



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Araçatuba

TIELLY NOGUEIRA FETTI

**Influência do ácido gástrico simulado sobre cerâmicas
com matriz resinosa submetidas à diferentes
polimentos**

**Araçatuba-SP
2024**

TIELLY NOGUEIRA FETTI

**Influência do ácido gástrico simulado sobre cerâmicas
com matriz resinosa submetidas à diferentes
polimentos**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Odontologia
de Araçatuba da Universidade Estadual
Paulista (UNESP), como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Cirurgião-Dentista.

Orientador: Eduardo Piza Pellizzer

**Araçatuba-SP
2024**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, fonte de toda sabedoria e amor, por guiar meus passos e iluminar meu caminho durante toda minha jornada. A Ele dedico toda a glória pelo meu crescimento pessoal e acadêmico pois sem sua presença nada disso seria possível;

Aos meus pais Fernanda e Marcos, agradeço de todo coração por todo amor, dedicação, e suporte ao longo dessa caminhada. Vocês são fundamentais, minha base, minha inspiração e nunca mediram esforços para me dar todas as oportunidades possíveis. Sei que cada conquista até aqui é resultado do amor e apoio incondicional que recebi de vocês. Obrigada por serem os melhores, sem o encorajamento de vocês nada disso teria sido possível;

À minha querida irmã, Isabelly, obrigada por despertar o meu melhor e me mostrar o lado mais bonito da vida. Sua presença em minha vida é uma fonte constante de alegria, amor, esperança e inspiração. Obrigada por ser você!

À toda minha família, em especial aos meus avós, minha eterna gratidão, o apoio, amor e união que compartilhamos ao longo de minha vida são fundamentais para o meu crescimento e sucesso;

À Victória, por todo amor, carinho e companheirismo. Agradeço eternamente por ser minha incentivadora, por me manter motivada durante todos esses anos e por ser meu porto seguro, obrigada por tanto!

Um agradecimento especial aos meus amigos que estiveram comigo durante toda a minha trajetória de vida e a todas as amizades que fiz durante a graduação, em especial à Isabela, Júlia Maria e Vitória, gratidão por tornar tudo ainda mais especial e mais leve, a presença de vocês no meu dia a dia trouxeram luz, companheirismo, força e felicidade, vocês são família, obrigada!

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, na pessoa do diretor da Faculdade de Odontologia de Araçatuba Prof. Alberto Carlos Botazzo Delbem e do vice-diretor Prof. Luciano Tavares Angelo Cintra.

À Pró-Reitoria de Pesquisa – PROPe, ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica número 6151.

Aos meus professores em especial, Prof. Eduardo Piza Pellizzer pela oportunidade de vivenciar a área da pesquisa através da iniciação científica e por toda a orientação e inspiração profissional, agradeço por investir seu tempo, conhecimento e energia em meu crescimento e aprendizado; Ao Prof. Aldiéris Alves Pesqueira, sua expertise e paixão pelo conhecimento inspiraram-me a buscar excelência em cada etapa do meu trabalho, por isso a conquista alcançada tem sua contribuição; Ao Doutorando João Pedro Justino de Oliveira Limírio, suas orientações sábias, paciência e incentivo foram essenciais para que alcançasse meus objetivos acadêmicos, obrigada pelo carinho e por tudo!

RESUMO

FETTI, T. N. **Influência do ácido gástrico simulado sobre cerâmicas com matriz resinosa submetidas à diferentes polimentos.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Araçatuba, 2024.

A erosão dentária está relacionada ao dano dentário, a origem do ácido erosivo pode ser intrínseca (doenças e transtornos alimentares) ou extrínseca (dieta ácida). O pH baixo do ácido gástrico ($\leq 2,0$) corrói a estrutura do dente, sendo assim os materiais restauradores presentes na cavidade oral também podem sofrer ação desse ácido. Há dúvidas na literatura sobre o comportamento das cerâmicas com matriz resinosa e qual seria o polimento mais indicado. O objetivo desse estudo foi avaliar as propriedades superficiais e mecânicas através dos testes de rugosidade superficial (Ra) e microdureza vickers (MV) de cerâmicas monolíticas com matriz resinosa (Vita Enamic e Cerasmart) submetidas à diferentes tipos de polimentos (mecânico e com pasta diamantada). Foram confeccionados 40 espécimes de cada cerâmica (Cerasmart e Enamic) com dimensões de $5 \times 5 \times 1,5 (\pm 0.05)$ mm que foram subdivididos e submetidos aos tratamentos de superfície Polimento mecânico (Ceramisté) e Pasta de polimento diamantada para Materiais Híbridos. Em seguida os espécimes foram submetidos ao protocolo que simula erosão ácida (EA), no qual foram imersos em HCl 5% (pH 2,0) durante 91, 182 e 455 horas em estufa a 37°C. A leitura de rugosidade de superfície foi realizada em rugosímetro (Mitutoyo SJ-411). Para análise da microdureza foi usado o microdurômetro (HVM 2000 Shimadzu). Todas as análises foram realizadas após armazenagem em água destilada (controle 24h) e EA; Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) 3 fatores com medidas repetidas e ao teste Tukey (post-hoc) ao nível de significância de 5%. Com relação ao tipo de polimento, a pasta reduziu significativamente os valores de rugosidade do material Enamic quando comparado ao método mecânico em todos os tempos avaliados ($p < 0,001$), já para o material Cerasmart, a pasta apresentou maiores valores de rugosidade comparado ao polimento mecânico após 182 h ($p = 0,048$), mas demonstrou menores valores após 455 h ($p = 0,001$). Com relação ao tipo de material, Enamic obteve maiores valores de rugosidade quando comparado ao Cerasmart quando foram submetidos ao polimento mecânico, em todos os períodos avaliados ($p < 0,001$). Ao receber polimento com pasta, nenhuma

diferença estatística foi observado entre os materiais para os tempos iniciais de 24 h e 91 h; entretanto, após 182 h e 455 h, Enamic apresentou menores ($p=0,001$) e maiores valores de rugosidade ($p=0,040$) quando comparado ao Cerasmart, respectivamente. Com relação ao tipo de polimento, no período inicial de 24 h, a pasta reduziu os valores de dureza do Enamic quando comparado ao polimento mecânico ($p<0,001$), mas após 182 h ($p=0,009$) e 455 h ($p=0,031$) os valores de dureza foram maiores para os grupos polidos com pasta quando comparados ao polimento mecânico. Já para o material Cerasmart, nenhuma diferença estatística foi observada entre os tipos de polimento ($p>0,05$). Com relação ao tipo de material, o material Enamic apresentou maiores valores de dureza quando comparado ao Cerasmart, para ambos os tipos de polimento em todos os períodos avaliados ($p<0,001$). Com relação ao período avaliado, todos os grupos apresentaram maiores valores numéricos de dureza no tempo inicial de 24 h quando comparado aos demais tempos avaliados. Conclui-se que o polimento com pasta proporcionou excelentes valores de rugosidade em ambas as cerâmicas. O desafio erosivo influenciou negativamente na dureza dos materiais cerâmicos em ambos os polimentos.

Palavras-chave: Desenho Assistido por Computador; Ácido Gástrico; Polimento Dentário.

ABSTRACT

FETTI, T. N. **Influência do ácido gástrico simulado sobre cerâmicas com matriz resinosa submetidas à diferentes polimentos.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Araçatuba, 2024.

Dental erosion is related to dental damage, the origin of the erosive acid can be intrinsic (diseases and eating disorders) or extrinsic (acidic diet). The low pH of gastric acid (≤ 2.0) corrodes the tooth structure, meaning restorative materials present in the oral cavity can also be affected by this acid. There are doubts in the literature about the behavior of ceramics with a resinous matrix and which polishing would be the most suitable. The objective of this study was to evaluate the surface and mechanical properties through surface roughness (Ra) and Vickers microhardness (MV) tests of monolithic ceramics with a resinous matrix (Vita Enamic and Cerasmart) subjected to different types of polishing (mechanical and with diamond paste). 40 specimens of each ceramic (Cerasmart and Enamic) were made with dimensions of $5 \times 5 \times 1.5$ (± 0.05) mm, which were subdivided and subjected to mechanical polishing (Ceramisté) and diamond polishing paste for Hybrid Materials surface treatments. The specimens were then subjected to the protocol that simulates acid erosion (EA), in which they were immersed in 5% HCl (pH 2.0) for 91, 182 and 455 hours in an oven at 37°C. The surface roughness reading was carried out using a roughness meter (Mitutoyo SJ-411). To analyze microhardness, a microhardness meter (HMV 2000 Shimadzu) was used. All analyzes were performed after storage in distilled water (24h control) and EA; The data obtained were subjected to analysis of variance (ANOVA) 3 factors with repeated measures and the Tukey test (post-hoc) at a significance level of 5%. Regarding the type of polishing, the paste significantly reduced the roughness values of the Enamic material when compared to the mechanical method at all times evaluated ($p < 0.001$), whereas for the Cerasmart material, the paste presented higher roughness values compared to mechanical polishing after 182 h ($p = 0.048$), but showed lower values after 455 h ($p = 0.001$). Regarding the type of material, Enamic obtained higher roughness values when compared to Cerasmart when they were subjected to mechanical polishing, in all periods evaluated ($p < 0.001$). When polished with paste, no statistical difference was observed between the materials for the initial times of 24 h and 91 h; however,

after 182 h and 455 h, Enamic presented lower ($p=0.001$) and higher roughness values ($p=0.040$) when compared to Cerasmart, respectively. Regarding the type of polishing, in the initial period of 24 hours, the paste reduced the Enamic hardness values when compared to mechanical polishing ($p<0.001$), but after 182 hours ($p=0.009$) and 455 hours ($p=0.031$) hardness values were higher for groups polished with paste when compared to mechanical polishing. As for the Cerasmart material, no statistical difference was observed between the types of polishing ($p>0.05$). Regarding the type of material, the Enamic material presented higher hardness values when compared to Cerasmart, for both types of polishing in all periods evaluated ($p<0.001$). Regarding the period evaluated, all groups presented higher numerical values of hardness in the initial time of 24 h when compared to the other times evaluated. It is concluded that polishing with paste provided excellent roughness values on both ceramics. The erosive challenge negatively influenced the hardness of ceramic materials in both polishing processes.

Keywords: Computer-Aided Design; Gastric Acid; Dental Polishing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Delineamento experimental	15
Figura 2 - Média e desvio padrão dos valores de rugosidade superficial de acordo com o tipo de material (Cerasmart e Enamic), polimento (mecânico e pasta) e tempo avaliado (24 h, 91 h, 182 h e 455 h)	20
Figura 3 - Média e desvio padrão dos valores de microdureza Vickers de acordo com o tipo de material (Cerasmart e Enamic), polimento (mecânico e pasta) e tempo avaliado (24 h, 91 h, 182 h e 455 h)	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição e fabricante das cerâmicas utilizadas no estudo	16
Tabela 2 - Polimento, composição, fabricante e técnicas de polimentos do estudo	16

LISTA DE ABREVIATURAS

%	Porcentagem
<	Menor
>	Maior
±	Mais ou menos
Å	Angström
CAD-CAM	Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing
DE	Desafio Erosivo
DRGE	Refluxo gastroesofágico
f	Força
g	Gramas
HCl	Ácido Clorídrico
min	Minutos
mm	Milímetro
MV	Microdureza vickers
n	Número da amostra
nm	Nanômetros
°C	Grau Celsius
p	probabilidade de significância
pH	Potencial hidrogeniônico
Pm	Polimento mecânico
Pp	Polimento com pasta
Ra	Rugosidade superficial
Rpm	Rotação por minuto
µm	Micrômetros

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVO	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Delineamento Experimental	15
3.2 Preparo dos Espécimes	15
3.3 Tratamento de Superfície / Polimentos dos Espécimes	16
3.4 Tratamento de Erosão Ácida e Controle	17
3.5 Propriedades Superficiais e Mecânicas	17
3.5.1 Rugosidade (Ra)	17
3.5.2 Microdureza Vickers (MV)	17
3.6 Períodos de Análise	18
3.7 Planejamento Estatístico	18
4 RESULTADOS	19
4.1 Rugosidade Superficial (Ra)	19
4.2 Microdureza Vickers	20
5 DISCUSSÃO	23
6 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia digital com *Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing* (CAD-CAM) levou à rápida comercialização e diversificação de blocos pré-fabricados usados na fabricação de restaurações indiretas^{1,2}. As cerâmicas com matriz resinosa tornaram-se populares devido à sua facilidade de usinabilidade², boa resistência à fadiga³, aceitável resistência ao desgaste⁴, baixa abrasividade aos dentes opostos⁴, resistência de união promissora, fácil polimento⁵, não necessita de sinterização, possibilidade de reparabilidade intraoral, tolerância a danos causados pelas brocas de fresagem aprimorada e boa adaptação marginal^{2,6,7}.

Esse tipo de material não necessita de sinterização, sendo assim torna-se inviável a utilização do polimento convencional com *glaze* como nas demais cerâmicas. Então, com a finalidade de melhorar a lisura superficial final dessas restaurações, foram desenvolvidos diferentes materiais para acabamento e polimento das restaurações em consultório (*chairside polishing*)^{8,9}. A técnica de polimento mecânico sem processo de queima tem ganhado cada vez mais destaque, não só nesse tipo de cerâmica. Por essa técnica, a cerâmica pode ser polida mecanicamente com borrachas manuais, usando ou não pastas de polimento^{10,11}. Uma pasta de polimento diamantada foi lançada recentemente com indicação específica para materiais híbridos, como as cerâmicas com matriz resinosa. Além disso, esses polimentos permitem a realização do repolimento intraoral das próteses após cimentação e/ou após ajuste oclusal e durante o controle periódico dos pacientes.

A qualidade do polimento superficial das cerâmicas apresenta influência direta na qualidade e durabilidade das restaurações. A erosão dentária está relacionada ao dano dentário, que pode variar desde a perda superficial da superfície do esmalte até a exposição completa da dentina.¹² A origem do ácido erosivo pode ser intrínseca (doenças e transtornos alimentares) ou extrínseca (dieta ácida)¹². O refluxo gastroesofágico (DRGE), a anorexia e a bulimia nervosa estão entre as principais doenças que causam alterações bucais, como a erosão dentária^{12,13}. O pH baixo do ácido gástrico ($\leq 2,0$) corrói a estrutura do dente.¹² Os materiais restauradores presentes na cavidade oral também podem sofrer ação desse ácido^{14,15}, como no caso das cerâmicas que serão testadas nesse estudo com matriz resinosa.

Entretanto, há poucos estudos que avaliem os efeitos desse tipo de polimento e se assim seria possível reestabelecer a lisura superficial e se estes polimentos afetam diretamente as características mecânicas e estéticas da restauração a longo prazo, principalmente quando associadas à processos de erosão ácida.

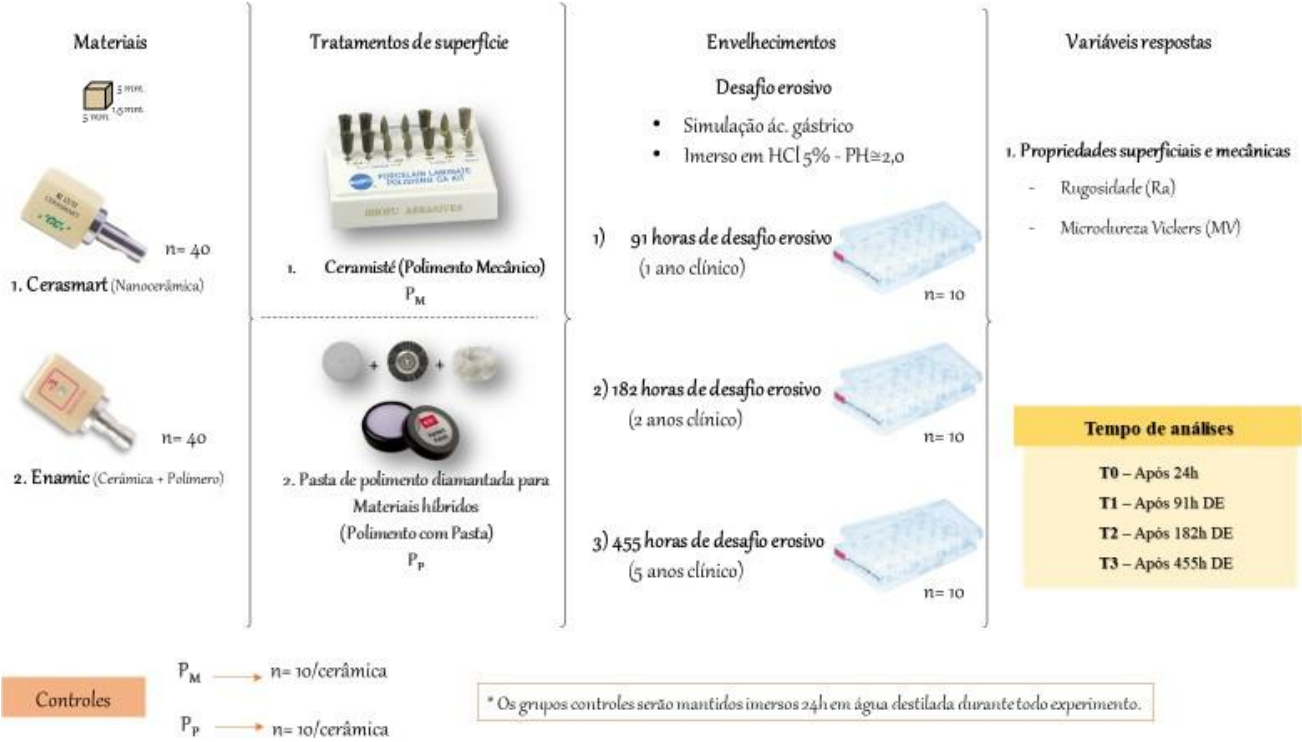
2 OBJETIVO

O objetivo desse estudo foi avaliar as propriedades superficiais e mecânicas através dos testes de rugosidade superficial (Ra) e microdureza vickers (MV) de cerâmicas monolíticas com matriz resinosa (Vita Enamic e Cerasmart) submetidas à diferentes tipos de polimentos (mecânico e com pasta diamantada) submetidas à erosão ácida. Testando a hipótese nula de que não há diferença entre as diferentes cerâmicas e polimentos testados em termos de rugosidade superficial (Ra) e microdureza vickers (MV) frente à erosão ácida.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Delineamento Experimental

Figura 1 - Delineamento experimental



Fonte: Autor, 2024

3.2 Preparo dos Espécimes

Foram confeccionados 40 espécimes de cada cerâmica testada com dimensões de 5×5×1,5 (±0.05) mm¹⁶ (Tabela 1), seccionados com disco de corte diamantado em baixa rotação (300 rpm), sob irrigação abundante e carga de 300g/f em cortadeira metalográfica (Isomet® 1000, Buehler, Illinois, USA). A dimensão final dos espécimes foi conferida com paquímetro (Mitutoyo Sul Americana Ltda, Santo Amaro, SP, Brasil) e regularizados com lixas abrasivas de carbureto de silício de 320-Grit (Carbimet Paper Discs; Buehler, IL, EUA), em seguida, foram pré-polidos com lixas abrasivas de carbureto de silício de 600-Grit (Carbimet Paper Discs; Buehler, IL, EUA) em politriz (Arotec Ind. Com., São Paulo, Brasil), sob resfriamento contínuo, obtendo superfície plana. Na sequência, os espécimes foram lavados em cuba ultrassônica com água por 10min e secos por meio de jatos de ar.

Tabela 1 - Composição e fabricante das cerâmicas utilizadas no estudo

Cerâmicas	Fabricante	Composição
Nanocerâmica (Cerasmart)	GC Europe	Bis-MEPP, UDMA, DMA %71 Silica (20nm), Barium glass (300nm)
Cerâmica infiltrada por polímero (Enamic)	VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany Degudent	UDMA, TEGDMA %86 Feldsphatic porcelain

Fonte: Autor, 2024

3.3 Tratamento de Superfície / Polimentos dos Espécimes

Os quarenta espécimes de cada cerâmica foram subdivididos e submetidos aos tratamentos de polimento (n=30), descritos na Figura 1.

Tabela 2 - Polimento, composição, fabricante e técnicas de polimentos do estudo

Polimentos	Composição	Fabricante	Técnicas de polimentos
Ceramisté Polishing Kit	Ceramisté Standard, CeramistéUltra e Ceramisté Ultra II	SHOFU, Kyoto, Japan	O polimento foi de 15 segundos em uma direção e 15 segundos à 90 graus da primeira direção utilizada, utilizando um contra- ângulo de baixa rotação de 8000 rpm
Renfert Polishing Hybrid Materials	Polidor de Silicone, Bison e Disco de algodão + Pasta de polimento diamantada específica para materiais híbridos	Renfert Polish, Hilzingen, Germany	O polimento foi de 15 segundos em uma direção e 15 segundos à 90 graus da primeira direção utilizada, utilizando um contra-ângulo de baixa rotação de 8000 rpm com pasta de polimento.

Fonte: Autor, 2024

Todos os espécimes foram polidos de acordo com as instruções de cada fabricante e pelo mesmo operador para a padronização do procedimento. Então,

após o polimento os espécimes foram levados novamente à banho ultrassônico para remoção dos resíduos de polimento.

3.4 Tratamento de Erosão Ácida e Controle

Trinta espécimes de cada cerâmica foram subdivididos e submetidos a erosão ácida ou armazenados em água destilada (n=10).

- Erosão ácida: os espécimes foram submetidos ao protocolo que simula a erosão ácida, no qual foram imersos em HCl 5% (pH 2,0) durante 91, 182 e 455 horas em estufa a 37°C. Cada 91 horas de imersão simula 1 ano de exposição clínica ao ácido clorídrico¹⁴.
- Controle: Os espécimes foram armazenados por 24 h em água destilada em estufa a 37°C durante todo o experimento.

3.5 Propriedades Superficiais e Mecânicas

3.5.1 Rugosidade (Ra)

A leitura de rugosidade de superfície foi determinada por meio de um rugosímetro portátil (SJ-411, Mitutoyo Sul Americana Ltda, Santo Amaro, SP, Brasil). Aleatoriamente foi realizada a leitura no centro do espécime, e duas leituras paralelas, à direita e à esquerda desse centro sendo a média calculada após essas três leituras. Os valores de Ra (média aritmética da rugosidade de superfície) foram mensurados com varredura de 300µm, no tempo constante de 12 segundos. Os valores originais foram em Angström (Å), e a partir de então foram transformados para a escala nanométrica (nm).

3.5.2 Microdureza Vickers (MV)

A análise da microdureza vickers foi realizada leituras em microdurômetro (HMV2000 Shimadzu, Tokyo, Japão) utilizando carga de 20N durante 20 segundos. Foram realizadas três endentações na região central de cada espécime com

distância de 100 μm entre elas. A dureza Vickers (HV) foi calculada dividindo a carga pela área da endentação¹⁵.

3.6 Períodos de Análise

Todas as análises foram realizadas em 4 níveis: (T0) após 24 horas de armazenagem em água, antes da erosão ácida (HCl 5%) ou controle (água); (T1) após 91 horas de erosão ácida (HCl 5%) ou controle (água); (T2) após 182 horas de erosão ácida (HCl 5%) ou controle (água) e (T3) após 455 horas de erosão ácida (HCl 5%) ou controle (água).

3.7 Planejamento Estatístico

Os dados quantitativos de rugosidade e microdureza Vickers foram submetidos a análise de variância (ANOVA) 3 fatores com medidas repetidas e ao teste Tukey (post- hoc) ao nível de significância de 5%.

4 RESULTADOS

4.1 Rugosidade Superficial (Ra)

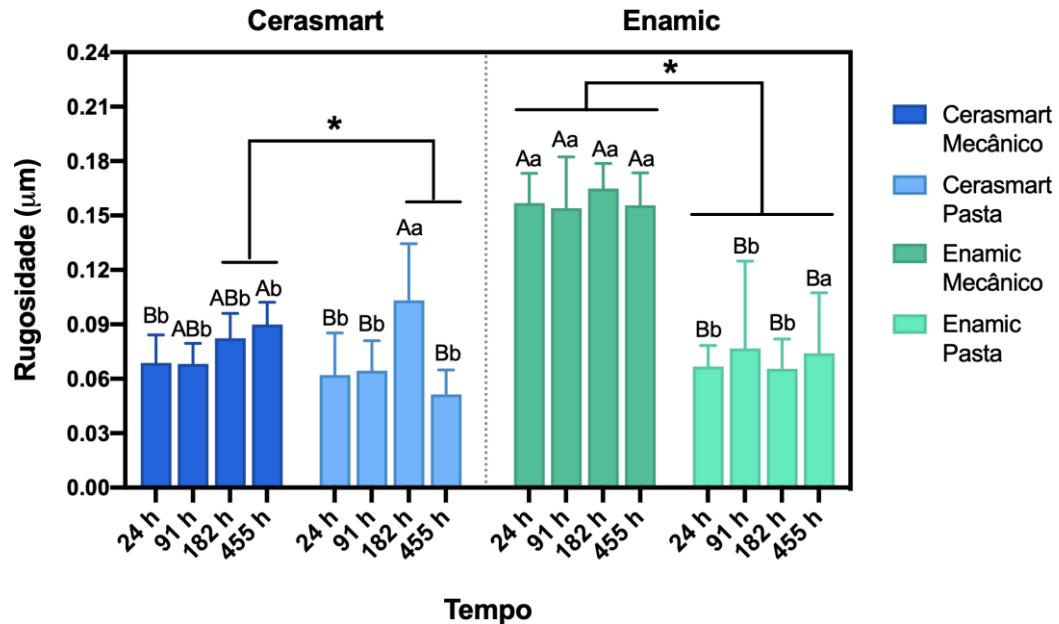
Os resultados de rugosidade estão descritos na Figura 2. O teste de ANOVA indicou que houve diferença estatisticamente significativa para a interação entre os três fatores: material, polimento e período avaliado ($f=3,994$; $p=0,01$).

Com relação ao tipo de polimento, a pasta reduziu significativamente os valores de rugosidade do material Enamic quando comparado ao método mecânico em todos os tempos avaliados ($p<0,001$). Já para o material Cerasmart, a pasta apresentou maiores valores de rugosidade comparado ao polimento mecânico após 182 h ($p=0,048$), mas demonstrou menores valores após 455 h ($p=0,001$).

Com relação ao tipo de material, Enamic obteve maiores valores de rugosidade quando comparado ao Cerasmart quando foram submetidos ao polimento mecânico, em todos os períodos avaliados ($p<0,001$). Ao receber polimento com pasta, nenhuma diferença estatística foi observado entre os materiais para os tempos iniciais de 24 h e 91 h; entretanto, após 182 h e 455 h, Enamic apresentou menores ($p=0,001$) e maiores valores de rugosidade ($p=0,040$) quando comparado ao Cerasmart, respectivamente.

Com relação ao período avaliado, nenhuma diferença estatística entre os tempos foi observada para Enamic polido mecanicamente ($p>0,05$) ou com pasta ($p>0,05$). Já para o Cerasmart polido mecanicamente, houve diferença apenas após 455 h, no qual os valores aumentaram quando comparado ao tempo inicial de 24 h ($p=0,037$). Diferentemente, a rugosidade dos espécimes de Cerasmart polido com pasta apresentou maiores valores de rugosidade no tempo de 182 h quando comparado aos demais tempos avaliados ($p<0,01$).

Figura 2 - Média e desvio padrão dos valores de rugosidade superficial de acordo com o tipo de material (Cerasmart e Enamic), polimento (mecânico e pasta) e tempo avaliado (24 h, 91 h, 182 h e 455 h)



Fonte: Autor, 2024

As barras com asterisco (*) indicam diferença estatisticamente significativa entre os tipos de polimento, dentro de cada tipo de material e tempo avaliado ($p < 0,05$). Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os tempos, dentro de cada tipo de material e polimento ($p < 0,05$). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os materiais, dentro de cada tipo de polimento e período avaliado ($p < 0,05$).

4.2 Microdureza Vickers

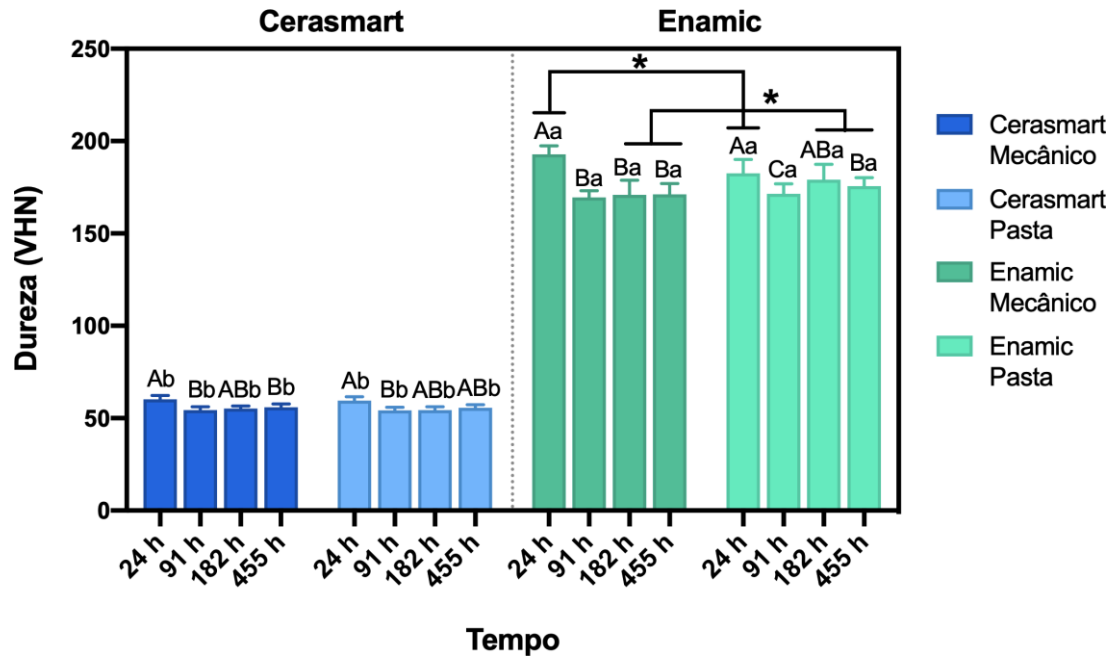
Os resultados de dureza estão descritos na Figura 3. O teste de ANOVA indicou que houve diferença estatisticamente significativa para a interação entre os três fatores: material, polimento e período avaliado ($f=5,440$; $p=0,002$).

Com relação ao tipo de polimento, no período inicial de 24 h, a pasta reduziu os valores de dureza do Enamic quando comparado ao polimento mecânico ($p < 0,001$), mas após 182 h ($p=0,009$) e 455 h ($p=0,031$) os valores de dureza foram maiores para os grupos polidos com pasta quando comparados ao polimento mecânico. Já para o material Cerasmart, nenhuma diferença estatística foi observada entre os tipos de polimento ($p > 0,05$).

Com relação ao tipo de material, o material Enamic apresentou maiores valores de dureza quando comparado ao Cerasmart, para ambos os tipos de polimento em todos os períodos avaliados ($p < 0,001$).

Com relação ao período avaliado, todos os grupos apresentaram maiores valores numéricos de dureza no tempo inicial de 24 h quando comparado aos demais tempos avaliados. Estatisticamente, o grupo Enamic polido mecanicamente apresentou maiores valores de dureza no período inicial de 24 h quando comparado aos demais tempos avaliados ($p < 0,001$). Ao submeter Enamic ao polimento com pasta, maiores valores de dureza também foram observados para o período inicial de 24 h, com diferença estatisticamente significativa quando comparado aos tempos de 91 h ($p < 0,001$) e 455 h ($p = 0,002$). Similarmente, os espécimes de Cerasmart polidos mecanicamente apresentaram maiores valores de dureza no tempo inicial de 24 h quando comparado aos tempos de 91 h ($p = 0,009$) e 455 h ($p = 0,049$). Quando os espécimes de Cerasmart foram polidos com pasta, maiores valores de dureza foram observados no tempo de 24 h com diferença estatisticamente significativa apenas quando comparado ao tempo de 91 h ($p = 0,017$).

Figura 3 - Média e desvio padrão dos valores de microdureza Vickers de acordo com o tipo de material (Cerasmart e Enamic), polimento (mecânico e pasta) e tempo avaliado (24 h, 91 h, 182 h e 455 h)



Fonte: Autor, 2024

As barras com asterisco (*) indicam diferença estatisticamente significativa entre os tipos de polimento, dentro de cada tipo de material e tempo avaliado ($p < 0,05$). Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os tempos, dentro de cada tipo de material e polimento ($p < 0,05$). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os materiais, dentro de cada tipo de polimento e período avaliado ($p < 0,05$).

5 DISCUSSÃO

A hipótese nula testada de que não haveria diferença entre as diferentes cerâmicas com matriz resinosa e os polimentos testados em termos de rugosidade superficial (Ra) e microdureza vickers (MV) frente à erosão ácida, foi rejeitada. Sendo que, diferentes materiais, polimentos e períodos de desafio erosivo avaliados influenciaram significativamente nas propriedades superficiais de rugosidade superficial (Ra) e microdureza vickers (MV).

O desafio erosivo (DE) é um método que avalia os efeitos do HCl na superfície de materiais, simulando o ácido gástrico com pH baixo ($\leq 2,0$), comum na cavidade oral de pacientes que possuem DRGE, transtornos alimentares, como bulimia e anorexia^{3,14}. No presente estudo, as horas de imersão estabelecido teve como objetivo simular cinco anos de uso clínico das cerâmicas. Esse período demonstrou que o desafio erosivo foi capaz de alterar as características estruturais das cerâmicas. Isso reforça achados literários que indica que ocorre uma maior deterioração apenas na superfície do material cerâmico¹⁷⁻²².

Em relação a rugosidade superficial, a superfície final das restaurações cerâmicas deve ser lisa e polida, não só para o conforto do paciente, mas também por razões estéticas, diminuição do desgaste do dente antagonista e biológicas, evitando o acúmulo de biofilme, o que pode acarretar na ocorrência de gengivite e cárie secundária^{10,23-28}. A eficiência dos kits de polimento depende das propriedades mecânicas dos mesmos, tais como: composição dos dispositivos, tamanho, forma e tipo das partículas abrasivas, método de utilização, uso ou não de refrigeração e/ou pastas de polimento. Ambos os kits utilizados no presente estudo apresentam 3 pontas de acabamento, polimento e alto brilho, se diferenciando apenas no uso da pasta diamantada, obtendo como resultado que o polimento com pasta reduziu significativamente os valores de rugosidade do material Enamic quando comparado ao polimento mecânico em todos os tempos, é possível também observar menores valores no material Cerasmart quando polido com pasta, ainda que sem diferença significativa na maioria dos tempos. Assim sugere-se que a pasta diamantada tem resultados promissores em relação a redução da rugosidade superficial, corroborando com a literatura, em que o estudo de Steiner et al.²⁸, conclui que a

inclusão de pasta diamantada nos kits de polimento auxilia na melhora da rugosidade.

A cerâmica Enamic é composta de 86% de cerâmica feldspática, há estudos que mostram o efeito degradante do ácido gástrico sobre a superfície da cerâmica feldspática com valores ultrapassando $0,2\ \mu\text{m}$, esse valor ($R_a=0,2\ \text{nm}$) que é considerado o limiar aceitável para proporcionar retenção bacteriana mínima, sendo que, o aumento na rugosidade superficial acima deste valor pode contribuir no maior acúmulo de placa bacteriana³⁰, esses dados estão de acordo com Kukiattrakoom et al.³¹ que avaliaram a lixiviação iônica de diferentes materiais de porcelana após serem imersos em agentes ácidos e demonstraram que um grande número de íons foi lixiviado das várias porcelanas usadas para todos os agentes ácidos, o que acarreta em uma alteração significativa na rugosidade, deixando a superfície mais áspera, isso justifica os achados no presente estudo. Porém, torna-se importante ressaltar que todos os valores de R_a obtidos no presente estudo mantiveram abaixo do limite $0,2\ \mu\text{m}$, que pode ser justificado pela composição do material associada à matriz resinosa, que recebe melhor o polimento.

Com relação ao período avaliado, o cerasmart polido mecanicamente, apresentou diferença apenas após 455 h, no qual os valores aumentaram quando comparado ao tempoinicial de 24 h. Diferentemente, a rugosidade dos espécimes de Cerasmart polido com pasta apresentou maiores valores de rugosidade no tempo de 182 h quando comparado aos demais tempos avaliados, o que pode estar relacionado ao fato do material sofrer picos de efeito do ácido em diferentes momentos de acordo com o polimento, o polimento com pasta diamantada apesar de melhorar a rugosidade, pode deixar a superfície mais susceptível a outros tipos de degradação. A literatura reporta que a imersão numa solução ácida com um pH consideravelmente baixo degrada o polímero, embora seja sugerido que o processo de degradação do polímero seja profundamente influenciado pela hidrofiliabilidade da matriz polimérica e pela presença e localização dos grupos hidrolisáveis na rede da matriz^{32,33}. A solução ácida pode aumentar a taxa de hidrólise do material, acelerando o processo de degradação e reduzindo a longevidade dos compósitos. A hidrólise aumenta o volume da matriz devido à sorção, resultando em poros e espaços intermoleculares dentro da matriz. Nesse processo, as partículas de carga podem

ser liberadas, resultando em perda de massa, rugosidade superficial e acúmulo de biofilme^{32,34}.

O estudo da microdureza também é considerado uma investigação importante para o comportamento mecânico de materiais cerâmicos odontológicos restauradores. A dureza superficial é um método de medição da resistência dos materiais à indentação controlada por equipamento³⁵⁻³⁷. A medição de microdureza é realmente usada para determinar a abrasividade de um material. Na literatura, vários estudos concluíram que os materiais cerâmicos odontológicos podem produzir alto desgaste antagonista devido à sua alta microdureza³⁸. Sendo assim, em relação a microdureza dentre os materiais cerâmicos com matriz resinosa, a enamic apresentou a maior microdureza, a razão pode ser devido à sua composição, como mencionado anteriormente e torna-se importante ressaltar que o valor de dureza obtido do material Enamic está de acordo com artigos anteriores^{39,40}. A microdureza do cerasmart não foi afetada pelos diferentes polimentos, este material cerâmico híbrido possui uma estrutura de matriz nanocerâmica flexível, conforme afirma o fabricante. No entanto, muito poucos estudos laboratoriais estão disponíveis e esses resultados se correlacionam com os valores de microdureza do presente estudo^{41,42}. Com os resultados obtidos, também pode-se dizer que o polimento com pasta no material enamic em maiores períodos de contato com o desafio erosivo, se mantém um pouco mais estável. Porém destaca-se que a dureza, independente dos materiais cerâmicos híbridos foi afetada pelo desafio erosivo.

Ainda é importante mencionar que mais estudos devem ser realizados avaliando mais propriedades mecânicas, estruturais e biológicas desses materiais cerâmicos. A simulação do ácido gástrico, simulando condições de refluxo gastro-esofágico e demais distúrbios alimentares, apesar de reportada na literatura como uma metodologia consagrada, não simula toda a complexidade da cavidade oral.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que o polimento com pasta proporcionou excelentes valores de rugosidade em ambas as cerâmicas. O desafio erosivo influenciou negativamente na dureza dos materiais cerâmicos em ambos os polimentos.

REFERÊNCIAS

1. Alp G, Subaşı MG, Johnston WM, Yilmaz B. Effect of different resin cements and surface treatments on the shear bond strength of ceramic-glass polymer materials. *J Prosthet Dent*. 2018 Sep;120(3):454-61.
2. Spitznagel FA, Boldt J, Gierthmuehlen PC. CAD/CAM Ceramic Restorative Materials for Natural Teeth. *J Dent Res*. 2018 Sep;97(10):1082-91.
3. Aboushelib MN, Elsafi MH. Survival of resin infiltrated ceramics under influence of fatigue. *Dent Mater*. 2016 Apr;32(4):529-34.
4. Bajraktarova-Valjakova E, Korunoska-Stevkovska V, Kapusevska B, Gigovski N, Bajraktarova-Misevska C, Grozdanov A. Contemporary dental ceramic materials, a review: chemical composition, physical and mechanical properties, indications for use. *Open Access Maced J Med Sci*. 2018 Sep 24;6(9):1742-55.
5. Skorulska A, Piszko P, Rybak Z, Szymonowicz M, Dobrzyński M. Review on Polymer, ceramic and composite materials for CAD/CAM indirect restorations in dentistry-application, mechanical characteristics and comparison. *Materials*. 2021 Mar 24;14(7):1592.
6. Çakmak G, Subaşı MG, Yilmaz B. Effect of thermocycling on the surface properties of resin-matrix CAD-CAM ceramics after different surface treatments. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2021 May;117:104401.
7. Alamoush RA, Silikas N, Salim NA, Al-Nasrawi S, Satterthwaite JD. Effect of the composition of CAD/CAM composite blocks on mechanical properties. *Biomed Res Int*. 2018 Oct 23;2018:4893143.
8. Vieira AC, Oliveira MCS, Lima EMCX, Rambob I, Leite M. Evaluation of the surface roughness in dental ceramics submitted to different finishing and polishing methods. *J Indian Prosthodont Soc*. 2013;13:290–5.
9. Akar GC, Pekkan G, Cal E, Eskitascioglu G, Ozcan M. Effects of surface-finishing protocols on the roughness, color change, and translucency of different ceramic systems. *J Prosthet Dent*. 2014;112:314–21.
10. Fasbinder DJ, Neiva GF. Surface Evaluation of polishing techniques for new resilient CAD/CAM restorative materials. *J Esthet Restor Dent*. 2016;28:56-66.
11. Sagsoz O, Demirci T, Demirci G, Sagsoz NP, Yildiz M. The effects of different polishing techniques on the staining resistance of CAD/CAM resin-ceramics. *J Adv Prosthodont*. 2016;8:417-22.
12. Picos A, Badea ME, Dumitrascu DL. Dental erosion in gastro-esophageal reflux disease. A systematic review. *Clujul Med*. 2018 Oct;91(4):387-90.

13. Lourenço M, Azevedo Á, Brandão I, Gomes PS. Orofacial manifestations in outpatients with anorexia nervosa and bulimia nervosa focusing on the vomiting behavior. *Clin Oral Investig*. 2018 Jun;22(5):1915-22.
14. Alnasser M, Finkelman M, Papathanasiou A, Suzuki M, Ghaffari R, Ali A. Effect of acidic pH on surface roughness of esthetic dental materials. *J Prosthet Dent*. 2019 Dec;122(6):567.e1-8.
15. Cruz MEM, Simões R, Martins SB, Trindade FZ, Dovigo LN, Fonseca RG. Influence of simulated gastric juice on surface characteristics of CAD-CAM monolithic materials. *J Prosthet Dent*. 2020 Mar;123(3):483-90.
16. Fasbinder DJ, Neiva GF. Surface Evaluation of polishing techniques for new resilient CAD/CAM restorative materials. *J Esthet Restor Dent*. 2016;28:56-66.
17. Arif R, Yilmaz B, Johnston WM. In vitro color stainability and relative translucency of CAD-CAM restorative materials used for laminate veneers and complete crowns. *J Prosthet Dent*. 2019;122:160-6.
18. Willers AE, Silva BTF, Siriani LK, Cesar PF, Matos AB. Effect of erosive and abrasive challenges on the glaze layer applied to ceramic materials. *J Esthet Restor Dent*. 2020;32(8):815-22.
19. Egilmez F, Ergun G, Cekic-Nagas I, Vallittu PK, Lassila LVJ. Does artificial aging affect mechanical properties of CAD/CAM composite materials. *J Prosthodont Res*. 2018;62(1):65-74.
20. Kulkarni A, Rothrock J, Thompson J. Impact of gastric acid induced surface changes on mechanical behavior and optical characteristics of dental ceramics. *J Prosthodont*. 2020;29(3):207-18.
21. Sulaiman TA, Abdulmajeed AA, Shahramian K, Hupa L, Donovan TE, Vallittu P, Närhi TO. Impact of gastric acidic challenge on surface topography and optical properties of monolithic zirconia. *Dent Mater*. 2015;31(12):1445-52.
22. Zamperini CA, Machado AL, Vergani CE, Pavarina AC, Rangel EC, Cruz NC. Evaluation of fungal adherence to plasma-modified polymethylmethacrylate. *Mycoses*. 2011;54(5):e344-51.
23. Mohammadibassir M, Rezvani MB, Golzari H, Moravej Salehi E, Fahimi MA, Kharazi Fard MJ. Effect of two polishing systems on surface roughness, topography, and flexural strength of a monolithic lithium disilicate ceramic. *J Prosthodont*. 2017; 28, e172-80.
24. Preis V, Grumser K, Schneider-Feyrer S, Behr M, Rosentritt M. Cycle-dependent in vitro wear performance of dental ceramics after clinical surface treatments. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2016;53:49–58.

25. Yuan JC, Barão VAR, Wee AG, Alfaro MF, Afshari FS, Sukotjo C. Effect of brushing and thermocycling on the shade and surface roughness of CAD-CAM ceramic restorations. *J Prosthet Dent.* 2017;17:30417-1.
26. Flury S, Diebold E, Peutzfeldt A, Lussi A. Effect of artificial toothbrushing and water storage on the surface roughness and micromechanical properties of tooth-colored CAD-CAM materials. *J Prosthet Dent.* 2017;117:767-74.
27. Flury S, Lussi A, Zimmerli B. Performance of different polishing techniques for direct CAD/CAM ceramic restorations. *Oper Dent.* 2010;35:470-81.
28. Steiner R, Beier US, Heiss-Kisielesky I, Engelmeier R, Dumfahrt H, Dhima M. Adjusting dental ceramics: an in vitro evaluation of the ability of various ceramic polishing kits to mimic glazed dental ceramic surface. *J Prosthet Dent.* 2015;113:616-22.
29. Oliveira-Junior OB, Buso L, Fujiy FH, Lombardo GH, Campos F, Sarmiento HR, Souza RO. Influence of polishing procedures on the surface roughness of dental ceramics made by different techniques. *Gen Dent.* 2013;61(1):e4-8.
30. Bollen CML, Lambrechts P, Quirynen, M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater.* 1997;13:258–269.
31. Kukiattrakoon B, Hengtrakool C, Kedjarune-Leggat U: The effect of acidic agents on surface ion leaching and surface characteristics of dental porcelains. *J Prosthet Dent* 2010;103:148-62.
32. Picolo MZD, Kury M, Romário-Silva D, Rosalen PL, Pecorari VGA, Gianinni M, Cavalli V. Effects of gastric acid and mechanical toothbrushing in CAD-CAM restorative materials: Mechanical properties, surface topography, and biofilm adhesion. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2023 Feb;138:105606.
33. Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *DentMater.* 2006 Mar;22(3):211-22.
34. Rahim TN, Mohamad D, Md Akil H, Ab Rahman I. Water sorption characteristics of restorative dental composites immersed in acidic drinks. *Dent Mater.* 2012 Jun;28(6):e63-70.
35. Jagger DC, Harrison A. An in vitro investigation into the wear effects of selected restorative materials on dentine. *J. Oral Rehabil.* 1995;22:349-54.
36. Olivera AB, Marques MM. Esthetic restorative materials and opposing enamel wear. *Oper Dent.* 2008;33:332-37.

37. Wendler M, Belli R, Petschelt A, Mevec D, Harrer W, Lube T, Danzer R, Lohbauer U. Chairside CAD/CAM materials. Part 2: flexural strength testing. *Dent Mater.* 2017 Jan;33(1):99-109.
38. Wendler M, Belli R, Valladares D, Petschelt A, Lohbauer U. Chairside CAD/CAM materials. Part 3: Cyclic fatigue parameters and lifetime predictions. *Dent Mater.* 2018 Jun;34(6):910-21.
39. Asl HG, Sağsöz Ö, Kara L. Investigation of mechanical and wear properties of 5 different CAD/CAM restorative materials. *Arşiv.* 2020;7:57-66.
40. Yin R, Kim YK, Jang YS, Lee JJ, Lee MH, Bae TS. Comparative evaluation of the mechanical properties of CAD/CAM dental blocks. *Odontology.* 2019 Jul;107(3):360-7.
41. Alnafaiy SM, Labban N, Maawadh A, Alshehri H, Aljamhan AS, Alghamdi W. Biaxial flexural strength and hardness of resin-matrix ceramic CAD/CAM materials. *Ceramics-Silikáty.* 2021;65:285-94.
42. Lawson NC, Bansal R, Burgess JO. Wear, strength, modulus and hardness of CAD/CAM restorative materials. *Dent Mater.* 2016 Nov;32(11):e275-83.