

CERÂMICAS FELDSPÁTICAS EM DENTES POSTERIORES PELA TÉCNICA CAD/CAM: UMA REVISÃO DE LITERATURA

FELDSPATHIC CERAMICS IN POSTERIOR TEETH BY CAD/CAM TECHNIQUE: A LITERATURE REVIEW

Cristhine Sato de Souza Fernandez¹, Luiza Paiva Ferreira Malta¹, Marcela Mendes Medeiros Michelin^{1,2}, Daniel de Moraes Telles³

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a indicação do uso das cerâmicas feldspáticas em dentes posteriores, pela técnica CAD/CAM (*Computer-aided design* [CAD] e *computer-aided manufacturing* [CAM]) *chairside*, em uma unidade de alta demanda, por meio de uma revisão de literatura. Uma pesquisa avançada foi realizada a partir da base de dados do PubMed, compreendendo os últimos 15 anos e utilizando os seguintes termos MeSH para pesquisa: “dental crowns”, “CAD/CAM system”, “porcelain” e “review”. Dos 47 artigos levantados inicialmente, 30 foram selecionados para compor a amostra final. A partir do presente estudo foi possível concluir que o uso das cerâmicas feldspáticas desenvolvidas pela técnica CAD/CAM é seguro em dentes posteriores, desde que respeitada a técnica. Esta técnica constitui-se em excelente opção para tratamento odontológico em instituições de alta demanda restauradora que possuem altos níveis de exigência e prontidão, promovendo celeridade, evitando o uso de restaurações provisórias, reduzindo também a quantidade de urgências em prótese.

Palavras-chave: porcelana, coroas dentais, desenho assistido por computador, longevidade.

ABSTRACT

The present study aims to evaluate the indication of the use of feldspathic ceramics in posterior teeth, by the CAD/CAM technique (*Computer-aided design* [CAD] and *computer-aided manufacturing* [CAM]), *in a public institution, through a literature review*. An advanced search was carried out in the PubMed database, covering the last 15 years and using the following MeSH search terms: “dental crowns”, “CAD/CAM system”, “porcelain” and “review”. Thirty out of the 47 articles initially surveyed were selected to compose the final sample. From the present study, it was possible to conclude that the use of feldspathic ceramics developed by the CAD/CAM technique is safe in posterior teeth, whether the technique is respected. This technique is an excellent option for dental treatment in institutions of high restorative demand that have high levels of demand and readiness, promoting celerity, avoiding the use of temporary restorations, also reducing the number of urgencies in prosthesis.

Keywords: porcelain, dental crowns, computer-aided design, longevity.

¹Cirurgiã-Dentista. Clínica de Odontogeriatrics, Odontoclínica Central da Marinha (OCM), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

²Doutoranda na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

³Cirurgião-Dentista. Professor Doutor Titular da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), RJ, Brasil.

Como citar este artigo: Fernandez CSS, Malta LPF, Michelin MMM, Telles DM. Cerâmicas Feldspáticas em Dentes Posteriores Pela Técnica CAD/CAM: Uma Revisão de Literatura. *Rev Nav Odontol.* 2022; 49(1): .50-54.

Recebido em: 01/05/2022

Aceito em: 10/06/2022

INTRODUÇÃO

O modelo *chairside* consiste na confecção local de restaurações cerâmicas numa única consulta clínica pelo próprio cirurgião-dentista, munido da tecnologia CAD/CAM (*Computer-aided design* [CAD] e *computer-aided manufacturing* [CAM]). Essa técnica foi desenvolvida na década de 1980 e inseriu a odontologia restauradora numa era digital com a sua popularização (1,2,3).

O aprimoramento dos *softwares* e *hardwares* CAD/CAM ocorreram paralelamente à melhoria nas propriedades óptico-mecânicas dos materiais disponíveis para fresagem. Cerâmicas que exigem processos adicionais de sinterização ou infiltrações vítreas em laboratório, não se enquadram como *chairside*. Por outro lado, as restaurações em cerâmica feldspática são ideais, por atingem um nível clínico satisfatório sob acabamento e polimento manuais. Essa categoria de material combina as vantagens da restauração de cerâmica — como estética, biocompatibilidade e durabilidade — com as vantagens de serem fabricados no modo *chairside*, pelo sistema CAD/CAM — curto prazo, eficiência de custo e controle de qualidade (4,5,6).

Apesar de as cerâmicas vítreas apresentarem melhores propriedades mecânicas *in vitro* quando comparadas às cerâmicas feldspáticas (7), Petridis *et al.*, não encontraram diferenças estatisticamente significantes entre as taxas de complicações das restaurações feldspáticas e vítreas em sua revisão sistemática (8). Além disso, Wittneleen *et al.* em 2009, publicaram outra revisão constatando que cerâmicas vítreas fresadas apresentaram maior taxa de insucesso se comparadas às feldspáticas (9).

A literatura tem recomendado a utilização da cerâmica feldspática nas coroas unitárias anteriores, questionando o uso em coroas posteriores (7,10,11). No entanto, há uma carência de estudos longitudinais sobre a longevidade das restaurações unitárias posteriores fresando-se blocos pré-fabricados de cerâmica feldspática. Lu *et al.*, em estudo publicado em 2018, constataram uma taxa de sucesso superior a 90% das restaurações feldspáticas fresadas após 3 anos (1). Blocos feldspáticos do tipo Cerec Blocks®, Cerec Blocks PC® e Mark II® apresentam resistência flexural superior a 100 Mpa *in vitro*, satisfazendo os requisitos do padrão ISO 6872/2008 para a indicação do uso clínico em dentes posteriores. Acrescenta-se o aumento da resistência dessas coroas após a cimentação adesiva (4, 12).

A odontologia naval lida com um complexo e exigente sistema que demanda volume de atendimento e altos níveis de prontidão no tratamento dentário dos militares. Novas opções de tratamento puderam ser ofertadas de forma célere e resolutiva a um maior número de assistidos com o advento da tec-

nologia CAD/CAM, evitando o uso de restaurações temporárias — cuja soltura pode ser problemática numa tripulação embarcada (13).

No modo *chairside*, restaurações obtidas pela técnica CAD/CAM em blocos feldspáticos podem representar uma revolução no modelo de assistência protética à saúde bucal, dada a rapidez das restaurações, mantendo a estética e reduzindo os custos. Dessa forma, mais militares e dependentes poderão ser assistidos com maior resolutividade e menor aprazamento.

Nesse sentido, propõe-se avaliar a indicação do uso das cerâmicas feldspáticas em dentes posteriores, pela técnica CAD/CAM, numa instituição de alta demanda restauradora, por revisão de literatura.

REVISÃO DE LITERATURA

Realizou-se uma pesquisa avançada na base de dados MEDLINE, via PubMed, por estudos que justificassem a indicação de restaurações feldspáticas em dentes posteriores, pela técnica CAD/CAM. O período de pesquisa compreendeu os últimos quinze anos e os termos MeSH usados na busca, sob o operador booleano "AND", foram: "dental crowns", "CAD/CAM", "dental porcelain" e "review".

Dos 47 artigos retornados, apenas 30 passaram pelo critério de exclusão, composto por análise de relevância em títulos e resumos das publicações posteriores a janeiro de 2006, cujo conteúdo foi obtido para leitura integral. Excluiu-se, por fim, estudos com foco nas reabilitações orais por implantes dentários e um potencial artigo originalmente em russo, evitando riscos de interpretação.

Na década de 80, a demanda clínica por agilidade incentivou a aplicação dos recursos tecnológicos existentes na área de odontologia, viabilizando escanear o elemento dentário a ser reabilitado, criar seu modelo virtual e fresar a sua restauração à partir de blocos cerâmicos pré-fabricados dentro dos consultórios particulares — resultando numa restauração indireta com capacidade de cimentação na mesma consulta. A primeira solução comercial foi o dispositivo comercial suíço Cerec System®, apresentado em 1985 e amplamente divulgado à partir de 1988 (2,5,14).

Na prática clínica atual, as restaurações indiretas de cerâmica pura são as principais substitutas das restaurações metálicas recobertas por cerâmica (10). Uma vasta gama de materiais tem sido usada na produção de coroas estéticas: a cerâmica feldspática — primeira a ser utilizada na odontologia — é apresentada em pó, líquida ou em blocos pré-fabricados para fresagem e materiais como a cerâmica vítrea — à base de leucita e dissilicato de lítio — são excelentes opções para restaurações indiretas, pela alta resistência mecânica em relação às feldspáticas (5,15,16,17,18). Contudo, a diferença entre o

desempenho clínico dessas cerâmicas requer elucidações, pois a união adesiva ao dente promove um aumento de resistência nas restaurações (12,19).

A escolha da cerâmica para cada tipo de restauração indireta

Lambert *et al.* publicaram em 2017 uma revisão com o objetivo de orientar o clínico na escolha da cerâmica mais adequada para cada tipo de restauração indireta CAD/CAM. Segundo os autores, nenhum material apresenta propriedades clínicas ideais para uso universal, sendo os blocos feldspáticos mais indicados para dentes anteriores e aqueles à base de zircônia, para a infraestrutura de dentes posteriores (15). Além disso, uma meta análise publicada em 2018, baseada em onze ensaios randomizados e três estudos prospectivos, apontou um maior índice de falhas entre coroas unitárias e restaurações parciais dento-suportadas confeccionadas por meio da tecnologia CAD/CAM, em comparação àquelas realizadas pela técnica convencional (72 falhas em 1209 restaurações). O tipo de material e a técnica empregada foram as mais frequentes justificativas para as falhas ocorridas, sugerindo que novas pesquisas avaliem as diferentes gerações e limitações dos softwares CAD/CAM, para melhor justificar o índice de falha apresentado (20).

Saglam *et al.* em um estudo *in vitro* publicado em 2021, após análise de 20 *endocrowns* cimentadas em dentes extraídos, concluiu que coroas cerâmicas infiltradas por polímero apresentaram maior resistência à fratura se comparadas às feldspáticas realizadas pela técnica CAD/CAM (21). Aziz *et al.* defende que a experiência do operador não afeta o desempenho clínico das coroas em dissilicato de lítio otimizado para CAD-CAM avaliadas ao longo de 6 anos de estudo, contrapondo os argumentos relacionados à dificuldade técnica (16).

Em um estudo clínico prospectivo, avaliando 187 restaurações cerâmicas feldspáticas pela tecnologia CAD/CAM após 17 anos, detectou-se uma taxa de sucesso de 88,7%. Tal índice, próximo às restaurações em ouro, reafirma a indicação desse material na prática clínica diária em dentes posteriores. Observou-se o diagnóstico de bruxismo em três pacientes daqueles que desenvolveram múltiplas fraturas, sugerindo um alto risco desse grupo específico para tal restauração (22).

Stona *et al.*, 2015, após estudo *in vitro* de restaurações cerâmicas sobre implante, desenvolvidas pelo Cerec®, constataram que as feldspáticas apresentaram menor resistência aos ciclos de fadiga realizados em laboratório quando comparadas às leucitas e ao dissilicato de lítio. Porém, clinicamente, as três cerâmicas apresentaram resistência suficiente para suportar as forças de mastigação após a cimentação adesiva (23).

Wittneben *et al* (9). constataram em uma revisão sistemática sobre diferentes tipos de cerâmicas fresadas pela técnica CAD/CAM, que as restaurações cerâmicas à base de óxido de alumínio associadas ao óxido de magnésio e os compósitos a base de resina apresentaram índice de falha próximo ao das cerâmicas feldspáticas. E as restaurações de vidro ceramizado revelam um maior número de insucessos nessa comparação. Apesar disso, o estudo apresentou taxas de sucesso superiores a 91,6% nas restaurações CAD/CAM após 5 anos de confecção, corroborando uma revisão sistemática publicada em 2012 sobre coroas cerâmicas feldspáticas e à base de vidro ceramizado que apresentaram sobrevivência clínica superior a 5 anos com baixíssimas taxas de insucesso (8). Além disso, após a revisão sistemática de 55 artigos sobre cerâmicas *metal free* publicada em 2015, Sailer *et al.* reportaram uma taxa entre 90,7 a 96,6% de sobrevivência das coroas, 5 anos após a sua cimentação (10). Seguindo a mesma linha de pesquisa, em estudo clínico, no qual foram avaliadas 159 restaurações fresadas em cerâmica (inlays e onlays), constatou-se uma taxa de sucesso de 95,5% após 5 anos, não havendo diferença significativa entre as cerâmicas CEREC Blocks® e IPS Empress CAD® (24).

Sucesso das restaurações cerâmicas

Em 2016, Collares *et al.* elaboraram uma base de dados *online* na qual 167 dentistas entre 1994 e 2014 puderam registrar as restaurações cerâmicas produzidas na prática clínica diária. Foram cimentadas e acompanhadas ao longo dos anos 5.791 restaurações indiretas em 5.523 pacientes, com registro *online* das técnicas utilizadas e possíveis falhas no *Ceramic Success Analysis (CSA)*. Apesar dos vieses reconhecidos — como a falta de padronização do material, das técnicas empregadas e dos profissionais convidados — observou-se uma alta taxa de sucesso nas restaurações cerâmicas com um índice de falhas menor que 1% ao ano, em 15 anos de acompanhamento. Os fatores de risco para durabilidade de todos os tipos cerâmicos foram a profundidade cervical do preparo cavitário, a presença de ionômero de vidro na linha de cimentação e o uso de sistemas adesivos simplificados. Os autores ressaltaram a dificuldade na obtenção de amostras expressivas para o desenvolvimento de trabalhos clínicos padronizados (25).

Klink *et al.* (2013), notaram uma maior correlação no sucesso de restaurações CAD/CAM com os fatores do paciente e tipo de restauração do que o protocolo adesivo (18). Morimoto *et al.* publicaram uma revisão sistemática sobre a taxa de sobrevivência de *inlays*, *onlays* e *overlays* cerâmicas e em resina, constatando taxa de sucesso nas restaurações feldspáticas entre 92 e 95% após 5 anos e 91% em

10 anos. As principais causas de falhas foram o surgimento de fraturas ou lascas (26).

Atualmente, o mercado clínico apresenta várias opções em blocos cerâmicos pré-fabricados para fresagem. Dentre eles, os Cerec Blocks® são fabricados a partir de finos grãos de pó que produzem uma cerâmica feldspática praticamente livre de porosidades, implicando maior resistência e melhor grau de polimento nas restaurações (16). Além disso são condicionáveis usando ácido fluorídrico criando retenções micromecânicas para favorecer a cimentação adesiva. A resistência flexural dos blocos feldspáticos é de aproximadamente 112 ou 120 MPa, quando polido ou glazeado, respectivamente (23). A menor porosidade aliada à alta concentração de cristais também confere uma maior resistência à fratura, quando comparados ao seu método tradicional (16,27).

DISCUSSÃO

Novas tecnologias e materiais são rotineiramente introduzidos na prática odontológica permitindo a clínicos amparados na odontologia baseada em evidências conduzirem um plano de tratamento de sucesso (9). Contribuindo nesse ideal, o presente estudo propôs uma revisão literária sobre a indicação do uso das cerâmicas feldspáticas em dentes posteriores pela técnica CAD/CAM e sua aplicabilidade em uma instituição de alta demanda restauradora. Entretanto, a clara análise sobre as propriedades mecânicas das cerâmicas utilizadas pela técnica CAD/CAM é dificultada na padronização das pesquisas, dos métodos de teste e de como os resultados são expressos (4,28,29). A escassez de estudos sobre o comportamento clínico das cerâmicas feldspáticas e vítreas manifesta a necessidade de uma revisão sistemática detalhada sobre esses diferentes tipos de cerâmica, incluindo suas falhas e tempo de ocorrência, permitindo gerar evidências científicas integradas (19).

Segundo Nejatidanesh *et al.*, a principal causa de fraturas das restaurações cerâmicas *metal free* acompanhadas em seu estudo foi a ausência de espessura mínima de material recomendada pelo fabricante (24), levando-nos a crer que a sensibilidade da técnica pode afetar mais a taxa de sucesso dos trabalhos que o material cerâmico em si, contrapondo Aziz *et al.* (16) em seus achados.

É possível compensar a sensibilidade técnica através de treinamento imersivo dos operadores, desenvolvendo competência para o novo procedimento. A introdução desta tecnologia na odontologia naval incentivou compulsoriamente o desenvolvimento de treinamentos para os dentistas. Como relatado por Walker *et al.*, grande parte dos egressos de universidades até o ano de 2009 não recebiam qualquer treinamento acerca do trabalho com CAD/CAM (30).

Apesar de apresentarem propriedades mecânicas *in vitro* inferiores às demais cerâmicas, os blocos feldspáticos apresentam índice clínico de durabilidade satisfatório e resistência suficiente às cargas mastigatórias normais (8,10,14,22,23,25,26). Dada a praticidade da fresagem — dispensando o uso de fornos para sinterização ou glaze — além de estética e resistência suficientes, os blocos de cerâmica feldspática podem ser uma boa opção de material para clínicas odontológicas do setor público que requerem produtividade e celeridade frente a alta demanda dos pacientes.

Dentre as limitações do estudo, restringiram uma comparação clara e justa dos resultados a carência de trabalhos disponíveis sobre o tema e a dificuldade em encontrar artigos que utilizassem os mesmos métodos padronizados de pesquisa (variações na escolha dos materiais cerâmicos, tipos de restauração, tempo de reavaliação, posicionamento do dente no arco, substrato trabalhado, forma de finalização e cimentação). Mais estudos clínicos prospectivos de longo prazo com uma amostra significativa de restaurações cerâmicas feldspáticas realizadas pela técnica CAD/CAM em dentes posteriores precisam ser desenvolvidos.

CONCLUSÃO

O uso das cerâmicas feldspáticas desenvolvidas por CAD/CAM é seguro em dentes posteriores, constituindo-se num excelente aliado para instituições com alta demanda restauradora sob elevados níveis de exigência e prontidão. O modelo *chairside* maximiza a autonomia clínica, reduz a quantidade de urgências em prótese e descarta o uso de restaurações provisórias.

Os autores declaram que não há conflito de interesse.

Autora de correspondência:

Luiza Paiva Ferreira Malta
Rua Bulhões de Carvalho, 95. Apto 301. Copacabana, Rio de Janeiro-RJ
luizapaivamalta@hotmail.com

REFERÊNCIAS

1. Lu T, Peng L, Xiong F, Lin XY, Zhang P, Lin ZT, *et al.* A 3-year clinical evaluation of endodontically treated posterior teeth restored with two different materials using the CEREC AC chair-side system. *J Prosthet Dent.* 2018 Mar;119(3):363-8. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.04.022. Epub 2017 Jul 8. PMID: 28689915.
2. Zaruba M, Mehl A. Chairside systems: a current review. *Int J Comput Dent.* 2017;20(2):123-149.
3. Nassani MZ, Ibraheem S, Shamsy E, Darwish M, Faden A, Kujan O. A Survey of Dentists' Perception of Chair-Side CAD/CAM Technology. *Healthcare (Basel).* 2021 Jan 13;9(1):68.

4. Vichi A, Sedda M, Del Siena F, Louca C, Ferrari M. Flexural resistance of Cerec CAD/CAM system ceramic blocks. Part 1: Chairside materials. *Am J Dent*. 2013 Oct;26(5):255-9. PMID: 24479276.
5. Spitznagel FA, Boldt J, Gierthmuehlen PC. CAD/CAM Ceramic Restorative Materials for Natural Teeth. *J Dent Res*. 2018 Sep;97(10):1082-1091. doi: 10.1177/0022034518779759.
6. Souza WLR, Coelho Segundo ART, Resende TH, Sekito Junior T. Occlusal veneers and DSD natural restoration for the rehabilitation of biocorrosion. *Nav Dent J*. 2020; 47(2): 26-34.
7. Passos L, Torrealba Y, Linke B, Street A, Passos S. Fracture strength of CAD/CAM posterior ceramic crowns after manual enhancement of occlusal morphology. *Int J Comput Dent*. 2018;21(3):191-200. PMID: 30264048.
8. Petridis HP, Zekeridou A, Malliari M, Tortopidis D, Koidis P. Survival of ceramic veneers made of different materials after a minimum follow-up period of five years: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Esthet Dent*. 2012 Summer;7(2):138-52. PMID: 22645729
9. Wittneben JG, Wright RF, Weber HP, Gallucci GO. A systematic review of the clinical performance of CAD/CAM single-tooth restorations. *Int J Prosthodont*. 2009 Sep-Oct;22(5):466-71.
10. Sailer I, Makarov NA, Thoma DS, Zwahlen M, Pjetursson BE. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part I: Single crowns (SCs). *Dent Mater*. 2015 Jun;31(6):603-23. doi: 10.1016/j.dental.2015.02.011. Epub 2015 Apr 2. Erratum in: *Dent Mater*. 2016 Dec;32(12):e389-e390.
11. Pjetursson BE, Sailer I, Zwahlen M, Hämmerle CH. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part I: Single crowns. *Clin Oral Implants Res*. 2007 Jun;18 Suppl 3:73-85. doi: 10.1111/j.1600-0501.2007.01467x. Erratum in: *Clin Oral Implants Res*. 2008 Mar;19(3):326-8. PMID: 17594372.
12. Zimmermann, M., Koller, C., Reymus, M., Mehl, A., & Hickel, R. Clinical Evaluation of Indirect Particle-Filled Composite Resin CAD/CAM Partial Crowns after 24 Months. *J Prosthodont*. 2018; 27(8): 694–9. <https://doi.org/10.1111/jopr.12582>
13. Dickens N, Haider H, Lien W, Simecek J, Stahl J. Longitudinal Analysis of CAD/CAM Restoration Incorporation Rates into Navy Dentistry. *Mil Med*. 2019 May 1;184(5-6):e365-e372. doi: 10.1093/milmed/usy260.
14. Walton TR. Making sense of complication reporting associated with fixed dental prostheses. *Int J Prosthodont*. 2014 Mar-Apr;27(2):114-8. doi: 10.11607/ijp.2014.2.ic. PMID: 24596906.
15. Lambert H, Durand JC, Jacquot B, Fages M. Dental biomaterials for chairside CAD/CAM: State of the art. *J Adv Prosthodont*. 2017 Dec;9(6):486-495. doi: 10.4047/jap.2017.9.6.486. Epub 2017 Dec 14.
16. Aziz, A. M., El-Mowafy, O., Tenenbaum, H. C., & Lawrence, H. P. Clinical performance of CAD-CAM crowns provided by predoctoral students at the University of Toronto. *J Prosthet Dent* 2021: 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.09.048>
17. Aziz A, El-Mowafy O, Tenenbaum HC, Lawrence HP, Shokati B. Clinical performance of chairside monolithic lithium disilicate glass-ceramic CAD-CAM crowns. *J Esthet Restor Dent*. 2019 Nov;31(6):613-9.
18. Klink A, Huettig F. Complication and survival of Mark II restorations: 4-year clinical follow-up. *Int J Prosthodont*. 2013 May-Jun;26(3):272-6.
19. Morimoto S, Albanesi RB, Sesma N, Agra CM, Braga MM. Main Clinical Outcomes of Feldspathic Porcelain and Glass-Ceramic Laminated Veneers: A Systematic Review and Meta-Analysis of Survival and Complication Rates. *Int J Prosthodont*. 2016 Jan-Feb;29(1):38-49.
20. Rodrigues SB, Franken P, Celeste RK, Leitune VCB, Collares FM. CAD/CAM or conventional ceramic materials restorations longevity: a systematic review and meta-analysis. *J Prosthodont Res*. 2019 Oct;63(4):389-395. doi: 10.1016/j.jpor.2018.11.006. Epub 2019 Jul 11.
21. Saglam G, Cengiz S, Karacaer O. Marginal adaptation and fracture resistance of feldspathic and polymer-infiltrated ceramic network CAD/CAM endocrowns for maxillary premolars. *Niger J Clin Pract*. 2020 Jan;23(1):1-6. doi: 10.4103/njcp.njcp_231_19.
22. Otto T, Schneider D. Long-term clinical results of chairside Cerec CAD/CAM inlays and onlays: a case series. *Int J Prosthodont*. 2008 Jan-Feb;21(1):53-9. PMID: 18350948.
23. Stona D, Burnett LH Jr, Mota EG, Spohr AM. Fracture resistance of computer-aided design and computer-aided manufacturing ceramic crowns cemented on solid abutments. *J Am Dent Assoc*. 2015 Jul;146(7):501-7. doi: 10.1016/j.adaj.2015.02.012.
24. Nejatidanesh F, Amjadi M, Akouchekian M, Savabi O. Clinical performance of CEREC AC Bluecam conservative ceramic restorations after five years – A retrospective study. *J Dent*. 2015 Sep;43(9):1076-1082. doi: 10.1016/j.jdent.2015.07.006. Epub 2015 Jul 6.
25. Collares K, Corrêa MB, Laske M, Kramer E, Reiss B, Moraes RR, *et al*. A practice-based research network on the survival of ceramic inlay/onlay restorations. *Dent Mater*. 2016 May;32(5):687-94.
26. Morimoto S, Rebello de Sampaio FB, Braga MM, Sesma N, Özcan M. Survival Rate of Resin and Ceramic Inlays, Onlays, and Overlays: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Dent Res*. 2016 Aug;95(9):985-94. doi: 10.1177/0022034516652848. Epub 2016 Jun 10.
27. McLaren EA, Whiteman YY. Ceramics: rationale for material selection. *Compend Contin Educ Dent*. 2010 Nov-Dec;31(9):666-8.
28. Patel DR, O'Brien T, Petrie A, Petridis H. A systematic review of outcome measurements and quality of studies evaluating fixed tooth-supported restorations. *J Prosthodont*. 2014 Aug;23(6):421-33.
29. Alves de Carvalho IF, Santos Marques TM, Araújo FM, Azevedo LF, Donato H, Correia A. Clinical Performance of CAD/CAM Tooth-Supported Ceramic Restorations: A Systematic Review. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2018 Jul/Aug;38(4):e68-e78.
30. Walker S, Kosaraju A, Lien W, Vandewalle KS. A Survey of US Air Force General Dentists Regarding Computer-aided Design/Computer-aided Manufacturing Usage. *J Contemp Dent Pract*. 2020 Mar 1;21(3):249-252.