



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

CECÍLIA ALVES DE SOUSA

Análise das propriedades físicas e cromáticas de materiais restauradores a base de cerâmica em função de diferentes protocolos de acabamento/polimento e envelhecimento

Araçatuba – SP
2022

CECÍLIA ALVES DE SOUSA

Análise das propriedades físicas e cromáticas de materiais restauradores a base de cerâmica em função de diferentes protocolos de acabamento/polimento e envelhecimento

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”- UNESP, para obtenção do Título de Doutora em Odontologia - Área de concentração em Prótese Dentária.

Orientador: Prof. Adj. Wirley Gonçalves Assunção

Coorientadora: Prof^a. Ass. Cristiane Duque

Coorientador: Prof. Ass. Leonardo Perez Faverani

Catálogo na Publicação (CIP)

Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

S725a

Sousa, Cecília Alves de.

Análise das propriedades físicas e cromáticas de materiais restauradores a base de cerâmica em função de diferentes protocolos de acabamento/polimento e envelhecimento / Cecília Alves de Sousa. – Araçatuba, 2022

126 f. : il. ; tab.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araçatuba

Orientador: Prof. Wirley Gonçalves Assunção

Coorientadora: Profa. Cristiane Duque

Coorientador: Prof. Leonardo Perez Faverani

1. Prótese dentária 2. Polimento dentário 3. Cerâmica
I. Título

Black D3

CDD 617.69

Aos meus avós, **Ana Alves de Oliveira** (*in memoriam*) e **João George da Silva** (*in memoriam*), por terem sido os pilares sólidos e fecundos da minha origem. Pessoas que foram responsáveis por construir nossa família com base no suor, trabalho, esforço e sobretudo, amor. Foram o prelúdio que me deram base para que eu estivesse aqui hoje e finalizasse meu doutorado. Obrigada por serem exemplo de integridade, fé e com histórias de vida que me dão muito orgulho. Jamais será esquecido a perda de vocês durante meu processo de doutoramento. Jamais será esquecido o brilho nos olhos ao me receberem, pelo abraço saudoso que carinho e nenhuma distância foi capaz de diminuir. Sempre presentes em todos os meus momentos durante minha vida, tenho a certeza de que o final de mais esta conquista não teria sido diferente. Por isso se fazem presente por meio desta homenagem e a vocês dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A **Deus**,

“Porque dEle e por Ele, e para Ele, são todas as coisas. A Ele seja a glória eternamente. Amém.” Romanos 11:33

Meus sonhos, pensamentos, angústias e alegrias durante o meu período de pós-graduação foram fundados nesta rocha. Por isso, primeiramente agradeço a Deus, Aquele que é a força que sustenta minha vida. Durante todo esse tempo, nos momentos em que me perdi, foi no Seu colo me achei, foi quem secou minhas lágrimas e me fez sentir renovada para continuar esta trajetória. Quando pedi acalento, colocou pessoas especiais em meu caminho que me acolheram, ajudaram e seguraram a minha mão. Hoje eu tenho a certeza que Sua promessa está sendo cumprida, eu nunca estive sozinha! Ao Senhor agradeço, dedico e entrego todo o meu trabalho.

À minha mãe, **Maria Célia de Oliveira**

e meu pai, **Jarbas de Sousa Silva**

Nem se eu vivesse dez vidas, eu seria capaz de retribuir tudo o que o fizeram e fazem por mim. Somente o amor mais genuíno é capaz de nos fazer sonhar o sonho de alguém, então só tenho a agradecer por sonharem os meus, ao meu lado, incessantemente. A expectativa de vocês em me verem finalizar esta jornada foi combustível quando o desânimo e a dúvida me invadiam. Minhas conquistas sempre serão também a de vocês, para vocês e por vocês. Pois se hoje finalizo minha formação, foi pela mão de vocês me amparando, sustentando e suportando tudo por mim. Muito obrigada por serem os melhores pais do mundo, por me apoiarem em todos os meus planos ainda que eles não sejam o mesmo de vocês e fazerem o possível para que eles se tornem realidade! Os eternos e maiores amores da minha vida! Amo muito vocês!

Aos meus irmãos,

Philippe Alves de Oliveira e Silva, Letícia Alves de Sousa e Arthur Alves de Oliveira e Silva, minha vida seria incompleta sem vocês! Eu seria incompleta sem vocês! Vocês me complementam em personalidade e essência. São meus exemplos mais próximos, espelhos os quais vejo refletido uma vida inteira das melhores lembranças, risadas e acima de

tudo companheirismo e amor. Obrigada por viverem e serem parte dos meus sonhos! E a irmã mais velha, minha cunhada **Marília Lima** que com doçura e encanto veio somar com sua gentileza; e ao meu afilhado **Pietro** por ser o anjinho enviado do céu para iluminar meu colo e minha vida.

Ao meu orientador, Prof. **Wirley Gonçalves Assunção**

“A gente nunca é o mesmo depois que alguém nos apresenta uma visão de mundo que desperta a vontade de querer ser maior.” Textos cruéis demais para serem lidos rapidamente – Igor Pires da Silva

Só tenho a agradecer por ter me mostrado um mundo profissional que até então era desconhecido por mim. O senhor será sempre a minha maior referência. Agradeço imensamente a oportunidade de ter convivido com um profissional e ser humano ímpar, dotado de tanta inteligência, integridade e caráter. Obrigada pela delicadeza que sempre me tratou, por me compreender quando precisei, por ter sido acolhimento e respeito. Nada na vida é por acaso e tenho a certeza de que não foi o acaso que me colocou como sua orientada e que a minha visão de mundo na odontologia jamais será a mesma após ter sido sua orientada. Tenho muita admiração pela sua postura íntegra, me espelho e espero um dia ser uma professora tão boa quanto o senhor. Finalizo este ciclo muito feliz e grata por ter aprendido a ser pesquisadora e professora com um grande professor. Ao senhor a minha gratidão, orgulho e respeito! Muito obrigada por tudo!

Aos meus coorientadores,

Professora Cristiane Duque, agradeço por ser a pessoa responsável pela minha ingressão no mundo científico. Minha primeira orientadora, ainda na iniciação científica. Sou muito grata por ter aceitado ser minha coorientadora. E principalmente, obrigada por ter me dado a oportunidade de me apaixonar pela microbiologia. Tenho a senhora como um grande exemplo de profissional e espero um dia, ter um pouco da competência que sempre observo na senhora. Muito obrigada por tudo!

Professor Leonardo Perez Faverani, que com muito orgulho sou aluna e amiga. Aquele que é incansavelmente insistente nos seus objetivos. Amizade e admiração que já vem de muitos anos, desde a convivência no laboratório de prótese no seu tempo de pós-graduação e no meu enquanto aluna de iniciação científica. E que só aumentaram e fortaleceram com o passar dos anos e se une à alegria de poder compartilhar nossos momentos de felicidades e

vitórias. Fico muito feliz em poder ter sua amizade e por saber que posso sempre contar com você em todos os momentos. Um verdadeiro amigo. Não tenho palavras para lhe agradecer por tudo o que fez e faz por mim desde o início da minha trajetória, pelos ensinamentos e pelas oportunidades a mim confiadas. Levarei com carinho tudo o que fez por mim e a nossa amizade estará sempre comigo. Você é um exemplo de ser humano e profissional, o qual tenho o prazer de conviver e aprender! Muito obrigada, Léo!

Às minhas amigas e parceiras de trabalho,

Lillian Melcher de Sousa e Monica Sousa. Eu jamais seria capaz de agradecer vocês o suficiente por toda a ajuda, dedicação e respeito que me dedicaram. Vocês que me encontraram em momento de muita fragilidade, me acolheram na forma de trabalho e eu jamais me esquecerei de tudo o que fizeram por mim. A verdade é que vocês representam na minha trajetória o que eu sempre quis ter ao meu lado enquanto grupo de pesquisa e sou muito grata a Deus por ter colocado vocês em minha caminhada. Não se faz nada sozinho e esta tese não foi diferente. Que Deus abençoe muito vocês e obrigada por tudo!

Ao querido **Prof. Paulo Henrique dos Santos.** Professor referência para mim e pessoa importante na minha formação. Minha grande referência como pesquisador e um verdadeiro professor. Aquele que com muita humildade e grande sabedoria, tem a o dom para a docência. É impossível estar em sua presença e não aprender. Muito obrigada por ter me dado a oportunidade de conviver com o senhor em tantos momentos e por sempre me proporcionar aprendizado de excelência. Ao senhor, minha grande admiração e gratidão pelo carinho e ajuda solícita sempre que precisei. Obrigada pela atenção durante a análise de rugosidade e estatística deste trabalho.

Aos **Professores do Departamento de Materiais Dentários e Prótese (Daniela Michelin dos Santos, Aldiéres Alves Pesqueira, Aimée Maria Guiotti, Marcelo Coelho Goiato, Adriana Zavaneli, Karina Helga Turcio de Carvahó, Eduardo Passos Rocha, Paulo Renato Junqueira Zuim, Fellipo Ramos Verri, Eduardo Piza Pellizzer e Débora de Barros Barbosa)**, pelo convívio no departamento e pelos conhecimentos transmitidos. E aos técnicos de laboratório **Jânder de Carvalho Inácio, Eduardo Rodrigues Cobo e Carlos Alberto Gonçalves** pelo carinho e respeito que sempre tiveram por mim e pelas diversas vezes em que a ajuda de vocês foi fundamental.

AGRADECIMENTOS

À **Faculdade de Odontologia de Araçatuba**, na pessoa do seu Diretor, **Professor Tit. Glauco Issamu Miyahara** e ao **Programa de Pós-graduação em Odontologia**, na pessoa do coordenador **Professor Wirley Gonçalves Assunção** e vice coordenadora **Professora Roberta Okamoto**, pelo acolhimento e oportunidade de realização do curso de Doutorado. Agradeço pelo empenho e dedicação para o crescimento do Programa e Pós-graduação em Odontologia da FOA e agradeço enormemente as oportunidades que o Programa me deu para que chegasse ao fim do curso.

Ao laboratório de prótese **Protec**, na pessoa do técnico em prótese dentária Dany Augusto Nunes Pozzetti e sua esposa por terem sido tão solícitos comigo e realizado a sinterização das amostras deste trabalho sem custos.

A **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)** - Código de Financiamento 001, pela concessão da Bolsa de Doutorado durante o curso. Meus sinceros agradecimentos por promover o apoio financeiro e assim permitir a realização do doutorado.

Ao Engenheiro Químico MS. **Rafael Ramos Heilbuth**, do Laboratório Multiusuário de Microscopia Eletrônica de Varredura (LAMEV) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), pela atenção e tempo dispensado durante o uso do microscópio de eletrônico de varredura da instituição.

Ao técnico em prótese dentária **Carlos Alberto Gonçalves** da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, pela solicitude em realizar a aplicação de glaze nas amostras deste estudo.

À **Profa. Daniele Micheline dos Santos** pelo auxílio e ajuda durante o uso do espectrofotômetro do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araçatuba- UNESP. E ao **Prof. Aldiéris Alves Pesqueira e seus orientados**, do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP pela ajuda e por ceder materiais que foram importantes durante o uso da EMIC utilizada neste estudo.

Às funcionárias da Pós-graduação: Valéria de Queiroz Marcondes Zagato, Cristiane Regina Lui Matos e Lilian Sayuri Mada, pela disponibilidade e gentileza em ajudar.

Aos funcionários da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP pela disponibilidade e atenção.

“Ninguém caminha sem aprender a caminhar, sem aprender a fazer o caminho caminhando, refazendo e retocando o sonho pelo qual se pôs a caminhar.”

Paulo Freire

Sousa CA. **Análise das propriedades físicas e cromáticas de materiais restauradores a base de cerâmica em função de diferentes protocolos de acabamento/polimento e envelhecimento** [tese]. Araçatuba: Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista; 2022.

RESUMO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes protocolos de ajuste e acabamento intraorais em diferentes materiais restauradores indiretos a base de cerâmica: dissilicato de lítio, resina nanocerâmica e zircônia após o envelhecimento na sua rugosidade, microscopia eletrônica de varredura, resistência flexural e estabilidade de cor. Para a análise mecânica, 480 espécimes de tamanho 16 x 3 x 1 mm foram envelhecidos por termociclagem (18000 ciclos). E cortes de 5 x 3 x 1 mm para obtenção de espécimes para a análise de estabilidade de cor (n = 600) envelhecidos por imersão em solução de café. Os protocolos analisados foram: Desgaste com ponta diamantada em alta rotação com/sem refrigeração, seguido ou não de polimento; desgaste com ponta diamantada em contra-ângulo multiplicador 1:5 com/sem refrigeração, seguido ou não de polimento; grupo controle sem nenhum tratamento de superfície, seguido ou não de polimento ou glaze. As superfícies foram analisadas por meio da rugosidade (n=5) antes e após envelhecimento. Após a termociclagem, os espécimes foram submetidos ao teste de flexão em EMIC com velocidade de 0,5 mm / min até a fratura. Os dados foram submetidos ao teste ANOVA a três critérios seguida pelo teste de Tukey, considerando o nível de significância de 5%. A avaliação da estabilidade de cor, os espécimes foram imersos em solução de café por 28 dias e comparado com a mesma amostra antes da imersão, por meio da análise de espectrofotometria em 2 períodos (inicialmente (T0) e pós 28 dias (T1)), e avaliado de acordo com o sistema CIE L*a*b*. Os dados foram submetidos ao teste ANOVA a dois critérios seguida pelo teste de Tukey, considerando o nível de significância de 5%. A análise de rugosidade mostrou diferença significativa em relação aos diferentes materiais avaliados ($p < 0.0001$) e quanto as diferentes superfícies ($p < 0.0001$), enquanto o envelhecimento não mostrou diferenças ($p = 0.8458$); no grupo glaze não houve diferença estatística. Para força máxima, o envelhecimento por termociclagem, as superfícies e o material não influenciaram os resultados estatisticamente. Na análise de cor houve diferença estatística independente do material ($p < 0.001$), superfície ($p = 0.001$) e na interação dos fatores.

Palavras-chave: Prótese dentária. Polimento dentário. Cerâmica.

Sousa CA. **Analysis of the physical and chromatic properties of ceramic-based restorative materials as a function of different finishing/polishing and aging protocols** [thesis]. Araçatuba: UNESP - São Paulo State University; 2022.

GENERAL ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the influence of different intraoral adjustment and finishing protocols on different indirect ceramic-based restored materials: lithium disilicate, nanoceramic resin and zirconia after aging on its roughness, scanning electron microscopy, flexural strength and stability. For mechanical analysis, 480 specimens of size 16 x 3 x 1 mm were aged by thermocycling (18000 cycles). And cuts in 5 x 3 x 1 mm to obtain specimens for the analysis of color stability (n = 600) aged by immersion in coffee solution. The protocols analyzed were: High speed diamond grinding with/without cooling, followed or not by polishing; wear with diamond point in contra-angle multiplier 5:1 with/without coolant, followed or not by polishing; control group without any surface treatment, followed or not by polishing or glaze. The surfaces were analyzed by roughness (n=5) before and after aging. After thermocycling, the specimens were subjected to the bending test in EMIC with a velocity of 0.5 mm/min until fracture. Data were submitted to a three-way ANOVA test followed by Tukey's test, considering a significance level of 5%. To evaluate the color stability, the specimens were immersed in coffee solution for 28 days and compared with the same sample before immersion, through spectrophotometry analysis in 2 periods (initially (T0) and after 28 days (T1)), and evaluated according to the CIE L*a*b* system. Data were submitted to a two-way ANOVA test followed by Tukey's test, considering a significance level of 5%. The roughness analysis showed a significant difference in relation to the different materials evaluated ($p < 0.0001$) and for the different surfaces ($p < 0.0001$), while aging showed no differences ($p = 0.8458$); in the glaze group there was no statistical difference. For maximum strength, thermocycling aging, surfaces and material did not influence the results statistically. In the color analysis, there was a statistical difference independent of the material ($p < 0.001$), surface ($p = 0.001$) and in the interaction of factors.

Keywords: Dental prosthesis. Dental polishing. Ceramics.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1 Esquema mostrando como foram obtidos os cortes no tamanho 16x3x1 mm	24
Figura 2 Esquema da distribuição dos grupos de acordo com o ajuste e acabamento dos espécimes e o envelhecimento acelerado por termociclagem	25
Figura 3 Espécime posicionado na placa de vidro com cera utilidade para realização do desgaste com ponta diamantada para acabamento fino (Nº 3195F, KG SORENSEN®): (A) alta rotação com irrigação; (B) alta rotação sem irrigação	26
Figura 4 Espécime posicionado na placa de vidro com cera utilidade para realização do desgaste com ponta diamantada para acabamento fino (Nº 3195F, KG SORENSEN®): (A) contra-ângulo multiplicador com irrigação; (B) contra-ângulo multiplicador sem irrigação	27
Figura 5 Polimento padrão A) OptraFine® Ivoclar Vivadent®, Schaan, Liechtenstein. Barueri, SP; B) e C) Polimento com OptraFine®; D) e E) Polimento de alto brilho com escovas de nylon OptraFine® HP e pasta de polimento	28
Figura 6 Termocicladora (Buchi 461 Water Bath; Fisher Scientific)	29
Figura 7 Máquina de testes universais (EMIC, São José dos Pinhais, São Paulo, Brasil)	30
Figura 8 Imagens de microscopia eletrônica de varredura de LAVA antes do termoenvelhecimento e de acordo com as superfícies de acabamentos e polimento em 50X e 150X	36
Figura 9 Imagens de microscopia eletrônica de varredura de LAVA após o termoenvelhecimento e de acordo com as superfícies de acabamentos e polimento em 50X e 150X	37
Figura 10 Imagens de microscopia eletrônica de varredura de EMAX antes do termoenvelhecimento e de acordo com as superfícies de acabamentos e polimento em 50X e 150X	38
Figura 11 Imagens de microscopia eletrônica de varredura de EMAX após o termoenvelhecimento e de acordo com as superfícies de acabamentos e polimento em 50X e 150X	39
Figura 12 Imagens de microscopia eletrônica de varredura de Zircônia (Zr) antes do termoenvelhecimento e de acordo com as superfícies de acabamentos e polimento em 50X e 150X	40

Figura 13 Imagens de microscopia eletrônica de varredura de Zircônia (Zr) após o termoenvelhecimento e de acordo com as superfícies de acabamentos e polimento em 50X e 150X	41
--	----

CAPÍTULO 2

Figura 1 Esquema mostrando como foram obtidos os cortes no tamanho 5 x3x1 mm ----	57
Figura 2 Espécime posicionado na placa de vidro com cera utilidade para realização do desgaste com ponta diamantada para acabamento fino (Nº 3195F, KG SORENSEN®): (A) alta rotação com irrigação; (B) alta rotação sem irrigação	70
Figura 3 Espécime posicionado na placa de vidro com cera utilidade para realização do desgaste com ponta diamantada para acabamento fino (Nº 3195F, KG SORENSEN®): (A) contra-ângulo multiplicador com irrigação; (B) contra-ângulo multiplicador sem irrigação	59
Figura 4 Polimento padrão A) OptraFine® IvoclarVivadent®, Schaan, Liechtenstein. Barueri, SP; B) e C) Polimento com OptraFine®; D) e E) Polimento de alto brilho com escovas de nylon OptraFine® HP e pasta de polimento	60
Figura 5 Processo de coloração por imersão em café. A) Solução de café sendo colocada nos poços da placa sobre os espécimes; B) Espécimes imersos na solução de café; C) Placas de 24 poços divididas de acordo com os grupos de estudo; D) Placa colocada em estufa bacteriológica	63
Figura 6 Posicionamento da amostra para o teste de coloração no espectrofotômetro. A) Espécime posicionado na matriz para leitura; B) Matriz posicionada com o espécime no espectrofotômetro	64

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1 Valores de rugosidade (Ra) obtidos em função dos protocolos de ajustes e acabamento, dos materiais LAVA, E-max, Zr e dos períodos antes e depois do envelhecimento por termociclagem.....	31
Tabela 2 Valores de rugosidade (Ra) obtidos em função da aplicação do glaze, dos materiais E-max e Zr e dos períodos antes e depois do envelhecimento por termociclagem	33
Tabela 3 Valores de Força Máxima (N) obtidos em função da aplicação dos protocolos de ajustes e acabamento, dos materiais LAVA, E-max, Zr e dos períodos antes e depois do envelhecimento por termociclagem	34
Tabela 4 Valores de Força Máxima (N) obtidos em função da aplicação da aplicação do glaze, dos materiais E-max e Zr e dos períodos antes e depois do envelhecimento por termociclagem	35

CAPÍTULO 2

Tabela 1 Valores de ΔE obtidos em função dos protocolos de ajustes e acabamento, dos materiais LAVA, E-max e Zr	63
Tabela 2 Valores de ΔE obtidos em função da aplicação de glaze, dos materiais E-max e Zr	65

LISTA DE ABREVIATURAS

AR	alta - rotação
ARI	alta - rotação com irrigação
ARIP	alta - rotação com irrigação e polimento
ARP	alta - rotação com polimento
CA	contra - ângulo multiplicador
CAI	contra - ângulo multiplicador com irrigação
CAIP	contra - ângulo multiplicador com irrigação e polimento
CAP	contra - ângulo multiplicador com polimento
MEV	microscopia eletrônica de varredura
mm	milímetros
N	Newtons
s	segundos
SD	sem desgaste
SDP	sem desgaste com polimento
Zr	zircônia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	17
2 CAPÍTULO 1 - ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE MATERIAIS RESTAURADORES A BASE DE CERÂMICA EM FUNÇÃO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE ACABAMENTO/POLIMENTO E ENVELHECIMENTO	19
2.1 Resumo	19
2.2 Abstract	20
2.3 Introdução	20
2.4 Objetivo	23
2.5 Material e métodos	23
2.5.1 Desenho experimental	23
2.5.2 Formação dos grupos e confecção dos espécimes	24
2.5.2.1 Protocolos de desgaste	25
2.5.2.2 Acabamento	27
2.5.3 Análise de rugosidade de superfície (Ra)	28
2.5.4 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)	29
2.5.5 Termo envelhecimento dos espécimes	29
2.5.6 Teste de flexão (n = 160)	29
2.5.7 Análise estatística	30
2.6 Resultados	30
2.7 Discussão	41
2.8 Conclusão	46
2.9 Referências	47
3 CAPÍTULO 2 - ANÁLISE DAS PROPRIEDADES CROMÁTICAS DE MATERIAIS RESTAURADORES A BASE DE CERÂMICA EM FUNÇÃO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE ACABAMENTO/POLIMENTO E ENVELHECIMENTO	51
3.1 Resumo	51
3.2 Abstract	52
3.3 Introdução	52
3.4 Objetivo	56
3.5 Material e métodos	57
3.5.1 Formação dos grupos e confecção dos espécimes	57
3.5.2 Avaliação da estabilidade de cor (n = 160)	61
3.5.2.1 Processo de coloração	61

3.5.2.2 Teste de coloração	62
3.5.3 Análise estatística	62
3.6 Resultado	63
3.7 Discussão	65
3.8 Conclusão	68
3.9 Referências	68
ANEXOS	73

1 INTRODUÇÃO GERAL*

As cerâmicas odontológicas tornaram-se materiais de escolha para próteses dentárias por apresentarem propriedades estéticas, resistência ao desgaste, lisura superficial, baixa condutibilidade térmica, biocompatibilidade e estabilidade química que garantem bom desempenho clínico.¹ Por serem materiais amplamente difundidos, diversas técnicas restauradoras envolvendo estes materiais têm evoluído bastante nos últimos anos.

Dentre as cerâmicas disponíveis no mercado odontológico, destaca-se a Zircônia (ZrO_2), devido às excelentes propriedades mecânicas, com resistência à compressão de cerca de 2000 MPa. Quando estabilizada com óxido de ítrio (Y_2O_3), também conhecidas por Y-TZP, melhora suas propriedades para aplicações dentárias, tais como elevada tenacidade à fratura, alta dureza, resistência ao desgaste e estabilidade química.² A cerâmica Y-TZP é um material policristalino tetragonal parcialmente estabilizado por ítrio sem fase vítrea, por este motivo, apresenta baixa translucidez, necessitando de recobrimento com cerâmicas mais estéticas.

Objetivando combinar atributos cerâmicos positivos, principalmente estéticos e com propriedades biomiméticas de um composto de resina,³ semelhante às características físico-químicas dos tecidos dentais naturais, foi introduzida uma nova geração de materiais restauradores de resina nano cerâmica.⁴ A composição única da resina nano cerâmica permite que o material tenha um módulo de elasticidade (12,8 GPa) semelhante ao da dentina.⁵ As restaurações de resina nano cerâmica estão mostrando menos propagações de fissuras e proporcionando melhor resistência à fratura do que outros materiais cerâmicos.^{6,7}

O dissilicato de lítio, por sua vez, é uma cerâmica que apresenta fase vítrea e óxido de lítio em sua composição, diferente das cerâmicas policristalinas cuja composição é formado por cristais sinterizados e ausência de matriz vítrea.⁸ Por ser mais translúcida oferece resultado estético mais favorável. Por outro lado, apresenta resistência à fratura em torno de 400 MPa, inferior à Y-TZP (700 MPa). Dessa forma, o dissilicato de lítio é recomendado para confecção de coroas totais posteriores e anteriores, coroas implantossuportadas, inlays, onlays e laminados cerâmicos, além de apresentarem a possibilidade de uso como material monolítico.^{9,10}

* Referências da Introdução Geral no Anexo E

Na confecção laboratorial de próteses dentárias, esses materiais cerâmicos são passíveis de micro fraturas em sua superfície, aumentando a rugosidade de superfície e diminuindo sua resistência devido ao acúmulo de tensões nessas regiões.¹¹ A fim de sanar esta deficiência é aplicada uma camada de glaze e realizados procedimentos de acabamento e polimento na superfície da cerâmica após a confecção da peça protética.¹²

Entretanto, após a instalação clínica da prótese, frequentemente são realizados ajustes intraorais a fim de adequar a oclusão, refinar a estética ou até mesmo remover excessos na peça.¹⁰ Por isso, é de grande importância que seja realizado um novo polimento na superfície da cerâmica após o desgaste e até mesmo a reaplicação de glaze em laboratório. Para tal, diversas abordagens clínicas de ajuste e acabamento são aplicadas e não há na literatura uma indicação precisa de como esta abordagem de ser executada. Além disso, a heterogeneidade das diversas metodologias em realizar tal procedimento, interfere nos resultados no que diz respeito à alteração da resistência física do material, bem como suas propriedades estéticas.²

2 CAPÍTULO 1 - ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE MATERIAIS RESTAURADORES A BASE DE CERÂMICA EM FUNÇÃO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE ACABAMENTO/POLIMENTO E ENVELHECIMENTO[†]

2.1 Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes protocolos de ajuste e acabamento intraorais em diferentes materiais restaurados indiretos a base de cerâmica: dissilicato de lítio, resina nanocerâmica e zircônia após o envelhecimento na sua rugosidade, microscopia eletrônica de varredura, resistência flexural e estabilidade de cor. Para a análise mecânica, 480 espécimes de tamanho 16 x 3 x 1 mm foram envelhecidos por termociclagem (18000 ciclos). Os protocolos analisados foram: Desgaste com ponta diamantada em alta rotação com/sem refrigeração, seguido ou não de polimento; desgaste com ponta diamantada em contra-ângulo multiplicador 5:1 com/sem refrigeração, seguido ou não de polimento; grupo controle sem nenhum tratamento de superfície, seguido ou não de polimento ou glaze. As superfícies foram analisadas por meio da rugosidade (n=5) antes e após envelhecimento. Após a termociclagem, os espécimes foram submetidos ao teste de flexão em EMIC com velocidade de 0,5 mm / min até a fratura. Os dados foram submetidos ao teste ANOVA a três critérios seguida pelo teste de Tukey, considerando o nível de significância de 5%. A análise de rugosidade mostrou diferença significativa em relação aos diferentes materiais avaliados ($p < 0.0001$) e quanto as diferentes superfícies ($p < 0.0001$), enquanto o envelhecimento não mostrou diferenças ($p = 0.8458$); no grupo glaze não houve diferença estatística. Para força máxima, o envelhecimento por termociclagem, as superfícies e o material não influenciaram os resultados estatisticamente. Concluímos que as diferentes possibilidades de ajustes e acabamento testadas, independente do equipamento, irrigação e polimento não foram capazes de influenciar no resultado de resistência flexural de materiais restauradores indiretos a base de cerâmicas, mas afetam negativamente a rugosidade, em especial o uso de contra-ângulo multiplicador independente de irrigação. E que o uso do polimento nestes materiais, pode afetar positivamente a rugosidade.

Palavras-chave: Acabamento em cerâmica, Técnicas de acabamento, Resistência flexural

[†] Normalização segundo **Materials Science and Engineering A** - <https://www.elsevier.com/journals/materials-science-and-engineering-a/0921-5093/guide-for-authors>

2.2 Abstract

The objective of this work was to evaluate the influence of different intraoral adjustment and finishing protocols on different indirect ceramic-based restored materials: lithium disilicate, nanoceramic resin and zirconia after aging on its roughness, scanning electron microscopy, flexural strength and stability. by heart. For mechanical analysis, 480 specimens of size 16 x 3 x 1 mm were aged by thermocycling (18000 cycles). The protocols analyzed were: High speed diamond grinding with/without cooling, followed or not by polishing; wear with diamond point in contra-angle multiplier 5:1 with/without coolant, followed or not by polishing; control group without any surface treatment, followed or not by polishing or glaze. The surfaces were analyzed by roughness (n=5) before and after aging. After thermocycling, the specimens were subjected to the bending test in EMIC with a velocity of 0.5 mm/min until fracture. Data were submitted to a three-way ANOVA test followed by Tukey's test, considering a significance level of 5%. The roughness analysis showed a significant difference in relation to the different materials evaluated ($p < 0.0001$) and for the different surfaces ($p < 0.0001$), while aging showed no differences ($p = 0.8458$); in the glaze group there was no statistical difference. For maximum strength, thermocycling aging, surfaces and material did not influence the results statistically. We conclude that the different possibilities of adjustments and finishing tested, regardless of the equipment, irrigation and polishing were not able to influence the result of flexural strength of indirect ceramic-based restorative materials, but negatively affect the roughness, especially the use of counter-restorative materials. multiplier angle independent of irrigation. And that the use of polishing in these materials can positively affect the roughness.

Keywords: Ceramic finishing, Finishing techniques, Flexural strength

2.3 Introdução

As restaurações protéticas cerâmicas têm alcançado resultados estéticos cada vez mais agradáveis e naturais, por mimetizarem com perfeição as características dos dentes, ocupando um lugar especial na odontologia por produzir resultado agradável. Acompanhando este desenvolvimento, as pesquisas em torno dos materiais cerâmicos na busca de melhorias ainda mais inovadoras em suas propriedades estéticas e mecânicas foram incessantes nas últimas décadas.

No entanto, por se tratarem de restaurações indiretas, não são todos os casos que restaurações cerâmicas se adaptam às necessidades clínicas durante o momento na cimentação, podendo ocorrer leves desajustes. O ajuste oclusal intraoral com técnicas convencionais e manuais podem influenciar nas suas características, trazendo consequências para suas características físicas e gerar aumento na rugosidade da superfície, mudança de cor e danos periodontais bem como desgaste abrasivo da dentição oposta [1,2].

Embora sejam feitas com grande precisão, em uma pesquisa clínica realizada, foi relatado que 68% das peças cerâmica a serem instaladas exigiram ajustes oclusais após cimentação [1,3]. Nestes ajustes, os cirurgiões-dentistas empregam técnicas abrasivas nas superfícies destas restaurações na tentativa de realizarem ajustes e acabamento que as tornem, além de ajustadas ao preparo e oclusão, sejam lisas e com brilho próximo ao esmalte dentário [3].

Alguns estudos descobriram que as técnicas preferidas no uso clínico para ajustes e acabamentos são: (1) alisar o contornos com discos diamantados flexíveis, pontas diamantadas, pedras poliméricas ou pedras verdes (carboneto de silício); (2) acabamento com pedras brancas ou discos de borracha e formato cônico pontas de borracha; (3) polimento com pastas diamantadas e discos de feltro, cônicos ou de borracha fina, ou uma escova [4,5]. Porém, não há definição de qual velocidade de rotação deve ser aplicada. Além disso, não abordam a necessidade ou não de irrigação no momento clínico. Apenas Ahmad e colegas em 2005, sugeriram que o polimento de restaurações cerâmicas deve ser aplicado usando uma velocidade máxima de polimento que não exceda a recomendação do fabricante para que não prejudique às propriedades mecânicas da cerâmica, mas sabemos que esta rotação é variável de acordo com cada fabricante e marcas de contra ângulos [6].

As imperfeições geradas pelo aquecimento ou pela abrasão de sua superfície atuam como fonte potencial de propagação de trinca que pode ser inerente à porcelana ou introduzida durante a confecção da peça em porcelana, tratamento de superfície ou cimentação [7,8]. A falha pós-operatória da restauração também ocorre como consequência de variações térmicas, mecânicas e químicas que essas restaurações provavelmente encontrarão após instaladas na boca [8].

É indiscutível que a estética natural e a alta resistência à fratura são qualidades desejáveis para materiais cerâmicos odontológicos. Porém, é fato que a resistência à fratura de uma peça em cerâmica está associada à lisura superficial e sua estrutura interna, sendo que

rugosidades podem gerar grande concentração de tensões em sua estrutura interna, levando à propagação das tensões gerando falhas a partir da formação de trincas [9-11]. Assim, recebendo um tratamento de superfície adequado evita-se a formação de trincas e mantém-se sua superfície lisa, resultando em restaurações com maior previsibilidade [2].

A capacidade do material de resistir à propagação de trincas, considerando que possui defeitos internos e externos, é um fator importante que afeta o desempenho da restauração cerâmica. A resistência à fratura é uma propriedade capaz de modificar esse comportamento, e isso levou à busca por novos materiais, como materiais híbridos (por exemplo, VITA Enamic) com uma estrutura de rede polimérica combinando componentes orgânicos e inorgânicos [12,13].

De fato, a mecânica da fratura de materiais cerâmicos no desempenho clínico tem sido definida com base na 'teoria do elo mais fraco' [14,15] e pelo mecanismo de crescimento de trincas lentas (crescimento de trincas subcríticas), onde qualquer defeito interno existente no material pode crescer até um tamanho crítico e atuar como iniciador de fissuras quando submetido a estímulos mecânicos, levando a cerâmica a fratura prematura sob cargas muito menores do que as esperadas (resistência nominal do material) [14,16]. Ainda há uma lacuna no entendimento de como a rugosidade pode interferir no desempenho clínico de diferentes materiais cerâmicos durante a carga funcional.

Aliado a esta problemática, a degradação da superfície dos materiais pode aumentar por tensões termomecânicas e alterações químicas na cavidade oral. O que pode interferir na longevidade do acabamento, nas pastas abrasivas e glaze aplicados em restaurações cerâmicas, afetando a qualidade das restaurações a longo prazo [17,18]. Este fato, pode tornar a forma de ajuste e do acabamento aplicado na superfície menos eficaz [19].

Estudos que correlacionam a influência dos padrões gerados pelos diversos processo de ajuste e acabamento na superfície de materiais restauradores cerâmicos e híbridos no desempenho à fadiga e resistência mecânica não são suficientes para determinar a maneira que menos interfere nas suas propriedades, principalmente quando analisados a longo prazo. Por isso, a necessidade de encontrar uma resposta para este questionamento, solucionando uma necessidade clínica importante.

2.4 Objetivo

O objetivo deste trabalho é avaliar, *in vitro*, a influência de diferentes protocolos de ajustes e acabamento intraoral após termoenvelhecimento em superfícies de materiais restauradores indiretos a base de cerâmica (nanocerâmica, dissilicato de lítio e zircônia) na sua rugosidade e resistência flexural.

Hipóteses de nulidade

As hipóteses de nulidade são:

- Não haverá influência quanto ao protocolo de ajuste e acabamento na rugosidade de superfície e resistência flexural, independente do material restaurador.
- Não haverá diferença estatística significativa quanto ao tipo de material restaurador à quanto rugosidade de superfície e resistência flexural, independente do protocolo de ajuste e acabamento.
- Não haverá influência do envelhecimento acelerado por termociclagem na rugosidade de superfície e resistência flexural independente do material restaurador e independente do protocolo de ajuste e acabamento.

2.5 Material e métodos

2.5.1 Desenho experimental

O estudo teve três fatores em análise:

(1) diferentes protocolos de ajuste: uso de alta rotação ou uso de contra ângulo multiplicador, utilização ou não de irrigação, seguido ou não de acabamento, aplicação ou não de glaze e nenhum ajuste como controle;

(2) diferentes materiais restauradores: dissilicato de lítio (IPS e.max CAD - Ivoclar Vivadent®), resina nanocerâmica (LAVA™ Ultimate Restorative System - 3M ESPE) e zircônia (VITA In-Ceram® YZ, VITA);

(3) Ciclagem térmica: 18000 ciclos de 5 e 55°C por 30 segundos.

Tempos de análise em 2 níveis independentes: T0 - após a confecção dos espécimes, antes do início dos envelhecimentos; T1 - após 18000 ciclos de ciclagem térmica.

Foram consideradas 2 variáveis de resposta: (1) rugosidade superficial e (2) resistência flexural.

2.5.2 Formação dos grupos e confecção dos espécimes

Foram obtidos quatrocentos e oitenta espécimes de tamanho 16 x 3 x 1 mm [20,21], segundo norma da ISO para testes de flexão (ISO 6872, 2008) (Figura 1).

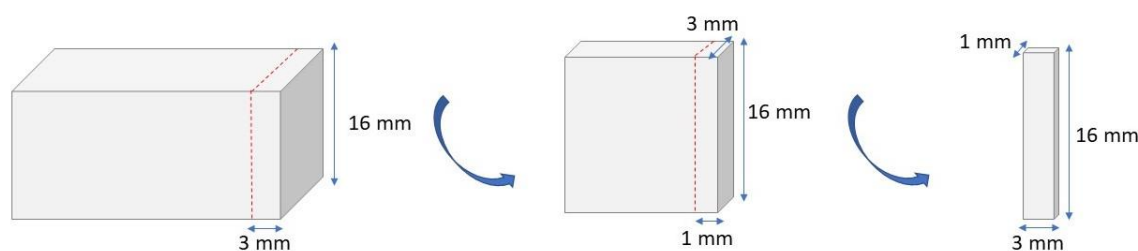


Fig. 1. Esquema mostrando como foram obtidos os cortes no tamanho 16 x 3 x 1 mm.

Blocos de dissilicato de lítio (IPS e.max CAD - Ivoclar Vivadent®), resina nanocerâmica (LAVA™ Ultimate Restorative System - 3M ESPE) e zircônia (VITA In-Ceram® YZ, VITA) foram seccionados por meio de disco diamantado (IsoMet 15LC; Buehler, Illinois, EUA) montado em cortadeira metalográfica sob irrigação constante com água (IsoMet 5000; Buehler, Illinois, EUA).

Posteriormente, os tabletes foram sinterizados de acordo com as instruções de cada fabricante para obtenção dos espécimes finais. Os blocos pré-sinterizados, que se encontravam em um estágio cristalino intermediário, foram sinterizados em um forno Programat CS2 (Ivoclar Vivadent®, Schaan, Liechtenstein. Barueri, SP), onde a queima foi realizada à 840°-850°C (1544-1562°F) de 20 a 25 minutos, de acordo com as normas do fabricante, onde a queima produz uma alteração na microestrutura dos cristais de dissilicato de lítio e zircônia. Após a sinterização, os espécimes foram levados para banho em lavadora

ultrassônica (Unique USC 2850, São Paulo, Brasil) por 1 minuto em água destilada, álcool por 5 minutos e novamente em água destilada por 1 minuto e, então, secados à ar natural em temperatura ambiente.

Após isso, foram posicionados em placa de vidro com cera utilidade (Lysanda®, São Paulo, Brasil) de forma que a superfície que recebesse o tratamento ficasse exposta sem movimentações. Sequencialmente foram realizados diferentes tipos de desgastes simulando os ajustes, seguidos por um protocolo clínico padrão de polimento, e um polimento laboratorial (glaze). A distribuição dos grupos de estudo estão determinadas na Figura 2.

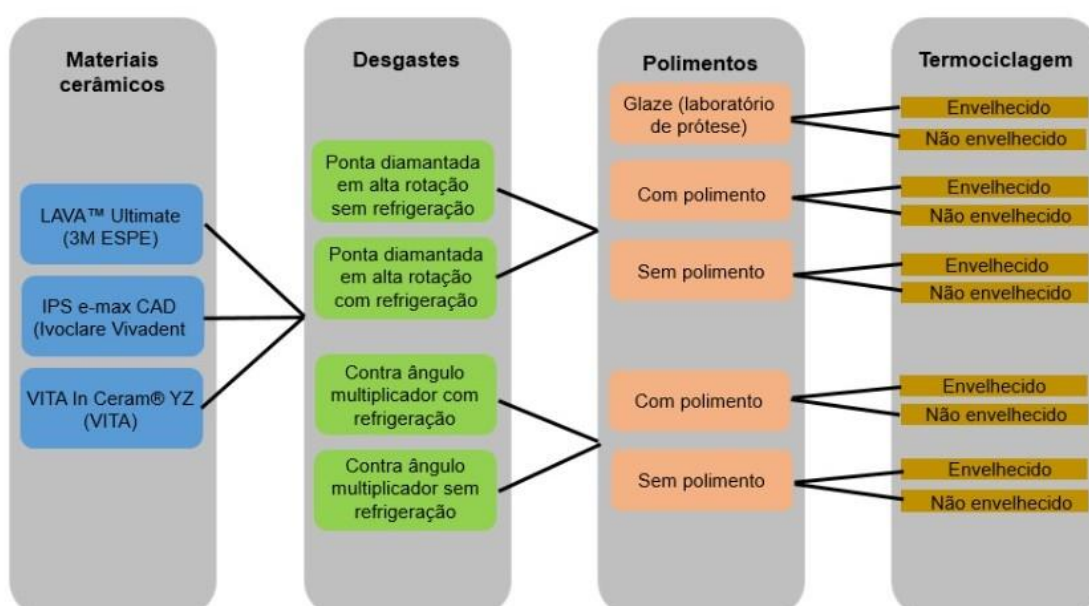


Fig. 2. Esquema da distribuição dos grupos de acordo com o ajuste e acabamento dos espécimes e o envelhecimento acelerado por termociclagem.

2.5.2.1 Protocolos de desgaste

(a) Desgaste com ponta diamantada montada em instrumento de alta rotação:

Para execução do desgaste, simulando o ajuste da cerâmica em boca, foi acoplada ponta diamantada para acabamento fino (Nº 3195F, KG SORENSEN) em peça de mão de alta rotação de rotação máxima de 350.000 rpm (ExtraTorque 605C; KaVo Dental Excellence, Berlim, Alemanha). (Figura 3) Para o grupo com refrigeração foi ativada, na peça de mão, irrigação constante com jato triplo de água destilada durante o desgaste e para o grupo sem refrigeração, a irrigação foi desativada. A quantidade de desgaste realizado foi de 0,3 mm ($\pm$

0,05) em uma das faces do espécime (face de 3,0 mm), por 10 segundos, sendo realizado pelo mesmo operador calibrado seguindo como referência de pressão sob o espécime o peso da própria mão em todos os espécimes [22]. Para o grupo sem refrigeração de ar/água será desativada.

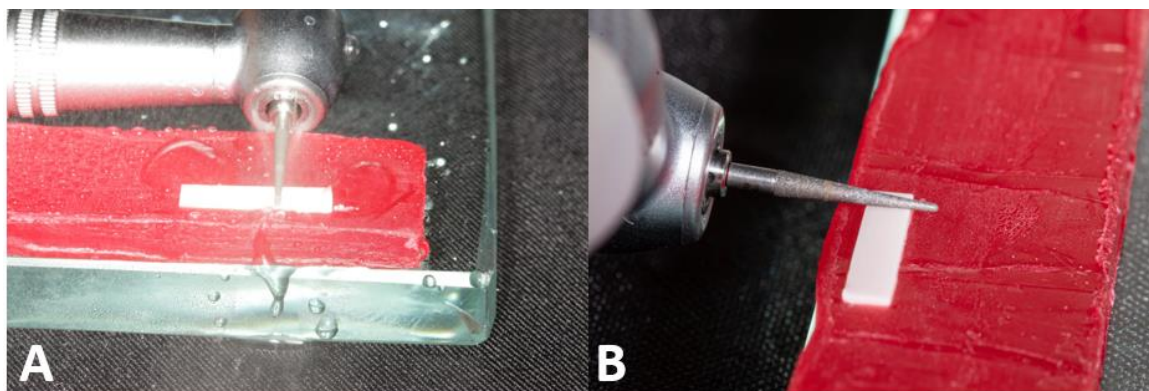


Fig. 3. Espécime posicionado na placa de vidro com cera utilidade para realização do desgaste com ponta diamantada para acabamento fino (Nº 3195F, KG SORENSEN®): (A) alta rotação com irrigação; (B) alta rotação sem irrigação

(b) Desgaste com ponta diamantada montada em instrumento contra-ângulo multiplicador:

Nos espécimes desse grupo foi utilizado para o desgaste o mesmo tipo de ponta diamantada montada em contra-ângulo multiplicador 1:5 acionado por micromotor de baixa rotação atingindo entre 340.000 e 420.000 rpm (Contra-Ângulo Multiplicador Konzept 1:5E; KaVo Dental Excellence, Berlim, Alemanha). (Figura 4) Para o sub-grupo com refrigeração, foi ativada a irrigação constante com jato triplo no contra-ângulo com água destilada para irrigação constante durante o desgaste. No grupo sem refrigeração, a irrigação foi desativada. A quantidade de desgaste realizado foi de 0,3 mm ($\pm$ 0,05) em uma das faces do espécime (face de 5,0 mm), por 10 segundos, sendo realizado pelo mesmo operador calibrado seguindo como referência de pressão sob o espécime o peso da própria mão em todos os espécimes. Para o grupo sem refrigeração de ar/água será desativada.

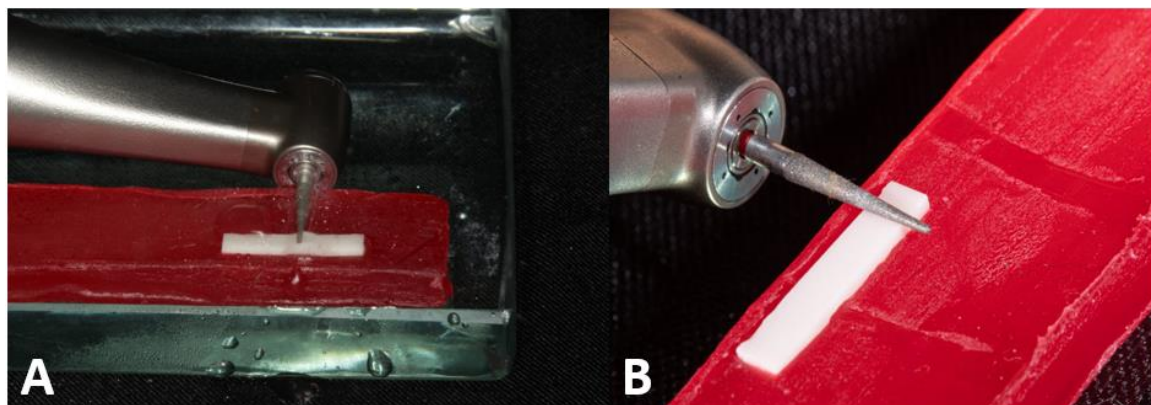


Fig. 4. Espécime posicionado na placa de vidro com cera utilidade para realização do desgaste com ponta diamantada para acabamento fino (Nº 3195F, KG SORENSEN®): (A) contra-ângulo multiplicador com irrigação; (B) contra-ângulo multiplicador sem irrigação.

2.5.2.2 Acabamento

Após o desgaste, a mesma superfície receberá polimento de acordo sendo executados da seguinte maneira:

a) Glaze:

Para o grupo de glaze, este será aplicado em laboratório de prótese pelo técnico em prótese dentária. A camada de glaze foi aplicada e a queima realizada a uma temperatura de pré-secagem de 6 minutos à 403°C, com uma taxa de calor de 45°C/min. As temperaturas de início e parada do vácuo foram de 450°C e 769°C, respectivamente, com um tempo de espera de 1 minuto.

b) Com polimento:

Os espécimes receberam polimento padrão simulando situação clínica intrabucal com pontas para polimento e alto brilho específicas para material cerâmico (OptraFine® Ivoclar Vivadent®, Schaan, Liechtenstein, Suíça) acopladas em instrumento de baixa rotação (KaVo Dental Excellence, Berlim, Alemanha). Para tal, foi realizado polimento com OptraFine® P (azul-escuro), com movimentos ligeiramente rotatórios para evitar a criação de sulcos, média pressão, e rotação máxima de 15.000 rpm. Por fim, polimento de alto brilho com escovas de nylon OptraFine® HP e pasta de polimento, com rotação média de 5.000-7.000 rpm. De acordo com as recomendações do fabricante. (Figura 5)

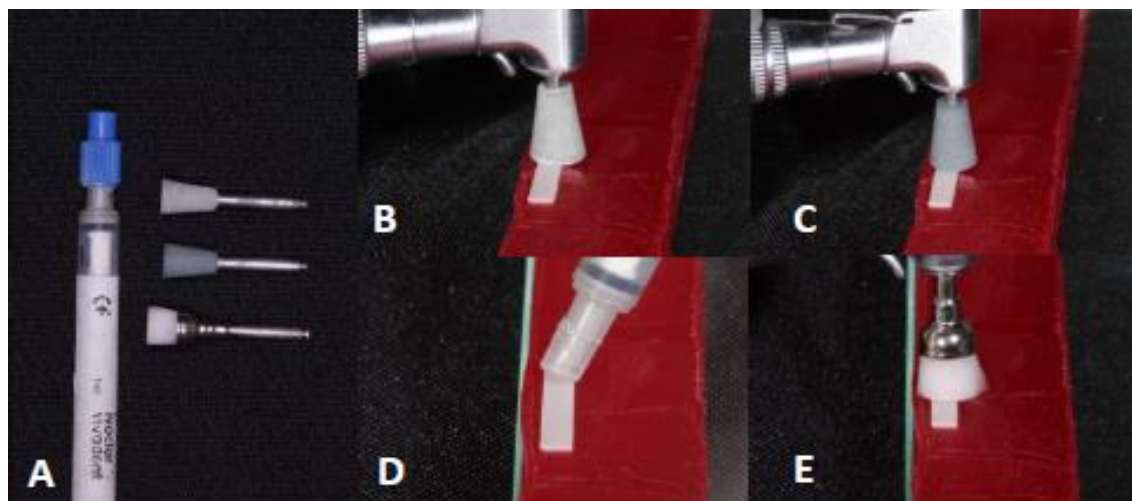


Fig. 5. Polimento padrão A) OptraFine® Ivoclar Vivadent®, Schaan, Liechtenstein. Barueri, SP; B) e C) Polimento com OptraFine®; D) e E) Polimento de alto brilho com escovas de nylon OptraFine® HP e pasta de polimento.

c) Sem polimento:

Será realizado o desgaste da superfície, como descrito anteriormente e não será executado nenhum polimento na superfície desgastada.

Após seu preparo, os espécimes serão submetidos às análises experimentais.

2.5.3 Análise de rugosidade de superfície (Ra)

O parâmetro rugosidade de superfície será mensurado antes e após o envelhecimento a partir da média aritmética da rugosidade de acordo com o valor de Ra por meio de um rugosímetro (Surf test SJ-400, Mitutoyo, Tokyo, Japão) (n=5), em amostras independentes. Cada espécime será individualmente posicionado no centro do equipamento e a ponta medidora na superfície do espécime. Três mensurações em áreas distintas serão realizadas em cada disco (cut-off de 0,25 mm à velocidade de 0,05 mm/s) e o valor médio calculado.

2.5.4 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Foi utilizado o espécime mais representativo de cada grupo (n=3), dos espécimes envelhecidos e não envelhecidos. Inicialmente, foram metalizados em ouro. A análise foi realizada em pelo menos dois locais distintos dos espécimes nas dimensões de 50 X e 150 X através de um microscópio eletrônico de varredura (EVO LS 15, ZEISS, Oberkochen, Germany) e foi selecionado a imagem mais representativa daquela área.

2.5.5 Termo envelhecimento dos espécimes

Metade dos espécimes cerâmicos confeccionados serão utilizados nas análises de resistência flexural serão envelhecidos através de 18000 termociclos (Buchi 461 Water Bath; Fisher Scientific) em solução de água destilada. (Figura 6) Os banhos serão estabelecidos a uma temperatura de 5°C e 55° C, onde cada tempo de transferência do banho será de 10 segundos e o tempo de permanência será de 30 segundos [23].



Fig. 6. Termocicladora (Buchi 461 Water Bath; Fisher Scientific).

2.5.6 Teste de flexão (n = 160)

Para este teste os espécimes cerâmicos de tamanho 16 x 3 x 1 mm [20,21] serão colocadas em um dispositivo com hastes de apoio posicionadas com 10 mm de distância entre elas. As amostras serão posicionadas em uma máquina universal de ensaios (EMIC, São José dos Pinhais, São Paulo, Brasil) seguindo a técnica de três pontos e será realizado utilizando o

módulo de ruptura com velocidade constante de 0,5 mm / min até a fratura ser detectada. (Figura 7)



Fig. 7. Máquina de testes universais (EMIC, São José dos Pinhais, São Paulo, Brasil).

2.5.7 Análise estatística

Os testes estatísticos foram realizados com o auxílio do *software* estatístico Statview versão 5.0 (SAS Institute Inc., Cary, USA). Os dados tabulados e analisados pelo teste de ANOVA a três critérios seguida pelo teste de Tukey, considerando o nível de significância de 5%. E para os grupos glaze, foi utilizado o teste *t Student*.

2.6 Resultados

- **Análise de rugosidade (R_a)**

Os resultados obtidos pela análise de rugosidade (R_a) estão descritos nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 Valores de rugosidade (Ra) obtidos em função dos protocolos de ajustes e acabamento, dos materiais LAVA, E-max, Zr e dos períodos antes e depois do envelhecimento por termociclagem.

	ANTES			DEPOIS			INDEPENDENTE DO ENVELHECIMENTO E MATERIAL
	LAVA	EMAX	ZR	LAVA	EMAX	ZR	
AR	1.656 ± 0.440 Aac	1.804 ± 0.763 Aa	1.418 ± 0.526 Aab	1.478 ± 0.664 Aab	1.830 ± 0.785 Aa	1.184 ± 0.478 Aab	1.56 ± 0.61 acde
ARI	1.268 ± 0.775 Aabc	2.206 ± 0.854 Aa	1.184 ± 0.478 Aab	0.860 ± 0.839 ABa	2.088 ± 1.012 Aa	0.732 ± 0.216 Ba	1.55 ± 0.88 ade
ARP	0.860 ± 0.792 Aab	1.382 ± 0.819 Aa	1.230 ± 0.730 Aab	1.296 ± 1.030 Aab	2.078 ± 0.833 Aa	0.858 ± 0.302 Aab	1.28 ± 0.81 ade
ARIP	0.694 ± 0.351 Aab	1.382 ± 0.576 Aa	0.970 ± 0.663 Aab	0.738 ± 0.366 Aa	1.680 ± 0.898 Aa	1.120 ± 0.586 Aab	1.10 ± 0.64 de
CA	1.136 ± 0.721 Aabc	2.266 ± 0.766 Aa	1.120 ± 0.586 Aab	1.700 ± 1.097 Aab	2.124 ± 0.589 Aa	1.386 ± 0.547 Ab	1.74 ± 0.74 Ac
CAI	2.222 ± 0.832 Ac	2.270 ± 0.813 Aa	1.850 ± 0.235 Aab	2.634 ± 1.032 Ab	2.068 ± 1.310 Aa	1.604 ± 0.324 Aab	1.98 ± 0.92 C
CAP	0.562 ± 0.348 Aab	2.358 ± 0.791 Ba*	1.090 ± 0.462 Ab	0.796 ± 0.590 Aa	1.292 ± 0.565 Aa*	0.738 ± 0.324 Aab	1.15 ± 0.82 E
CAIP	1.310 ± 0.397 Aabc	1.538 ± 0.567 Aa	1.174 ± 0.901 Aab	1.204 ± 0.650 Aab	1.502 ± 0.715 Aa	1.056 ± 0.489 Aab	1.30 ± 0.52 Ae
SD	0.556 ± 0.376 Aab	1.696 ± 0.805 Ba	0.942 ± 0.291 ABab	0.602 ± 0.117 Aa	1.220 ± 0.869 Aa	0.792 ± 0.282 Aa	0.97 ± 0.61 Bde
SDP	0.250 ± 0.155 Ab	0.786 ± 0.425 Aa	0.680 ± 0.420 Aa	0.204 ± 0.151 Aa	1.062 ± 0.717 Ba	0.772 ± 0.400 Aba	0.63 ± 0.48 Bd

Legenda: Valores médios de rugosidade Ra seguido por letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas na coluna, apresentam diferença estatística significante. A presença de asterisco indica diferença significante entre o período antes e depois do envelhecimento.

A análise de rugosidade mostrou que de um modo geral, houveram diferenças estatisticamente significante em relação aos diferentes materiais avaliados ($p < 0.0001$) e quanto as diferentes superfícies ($p < 0.0001$), enquanto o envelhecimento não mostrou diferenças significantes entre os resultados ($p = 0.8458$).

No período antes do envelhecimento, comparando os diferentes materiais, nos grupos referentes à superfície CAP o EMAX apresentou diferença estatística entre os demais grupos (EMAX vs LAVA $p = 0.899$ e EMAX vs Zr $p = 0.899$), com maior valor médio de rugosidade (2.358 ± 0.791). E referente à superfície SD, o grupo LAVA foi diferente estatisticamente do grupo EMAX (LAVA vs EMAX $p = 0.910$).

No período após o envelhecimento, ainda na comparação entre os diferentes materiais, nos grupos referentes à superfície ARI apenas Zr apresentou diferença estatística entre EMAX (Zr vs EMAX $p = 1.22$) e menor valor de rugosidade 0.732 ± 0.216 , seguido do grupo LAVA 0.860 ± 0.839 .

Comparando os diferentes protocolos de ajuste e polimento em função do material, de modo geral, o grupo SDP apresentou sempre os menores valores de rugosidade independente do material e do envelhecimento. Seguido do grupo controle SD, mas este não apresentou resultado estatisticamente significativo com SDP independente do material e envelhecimento ($p > 0.05$). Independente do material, os grupos que apresentam os maiores valores de rugosidade estão relacionados aos protocolos de ajuste que utilizaram o contra-ângulo multiplicador 1:5, em especial o grupo CAI (LAVA antes: 2.222 ± 0.832 , EMAX antes: 2.270 ± 0.813 , Zr antes: 1.850 ± 0.235 , LAVA depois: 2.634 ± 1.032 , Zr depois: 1.604 ± 0.324), inclusive apresentando diferença estatística com o grupo controle SD para LAVA antes e após o envelhecimento e com Zr após o envelhecimento ($p > 0.05$).

Independente do material e do envelhecimento, o grupo CAI apresenta o maior valor de rugosidade (1.98 ± 0.92), sendo diferente estatisticamente dos grupos SD e SDP (0.97 ± 0.61 e 0.63 ± 0.48 , respectivamente). Nestes mesmos parâmetros, o único grupo que não se diferencia estatisticamente de CAI é o grupo CA (1.74 ± 0.92), mas apresenta resultado estatístico diferente dos demais grupos.

Comparando os diferentes equipamentos, independente envelhecimento que não apresentou diferença estatística, em relação ao uso de alta rotação apesar de não apresentarem diferenças estatísticas significantes, os valores médios de alta rotação são sutilmente menores do que as médias de alta rotação. Independente do material e do envelhecimento, os grupos

CAI e CA foram diferentes estatisticamente de todos os grupos que utilizaram alta rotação, apenas CAP e CAIP foram semelhantes estatisticamente aos grupos com alta rotação.

Considerando o uso ou não de irrigação, não houve diferenças estatísticas entre seu respectivo controle ($p > 0.05$), independente do material e do envelhecimento. Considerando a aplicação ou não do polimento, independente do envelhecimento e do material, não houveram diferenças estatísticas, porém observa-se uma redução dos valores médios de rugosidade, independente do equipamento utilizado, inclusive em nenhum grupo que utilizou a alta-rotação foi estatisticamente diferente do grupo controle SD e nem de SDP, que não foram utilizados nenhum equipamento.

Tabela 2 Valores de rugosidade (Ra) obtidos em função da aplicação do glaze, dos materiais E-max e Zr e dos períodos antes e depois do envelhecimento por termociclagem.

ANTES			DEPOIS	
	EMAX	ZR	EMAX	ZR
GLAZE	0.36 ± 0.13	0.22 ± 0.10	0.35 ± 0.15	0.44 ± 0.33
	A	A	A	A

Legenda: Valores médios de rugosidade Ra seguido por letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas na coluna, apresentam diferença estatística significante. A presença de asterisco indica diferença significante entre o período antes e depois do envelhecimento.

Para os grupos em que o glaze foi aplicado, não houve diferença estatística entre os diferentes materiais ($p = 0.69$), independente do envelhecimento ($p = 0.28$) e nem na interação entre os fatores ($p = 0.31$).

- **Teste de flexão (N)**

Os resultados de força máxima obtidos pela análise de resistência flexural estão demonstrados nas tabelas 3 e 4:

Tabela 3 Valores de Força Máxima (N) obtidos em função da aplicação dos protocolos de ajustes e acabamento, dos materiais LAVA, E-max, Zr e dos períodos antes e depois do envelhecimento por termociclagem.

ANTES				DEPOIS		
	LAVA	EMAX	ZR	LAVA	EMAX	ZR
AR	15.438 ± 9.966 Aa	98.464 ± 44.746 Ba	148.724 ± 77.185 CBa	16.804 ± 5.232 Aa	48.030 ± 13.2887 Aa	142.900 ± 60.402 Ba
ARI	21.543 ± 5.975 Aa*	62.041 ± 15.810 Aa	152.336 ± 56.357 Ba	121.188 ± 55.136 Ab*	48.636 ± 40.382 Ba	121.188 ± 55.136 Aa
ARP	19.070 ± 11.573 Aa	49.885 ± 24.521 Aa	153.541 ± 35.715 Ba*	14.090 ± 3.543 Aa	63.922 ± 34.781 Ba	153.541 ± 35.715 Ca*
ARIP	22.921 ± 2.594 Aa	57.619 ± 31.586 Aa	158.480 ± 101.374 Ba	17.259 ± 6.401 Aa	53.576 ± 28.779 Aa	145.459 ± 85.998 Ba
CA	21.824 ± 11.820 Aa	51.588 ± 22.895 Aa	124.452 ± 62.319 Ba	22.571 ± 8.390 Aac	54.664 ± 21.505 Aa	161.001 ± 78.072 Ba
CAI	19.411 ± 9.863 Aa*	45.550 ± 20.393 Aa	123.561 ± 47.939 Ba	158.246 ± 52.723 Ab*	52.470 ± 15.691 Ba	127.413 ± 58.314 Aa
CAP	18.593 ± 4.905 Aa	64.195 ± 34.298 Aa	146.096 ± 74.850 Ba	21.620 ± 12.975 Aa	48.568 ± 8.727 Aa	118.969 ± 48.149 Ba
CAIP	24.958 ± 8.052 Aa	66.815 ± 33.818 Aa	127.183 ± 54.970 Ba	22.010 ± 7.514 Aa	63.769 ± 33.759 Aa	125.327 ± 52.525 Ba
SD	29.093 ± 9.115 Aa	67.648 ± 34.029 Ba	147.234 ± 52.885 Ca	26.629 ± 10.370 Aa	48.672 ± 13.913 Aa	154.890 ± 56.137 Ba
SDP	25.343 ± 6.414 Aa	63.922 ± 34.781 Ba	102.576 ± 38.093 Ca	21.626 ± 9.613 Aa	73.205 ± 49.836 Ba	104.813 ± 40.574 CBa

Legenda: Valores médios de força máxima (N) seguido por letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas na coluna, apresentam diferença estatística significativa. A presença de asterisco indica diferença significativa entre o período antes e depois do envelhecimento.

Em relação a força máxima, de um modo geral, o envelhecimento por termociclagem não influenciou os resultados, independente do material e da superfície ($p = 0.2717$). Entre as diferentes superfícies, independente do material e do envelhecimento também não houve diferença estatisticamente significativa ($p = 0.1358$).

O fator que mais influenciou foi o material, apresentando diferença estatisticamente significativa entre eles, independente do tempo e superfície ($p = 0.001$). Neste cenário, dentre os materiais, o grupo Zr apresentou o maior valor de força máxima (136.80 ± 59.96), seguido por Emax (61.40 ± 31.52) e LAVA (33.01 ± 40.30). Considerando o fator material, alguns grupos apresentaram diferenças estatísticas em relação a superfície. No tempo antes do envelhecimento, a Zr apresentou diferença estatística entre todos os grupos, com os maiores valores médios (Tabela3). O Emax foi diferente estatisticamente dos demais materiais nos grupos AR (98.464 ± 44.746), SD (67.648 ± 34.029) e SDP (63.922 ± 34.781).

Considerando o fator superfícies, em função dos materiais, não houve diferenças estatísticas entre elas antes do envelhecimento, independente do material. Após o envelhecimento, o grupo LAVA apresentou diferenças entre as superfícies avaliadas, sendo ARI e CAI iguais estatisticamente, mas diferentes de CA e dos demais grupos.

Em relação ao envelhecimento, considerando as diferentes superfícies e os materiais avaliados, apenas os grupos LAVA ARI, Zr ARP e LAVA CAP apresentaram diferença estatística em função do envelhecimento.

Tabela 4 Valores de Força Máxima (N) obtidos em função da aplicação da aplicação do glaze, dos materiais E-max e Zr e dos períodos antes e depois do envelhecimento por termociclagem.

ANTES			DEPOIS	
	EMAX	ZR	EMAX	ZR
GLAZE	80.537 ± 40.420	148.217 ± 83.568	79.055 ± 29.183	120.591 ± 43.551
	A	A	A	B

Legenda: Valores médios de força máxima (N) seguido por letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas na coluna, apresentam diferença estatística significativa. A presença de asterisco indica diferença significativa entre o período antes e depois do envelhecimento.

Nos grupos glaze, somente Zr mostrou diferença estatística quando comparado com Emax após o envelhecimento ($p = 0.01$), sendo o material o único fator que influenciou

estatisticamente. O envelhecimento não mostrou diferença estatística ($p = 0.32$) As demais interações não apresentaram diferença estatística ($p = 0.63$).

- **Microscopia eletrônica de varredura:**

As imagens obtidas pela análise de MEV estão expostas na figura a seguir:

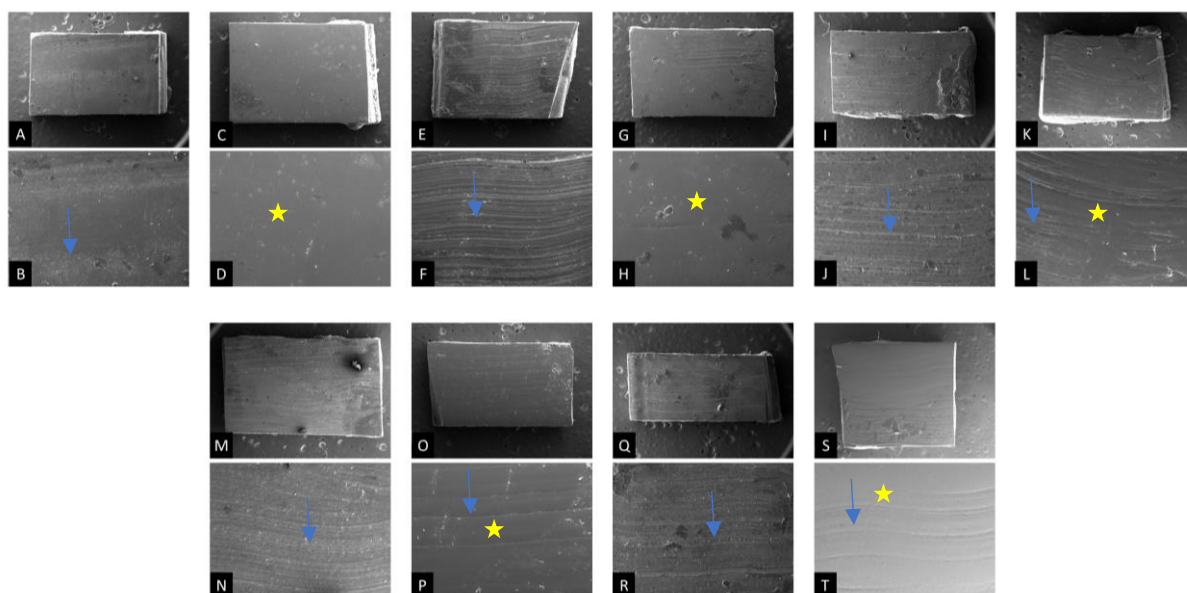


Fig. 8. Imagens de microscopia eletrônica de varredura de LAVA antes do envelhecimento por termociclagem e de acordo com as superfícies de acabamentos e polimento em 50X e 150X.

Legenda: **A:** LAVA AR - 50X; **B:** LAVA AR - 150X; **C:** LAVA ARP - 50X; **D:** LAVA ARP - 150X; **E:** LAVA ARI - 50X; **F:** LAVA ARI - 150X; **G:** LAVA ARIP - 50X; **H:** LAVA ARIP - 150X; **I:** LAVA CA - 50X; **J:** LAVA CA - 150X; **K:** LAVA CAP - 50X; **L:** LAVA CAP - 150X; **M:** LAVA CAI - 50X; **N:** LAVA CAI - 150X; **O:** LAVA CAIP - 50X; **P:** LAVA CAIP - 150X; **Q:** LAVA SD - 50X; **R:** LAVA SD - 150X; **S:** LAVA SDP - 50X; **T:** LAVA SDP - 150X. Setas azuis indicam irregularidades e estrelas amarelas lisura.

As imagens de MEV para LAVA antes do envelhecimento por termociclagem indicam que nos grupos AR, ARI, CA, CAP, CAI, CAIP, SD e SDP no aumento de 150X observamos pelo que indica pela seta azul a presença de irregularidades lineares. Nos grupos ARP, ARIP, CAP, CAIP e SDP a presença de uma superfície de aspecto liso, indicado pela estrela amarela. Enquanto nas imagens dos grupos CAP, CAIP e SDP, observa-se uma superfície mista com locais lisos entre ranhuras, sendo estas mais espaçadas e com ranhuras com profundidade aparentemente reduzida.

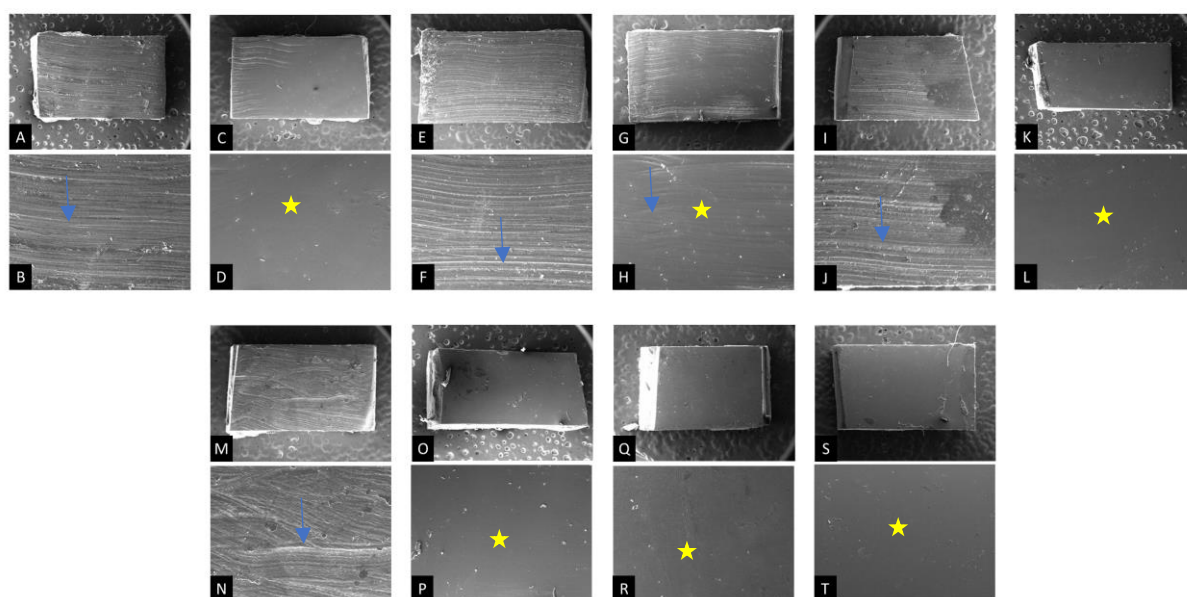


Fig. 9. Imagens de microscopia eletrônica de varredura de LAVA após o termoenvelhecimento e de acordo com as superfícies de acabamentos e polimento em 50X e 150X.

Legenda: **A:** LAVA AR - 50X; **B:** LAVA AR - 150X; **C:** LAVA ARP - 50X; **D:** LAVA ARP - 150X; **E:** LAVA ARI - 50X; **F:** LAVA ARI - 150X; **G:** LAVA ARIP - 50X; **H:** LAVA ARIP - 150X; **I:** LAVA CA - 50X; **J:** LAVA CA - 150X; **K:** LAVA CAP - 50X; **L:** LAVA CAP - 150X; **M:** LAVA CAI - 50X; **N:** LAVA CAI - 150X; **O:** LAVA CAIP - 50X; **P:** LAVA CAIP - 150X; **Q:** LAVA SD - 50X; **R:** LAVA SD - 150X; **S:** LAVA SDP - 50X; **T:** LAVA SDP - 150X. Setas azuis indicam irregularidades e estrelas amarelas lisura.

As imagens de MEV para LAVA após do envelhecimento por termociclagem indicam que nos grupos AR, ARI, ARIP, CA, CAI no aumento de 150X observamos pelo que indica pela seta azul a presença de irregularidades lineares, com excessão do grupo CAI que se apresenta bastante irregular. Nos grupos ARP, ARIP, CAP, CAIP, SD e SDP a presença de uma superfície de aspecto liso, indicado pela estrela amarela. Enquanto na imagem do grupo ARIP, observa-se uma superfície mista com locais lisos entre ranhuras, sendo estas mais espaçadas e com ranhuras com profundidade aparentemente reduzida.

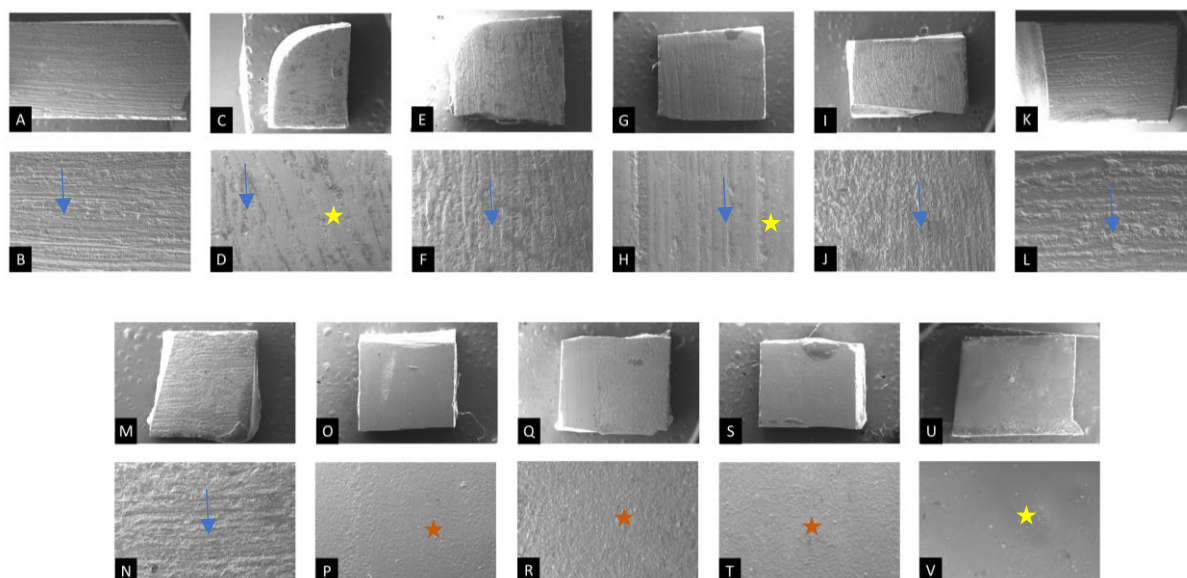


Fig. 10. Imagens de microscopia eletrônica de varredura de EMAX antes do termoenvelhecimento e de acordo com as superfícies de acabamentos e polimento em 50X e 150X.

Legenda: **A:** EMAX AR - 50X; **B:** EMAX AR - 150X; **C:** EMAX ARP - 50X; **D:** EMAX ARP - 150X; **E:** EMAX ARI - 50X; **F:** EMAX ARI - 150X; **G:** EMAX ARIP - 50X; **H:** EMAX ARIP - 150X; **I:** EMAX CA - 50X; **J:** EMAX CA - 150X; **K:** EMAX CAP - 50X; **L:** EMAX CAP - 150X; **M:** EMAX CAI - 50X; **N:** EMAX CAI - 150X; **O:** EMAX CAIP - 50X; **P:** EMAX CAIP - 150X; **Q:** EMAX SD - 50X; **R:** EMAX SD - 150X; **S:** EMAX SDP - 50X; **T:** EMAX SDP - 150X; **U:** EMAX GLAZE - 50X; **V:** EMAX GLAZE - 150X. Setas azuis indicam ranhuras, estrelas amarelas lisura e estrela laranja irregularidades.

As imagens de MEV para e-max antes do envelhecimento por termociclagem indicam que nos grupos AR, ARP, ARI, ARIP, CA, CAP e CAI no aumento de 150X observamos pelo que indica pela seta azul a presença de irregularidades lineares. Nos grupos ARP, ARIP e glaze a presença de uma superfície de aspecto liso, indicado pela estrela amarela. Nos grupos CAIP, SD e SDP observa-se uma superfície irregular, com aspecto poroso e várias pequenas incrustações, indicada pela estrela laranja. Enquanto na imagem do grupo ARP e ARIP, observa-se uma superfície mista com locais lisos entre ranhuras, sendo estas mais espaçadas e com ranhuras com profundidade aparentemente reduzida.

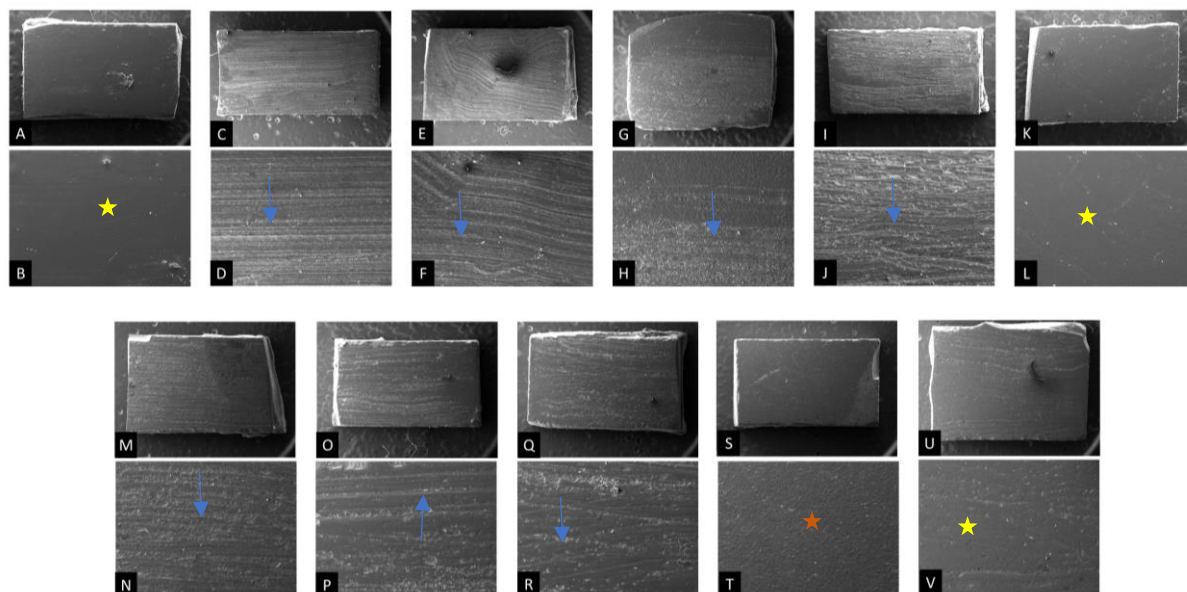


Fig. 11. Imagens de microscopia eletrônica de varredura de EMAX após o termoenvelhecimento e de acordo com as superfícies de acabamentos e polimento em 50X e 150X.

Legenda: **A:** EMAX AR - 50X; **B:** EMAX AR - 150X; **C:** EMAX ARP - 50X; **D:** EMAX ARP - 150X; **E:** EMAX ARI - 50X; **F:** EMAX ARI - 150X; **G:** EMAX ARIP - 50X; **H:** EMAX ARIP - 150X; **I:** EMAX CA - 50X; **J:** EMAX CA - 150X; **K:** EMAX CAP - 50X; **L:** EMAX CAP - 150X; **M:** EMAX CAI - 50X; **N:** EMAX CAI - 150X; **O:** EMAX CAIP - 50X; **P:** EMAX CAIP - 150X; **Q:** EMAX SD - 50X; **R:** EMAX SD - 150X; **S:** EMAX SDP - 50X; **T:** EMAX SDP - 150X; **G:** EMAX GLAZE - 50X; **H:** EMAX GLAZE - 150X. Setas azuis indicam ranhuras, estrelas amarelas lisura e estrela laranja irregularidades.

As imagens de MEV para e-max após do envelhecimento por termociclagem indicam que nos grupos ARP, ARI, ARIP, CA, CAI, CAIP, SD no aumento de 150X observamos pelo que indica pela seta azul a presença de irregularidades lineares. Nos grupos AR, CAP e glaze a presença de uma superfície de aspecto liso, indicado pela estrela amarela. No grupo SDP observa-se uma superfície com aspecto irregular, poroso e com várias pequenas incrustações, indicado pela seta laranja.

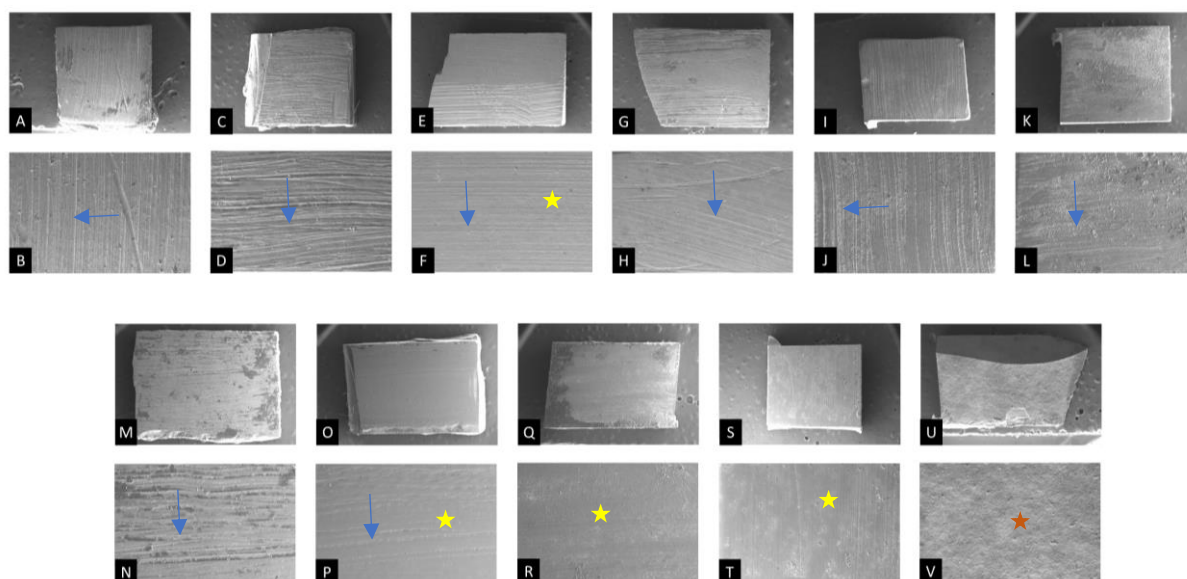


Fig. 12. Imagens de microscopia eletrônica de varredura de Zircônia (Zr) antes do termoenvelhecimento e de acordo com as superfícies de acabamentos e polimento em 50X e 150X.

Legenda: **A:** Zr AR - 50X; **B:** Zr AR - 150X; **C:** Zr ARP - 50X; **D:** Zr ARP - 150X; **E:** Zr ARI - 50X; **F:** Zr ARI - 150X; **G:** Zr ARIP - 50X; **H:** Zr ARIP - 150X; **I:** Zr CA - 50X; **J:** Zr CA - 150X; **K:** Zr CAP - 50X; **L:** Zr CAP - 150X; **M:** Zr CAI - 50X; **N:** Zr CAI - 150X; **O:** Zr CAIP - 50X; **P:** Zr CAIP - 150X; **Q:** Zr SD - 50X; **R:** Zr SD - 150X; **S:** Zr SDP - 50X; **T:** Zr SDP - 150X; **U:** Zr GLAZE - 50X; **V:** Zr GLAZE - 150X. Setas azuis indicam ranhuras, estrelas amarelas lisura e estrela laranja irregularidades.

As imagens de MEV para Zr antes do envelhecimento por termociclagem indicam que nos grupos AR, ARP, ARI, ARIP, CA, CAP, CAI e CAIP no aumento de 150X observamos pelo que indica pela seta azul a presença de irregularidades lineares. Nos grupos CAIP, SD e SDP a presença de uma superfície de aspecto liso, indicado pela estrela amarela. No grupo glaze observa-se uma superfície com aspecto irregular, poroso e com várias pequenas incrustações indicado pela seta laranja. Enquanto nas imagens dos grupos CAIP, ARI observa-se uma superfície mista com locais lisos entre ranhuras, sendo estas mais espaçadas e com ranhuras com profundidade aparentemente reduzida.

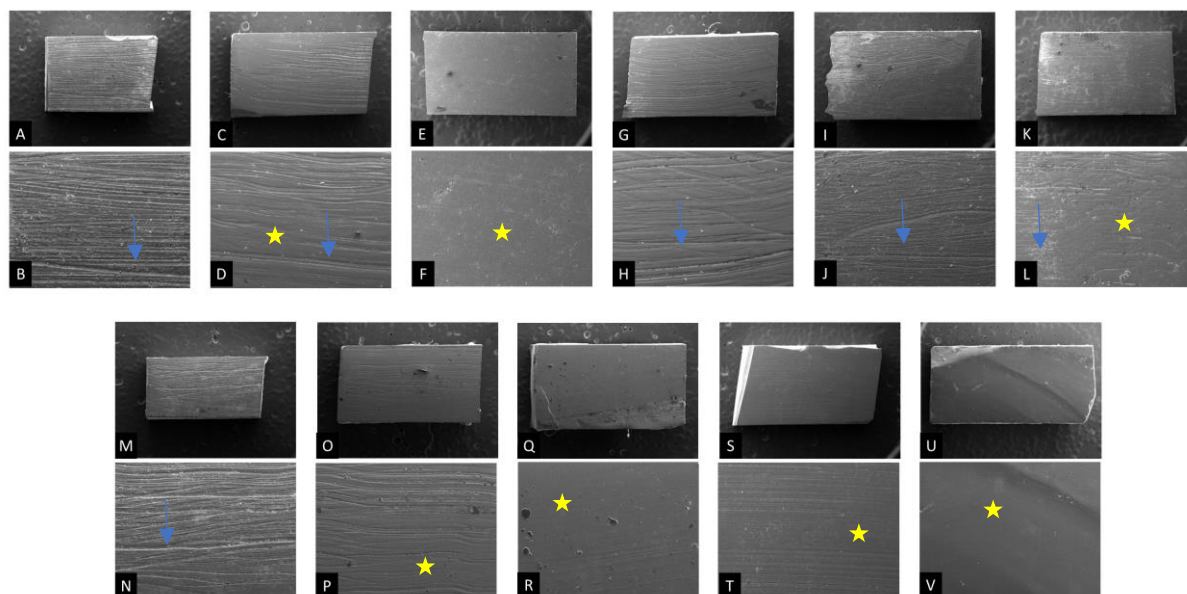


Fig. 13. Imagens de microscopia eletrônica de varredura de Zircônia (Zr) após o termoenvelhecimento e de acordo com as superfícies de acabamentos e polimento em 50X e 150X.

Legenda: **A:** Zr AR - 50X; **B:** Zr AR - 150X; **C:** Zr ARP - 50X; **D:** Zr ARP - 150X; **E:** Zr ARI - 50X; **F:** Zr ARI - 150X; **G:** Zr ARIP - 50X; **H:** Zr ARIP - 150X; **I:** Zr CA - 50X; **J:** Zr CA - 150X; **K:** Zr CAP - 50X; **L:** Zr CAP - 150X; **M:** Zr CAI - 50X; **N:** Zr CAI - 150X; **O:** Zr CAIP - 50X; **P:** Zr CAIP - 150X; **Q:** Zr SD - 50X; **R:** Zr SD - 150X; **S:** Zr SDP - 50X; **T:** Zr SDP - 150X; **U:** Zr GLAZE - 50X; **V:** Zr GLAZE - 150X. Setas azuis indicam ranhuras, estrelas amarelas lisura.

As imagens de MEV para Zr depois do envelhecimento por termociclagem indicam que nos grupos AR, ARP, ARIP, CA, CAP, CAI e CAIP no aumento de 150X observamos pelo que indica pela seta azul a presença de irregularidades lineares. Nos grupos ARP, ARI, CAP, CAIP, SD, SDP e glaze a presença de uma superfície de aspecto liso, indicado pela estrela amarela. Enquanto nas imagens dos grupos CAIP ARI observa-se uma superfície mista com locais lisos entre ranhuras, sendo estas mais espaçadas e com ranhuras com profundidade aparentemente reduzida.

2.7 Discussão

Os resultados do nosso estudo mostraram que os diferentes materiais influenciam nos resultados de resistência flexural e rugosidade de superfície. Enquanto as diferentes possibilidades de ajustes e acabamento testadas não foram capazes de influenciar no resultado de resistência flexural, mas influenciaram na rugosidade.

A primeira hipótese do estudo foi parcialmente aceita, pois não houve influência quanto ao protocolo de ajuste e acabamento na resistência flexural, independente do material restaurador. Mas em relação a rugosidade de superfície houve influência nos resultados quanto ao protocolo de ajuste e acabamento, independente do material avaliado.

Uma característica comum das cerâmicas odontológicas, mesmo para aquelas com alta resistência (por exemplo, zircônia tetragonal estabilizada com ítrio), é sua capacidade relativamente pequena de absorver energia antes da fratura, ou seja, são frágeis [24,25]. A literatura já pontua que superfícies mais ásperas podem prejudicar as propriedades mecânicas da cerâmica pelo acúmulo de danos e redução da vida útil [26-28]. Sendo assim, a capacidade do material de resistir à propagação de trincas, considerando que possui defeitos internos e externos, é um fator importante.

De fato, a teoria de Griffith de 1921, afirma que qualquer defeito interno existente no material pode crescer até um tamanho crítico e atuar como iniciador de trincas quando submetido a estímulos mecânicos, levando a cerâmica a fratura prematura sob cargas muito menores do que as esperadas [15].

Apesar desta afirmação consistente, os nossos resultados não foram de encontro a esta informação, uma vez que as alterações de rugosidade dos materiais cerâmicos não influenciaram na resistência flexural nas cerâmicas submetidas a diferentes protocolos de ajuste e acabamento. Diversos estudos na literatura, mostram que altas rugosidades podem comprometer as propriedades mecânicas de cerâmicas ou com cerâmica em sua composição, mas em se tratando de baixas rugosidades não causam o mesmo impacto. Em outras palavras, a literatura diz que altas rugosidade influenciam negativamente as propriedades físicas dos materiais proporcionalmente. Por isso, os resultados deste estudo trazem uma informação diferente que pode não ser diretamente relacionada com esta teoria.

Em nosso estudo, foi utilizado para a simulação do ajuste broca diamantada de granulação reduzida (40 μm). Já foi demonstrado por outros estudos [5,9,29] que quanto maior o tamanho do grão da broca diamantada, maior o dano, e a força feita sobre a superfície da cerâmica durante o uso da broca é intensamente reduzida. Nos diversos estudos de Yin e colaboradores a respeito das mais variadas granulações de brocas diamantadas disponíveis no mercado, ficou comprovado que o tamanho de grão de diamante limiar para danos insignificantes em cerâmica foi relatado como sendo de 40 μm [27]. O que corrobora com os dados encontrados no nosso estudo, que mostra que o uso da broca diamantada, independente

do equipamento e outras formas de uso testadas, não foram suficientes para causar um dano prejudicial para o material. Por isso não houve diferença nos resultados de força máxima entre os diferentes protocolos de ajuste avaliados, ainda que a rugosidade tenha se alterado.

O nosso estudo não teve como objetivo analisar diferentes níveis de profundidades durante o ajuste, mantendo um padrão também quanto a granulação da broca. Os resultados de Yin em 2007, onde ele avaliou brocas de diferentes granulações: fina, média e alta granulação, simulando ajustes em cerâmicas, mostraram que o uso de brocas de alta granulação causaram número de lascamento significativamente maior e danos de fratura nas superfícies de porcelanas, enquanto brocas de média e baixa granulação não produziram danos por lascamento e nem fraturas nas cerâmicas [30].

Esta informação está de acordo com os nossos resultados de MEV (Figuras 8, 9, 10, 11, 12 e 13) obtidos em nosso estudo, que mostram que as superfícies se mantiveram homogêneas apesar de apresentarem ranhuras, de um modo geral a característica da superfície não foi alterada apresentando lascas ou fraturas, apenas as ranhuras em função da granulação da broca. Esta informação é coerente com os resultados de rugosidade, que mostraram diferença estatística significativa entre as diferentes superfícies, inclusive mostrando uma superfície mais rugosa no grupo CAI, independente do material.

Em relação a rugosidade, pelo ponto de vista dos diferentes equipamentos, alta-rotação e contra ângulo multiplicador, o grupo CAI (1.98 ± 0.92) apresenta diferença estatística em relação aos grupos que fizeram uso de alta-rotação independente do material e do envelhecimento. Diferença que desaparece com a aplicação do polimento (1.30 ± 0.52), inclusive o grupo CAI e CAIP mostram diferença estatística significativa. Esta informação é consistente, uma vez que mesmo sem diferenças estatísticas, numericamente os valores médios de rugosidade obtidos pelo uso de alta-rotação foram menores do que os obtidos pelo contra-ângulo. Sutilmente, podemos ver a diferença de rugosidade que cada equipamento deixa na superfície e pelas imagens de MEV, de modo geral, vemos que as ranhuras produzidas pelo contra-ângulo multiplicador são de fato mais irregulares, enquanto as formadas pelo uso da alta-rotação são mais suave e regulares (Figuras 8, 9, 10, 11, 12 e 13). Na literatura, não encontramos resultados que comparam estes equipamentos de modo direto como foi executado neste estudo.

No que diz respeito ao uso do polimento, observa-se que fazendo um comparativo direto entre a aplicação dele ou não para acabamento, não houve diferença estatística (Tabela

1), porém nota-se um decréscimo nos valores médios de rugosidade, independente do equipamento, material e irrigação. Até mesmo no grupo controle SD, houve discreta redução no valor de rugosidade, independente do material e envelhecimento (Tabela 1). Essa informação é condizente com as imagens de MEV quando comparamos as características dos grupos sem polimento versus com polimento, com o acabamento deixou a superfície mais lisa qualitativamente. Mesmo sem resultados expressivos na análise estatística, é possível encontramos na literatura uma gama de estudos que nos apresenta resultados similares e com diferenças bastante expressivas da aplicação de acabamento após ajuste em cerâmicas [1,4,31,32].

Vila-Nova e colaboradores em 2020, analisaram o efeito de técnicas de acabamento/polimento e degradação a baixa temperatura na topografia da superfície, transformação de fase e resistência à flexão de cerâmica ZrO₂ ultratranslúcida, foram aplicadas brocas, borrachas de polimento e glaze. E mostram que o sistema de polimento influencia a rugosidade superficial [3]. Principalmente que os sistemas de polimento especificados para zircônia fornecem melhores resultados [33,34] do que os sistemas regulares, pois contêm um abrasivo primário eficaz pela alta dureza da zircônia, que inclui principalmente diamantes e outros abrasivos como SiC, Al₂O₃. Dessa forma, o polimento foi eficaz contra a superfície rugosa, aumentando a lisura superficial e diminuindo a rugosidade.

No ajuste de cerâmicas com a broca girando em alta velocidade, uma grande quantidade de refrigerador deve ser aplicada na zona de moagem da broca para remover o calor na interface cerâmica-broca [27]. Pela fragilidade que o aquecimento pode gerar nesta superfície, o indicado é utilizar irrigação na broca para refrigeração do calor mecânico gerado pelo impacto da broca com a superfície do material restaurador. Entretanto, os nossos resultados não mostraram nenhum impacto negativo qualitativamente ou quantitativamente nos resultados de resistência flexural nem rugosidade.

É visível que o ajuste com brocas pode sim causar alterações negativas nas superfícies, uma vez que maiores alterações de rugosidade nas superfícies dos materiais testados neste estudo chegaram a mostrar diferença estatística em relação ao grupo controle SD (Tabela 1). Fato que ocorreu no grupo LAVA para CAI antes e após o envelhecimento; e no grupo Zr para Ca após o envelhecimento. O que está de acordo com a literatura que mostra que o ajuste pelo uso de brocas leva ao aumento da rugosidade de superfície de materiais restauradores.

Em relação aos resultados de força máxima um estudo de Ramos [35] mostrou em zircônias que entre diferentes granulações de brocas é preferível que se faça uso de granulações mais finas, uma vez que quando o desgaste é feito com este tipo de granulação de broca na superfície da zircônia, não interfere na resistência flexural do material. O que vai de encontro aos nossos resultados encontrados, uma vez que não houve diferença significativa entre os grupos de superfície.

Apesar disso, já foi descrito na literatura que quando um diamante afiado indenta um sólido frágil, dois tipos de trincas podem ser produzidos: trincas laterais que são paralelas à superfície e trincas medianas que são perpendiculares à superfície [30]. Enquanto a extensão das trincas laterais é considerada responsável pela remoção do material por lascamento, as trincas medianas permanecem e afetam a resistência da superfície [27]. Dessa forma, ainda que no presente estudo, não obtivemos resultados que reforcem esta teoria, ainda é importante que durante o procedimento de ajuste de peças protéticas em materiais restauradores cerâmicos se mantenha ela em mente.

Yin et al afirma que a carga média aplicada pelos dentistas durante a preparação do dente tem o valor médio de 100 g, além de outros estudos sobre ajustes padronizados em cerâmicas [6,27] Ahmad et al que também utilizaram uma carga de aproximadamente 100 - 130 g para polir Y-TZP, por este mesmo motivo. [6,36] Em relação a carga aplicada durante as simulações de acabamento com brocas diamantadas neste estudo, o operador estava calibrado e todos os cuidados foram tomados a fim de que a carga não influenciasse nos resultados, mas que fosse cumprido o papel da simulação do ajuste pela broca. Isso quer dizer que o valor de carga aplicado neste estudo é muito inferior ao que é testado em estudos sobre resistência de materiais cerâmicos, não podendo extrapolar esta realidade clínica para todos os resultados encontrados nestes estudos envolvendo resistência de materiais cerâmicos.

Khayat et al em 2018 realizou um estudo em zircônia sobre ajuste e polimento em zircônia submetendo as amostras ao termoenvelhecimento, os resultados mostraram que a zircônia bruta não foi influenciada negativamente pelo envelhecimento quando comparadas com o período baseline [1]. Além disso a zircônia que foi submetida ao desgaste pela broca apresentou a menor força de flexão biaxial. No entanto, o acabamento e o polimento não geraram nenhum efeito significativo na resistência à flexão. Além disso, não foi encontrada correlação significativa entre a rugosidade e resistência à flexão da zircônia. [1] Os nossos resultados estão de acordo com este estudo, uma vez que o envelhecimento e polimento não influenciaram nos resultados mecânicos.

Assim, a terceira hipótese foi aceita, uma vez que não houve influência do envelhecimento acelerado por termociclagem na rugosidade de superfície e resistência flexural independente do material restaurador e independente do protocolo de desgaste e polimento na rugosidade de superfície.

Em outras palavras, as superfícies e defeitos criados pelos acabamentos simulados neste estudo, independente da forma com que ele foi criado, parece ter afetado apenas a camada superficial do material. Desta forma, nenhuma deterioração e alteração de fase cristalina das propriedades da zircônia foram detectadas de forma significativa. O que está de acordo com outros estudos que identificaram o mesmo resultado [1,37,38], que também não encontraram resultados que sustentem as teorias de que pequenos desgastes são capazes de influenciar as propriedades do material.

Em relação ao envelhecimento por termociclagem, a terceira hipótese de que não haveria influência do envelhecimento acelerado por termociclagem na rugosidade de superfície e resistência flexural independente do material restaurador e independente do protocolo de desgaste e polimento na rugosidade de superfície foi aceita.

A termociclagem não teve efeito nos resultados mecânicos de nenhum dos materiais testados. Hampe e colaboradores em 2019, realizaram um estudo comparativo de 9 materiais restauradores de CAD/CAM (Ambarino High-Class, Brilliant Crios, Cerasmart, exp. CAD/CAM composite, Katana Avencia, Lava Ultimate, VITA Enamic, IPS Empress CAD, and IPS e.max CAD) em relação a tenacidade a fratura submetidos a termociclagem de 30.000 ciclos (5/55°C; 30 segundos) [39]. Como resultados, mostraram que a termociclagem não afetou a tenacidade à fratura dos materiais com cerâmica de leucita e dissilicato de lítio, apresentando estabilidade. O que vai de encontro ao nosso estudo que também mostraram que o envelhecimento não foi capaz de afetar as propriedades mecânicas dos materiais testados, independente dos demais fatores.

2.8 Conclusão

Sendo assim concluímos que as diferentes possibilidades de ajustes e acabamento testadas, independente do equipamento, irrigação e polimento não foram capazes de influenciar no resultado de resistência flexural de materiais restauradores indiretos a base de cerâmicas, mas afetam negativamente a rugosidade, em especial o uso de contra-ângulo

multiplicador independente de irrigação. E que o uso do polimento nestes materiais, pode afetar positivamente a rugosidade.

2.9 Referências

- [1] W. Khayat, N. Chebib, M. Finkelman, S. Khayat, A. Ali, Effect of grinding and polishing on roughness and strength of zirconia, *J. Prosthet. Dent.* 119 (2018) 626-631.
- [2] H. Rashid, The effect of surface roughness on ceramics used in dentistry: a review of literature, *Eur. J. Dent.* 8 (2014) 571-579.
- [3] T.E.L. Vila-Nova, I.H. Gurgel de Carvalho, D.M.D. Moura, A.U.D. Batista, Y. Zhang, C.A. Paskocimas, M.A. Bottino, E.S.R.O. Assunção, Effect of finishing/polishing techniques and low temperature degradation on the surface topography, phase transformation and flexural strength of ultra-translucent ZrO(2) ceramic, *Dent. Mater.* 36 (2020) e126-e139.
- [4] G.C. Akar, G. Pekkan, E. Çal, G. Eskitaşçioğlu, M. Özcan, Effects of surface-finishing protocols on the roughness, color change, and translucency of different ceramic systems, *J. Prosthet. Dent.* 112 (2014) 314-321.
- [5] A. Coldea, J. Fischer, M.V. Swain, N. Thiel, Damage tolerance of indirect restorative materials (including PICN) after simulated bur adjustments, *Dent. Mater.* 31 (2015) 684-694.
- [6] R. Ahmad, S.M. Morgano, B.M. Wu, R.A. Giordano, An evaluation of the effects of handpiece speed, abrasive characteristics, and polishing load on the flexural strength of polished ceramics, *J. Prosthet. Dent.* 94 (2005) 421-429.
- [7] Guruprasada, N. Rivankar, R.K. Dhiman, M. Viswambaran, Evaluation of the effect of surface preparation using phosphoric acid and luting cement on the flexural strength of porcelain laminate veneering material, *Med. J. Armed Forces India* 71 (2015) S299-S305.
- [8] P. Magne, K.R. Kwon, U.C. Belser, J.S. Hodges, W.H. Douglas, Crack propensity of porcelain laminate veneers: a simulated operator evaluation, *J. Prosthet. Dent.* 81 (1999) 327-334.
- [9] J.J. Canneto, M. Cattani-Lorente, S. Durual, A.H. Wiskott, S.S. Scherrer, Grinding damage assessment on four high-strength ceramics, *Dent. Mater.* 32 (2016) 171-182.

- [10] Z. Hao, Y. Ma, W. Liu, Y. Meng, K. Nakamura, J. Shen, H. Wang, Influence of low-temperature degradation on the wear characteristics of zirconia against polymer-infiltrated ceramic-network material, *J. Prosthet. Dent.* 120 (2018) 596-602.
- [11] C. Cotes, A. Arata, R.M. Melo, M.A. Bottino, J.P. Machado, R.O. Souza, Effects of aging procedures on the topographic surface, structural stability, and mechanical strength of a ZrO₂-based dental ceramic, *Dent. Mater.* 30 (2014) e396-e404.
- [12] L.H. He, D. Purton, M. Swain, A novel polymer infiltrated ceramic for dental simulation, *J. Mater. Sci. Mater. Med.* 22 (2011) 1639-1643.
- [13] J.C. Facenda, M. Borba, P.H. Corazza, A literature review on the new polymer-infiltrated ceramic-network material (PICN), *J. Esthet. Restor. Dent.* 30 (2018) 281-286.
- [14] L.F. Guilardi, P. Soares, A. Werner, N. Jager, G.K.R. Pereira, C.J. Kleverlaan, M.P. Rippe, L.F. Valandro, Fatigue performance of distinct CAD/CAM dental ceramics, *J. Mech. Behav. Biomed. Mater.* 103 (2020) 103540.
- [15] A.A. Griffith, The phenomena of rupture and flow in solids, *Philos. Trans. R. Soc. Lond. A* 221 (1921) 582-593.
- [16] C.C. Gonzaga, P.F. Cesar, W.G. Miranda, Jr., H.N. Yoshimura, Slow crack growth and reliability of dental ceramics, *Dent. Mater.* 27 (2011) 394-406.
- [17] E.A. Münchow, A.C. Ferreira, R.M. Machado, T.S. Ramos, S.A. Rodrigues-Junior, C.H. Zanchi, Effect of acidic solutions on the surface degradation of a micro-hybrid composite resin, *Braz. Dent. J.* 25 (2014) 321-326.
- [18] S. Tuncer, M. Demirci, M. Tiryaki, N. Unlü, Ö. Uysal, The effect of a modeling resin and thermocycling on the surface hardness, roughness, and color of different resin composites, *J. Esthet. Restor. Dent.* 25 (2013) 404-419.
- [19] G. Çakmak, M.G. Subaşı, B. Yilmaz, Effect of thermocycling on the surface properties of resin-matrix CAD-CAM ceramics after different surface treatments, *J. Mech. Behav. Biomed. Mater.* 117 (2021) 104401.
- [20] M. Carrabba, A. Vichi, C. Louca, M. Ferrari, Comparison of traditional and simplified methods for repairing CAD/CAM feldspathic ceramics, *J. Adv. Prosthodont.* 9 (2017) 257-264.

- [21] E.V. Maroun, J. Guimaraes, W.G. Miranda Jr., L. Netto, A.B. Elias, E.M. Silva, Bond strength stability of self-adhesive resin cement to etched vitrified yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystal ceramic after thermomechanical cycling, *Oper. Dent.* 44 (2019) 545-555.
- [22] V. Preis, K. Grumser, S. Schneider-Feyrer, M. Behr, M. Rosentritt, The effectiveness of polishing kits: influence on surface roughness of zirconia, *Int. J. Prosthodont.* 28 (2015) 149-151.
- [23] M. Al-Akhali, M. Kern, A. Elsayed, A. Samran, M.S. Chaar, Influence of thermomechanical fatigue on the fracture strength of CAD-CAM-fabricated occlusal veneers, *J. Prosthet. Dent.* 121 (2019) 644-650.
- [24] R. Belli, M. Wendler, J.I. Zorzin, U. Lohbauer, Practical and theoretical considerations on the fracture toughness testing of dental restorative materials, *Dent. Mater.* 34 (2018) 97-119.
- [25] S.S. Scherrer, I.L. Denry, H.W. Wiskott, Comparison of three fracture toughness testing techniques using a dental glass and a dental ceramic, *Dent. Mater.* 14 (1998) 246-255.
- [26] P. Kok, G.K.R. Pereira, S. Fraga, N. Jager, A.B. Venturini, C.J. Kleverlaan, The effect of internal roughness and bonding on the fracture resistance and structural reliability of lithium disilicate ceramic, *Dent. Mater.* 33 (2017) 1416-1425.
- [27] Y.J. Yi, J.R. Kelly, Failure responses of a dental porcelain having three surface treatments under three stressing conditions, *Dent. Mater.* 27 (2011) 1252-1258.
- [28] A.B. Venturini, C. Prochnow, G.K.R. Pereira, A. Werner, C.J. Kleverlaan, L.F. Valandro, The effect of hydrofluoric acid concentration on the fatigue failure load of adhesively cemented feldspathic ceramic discs, *Dent. Mater.* 34 (2018) 667-675.
- [29] C.D.S. Rodrigues, L.F. Guilardi, A.C. Follak, C. Prochnow, L.G. May, L.F. Valandro, Internal adjustments decrease the fatigue failure load of bonded simplified lithium disilicate restorations, *Dent. Mater.* 34 (2018) e225-e235.
- [30] Y. Ling, Y.G. Han, X.F. Song, H. Wang, Effect of diamond burs on process and damage involving in vitro dental resurfacing of a restorative porcelain, *J. Phys. D Appl. Phys.* 40 (2007) 5291-5300.
- [31] P. Kalia, K.C. Nair, D. Jaiswal, C. Tikmani, D. Banerjee, R. Bera, A comparative study on the effect of polishing systems on the color and surface texture of different porcelain

systems - feldspathic, pressable, and computer-aided design/computer-aided manufacturing, J. Indian Prosthodont. Soc. 21 (2021) 173-179.

[32] S.P. Amaya-Pajares, A.V. Ritter, C. Vera Resendiz, B.R. Henson, L. Culp, T.E. Donovan, Effect of finishing and polishing on the surface roughness of four ceramic materials after occlusal adjustment, J. Esthet. Restor. Dent. 28 (2016) 382-396.

[33] I. Caglar, S.M. Ates, Z. Yesil Duymus, The effect of various polishing systems on surface roughness and phase transformation of monolithic zirconia, J. Adv. Prosthodont. 10 (2018) 132-137.

[34] C.L. Goo, A. Yap, K. Tan, A.S. Fawzy, Effect of polishing systems on surface roughness and topography of monolithic zirconia, Oper. Dent. 41 (2016) 417-423.

[35] G.F. Ramos, G.K. Pereira, M. Amaral, L.F. Valandro, M.A. Bottino, Effect of grinding and heat treatment on the mechanical behavior of zirconia ceramic, Braz. Oral Res. 30 (2016) e12.

[36] M. Mohammadibassir, M.B. Rezvani, H. Golzari, E. Moravej Salehi, M.A. Fahimi, M.J. Kharazi Fard, Effect of two polishing systems on surface roughness, topography, and flexural strength of a monolithic lithium disilicate ceramic, J. Prosthodont. 28 (2019) e172-e180.

[37] G.K. Pereira, M. Amaral, R. Simoneti, G.C. Rocha, P.F. Cesar, L.F. Valandro, Effect of grinding with diamond-disc and -bur on the mechanical behavior of a Y-TZP ceramic, J. Mech. Behav. Biomed. Mater. 37 (2014) 133-140.

[38] R.G. Luthardt, M. Holzhüter, O. Sandkuhl, V. Herold, J.D. Schnapp, E. Kuhlisch, M. Walter, Reliability and properties of ground Y-TZP-zirconia ceramics, J. Dent. Res. 81 (2002) 487-491.

[39] R. Hampe, B. Theelke, N. Lümke, M. Eichberger, B. Stawarczyk, Fracture toughness analysis of ceramic and resin composite CAD/CAM material, Oper. Dent. 44 (2019) E190-e201.

3 CAPÍTULO 2 - ANÁLISE DAS PROPRIEDADES CROMÁTICAS DE MATERIAIS RESTAURADORES A BASE DE CERÂMICA EM FUNÇÃO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE ACABAMENTO/POLIMENTO E ENVELHECIMENTO[‡]

3.1 Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes protocolos de ajuste e acabamento intraorais em diferentes materiais restaurados indiretos a base de cerâmica: dissilicato de lítio, resina nanocerâmica e zircônia após o envelhecimento na sua rugosidade, microscopia eletrônica de varredura, resistência flexural e estabilidade de cor. Para a análise de estabilidade de cor, 600 espécimes de tamanho 5 x 3 x 1 mm foram imersos em solução de café por 28 dias. Os protocolos de acabamento e polimento analisados foram: Desgaste com ponta diamantada em alta rotação com/sem refrigeração, seguido ou não de polimento; desgaste com ponta diamantada em contra-ângulo multiplicador 5:1 com/sem refrigeração, seguido ou não de polimento; grupo controle sem nenhum tratamento de superfície, seguido ou não de polimento ou glaze. A avaliação da estabilidade de cor, os espécimes foram imersos em solução de café por 28 dias e comparado com a mesma amostra antes da imersão, por meio da análise de espectrofotometria em 2 períodos (inicialmente (T0) e pós 28 dias (T1)), e avaliado de acordo com o sistema CIE L*a*b*. Os dados foram submetidos ao teste ANOVA a dois critérios seguida pelo teste de Tukey, considerando o nível de significância de 5%. A análise de cor houve diferença estatística independente do material ($p < 0.001$), superfície ($p = 0.001$) e na interação entre estes fatores. Concluímos que independe do equipamento, irrigação e polimento e glaze ocorre alta instabilidade de cor por parte dos materiais restauradores após imersão em solução de café, independente do material avaliado. Sendo que o contato com esta solução influenciou negativamente nos resultados de estabilidade cromática.

Palavras-chave: Acabamento em cerâmica, Técnicas de acabamento, Resistência flexural

[‡] Normalização segundo The Journal of Prosthetic Dentistry - [h https://www.thejpd.org/content/authorinfo](https://www.thejpd.org/content/authorinfo)

3.2 Abstract

The objective of this work was to evaluate the influence of different intraoral adjustment and finishing protocols on different indirect ceramic-based restored materials: lithium disilicate, nanoceramic resin and zirconia after aging on its roughness, scanning electron microscopy, flexural strength and stability. by heart. For the analysis of color stability, 600 specimens of size 5 x 3 x 1 mm were immersed in coffee solution for 28 days. The finishing and polishing protocols analyzed were: High speed diamond grinding with/without cooling, followed or not by polishing; wear with diamond point in contra-angle multiplier 5:1 with/without coolant, followed or not by polishing; control group without any surface treatment, followed or not by polishing or glaze. To evaluate the color stability, the specimens were immersed in coffee solution for 28 days and compared with the same sample before immersion, through spectrophotometry analysis in 2 periods (initially (T0) and after 28 days (T1)) , and evaluated according to the CIE L*a*b* system. Data were submitted to a two-way ANOVA test followed by Tukey's test, considering a significance level of 5%. The color analysis showed a statistical difference independent of the material ($p < 0.001$), surface ($p = 0.001$) and in the interaction between these factors. We conclude that, regardless of the equipment, irrigation and polishing and glazing, there is high color instability on the part of the restorative materials after immersion in coffee solution, regardless of the material evaluated. The contact with this solution had a negative influence on the chromatic stability results.

Keywords: Ceramic finishing, Finishing techniques, Flexural strength

3.3 Introdução

A avaliação precisa e confiável da cor é um pré-requisito para um resultado estético bem-sucedido com restaurações indiretas. Porém, o contato com soluções corantes em boca pelo paciente pode levar a alterações cromáticas que afetam a estética.

No entanto, por se tratarem de restaurações indiretas, não são todos os casos que restaurações cerâmicas se adaptam às necessidades clínicas durante o momento na cimentação, podendo ocorrer leves desajustes. O ajuste oclusal intraoral com técnicas

convencionais e manuais podem influenciar nas suas características estéticas e gerando mudança de cromáticas que podem influenciar na longevidade da restauração. (1,2)

Embora sejam feitas com grande precisão, em uma pesquisa clínica realizada, foi relatado que 68% das peças cerâmica a serem instaladas exigiram ajustes oclusais após cimentação. (1) Nestes ajustes, os cirurgiões-dentistas empregam técnicas abrasivas nas superfícies destas restaurações na tentativa de realizarem ajustes e acabamento que as tornem, além de ajustadas ao preparo e oclusão, sejam lisas e com brilho próximo ao esmalte dentário (2).

Alguns estudos descobriram que as técnicas preferidas no uso clínico para ajustes e acabamentos são: (1) alisar o contornos com discos diamantados flexíveis, pontas diamantadas, pedras poliméricas ou pedras verdes (carboneto de silício); (2) acabamento com pedras brancas ou discos de borracha e formato cônico pontas de borracha; (3) polimento com pastas diamantadas e discos de feltro, cônicos ou de borracha fina, ou uma escova (3-5). Porém, não há definição de qual velocidade de rotação deve ser aplicada. Além disso, não abordam a necessidade ou não de irrigação no momento clínico. Apenas Ahmad e colegas em 2005, sugeriram que o polimento de restaurações cerâmicas deve ser aplicado usando uma velocidade máxima de polimento que não exceda a recomendação do fabricante para que não prejudique às propriedades mecânicas da cerâmica restaurações, mas sabemos que esta rotação é variável de acordo com cada fabricante e marcas de contra ângulos.(5)

Na cavidade oral, esses materiais restauradores são expostos a uma série de condições que causam danos e alterações em suas propriedades tais como mudanças de umidade, temperatura, bebidas, comidas e hábitos tabagista. Assim, ao longo do tempo, a qualidade do a restauração se deteriora e então requer a troca desta restauração que pode estar insatisfatória em função da alteração cromática do material. (2)

A alteração de cor dos materiais, pode ser endógena e exógena, em virtude de bebidas consumidas diariamente como café e refrigerantes de cola. (6) As razões endógenas incluem o tempo de polimerização, composição do cimento resinoso e matriz resinosa, tamanho das partículas dos materiais, seja ele resinoso, a base de dissilicato de lítio ou zircônia, bem como a porosidade do material. (7)

As bebidas são um componente importante da nossa dieta diária e são categorizadas em dois grupos, alcoólicas e não alcoólicas. A respeito das bebidas não-alcoólicas, várias opções estão disponíveis incluindo café, chá, sucos, refrigerantes, etc. No

entanto, independente da classificação, o café ocupa a posição de segundo lugar no consumo entre todas as bebidas depois da água e pessoas de todo o mundo consomem aproximadamente 500 bilhões de copos anualmente. (8)

Os efeitos de imersão em café, por ser um produto com alto potencial de coloração, é considerado um bom teste para estimar a tendência dos materiais em alterar sua coloração. (9) Porém, não há evidências que correlacionam alterações de superfície em função da atividade clínica e as alterações cromáticas causadas pela solução de café.

Sabemos que cerâmicas apresentam estabilidade de cor importante, que fazem possível a obtenção de resultados estéticos altamente satisfatórios e duradouros. Porém, sabemos também que a translucidez e a cor destes materiais podem ser afetadas por muitas propriedades, incluindo espessura cerâmica, estrutura cristalina, número de queimas cerâmicas, técnica de estratificação, repetidos ciclos de coloração, granulometria, pigmentos incorporados, número, tamanho e distribuição dos defeitos de superfície, e porosidade. (3, 10-12)

A porosidade na superfície dos materiais também pode ser consequência do desgaste inadequado e ausência de polimento, o que pode promover maior absorção de líquidos por parte do material restaurador, levando à alteração da sua cor. Dessa forma, assim como as propriedades mecânicas, as propriedades ópticas se tornam importantes e são objetivo final das restaurações estéticas, logo a estabilidade de cor durante a vida útil funcional das próteses é tão importante quanto as propriedades mecânicas dos materiais porque essas propriedades devem estar e permanecerem juntas ao longo do tempo. (3, 13)

Outra consequência, é o aumento da porosidade de superfície dos materiais, o que pode promover maior absorção de líquidos por parte do material restaurador, levando à alteração de cor, modificação da sua forma e levando ao insucesso clínico, como é o exemplo da Y-TZP, qualquer procedimento de desgaste na superfície da zircônia pode produzir uma transformação de fase da tetragonal (T) para a monoclinica (M), o que pode influenciar de maneira negativa as propriedades desse material. (14-16)

Avaliar as alterações cromáticas de materiais restauradores, pode ser considerada uma avaliação subjetiva por ser muito visual. Entretanto, métodos qualitativos, como comparação por guias de cores e métodos fotográficos, podem levar a resultados imprevisíveis. Além disso, dispositivos eletrônicos intraorais, como colorímetros e espectrofotômetros pode detectar objetivamente diferenças de cor. (13, 17, 18) Esses

dispositivos podem metricamente entregar resultados consistentes usando a CIE (Comissão Internacional del' Eclairage [iluminação]) L* a* b* sistema. (3, 19) Neste sistema, o total diferença de cor entre 2 objetos é descrito por ΔE . (20) Diferenças de cor superior a aproximadamente 3,5 unidades ΔE são considerados inaceitáveis e visualmente detectável. (21, 22)

Dessa forma, fica evidente que apesar do acabamento e polimento intraoral após ajuste da peça cerâmica ser de grande importância, não há um consenso de qual é a melhor maneira de realizar o desgaste na peça e nem mesmo o melhor protocolo de acabamento a ser seguido a fim de manter as propriedades estéticas em relação a estabilidade cromática da cerâmica. Por isso a necessidade de investigar as interferências que as diferentes formas de acabamento e polimento causam em materiais restauradores indiretos quando em contato com substâncias corantes.

3.4 Objetivo

O objetivo deste trabalho é avaliar, *in vitro*, a influência de diferentes protocolos de ajustes e polimento intraoral após envelhecimento por imersão em café em superfícies de materiais restauradores indiretos a base de cerâmica (nanocerâmica, dissilicato de lítio e zircônia) na estabilidade cromática.

Hipóteses de nulidade

As hipóteses de nulidade são:

- Não haverá influência quanto ao protocolo de desgaste e polimento na estabilidade de cromática, independente do material restaurador.
- Não haverá diferença estatística significativa quanto ao tipo de material restaurador à quanto energia livre de superfície e estabilidade de cromática, independente do protocolo de desgaste e polimento.
- Não haverá influência da imersão por café na estabilidade cromática independente do material restaurador e independente do protocolo de desgaste e polimento na estabilidade cromática.

3.5 Material e métodos

3.5.1 Formação dos grupos e confecção dos espécimes

Foram obtidos cento e sessenta espécimes de tamanho 5 x 3 x 1 mm. (23, 24) (Figura 1)

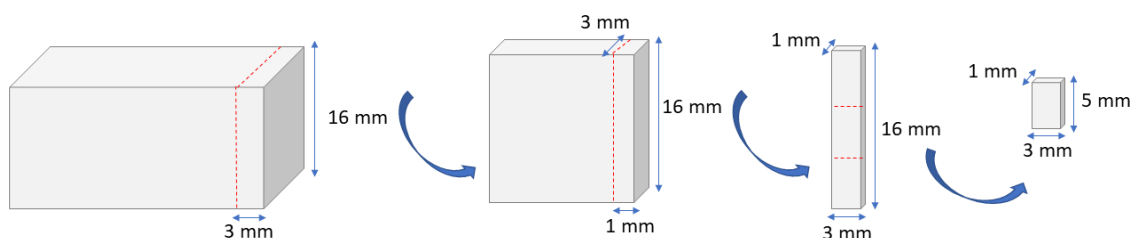


Figura 1. Esquema mostrando como foram obtidos os cortes no tamanho 5 x 3 x 1 mm

Blocos de dissilicato de lítio (IPS e.max CAD - Ivoclar Vivadent®), resina nanocerâmica (LAVA™ Ultimate Restorative System - 3M ESPE) e zircônia (VITA In-Ceram® YZ, VITA) foram seccionados por meio de disco diamantado (IsoMet 15LC; Buehler, Illinois, EUA) montado em cortadeira metalográfica sob irrigação constante com água (IsoMet 5000; Buehler, Illinois, EUA).

Posteriormente, os tablets foram sinterizados de acordo com as instruções de cada fabricante. Os blocos pré-sinterizados, que se encontravam em um estágio cristalino intermediário, foram sinterizados em um forno Programat CS2 (Ivoclar Vivadent®, Schaan, Liechtenstein. Barueri, SP), onde a queima foi realizada à 840°-850°C (1544-1562°F) de 20 a 25 minutos, de acordo com as normas do fabricante, onde a queima produz uma alteração na microestrutura dos cristais de dissilicato de lítio e zircônia. Após a sinterização, os espécimes foram levados para banho em lavadora ultrassônica (Unique USC 2850, São Paulo, Brasil) por 1 minuto em água destilada, álcool por 5 minutos e novamente em água destilada por 1 minuto e, então, secados à ar natural em temperatura ambiente.

Após isso, foram posicionados em placa de vidro com cera utilidade (Lysanda®, São Paulo, Brasil) de forma que a superfície que recebesse o tratamento ficasse exposta sem movimentações. Sequencialmente foram realizados diferentes tipos de desgastes simulando os

ajustes, seguidos por um protocolo clínico padrão de polimento, e um polimento laboratorial (glaze). A distribuição dos grupos de estudo estão determinadas no próximo tópico.

Protocolos de ajuste

a) Desgaste com ponta diamantada montada em instrumento de alta rotação:

Para execução do desgaste, simulando o ajuste da cerâmica em boca, foi acoplada ponta diamantada para acabamento fino (Nº 3195F, KG SORENSEN) em peça de mão de alta rotação de rotação máxima de 350.000 rpm (ExtraTorque 605C; KaVo Dental Excellence, Berlim, Alemanha). (Figura 2) Para o grupo com refrigeração foi ativada, na peça de mão, irrigação constante com jato triplo de água destilada durante o desgaste e para o grupo sem refrigeração, a irrigação foi desativada. A quantidade de desgaste realizado foi de 0,3 mm ($\pm$ 0,05) em uma das faces do espécime (face de 3,0 mm), por 10 segundos, sendo realizado pelo mesmo operador calibrado seguindo como referência de pressão sob o espécime o peso da própria mão em todos os espécimes. (25) Para o grupo sem refrigeração de ar/água será desativada.

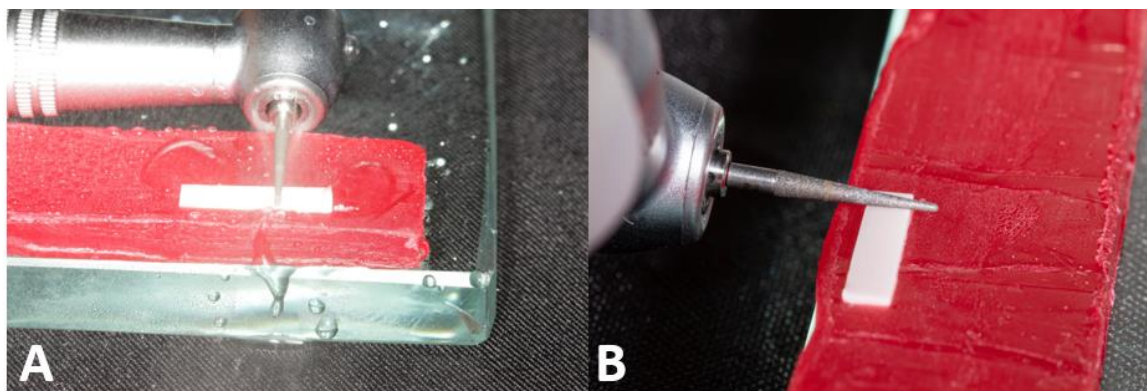


Figura 2. Espécime posicionado na placa de vidro com cera utilidade para realização do desgaste com ponta diamantada para acabamento fino (Nº 3195F, KG SORENSEN): (A) alta rotação com irrigação; (B) alta rotação sem irrigação

b) Desgaste com ponta diamantada montada em instrumento contra-ângulo multiplicador:

Nos espécimes desse grupo foi utilizado para o desgaste o mesmo tipo de ponta diamantada montada em contra-ângulo multiplicador acionado por micromotor de baixa

rotação atingindo entre 340.000 e 420.000 rpm (Contra-Ângulo Multiplicador Konzept 1:5E; KaVo Dental Excellence, Berlim, Alemanha). (Figura 3) Para o sub-grupo com refrigeração, foi ativada a irrigação constante com jato triplo no contra-ângulo com água destilada para irrigação constante durante o desgaste. No grupo sem refrigeração, a irrigação foi desativada. A quantidade de desgaste realizado foi de 0,3 mm ($\pm 0,05$) em uma das faces do espécime (face de 5,0 mm), por 10 segundos, sendo realizado pelo mesmo operador calibrado seguindo como referência de pressão sob o espécime o peso da própria mão em todos os espécimes. Para o grupo sem refrigeração de ar/água será desativada.

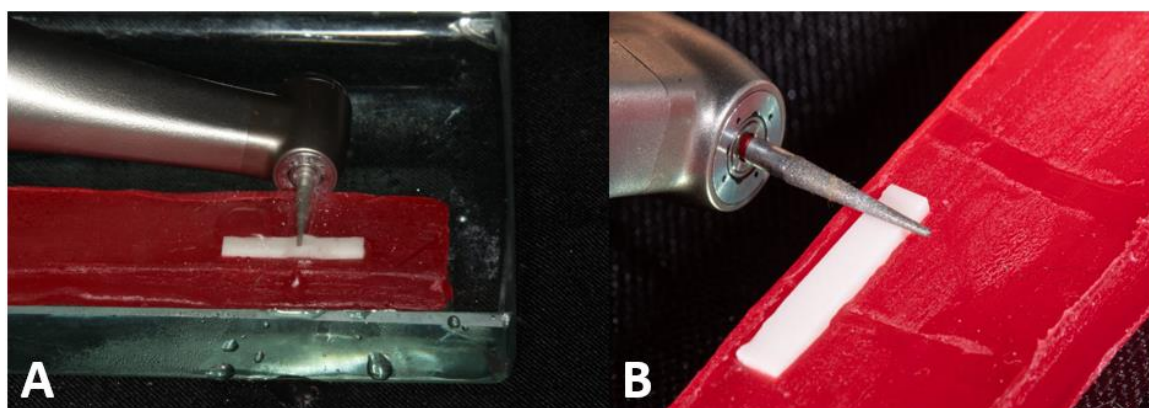


Figura 3. Espécime posicionado na placa de vidro com cera utilidade para realização do desgaste com ponta diamantada para acabamento fino (Nº 3195F, KG SORENSEN): (A) contra-ângulo multiplicador com irrigação; (B) contra-ângulo multiplicador sem irrigação

Acabamento:

Após o desgaste, a mesma superfície receberá polimento de acordo sendo executados da seguinte maneira:

c) Glaze:

Para o grupo de glaze, este será aplicado em laboratório de prótese pelo técnico em prótese dentária. A camada de glaze foi aplicada e a queima realizada a uma temperatura de pré-secagem de 6 minutos à 403°C, com uma taxa de calor de 45°C/min. As temperaturas de início e parada do vácuo foram de 450°C e 769°C, respectivamente, com um tempo de espera de 1 minuto.

d) Com polimento:

Os espécimes receberam polimento padrão simulando situação clínica intrabucal com pontas para polimento e alto brilho específicas para material cerâmico (OptraFine® Ivoclar Vivadent®, Schaan, Liechtenstein, Suíça) acopladas em instrumento de baixa rotação (KaVo Dental Excellence, Berlim, Alemanha). Para tal, foi realizado polimento com OptraFine® P (azul-escuro), com movimentos ligeiramente rotatórios para evitar a criação de sulcos, média pressão, e rotação máxima de 15.000 rpm. Por fim, polimento de alto brilho com escovas de nylon OptraFine® HP e pasta de polimento, com rotação média de 5.000-7.000 rpm. De acordo com as recomendações do fabricante. (Figura 4)

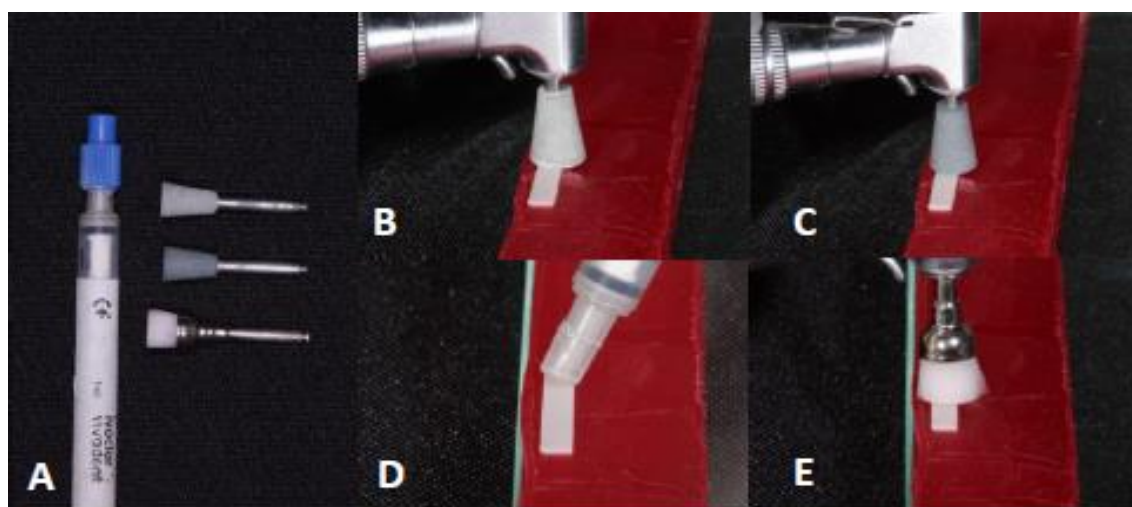


Figura 4. Polimento padrão A) OptraFine® IvoclarVivadent®, Schaan, Liechtenstein. Barueri, SP; B) e C) Polimento com OptraFine®; D) e E) Polimento de alto brilho com escovas de nylon OptraFine® HP e pasta de polimento

e) Sem polimento:

Será realizado o desgaste da superfície, como descrito anteriormente e não será executado nenhum polimento na superfície desgastada.

Após seu preparo, os espécimes serão submetidos às análises experimentais.

3.5.2 Avaliação da estabilidade de cor (n = 160)

3.5.2.1 Processo de coloração

Os espécimes foram submetidos ao processo de coloração. A solução de coloração utilizada foi o café (Nescafé, Nestle, Brasil), os espécimes foram imersos em 1 mL da solução de coloração em temperatura ambiente durante 28 dias.

A solução de café foi feita de acordo com as instruções do fabricante, seguindo a proporção de 1 g de café para 150 mL de água a 100 °C. Foi aguardado até que a solução resfriasse em temperatura ambiente e então colocado 1mL de solução de café em cada poço em contato com os espécimes (Figura 5 A e B).

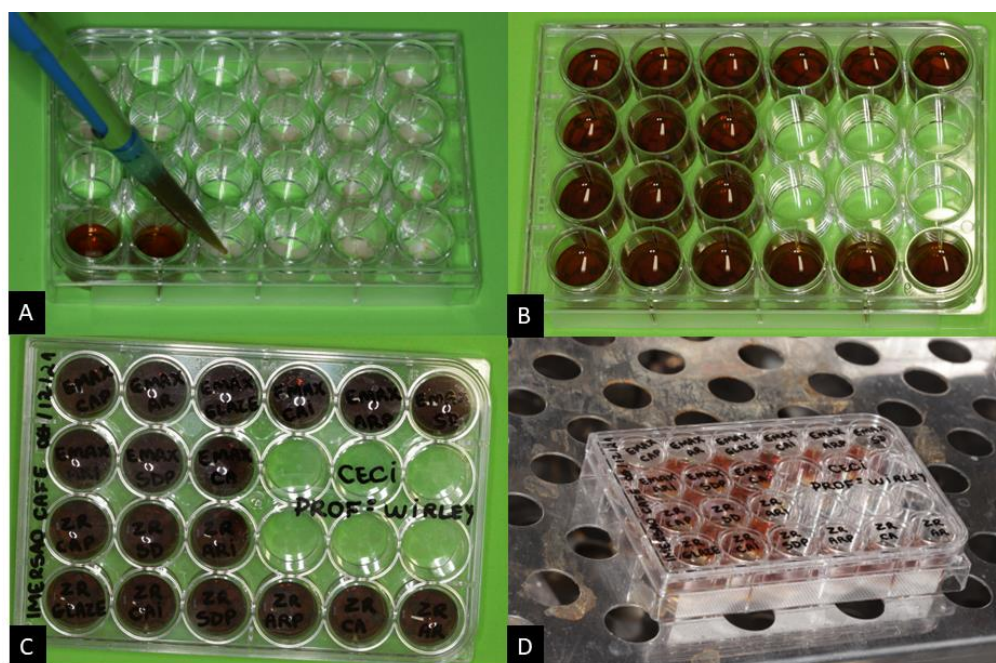


Figura 5. Processo de coloração por imersão em café. A) Solução de café sendo colocada nos poços da placa sobre os espécimes; B) Espécimes imersos na solução de café; C) Placas de 24 poços divididas de acordo com os grupos de estudo; D) Placa colocada em estufa bacteriológica

Os espécimes foram organizados de acordo com cada grupo em placas de 24 poços tampadas (Figura 5C), para que impedisse a evaporação da solução. As placas com os espécimes foram colocadas em estufa bacteriológica à 37° C durante 28 dias para simulação da situação bucal em temperatura (Figura 5D). A solução de café foi trocada diariamente a cada 24h.

3.5.2.2 Teste de coloração

A espectofotometria será realizada 28 dias após o início do experimento. Após este período, os espécimes foram lavados cuidadosamente em água destilada e secos ao ar natural.

Os espécimes foram posicionados em uma matriz de borracha preta fosca exatamente do tamanho do espécime (5 x 3 x 1 mm) conectada a um dispositivo de metal preto fosco anexado ao interior do espectofotômetro de reflexão ultravioleta visível (UV-2450, Shimadzu, Japão) (Figura 6A e B). (26) As leituras foram realizadas por um operador cego e treinado antes e após a imersão na solução corante. Foram mensuradas 8 amostras por grupo.

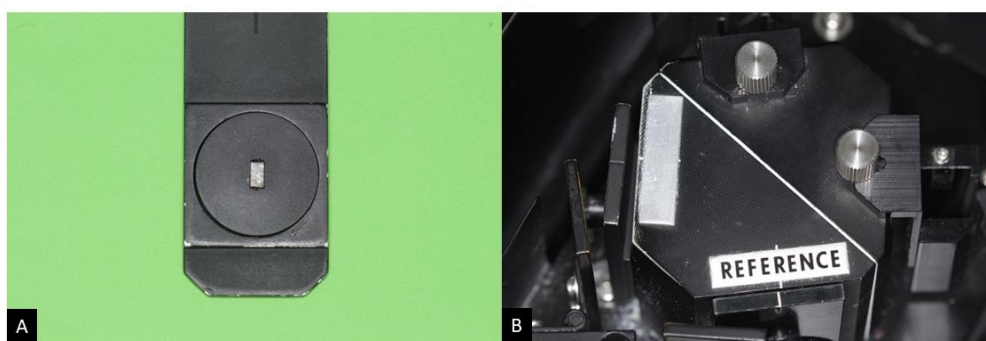


Figura 6. Posicionamento da amostra para o teste de coloração no espectrofotômetro. A) Espécime posicionado na matriz para leitura; B) Matriz posicionada com o espécime no espectrofotômetro

A alteração de cor (ΔE) foi calculada pela Comissão International de L' Eclairage (CIE) sistema $L^*a^*b^*$, estabelecido pelo CIE. Este sistema pode ser calculado de acordo com a fórmula: $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$. (26) O “L” representa o brilho de 0 (preto) a 100 (branco perfeito), o “a” representa a quantidade de vermelho (valores positivos) ou verde (valores negativos) e o “b” representa a quantidade de amarelo (valores positivos) ou azul (valores negativos). (26)

3.5.3 Análise estatística

Os testes estatísticos foram realizados com o auxílio do *software* estatístico Statview versão 5.0 (SAS Institute Inc., Cary, USA). Os dados tabulados e analisados pelo teste de ANOVA a dois critérios seguida pelo teste de Tukey, considerando o nível de significância de 5%. E para os grupos glaze, foi utilizado o teste *t Student*.

3.6 Resultado

- Avaliação da estabilidade cromática**

Os resultados de ΔE para análise de cor estão expostos na tabela 1.

Tabela 1. Valores de ΔE obtidos em função dos protocolos de ajustes e acabamento, dos materiais LAVA, E-max e Zr

ΔE				INDEPENDENTE DO MATERIAL
	LAVA	EMAX	ZR	
AR	6.86 $\pm$ 2.04 Aa	8.87 $\pm$ 1.29 Aab	6.42 $\pm$ 2.83 Aebcd	7.38 $\pm$ 1.07 A
ARI	5.59 $\pm$ 1.36 Aa	6.14 $\pm$ 1.38 Aa	11.30 $\pm$ 2.47 Bdefghi	7.68 $\pm$ 2.57 A
ARP	6.18 $\pm$ 3.45 Aa	5.85 $\pm$ 3.50 Aa	12.78 $\pm$ 4.79 Bghij	8.27 $\pm$ 3.19 A
ARIP	4.27 $\pm$ 1.42 Aa	4.35 $\pm$ 1.46 Aa	13.34 $\pm$ 1.64 Baij	7.32 $\pm$ 4.26 A
CA	4.74 $\pm$ 2.09 Aa	8.15 $\pm$ 3.03 Bab	8.02 $\pm$ 4.00 Bcdefg	6.97 $\pm$ 1.58 Ab
CAI	5.19 $\pm$ 0.93 Aa	11.71 $\pm$ 3.76 Bb	6.52 $\pm$ 1.69 Abcdef	7.81 $\pm$ 2.81 A
CAP	6.05 $\pm$ 2.65 Aa	7.53 $\pm$ 1.62 Aab	4.63 $\pm$ 2.97 Abc	6.07 $\pm$ 1.18 Ab
CAIP	4.94 $\pm$ 0.85 Aa	5.41 $\pm$ 1.12 Aa	3.38 $\pm$ 1.26 Ab	4.58 $\pm$ 0.87 B
SD	7.61 $\pm$ 3.90 Aa	4.90 $\pm$ 1.65 Ba	8.48 $\pm$ 2.58 Acdefgh	7.00 $\pm$ 1.52 Ab
SDP	5.56 $\pm$ 1.79 Aa	7.13 $\pm$ 2.56 Aa	6.33 $\pm$ 3.28 Abcd	6.34 $\pm$ 0.64 Ab

Legenda: Valores de ΔE seguido por letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas na coluna, apresentam diferença estatística significativa.

De um modo geral, o resultado apresentou diferença estatística independente do material ($p < 0.001$), superfície ($p = 0.001$) e na interação dos fatores ($p < 0.001$).

A respeito do fator materiais, houve diferença estatística entre todas elas, sendo LAVA (5.70 ± 2.46), EMAX (6.93 ± 3.15), Zr (7.97 ± 4.29) com valor de $p < 0.05$.

Em relação as superfícies, independente do material, o menor valor médio de ΔE foi do grupo CAIP (4.58 ± 0.87) e o maior valor foi do grupo ARP (8.27 ± 3.19), apresentando diferença estatística significativa entre estes grupos ($p < 0.001$). O grupo controle SD não apresentou diferença estatística entre os grupos CAIP ($p = 0.075$) e ARP ($p = 0.953$). Porém, apenas o grupo CAIP apresentou diferença estatística dos grupos que utilizaram alta-rotação ($p > 0.05$). O grupo controle, independente do polimento, não apresentou diferença estatística independente do equipamento ($p > 0.05$).

Ainda neste mesmo parâmetro, mas considerando o equipamento utilizado, observa-se que os maiores valores médios de um modo geral são dos grupos que utilizaram alta-rotação, independente do uso de irrigação e polimento. Enquanto os menores valores foram para os grupos que utilizaram contra-ângulo multiplicador 1:5 (Tabela 1).

Considerando os diferentes materiais, para o grupo LAVA, não houveram diferenças estatísticas independente do protocolo de ajuste e acabamento utilizado ($p > 0.05$). O menor valor de ΔE foi do grupo ARIP (4.27 ± 1.42) e os grupos que receberam tiveram o valor médio diminuído, independente do equipamento utilizado.

Para o grupo EMAX, o maior valor médio foi do grupo CAI (11.71 ± 3.76), sem apresentar diferença estatística com os grupos AR, CA e CAP ($p = 0.211$, 0.233 e 0.077 , respectivamente). O menor valor médio foi do grupo ARIP (4.35 ± 1.46), que apresentou diferença estatística apenas com o grupo CAI ($p < 0.001$).

O grupo Zr foi o grupo que apresentou maiores diferenças estatísticas entre as diferentes superfícies para ΔE . O maior valor médio foi do grupo ARIP (13.34 ± 1.64) e o menor CAIP (3.38 ± 1.26).

A tabela 2 mostra os valores médios de ΔE referente aos materiais que receberam a aplicação do glaze (EMAX e ZR). Os resultados demonstram que não houve diferença estatística entre os diferentes materiais ($p = 0.401$).

Tabela 2. Valores de ΔE obtidos em função da aplicação de glaze, dos materiais E-max e Zr

ΔE		
	EMAX	ZR
GLAZE	8.08 ± 3.32	7.64 ± 4.25
	A	A

Legenda: Valores de ΔE seguido por letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas na coluna, apresentam diferença estatística significativa.

3.7 Discussão

Após a análise dos resultados, vimos que todas as hipóteses nulas do estudo foram negadas, uma vez que houveram diferenças estatísticas para todos os parâmetros e o envelhecimento acelerado por imersão em solução de café também apresentou diferenças estatísticas independente dos demais fatores.

No presente estudo *in vitro*, o espectrofotômetro foi a forma de avaliação selecionada devido à sua capacidade de produzir medições livres do efeito subjetivo de cor. A reprodutibilidade do dispositivo no presente estudo foi avaliada a partir de 8 espécimes de cada grupo por calcular o valor ΔE após 2 medições de cor de mesma superfície em diferentes intervalos de tempo (antes e após 28 dias de imersão em solução de café).

Embora valores de ΔE entre 3 e 5 sejam considerados clinicamente aceitáveis, eles são significativos porque são perceptíveis mesmo por observadores não treinados. Sendo assim, valores de ΔE superiores a 5 não são aceitáveis, sugerindo que a restauração requer substituição. (18, 27, 28) Um valor de $\Delta E > 3.3$ ou 3.7 foi considerado inaceitável em várias investigações, (29-31) representando uma diferença de cor clinicamente distinguível no ambiente intraoral. No entanto, mais recentemente, Douglas e colaboradores. (28) usaram um modelo de regressão para prever que uma diferença de cor de 2.6 unidades ΔE observadas na boca de um paciente seria perceptível por 50% dos dentistas observadores. (29)

No presente estudo os valores de ΔE foram fixados como padrão em superiores a 3.7, independente dos parâmetros de protocolos de ajuste e acabamento e material avaliado. Os resultados mostraram a capacidade da solução de café em pigmentar a superfície dos materiais restauradores avaliados.

A respeito dos materiais, houve diferença estatística entre os diferentes materiais ($p < 0.001$). Sendo que LAVA apresentou o menor valor de ΔE (5.70 ± 2.46), seguido de EMAX (6.93 ± 3.15) e Zr (7.97 ± 4.29), independente da superfície. Era esperado que houvesse diferenças estatísticas entre os materiais, uma vez que cada material apresenta suas particularidades, principalmente em se tratando da ação de diferentes acabamentos em sua superfície. Acredita-se que estes ajustes e acabamentos possam deixar uma superfície rugosa capaz de absorver mais corantes e tendo capacidade inferior para refletir a luz, deixando evidente a alteração cromática.

Este resultado está de acordo com o encontrado na literatura por Kanat-Erturk em 2018 que na avaliação em dissilicato de lítio e zircônia mostrou que os procedimentos de acabamento superficial afetaram os valores de descoloração após imersão em café e chá de forma diferente. (32) Já foi que a estabilidade da cor é afetada por procedimentos de acabamento superficial e rugosidade superficial. (33, 34) Motro et al avaliaram os efeitos de vários acabamentos de superfície procedimentos como glaze, reglaze e polimento mecânico com diferentes materiais de polimento, após abrasão com um instrumento rotativo de diamante, na estabilidade de cor e superfície rugosidade da cerâmica feldspática (IPS e.max Ceram) após 12 dias de armazenamento em café. (35) De acordo com os resultados do estudo, materiais cerâmicos feldspáticos vidrados apresentaram mudanças de cor e rugosidade da superfície. (35)

Mesmo a aplicação de glaze, como demonstrado na tabela 2, apesar de não apresentar diferença estatística entre os materiais, apresentou valor de ΔE acima de 3.7, sugerindo que já seria recomendado a troca da restauração em função da alteração cromática.

Os resultados encontrados do presente estudo estão de acordo com o estudo de Habib 2021, que mostrou que em relação à diferença de cor que o envelhecimento teve um efeito significativo na cor de todos os materiais testados após envelhecimento acelerado por termociclagem, demonstrando instabilidade em condições adversas. Os resultados do estudo revelaram que os corpos de prova se tornaram mais escuro, mais avermelhado com um aumento na saturação do croma na região vermelha. (36)

Cerâmicas monolíticas apresentam múltiplas, porém sua maioria é formada por apenas um tom na coloração. Portanto, na tentativa de melhorar a aparência estética destes materiais, foram aplicadas manchas intrínsecas nos materiais cerâmicos. Essas manchas são formadas por pigmentos de coloração múltipla na forma de óxidos como Fe, Cu, Co, Mn e até

mesmo opaco óxidos como Sn, Zn, Al, Zr e Ti foram inconformados a baixa fusão. (36, 37) Esses pigmentos inorgânicos devem ser incorporados sem comprometer o alto coeficiente de refração e ao mesmo tempo ser insolúvel em água e em solventes orgânicos para manter as características e propriedades de cor estáveis. (36, 37) Apesar do ganho estético, o lado negativo da incorporação destes corantes é que a estabilidade diante das severas adversidades que ocorrem na cavidade oral ainda permanece questionável.

Além disso, a composição vítrea dos materiais é dominante, a microestrutura das manchas e da camada de glaze podem ter aumentado a rugosidade superficial em decorrência da dissolução da sílica que compõe o matéria, assim a perda de íons alcalinos causam danos à integridade superficial, deixando a superfície com irregularidades, favorecendo a incorporação dos corantes. (38) Em além da formação de microfissuras, permitindo a penetração da solução de café no material durante todo o processo de envelhecimento, levando à sua inevitável degradação e consequentemente sua alteração cromática. (36)

Angel e colaboradores ainda afirmam que além disso, durante o processo de envelhecimento, a troca iônica com soluções, principalmente ácidos, ocorre a dissolução da rede de silicato cerâmico (Si-O-Si). Os autores acreditam que este processo pode levar à difusão de íons de hidrogênio da solução aquosa para o vidro e, em troca, os íons alcalinos são perdidos da superfície do vidro para preservar a neutralidade elétrica. (36, 39) A quebra da ligação Si-O-Si pode contribuir para a lixiviação do silício, potássio, sódio e outros elementos que levam à formação de porosidade na matriz de vidro e assim aumentam a possibilidade de difusão de moléculas de água dentro da matriz, resultando na formação de áreas internas localizadas de quebra de ligação Si-O-Si. (39)

Dessa fora, por se tratar de uma consequência natural do ambiente oral, em especial quando em contato com soluções corantes como o café, esse episódio ocorre independente do trato que o cirurgião-dentista dá a esta superfície durante o processo de instalação na cavidade oral, bem como acabamento da peça cerâmica. Como todas as superfícies testadas neste estudo apresentaram resultado de ΔE acima de 3.7 (Tabelas 1 e 2), não é possível afirmar qual melhor método de ajuste e acabamento de cerâmicas é o recomendado para que não ocorra alteração cromáticas de peças cerâmicas, uma vez que a literatura indica que acima deste valor já é recomendado a troca da peça caso haja insatisfação estética.

Sendo assim, o recomendado é a instrução ao paciente quando a necessidade de cuidado quanto aos hábitos de dieta, uma vez que bebidas como café em excesso podem

alterar a estabilidade de cor de forma importante da restauração. Não se sabe se a reaplicação de polimento após determinado tempo da restauração instalado na cavidade oral é indicada e pode reverter tais alterações, é necessário investigar esta possibilidade, uma vez. De qualquer forma, as visitas ao dentista pelo paciente são indicadas para que tais alterações possam ser diagnosticadas antes que se tornem indesejadas esteticamente pelo paciente.

Além disso, as limitações do presente estudo *in vitro* limitações, apesar da imersão em café, o efeito aditivo de outros procedimentos comuns de envelhecimento, como a escovação não foi investigada, apenas a imersão estática simulando uma situação extrema. Investigações futuras devem explorar a estabilidade da cor para envelhecimento em outras bebidas, como bebidas carbonatadas ou sucos de frutas, enquanto para simulação clínica otimizada. O efeito combinado de outros fatores contribuintes, como a aplicação do polimento novamente após a imersão, presença de proteínas/enzimas salivares e tabagismo também devem ser avaliados.

3.8 Conclusão

Os resultados do estudo nos permitem concluir que, independente do equipamento, irrigação e polimento e glaze ocorre alta instabilidade de cor por parte dos materiais restauradores após imersão em solução de café, independente do material avaliado. Sendo que o contato com esta solução influenciou negativamente nos resultados de estabilidade cromática.

3.9 Referências

1. Khayat W, Chebib N, Finkelman M, Khayat S, Ali A. Effect of grinding and polishing on roughness and strength of zirconia. J Prosthet Dent 2018;119:626-31.
2. Kalia P, Nair KC, Jaiswal D, Tikmani C, Banerjee D, Bera R. A comparative study on the effect of polishing systems on the color and surface texture of different porcelain systems - feldspathic, pressable, and computer-aided design/computer-aided manufacturing. J Indian Prosthodont Soc 2021;21:173-9.

3. Akar GC, Pekkan G, Çal E, Eskitaşçıoğlu G, Özcan M. Effects of surface-finishing protocols on the roughness, color change, and translucency of different ceramic systems. *J Prosthet Dent* 2014;112:314-21.
4. Coldea A, Fischer J, Swain MV, Thiel N. Damage tolerance of indirect restorative materials (including PICN) after simulated bur adjustments. *Dent Mater* 2015;31:684-94.
5. Ahmad R, Morgano SM, Wu BM, Giordano RA. An evaluation of the effects of handpiece speed, abrasive characteristics, and polishing load on the flexural strength of polished ceramics. *J Prosthet Dent* 2005;94:421-9.
6. Colombo M, Cavallo M, Miegge M, Dagna A, Beltrami R, Chiesa M, et al. Color stability of CAD/CAM Zirconia ceramics following exposure to acidic and staining drinks. *J Clin Exp Dent* 2017;9:e1297-303.
7. Ardu S, Gutemberg D, Krejci I, Feilzer AJ, Di Bella E, Dietschi D. Influence of water sorption on resin composite color and color variation amongst various composite brands with identical shade code: an in vitro evaluation. *J Dent* 2011;39:e37-44.
8. Butt MS, Sultan MT. Coffee and its consumption: benefits and risks. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2011;51:363-73.
9. Kim JH, Lee YK, Powers JM. Influence of a series of organic and chemical substances on the translucency of resin composites. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2006;77:21-7.
10. McLean JW. New dental ceramics and esthetics. *J Esthet Dent* 1995;7:141-9.
11. Cho MS, Lee YK, Lim BS, Lim YJ. Changes in optical properties of enamel porcelain after repeated external staining. *J Prosthet Dent* 2006;95:437-43.
12. Paniz G, Kim Y, Abualsaud H, Hirayama H. Influence of framework design on the cervical color of metal ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 2011;106:310-8.
13. Acar O, Yilmaz B, Altintas SH, Chandrasekaran I, Johnston WM. Color stainability of CAD/CAM and nanocomposite resin materials. *J Prosthet Dent* 2016;115:71-5.
14. Karakoca S, Yilmaz H. Influence of surface treatments on surface roughness, phase transformation, and biaxial flexural strength of Y-TZP ceramics. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2009;91:930-7.

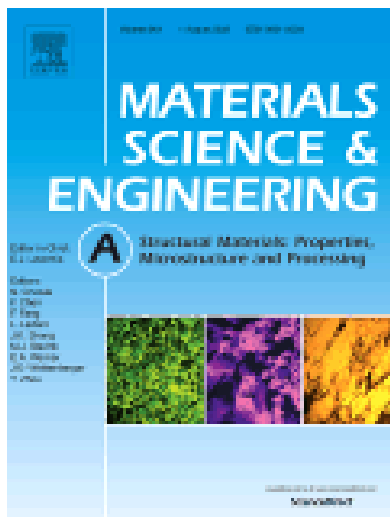
15. Maerten A, Zaslansky P, Mochales C, Traykova T, Mueller WD, Fratzl P, et al. Characterizing the transformation near indents and cracks in clinically used dental yttria-stabilized zirconium oxide constructs. *Dent Mater* 2013;29:241-51.
16. Vagkopoulou T, Koutayas SO, Koidis P, Strub JR. Zirconia in dentistry: Part 1. Discovering the nature of an upcoming bioceramic. *Eur J Esthet Dent* 2009;4:130-51.
17. Lim HN, Yu B, Lee YK. Spectroradiometric and spectrophotometric translucency of ceramic materials. *J Prosthet Dent* 2010;104:239-46.
18. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 1989;68:819-22.
19. International Commission on Illumination. Colorimetry: Official Recommendations of the International Commission on Illumination (CIE), May, 1970. Paris: Bureau Central del la CIE; 1971.
20. Alghazzawi TF, Lemons J, Liu PR, Essig ME, Janowski GM. Evaluation of the optical properties of CAD-CAM generated yttria-stabilized zirconia and glass-ceramic laminate veneers. *J Prosthet Dent* 2012;107:300-8.
21. Ghinea R, Pérez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. *J Dent* 2010;38:e57-64.
22. Stavridakis MM, Papazoglou E, Seghi RR, Johnston WM, Brantley WA. Effect of different high-palladium metal-ceramic alloys on the color of opaque and dentin porcelain. *J Prosthet Dent* 2004;92:170-8.
23. Carrabba M, Vichi A, Louca C, Ferrari M. Comparison of traditional and simplified methods for repairing CAD/CAM feldspathic ceramics. *J Adv Prosthodont* 2017;9:257-64.
24. Maroun EV, Guimaraes J, de Miranda WG Jr, Netto L, Elias AB, da Silva EM. Bond strength stability of self-adhesive resin cement to etched vitrified yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystal ceramic after thermomechanical cycling. *Oper Dent* 2019;44:545-55.
25. Preis V, Grumser K, Schneider-Feyrer S, Behr M, Rosentritt M. The effectiveness of polishing kits: influence on surface roughness of zirconia. *Int J Prosthodont* 2015;28:149-51.

26. Dos Santos DM, Borgui Paulini M, Silva Faria TG, de Moraes Melo Neto CL, Freitas da Silva EV, de Caxias FP, et al. Analysis of Color and Hardness of a Medical Silicone with Extrinsic Pigmentation after Accelerated Aging. *Eur J Dent* 2020;14:634-8.
27. Ebeid K, Wille S, Hamdy A, Salah T, El-Etreby A, Kern M. Effect of changes in sintering parameters on monolithic translucent zirconia. *Dent Mater* 2014;30:e419-24.
28. Douglas RD, Steinhauer TJ, Wee AG. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *J Prosthet Dent* 2007;97:200-8.
29. Palla ES, Kontonasaki E, Kantiranis N, Papadopoulou L, Zorba T, Paraskevopoulos KM, et al. Color stability of lithium disilicate ceramics after aging and immersion in common beverages. *J Prosthet Dent* 2018;119:632-42.
30. Samra AP, Pereira SK, Delgado LC, Borges CP. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Braz Oral Res* 2008;22:205-10.
31. Pires-de-Souza Fde C, Casemiro LA, Garcia Lda F, Cruvinel DR. Color stability of dental ceramics submitted to artificial accelerated aging after repeated firings. *J Prosthet Dent* 2009;101:13-8.
32. Kanat-Ertürk B. Color Stability of CAD/CAM Ceramics Prepared with Different Surface Finishing Procedures. *J Prosthodont* 2020;29:166-72.
33. Stawarczyk B, Sener B, Trottmann A, Roos M, Ozcan M, Hämmerle CH. Discoloration of manually fabricated resins and industrially fabricated CAD/CAM blocks versus glass-ceramic: effect of storage media, duration, and subsequent polishing. *Dent Mater J* 2012;31:377-83.
34. Garza LA, Thompson G, Cho SH, Berzins DW. Effect of toothbrushing on shade and surface roughness of extrinsically stained pressable ceramics. *J Prosthet Dent* 2016;115:489-94.
35. Motro PF, Kursoglu P, Kazazoglu E. Effects of different surface treatments on stainability of ceramics. *J Prosthet Dent* 2012;108:231-7.
36. Habib AW, Aboushelib MN, Habib NA. Effect of chemical aging on color stability and surface properties of stained all-ceramic restorations. *J Esthet Restor Dent* 2021;33:636-47.

37. Milleding P, Karlsson S, Nyborg L. On the surface elemental composition of non-corroded and corroded dental ceramic materials in vitro. *J Mater Sci Mater Med* 2003;14:557-66.
38. Dos Santos DM, da Silva EVF, Watanabe D, Bitencourt SB, Guiotti AM, Goiato MC. Effect of different acidic solutions on the optical behavior of lithium disilicate ceramics. *J Prosthet Dent* 2017;118:430-6.
39. Milleding P, Haraldsson C, Karlsson S. Ion leaching from dental ceramics during static in vitro corrosion testing. *J Biomed Mater Res* 2002;61:541-50.

ANEXOS

ANEXO A – Periódicos e normas para publicações no periódico pretendidos dos Capítulos 1 e 2, consecutivamente



“Materials Science and Engineering A”

ISSN: 0921-5093

Materials Science and Engineering A provides an international medium for the publication of theoretical and experimental studies related to the load-bearing capacity of materials as influenced by their basic properties, processing history, microstructure and operating environment. Appropriate submissions to *Materials Science and Engineering A* should include scientific and/or engineering

factors which affect the microstructure - strength relationships of materials and report the changes to mechanical behavior.

***Materials Science and Engineering A* publisher:**

- Regular papers: Report new and original research not previously published. Papers may be of a theoretical, experimental or practical nature provided that they make a contribution to the scientific record.
- Short Communications: Report research of immediate value to the scientific community. There is no specific word count, as length of paper will be at the Editor's discretion. It is recommended Short Communications are no longer than approximately 2000 words with an abstract of no more than 50 words and a maximum of six figures.

Impact fator: 6.044

Qualis CAPES: A1

Endereço eletrônico das normas para autores:

<https://www.elsevier.com/journals/materials-science-and-engineering-a/0921-5093/guide-for-authors>



FEATURED ARTICLES

Complete digital workflow for complete arch implant therapy: Fact or fiction?

Clinical outcomes of veneered zirconia anterior partial fixed dental prostheses: A 12-year prospective clinical trial



“The Journal of Prosthetic Dentistry”

ISSN: 0921-5093

The Journal of Prosthetic Dentistry is the leading professional journal devoted exclusively to prosthetic and restorative dentistry. The Journal is the official publication for 24 leading U.S. international prosthodontic organizations. The monthly publication features timely, original peer-reviewed articles on the newest techniques, dental materials, and research findings. The Journal serves prosthodontists and dentists in advanced practice, and features color photos that

illustrate many step-by-step procedures. The Journal of Prosthetic Dentistry is included in Index Medicus and CINAHL.

Impact fator: 4.148

Qualis CAPES: A1

Endereço eletrônico das normas para autores:

<https://www.thejpd.org/content/authorinfo>

ANEXO B - Análise estatística de rugosidade

ANOVA Table for Rugosidade

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	26.637	13.319	30.735	<.0001	61.470	1.000
Superfície	9	40.930	4.548	10.495	<.0001	94.451	1.000
Envelhecimento	1	.016	.016	.038	.8458	.038	.054
Material * Superfície	18	13.924	.774	1.785	.0277	32.131	.958
Material * Envelhecimento	2	.493	.246	.569	.5671	1.137	.140
Superfície * Envelhecimento	9	2.873	.319	.737	.6751	6.629	.358
Material * Superfície * Envelhecimento	18	7.048	.392	.904	.5748	16.264	.646
Residual	240	104.002	.433				

Means Table for Rugosidade
Effect: Material * Superfície * Envelhecimento

	Count	Mean	Std. Dev.	Std. Err.
Lava, Ar, T0	5	1.656	.444	.199
Lava, Ar, T1	5	1.478	.664	.297
Lava, ArI, T0	5	1.268	.775	.347
Lava, ArI, T1	5	.860	.839	.375
Lava, ArP, T0	5	.860	.792	.354
Lava, ArP, T1	5	1.296	1.030	.461
Lava, ArIP, T0	5	.694	.351	.157
Lava, ArIP, T1	5	.738	.366	.164
Lava, CA, T0	5	1.136	.721	.323
Lava, CA, T1	5	1.700	1.097	.490
Lava, CAI, T0	5	2.222	.832	.372
Lava, CAI, T1	5	2.634	1.032	.462
Lava, CAP, T0	5	.562	.348	.156
Lava, CAP, T1	5	.796	.590	.264
Lava, CAIP, T0	5	1.310	.397	.178
Lava, CAIP, T1	5	1.204	.650	.291
Lava, SD, T0	5	.556	.376	.168
Lava, SD, T1	5	.602	.117	.052
Lava, SDP, T0	5	.250	.155	.069
Lava, SDP, T1	5	.204	.151	.068
E _{max} , Ar, T0	5	1.804	.763	.341
E _{max} , Ar, T1	5	1.830	.785	.351
E _{max} , ArI, T0	5	2.206	.854	.382
E _{max} , ArI, T1	5	2.088	1.012	.453
E _{max} , ArP, T0	5	1.382	.819	.366
E _{max} , ArP, T1	5	2.078	.833	.372
E _{max} , ArIP, T0	5	1.382	.576	.258
E _{max} , ArIP, T1	5	1.680	.898	.401
E _{max} , CA, T0	5	2.266	.766	.342
E _{max} , CA, T1	5	2.124	.589	.263
E _{max} , CAI, T0	5	2.270	.813	.364
E _{max} , CAI, T1	5	2.068	1.310	.586
E _{max} , CAP, T0	5	2.358	.791	.354
E _{max} , CAP, T1	5	1.292	.565	.253
E _{max} , CAIP, T0	5	1.538	.567	.254
E _{max} , CAIP, T1	5	1.502	.715	.320
E _{max} , SD, T0	5	1.696	.805	.360
E _{max} , SD, T1	5	1.220	.869	.389
E _{max} , SDP, T0	5	.786	.425	.190
E _{max} , SDP, T1	5	1.062	.717	.321
Zr, Ar, T0	5	1.418	.526	.235
Zr, Ar, T1	5	1.184	.478	.214
Zr, ArI, T0	5	1.184	.478	.214
Zr, ArI, T1	5	.732	.216	.097
Zr, ArP, T0	5	1.230	.730	.327
Zr, ArP, T1	5	.858	.302	.135
Zr, ArIP, T0	5	.970	.663	.297
Zr, ArIP, T1	5	1.120	.586	.262
Zr, CA, T0	5	1.386	.547	.245
Zr, CA, T1	5	1.850	.235	.105
Zr, CAI, T0	5	1.604	.324	.145
Zr, CAI, T1	5	1.090	.462	.206
Zr, CAP, T0	5	.738	.324	.145
Zr, CAP, T1	5	1.174	.901	.403
Zr, CAIP, T0	5	1.174	.468	.209
Zr, CAIP, T1	5	1.056	.489	.219
Zr, SD, T0	5	.942	.291	.130
Zr, SD, T1	5	.792	.282	.126
Zr, SDP, T0	5	.680	.420	.188
Zr, SDP, T1	5	.772	.400	.179

ANALISE GERAL

Tukey/Kramer for Rugosidade

Effect: Material

Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-.630	.220	S
Lava, Zr	.004	.220	
Emax, Zr	.634	.220	S

Tukey/Kramer for Rugosidade
Effect: Superfície
Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Ar, ArI	.172	.545	
Ar, ArP	.278	.545	
Ar, ArIP	.464	.545	
Ar, CA	-.182	.545	
Ar, CAI	-.420	.545	
Ar, CAP	.408	.545	
Ar, CAIP	.264	.545	
Ar, SD	.594	.545	S
Ar, SDP	.936	.545	S
ArI, ArP	.106	.545	
ArI, ArIP	.292	.545	
ArI, CA	-.354	.545	
ArI, CAI	-.592	.545	S
ArI, CAP	.236	.545	
ArI, CAIP	.092	.545	
ArI, SD	.422	.545	
ArI, SDP	.764	.545	S
ArP, ArIP	.187	.545	
ArP, CA	-.460	.545	
ArP, CAI	-.697	.545	S
ArP, CAP	.131	.545	
ArP, CAIP	-.013	.545	
ArP, SD	.316	.545	
ArP, SDP	.658	.545	S
ArIP, CA	-.646	.545	S
ArIP, CAI	-.884	.545	S
ArIP, CAP	-.056	.545	
ArIP, CAIP	-.200	.545	
ArIP, SD	.129	.545	
ArIP, SDP	.472	.545	
CA, CAI	-.238	.545	
CA, CAP	.590	.545	S
CA, CAIP	.446	.545	
CA, SD	.776	.545	S
CA, SDP	1.118	.545	S
CAI, CAP	.828	.545	S
CAI, CAIP	.684	.545	S
CAI, SD	1.013	.545	S
CAI, SDP	1.356	.545	S
CAP, CAIP	-.144	.545	
CAP, SD	.185	.545	
CAP, SDP	.528	.545	
CAIP, SD	.329	.545	
CAIP, SDP	.672	.545	S
SD, SDP	.342	.545	

Tukey/Kramer for Rugosidade
Effect: Envelhecimento
Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.
T0, T1	.015	.150

COMPARAÇÃO ENTRE OS MATERIAIS
ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: Ar, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	.379	.190	.538	.5971	1.077	.117
Residual	12	4.226	.352				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: Ar, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	1.046	.523	1.220	.3293	2.440	.211
Residual	12	5.144	.429				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: ArI, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	3.219	1.609	3.099	.0822	6.198	.481
Residual	12	6.233	.519				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: ArI, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	5.605	2.803	4.735	.0305	9.471	.676
Residual	12	7.102	.592				

Tukey/Kramer for Rugosidade
Effect: Material
Significance Level: 5 %
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: ArI, T1

	Mean Diff.	Crit. Diff.
Lava, Emax	-1.228	1.297
Lava, Zr	.128	1.297
Emax, Zr	1.356	1.297

S

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: ArP, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	.721	.360	.590	.5695	1.180	.124
Residual	12	7.328	.611				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: ArP, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	3.820	1.910	3.104	.0819	6.208	.482
Residual	12	7.383	.615				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: ArIP, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	1.199	.599	2.007	.1770	4.015	.326
Residual	12	3.583	.299				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: ArIP, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	2.245	1.122	2.624	.1134	5.248	.415
Residual	12	5.133	.428				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CA, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	3.523	1.761	3.757	.0541	7.515	.566
Residual	12	5.626	.469				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CA, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	.462	.231	.432	.6589	.864	.103
Residual	12	6.419	.535				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CAI, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	1.380	.690	1.419	.2798	2.838	.240
Residual	12	5.833	.486				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CAI, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	6.101	3.051	3.055	.0846	6.110	.475
Residual	12	11.983	.999				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CAP, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	9.802	4.901	17.251	.0003	34.502	.999
Residual	12	3.409	.284				

Tukey/Kramer for Rugosidade
Effect: Material
Significance Level: 5 %
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CAP, T0

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-1.796	.899	S
Lava, Zr	-.176	.899	
Emax, Zr	1.620	.899	S

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CAP, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	.671	.336	.681	.5246	1.362	.136
Residual	12	5.915	.493				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CAIP, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	.338	.169	.727	.5036	1.454	.142
Residual	12	2.793	.233				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CAIP, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	.516	.258	.660	.5347	1.320	.133
Residual	12	4.693	.391				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: SD, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	3.362	1.681	5.773	.0175	11.546	.770
Residual	12	3.494	.291				

Tukey/Kramer for Rugosidade
Effect: Material
Significance Level: 5 %
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: SD, T0

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-1.140	.910	S
Lava, Zr	-.386	.910	
Emax, Zr	.754	.910	

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: SD, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	1.002	.501	1.772	.2117	3.543	.291
Residual	12	3.393	.283				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: SDP, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	.806	.403	3.170	.0785	6.340	.490
Residual	12	1.525	.127				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: SDP, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	1.905	.952	4.099	.0440	8.198	.607
Residual	12	2.788	.232				

Tukey/Kramer for Rugosidade
Effect: Material
Significance Level: 5 %
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: SDP, T1

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-.858	.813	S
Lava, Zr	-.568	.813	
Emax, Zr	.290	.813	

CECILIA – RUGOSIDADE

COMPARAÇÃO ENTRE SUPERFÍCIES

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Envelhecimento
Cell: Lava, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Superficie	9	15.742	1.749	5.455	<.0001	49.098	.999
Residual	40	12.825	.321				

Tukey/Kramer for Rugosidade
Effect: Superfície
Significance Level: 5 %
Split By: Material, Envelhecimento
Cell: Lava, T0

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Ar, ArI	.388	1.200	
Ar, ArP	.796	1.200	
Ar, ArIP	.962	1.200	
Ar, CA	.520	1.200	
Ar, CAI	-.566	1.200	
Ar, CAP	1.094	1.200	
Ar, CAIP	.346	1.200	
Ar, SD	1.100	1.200	
Ar, SDP	1.406	1.200	S
ArI, ArP	.408	1.200	
ArI, ArIP	.574	1.200	
ArI, CA	.132	1.200	
ArI, CAI	-.954	1.200	
ArI, CAP	.706	1.200	
ArI, CAIP	-.042	1.200	
ArI, SD	.712	1.200	
ArI, SDP	1.018	1.200	
ArP, ArIP	.166	1.200	
ArP, CA	-.276	1.200	
ArP, CAI	-1.362	1.200	S
ArP, CAP	.298	1.200	
ArP, CAIP	-.450	1.200	
ArP, SD	.304	1.200	
ArP, SDP	.610	1.200	
ArIP, CA	-.442	1.200	
ArIP, CAI	-1.528	1.200	S
ArIP, CAP	.132	1.200	
ArIP, CAIP	-.616	1.200	
ArIP, SD	.138	1.200	
ArIP, SDP	.444	1.200	
CA, CAI	-1.086	1.200	
CA, CAP	.574	1.200	
CA, CAIP	-.174	1.200	
CA, SD	.580	1.200	
CA, SDP	.886	1.200	
CAI, CAP	1.660	1.200	S
CAI, CAIP	.912	1.200	
CAI, SD	1.666	1.200	S
CAI, SDP	1.972	1.200	S
CAP, CAIP	-.748	1.200	
CAP, SD	.006	1.200	
CAP, SDP	.312	1.200	
CAIP, SD	.754	1.200	
CAIP, SDP	1.060	1.200	
SD, SDP	.306	1.200	

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Envelhecimento
Cell: Lava, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Superficie	9	21.055	2.339	4.318	.0006	38.863	.992
Residual	40	21.671	.542				

Tukey/Kramer for Rugosidade
Effect: Superfície
Significance Level: 5 %
Split By: Material, Envelhecimento
Cell: Lava, T1

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Ar, ArI	.618	1.560	
Ar, ArP	.182	1.560	
Ar, ArIP	.740	1.560	
Ar, CA	-.222	1.560	
Ar, CAI	-1.156	1.560	
Ar, CAP	.682	1.560	
Ar, CAIP	.274	1.560	
Ar, SD	.876	1.560	
Ar, SDP	1.274	1.560	
ArI, ArP	-.436	1.560	
ArI, ArIP	.122	1.560	
ArI, CA	-.840	1.560	
ArI, CAI	-1.774	1.560	S
ArI, CAP	.064	1.560	
ArI, CAIP	-.344	1.560	
ArI, SD	.258	1.560	
ArI, SDP	.656	1.560	
ArP, ArIP	.558	1.560	
ArP, CA	-.404	1.560	
ArP, CAI	-1.338	1.560	
ArP, CAP	.500	1.560	
ArP, CAIP	.092	1.560	
ArP, SD	.694	1.560	
ArP, SDP	1.092	1.560	
ArIP, CA	-.962	1.560	
ArIP, CAI	-1.896	1.560	S
ArIP, CAP	-.058	1.560	
ArIP, CAIP	-.466	1.560	
ArIP, SD	.136	1.560	
ArIP, SDP	.534	1.560	
CA, CAI	-.934	1.560	
CA, CAP	.904	1.560	
CA, CAIP	.496	1.560	
CA, SD	1.098	1.560	
CA, SDP	1.496	1.560	
CAI, CAP	1.838	1.560	S
CAI, CAIP	1.430	1.560	
CAI, SD	2.032	1.560	S
CAI, SDP	2.430	1.560	S
CAP, CAIP	-.408	1.560	
CAP, SD	.194	1.560	
CAP, SDP	.592	1.560	
CAIP, SD	.602	1.560	
CAIP, SDP	1.000	1.560	
SD, SDP	.398	1.560	

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Envelhecimento
Cell: Emax, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Superficie	9	11.808	1.312	2.458	.0247	22.122	.868
Residual	40	21.352	.534				

Tukey/Kramer for Rugosidade
Effect: Superfície
Significance Level: 5 %
Split By: Material, Envelhecimento
Cell: Emax, T0

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Ar, Arl	-.402	1.549	
Ar, ArP	.422	1.549	
Ar, ArIP	.422	1.549	
Ar, CA	-.462	1.549	
Ar, CAI	-.466	1.549	
Ar, CAP	-.554	1.549	
Ar, CAIP	.266	1.549	
Ar, SD	.108	1.549	
Ar, SDP	1.018	1.549	
Arl, ArP	.824	1.549	
Arl, ArIP	.824	1.549	
Arl, CA	-.060	1.549	
Arl, CAI	-.064	1.549	
Arl, CAP	-.152	1.549	
Arl, CAIP	.668	1.549	
Arl, SD	.510	1.549	
Arl, SDP	1.420	1.549	
ArP, ArIP	0.000	1.549	
ArP, CA	-.884	1.549	
ArP, CAI	-.888	1.549	
ArP, CAP	-.976	1.549	
ArP, CAIP	-.156	1.549	
ArP, SD	-.314	1.549	
ArP, SDP	.596	1.549	
ArIP, CA	-.884	1.549	
ArIP, CAI	-.888	1.549	
ArIP, CAP	-.976	1.549	
ArIP, CAIP	-.156	1.549	
ArIP, SD	-.314	1.549	
ArIP, SDP	.596	1.549	
CA, CAI	-.004	1.549	
CA, CAP	-.092	1.549	
CA, CAIP	.728	1.549	
CA, SD	.570	1.549	
CA, SDP	1.480	1.549	
CAI, CAP	-.088	1.549	
CAI, CAIP	.732	1.549	
CAI, SD	.574	1.549	
CAI, SDP	1.484	1.549	
CAP, CAIP	.820	1.549	
CAP, SD	.662	1.549	
CAP, SDP	1.572	1.549	S
CAIP, SD	-.158	1.549	
CAIP, SDP	.752	1.549	
SD, SDP	.910	1.549	

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Envelhecimento
Cell: Emax, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Superficie	9	7.344	.816	1.117	.3733	10.055	.465
Residual	40	29.214	.730				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Envelhecimento
Cell: Zr, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Superficie	9	4.025	.447	1.812	.0961	16.308	.718
Residual	40	9.873	.247				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Envelhecimento
Cell: Zr, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Superficie	9	4.800	.533	2.353	.0308	21.174	.849
Residual	40	9.068	.227				

Tukey/Kramer for Rugosidade
Effect: Superfície
Significance Level: 5 %
Split By: Material, Envelhecimento
Cell: Zr, T1

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Ar, ArI	.452	1.009	
Ar, ArP	.326	1.009	
Ar, ArIP	.064	1.009	
Ar, CA	-.666	1.009	
Ar, CAI	.094	1.009	
Ar, CAP	.010	1.009	
Ar, CAIP	.128	1.009	
Ar, SD	.392	1.009	
Ar, SDP	.412	1.009	
ArI, ArP	-.126	1.009	
ArI, ArIP	-.388	1.009	
ArI, CA	-1.118	1.009	S
ArI, CAI	-.358	1.009	
ArI, CAP	-.442	1.009	
ArI, CAIP	-.324	1.009	
ArI, SD	-.060	1.009	
ArI, SDP	-.040	1.009	
ArP, ArIP	-.262	1.009	
ArP, CA	-.992	1.009	
ArP, CAI	-.232	1.009	
ArP, CAP	-.316	1.009	
ArP, CAIP	-.198	1.009	
ArP, SD	.066	1.009	
ArP, SDP	.086	1.009	
ArIP, CA	-.730	1.009	
ArIP, CAI	.030	1.009	
ArIP, CAP	-.054	1.009	
ArIP, CAIP	.064	1.009	
ArIP, SD	.328	1.009	
ArIP, SDP	.348	1.009	
CA, CAI	.760	1.009	
CA, CAP	.676	1.009	
CA, CAIP	.794	1.009	
CA, SD	1.058	1.009	S
CA, SDP	1.078	1.009	S
CAI, CAP	-.084	1.009	
CAI, CAIP	.034	1.009	
CAI, SD	.298	1.009	
CAI, SDP	.318	1.009	
CAP, CAIP	.118	1.009	
CAP, SD	.382	1.009	
CAP, SDP	.402	1.009	
CAIP, SD	.264	1.009	
CAIP, SDP	.284	1.009	
SD, SDP	.020	1.009	

COMPARAÇÃO ENTRE OS TEMPOS

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Lava, Ar

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.079	.079	.248	.6317	.248	.072
Residual	8	2.553	.319				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Lava, ArI

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.416	.416	.638	.4476	.638	.106
Residual	8	5.221	.653				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Lava, ArP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.475	.475	.563	.4746	.563	.100
Residual	8	6.756	.844				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Lava, ArIP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.005	.005	.038	.8511	.038	.053
Residual	8	1.030	.129				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Lava, CA

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.795	.795	.923	.3648	.923	.131
Residual	8	6.893	.862				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Lava, CAI

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.424	.424	.483	.5069	.483	.092
Residual	8	7.033	.879				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Lava, CAP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.137	.137	.583	.4671	.583	.101
Residual	8	1.878	.235				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Lava, CAIP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.028	.028	.097	.7637	.097	.059
Residual	8	2.322	.290				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Lava, SD

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.005	.005	.068	.8007	.068	.056
Residual	8	.621	.078				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Lava, SDP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.005	.005	.226	.6473	.226	.070
Residual	8	.187	.023				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Emax, Ar

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.002	.002	.003	.9590	.003	.050
Residual	8	4.796	.600				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Emax, ArI

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.035	.035	.040	.8470	.040	.054
Residual	8	7.014	.877				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Emax, ArP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	1.211	1.211	1.775	.2195	1.775	.209
Residual	8	5.458	.682				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Emax, ArIP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.222	.222	.390	.5496	.390	.084
Residual	8	4.553	.569				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Emax, CA

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.050	.050	.108	.7508	.108	.060
Residual	8	3.732	.467				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Emax, CAI

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.102	.102	.086	.7770	.086	.058
Residual	8	9.510	1.189				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Emax, CAP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	2.841	2.841	6.011	.0398	6.011	.574
Residual	8	3.781	.473				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Emax, CAIP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.003	.003	.008	.9319	.008	.051
Residual	8	3.332	.417				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Emax, SD

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.566	.566	.808	.3950	.808	.121
Residual	8	5.609	.701				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Emax, SDP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.190	.190	.548	.4802	.548	.098
Residual	8	2.779	.347				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Zr, Ar

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.137	.137	.542	.4827	.542	.098
Residual	8	2.021	.253				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Zr, ArI

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.511	.511	3.717	.0900	3.717	.387
Residual	8	1.099	.137				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Zr, ArP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.346	.346	1.108	.3232	1.108	.148
Residual	8	2.497	.312				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Zr, ArIP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.056	.056	.144	.7146	.144	.063
Residual	8	3.133	.392				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Zr, CA

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.538	.538	3.034	.1197	3.034	.325
Residual	8	1.419	.177				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Zr, CAI

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.660	.660	4.150	.0760	4.150	.425
Residual	8	1.273	.159				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Zr, CAP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.475	.475	1.038	.3382	1.038	.142
Residual	8	3.664	.458				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Zr, CAIP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.035	.035	.152	.7067	.152	.064
Residual	8	1.830	.229				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Zr, SD

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.056	.056	.685	.4318	.685	.110
Residual	8	.657	.082				

ANOVA Table for Rugosidade
Split By: Material, Superfície
Cell: Zr, SDP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	.021	.021	.126	.7321	.126	.061
Residual	8	1.347	.168				

Rugosidade Glaze
ANOVA Table for rugosidade

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	1	.008	.008	.161	.6936	.161	.066
Tempo	1	.064	.064	1.223	.2852	1.223	.172
Material * Tempo	1	.057	.057	1.096	.3106	1.096	.159
Residual	16	.835	.052				

Means Table for rugosidade
Effect: Material * Tempo

	Count	Mean	Std. Dev.	Std. Err.
emax, t0	5	.366	.152	.068
emax, t1	5	.372	.185	.083
zr, t0	5	.218	.111	.050
zr, t1	5	.438	.373	.167

Análise geral
Tukey/Kramer for rugosidade
Effect: Material
Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.
emax, zr	.041	.217

Tukey/Kramer for rugosidade
Effect: Tempo
Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.
t0, t1	-.113	.217

Comparação entre os materiais

ANOVA Table for rugosidade
Split By: Tempo
Cell: t0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	1	.055	.055	3.089	.1169	3.089	.331
Residual	8	.142	.018				

ANOVA Table for rugosidade
Split By: Tempo
Cell: t1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	1	.011	.011	.126	.7322	.126	.061
Residual	8	.694	.087				

Comparação entre os tempos

ANOVA Table for rugosidade
Split By: Material
Cell: emax

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Tempo	1	9.000E-5	9.000E-5	.003	.9567	.003	.050
Residual	8	.229	.029				

ANOVA Table for rugosidade
Split By: Material
Cell: zr

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Tempo	1	.121	.121	1.597	.2419	1.597	.193
Residual	8	.606	.076				

ANEXO C - Análise estatística de força máxima

ANOVA Table for Força

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	927708.903	463854.452	280.118	<.0001	560.237	1.000
Superfície	9	22762.305	2529.145	1.527	.1358	13.746	.722
Envelhecimento	1	2006.124	2006.124	1.211	.2717	1.211	.184
Material * Superfície	18	112229.504	6234.972	3.765	<.0001	67.775	1.000
Material * Envelhecimento	2	20415.639	10207.820	6.164	.0023	12.329	.903
Superfície * Envelhecimento	9	41361.633	4595.737	2.775	.0036	24.978	.963
Material * Superfície * Envelhecimento	18	81333.688	4518.538	2.729	.0002	49.117	.999
Residual	418	692175.717	1655.923				

Means Table for Força
Effect: Material * Superfície * Envelhecimento

	Count	Mean	Std. Dev.	Std. Err.
Lava, Ar, T0	8	15.438	9.966	3.524
Lava, Ar, T1	8	16.804	5.232	1.850
Lava, ArI, T0	8	21.543	5.975	2.112
Lava, ArI, T1	8	121.188	55.136	19.493
Lava, ArP, T0	8	19.070	11.573	4.092
Lava, ArP, T1	8	14.090	3.543	1.253
Lava, ArIP, T0	8	22.921	2.594	.917
Lava, ArIP, T1	8	17.259	6.401	2.263
Lava, CA, T0	8	21.824	11.820	4.179
Lava, CA, T1	8	22.571	8.390	2.966
Lava, CAI, T0	8	19.411	9.863	3.487
Lava, CAI, T1	8	158.246	52.723	18.640
Lava, CAP, T0	8	18.593	4.905	1.734
Lava, CAP, T1	8	21.620	12.975	4.587
Lava, CAIP, T0	8	24.958	8.052	2.847
Lava, CAIP, T1	8	22.010	7.514	2.657
Lava, SD, T0	8	29.093	9.115	3.223
Lava, SD, T1	8	26.629	10.370	3.666
Lava, SDP, T0	8	25.343	6.414	2.268
Lava, SDP, T1	8	21.626	9.613	3.399
E _{max} , Ar, T0	8	98.464	44.746	15.820
E _{max} , Ar, T1	8	48.030	13.287	4.698
E _{max} , ArI, T0	8	62.041	15.810	5.590
E _{max} , ArI, T1	8	48.636	40.382	14.277
E _{max} , ArP, T0	8	49.885	24.521	8.669
E _{max} , ArP, T1	8	63.922	34.781	12.297
E _{max} , ArIP, T0	8	57.619	31.586	11.167
E _{max} , ArIP, T1	8	53.576	28.779	10.175
E _{max} , CA, T0	8	51.588	22.895	8.094
E _{max} , CA, T1	8	54.664	21.505	7.603
E _{max} , CAI, T0	8	45.550	20.393	7.210
E _{max} , CAI, T1	8	52.470	15.691	5.548
E _{max} , CAP, T0	8	64.195	34.298	12.126
E _{max} , CAP, T1	8	48.568	8.727	3.085
E _{max} , CAIP, T0	8	66.815	33.818	11.957
E _{max} , CAIP, T1	8	63.769	33.759	11.936
E _{max} , SD, T0	8	67.648	34.029	12.031
E _{max} , SD, T1	8	48.672	13.913	4.919
E _{max} , SDP, T0	8	63.922	34.781	12.297
E _{max} , SDP, T1	8	73.205	49.836	17.620
Zr, Ar, T0	8	148.724	77.185	27.289
Zr, Ar, T1	8	142.900	60.402	21.355
Zr, ArI, T0	8	152.336	56.357	19.925
Zr, ArI, T1	8	121.188	55.136	19.493
Zr, ArP, T0	8	153.541	35.715	12.627
Zr, ArP, T1	8	153.541	35.715	12.627
Zr, ArIP, T0	8	158.480	101.374	35.841
Zr, ArIP, T1	8	145.459	85.998	30.405
Zr, CA, T0	8	124.452	62.319	22.033
Zr, CA, T1	8	161.001	78.072	27.603
Zr, CAI, T0	8	123.561	47.939	16.949
Zr, CAI, T1	8	127.413	58.314	20.617
Zr, CAP, T0	8	146.096	74.850	26.463
Zr, CAP, T1	8	118.969	48.149	17.023
Zr, CAIP, T0	8	127.183	54.970	19.435
Zr, CAIP, T1	8	125.327	52.525	18.571
Zr, SD, T0	7	147.234	52.884	19.988
Zr, SD, T1	8	154.890	56.137	19.848
Zr, SDP, T0	8	102.576	38.093	13.468
Zr, SDP, T1	7	104.813	40.574	15.335

ANÁLISE GERAL

Tukey/Kramer for Força

Effect: Material

Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-26.150	10.683	S
Lava, Zr	-104.111	10.717	S
Emax, Zr	-77.961	10.717	S

Tukey/Kramer for Força
Effect: Superfície
Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.
Ar, ArI	-9.429	26.367
Ar, ArP	2.718	26.367
Ar, ArIP	2.507	26.367
Ar, CA	5.710	26.367
Ar, CAI	-9.382	26.367
Ar, CAP	8.720	26.367
Ar, CAIP	6.716	26.367
Ar, SD	.817	26.507
Ar, SDP	13.987	26.507
ArI, ArP	12.147	26.367
ArI, ArIP	11.936	26.367
ArI, CA	15.139	26.367
ArI, CAI	.047	26.367
ArI, CAP	18.149	26.367
ArI, CAIP	16.145	26.367
ArI, SD	10.245	26.507
ArI, SDP	23.416	26.507
ArP, ArIP	-.211	26.367
ArP, CA	2.992	26.367
ArP, CAI	-12.100	26.367
ArP, CAP	6.002	26.367
ArP, CAIP	3.998	26.367
ArP, SD	-1.901	26.507
ArP, SDP	11.269	26.507
ArIP, CA	3.202	26.367
ArIP, CAI	-11.890	26.367
ArIP, CAP	6.212	26.367
ArIP, CAIP	4.209	26.367
ArIP, SD	-1.691	26.507
ArIP, SDP	11.480	26.507
CA, CAI	-15.092	26.367
CA, CAP	3.010	26.367
CA, CAIP	1.006	26.367
CA, SD	-4.893	26.507
CA, SDP	8.278	26.507
CAI, CAP	18.102	26.367
CAI, CAIP	16.098	26.367
CAI, SD	10.199	26.507
CAI, SDP	23.369	26.507
CAP, CAIP	-2.004	26.367
CAP, SD	-7.903	26.507
CAP, SDP	5.268	26.507
CAIP, SD	-5.900	26.507
CAIP, SDP	7.271	26.507
SD, SDP	13.171	26.646

Tukey/Kramer for Força**Effect: Envelhecimento****Significance Level: 5 %**

	Mean Diff.	Crit. Diff.
T0, T1	-4.293	7.308

COMPARAÇÃO ENTRE OS MATERIAIS**ANOVA Table for Força****Split By: Superfície, Envelhecimento****Cell: Ar, T0**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	72492.401	36246.200	13.493	.0002	26.985	.997
Residual	21	56413.604	2686.362				

Tukey/Kramer for Força**Effect: Material****Significance Level: 5 %****Split By: Superfície, Envelhecimento****Cell: Ar, T0**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-83.026	65.371	S
Lava, Zr	-133.286	65.371	S
Emax, Zr	-50.260	65.371	

ANOVA Table for Força**Split By: Superfície, Envelhecimento****Cell: Ar, T1**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	69001.760	34500.880	26.868	<.0001	53.736	1.000
Residual	21	26965.963	1284.093				

Tukey/Kramer for Força**Effect: Material****Significance Level: 5 %****Split By: Superfície, Envelhecimento****Cell: Ar, T1**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-31.226	45.196	
Lava, Zr	-126.096	45.196	S
Emax, Zr	-94.870	45.196	S

ANOVA Table for Força**Split By: Superfície, Envelhecimento****Cell: ArI, T0**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	71734.242	35867.121	31.083	<.0001	62.166	1.000
Residual	21	24232.129	1153.911				

Tukey/Kramer for Força
Effect: Material
Significance Level: 5 %
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: ArI, T0

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-40.499	42.844	
Lava, Zr	-130.794	42.844	S
Emax, Zr	-90.295	42.844	S

ANOVA Table for Força
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: ArI, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	28072.981	14036.490	5.461	.0123	10.923	.797
Residual	21	53973.696	2570.176				

Tukey/Kramer for Força
Effect: Material
Significance Level: 5 %
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: ArI, T1

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	72.551	63.942	S
Lava, Zr	0.000	63.942	
Emax, Zr	-72.551	63.942	S

ANOVA Table for Força
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: ArP, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	79404.532	39702.266	59.235	<.0001	118.471	1.000
Residual	21	14075.157	670.246				

Tukey/Kramer for Força
Effect: Material
Significance Level: 5 %
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: ArP, T0

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-30.815	32.653	
Lava, Zr	-134.471	32.653	S
Emax, Zr	-103.656	32.653	S

ANOVA Table for Força
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: ArP, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	79897.199	39948.599	47.981	<.0001	95.962	1.000
Residual	21	17484.520	832.596				

Tukey/Kramer for Força
Effect: Material
Significance Level: 5 %
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: ArP, T1

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-49.832	36.393	S
Lava, Zr	-139.451	36.393	S
Emax, Zr	-89.619	36.393	S

ANOVA Table for Força
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: ArIP, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	79341.555	39670.777	10.550	.0007	21.099	.982
Residual	21	78967.618	3760.363				

Tukey/Kramer for Força
Effect: Material
Significance Level: 5 %
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: ArIP, T0

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-34.697	77.342	
Lava, Zr	-135.559	77.342	S
Emax, Zr	-100.861	77.342	S

ANOVA Table for Força
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: ArIP, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	69857.586	34928.793	12.679	.0002	25.357	.995
Residual	21	57853.751	2754.941				

Tukey/Kramer for Força
Effect: Material
Significance Level: 5 %
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: ArIP, T1

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-36.317	66.200	
Lava, Zr	-128.200	66.200	S
Emax, Zr	-91.882	66.200	S

ANOVA Table for Força
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CA, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	44607.598	22303.799	14.714	.0001	29.427	.998
Residual	21	31833.048	1515.859				

Tukey/Kramer for Força
Effect: Material
Significance Level: 5 %
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CA, T0

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-29.764	49.106	
Lava, Zr	-102.629	49.106	S
Emax, Zr	-72.865	49.106	S

ANOVA Table for Força
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CA, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	84001.220	42000.610	19.010	<.0001	38.021	1.000
Residual	21	46396.381	2209.351				

Tukey/Kramer for Força
Effect: Material
Significance Level: 5 %
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CA, T1

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-32.093	59.284	
Lava, Zr	-138.430	59.284	S
Emax, Zr	-106.337	59.284	S

ANOVA Table for Força
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CAI, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	46976.565	23488.283	25.065	<.0001	50.130	1.000
Residual	21	19678.977	937.094				

Tukey/Kramer for Força
Effect: Material
Significance Level: 5 %
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CAI, T0

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-26.139	38.610	
Lava, Zr	-104.150	38.610	S
Emax, Zr	-78.011	38.610	S

ANOVA Table for Força
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CAI, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	47348.569	23674.285	11.052	.0005	22.103	.987
Residual	21	44985.077	2142.147				

Tukey/Kramer for Força
Effect: Material
Significance Level: 5 %
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CAI, T1

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	105.776	58.375	S
Lava, Zr	30.834	58.375	
Emax, Zr	-74.943	58.375	S

ANOVA Table for Força
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CAP, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	66785.624	33392.812	14.726	.0001	29.452	.998
Residual	21	47620.260	2267.631				

Tukey/Kramer for Força
Effect: Material
Significance Level: 5 %
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CAP, T0

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-45.602	60.061	
Lava, Zr	-127.504	60.061	S
Emax, Zr	-81.901	60.061	S

ANOVA Table for Força
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CAP, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	40424.754	20212.377	23.660	<.0001	47.321	1.000
Residual	21	17939.771	854.275				

Tukey/Kramer for Força
Effect: Material
Significance Level: 5 %
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CAP, T1

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-26.948	36.864	
Lava, Zr	-97.349	36.864	S
Emax, Zr	-70.401	36.864	S

ANOVA Table for Força
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CAIP, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	42256.629	21128.315	14.984	<.0001	29.967	.999
Residual	21	29611.793	1410.085				

Tukey/Kramer for Força
Effect: Material
Significance Level: 5 %
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CAIP, T0

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-41.858	47.362	
Lava, Zr	-102.225	47.362	S
Emax, Zr	-60.368	47.362	S

ANOVA Table for Força
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CAIP, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	43220.743	21610.372	16.392	<.0001	32.784	.999
Residual	21	27685.251	1318.345				

Tukey/Kramer for Força
Effect: Material
Significance Level: 5 %
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: CAIP, T1

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-41.759	45.795	
Lava, Zr	-103.318	45.795	S
Emax, Zr	-61.559	45.795	S

ANOVA Table for Força
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: SD, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	53541.798	26770.899	21.023	<.0001	42.047	1.000
Residual	20	25467.719	1273.386				

Tukey/Kramer for Força
Effect: Material
Significance Level: 5 %
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: SDP, T0

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-38.580	37.851	S
Lava, Zr	-77.234	37.851	S
Emax, Zr	-38.654	37.851	S

ANOVA Table for Força
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: SD, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	75250.753	37625.377	32.694	<.0001	65.387	1.000
Residual	21	24167.720	1150.844				

Tukey/Kramer for Força
Effect: Material
Significance Level: 5 %
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: SD, T1

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-22.044	42.787	
Lava, Zr	-128.261	42.787	S
Emax, Zr	-106.218	42.787	S

ANOVA Table for Força
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: SDP, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	23860.216	11930.108	13.246	.0002	26.493	.996
Residual	21	18913.339	900.635				

Tukey/Kramer for Força
Effect: Material
Significance Level: 5 %
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: SDP, T0

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-38.580	37.851	S
Lava, Zr	-77.234	37.851	S
Emax, Zr	-38.654	37.851	S

ANOVA Table for Força
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: SDP, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	2	26683.971	13341.986	9.561	.0012	19.121	.969
Residual	20	27909.940	1395.497				

Tukey/Kramer for Força
Effect: Material
Significance Level: 5 %
Split By: Superfície, Envelhecimento
Cell: SDP, T1

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Lava, Emax	-51.579	47.283	S
Lava, Zr	-83.187	48.942	S
Emax, Zr	-31.608	48.942	

COMPARAÇÃO ENTRE AS SUPERFÍCIES

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Envelhecimento
Cell: Lava, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Superfície	9	1127.589	125.288	1.726	.0992	15.536	.737
Residual	70	5080.600	72.580				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Envelhecimento
Cell: Lava, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Superfície	9	188839.984	20982.220	32.807	<.0001	295.262	1.000
Residual	70	44769.784	639.568				

Tukey/Kramer for Força
Effect: Superfície
Significance Level: 5 %
Split By: Material, Envelhecimento
Cell: Lava, T1

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
Ar, ArI	-104.384	41.441	S
Ar, ArP	2.714	41.441	
Ar, ArIP	-.455	41.441	
Ar, CA	-5.767	41.441	
Ar, CAI	-141.443	41.441	S
Ar, CAP	-4.816	41.441	
Ar, CAIP	-5.206	41.441	
Ar, SD	-9.825	41.441	
Ar, SDP	-4.822	41.441	
ArI, ArP	107.098	41.441	S
ArI, ArIP	103.929	41.441	S
ArI, CA	98.616	41.441	S
ArI, CAI	-37.059	41.441	
ArI, CAP	99.567	41.441	S
ArI, CAIP	99.178	41.441	S
ArI, SD	94.559	41.441	S
ArI, SDP	99.561	41.441	S
ArP, ArIP	-3.169	41.441	
ArP, CA	-8.481	41.441	
ArP, CAI	-144.156	41.441	S
ArP, CAP	-7.530	41.441	
ArP, CAIP	-7.920	41.441	
ArP, SD	-12.539	41.441	
ArP, SDP	-7.536	41.441	
ArIP, CA	-5.312	41.441	
ArIP, CAI	-140.988	41.441	S
ArIP, CAP	-4.361	41.441	
ArIP, CAIP	-4.751	41.441	
ArIP, SD	-9.370	41.441	
ArIP, SDP	-4.367	41.441	
CA, CAI	-135.675	41.441	S
CA, CAP	.951	41.441	
CA, CAIP	.561	41.441	
CA, SD	-4.058	41.441	
CA, SDP	.945	41.441	
CAI, CAP	136.626	41.441	S
CAI, CAIP	136.236	41.441	S
CAI, SD	131.618	41.441	S
CAI, SDP	136.620	41.441	S
CAP, CAIP	-.390	41.441	
CAP, SD	-5.009	41.441	
CAP, SDP	-.006	41.441	
CAIP, SD	-4.619	41.441	
CAIP, SDP	.384	41.441	
SD, SDP	5.003	41.441	

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Envelhecimento
Cell: Emax, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Superfície	9	15457.768	1717.530	1.812	.0812	16.308	.762
Residual	70	66351.645	947.881				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Envelhecimento
Cell: Emax, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Superfície	9	5311.350	590.150	.699	.7079	6.288	.312
Residual	70	59128.010	844.686				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Envelhecimento
Cell: Zr, T0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Superfície	9	23076.744	2564.083	.642	.7569	5.782	.286
Residual	69	275381.402	3991.035				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Envelhecimento
Cell: Zr, T1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Superfície	9	23798.485	2644.276	.756	.6571	6.801	.338
Residual	69	241464.277	3499.482				

COMPARAÇÃO ENTRE OS TEMPOS

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Lava, Ar

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	7.467	7.467	.118	.7365	.118	.062
Residual	14	886.918	63.351				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Lava, ArI

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	39716.504	39716.504	25.827	.0002	25.827	.999
Residual	14	21529.399	1537.814				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Lava, ArP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	99.202	99.202	1.354	.2640	1.354	.183
Residual	14	1025.466	73.248				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Lava, ArIP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	128.256	128.256	5.377	.0360	5.377	.574
Residual	14	333.966	23.855				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Lava, CA

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	2.235	2.235	.021	.8861	.021	.052
Residual	14	1470.777	105.056				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Lava, CAI

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	77100.629	77100.629	53.599	<.0001	53.599	1.000
Residual	14	20138.747	1438.482				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Lava, CAP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	36.663	36.663	.381	.5469	.381	.087
Residual	14	1346.776	96.198				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Lava, CAIP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	34.751	34.751	.573	.4616	.573	.106
Residual	14	849.087	60.649				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Lava, SD

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	24.280	24.280	.255	.6216	.255	.075
Residual	14	1334.365	95.312				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Lava, SDP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	55.242	55.242	.827	.3785	.827	.131
Residual	14	934.884	66.777				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Emax, Ar

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	10174.253	10174.253	9.339	.0085	9.339	.822
Residual	14	15251.304	1089.379				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Emax, ArI

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	718.776	718.776	.764	.3967	.764	.124
Residual	14	13164.400	940.314				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Emax, ArP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	788.206	788.206	.870	.3666	.870	.135
Residual	14	12676.676	905.477				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Emax, ArIP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	65.367	65.367	.072	.7929	.072	.057
Residual	14	12781.406	912.958				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Emax, CA

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	37.853	37.853	.077	.7858	.077	.058
Residual	14	6906.324	493.309				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Emax, CAI

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	191.546	191.546	.579	.4595	.579	.106
Residual	14	4634.481	331.034				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Emax, CAP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	976.875	976.875	1.560	.2322	1.560	.204
Residual	14	8767.407	626.243				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Emax, CAIP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	37.119	37.119	.033	.8595	.033	.053
Residual	14	15983.400	1141.671				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Emax, SD

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	1440.203	1440.203	2.131	.1664	2.131	.263
Residual	14	9460.687	675.763				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Emax, SDP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	344.659	344.659	.187	.6723	.187	.068
Residual	14	25853.569	1846.684				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Zr, Ar

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	135.664	135.664	.028	.8689	.028	.053
Residual	14	67241.345	4802.953				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Zr, ArI

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	3880.979	3880.979	1.249	.2826	1.249	.172
Residual	14	43512.027	3108.002				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Zr, ArP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	0.000	0.000	0.000	•	0.000	.050
Residual	14	17857.535	1275.538				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Zr, ArIP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	678.212	678.212	.077	.7858	.077	.058
Residual	14	123705.997	8836.143				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Zr, CA

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	5343.245	5343.245	1.071	.3183	1.071	.155
Residual	14	69852.328	4989.452				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Zr, CAI

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	59.329	59.329	.021	.8873	.021	.052
Residual	14	39890.826	2849.345				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Zr, CAP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	2943.605	2943.605	.743	.4031	.743	.122
Residual	14	55445.849	3960.418				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Zr, CAIP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	13.764	13.764	.005	.9460	.005	.050
Residual	14	40464.558	2890.326				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Zr, SD

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	218.811	218.811	.073	.7909	.073	.057
Residual	13	38840.388	2987.722				

ANOVA Table for Força
Split By: Material, Superfície
Cell: Zr, SDP

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Envelhecimento	1	18.676	18.676	.012	.9140	.012	.051
Residual	13	20034.826	1541.140				

Força máxima glaze

ANOVA Table for Força

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	1	19782.786	19782.786	7.360	.0115	7.360	.751
Tempo	1	2659.098	2659.098	.989	.3288	.989	.153
Material * Tempo	1	635.663	635.663	.236	.6307	.236	.075
Residual	27	72575.758	2687.991				

Means Table for Força

Effect: Material * Tempo

	Count	Mean	Std. Dev.	Std. Err.
emax, t0	8	88.537	40.420	14.291
emax, t1	8	79.055	29.183	10.318
zr, t0	7	148.217	83.568	31.586
zr, t1	8	120.591	43.551	15.398

ANÁLISE GERAL

Tukey/Kramer for Força

Effect: Tempo

Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.
t0, t1	16.565	38.274

COMPARAÇÃO ENTRE OS MATERIAIS

ANOVA Table for Força

Split By: Tempo

Cell: t0

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	1	13296.863	13296.863	3.241	.0951	3.241	.372
Residual	13	53337.633	4102.895				

ANOVA Table for Força

Split By: Tempo

Cell: t1

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	1	6901.040	6901.040	5.022	.0418	5.022	.543
Residual	14	19238.124	1374.152				

COMPARAÇÃO ENTRE OS TEMPOS

ANOVA Table for Força

Split By: Material

Cell: emax

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Tempo	1	359.671	359.671	.289	.5990	.289	.078
Residual	14	17397.815	1242.701				

ANOVA Table for Força

Split By: Material

Cell: zr

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Tempo	1	2849.243	2849.243	.671	.4274	.671	.115
Residual	13	55177.943	4244.457				

ANEXO D - Análise estatística da estabilidade cromática

Anova 2 fatores

Data source: Data 1 in Notebook1

Balanced Design

Dependent Variable: Dados

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0,123)

Equal Variance Test: Failed (P < 0,050)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Material	2	206,970	103,485	13,467	<0,001
Superfície	9	216,718	24,080	3,134	0,001
Material x Superfície	18	921,143	51,175	6,660	<0,001
Residual	210	1613,654	7,684		
Total	239	2958,485	12,379		

Main effects cannot be properly interpreted if significant interaction is determined. This is because the size of a factor's effect depends upon the level of the other factor.

The effect of different levels of Material depends on what level of Superfície is present. There is a statistically significant interaction between Material and Superfície. (P = <0,001)

Power of performed test with alpha = 0,0500: for Material : 0,998

Power of performed test with alpha = 0,0500: for Superfície : 0,878

Power of performed test with alpha = 0,0500: for Material x Superfície : 1,000

Least square means for Material :

Group Mean

LAVA5,699

EMAX6,926

Zr 7,971

Std Err of LS Mean = 0,310

Least square means for Superfície :

Group Mean

AR 7,120

ARI 7,417

ARP 8,040

ARIP7,322

CA 6,969

CAI 7,806

CAP 6,070

CAIP4,573

SD 6,995

SDP 6,340

Std Err of LS Mean = 0,566

Least square means for Material x Superfície :

Group Mean

LAVA x AR6,858

CAI vs. CA	0,837	101,479	0,989	Do Not Test
CAI vs. SD	0,811	101,433	0,992	Do Not Test
CAI vs. AR	0,685	101,211	0,998	Do Not Test
CAI vs. ARIP	0,484	100,855	1,000	Do Not Test
CAI vs. ARI	0,389	100,688	1,000	Do Not Test
ARI vs. CAIP	2,843	105,025	0,014	Yes
ARI vs. CAP	1,347	102,380	0,805	Do Not Test
ARI vs. SDP	1,076	101,902	0,943	Do Not Test
ARI vs. CA	0,448	100,792	1,000	Do Not Test
ARI vs. SD	0,422	100,745	1,000	Do Not Test
ARI vs. AR	0,296	100,524	1,000	Do Not Test
ARI vs. ARIP	0,0946	100,167	1,000	Do Not Test
ARIP vs. CAIP	2,749	104,858	0,021	Yes
ARIP vs. CAP	1,252	102,213	0,865	Do Not Test
ARIP vs. SDP	0,982	101,735	0,968	Do Not Test
ARIP vs. CA	0,353	100,624	1,000	Do Not Test
ARIP vs. SD	0,327	100,578	1,000	Do Not Test
ARIP vs. AR	0,202	100,356	1,000	Do Not Test
AR vs. CAIP	2,547	104,501	0,047	Yes
AR vs. CAP	1,050	101,856	0,951	Do Not Test
AR vs. SDP	0,780	101,378	0,994	Do Not Test
AR vs. CA	0,152	100,268	1,000	Do Not Test
AR vs. SD	0,125	100,222	1,000	Do Not Test
SD vs. CAIP	2,422	104,280	0,075	No
SD vs. CAP	0,925	101,635	0,979	Do Not Test
SD vs. SDP	0,655	101,157	0,998	Do Not Test
SD vs. CA	0,0263	100,0464	1,000	Do Not Test
CA vs. CAIP	2,395	104,233	0,082	Do Not Test
CA vs. CAP	0,899	101,588	0,982	Do Not Test
CA vs. SDP	0,628	101,110	0,999	Do Not Test
SDP vs. CAIP	1,767	103,123	0,451	Do Not Test
SDP vs. CAP	0,270	100,478	1,000	Do Not Test
CAP vs. CAIP	1,497	102,645	0,689	Do Not Test

Comparisons for factor: Superfície within LAVA

Comparison	Diff of Means	p	q	P	P<0,05
SD vs. ARIP	3,339	10 3,407	0,320		No
SD vs. CA	2,873	10 2,931	0,547		Do Not Test
SD vs. CAIP	2,676	10 2,731	0,648		Do Not Test
SD vs. CAI	2,426	10 2,476	0,766		Do Not Test
SD vs. SDP	2,050	10 2,092	0,901		Do Not Test
SD vs. ARI	2,023	10 2,064	0,908		Do Not Test
SD vs. CAP	1,561	10 1,593	0,982		Do Not Test
SD vs. ARP	1,436	10 1,465	0,990		Do Not Test
SD vs. AR	0,755	10 0,770	1,000		Do Not Test
AR vs. ARIP	2,584	10 2,636	0,693		Do Not Test
AR vs. CA	2,118	10 2,161	0,881		Do Not Test
AR vs. CAIP	1,921	10 1,960	0,932		Do Not Test
AR vs. CAI	1,671	10 1,705	0,972		Do Not Test
AR vs. SDP	1,295	10 1,321	0,995		Do Not Test
AR vs. ARI	1,268	10 1,293	0,996		Do Not Test
AR vs. CAP	0,806	10 0,823	1,000		Do Not Test
AR vs. ARP	0,681	10 0,695	1,000		Do Not Test
ARP vs. ARIP	1,902	10 1,941	0,936		Do Not Test

ARP vs. CA	1,436	10 1,465	0,990	Do Not Test
ARP vs. CAIP	1,240	10 1,265	0,997	Do Not Test
ARP vs. CAI	0,990	10 1,010	0,999	Do Not Test
ARP vs. SDP	0,614	10 0,626	1,000	Do Not Test
ARP vs. ARI	0,586	10 0,598	1,000	Do Not Test
ARP vs. CAP	0,125	10 0,128	1,000	Do Not Test
CAP vs. ARIP	1,777	10 1,814	0,958	Do Not Test
CAP vs. CA	1,311	10 1,338	0,995	Do Not Test
CAP vs. CAIP	1,115	10 1,138	0,999	Do Not Test
CAP vs. CAI	0,865	10 0,883	1,000	Do Not Test
CAP vs. SDP	0,489	10 0,499	1,000	Do Not Test
CAP vs. ARI	0,461	10 0,471	1,000	Do Not Test
ARI vs. ARIP	1,316	10 1,343	0,995	Do Not Test
ARI vs. CA	0,850	10 0,867	1,000	Do Not Test
ARI vs. CAIP	0,654	10 0,667	1,000	Do Not Test
ARI vs. CAI	0,404	10 0,412	1,000	Do Not Test
ARI vs. SDP	0,0275	100,0281	1,000	Do Not Test
SDP vs. ARIP	1,289	10 1,315	0,996	Do Not Test
SDP vs. CA	0,822	10 0,839	1,000	Do Not Test
SDP vs. CAIP	0,626	10 0,639	1,000	Do Not Test
SDP vs. CAI	0,376	10 0,384	1,000	Do Not Test
CAI vs. ARIP	0,913	10 0,931	1,000	Do Not Test
CAI vs. CA	0,446	10 0,455	1,000	Do Not Test
CAI vs. CAIP	0,250	10 0,255	1,000	Do Not Test
CAIP vs. ARIP	0,663	10 0,676	1,000	Do Not Test
CAIP vs. CA	0,196	10 0,200	1,000	Do Not Test
CA vs. ARIP	0,466	10 0,476	1,000	Do Not Test

Comparisons for factor: Superfície within EMAX

Comparison	Diff of Means	p	q	P	P<0,05
CAI vs. ARIP	7,360	10 7,510	<0,001		Yes
CAI vs. SD	6,816	10 6,955	<0,001		Yes
CAI vs. CAIP	6,305	10 6,433	<0,001		Yes
CAI vs. ARP	5,860	10 5,979	0,001		Yes
CAI vs. ARI	5,567	10 5,681	0,002		Yes
CAI vs. SDP	4,580	10 4,673	0,032		Yes
CAI vs. CAP	4,180	10 4,265	0,077		No
CAI vs. AR	3,622	10 3,696	0,211		Do Not Test
CAI vs. CA	3,560	10 3,632	0,233		Do Not Test
CA vs. ARIP	3,800	10 3,877	0,157		No
CA vs. SD	3,256	10 3,323	0,357		Do Not Test
CA vs. CAIP	2,745	10 2,801	0,613		Do Not Test
CA vs. ARP	2,300	10 2,347	0,818		Do Not Test
CA vs. ARI	2,007	10 2,048	0,912		Do Not Test
CA vs. SDP	1,020	10 1,041	0,999		Do Not Test
CA vs. CAP	0,620	10 0,633	1,000		Do Not Test
CA vs. AR	0,0625	100,0638	1,000		Do Not Test
AR vs. ARIP	3,738	10 3,814	0,175		Do Not Test
AR vs. SD	3,194	10 3,259	0,386		Do Not Test
AR vs. CAIP	2,683	10 2,737	0,645		Do Not Test
AR vs. ARP	2,238	10 2,283	0,842		Do Not Test
AR vs. ARI	1,945	10 1,985	0,927		Do Not Test
AR vs. SDP	0,958	10 0,977	1,000		Do Not Test
AR vs. CAP	0,558	10 0,569	1,000		Do Not Test

LAVA x ARI5,590
 LAVA x ARP6,176
 LAVA x ARIP4,274
 LAVA x CA4,740
 LAVA x CAI5,186
 LAVA x CAP6,051
 LAVA x CAIP4,936
 LAVA x SD 7,613
 LAVA x SDP5,562
 EMAX x AR8,089
 EMAX x ARI6,144
 EMAX x ARP5,851
 EMAX x ARIP4,351
 EMAX x CA8,151
 EMAX x CAI11,711
 EMAX x CAP7,531
 EMAX x CAIP5,406
 EMAX x SD4,895
 EMAX x SDP7,131
 Zr x AR 6,415
 Zr x ARI 10,516
 Zr x ARP 12,091
 Zr x ARIP 13,341
 Zr x CA 8,015
 Zr x CAI 6,520
 Zr x CAP 4,628
 Zr x CAIP 3,378
 Zr x SD 8,477
 Zr x SDP 6,327
 Std Err of LS Mean = 0,980

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Tukey Test):

Comparisons for factor: **Material**

Comparison	Diff of Means	p	q	P	P<0,050
Zr vs. LAVA	2,272	37,332	<0,001		Yes
Zr vs. EMAX	1,045	33,371	0,045		Yes
EMAX vs. LAVA	1,228	33,961	0,014		Yes

Comparisons for factor: **Superfície**

Comparison	Diff of Means	p	q	P	P<0,050
ARP vs. CAIP	3,466	106,126	<0,001		Yes
ARP vs. CAP	1,970	103,481	0,290		No
ARP vs. SDP	1,699	103,003	0,511		Do Not Test
ARP vs. CA	1,071	101,892	0,945		Do Not Test
ARP vs. SD	1,045	101,846	0,953		Do Not Test
ARP vs. AR	0,919	101,624	0,980		Do Not Test
ARP vs. ARIP	0,718	101,268	0,997		Do Not Test
ARP vs. ARI	0,623	101,101	0,999		Do Not Test
ARP vs. CAI	0,234	100,413	1,000		Do Not Test
CAI vs. CAIP	3,232	105,713	0,002		Yes
CAI vs. CAP	1,736	103,068	0,478		Do Not Test
CAI vs. SDP	1,465	102,590	0,715		Do Not Test

CAP vs. ARIP	3,180	10 3,245	0,393	Do Not Test
CAP vs. SD	2,636	10 2,690	0,668	Do Not Test
CAP vs. CAIP	2,125	10 2,168	0,879	Do Not Test
CAP vs. ARP	1,680	10 1,714	0,971	Do Not Test
CAP vs. ARI	1,388	10 1,416	0,992	Do Not Test
CAP vs. SDP	0,400	10 0,408	1,000	Do Not Test
SDP vs. ARIP	2,780	10 2,837	0,595	Do Not Test
SDP vs. SD	2,236	10 2,282	0,842	Do Not Test
SDP vs. CAIP	1,725	10 1,760	0,965	Do Not Test
SDP vs. ARP	1,280	10 1,306	0,996	Do Not Test
SDP vs. ARI	0,987	10 1,008	0,999	Do Not Test
ARI vs. ARIP	1,792	10 1,829	0,955	Do Not Test
ARI vs. SD	1,249	10 1,274	0,996	Do Not Test
ARI vs. CAIP	0,737	10 0,753	1,000	Do Not Test
ARI vs. ARP	0,292	10 0,298	1,000	Do Not Test
ARP vs. ARIP	1,500	10 1,531	0,986	Do Not Test
ARP vs. SD	0,956	10 0,976	1,000	Do Not Test
ARP vs. CAIP	0,445	10 0,454	1,000	Do Not Test
CAIP vs. ARIP	1,055	10 1,076	0,999	Do Not Test
CAIP vs. SD	0,511	10 0,522	1,000	Do Not Test
SD vs. ARIP	0,544	10 0,555	1,000	Do Not Test

Comparisons for factor: Superfície within Zr

Comparison	Diff of Means	p	q	P	P<0,05
ARIP vs. CAIP	9,964	10 10,167	<0,001		Yes
ARIP vs. CAP	8,714	10 8,891	<0,001		Yes
ARIP vs. SDP	7,014	10 7,156	<0,001		Yes
ARIP vs. AR	6,926	10 7,067	<0,001		Yes
ARIP vs. CAI	6,821	10 6,960	<0,001		Yes
ARIP vs. CA	5,326	10 5,435	0,005		Yes
ARIP vs. SD	4,864	10 4,963	0,016		Yes
ARIP vs. ARI	2,825	10 2,882	0,572		No
ARIP vs. ARP	1,250	10 1,275	0,996		Do Not Test
ARP vs. CAIP	8,714	10 8,891	<0,001		Yes
ARP vs. CAP	7,464	10 7,616	<0,001		Yes
ARP vs. SDP	5,764	10 5,881	0,001		Yes
ARP vs. AR	5,676	10 5,792	0,002		Yes
ARP vs. CAI	5,571	10 5,685	0,002		Yes
ARP vs. CA	4,076	10 4,159	0,094		No
ARP vs. SD	3,614	10 3,687	0,214		Do Not Test
ARP vs. ARI	1,575	10 1,607	0,981		Do Not Test
ARI vs. CAIP	7,139	10 7,284	<0,001		Yes
ARI vs. CAP	5,889	10 6,009	<0,001		Yes
ARI vs. SDP	4,189	10 4,274	0,076		No
ARI vs. AR	4,101	10 4,185	0,090		Do Not Test
ARI vs. CAI	3,996	10 4,078	0,110		Do Not Test
ARI vs. CA	2,501	10 2,552	0,733		Do Not Test
ARI vs. SD	2,039	10 2,080	0,904		Do Not Test
SD vs. CAIP	5,100	10 5,204	0,009		Yes
SD vs. CAP	3,850	10 3,928	0,144		No
SD vs. SDP	2,150	10 2,194	0,871		Do Not Test
SD vs. AR	2,062	10 2,104	0,897		Do Not Test
SD vs. CAI	1,957	10 1,997	0,924		Do Not Test
SD vs. CA	0,463	10 0,472	1,000		Do Not Test

CA vs. CAIP	4,637	10 4,732	0,028	Yes
CA vs. CAP	3,387	10 3,456	0,300	Do Not Test
CA vs. SDP	1,688	10 1,722	0,970	Do Not Test
CA vs. AR	1,600	10 1,633	0,979	Do Not Test
CA vs. CAI	1,495	10 1,525	0,987	Do Not Test
CAI vs. CAIP	3,143	10 3,206	0,411	No
CAI vs. CAP	1,893	10 1,931	0,938	Do Not Test
CAI vs. SDP	0,193	10 0,196	1,000	Do Not Test
CAI vs. AR	0,105	10 0,107	1,000	Do Not Test
AR vs. CAIP	3,037	10 3,099	0,463	Do Not Test
AR vs. CAP	1,787	10 1,824	0,956	Do Not Test
AR vs. SDP	0,0875	100,0893	1,000	Do Not Test
SDP vs. CAIP	2,950	10 3,010	0,507	Do Not Test
SDP vs. CAP	1,700	10 1,735	0,968	Do Not Test
CAP vs. CAIP	1,250	10 1,275	0,996	Do Not Test

Comparisons for factor: **Material within AR**

Comparison	Diff of Means	p	q	P	P<0,05
EMAX vs. Zr	1,674	3 1,708	0,449		No
EMAX vs. LAVA	1,231	3 1,256	0,648		Do Not Test
LAVA vs. Zr	0,443	3 0,452	0,945		Do Not Test

Comparisons for factor: **Material within ARI**

Comparison	Diff of Means	p	q	P	P<0,05
Zr vs. LAVA	4,926	3 5,027	0,001		Yes
Zr vs. EMAX	4,372	3 4,461	0,005		Yes
EMAX vs. LAVA	0,554	3 0,565	0,916		No

Comparisons for factor: **Material within ARP**

Comparison	Diff of Means	p	q	P	P<0,05
Zr vs. EMAX	6,240	3 6,367	<0,001		Yes
Zr vs. LAVA	5,915	3 6,035	<0,001		Yes
LAVA vs. EMAX	0,325	3 0,332	0,970		No

Comparisons for factor: **Material within ARIP**

Comparison	Diff of Means	p	q	P	P<0,05
Zr vs. LAVA	9,067	3 9,252	<0,001		Yes
Zr vs. EMAX	8,990	3 9,173	<0,001		Yes
EMAX vs. LAVA	0,0775	30,0791	0,998		No

Comparisons for factor: **Material within CA**

Comparison	Diff of Means	p	q	P	P<0,05
EMAX vs. LAVA	3,411	3 3,481	0,037		Yes
EMAX vs. Zr	0,136	3 0,139	0,995		No
Zr vs. LAVA	3,275	3 3,342	0,048		Yes

Comparisons for factor: **Material within CAI**

Comparison	Diff of Means	p	q	P	P<0,05
EMAX vs. LAVA	6,525	3 6,658	<0,001		Yes

EMAX vs. Zr	5,191	3 5,297	<0,001	Yes
Zr vs. LAVA	1,334	3 1,361	0,601	No

Comparisons for factor: **Material within CAP**

Comparison	Diff of Means	p	q	P	P<0,05
EMAX vs. Zr	2,904	3 2,963	0,091		No
EMAX vs. LAVA	1,480	3 1,510	0,534		Do Not Test
LAVA vs. Zr	1,424	3 1,453	0,560		Do Not Test

Comparisons for factor: **Material within CAIP**

Comparison	Diff of Means	p	q	P	P<0,05
EMAX vs. Zr	2,029	3 2,070	0,309		No
EMAX vs. LAVA	0,470	3 0,480	0,939		Do Not Test
LAVA vs. Zr	1,559	3 1,590	0,499		Do Not Test

Comparisons for factor: **Material within SD**

Comparison	Diff of Means	p	q	P	P<0,05
Zr vs. EMAX	3,582	3 3,655	0,026		Yes
Zr vs. LAVA	0,865	3 0,883	0,807		No
LAVA vs. EMAX	2,718	3 2,773	0,122		No

Comparisons for factor: **Material within SDP**

Comparison	Diff of Means	p	q	P	P<0,05
EMAX vs. LAVA	1,569	3 1,601	0,494		No
EMAX vs. Zr	0,804	3 0,820	0,831		Do Not Test
Zr vs. LAVA	0,765	3 0,781	0,845		Do Not Test

A result of "Do Not Test" occurs for a comparison when no significant difference is found between two means that enclose that comparison. For example, if you had four means sorted in order, and found no difference between means 4 vs. 2, then you would not test 4 vs. 3 and 3 vs. 2, but still test 4 vs. 1 and 3 vs. 1 (4 vs. 3 and 3 vs. 2 are enclosed by 4 vs. 2: 4 3 2 1). Note that not testing the enclosed means is a procedural rule, and a result of Do Not Test should be treated as if there is no significant difference between the means, even though one may appear to exist.

Grupo glaze: t test

Data source: Data 1 in Notebook1

Dependent Variable: Col 2

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0,401)

Equal Variance Test: Passed (P = 0,735)

Group Name	N	Missing	Mean	Std Dev	SEM
ZR GLAZE	8	0	8,078	3,550	1,255
EMAX GLAZE	8	0	7,643	4,547	1,608

Difference 0,435

t = 0,213 with 14 degrees of freedom. (P = 0,834)

95 percent confidence interval for difference of means: -3,939 to 4,809

The difference in the mean values of the two groups is not great enough to reject the possibility that the difference is due to random sampling variability. There is not a statistically significant difference between the input groups (P = 0,834).

Power of performed test with alpha = 0,050: 0,050

The power of the performed test (0,050) is below the desired power of 0,800.
Less than desired power indicates you are less likely to detect a difference when one actually exists.
Negative results should be interpreted cautiously.

ANEXO E – Referências da Introdução Geral

1. Boaventura JM, Nishida R, Elossais AA, Lima DM, Reis JM, Campos EA, et al. Effect finishing and polishing procedures on the surface roughness of IPS Empress 2 ceramic. *Acta Odontol Scand*. 2013;71:438-43.
2. Contreras L, Dal Piva A, Ribeiro FC, Anami LC, Camargo S, Jorge A, et al. Effects of manufacturing and finishing techniques of feldspathic ceramics on surface topography, biofilm formation, and cell viability for human gingival fibroblasts. *Oper Dent* 2018;43:593-601.
3. Schepke U, Meijer HJ, Vermeulen KM, Raghoobar GM, Cune MS. Clinical bonding of resin nano ceramic restorations to zirconia abutments: a case series within a randomized clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res* 2016;18:984-92.
4. Biacchi GR, Basting RT. Comparison of fracture strength of endocrowns and glass fiber post-retained conventional crowns. *Oper Dent* 2012;37:130-6.
5. El-Damanhoury HM, Haj-Ali RN, Platt JA. Fracture resistance and microleakage of endocrowns utilizing three CAD-CAM blocks. *Oper Dent* 2015;40:201-10.
6. Chen C, Trindade FZ, de Jager N, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. The fracture resistance of a CAD/CAM Resin Nano Ceramic (RNC) and a CAD ceramic at different thicknesses. *Dent Mater* 2014;30(9):954-62.
7. Magne P, Schlichting LH, Maia HP, Baratieri LN. In vitro fatigue resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic posterior occlusal veneers. *J Prosthet Dent* 2010 ;104:149-57.
8. Shenoy A, Shenoy N. Dental ceramics: an update. *J Conserv Dent* 2010;13:195-203.
9. Fasbinder DJ, Dennison JB, Heys D, Neiva G. A clinical evaluation of chairside lithium disilicate CAD/CAM crowns: a two-year report. *J Am Dent Assoc* 2010;141:10S-4S.
10. Silva TM, Salvia AC, Carvalho RF, Silva EG, Pagani C. Effects of different polishing protocols on lithium disilicate ceramics. *Braz Dent J* 2015;26:478-83.
11. Aksoy G, Polat H, Polat M, Coskun G. Effect of various treatment and glazing (coating) techniques on the roughness and wettability of ceramic dental restorative surfaces. *Colloids Surf B Biointerfaces* 2006;53:254-9.

12. Rashid H. The effect of surface roughness on ceramics used in dentistry: A review of literature. Eur J Dent 2014;8:571-9.