de tungstênio parece haver maior quantidade de esmalte íntegro, como se pode observar na Figura 44.

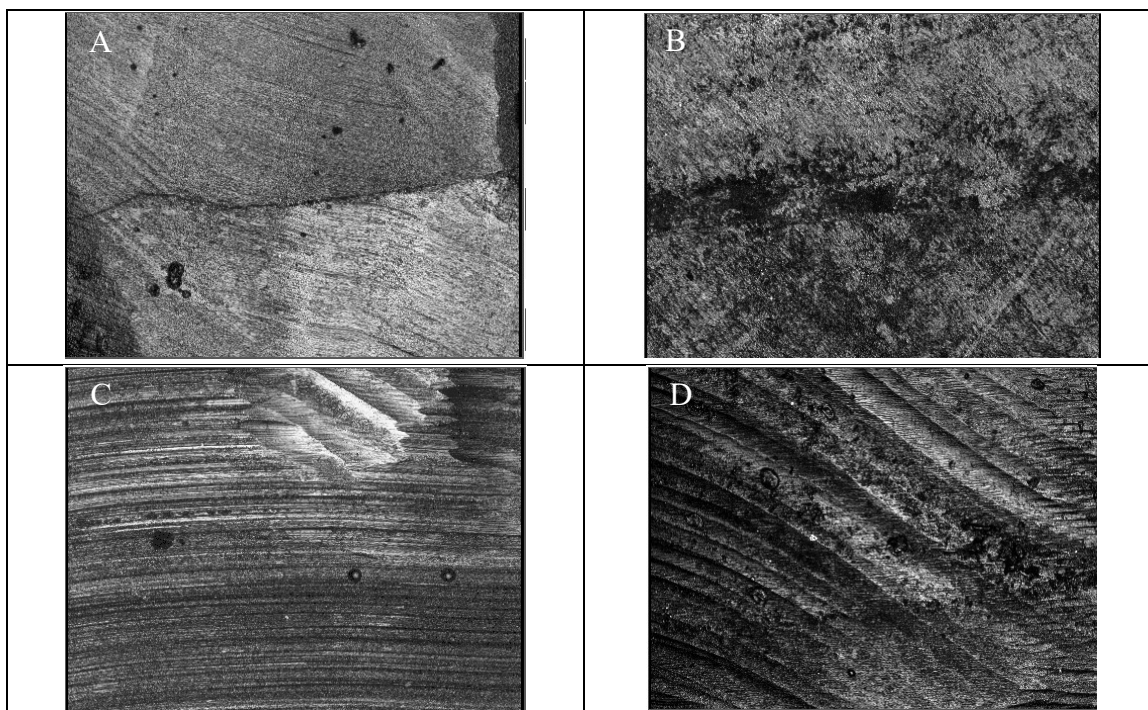


Figura 45. Comparação de interface comparando duas brocas de acabamento. A. Interface entre esmalte e Hri desgastada com broca laminada; B. Interface entre esmalte e Synergy desgastada com broca laminada; C. Interface entre esmalte e Hri desgastada com broca diamantada; D. Interface entre esmalte e Synergy desgastada com broca diamantada.

No entanto, embora a análise seja subjectiva de erros e apesar de estes resultados não irem de encontro aos resultados obtidos após o estudo quantitativo apenas de uma superfície (esmalte ou compósito) as interfaces sujeitas à broca diamantada parecem apresentar melhor qualidade e menos falhas.

Por sua vez, comparando as diferentes resinas e o seu papel na interface (Figura 46) parece haver uma interface com melhor qualidade na resina HRi em comparação com a resina Synergy®, em que a diferença entre os dois materiais se parece mais nítida, no entanto estes não são resultados exatos uma vez que as amostras usadas eram dentes com indicação de extracção e, portanto, a superfície de esmalte poderia não estar totalmente íntegra e nas melhores condições.

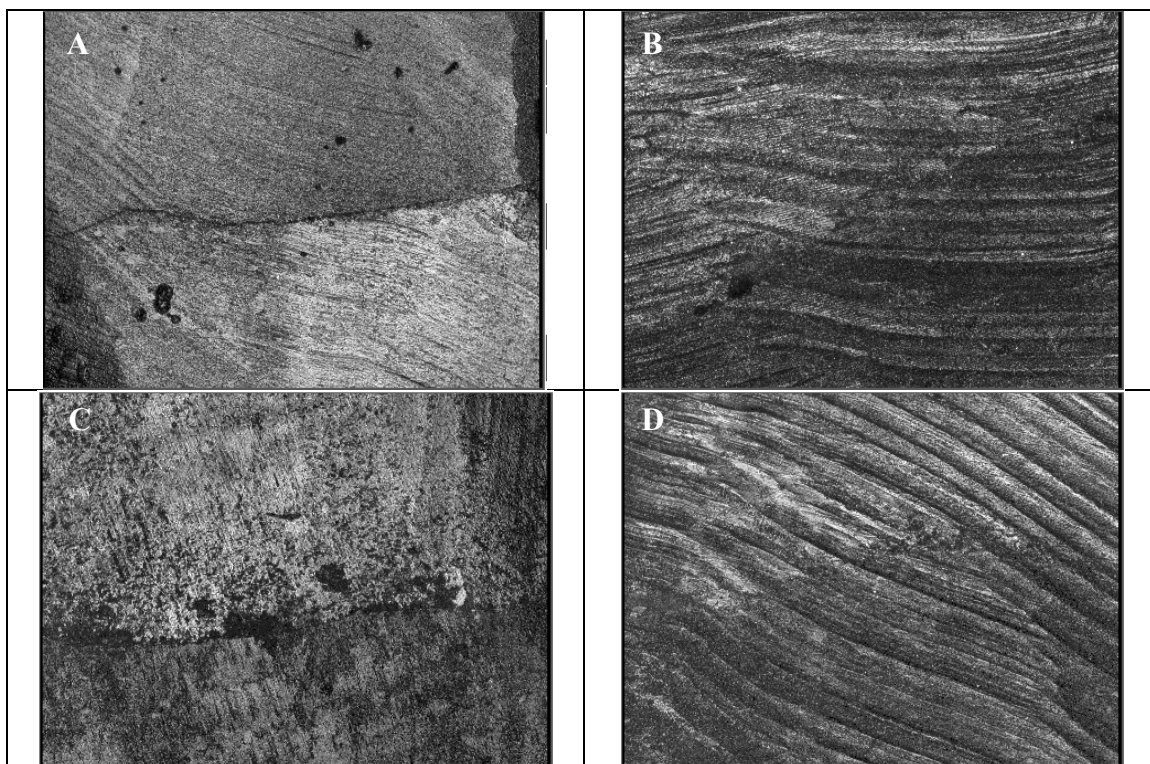


Figura 46. Comparação de interfaces após acabamento. A. Interface entre esmalte e Hri desgastada com broca laminada; B. Interface entre esmalte e HRi desgastada com broca diamantada; C. Interface entre esmalte e Synergy desgastada com broca laminada; D. Interface entre esmalte e Synergy desgastada com broca diamantada.

Por fim, comparou-se, também, a interface após o polimento com os dois sistemas supracitados (Figura 46). Qualitativamente, o sistema Enamel Plus SHINY® permite a obtenção de uma superfície mais regular, comparando com o sistema Enhance®, coincidindo com o estudo quantitativo descrito anteriormente.

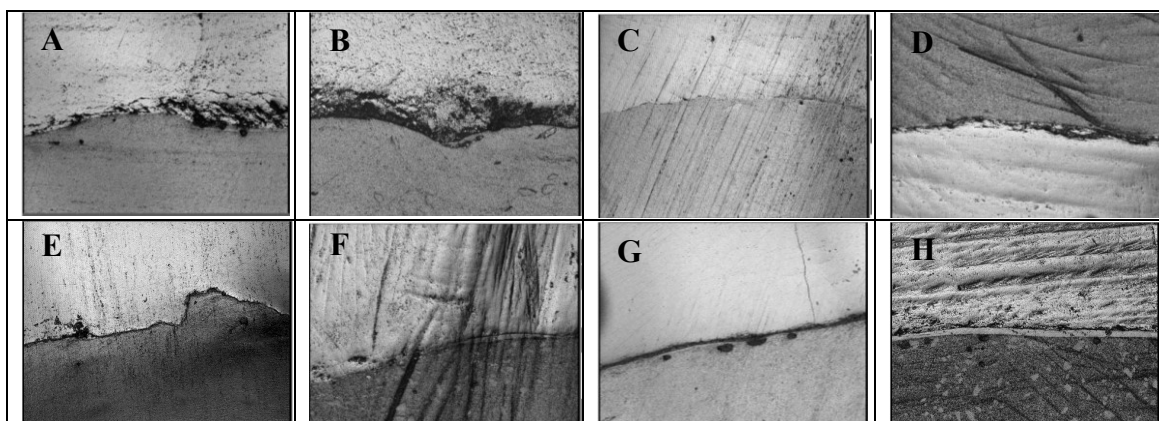


Figura 47. Comparação de interface após polimento. A. Interface entre esmalte e Hri desgastada com broca laminada polido com Shiny; B. Interface entre esmalte e Hri desgastada com broca laminada polido com Enhance; C. Interface entre esmalte e Hri desgastada com broca diamantada polido com Shiny; D. Interface entre esmalte e HRi desgastada com broca diamantada polido com Enhance; E. Interface entre esmalte e Synergy desgastada com broca laminada polido com Shiny; F. Interface entre esmalte e Synergy desgastada com broca laminada polido com Enhance; G. Interface entre esmalte e Synergy desgastada com broca diamantada polido com Shiny; H. Interface entre esmalte e Hri desgastada com broca laminada polido com Enhance.

Assim, perante os resultados obtidos, a melhor interface obteve-se usando a resina composta Enamel Plus SHINY®, devendo ser sujeita a uma broca diamantada, para o acabamento (face a uma broca laminada em que se verificam mais defeitos ao nível do esmalte) e, por fim, polida com o sistema de polimento Enamel Plus SHINY.

XIII. Discussão

Irregularidades na superfície de uma restauração direta a resina composta potenciadas por um acabamento e polimento ineficazes contribuem para o aumento da adesão de placa bacteriana e pigmentos, o que pode prejudicar o sucesso clínico da restauração.⁽⁵⁸⁾ A presença de uma rugosidade média superior a $0,3\mu\text{m}$ é perceptível pela língua e pode traduzir-se num desconforto para o paciente.⁽⁸¹⁾

Neste estudo avaliou-se a rugosidade média da superfície tendo em conta três parâmetros, para uniformização de resultados. O primeiro filtro que se preconizou de “*rugosidade*” diz respeito ao conjunto de irregularidades da amostra no seu todo, isto é, o perfil micrométrico, nanométrico e a geometria macrométrica da amostra, já que os dentes são superfícies com zonas de alguma convexidade e/ou concavidade e não se realizaram cortes planos para a confecção das amostras. Assim, a interpretação dos valores do primeiro critério “*rugosidade*” tende a englobar a avaliação da superfície numa vista mais abrangente, apenas com a aplicação de um filtro plano que minimize o efeito da curvatura.

Por sua vez, o parâmetro preconizado por “*ondulação*” diz respeito à ondulação da superfície avaliando maioritariamente o perfil micrométrico criado pela vibração das brocas e da própria superfície, mais evidente na análise após o procedimento de acabamento.

Por fim, o que se preconizou por “*acabamento*” engloba a análise nanométrica da superfície (incluindo o comportamento das brocas de acabamento e polimento em associação com os componentes estruturais dos materiais sujeitos a estes processo: esmalte e resinas).

De forma a dissimular as restaurações e a prática clínica realista realizaram-se cavidades, em dentes naturais, de dimensões pré-definidas semelhantes em todas as amostras, ao invés de comparar os valores de rugosidade em amostras de compósitos e esmalte de dimensões e espessura pré-estabelecidos, uma vez que a geometria e curvatura da amostra influi no resultado final da análise e implica a aplicação de determinadas angulações durante o desgaste com as brocas de forma evitar a remoção excessiva de estrutura dentária hígida.

Todas as análises efectuadas em esmalte foram meramente comparativas uma vez que, embora todas as amostras tenham sido imediatamente colocadas em solução salina estéril, após a extracção da cavidade oral e, assim mantidas ao longo de todo o estudo (evitando a desidratação da superfície), as amostras apresentam factores inerentes ao paciente, tais como doenças sistémicas e factores de influência local

(nomeadamente hábitos de higiene oral, presença/ausência de cárie, tipos de escovagem) que condicionam e/ou alteram as propriedades do esmalte.

Para a obtenção de superfícies extremamente polidas, os processos de acabamento e polimento das resinas compostas devem ser devidamente realizados, seguindo técnica e as instruções do fabricante. Os abrasivos usados devem ser relativamente mais duros do que as partículas inorgânicas dos compósitos sujeitos ao desgaste evitando, assim, a exposição de partículas duras à superfície.⁽⁷⁴⁾

Embora se recomende a utilização sequencial de brocas de abrasividade decrescente⁽⁸²⁾, durante o processo de acabamento, neste estudo para simplificação da análise optou-se pelo uso exclusivo de apenas uma broca de cada tipo, ambas com o mesmo código colorimétrico – grão amarelo e segundo normas ISO, a broca diamantada é designada de superfina, ou extrafina, pela granulometria de dimensão entre 20-30 micrómetros).

A superfície final de uma restauração em compósito deve ser não porosa e extremamente macia, com um montante máximo das partículas inorgânicas na superfície para resistir à abrasão.⁽⁸³⁾

Alandia-Roman *et al*⁽⁶⁷⁾ em 2013, verificaram que a polimerização de resinas contra uma matriz de poliéster produz uma rugosidade superficial média inferior comparativamente com superfícies sujeitas a métodos de acabamento e polimento, uma vez que a camada superficial torna-se extremamente rica em matriz orgânica e pobre em partículas inorgânicas. No presente estudo, as resinas polimerizadas contra uma matriz de poliéster apresentaram valores de Ra (μm) inferiores aos compósitos após acabamento. Estes resultados estão de acordo com vários estudos realizados anteriormente,^(20, 83) no entanto, recomenda-se o acabamento e polimento da superfície para remover a camada superficial mais rica em matriz orgânica, de modo a expor uma superfície com maior resistência à abrasão.⁽¹⁸⁾ Subjacente a este facto, acresce ainda, por vezes, a necessidade de desgastar a restauração de tal forma que se evitem os sobrecontornos da mesma e se recupere a anatomia natural do dente a restaurar, tornando a restauração mais resistente e dura.⁽⁸⁴⁾ No mesmo estudo realizado por Alandia-Roman *et al*⁽⁶⁷⁾ verificou-se que a presença da superfície rica em matriz orgânica é mais susceptível à instabilidade e absorção de pigmentos e adesão de placa.

Nesta investigação comparou-se a “rugosidade”, “ondulação” e “acabamento” das resinas compostas usadas, após abrasão com as brocas preconizadas para o acabamento, tendo-se confirmado a hipótese nula de ausência de diferença significativa

superficial, nos parâmetros “rugosidade” e “ondulação”. Estes valores foram influenciados não apenas pelas características das resinas, como pela geometria das amostras e o tipo de abrasão provocado pelas brocas. Porém, no parâmetro de avaliação nanométrico – “acabamento” - foi possível verificar que a rugosidade superficial da resina HRi® é inferior à resina Synergy®. Embora as duas resinas sejam compostas por partículas à escala nanométrica, a resina Synergy® é classificada como uma resina nano-híbrida, ou seja, tem partículas de dimensão que variam entre 0,02 a 2,5µm. Por sua vez, a resina HRi® possui partículas de 0,04-0,2µm. Esta variação da dimensão das partículas reflecte-se na análise nanométrica, justificando a diferença dos valores de Ra (µm) médios entre as duas resinas que foi uma diferença de 0,074 µm. Em 2007, Kakaboura *et al*⁽⁸⁵⁾ avaliaram as características da superfície de diferentes resinas compostas, através de perfilometria de contacto, microscopia de força atômica e glossímetro. Os resultados obtidos traduzem-se numa rugosidade aumentada em resinas de partículas maiores, o que coincide com os valores de rugosidade obtidos neste estudo, para as duas resinas.

Vários estudos com diferentes resinas têm sido realizados na tentativa de perceber quais as que evidenciam melhor qualidade superficial. Jung *et al*^(71, 86), em 2007, comparou a textura de superfície de quatro nanocompósitos e um nanohíbrido, após acabamento com instrumentos rotatórios rígidos e concluiu que a superfície mais macia foi obtida em resinas sem partículas híbridas e apenas à escala nanométrica.

Em 2012, Gonulol e Yilmaz⁽⁵⁸⁾ estudaram o efeito das técnicas de acabamento e polimento na rugosidade e estabilidade cromática em nanocompósitos. Com o seu estudo verificaram que os resultados não dependem exclusivamente do tamanho das partículas inorgânicas, mas dos componentes envolvidos na matriz orgânica, ou seja, a rugosidade e a pigmentação das resinas são determinadas pelo tipo de monómeros envolvidos: as resinas que continham TEGDMA na sua composição apresentaram piores resultados face às resinas à base de Bis-GMA ou UDMA. Embora a pigmentação seja importante no comportamento clínico e estético de uma restauração este fator é pouco relevante para este estudo uma vez que se avaliou apenas a topografia das restaurações e a sua influência na rugosidade.

Outros estudos comparativos entre resinas foram realizados: Nair *et al*⁽⁸¹⁾, em 2016 concluíram que resinas nanopartículas e micropartículas são menos rugosas que resinas híbridas; Joniot *et al*⁽⁸⁷⁾ também observaram que nem todas as resinas apresentam o mesmo comportamento quando sujeitos a acabamento e polimento e que

as resinas compostas por partículas nanométricas apresentam uma topografia mais regular em comparação com resinas constituídas por partículas maiores.

Outros ensaios⁽⁸⁸⁾ indicam que a quantidade de partículas inorgânicas também influi no resultado final, sendo que quanto mais elevada a percentagem de agentes de carga, mais uniforme (menos rugosa) a superfície. Neste estudo, as duas resinas utilizadas apresentam uma percentagem igual de agentes de carga que é de 80% por peso e, portanto, estes dados não são conclusivos para comparação.

É clinicamente importante determinar a técnica de acabamento que resultará numa superfície macia. Sabe-se que a rugosidade superficial de uma resina não depende apenas de um factor, como referido anteriormente, mas de um conjunto de factores como os materiais abrasivos, as propriedades (dureza e flexibilidade) dos materiais a ser desgastados, a dimensão das partículas e os monómeros que constituem a matriz orgânica (os dois últimos no caso das resinas).^(89, 90)

Na presente investigação foram usadas duas brocas para realizar o acabamento: carboneto de tungsténio (12 lâminas) e uma diamantada de grão super-fino, ambas tronco-cónicas.

Ao longo do desenvolvimento dos diversos tipos instrumentos de desgastes têm sido realizados estudos⁽⁸⁰⁾ para compreender qual o mecanismo de desgaste da cada uma, uma vez que os resultados obtidos também diferem consoante o tipo de abrasivo.

A broca de carboneto laminada remove tecido em rotação, através das lâminas pelo ângulo de ataque.⁽⁸⁰⁾ A abrasão provocada por estas brocas depende do número e angulação das lâminas de corte. Brocas com maior número de lâminas produzem superfícies mais lisas.⁽⁹¹⁾ Porém, as brocas laminadas de tungsténio possuem um limite de uso reduzido, uma vez que os detritos se acumulam entre as lâminas e estas perdem facilmente o poder de corte.⁽⁹²⁾ Watson,⁽⁹³⁾ em 1995, estudou a relação entre concentricidade das brocas laminadas e a interacção com o corte de tecido: concluiu que existem determinadas variações durante o processamento da broca e pequenos defeitos de concentricidade podem implicar danos no substrato; verificou também a existência menor dano nas brocas de carboneto com maior concentricidade.

As brocas diamantadas foram introduzidas no mercado no século XIX e apresentam elevada resistência à abrasão e ao desgaste, baixa geração de calor durante a fricção, elevada longevidade e são constituídas por uma matriz metálica (geralmente de níquel) preenchida por eletrodeposição com partículas de diamante de dimensão variável e, por isso, provocando rugosidades distintas.⁽⁹⁴⁾ Por sua vez, a broca

diamantada desgasta a superfície pelos grãos da qual é constituída, ejetando a estrutura abrasionada à frente das partículas de diamante e criando sulcos no substrato, transformando-o numa série de fendas paralelas às partículas,^(80, 91) como se observou na Figura 33.

Xu *et al*⁽⁹⁵⁾ em 1997, estudou o comportamento das brocas diamantadas relacionado com o dano sub-superficial de esmalte e verificou que este instrumento rotatório produz danos e micro-fissuras no esmalte bem como microfissuras, estendendo-se preferencialmente ao longo das fronteiras entre os prismas de esmalte. Estes resultados sugerem que a profundidade das fendas de degaste é independente da pressão exercida durante o corte. No mesmo estudo⁽⁹⁵⁾ é referido que o uso de brocas diamantadas de partículas menores é eficaz na remoção dos sulcos criados por uma broca diamantada de partículas maiores.

Após a análise comparativa do esmalte sujeito ao acabamento com a broca de carboneto de tungsténio e a broca diamantada rejeita-se a hipótese nula de que não existem diferenças significativas para o acabamento usando as duas diferentes brocas. Neste estudo observou-se que para todas as amostras, a broca de carboneto de tungsténio desempenhou melhor a função na obtenção de uma superfície mais lisa, quando comparada com a broca diamantada, com diferença estatisticamente significativa. Da mesma forma, o seu desempenho nas resinas compostas foi semelhante, com a diferença que os valores médios de rugosidade obtidos foram maiores no esmalte, possivelmente pela sua maior dureza e resistência ao desgaste. Vários estudos anteriormente realizados testaram, também, a rugosidade das restaurações e do esmalte usando diferentes brocas de acabamento e os resultados corroboram com os obtidos neste estudo.^(10, 42)

A maioria dos estudos desenvolvidos no uso de brocas em esmalte e/ou dentina relacionam os seus resultados com a adesão dentinária (rugosidade e ângulo de contacto - molhabilidade para procedimentos de adesão), o que não é aplicável para este estudo, uma vez que apenas se pretende avaliar a superfície após acabamento e polimento, porém, é de referir que os resultados são coincidentes em termos do comportamento das brocas na rugosidade. Al-Omari *et al*⁽⁹¹⁾ em 2001, mediu a rugosidade superficial e molhabilidade do esmalte e da dentina após o preparo com diferentes brocas dentárias, concluindo que as superfícies mais macias foram obtidas com brocas de acabamento de carboneto de tungsténio. Porém, sem diferenças significativas entre a rugosidade e a molhabilidade da superfície. Em 2005, Turssi, Ferracane e Serra⁽⁴²⁾ avaliaram o desgaste

superficial de diferentes resinas; contudo os resultados foram inconclusivos após o acabamento e polimento, mas após a análise do acabamento, exclusivamente, a broca de carboneto de tungstênio apresentou melhor comportamento a respeito de rugosidade face à diamantada. Em 2009, Ayad *et al*⁽⁸⁰⁾ verificou que a broca de carboneto após o acabamento de dentina produz uma superfície menos rugosa que uma broca diamantada, o que se traduz num ângulo de contacto inferior para os procedimentos adesivos pré-restauradores, o que não se traduz na problemática desta investigação.

Os resultados obtidos estão dependentes do tipo de broca usada. Neste estudo comparou-se a rugosidade usando duas brocas distintas; porém, existem inúmeras brocas no mercado com diferentes poder de corte. Cabe ao clínico deter conhecimento necessário relativo a cada tipo de broca, de forma a remover a quantidade necessária de tecido dentário ou restaurador. Ambas as brocas foram usadas em alta rotação com irrigação e todos os procedimentos foram realizados pelo mesmo operador, portanto, a velocidade de corte, a pressão exercida e a orientação da broca aquando do corte foram concretizadas dentro dos mesmo parâmetros, não se considerando estes factores como variáveis de influência deste estudo. Concluiu-se que a broca de carboneto de tungstênio resulta uma superfície de resina ou esmalte menos rugosa que uma broca diamantada de grão superfino. Os resultados obtidos foram superiores no esmalte. No entanto, embora estatisticamente existam diferenças significativas, a variação de rugosidade situa-se entre 0,083 a 0,377 μm nas resinas, e no esmalte entre 0,091 a 0,454 μm . Embora estes valores não sejam definitivos, uma vez que após o acabamento deve ser realizado o polimento, esta análise permite distinguir o efeito das brocas na topografia de uma superfície. No entanto, mais estudos são necessários para perceber se esta diferença micrométrica compromete o sucesso da restauração, através da adesão bacteriana e de pigmentos.

Como referido anteriormente, o polimento é um processo fundamental para a obtenção de uma superfície polida. Sabe-se que o acabamento e o polimento devem ser realizados com abrasivos progressivamente mais finos que os usados no acabamento, e mais duros que as resinas e/ou esmalte, caso contrário o agente abrasivo no polimento irá remover apenas a matriz orgânica deixando salientes à superfície as partículas inorgânicas.⁽⁸¹⁾ A eficácia do polimento depende do tipo de substrato (em resinas com partículas menores a rugosidade obtida é inferior), o tempo usado no polimento (usou-se o recomendado pelo fabricante: 20 segundos em cada passo no sistema Ehnance® e no sistema Shiny®) e o tipo de abrasivos usados.⁽⁵⁸⁾ Alguns sistemas de polimento são

constituídos por um ou mais abrasivos, todavia, para redução do número de passos foram desenvolvidos a associação de pastas diamantadas com pontas de borracha sintéticas, de forma a economizar tempo e aperfeiçoar a superfície da restauração - designados de polimento de apenas um passo.⁽⁷²⁾ Ainda assim, existem estudos⁽⁷⁵⁾ que apresentam melhores resultados para a superfície quando se utiliza um sistema com várias etapas de polimento.

Após a execução do acabamento, realizou-se o polimento das amostras com dois sistemas distintos: o sistema Enhance® e o sistema Shiny®, descritos no capítulo Materiais e Métodos. Ambos são sistemas de polimento de múltiplos passos, em que se associam pastas abrasivas com pontas ou escovas abrasivas.

O sistema Shiny® é realizado em três passos: primeiro polimento com uma escova de pêlo de cabra em associação com uma pasta de diamante de 3µm, seguido de polimento com disco de feltro associado a uma pasta diamantada de 1 µm e, por fim, um disco de feltro com uma pasta de óxido de alumínio. Por sua vez, o sistema Enhance® executa-se com a aplicação de uma ponta revestida por óxido de alumínio contra a superfície com pressão controlada, seguido de uma ponta polimérica em forma de taça associada a uma pasta de alumínio e, por fim, outra ponta de taça associada a uma pasta de óxido de alumínio menos abrasiva. Os resultados obtidos para os dois sistemas de polimento rejeitam a hipótese nula de igualdade de rugosidade de superfícies. Nos três parâmetros avaliados, o sistema Shiny® apresenta valores médios de rugosidade inferiores, comparativamente com o sistema Enhance®, tanto em esmalte como nas resinas compostas. Adicionalmente, verificou-se que em todas as superfícies das resinas polidas com o sistema Enhance® existem defeitos de superfície, resultado de desagregação inorgânica da estrutura resinosa, de dimensões de 20µm de comprimento por 0,4µm de profundidade (Figura 44). O sistema Enhance® deve ser controlado por pressão, o que implica que um excesso de pressão durante o polimento irá provocar falhas superficiais, que se traduz na remoção de agregados de partículas inorgânicas, formados pelas nanopartículas primárias e unidos entre si por forças intermoleculares (96). Sabe-se que este sistema pode ser usado não apenas no polimento de resinas, mas também em cerâmicas de aplicação dentária e esmalte. O polimento executado com as pastas de diamante de abrasão decrescente, no sistema Shiny® demonstrou eficácia na redução dos sulcos criados pelas brocas durante a fase de acabamento, sem evidência de crateras como verificado pelo outro sistema de polimento usado (Figura 44). Estes resultados demonstram a efectividade de desgaste das

partículas de diamante, capaz de eliminar os sulcos e irregularidades de uma superfície, embora a eficácia de polimento com materiais à base de óxido de alumínio já tenha sido provada.⁽⁴⁸⁾

Na análise estatística dos dados obtidos após o polimento apenas foi comparado a rugosidade obtida com ambos. Embora os valores obtidos se traduzam em diferença estatística de rugosidade (inferiores para Shiny®), não se analisou os resultados tendo em conta as variáveis prévias ao polimento (tipo de resinas compostas e tipo de brocas de acabamento). Seria necessária uma análise detalhada das demais variáveis caso não se tivesse obtido diferença estatística após polimento, uma vez que este procedimento não teria sido eficaz, por si só, na eliminação dos outros factores.

Os resultados obtidos estão de acordo com estudos resultados anteriormente para comparação de efeitos de polimento. Chinelatti *et al*⁽⁹⁰⁾ em 2006, demonstrou que o polimento permite a obtenção de superfícies mais duras e resistentes. Erdemir *et al*⁽⁴⁸⁾ em 2013, verificou que o polimento realizado com partículas de diamante é superior ao realizado apenas com abrasivos à base de alumina. Outro estudo realizado por Barakah⁽²⁷⁾ em 2014, demonstrou ausência de diferença entre diversos sistemas de polimento, tendo-se obtido aumento de resistência do material em todas as resinas polidas. Talu *et al*⁽⁷⁵⁾ em 2015, verificou que o polimento realizado em múltiplos passos é mais eficaz para obter superfícies mais lisas, principalmente quando executado com pastas de diamante. Gonulol e Yilmaz⁽⁵⁸⁾ estudaram o efeito do acabamento e polimento na rugosidade superficial e estabilidade cromática de nanocompósitos; usaram sete sistemas de polimento, entre os quais o sistema Enhance® e verificaram que o sistema com rugosidade mais baixa foi obtido com os discos Sof-Lex® (não utilizados neste estudo) e o sistema Enhance® providenciou as resinas com maior resistência à pigmentação. Adicionalmente concluíram que o tempo usado no polimento, o tamanho das partículas das resinas e o tipo de abrasivos podem influenciar a topografia final da restauração.

O polimento é fundamental na obtenção de superfícies regulares que diminuam a susceptibilidade à adesão de pigmentos.⁽⁷²⁾ Bollen⁽⁶²⁾ em 1997, referiu que se a rugosidade superficial de uma resina fosse superior a 0,2µm ocorreria acumulação de placa bacteriana e aumento do risco de recidiva de cárie e doença periodontal. Após o acabamento e polimento das resinas, apenas as amostras polidas com o sistema Ehnance® se apresentam superiores a este valor, no parâmetro rugosidade e ondulação (rugosidade com Ehnance® nas resinas de 0,236µm e ondulação com Ehnance® de

0,206µm, embora sejam diferenças manométricas). Ainda assim, com os resultados obtidos é possível deduzir que o sistema Shiny® é mais efectivo na obtenção de superfícies menos rugosas.

Uma vez avaliadas as superfícies de resina e esmalte após acabamento e polimento e, concluindo que a broca laminada, para acabamento, e o sistema Shiny, para polimento, produzem superfícies com rugosidade inferior, respectivamente, procedeu-se à análise qualitativa da interface entre os substratos resina e esmalte. Esta análise baseou-se na comparação das imagens da interface recolhidas por perfilómetro óptico e manipuladas através do software SensoScan 5.3 (Sensofar Tech S.L), após o processo de acabamento e polimento, individualmente. Sabe-se que a interface entre uma restauração e o tecido dentário é um potencial local de adesão bacteriana e pigmentos, podendo desencadear-se a partir desta zona infiltração marginal e cárie recorrente.^(97, 98) Não é totalmente possível evitar a falha entre dois substratos.⁽⁹⁹⁾ Sabe-se que a adesão ao esmalte é melhor do que à dentina, porém, o esmalte apresenta módulo de elasticidade mais elevado, o que aumenta a concentração de tensões na interface entre esmalte e restauração e, conseqüentemente, defeitos na adesão entre os dois substratos⁽⁵⁴⁾; no entanto, neste estudo, a avaliação da superfície foi realizada sempre entre esmalte e compósito.

Na avaliação da interface entre esmalte e resinas após acabamento, verificou-se que a broca diamantada apresentou maior poder abrasivo e removeu maior quantidade de estrutura, observando-se sulcos paralelos à orientação da broca provocados pelos grãos de diamante, o que está de acordo com os achados anteriores quando se avaliou a superfície de esmalte e resinas separadamente. Todavia, embora a menor rugosidade superficial tenha sido obtida com a broca de carboneto de tungsténio apenas na superfície de resinas e esmalte, separadamente, parece haver degradação da interface nas amostras em que se usou a broca laminada. Estes resultados indicam que a broca de carboneto usada neste estudo apresenta um comportamento não homogéneo quando é usada, simultaneamente, em dois substratos com propriedades físicas distintas. Poderia questionar-se se esta degradação de margem periférica não teria sido provocada durante a execução da cavidade, mas todas as cavidades foram realizadas com uma broca esférica diamantada seguindo os mesmos procedimentos independentemente do processo restaurador a que foram sujeitas posteriormente, não sendo, por isso, de carácter relevante nesta questão. Subjacente a este facto, verificou-se que, apesar da resina Hri providenciar uma melhor interface (Figura 46) que a resina Synergy, a

degradação provocada pela broca de carboneto está presente em todas as restaurações independentemente do tipo de resina composta usada.

A escolha de diferentes instrumentos rotatórios para obter superfícies mais lisas tem sido investigado no passado⁽⁸²⁾, com excelentes resultados de polimento em detrimento das brocas de carboneto de tungstênio. Delgado⁽¹⁰⁰⁾ em 2014, estudou a integridade marginal de uma restauração usando diferentes métodos de acabamento e polimento e conclui, no seu estudo, que a desadaptação não estava dependente das técnicas de acabamento. Pelo contrário, outros autores⁽¹⁰¹⁾ verificaram que as pontas de carboneto de tungstênio causam danos às margens periféricas da restauração, pressupondo-se que a causa é um desempenho não homogêneo das lâminas deste tipo de broca. Luebke *et al*⁽⁹²⁾ demonstrou que o uso de brocas de carboneto para corte de tecido dentário como esmalte produz dano nas brocas. Xu *et al*⁽⁹⁵⁾, em 1997 estudou o dano provocado pelas brocas diamantadas e verificou que embora as fissuras e defeitos no tecido dentário estejam presentes, estas dependem da orientação dos prismas de esmalte, embora consigam ser facilmente eliminadas, posteriormente, com a aplicação de outra broca diamantada de granulometria inferior.

Diferentes estudos avaliaram o comportamento e mecanismo de corte das brocas de carboneto laminadas:^(92, 93) Sabe-se que as brocas de carboneto giram no sentido horário e geralmente têm um ângulo de corte nulo ou radial. Quando a broca é aplicada na resina composta, a aresta de corte vai criar atrito e uma zona de compressão à frente da lâmina, o que irá aumentar a pressão, provocar calor, exceder o limite das propriedades físicas da resina e provocar a degradação e separação do substrato. Se, por outro lado, a broca for aplicada a uma margem de compósito que lhe permita atingir primeiro o esmalte, a mesma é mais eficaz na geração de calor e consistente a remover os excessos de compósito.

Chinellatti *et al*⁽⁹⁰⁾ verificou que acabamento e polimento realizado imediatamente após a polimerização das resinas pode afetar a integridade marginal, levando à formação de fendas na interface dente/restauração, devido à tensão gerada pelos instrumentos rotatórios, repercutindo-se numa superfície menos resistente à deformação permanente, contudo, cada procedimento foi realizado com intervalos de de tempo espaçados, uma vez que estava dependente de análise, não sendo este um ponto causal da falha na integridade marginal.

Por fim, após o polimento, verificou-se que o sistema Enhance® não é tão eficaz na redução de rugosidade após acabamento, em comparação com o sistema Shiny®

(Figura 47) tal como verificado anteriormente na avaliação quantitativa das superfícies de resina e esmalte, respectivamente.

Para obtenção de uma superfície pouco rugosa, não é importante apenas a composição dos materiais, mas uma elevada qualidade de ferramentas de trabalho e mecanismos de processamento, bem como a familiarização do operador com estas actuações de forma a fazer a melhor escolha possível durante o procedimento clínico, de forma a criar protocolos de acabamento e polimento que minimizem erros e permitam sucesso clínico a longo prazo.

Este estudo foi realizado através de um perfilómetro óptico de luz branca. Estudos anteriores^(85, 87, 96) têm sido realizados com perfilómetro de contacto, com uma resolução de 20-50 μ m. A perfilometria óptica é um método de análise tridimensional que proporciona uma representação qualitativa e quantitativa do relevo superficial. É um método sem contacto mecânico e o dispositivo de medição é um feixe óptico. O princípio baseia-se numa onda plana que cai sobre uma superfície plana não totalmente absorvente, sofrendo reflexão e propagando-se ao longo da superfície. Uma vez que existem irregularidades nestas amostras, os pontos vizinhos, não estando à mesma altura, provocam uma difusão da luz em diferentes ondas. A sua resolução vertical é de 10nm e a lateral de 2 μ m. Assim, os valores de rugosidade obtidos são mais precisos, especialmente para avaliação de compósitos compostos por partículas nanométricas. Além disso, a perfilometria mecânica apenas fornece uma representação bidimensional da superfície,⁽⁸¹⁾ providenciando menor informação, em comparação com a perfilometria óptica. Um estudo realizado por Kakaboura *et al*⁽⁸⁵⁾ em 2007, verificou que a microscopia de força atómica fornece uma análise mais detalhada do que perfilometria mecânica e melhor definição de imagens do que microscopia electrónica. Portanto, a perfilometria tridimensional é aceite e útil na avaliação da rugosidade superficial de substratos.

No entanto, para estudar a longevidade e o sucesso das restaurações a longo prazo, mais estudos que se assimilhem às condições orais são necessários para perceber as implicações clínicas dos métodos de acabamento e polimento de uma restauração.

De forma a enriquecer e responder a algumas dúvidas que surgiram no desenvolver deste trabalho seria interessante complementar com ensaios em SEM, fazer EDS e testes de Dureza às amostras.

XIV. Conclusão

Apesar das limitações deste estudo é possível ultimar que os métodos de acabamento e polimento são cruciais na elaboração de uma restauração com boas propriedades topográficas. O perfilômetro óptico fornece uma avaliação tridimensional com excelente informação qualitativa e quantitativa das superfícies.

A partir dos resultados obtidos é possível concluir que:

Os sistemas de acabamento e polimento reduzem as irregularidades superficiais de uma restauração em resina composta e em esmalte;

- A rugosidade superficial das resinas compostas fotopolimerizadas contra uma matriz de poliéster transparente é inferior à de resinas desgastada com brocas;
- Não existem diferenças significativas na rugosidade entre a resina composta Synergy®D6 e HRi®;
- Existe diferença estatística significativa no acabamento de superfícies de resinas e esmalte com uma broca laminada de tungsténio e com uma broca diamantada de grão extra-fino, sendo que a broca laminada de tungsténio potencia uma superfície menos rugosa;
- Existe diferença estatística significativa nos sistemas de polimento usados, sendo que o sistema Shiny® é mais eficaz na redução da rugosidade superficial das superfícies de resina e esmalte, respectivamente;
- Verifica-se que a broca laminada não é eficaz no acabamento na interface, uma vez que apresenta um comportamento não-homogéneo perante dois substratos distintos;
- O polimento Shiny® é o mais eficaz na obtenção de uma rugosidade superficial inferior a $0,2\mu\text{m}$ e apresenta um comportamento satisfatório no polimento entre dois substratos distintos (compósito e esmalte).

XV. Bibliografia

1. Swift EJ, Bayne SC, Marker VA, Ford KY. Review of the 1994 dental materials literature. *Dental materials journal*. 1995;11:52-77.
2. Wilson F, Roulet F, Fuzzi M. *Advances in operative dentistry, challenges of the future*: Quintessence Pub; 2001.
3. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *Journal of dental research*. 1955;34(6):849-53.
4. Buonocore MG. Principles of Adhesive Retention and Adhesive Restorative Materials. *Journal of the American Dental Association*. 1963;67:382-91.
5. Pedroso AMM. *Adesivos Dentários: Resistência Adesiva aos Tecidos Dentários*: Universidade do Porto; 2014.
6. García A, Lozano M, Vila J, Escribano A, Galve P. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2006;11:215-20.
7. Ferracane JL. Resin composite - state of the art. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2011;27(1):29-38.
8. Milnar F. The Evolution of Direct Composites. *Compendium*. 2011;32(1):2-3.
9. Franco LM, Gonçalves RS, Pellizzer EP. *Odontologia Adesiva Atual: Uma revisão da Literatura*. *Revista Odontológica de Araçatuba*. 2013;34(2):57-60.
10. 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. *The international journal of esthetic dentistry*. 2014;9(1):70-89.
11. Summitt JB. *Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach*. 2 ed: Quintessence Pub.; 2006.
12. Talib R. Dental Composites: A Review. *J Nihon Univ Sch Dent*. 1993;35:161-70.
13. Fernandes H, Silva R, Marinho M, Oliveira P, Silva R, Ribeiro J, et al. Evolução da resina composta: Revisão da Literatura. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações*. 2014;12(2):401-4011.

14. Sousa BLN. Estudo comparativo da rugosidade superficial de resinas compostas submetidas a diferentes métodos de polimento. Viseu: Universidade Católica Portuguesa; 2012.
15. Aljosa I, Tijana L, Larisa B, Marko V. Influence of Light-curing Mode on the Mechanical Properties of Dental Resin Nanocomposites. *Procedia Engineering*. 2014;69:921-30.
16. Albuquerque PP, Moreira AD, Moraes RR, Cavalcante LM, Schneider LF. Color stability, conversion, water sorption and solubility of dental composites formulated with different photoinitiator systems. *Journal of dentistry*. 2013;41(3):67-72.
17. Degrange M, Roulet JF. *Minimally Invasive Restorations with Bonding*: Quintessence Publishing Company; 1997.
18. Powers JM, Wataha JC. *Dental Materials: Properties and Manipulation*: Elsevier Health Sciences; 2014.
19. Diamantopoulou S, Papazoglou E, Margaritis V, Lynch CD, Kakaboura A. Change of optical properties of contemporary resin composites after one week and one month water ageing. *Journal of dentistry*. 2013;41(5):e62-9.
20. Anusavice K. *Phillips' Science of Dental Materials*. 11th ed: Saunders; 2003.
21. Kwon Y, Ferracane J, Lee IB. Effect of layering methods, composite type, and flowable liner on the polymerization shrinkage stress of light cured composites. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2012;28(7):801-9.
22. O'Brien WJ. *Dental Materials and Their Selection*. 3rd ed: Library of Congress Cataloging; 2002.
23. Silva EM, Doria J, Silva J, Santos GV, Guimaraes JG, Poskus LT. Longitudinal evaluation of simulated toothbrushing on the roughness and optical stability of microfilled, microhybrid and nanofilled resin-based composites. *Journal of dentistry*. 2013;41(11):1081-90.
24. El-Safty S, Akhtar R, Silikas N, Watts DC. Nanomechanical properties of dental resin-composites. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2012;28(12):1292-300.
25. Ferreira PM, Souto SHA, Borges BCD, Assunção IV, Costa GFA. Impact of a novel polishing method on the surface roughness and micromorphology of nanofilled and microhybrid composite resins. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*. 2015;56(1):18-24.

26. Shitsuka C, Shitsuka R, Corrêa MSNP. Rugosidade superficial das resinas compostas: estética e longevidade clínica. *Revista da Faculdade de Odontologia - UPF*. 2014;19(2):258-61.
27. Barakah HM, Taher NM. Effect of polishing systems on stain susceptibility and surface roughness of nanocomposite resin material. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2014;112(3):625-31.
28. Hosoya Y, Shiraishi T, Puppin-Rontani RM, Powers JM. Effects of acidulated phosphate fluoride gel application on surface roughness, gloss and colour of different type resin composites. *Journal of dentistry*. 2011;39(10):700-6.
29. Sideridou ID, Karabela MM, Vouvoudi E. Physical properties of current dental nanohybrid and nanofill light-cured resin composites. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2011;27(6):598-607.
30. Pontes A, Mainieri E, Pacheco J, Martins J, Shinkai R, Mainieri V. Rugosidade superficial de compósitos microparticulados e nanoparticulados após acabamento e polimento. *RGO*. 2009;57(2):179-82.
31. Ateyah N. Mechanical behavior of water-aged nano-filled hybrid composite restoratives. *King Saud University Journal of Dental Sciences*. 2013;4(1):21-5.
32. Mikhail SS, Schricker SR, Azer SS, Brantley WA, Johnston WM. Optical characteristics of contemporary dental composite resin materials. *Journal of dentistry*. 2013;41(9):771-8.
33. Zimmerli B, Strub M, Jeger F, Stadler O, Lussi A. Composite materials: Composition, properties and clinical applications. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*. 2010;120:972-9.
34. Porto IC, de Aguiar FH, Brandt WC, Liporoni PC. Mechanical and physical properties of silorane and methacrylate-based composites. *Journal of dentistry*. 2013;41(8):732-9.
35. Ornaghi BP, Meier MM, Lohbauer U, Braga RR. Fracture toughness and cyclic fatigue resistance of resin composites with different filler size distributions. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2014;30(7):742-51.
36. Mousavinasab SM. Effects of Filler Content on Mechanical and Optical Properties of Dental Composite Resin, Metal, Ceramic and Polymeric Composites for Various Uses: InTech; 2011.
37. Ferracane JL, Hilton TJ. Polymerization stress - Is it clinically meaningful? *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2015.

38. Zorzin J, Maier E, Harre S, Fey T, Belli R, Lohbauer U, et al. Bulk-fill resin composites: polymerization properties and extended light curing. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2015;31(3):293-301.
39. Kim RJ, Kim YJ, Choi NS, Lee IB. Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. *Journal of dentistry*. 2015;43(4):430-9.
40. Martinsen M, El-Hajjar RF, Berzins DW. 3D full field strain analysis of polymerization shrinkage in a dental composite. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2013;29(8):161-7.
41. Barreto RO, Gayosso CÁ, Ibarra JG. Light-polymerization of composite resins through different thicknesses of dental tissue. *Revista Odontológica Mexicana*. 2015;19(4):218-23.
42. Turssi CP, Ferracane JL, Serra MC. Abrasive wear of resin composites as related to finishing and polishing procedures. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2005;21(7):641-8.
43. Heintze SD, Zellweger G, Zappini G. The relationship between physical parameters and wear of dental composites. *Wear*. 2007;263(7-12):1138-46.
44. Mayworm CD, Camargo SS, Jr., Bastian FL. Influence of artificial saliva on abrasive wear and microhardness of dental composites filled with nanoparticles. *Journal of dentistry*. 2008;36(9):703-10.
45. Lainović T, Vilotić M, Larisa B, Kakaš D, Marković D, Ivanišević A. Determination of surface roughness and topography of dental resin-based nanocomposites using AFM analysis. *Bosn J Basic Med Sci*. 2013;13(1):34-43.
46. Balan A, Sandu A, Sroleriu S, Pintiliciuc VS, Toma V. Effect of Different Finishing and Polishing Systems on the Surface Roughness of Composite Resins. *Materiale Plastice*. 2015;52(1):55-7.
47. Lainović T, Blažić L, Kukuruzović D, Vilotić M, Ivanišević A, Kakaš D. Effect of Diamond Paste Finishing on Surface Topography and Roughness of Dental Nanohybrid Composites – AFM Analysis. *Procedia Engineering*. 2014;69:945-51.
48. Erdemir U, Yildiz E, Eren MM, Ozsoy A, Topcu FT. Effects of polishing systems on the surface roughness of tooth-colored materials. *Journal of Dental Sciences*. 2013;8(2):160-9.

49. Scheider I, Xiao T, Yilmaz E, Schneider GA, Huber N, Bargmann S. Damage modeling of small-scale experiments on dental enamel with hierarchical microstructure. *Acta biomaterialia*. 2015;15:244-53.
50. Miqueleti M, Netto C. Estudo Comparativo da Rugosidade Superficial do Esmalte Humano com Resinas Compostas Texturizadas. UNIBAN BRASIL.
51. Li Y, Carrera C, Chen R, Li J, Lenton P, Rudney JD, et al. Degradation in the dentin-composite interface subjected to multi-species biofilm challenges. *Acta biomaterialia*. 2014;10(1):375-83.
52. Martins GC, Franco AP, Godoy EP, Maluf DR, Gomes JC, Gomes OM. Adesivos dentinários. *RGO*. 2008;56(4):429-36.
53. Tanaka A, Nakajima M, Seki N, Foxton RM, Tagami J. The effect of tooth age on colour adjustment potential of resin composite restorations. *Journal of dentistry*. 2015;43(2):253-60.
54. Boaro LC, Froes-Salgado NR, Gajewski VE, Bicalho AA, Valdivia AD, Soares CJ, et al. Correlation between polymerization stress and interfacial integrity of composites restorations assessed by different in vitro tests. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2014;30(9):984-92.
55. Al-Nahedh HN, Awliya WY. The effectiveness of four methods for stain removal from direct resin-based composite restorative materials. *The Saudi dental journal*. 2013;25(2):61-7.
56. Straioto F, Neto A, Soares C, Mello J. Avaliação da topografia de superfície do esmalte dentário humano erupcionado em função da idade. *Simpósio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica*. 2005.
57. Ferraris F. Adhesion, Layering, and Finishing of Resin Composite Restorations for Class II Cavity Preparations. *The European Journal Of Esthetic Dentistry* 2007;2(2):210-21.
58. Gonulol N, Yilmaz F. The effects of finishing and polishing techniques on surface roughness and color stability of nanocomposites. *Journal of dentistry*. 2012;40 Suppl 2:e64-70.
59. Delaviz Y, Finer Y, Santerre JP. Biodegradation of resin composites and adhesives by oral bacteria and saliva: a rationale for new material designs that consider the clinical environment and treatment challenges. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2014;30(1):16-32.

60. Aykent F, Yondem I, Ozyesil A, Gunal S, Avunduk M, Ozkan S. Effect of different finishing techniques for restorative materials on surface roughness and bacterial adhesion. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2010;103(4):221-7.
61. Cross SE, Kreth J, Wali RP, Sullivan R, Shi W, Gimzewski JK. Evaluation of bacteria-induced enamel demineralization using optical profilometry. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2009;25(12):1517-26.
62. Bollen C, 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. *Dental Materials*. 1997;13:258-69.
63. Teughels W, Assche N, Sliepen I, Quirynen M. Effect of material characteristics and/or surface topography on biofilm development. *Clin Oral Imp Res*. 2006;17(2):68-81.
64. Aljabo A, Xia W, Liaqat S, Khan MA, Knowles JC, Ashley P, et al. Conversion, shrinkage, water sorption, flexural strength and modulus of re-mineralizing dental composites. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2015;31(11):1279-89.
65. Lin BA, Jaffer F, Duff MD, Tang YW, Santerre JP. Identifying enzyme activities within human saliva which are relevant to dental resin composite biodegradation. *Biomaterials*. 2005;26(20):4259-64.
66. Kumari RV, Nagaraj H, Siddaraju K, Poluri RK. Evaluation of the Effect of Surface Polishing, Oral Beverages and Food Colorants on Color Stability and Surface Roughness of Nanocomposite Resins. *Journal of International Oral Health*. 2015;7(7):63-70.
67. Alandia-Roman C, Cruvinel D, Sousa A, Pires-de-Sousa F, Panzeri H. Effect of cigarette smoke on color stability and surface roughness of dental composites. *Journal of dentistry*. 2013;41(5):73-9.
68. Henriques I, Seabra B, Arantes-Oliveira S, Portugal J. Influência da técnica de acabamento e do tempo de exposição na estabilidade cromática do bis-acrílico. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*. 2014;55(4):220-6.
69. Sarkis E. Color change of some aesthetic dental materials: Effect of immersion solutions and finishing of their surfaces. *The Saudi dental journal*. 2012;24(2):85-9.

70. Antonson SA, Yazici AR, Kilinc E, Antonson DE, Hardigan PC. Comparison of different finishing/polishing systems on surface roughness and gloss of resin composites. *Journal of dentistry*. 2011;39(1):9-17.
71. Kaizer MR, de Oliveira-Ogliari A, Cenci MS, Opdam NJ, Moraes RR. Do nanofill or submicron composites show improved smoothness and gloss? A systematic review of in vitro studies. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2014;30(4):41-78.
72. Alawjali SS, Lui JL. Effect of one-step polishing system on the color stability of nanocomposites. *Journal of dentistry*. 2013;41(3):53-61.
73. Phillips RW, Skinner EW. *Skinner's science of dental materials*: Saunders; 1991.
74. Jefferies SR. Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: a state-of-the-art review. *Dental clinics of North America*. 2007;51(2):379-97, ix.
75. Tălu S, Stach S, Lainović T, Vilotić M, Blažić L, Alb SF, et al. Surface roughness and morphology of dental nanocomposites polished by four different procedures evaluated by a multifractal approach. *Applied Surface Science*. 2015;330:20-9.
76. Micerium. *Aesthetics - Enamel Plus Shiny*. Shiny2011. p. 16-9.
77. Santiago S, Passos VF. Methodologies to Analyze the Micromorphological Alterations of Enamel Subjected to Abrasion/Erosion. *Dentistry*. 2014;04(09):1-7.
78. Al-Kheraif AA. The effect of mechanical and chemical polishing techniques on the surface roughness of heat-polymerized and visible light-polymerized acrylic denture base resins. *The Saudi dental journal*. 2014;26(2):56-62.
79. Sharma S, Cross SE, Hsueh C, Wali RP, Stieg AZ, Gimzewski JK. Nanocharacterization in dentistry. *International journal of molecular sciences*. 2010;11(6):2523-45.
80. Ayad MF, Johnston WM, Rosenstiel SF. Influence of dental rotary instruments on the roughness and wettability of human dentin surfaces. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2009;102(2):81-8.
81. 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;19:91-5.
82. Ferraris F, Conti A. Superficial roughness on composite surface, composite-enamel and composite-dentin junctions after different finishing and polishing procedures. Part II: roughness with diamond finishing and differences between enamel

composite vs body composite. *The international journal of esthetic dentistry*. 2014;9(2):184-204.

83. Maresca C. Effect of finishing instrumentation on enamel and composite surface morphology and marginal integrity of resin-based composite restorations: University of North Carolina; 2006.

84. Ruschel VC, Basso G, Andrada M, Maia PH. Effects of different polishing systems on the surface roughness and microhardness of a silorane-based composite. *Applied Adhesion Science* 2014;2(7):1-10.

85. Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *Journal of materials science Materials in medicine*. 2007;18(1):155-63.

86. Jung M, Sehr K, Klimek J. Surface texture of four nanofilled and one hybrid composite after finishing. *Operative dentistry*. 2007;32(1):45-52.

87. Joniot S, Salomon JP, Dejoux J, Gregoire G. Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Operative dentistry*. 2006;31(1):39-46.

88. dos Santos PH, Pavan S, Suzuki TY, Briso AL, Assuncao WG, Sinhoreti MA, et al. Effect of fluid resins on the surface roughness and topography of resin composite restorations analyzed by atomic force microscope. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. 2011;4(3):433-9.

89. Calheiros FC, Daronch M, Rueggeberg FA, Braga RR. Effect of temperature on composite polymerization stress and degree of conversion. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2014;30(6):613-8.

90. Chinelatti MA, Ramos RP, Chimello AT, Palma-Dibb RG. Evaluation of the surface hardness of composite resins before and after polishing at different times. *J Appl Oral Sci*. 2006;14(3):188-92.

91. Al-Omari WM, Mitchell CA, Cunningham JL. Surface roughness and wettability of enamel and dentine surfaces prepared with different dental burs. *Journal of oral rehabilitation*. 2001;28:645-50.

92. Luebke NH, Chan KC, Bramson JB. The cutting effectiveness of carbide fissure burs on teeth. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1980;43(1):42-5.

93. Watson TF, Cook RJ. The Influence of Bur Blade Concentricity on High-speed Tooth-cutting Interactions: A Video-rate Confocal Microscopic Study. *Journal of dental research*. 1995;74(11):1749-55.
94. Siegel SC, Fraunhofer JA. Dental cutting: The historical development of diamond burs. *JADA* 1998;129:740-5.
95. Xu HHK, Kelly JR, Jahanmir S, Thompson VP, Rekow ED. Enamel Subsurface Damage Due to Tooth Preparation with Diamonds. *Journal of dental research*. 1997;76(10):1698-706.
96. Janus J, Fauxpoint G, Arntz Y, Pelletier H, Etienne O. Surface roughness and morphology of three nanocomposites after two different polishing treatments by a multitechnique approach. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2010;26(5):416-25.
97. Beck F, Dumitrescu N, Konig F, Graf A, Bauer P, Sperr W, et al. One-year evaluation of two hybrid composites placed in a randomized-controlled clinical trial. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2014;30(8):824-38.
98. Campos EA, Ardu S, Lefever D, Jasse FF, Bortolotto T, Krejci I. Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. *Journal of dentistry*. 2014;42(5):575-81.
99. Yilmaz F, Gonulol N, Guler E, Ersoz E, Aytac F. Effects of different light sources on microleakage of composite resins with different monomer structures. *Journal of Dental Sciences*. 2014;9(4):364-70.
100. Delgado AJ. Evaluation of marginal integrity as a result of different finishing instrumentation based on restorative material and margin location. Chapel Hill: University of North Carolina; 2014.
101. Nishimura K, Ikeda M, Yoshikawa T, Otsuki M, Tagami J. Effect of various grit burs on marginal integrity of resin composite restorations. *J Med Dent Sci*. 2005;52:9-15.

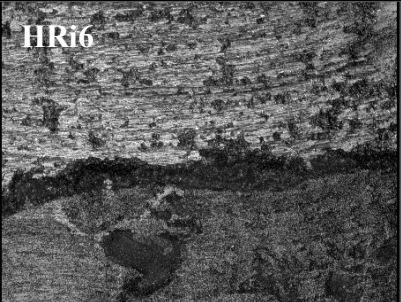

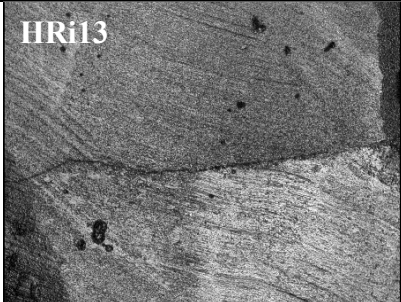
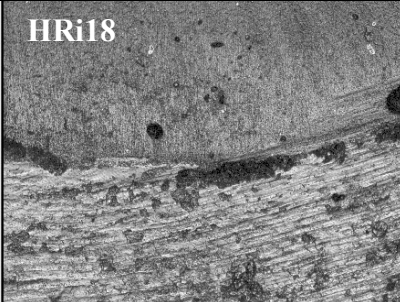
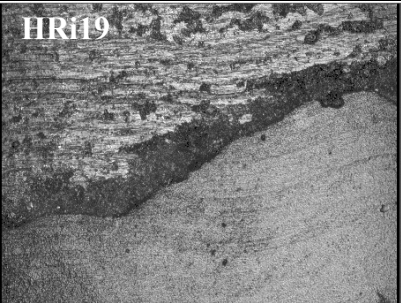

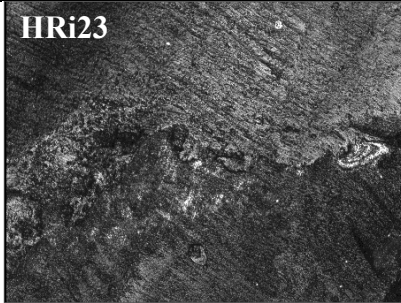

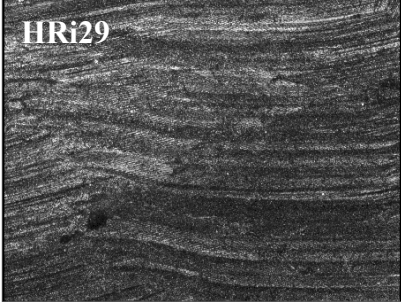
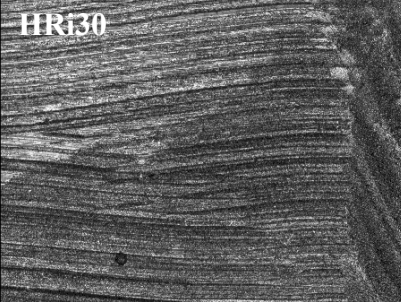
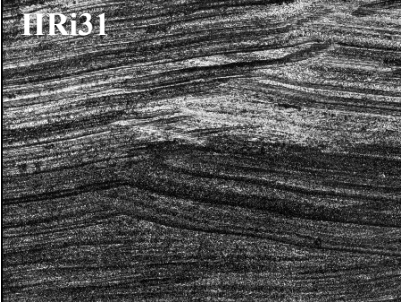
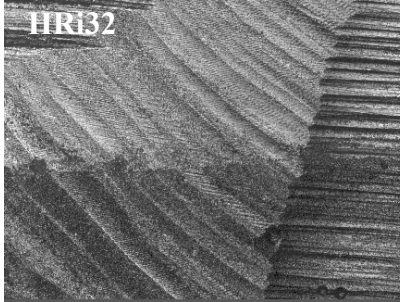
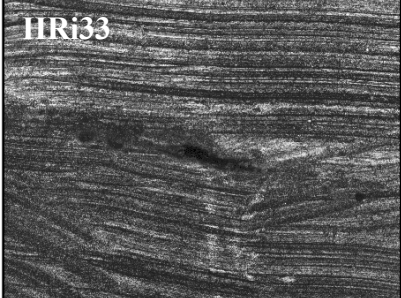
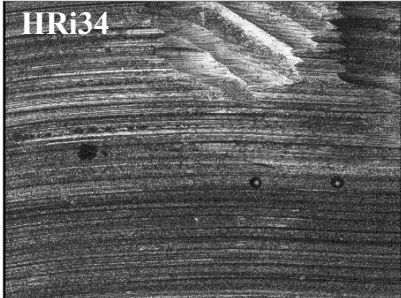
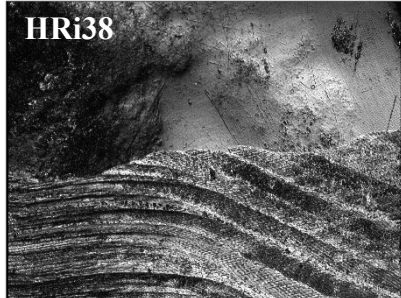
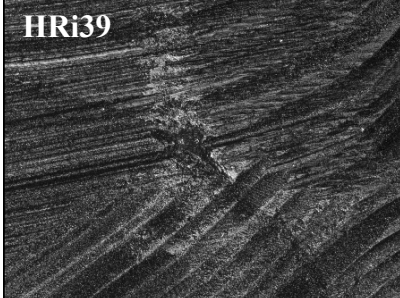
Anexo 1. Valores médios (Ra, em μm) obtidos após o acabamento e polimento das amostras.

ACABAMENTO									POLIMENTO										
	Esmalte				Compósito				Esmalte				Compósito						
	Rugosidade (μm)	Ondulação (μm)	Acabamento (μm)		Rugosidade (μm)	Ondulação (μm)	Acabamento (μm)		Rugosidade (μm)	Ondulação (μm)	Acabamento (μm)		Rugosidade (μm)	Ondulação (μm)	Acabamento (μm)				
Laminada	1	0,560	0,380	0,150	HL	1	0,402	0,2376	0,084	LS	1	0,029	0,186	0,029	HLS	1	0,1180	0,0956	0,0281
	2	0,690	0,250	0,360		2	0,434	0,2205	0,083		2	0,013	0,146	0,013		2	0,1229	0,1272	0,0119
	3	0,560	0,170	0,160		3	0,628	0,1560	0,062		3	0,054	0,280	0,054		3	0,2038	0,0158	0,0600
	4	0,520	0,300	0,130		4	0,413	0,1995	0,074		4	0,055	0,215	0,055		4	0,1076	0,0702	0,0233
	5	0,430	0,240	0,180		5	0,570	0,2191	0,067	LE	5	0,095	0,501	0,095	HLE	5	0,1318	0,1061	0,0516
	6	0,670	0,180	0,150		6	0,466	0,2221	0,097		6	0,065	0,561	0,065		6	0,1051	0,1016	0,0520
	7	0,300	0,260	0,130		7	0,509	0,2592	0,069		7	0,068	0,202	0,068		7	0,1114	0,1235	0,0344
	8	0,500	0,350	0,190		8	0,338	0,2867	0,080		8	0,033	0,172	0,033		8	0,1392	0,1162	0,0538
	9	0,670	0,220	0,230	SL	9	0,392	0,3016	0,175	LS	9	0,017	0,350	0,015	SLS	9	0,1009	0,1143	0,0308
	10	0,920	0,370	0,130		10	0,412	0,3557	0,094		10	0,014	0,263	0,028		10	0,1291	0,0936	0,0240
	11	0,720	0,340	0,250		11	0,593	0,2787	0,152		11	0,029	0,489	0,030		11	0,1517	0,1418	0,0173
	12	0,680	0,260	0,270		12	0,722	0,2934	0,182		12	0,009	0,122	0,046		12	0,2233	0,0958	0,0237
	13	0,610	0,270	0,300		13	0,363	0,2948	0,152	LE	13	0,085	0,312	0,022	SLE	13	0,1948	0,1954	0,1299
	14	0,300	0,270	0,120		14	0,254	0,1941	0,111		14	0,082	0,254	0,095		14	0,1403	0,4849	0,0748
	15	0,380	0,280	0,120		15	0,243	0,2267	0,112		15	0,018	0,207	0,072		15	0,3915	0,1740	0,0809
	16	0,700	0,430	0,170		16	0,599	0,3201	0,266		16	0,115	0,272	0,026		16	0,2588	0,2349	0,0712
Diamantada	17	0,690	0,550	0,170	HD	17	0,792	0,5753	0,253	DS	17	0,015	0,116	0,017	HDS	17	0,1311	0,1207	0,0185
	18	0,740	0,780	0,180		18	0,476	0,6199	0,103		18	0,028	0,288	0,014		18	0,1066	0,0955	0,0200
	19	0,740	0,870	0,180		19	0,635	0,4560	0,123		19	0,030	0,390	0,029		19	0,1330	0,0887	0,0572
	20	0,660	0,660	0,220		20	0,617	0,6349	0,133		20	0,046	0,463	0,009		20	0,1276	0,1057	0,0379
	21	0,680	0,590	0,290		21	0,645	0,5667	0,110	DE	21	0,022	0,553	0,085	HDE	21	0,5042	0,1101	0,0849
	22	0,970	0,670	0,420		22	0,910	0,7155	0,117		22	0,095	0,386	0,082		22	0,5059	0,1850	0,1371
	23	0,720	0,680	0,170		23	0,773	0,5735	0,206		23	0,072	0,393	0,018		23	0,1662	0,3694	0,0512
	24	0,880	0,720	0,280		24	0,923	0,6261	0,270		24	0,026	0,302	0,115		24	0,2017	0,2315	0,0314
	25	0,820	0,920	0,390	SD	25	0,920	0,7507	0,419	DS	25	0,016	0,323	0,016	SDS	25	0,1302	0,1392	0,0197
	26	0,960	0,620	0,450		26	0,852	0,7319	0,208		26	0,011	0,170	0,011		26	0,0849	0,0957	0,0169
	27	0,960	0,920	0,240		27	0,786	0,6678	0,195		27	0,012	0,136	0,012		27	0,0840	0,0863	0,0231
	28	0,700	0,490	0,270		28	0,433	0,4163	0,159		28	0,018	0,219	0,018		28	0,0957	0,0753	0,0273
	29	1,010	0,950	0,310		29	0,630	0,5787	0,292	DE	29	0,171	0,640	0,171	SDE	29	0,3396	0,2925	0,1341
	30	0,830	0,870	0,290		30	0,544	0,7567	0,254		30	0,147	0,851	0,147		30	0,1931	0,1819	0,0682
	31	0,740	0,660	0,390		31	0,729	0,6251	0,196		31	0,267	0,632	0,267		31	0,1989	0,1866	0,1018
	32	0,820	0,880	0,230		32	0,687	0,7930	0,148		32	0,137	0,475	0,137		32	0,1937	0,2085	0,0998


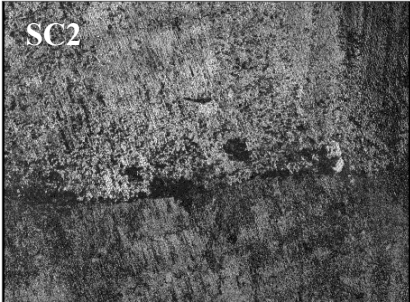
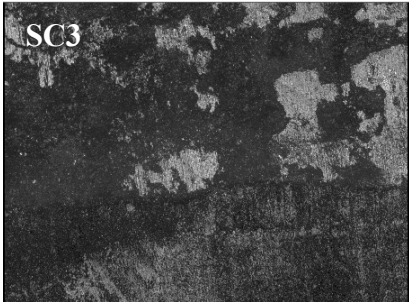
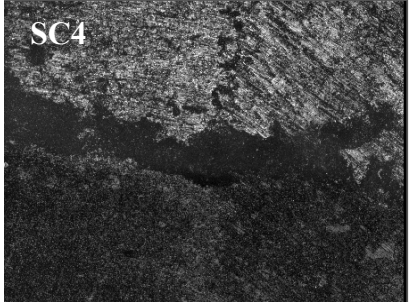
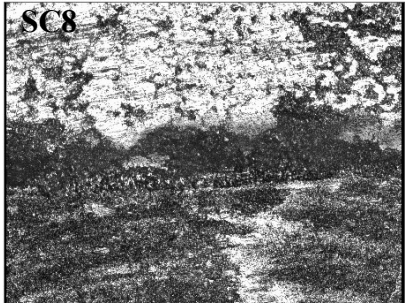

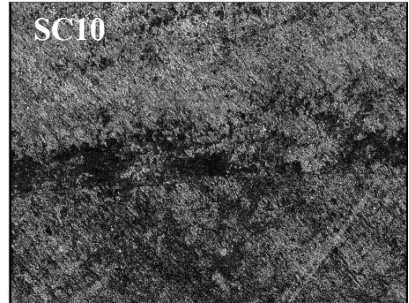
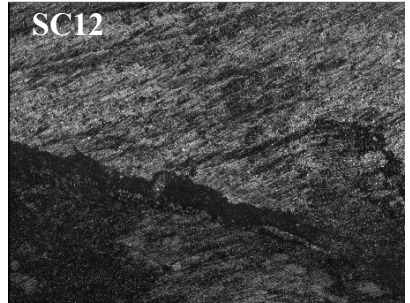

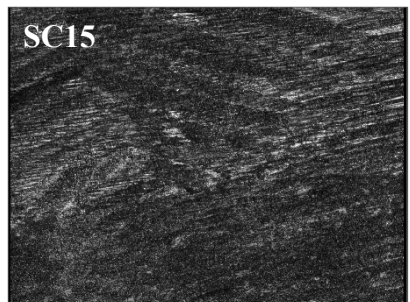
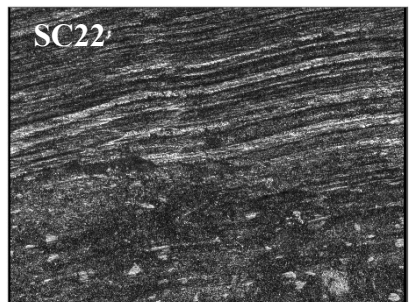

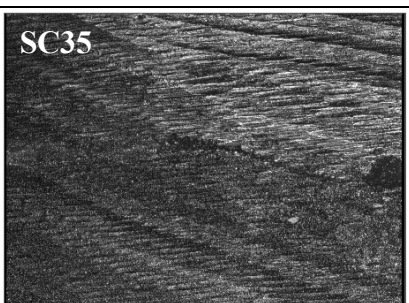
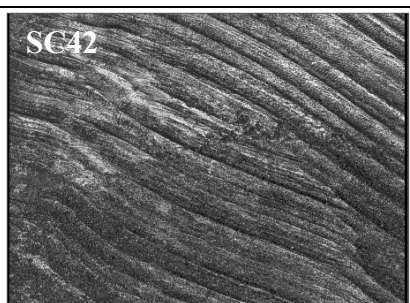
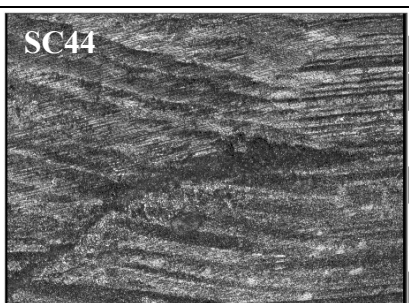
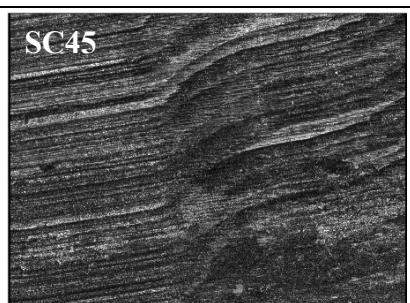
Anexo 2. Análise estatística da rugosidade das amostras após acabamento e polimento.

				Média	Desvio-padrão	Normalidade	Variâncias assumidas	Significância
Acabamento	Esmalte	Rugosidade	Laminada Diamantada	$\mu=0,574$ $\mu=0,807$	$\delta=0,17$ $\delta=0,12$	$p=0,553$ $p=0,091$	$P=0,238$	$p=0,000$
		Ondulação	Laminada Diamantada	$\mu=0,286$ $\mu=0,740$	$\delta=0,07$ $\delta=0,15$	$p=0,632$ $p=0,222$	$p=0,001$	$p=0,000$
		Acabamento	Laminada Diamantada	$\mu=0,189$ $\mu=0,280$	$\delta=0,07$ $\delta=0,09$	$p=0,035$ $p=0,135$	-	$p=0,03$
	Compósitos	Rugosidade	HRi Synergy	$\mu=0,596$ $\mu=0,572$	$\delta=0,18$ $\delta=0,21$	$p=0,332$ $p=0,752$	$P=0,483$	$p=0,737$
		Ondulação	HRi Synergy	$\mu=0,411$ $\mu=0,474$	$\delta=0,20$ $\delta=0,22$	$p=0,012$ $p=0,025$	-	$p=0,163$
		Acabamento	HRi Synergy	$\mu=0,121$ $\mu=0,195$	$\delta=0,07$ $\delta=0,08$	$p=0,002$ $p=0,049$	-	$p=0,003$
	Compósitos	Rugosidade	Laminada Diamantada	$\mu=0,459$ $\mu=0,710$	$\delta=0,14$ $\delta=0,15$	$p=0,774$ $p=0,561$	$P=0,547$	$p=0,000$
		Ondulação	Laminada Diamantada	$\mu=0,254$ $\mu=0,631$	$\delta=0,05$ $\delta=0,11$	$p=0,911$ $p=0,527$	$P=0,056$	$p=0,0000$
		Acabamento	Laminada Diamantada	$\mu=0,116$ $\mu=0,199$	$\delta=0,06$ $\delta=0,08$	$p=0,010$ $p=0,088$	-	$p=0,001$
	Compósitos	Rugosidade	HRi/ Laminada HRi/ Diamantada Synergy/ Laminada Synergy/ Diamantada	$\mu=0,470$ $\mu=0,721$ $\mu=0,447$ $\mu=0,698$	$\delta=0,09$ $\delta=0,16$ $\delta=0,17$ $\delta=0,16$	$p=0,888$ $p=0,617$ $p=0,450$ $p=0,987$	$p=0,309$	$p=0,001$
		Ondulação	HRi/ Laminada HRi/ Diamantada Synergy/ Laminada Synergy/ Diamantada	$\mu=0,225$ $\mu=0,596$ $\mu=0,283$ $\mu=0,665$	$\delta=0,04$ $\delta=0,07$ $\delta=0,05$ $\delta=0,12$	$p=0,874$ $p=0,580$ $p=0,623$ $p=0,249$	$p=0,05$	$p=0,000$
		Acabamento	HRi/ Laminada HRi/ Diamantada Synergy/ Laminada Synergy/ Diamantada	$\mu=0,077$ $\mu=0,164$ $\mu=0,155$ $\mu=0,234$	$\delta=0,01$ $\delta=0,07$ $\delta=0,06$ $\delta=0,09$	$p=0,859$ $p=0,040$ $p=0,303$ $p=0,126$	-	$p=0,000$
Polimento	Esmalte	Rugosidade	Shiny Ehnance	$\mu=0,299$ $\mu=0,423$	$\delta=0,13$ $\delta=0,19$	$p=0,162$ $p=0,478$	$p=0,135$	$p=0,031$
		Ondulação	Shiny Ehnance	$\mu=0,260$ $\mu=0,420$	$\delta=0,12$ $\delta=0,19$	$p=0,258$ $p=0,367$	$p=0,041$	$p=0,009$
		Acabamento	Shiny Ehnance	$\mu=0,025$ $\mu=0,094$	$\delta=0,02$ $\delta=0,07$	$p=0,009$ $p=0,076$	-	$p=0,000$
	Compósito	Rugosidade	Shiny Ehnance	$\mu=0,128$ $\mu=0,236$	$\delta=0,04$ $\delta=0,13$	$p=0,012$ $p=0,005$	-	$p=0,002$
		Ondulação	Shiny Ehnance	$\mu=0,097$ $\mu=0,206$	$\delta=0,03$ $\delta=0,10$	$p=0,102$ $p=0,013$	-	$p=0,000$
		Acabamento	Shiny Ehnance	$\mu=0,027$ $\mu=0,079$	$\delta=0,01$ $\delta=0,03$	$p=0,003$ $p=0,212$	-	$p=0,000$


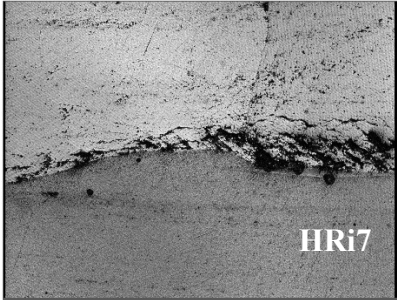
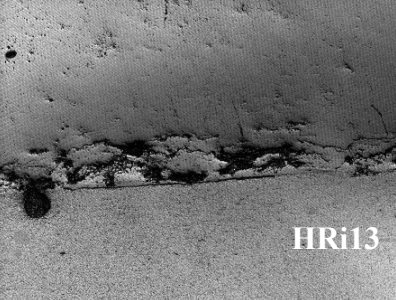



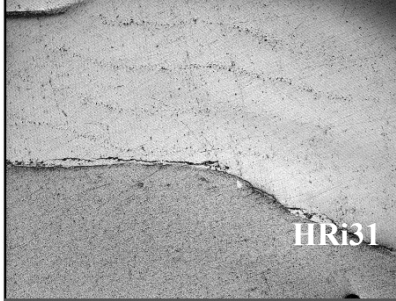
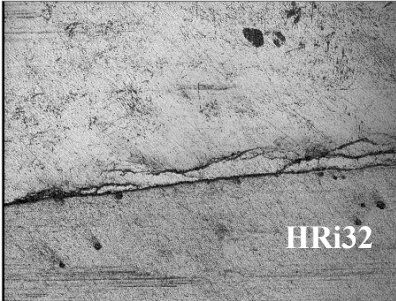
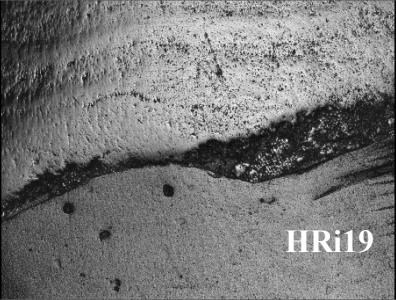




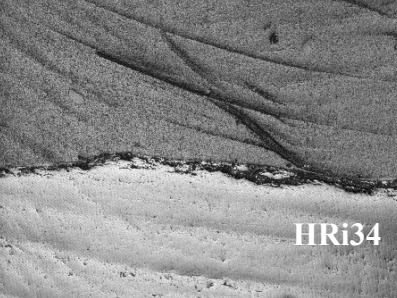
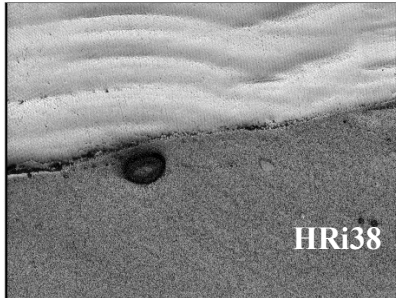
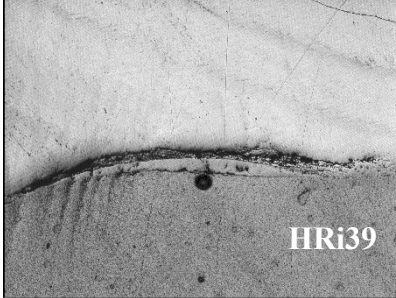
Anexo 3. Imagens de perfilometria 3D da interface esmalte/composito HRi®, após acabamento com broca laminada e diamantada (20x, área: 876,55x659,83µm², confocal Z: 140,0µm)

HL				
				
HD				
				

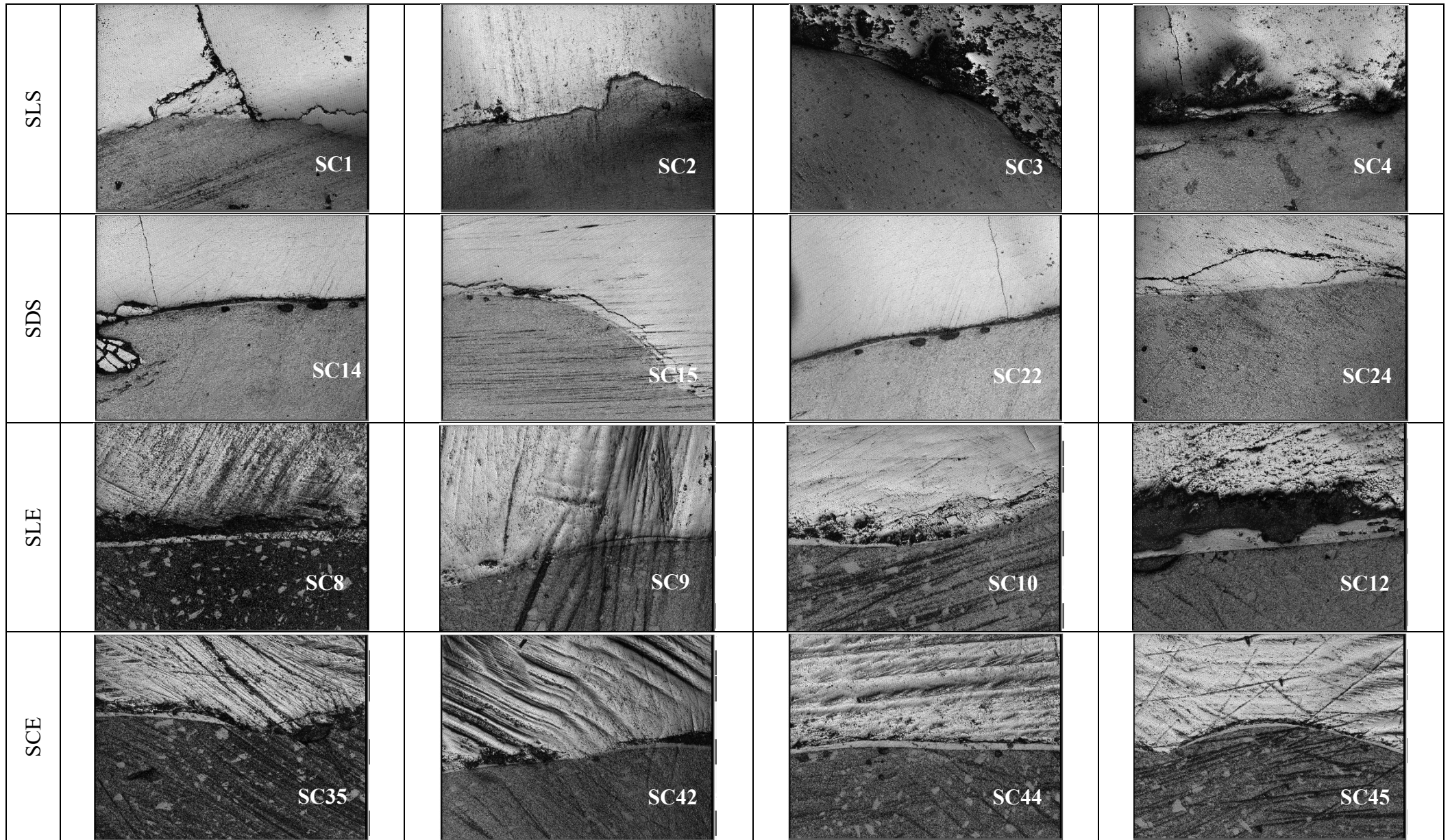
Anexo 4. Imagens de perfilometria 3D da interface esmalte/compósito Synergy®D6, após acabamento com broca laminada e diamantada (20x, área: 876,55x659,83µm², confocal Z: 140,0µm).

SL				
				
SD				
				

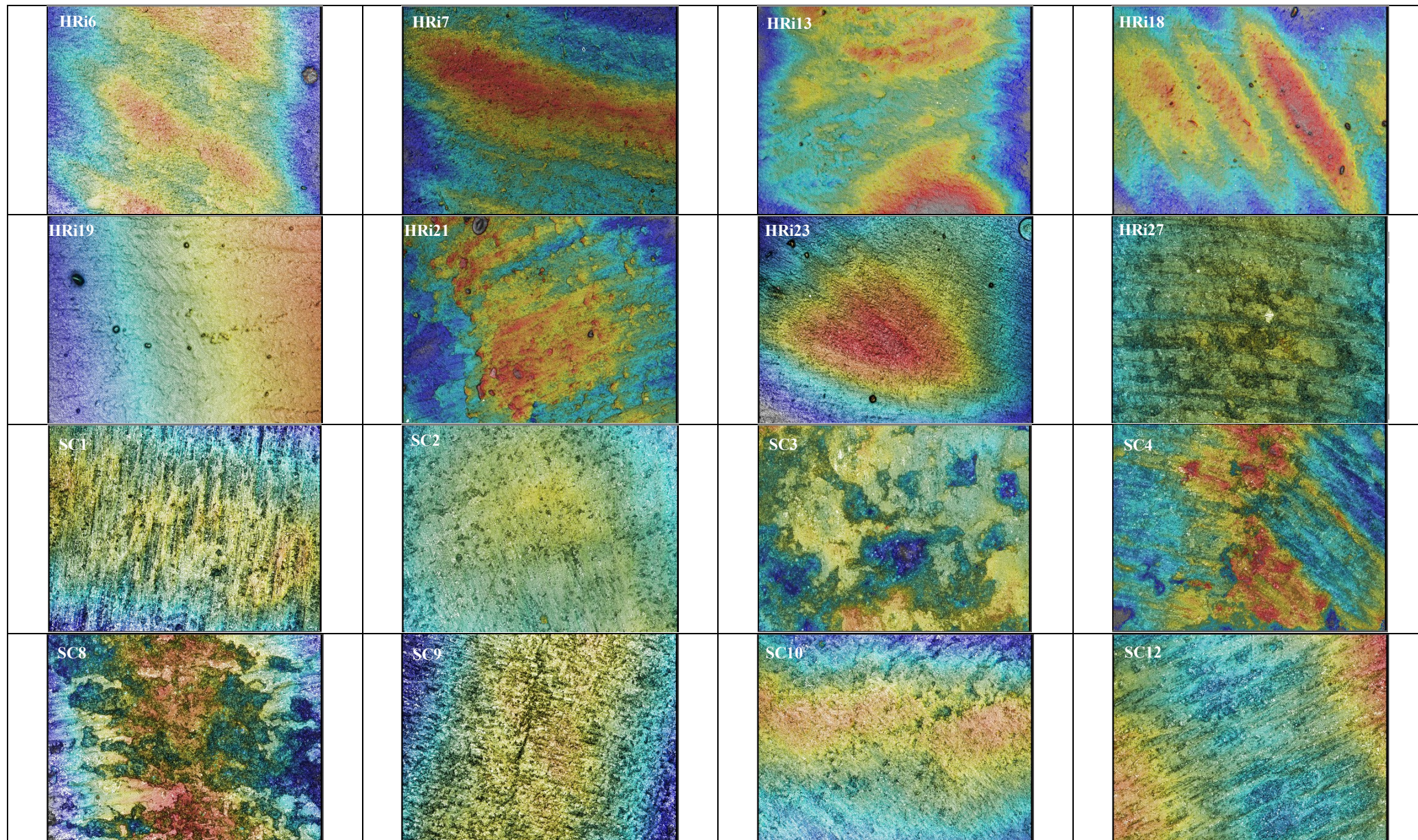
Anexo 5. Imagens de perfilometria 3D da interface esmalte/composito Hri®, após polimento com Shiny® e Ehnance® (20x, área: 876,55x659,83µm², confocal Z: 140,0µm).

HLS	 <p>Hri6</p>	 <p>Hri7</p>	 <p>Hri13</p>	 <p>Hri18</p>
HDS	 <p>Hri29</p>	 <p>Hri30</p>	 <p>Hri31</p>	 <p>Hri32</p>
HLE	 <p>Hri19</p>	 <p>Hri21</p>	 <p>Hri23</p>	 <p>Hri27</p>
HDE	 <p>Hri33</p>	 <p>Hri34</p>	 <p>Hri38</p>	 <p>Hri39</p>

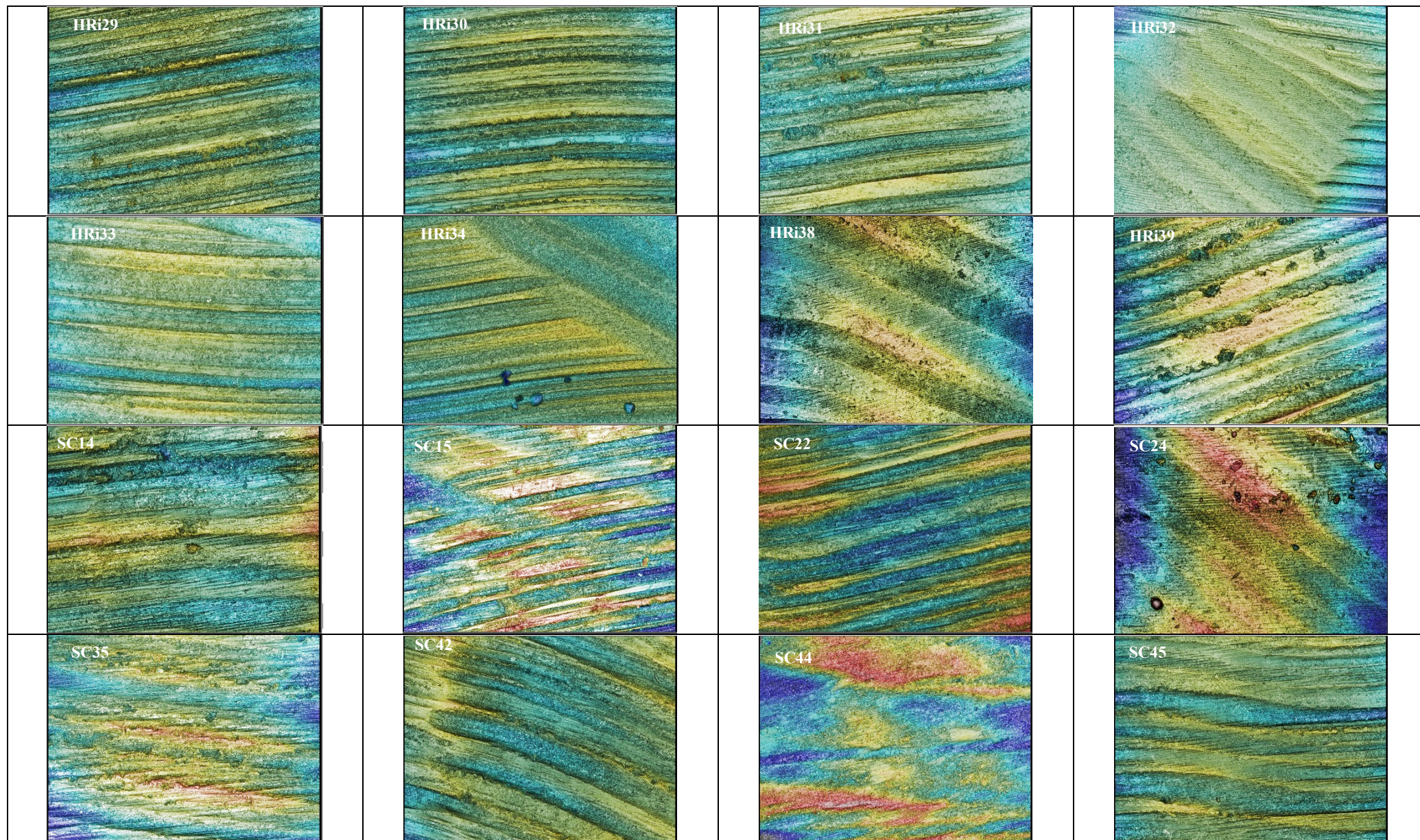
Anexo 6. Imagens de perfilometria 3D da interface esmalte/composito Synergy®, após polimento com Shiny® e Ehnance® (20x, área: 876,55x659,83µm², confocal Z: 140,0µm).



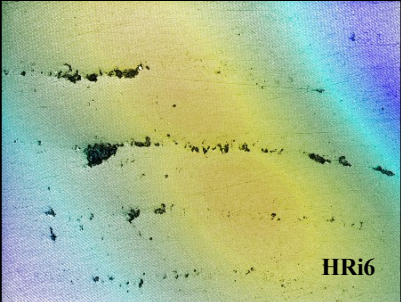
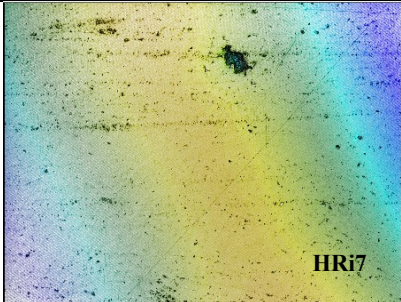
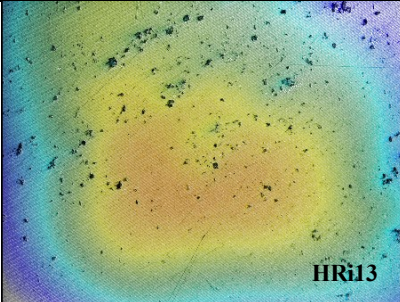
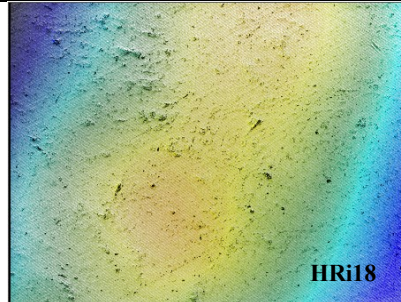
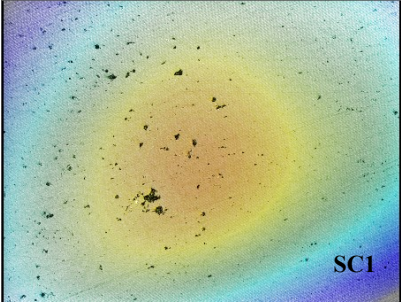
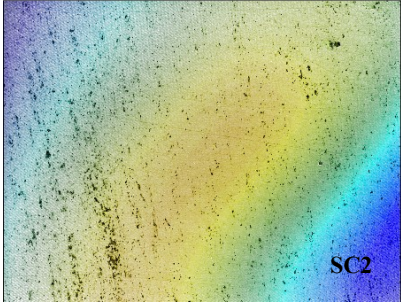
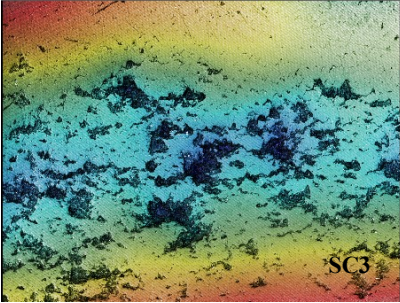
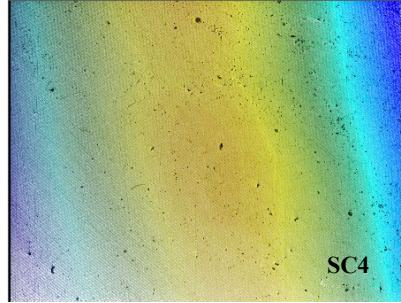
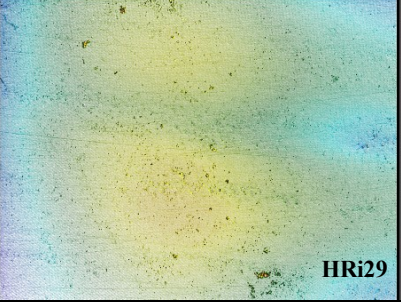
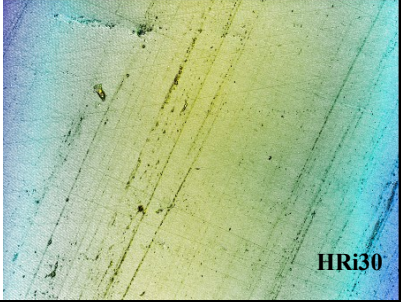
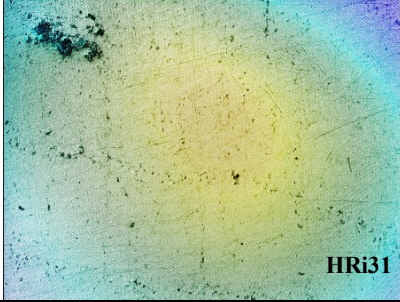

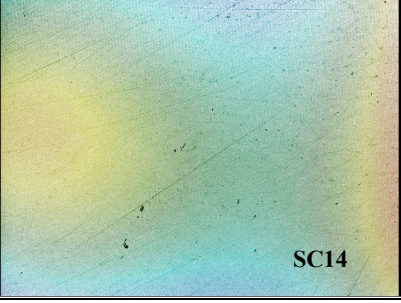
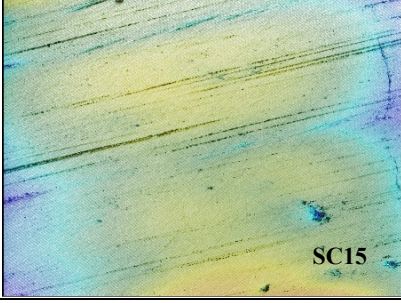
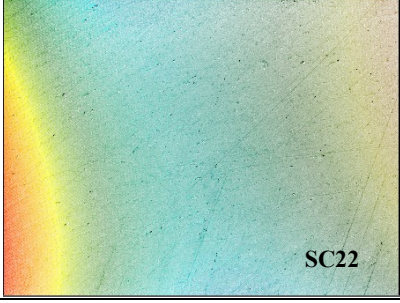
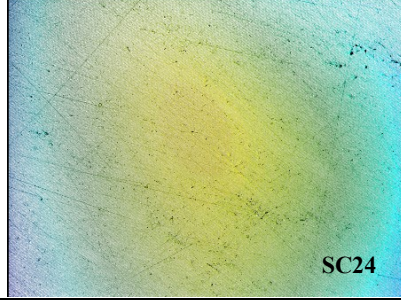
Anexo 7. Esmalte sujeito a broca laminada (50x, área: 350,62x263,93µm²).



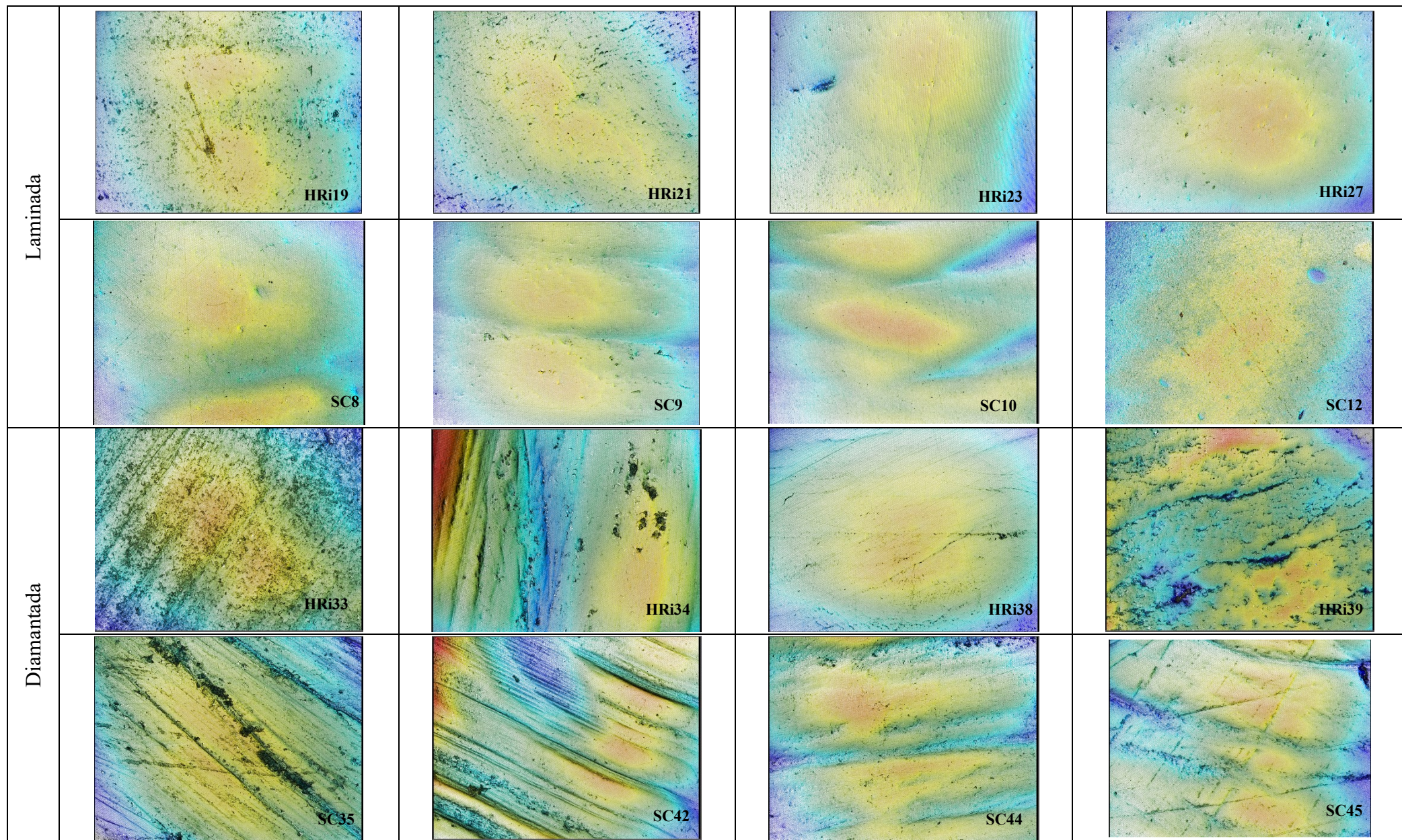
Anexo 8. Esmalte sujeito a broca diamantada (50x, área: 350,62x263,93 μm^2).



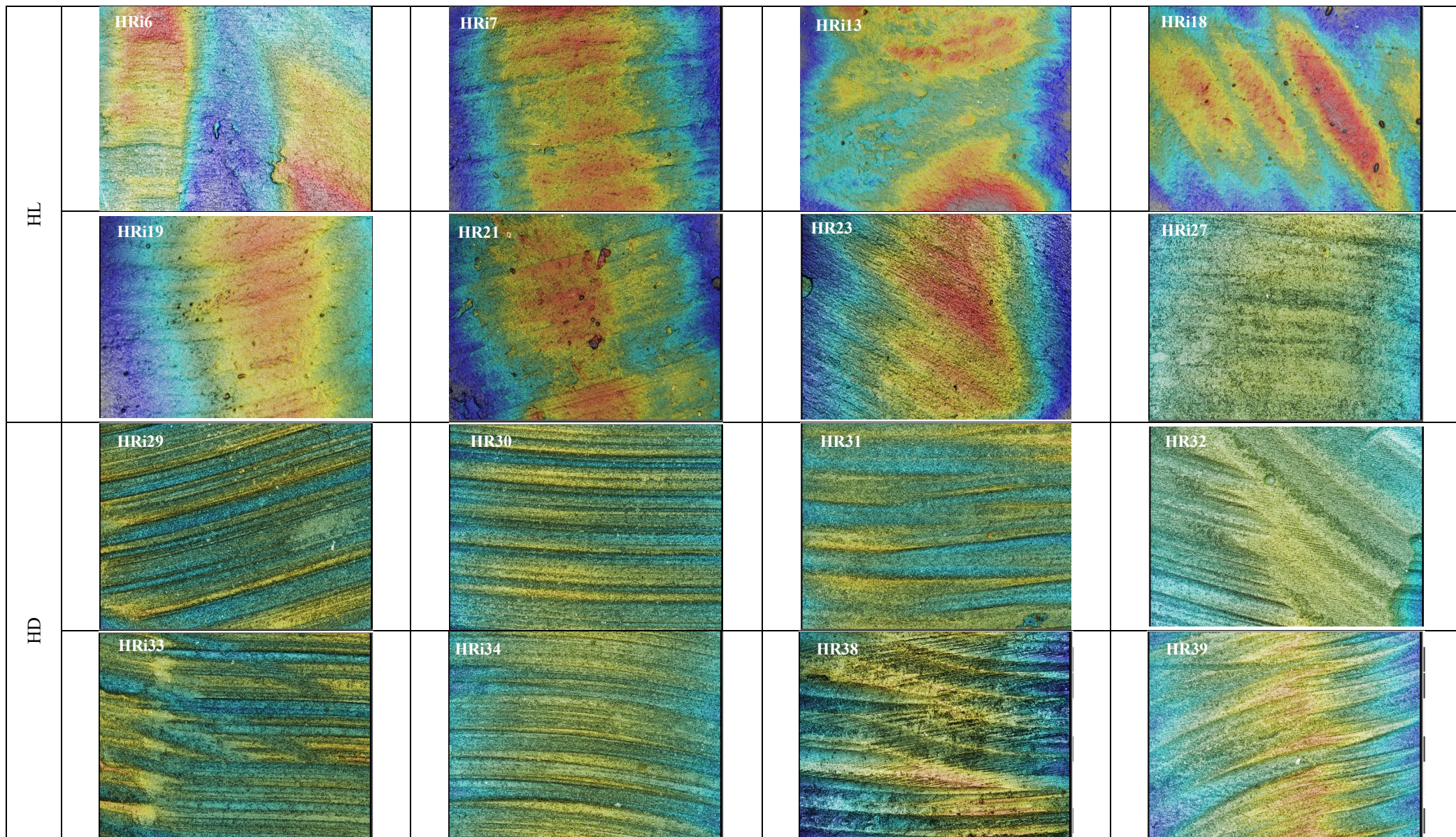
Anexo 9. Esmalte sujeito a polimento Shiny® a pós acabamento com broca laminada e diamantada (50x, área: 350,62x263,93µm²)

Laminada	 HRi6	 HRi7	 HRi13	 HRi18
	 SC1	 SC2	 SC3	 SC4
Diamantada	 HRi29	 HRi30	 HRi31	 HRi32
	 SC14	 SC15	 SC22	 SC24

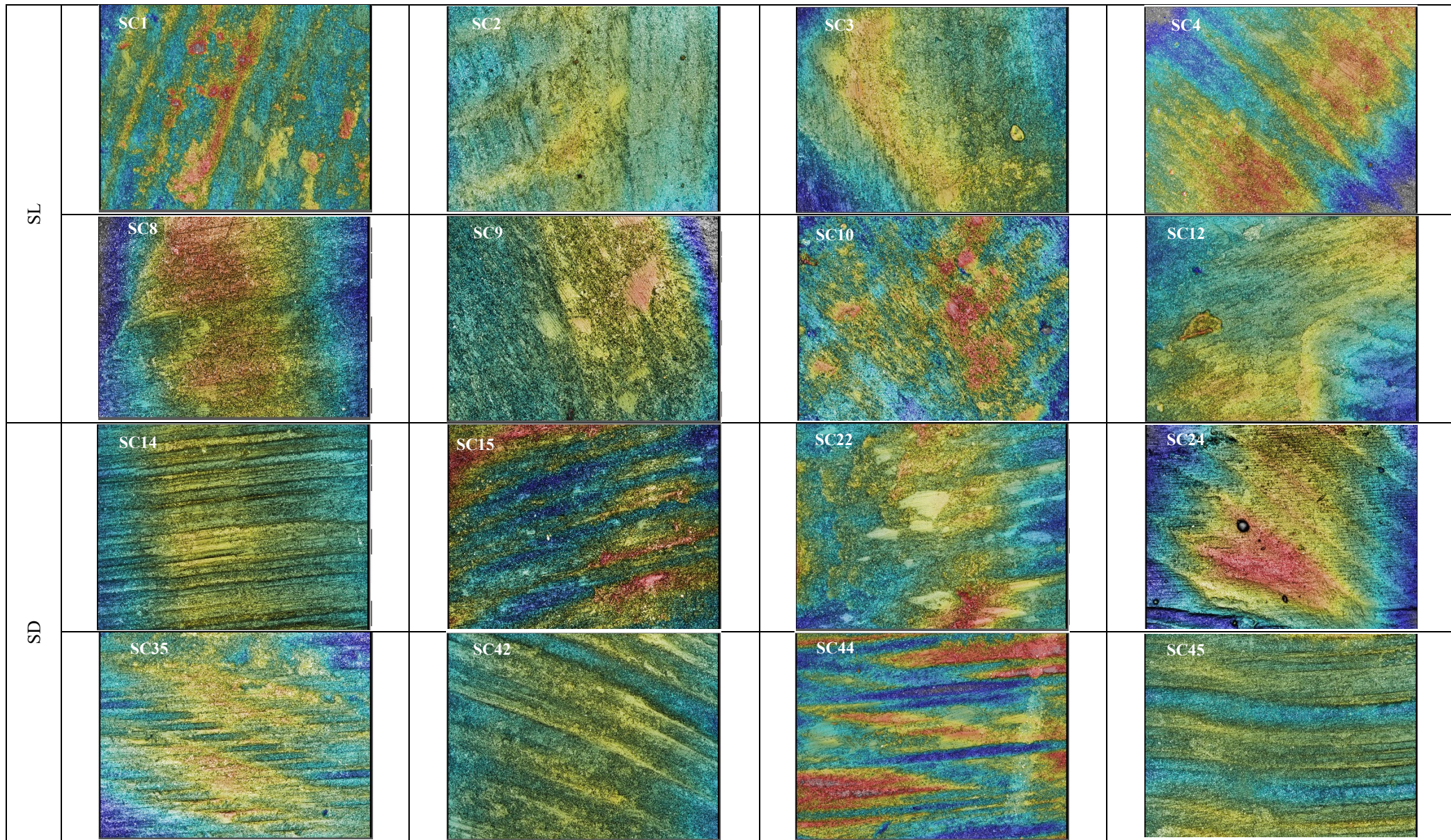
Anexo 10. Esmalte sujeito a polimento Enhance® a pós acabamento com broca laminada e diamantada (50x, área: 350,62x263,93µm²).



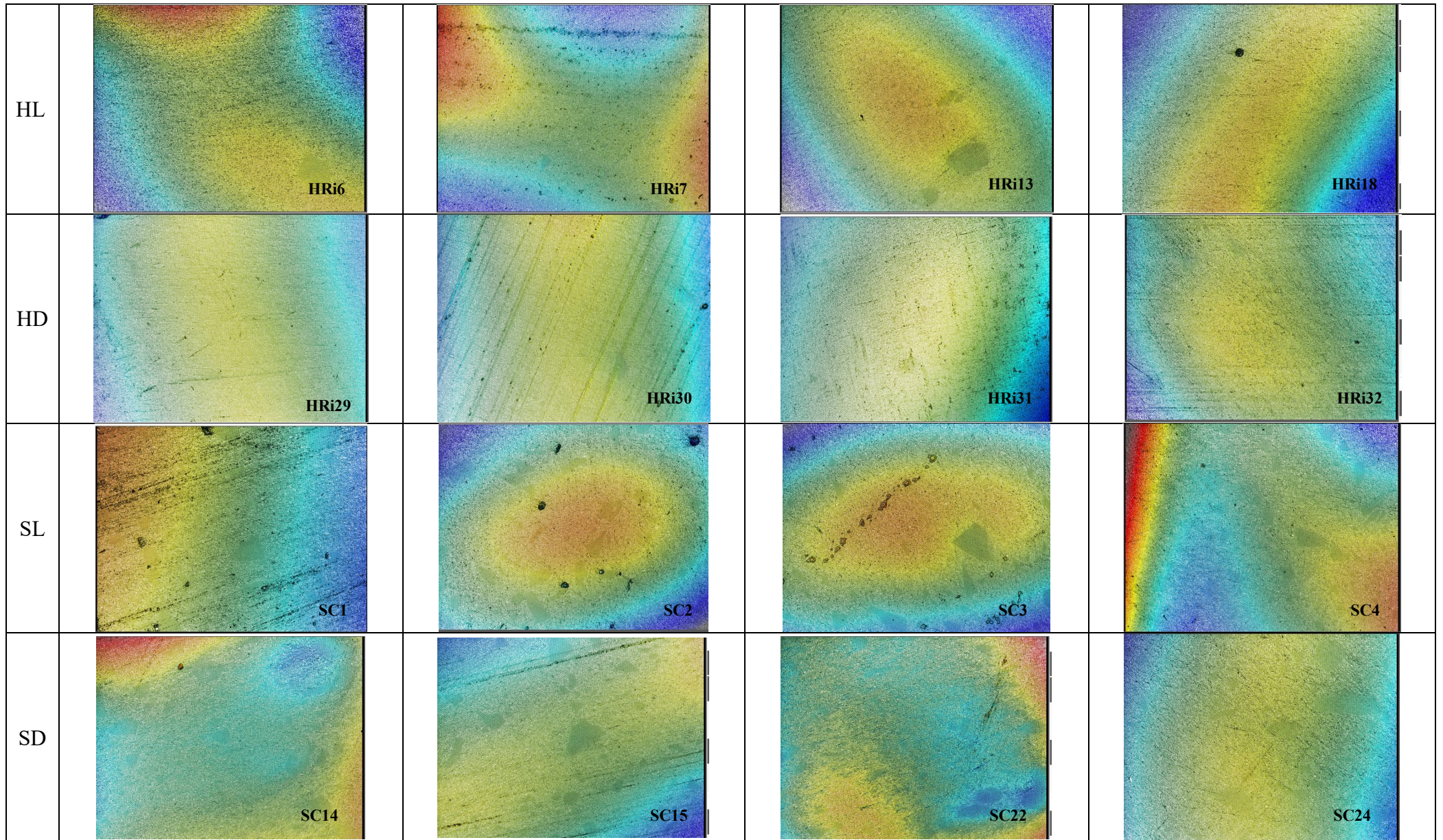
Anexo 11. Resina composta HRi® sujeita a acabamento com broca laminada e diamantada, respectivamente. (50x, área: 350,62x263,93µm², confocal: 50,0µm).



Anexo 12. Resina composta Synergy®D6 sujeita a acabamento com broca laminada e diamantada, respectivamente. (50x, área: 350,62x263,93µm², confocal: 50,0µm).



Anexo 13. Resinas (HRi® e Sinergy®D6) sujeitas a polimento Shiny®, após acabamento com a broca laminada (L) ou diamantada (D); (50x, área: 350,62x263,93µm²).



Anexo 14. Resinas (HRi® e Sinergy®D6) sujeitas a polimento Ehnance®, após acabamento com a broca laminada (L) ou diamantada (D); 50x, área: 350,62x263,93µm²).

