



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**  
**CURSO DE ODONTOLOGIA**

TAYNARA FRANCCIELE DA SILVA SOUZA

**EFEITO DE DIFERENTES MATERIAIS RESTAURADORES PARA USO EM CAD-  
CAM NA RESISTÊNCIA À FLEXÃO BIAIXIAL APÓS ENVELHECIMENTO  
ACCELERADO**

Recife

2022

TAYNARA FRANCIELE DA SILVA SOUZA

**EFEITO DE DIFERENTES MATERIAIS RESTAURADORES PARA USO EM CAD-  
CAM NA RESISTÊNCIA À FLEXÃO BIAxIAL APÓS ENVELHECIMENTO  
ACCELERADO**

Trabalho apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco.

Orientador (a): Prof.(a) Dr.(a) Viviane Maria Gonçalves de Figueiredo

Recife

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Souza , Taynara Franciele da Silva .  
EFEITO DE DIFERENTES MATERIAIS RESTAURADORES PARA  
USO EM CAD-CAM NA RESISTÊNCIA À FLEXÃO BIAxIAL APÓS  
ENVELHECIMENTO ACELERADO / Taynara Franciele da Silva Souza . -  
Recife, 2022.  
42 : il., tab.

Orientador(a): Viviane Maria Gonçalves de Figueiredo  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de  
Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Odontologia - Bacharelado, 2022.  
Inclui referências, apêndices.

1. Reabilitação Oral . 2. Cerâmica Odontológica . 3. Resistência à Flexão. 4.  
CAD-CAM. 5. Envelhecimento. I. Figueiredo, Viviane Maria Gonçalves de.  
(Orientação). II. Título.

610 CDD (22.ed.)

TAYNARA FRANCIELE DA SILVA SOUZA

**EFEITO DE DIFERENTES MATERIAIS RESTAURADORES PARA USO EM CAD-  
CAM NA RESISTÊNCIA À FLEXÃO BIAxIAL APÓS ENVELHECIMENTO  
ACELERADO**

Trabalho apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco.

**Aprovada em: 14/09/2022.**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Profa Dra Viviane Afonso Mergulhão  
UFPE**

---

**Profa Dra Viviane Maria Gonçalves de Figueiredo  
UFPE**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço À Deus, mestre e doutor de todas as coisas.

Aos meus familiares, pelo incentivo, admiração e carinho que foram força para eu seguir em frente. Em especial minha mãe Ednalva Francisca, meu pai Josinaldo Francisco (*in memoriam*), por estarem sempre ao meu lado e me apoiando a estudar. Vocês são exemplos pra mim. Meu pai, agricultor, obrigada papai por todos os dias que o sr. se levantava ainda em claro e saía em baixo de chuva pra trazer nosso pão. Minha maravilhosa mãe, dona de casa, obrigada por viver a vida exclusivamente em cuidar tão bem de nós e dos meus irmãos Tarcísio e Tairan. Por todas as filas que a senhora enfrentou na madrugada para conseguir vaga nas escolas pra mim. Por todas as vezes que deixou de comprar uma roupa pra si para comprar um material escolar, pelas idas e vindas me levando e buscando na escola. A senhora é a melhor mãe que eu poderia ter. Espero dar muito orgulho a vocês.

Agradeço também em especial, ao meu esposo, Renato Ferreira, minha fonte de motivação, paz e aconchego. Obrigada meu amor por sempre me ajudar a acreditar no meu potencial e me incentivar a dar o melhor de mim. Você é a pessoa que mais acreditou em mim desde o início e também me ajudou em todas inscrições e matrículas. Obrigada por me ajudar nas idas e vindas da faculdade, você mesmo cansado e com sono me esperava até tarde para me buscar na parada do ônibus prezando por minha segurança. Você foi essencial em todos momentos dessa jornada. Amo-te, meu amor. Tudo é por nós.

A minha querida e amada orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Viviane Maria, por ser fonte de inspiração para mim como profissional e em humanidade. Muito obrigada por todo apoio, conhecimento compartilhado, compreensão e ajuda. A senhora foi uma grande companheira nessa jornada, sempre disposta a ajudar, muito solícita e deu sempre o melhor de si em tudo. Sabemos que realizar pesquisa não é fácil e vi de perto o quanto a senhora lutou para que cada etapa laboratorial fosse executada e que tudo desse certo e acontecesse dentro dos prazos. Sem dúvidas ter a senhora como orientadora foi um presente nessa minha trajetória, quanta sorte eu tive.

Eu não poderia deixar de agradecer também aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para que esta pesquisa se tornasse possível. Registro aqui meu sincero agradecimento a todos que foram imprescindíveis para a construção desse trabalho. Agradeço ao Dr. Manassés, do Laboratório de Materiais Dentários e Prótese no ICT-UNESP São José dos Campos/SP (disponibilização das máquinas de envelhecimento térmico e mecânico), por ter

contribuído com parte da etapa experimental, obrigada por cooperar com nossa pesquisa sem medir esforços. E também agradecer a toda equipe do Laboratório Multiusuários de Pesquisa da UFPE - Instituto Nacional de Tecnologia em União e Revestimento de Materiais - INTM (disponibilização da máquina de corte, máquina de ensaio, MEV, EDS e estereomicroscópio para realização desta pesquisa e a FACEPE - proposta Multiusuários n.º: APQ-0964-3.03/21). Obrigada por nos acolher tão bem.

À Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), pela oportunidade de me tornar cirurgiã-Dentista em uma universidade pública, gratuita, e de qualidade. Ao programa de Assistência Estudantil, que serviu de apoio financeiro para que eu pudesse ter condições de custear as despesas do curso e permanecer na universidade. Assim como também, as bolsas de Monitorias e Iniciação Científica.

Aos Professores, por todo conhecimento compartilhado, pela paciência, aconselhamentos e ensinamentos para a vida. Vocês foram essenciais.

Aos queridos pacientes, pela confiança e generosidade de se permitirem ser parte do meu aprendizado. Vocês foram primordiais.

Aos preceptores dos estágios, pela generosidade de fazerem parte desse processo de aprendizagem, por confiarem os seus pacientes em minhas mãos e me moldarem como profissional. Vocês foram imprescindíveis.

Aos meus colegas de turma e aos meus amigos que tenho somado ao longo da vida, que acompanham minha trajetória de vida, obrigado por serem apoio, e incentivo nos meus melhores e piores dias. Em especial minha amiga, Conceição Nascimento, que desde o início do curso me acolheu como uma mãe. Me ajudou com listas de materiais, com conselhos e foi uma excelente companhia nessa jornada. Sempre serei grata pela tua amizade, generosidade e parceria de sempre. Sua história é inspiração para mim.

Aos membros da banca examinadora, pelo aceite do convite e dedicação do seu tempo para a leitura desse trabalho e elaboração de sugestões que, com certeza, qualificarão a presente pesquisa.

A todas as pessoas que não nomeiei e que nem por isso são de menor relevância em minha vida e formação.

## RESUMO

Avaliar o efeito de diferentes materiais restauradores para uso em CAD-CAM na resistência à flexão biaxial após envelhecimento acelerado, mecânico e térmico. Espécimes em forma de disco (12 x 1,2 mm) foram confeccionados e distribuídos em Grupos Experimentais: CL (Cerâmica reforçada por Leucita: IPS Empress CAD – N=10 espécimes) e NR (Resina Nanocerâmica: Lava Ultimate – N=10 espécimes). Uma análise superficial morfológica foi realizada em MEV e química em EDS foi realizada em 01 espécime por grupo. Todos os espécimes foram submetidos ao envelhecimento acelerado, inicialmente a fadiga em cicladora mecânica a 200.000 ciclos com uma força de 15 N, a uma velocidade de rotação de 1 Hz em destilada água à temperatura ambiente (37°C). Em seguida, os espécimes foram submetidos ao envelhecimento térmico em uma termocicladora, por 5.000 ciclos com banhos de 5 °C ± 1° e 55 °C ± 1°. Após o envelhecimento os espécimes foram submetidos ao teste de resistência à flexão biaxial. Os resultados foram tabulados e analisados no Minitab (versão 17 para windows, Pensilvânia, EUA), com nível de significância de 5%. Os dados de resistência à flexão biaxial foram submetidos ao teste estatístico Anova 1 Fator (p< 0,05), para avaliação do efeito do material. Os dados sobre a análise superficial e da fractografia foram avaliados qualitativamente. A Cerâmica reforçada por Leucita mostra uma superfície mais difusa e quimicamente a presença do Silício, Oxigênio, Alumínio, Sódio, Potássio e Cálcio. A Resina Nanocerâmica apresenta uma superfície mais compacta e os seguintes elementos químicos Oxigênio, Silício, Carbono, Zircônio, Nitrogênio, Alumínio e Sódio. Todos espécimes sobreviveram após o envelhecimento acelerado. O grupo CL (193,1 Mpa) apresentou valor superior de resistência mecânica em relação ao grupo RN (52,45 Mpa), sendo estatisticamente significativo (p=0,000). Porém, o grupo RN (2,3) apresentou uma menor média de fragmentos após fratura em comparação com o grupo CL (5,6). Materiais restauradores para uso em CAD-CAM, IPS Empress CAD e Lava Ultimate, apresentam morfologia e composição química distintas. E após o envelhecimento acelerado, mecânico e térmico, esses materiais restauradores mostram um efeito estatisticamente significativo na resistência à flexão biaxial, sendo a cerâmica reforçada por leucita superior mecanicamente que a resina nanocerâmica. O material restaurador que representa a família cerâmica com matriz resinosa mostrou menor quantidade de fragmento após a fratura que o material representativo da família vitrocerâmica.

**Palavras-chaves:** cerâmica; CAD-CAM; resistência à flexão; envelhecimento.

## ABSTRACT

To evaluate the effect of different restorative materials for use in CAD-CAM on biaxial flexural strength after accelerated aging, mechanical and thermal. Disc-shaped specimens (12 x 1.2 mm) were made and distributed into Experimental Groups: CL (Leucite-reinforced ceramic: IPS Empress CAD – N=10 specimens) and NR (Nanoceramic Resin: Lava Ultimate – N=10 specimens ). A morphological surface analysis was performed in SEM and chemical analysis in EDS was performed on 01 specimen per group. All specimens were subjected to accelerated aging, initially to fatigue in a mechanical cyler at 200.000 cycles with a force of 15 N, at a rotation speed of 1 Hz in distilled water at room temperature (37°C). Then, the specimens were subjected to thermal aging in a thermocycler, for 5.000 cycles with baths of 5 °C ± 1 ° and 55 °C ± 1 °. After aging, the specimens were submitted to the biaxial flexural strength test. The results were tabulated and analyzed in Minitab (version 17 for windows, Pennsylvania, USA), with a significance level of 5%. The biaxial flexural strength data were submitted to the Anova 1 Factor statistical test (p< 0.05) to evaluate the material effect. Data on surface analysis and fractography were qualitatively evaluated. The Leucite-reinforced ceramics shows a more diffuse surface and chemically the presence of Silicon, Oxygen, Aluminum, Sodium, Potassium and Calcium. The Nanoceramic Resin has a more compact surface and the following chemical elements Oxygen, Silicon, Carbon, Zirconium, Nitrogen, Aluminum and Sodium. All specimens survived after accelerated aging. The CL group (193.1 Mpa) presented a higher value of mechanical resistance in relation to the RN group (52.45 Mpa), being statistically significant (p=0.000). However, the RN group (2.3) had a lower mean number of fragments after fracture compared to the CL group (5.6). Restorative materials for use in CAD-CAM, IPS Empress CAD and Lava Ultimate, have different morphology and chemical composition. And after accelerated aging, mechanical and thermal, these restorative materials show a statistically significant effect on biaxial flexural strength, with leucite-reinforced ceramic being mechanically superior to nanoceramic resin. The restorative material representing the ceramic with resin matrix family showed a smaller amount of fragment after fracture than the material representing the glass-ceramic family.

**Keywords:** ceramics; CAD-CAM; flexural resistance; aging.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Ensaio de Resistência à Fratura (Flexão Biaxial). (Fonte Autor).....17**
- Figura 2 – Imagem da superfície da Cerâmica reforçada por Leucita em MEV, aumento de 5.000X. (Fonte Autor) .....19**
- Figura 3 – Imagem da superfície da Cerâmica reforçada por Leucita em MEV, aumento de 15.000X. (Fonte Autor).....20**
- Figura 4 – Identificação de elementos químicos presentes na superfície da Cerâmica reforçada por Leucita. (Fonte Autor).....20**
- Figura 5 - Mapeamento dos elementos químicos presentes na superfície da Cerâmica reforçada por Leucita. (Fonte Autor).....21**
- Figura 6 – Imagem da superfície da Resina Nanocerâmica em MEV, aumento de 5.000 X. (Fonte Autor).....21**
- Figura 7 – Imagem da superfície da Resina Nanocerâmica em MEV, aumento de 15.000X. (Fonte Autor).....22**
- Figura 8 - Identificação de elementos químicos presentes na superfície da Resina Nanocerâmica. (Fonte Autor).....22**
- Figura 9 – Mapeamento dos elementos químicos presentes na superfície da Resina Nanocerâmica. (Fonte Autor).....23**
- Figura 10 – Imagem da amostra do grupo CL após o teste de resistência à fratura em Estereomicroscópio, aumento 0,65X. (Fonte Autor).....24**
- Figura 11 – Imagem da amostra do grupo NR após o teste de resistência à fratura em Estereomicroscópio, aumento 0,65X. (Fonte**

**Autor).....25**

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 –</b>	<b>Dados da estatística descritiva da pesquisa. (Fonte Autor).....</b>	<b>23</b>
<b>Tabela 2 –</b>	<b>Análise de Variância Anova 1-Fator. (Fonte Autor).....</b>	<b>24</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
Al	Alumínio
CAD- CAM	<i>Computer Aided Design- Computer Aided Manufacturing</i>
Ca	Cálcio
C	Carbono
°C	Grau Celsius
CL	Cerâmica reforçada por Leucita
EDS	<i>Electron Dispersive Spectroscopy</i>
H0	Hipótese nula
H1	Hipótese alternativa
Hz	Hertz
ISO	Organização Internacional de Normalização
K	Potássio
Kgf	Quilograma-força
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
Mpa	Megapascal
Na	Sódio
NR	Resina Nanocerâmica
N	Newton
N	Nitrogênio
O	Oxigênio
Si	Silício
Sic	<i>Silicon Carbide</i>
( $\sigma$ )	Resistência à flexão biaxial
Z	Zircônio

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>15</b>
2.1 <i>Confeção dos Espécimes.....</i>	15
2.2 <i>Análises Superficiais.....</i>	15
2.3 <i>Envelhecimento.....</i>	16
2.4 <i>Resistência á Flexão Biaxial.....</i>	16
2.5 <i>Análise da Fratura .....</i>	17
2.6 <i>Análise dos Resultados.....</i>	17
<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>19</b>
<b>4. DISCUSSÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>32</b>
<b>APÊNDICE A – Cálculo Amostral.....</b>	<b>35</b>
<b>APÊNDICE B – Fluxograma da Pesquisa.....</b>	<b>36</b>
<b>ANEXO A– Normas de Publicação do Periódico.....</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Fluxo digital na Odontologia adotado nas últimas décadas tem proporcionado a facilidade de execução de procedimentos clínicos e laboratoriais, ampliação do uso de novos materiais para CAD-CAM (*computer-aided design – computer-aided manufacturing*) e impactado no desenvolvimento científico<sup>1,2</sup>. Com a Pandemia do Covid-19 a Odontologia Digital só foi reafirmada no cenário clínico restaurador, através de medidas implementadas nas práticas odontológicas para reduzir a contaminação cruzada<sup>3</sup> na equipe odontológica e com o laboratório de prótese, como o uso da moldagem digital, ampliação da indicação de materiais monolíticos para CAD-CAM e aplicação da manufatura digital para confecção de restaurações indiretas<sup>4</sup>. No entanto, alcançar a aparência natural do dente com resistência mecânica suficiente é uma das questões mais desafiadoras do projeto assistido por computador e materiais de fabricação em CAD-CAM. Bem como, as evidências disponíveis são limitadas sobre suas propriedades ópticas e mecânicas para a seleção do adequado material restaurador pelo cirurgião-dentista.<sup>5</sup>

A ampliação da Odontologia Digital promoveu o desenvolvimento de novos materiais restauradores para uso em CAD-CAM, assim Gracis et al.<sup>6</sup> (2016) apresentaram uma nova classificação para materiais cerâmicos em: Cerâmicas com matriz de vidro (vitrocerâmicas), Cerâmicas Policristalinas e Cerâmicas com matriz resinosa. A última apresenta-se com módulo de elasticidade que se aproxima da dentina, de maior facilidade para fresagem e reparo em comparação com cerâmicas policristalinas e com matriz de vidro. Dessa forma, destacamos as Resinas Nanocerâmicas como um material para CAD-CAM da família Cerâmica com Matriz Resinosa que apresenta uma matriz resinosa com 80% de partículas nanocerâmicas<sup>6</sup>; e tem mostrado ampla indicação clínica<sup>6</sup> como confecção de coroas, restaurações parciais<sup>7,8</sup>. Este material restaurador foi desenvolvido para superar as propriedades adversas das cerâmicas com matriz de vidro e resinas compostas<sup>9</sup>. Por isso, a resina nanocerâmica apresenta-se como uma boa alternativa de material para CAD-CAM, devido combinar os benefícios das resinas e cerâmicas vítreas como o baixo desgaste da dentição oposta simulada<sup>7,8,10</sup>, favorecendo a ser adotado como um material para pacientes bruxistas.<sup>8</sup> O recente desenvolvimento destes materiais restauradores para uso em CAD-CAM e a disponibilidade reduzida de estudos sobre tais

materiais, torna pertinente avaliar suas propriedades, identificar potenciais e restrições para a aplicação clínica.<sup>8</sup>

Estudos que compararam as Resinas Nanocerâmicas com outros materiais cerâmicos clinicamente consolidados, como cerâmicas de matriz vítrea reforçada, mostram limitações de dados quanto ao envelhecimento mecânico.<sup>9,11,12</sup> A degradação química e mecânica desempenha um papel fundamental na vida útil dos materiais restauradores dentários. Portanto, a previsão de seu desempenho a longo prazo no ambiente bucal deve se basear também na fadiga<sup>13</sup>. Na literatura há uma escassez de estudos que avaliem o envelhecimento mecânico e térmico do material em questão, o que impossibilita a extrapolação de dados para clínica diária por haver parâmetros ainda não estabelecidos. Com base no exposto, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes materiais restauradores para uso em CAD-CAM na resistência à flexão biaxial após envelhecimento acelerado, mecânico e térmico. Os resultados esperados para esta pesquisa, baseado no objetivo proposto, são: Hipótese Nula (H0): Não haverá diferenças estatisticamente significativas entre a Resina Nanocerâmica e a Cerâmica Reforçada por Leucita na resistência mecânica à fratura; Hipótese Alternativa 1 (H1): Haverá diferenças estatisticamente significativas entre a Resina Nanocerâmica e a Cerâmica Reforçada por Leucita na Resistência Mecânica à Fratura.

## 2 MATERIAIS E MÉTODO

### 2.1 Confeção dos Espécimes

Espécimes em forma de disco (n= 10) foram obtidos através de dois materiais restauradores indiretos em blocos para CAD-CAM, Cerâmica reforçada por Leucita (IPS Empress CAD, Ivoclar Vivadent, Suíça) e Resina Nanocerâmica (Lava Ultimate, 3M ESPE, Alemanha). Os blocos para CAD-CAM foram seccionados em uma máquina de corte (Struers Accutom 100, Ballerup, Dinamarca), com dimensões de 1,3 mm de espessura, com disco diamantado com velocidade de 250 rpm e refrigeração à água. Em seguida, os fragmentos dos materiais restauradores foram arredondados em discos de 12 mm com auxilia de ponta diamantada e caneta de alta rotação com refrigeração de água. Posteriormente, foi feito polimento das amostras com lixas de SiC de granulação 600 e 1200. De acordo com a norma ISO/CD 6872 os espécimes possuem dimensões finais de 12 mm de diâmetro e 1,2 mm de espessura<sup>14</sup>.

Os grupos experimentais são definidos por CL (Cerâmica reforçada por Leucita – N=10 espécimes) e NR (Resina Nanocerâmica – N=10 espécimes). E O valor amostral deste estudo foi calculado com auxílio do programa estatístico Minitab (versão 17 para windows, Pensilvânia EUA), com base no desvio padrão de pesquisa semelhante, Porto et al.<sup>11</sup> (2020) para resistência à flexão, assim o N=10 apresentou um poder amostral de 80,0% em relação a máximas diferenças.

### 2.2 Análises Superficiais

Um espécime de cada material foi analisado quanto a morfologia superficial e caracterização química. Quanto a morfologia, os espécimes por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) (TESCAN MIRA3 FEG, Australia) utilizando aumento de 5.000X e 15.000X . A caracterização química e mapeamento da superfície pelo método espectroscópico de análise dispersiva de raios-X (EDS- *Electron Dispersive Spectroscopy*) (Oxford Instruments, X act, Reino Unido). O sistema EDS com programa AZtec, possui um detector EDS acoplado ao MEV. As leituras pontuais e o mapeamento foram realizados em uma única área do espécime. A concentração elementar foi determinada após o cálculo das médias das porcentagens em peso dos elementos químicos

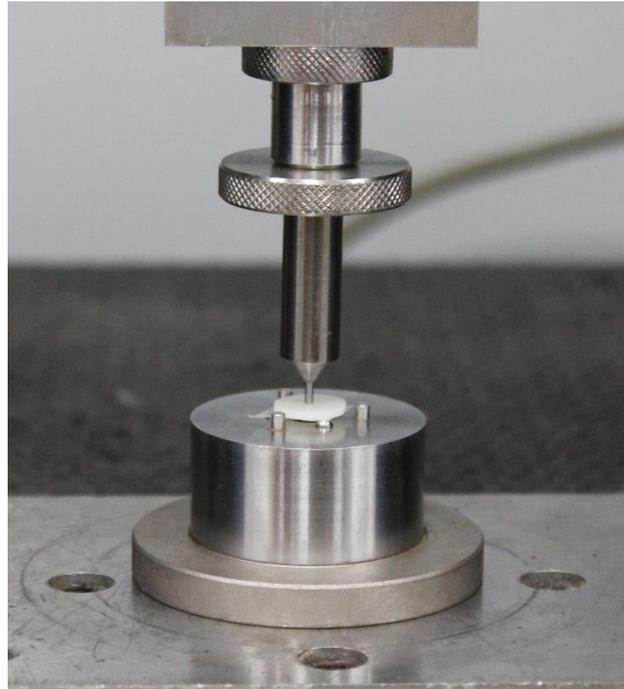
em cada ponto. As imagens do mapeamento da superfície foram geradas pelo próprio software para localização da maior concentração de cada elemento químico.

### *2.3 Envelhecimento*

Os espécimes de ambos os grupos experimentais foram submetidos ao envelhecimento acelerado, inicialmente a fadiga mecânica em cicladora mecânica (Biopidi, São Paulo, Brasil) a 200.000 ciclos com um pistão metálico no centro do espécime com uma força de 15 N, a uma velocidade de rotação de 1 Hz em destilada água à temperatura ambiente (37°C)<sup>10</sup>. Em seguida, os espécimes foram submetidos ao envelhecimento térmico em uma termocicladora (Nova Ética, São Paulo, Brasil), por 5.000 ciclos com banhos de 5 °C ± 1° e 55 °C ± 1°. O tempo de imersão em cada banho foi de 30 segundos e o tempo de transferência entre os dois banhos em intervalos de 2 segundos.<sup>12</sup>

### *2.4 Resistência à Flexão Biaxial*

Para o teste de resistência à flexão biaxial, os espécimes permaneceram posicionados em uma base circular metálica com três esferas de 3,2 mm de diâmetro em água destilada, equidistantes uma das outras, formando um plano (ISO 6872). Uma ponta romba de 1,6 mm de diâmetro foi fixada a uma máquina de ensaio (Emic DL-1000, Emic, São José dos Pinhais, PR, Brasil), e a carga foi aplicada. Durante o teste de flexão biaxial o espécime esteve recoberto com uma fita do lado de compressão, a fim de evitar que o contato com a ponta aplicadora da carga não produza defeitos e para que fosse possível manter os fragmentos em posição<sup>14</sup>. O ensaio foi conduzido com velocidade de 0,5 mm/min e com célula de carga de 100 Kgf. (Figura 1)



**Figura 1: Ensaio de Resistência à Fratura (Flexão Biaxial). (Fonte Autor).**

O cálculo da resistência à flexão biaxial ( $\sigma$ ) (MPa) dos discos foi obtido de acordo com a descrição da norma ISO 6872 (Fórmula 1): onde P é a carga em kgf, X e Y são parâmetros relacionados às propriedades elásticas do material (Razão de Poisson em Módulo Elástico) e b é a espessura do espécime na origem da fratura em mm<sup>14</sup>. O artigo de Wendler et al.<sup>15</sup> (2017) foi adotado para os valores de referência X e Y.

$$\sigma = -0,2387P \frac{(X - Y)}{b^2}$$

**Fórmula 1: Cálculo da resistência à flexão biaxial**

### *2.5 Análise da Fratura*

Os espécimes fraturados foram analisados em estereomicroscópio (Discovery V20, CarlZeiss, Alemanha) para determinação das características de fratura.

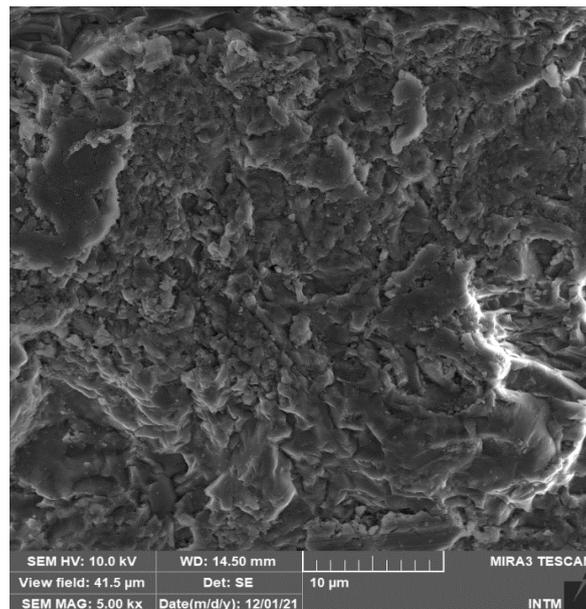
### *2.6 Análise dos Resultados*

Os resultados obtidos foram tabulados e analisados no Minitab (versão 17 para windows, Pensilvânia, EUA), com nível de significância adotado foi de 5%. Os dados de resistência à flexão biaxial foram submetidos ao teste estatístico Anova 1 Fator ( $p < 0,05$ ),

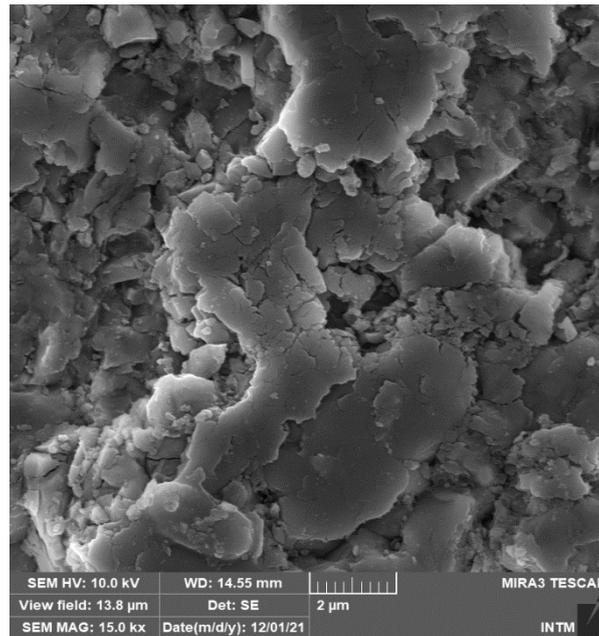
para avaliação do efeito do material. Previamente, o Teste de Normalidade Komolgorov Smirnov foi aplicado aos dados e apresentou um nível de significância maior que 1% entre os grupos experimentais. Os dados obtidos pela análise superficial e pela fractografia foram avaliados qualitativamente.

### 3 RESULTADOS

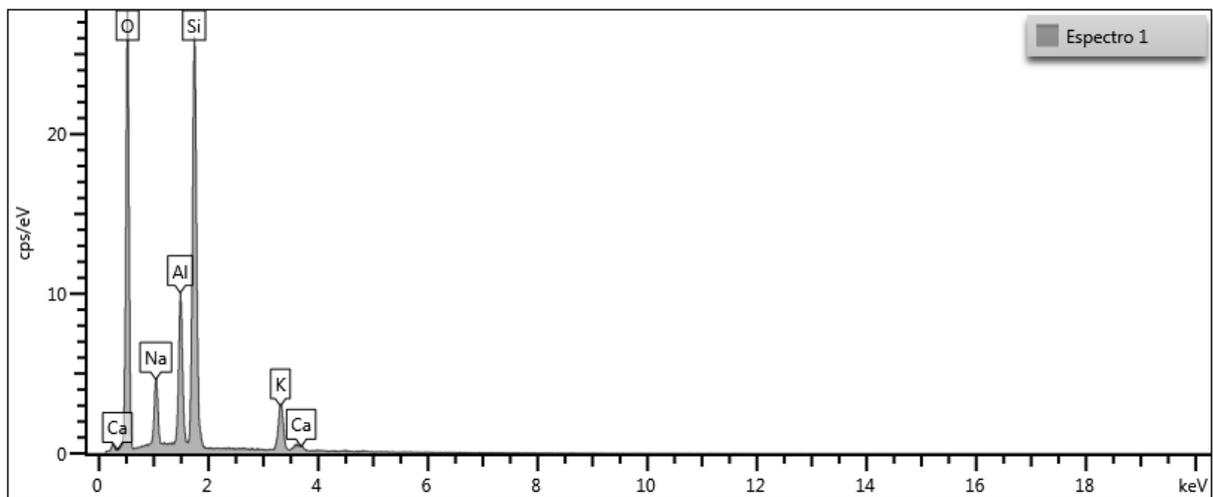
As superfícies dos materiais cerâmicos, conforme a análise morfológica e química, apresentaram-se distintas entre si. A Cerâmica reforçada por Leucita se mostrou semelhante as cerâmicas da família Vitrocerâmica, por possuir uma superfície mais difusa (Figura 2, 3), e quimicamente a presença do Silício (Si) em maior quantidade, seguido pelo Oxigênio (O), Alumínio (Al), Sódio (Na), Potássio (K) e Cálcio (Ca) (Figura 4, 5). Enquanto, a Resina Nanocerâmica, da família das Cerâmicas com Matriz Resinosa, mostra uma superfície mais compacta (Figura 6, 7), e a presença dos seguintes elementos químicos Oxigênio (O), Silício (Si), Carbono (C), Zircônio (Zr), Nitrogênio (N), Alumínio (Al) e Sódio (Na). (Figura 8,9).



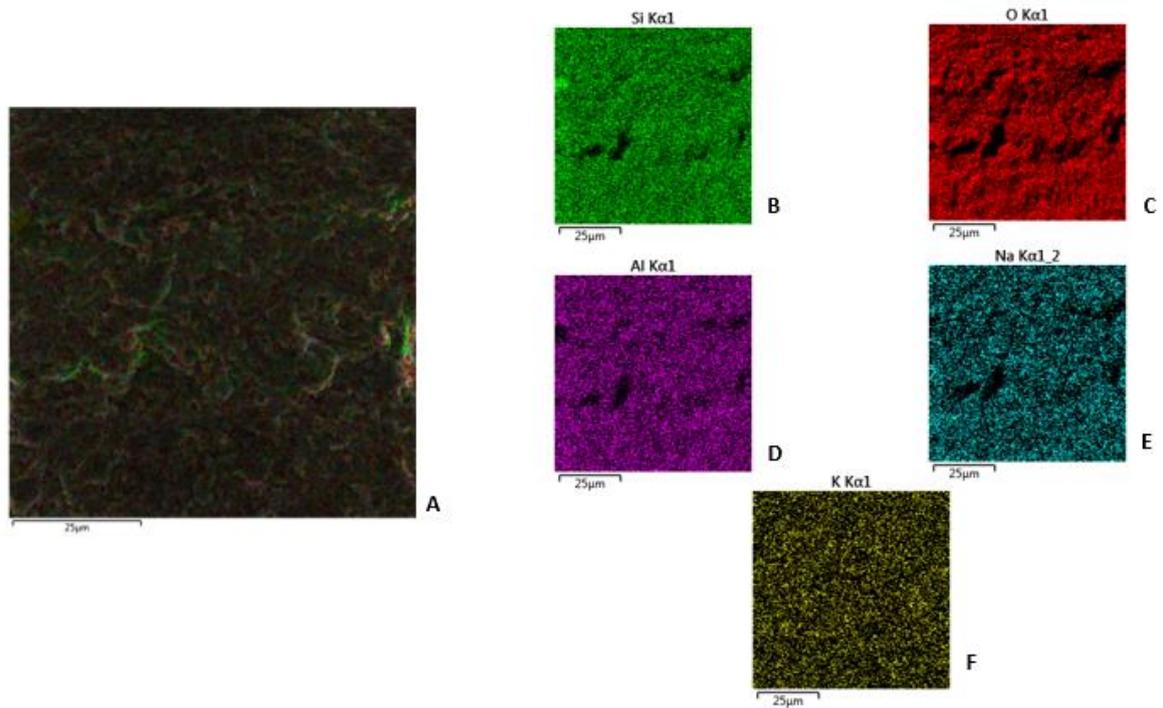
**Figura 2: Imagem da superfície da Cerâmica reforçada por Leucita em MEV, aumento de 5.000X. (Fonte Autor)**



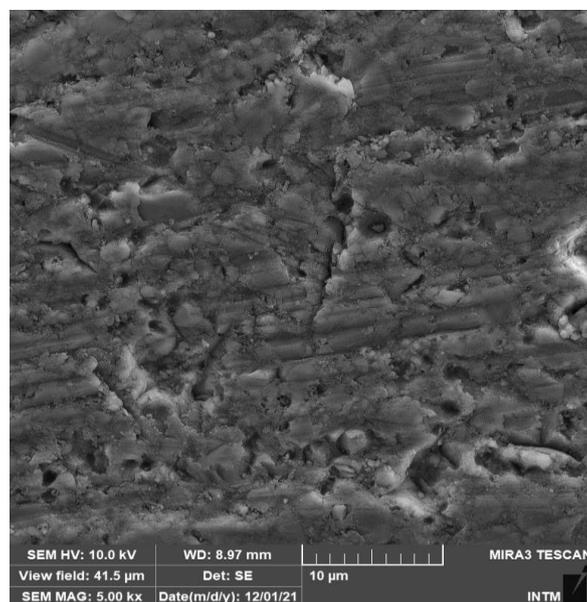
**Figura 3: Imagem da superfície da Cerâmica reforçada por Leucita em MEV, aumento de 15.000 X. (Fonte Autor)**



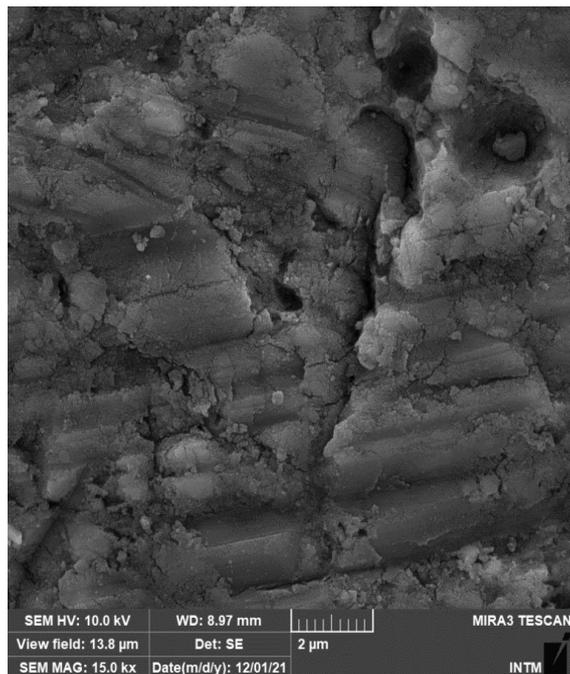
**Figura 4: Identificação de elementos químicos presentes na superfície da Cerâmica reforçada por Leucita. (Fonte Autor)**



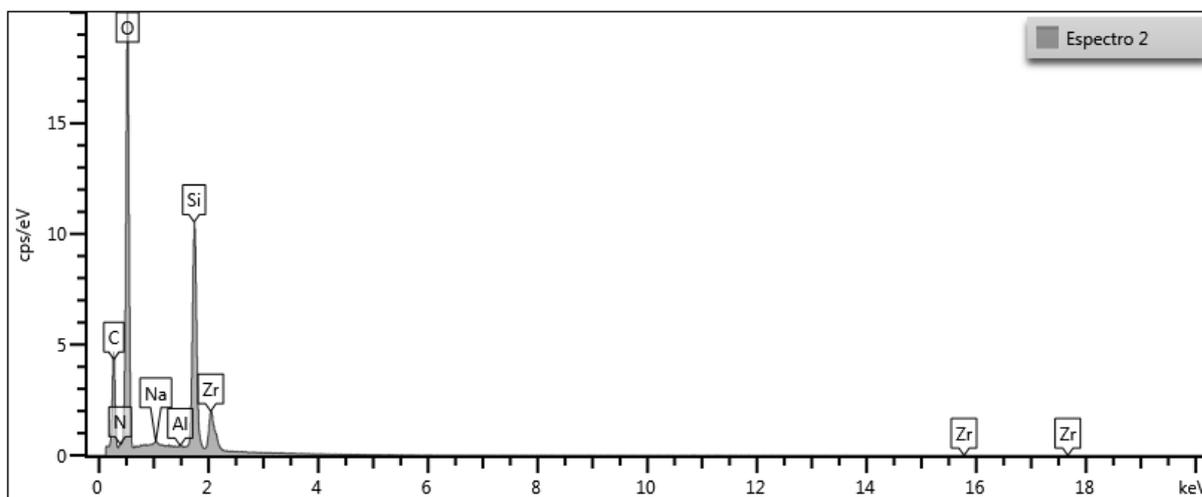
**Figura 5: Mapeamento dos elementos químicos presentes na superfície da cerâmica reforçada por Leucita. . (Fonte Autor)**



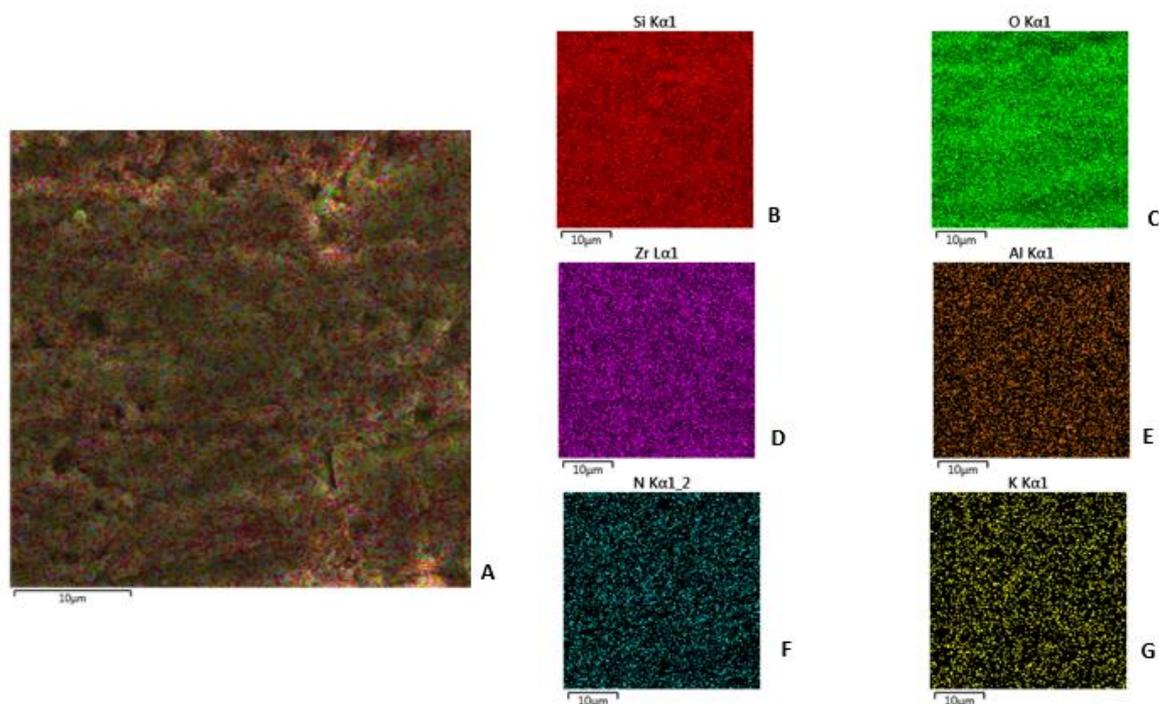
**Figura 6: Imagem da superfície da Resina Nanocerâmica em MEV, aumento de 5.000X. (Fonte Autor)**



**Figura 7: Imagem da superfície da Resina Nanocerâmica em MEV, aumento de 15.000X. (Fonte Autor)**



**Figura 8: Identificação de elementos químicos presentes na superfície da Resina Nanocerâmica. (Fonte Autor)**



**Figura 9: Mapeamento dos elementos químicos presentes na superfície da Resina Nanocerâmica. (Fonte Autor)**

Após o envelhecimento acelerado, mecânico e térmico, todas as amostras sobreviveram. O grupo CL apresentou valores de média para resistência mecânica superior ao grupo RN, sendo essa condição estatisticamente significativa ( $p=0,000$ ). Em relação ao número de fragmentos após fratura, o grupo RN mostrou uma menor média em comparação com o grupo CL. (Tabela 1, 2) (Figura 10, 11)

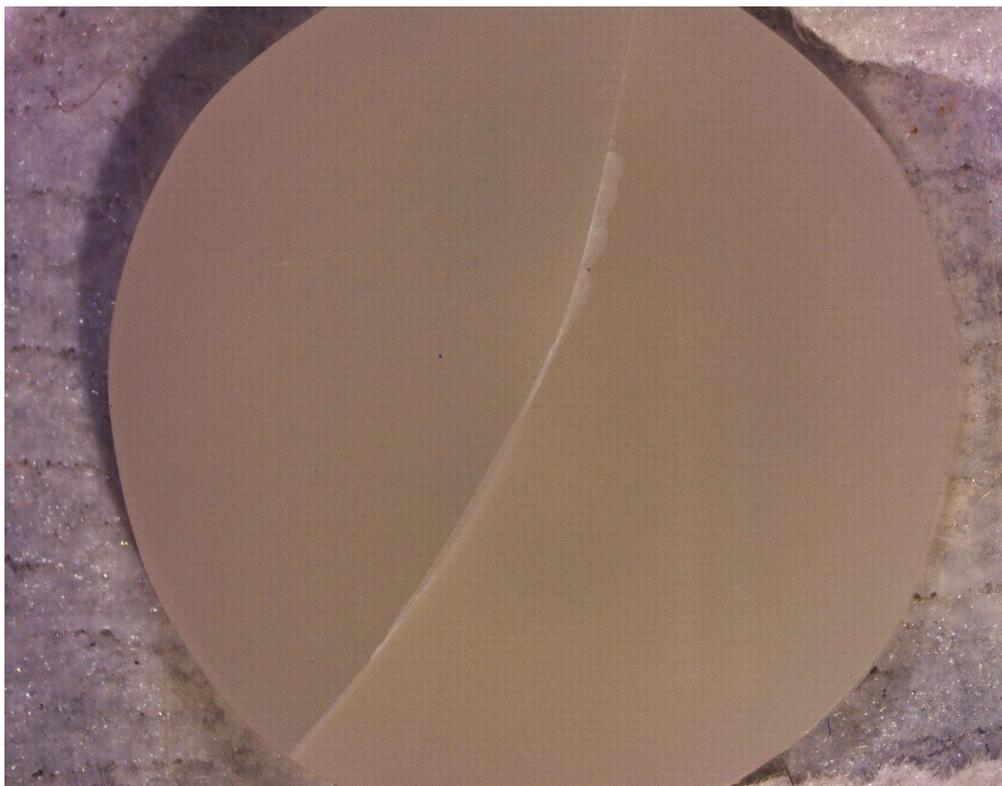
**Tabela 1: Dados da estatística descritiva da pesquisa. (Fonte Autor)**

<b>Grupo Experimental</b>	<b>Média da Resistência Mecânica (Mpa)</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo valor de Resistência (Mpa)</b>	<b>Máximo valor de Resistência (Mpa)</b>	<b>Média do número de fragmentos após a fratura</b>
CL	193,1	54,3	155,1	340,3	5,6
RN	52,45	7,17	40,02	64,54	2,3

**Tabela 2: Análise de Variância Anova 1-Fator. . (Fonte Autor)**

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
<b>Material</b>	1	98863	98863	65,80	0,000
<b>Error</b>	18	27044	1502		
<b>Total</b>	19	125907			

**Figura 10: Imagem da amostra do grupo CL após o teste de resistência à fratura em Estereomicroscópio, aumento 0,65X. (Fonte Autor)**



**Figura 11: Imagem da amostra do grupo NR após o teste de resistência à fratura em Estereomicroscópio, aumento 0,65X. (Fonte Autor)**

## 4 DISCUSSÃO

Conforme os resultados apresentados pela análise estatística deste estudo, a hipótese alternativa (H1) foi aceita e a hipótese nula (H0) foi rejeitada. Ou seja, houve diferença estatisticamente significativa entre os materiais em estudo, a Resina Nanocerâmica e a Cerâmica Reforçada por Leucita, na resistência mecânica à fratura após o envelhecimento acelerado.

A Cerâmica Reforçada por Leucita (IPS Empress CAD) apresentou valores de resistência mecânica superiores à Resina Nanocerâmica (Lava Ultimate) após o envelhecimento acelerado. Pesquisas semelhantes observaram que o envelhecimento térmico reduz significativamente os valores de resistência mecânica apenas da Resina Nanocerâmica<sup>9,11</sup>, porém quanto à avaliação dos valores de resistência entre os materiais já termociclados não se identificou diferença estatística<sup>9,12</sup> e a Cerâmica Reforçada por Leucita não possui seu desempenho mecânico alterado após o envelhecimento.<sup>11</sup> Achados de outras pesquisas foram contrários, destacando o melhor desempenho mecânico da Resina Nanocerâmica.<sup>7,8,16</sup>

Percebe-se que o processo de envelhecimento simulado afeta os materiais cerâmicos com matriz resinosa. A termociclagem pode causar a assimilação de água na estrutura resinosa, promovendo o alargamento da rede trabalho e reduzindo as forças das cadeias poliméricas, em contrapartida não se observa a absorção de água nas vitrocerâmicas. Imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV) suportam esses achados, pois a superfície da Lava Ultimate apresenta-se deteriorada e a presença de algumas microfissuras após termociclagem, enquanto não há diferenças perceptíveis das imagens MEV antes e após a termociclagem para IPS Empress CAD.<sup>9</sup> A presença das microfissuras na Lava Ultimate após termociclagem favorecem a quebra da coesão e a redução da resistência, devido à hidrólise do agente de acoplamento silano.<sup>17</sup> Quando a microestrutura não é bem controlada e as partículas de reforço não estão bem dispersas ou não bem ligada a matriz do material, as partículas de reforço atuam como fator limitante da tenacidade.<sup>18</sup>

O envelhecimento artificial afeta os materiais com uso em CAD/CAM de forma diferente, pois alguns materiais testados são propensos ao envelhecimento. Como observado, a dureza Martens e módulo de indentação diminuíram após termociclagem

para Lava Ultimate, devido às microfissuras induzidas mecanicamente ou ao aumento da rugosidade superficial.<sup>17</sup> A tenacidade à fratura dos materiais com componente resinoso também é afetada negativamente, enquanto a cerâmica reforçada por leucita e dissilicato de lítio apresentaram-se estáveis.<sup>18</sup> A diminuição dos valores de resistência à fratura pode ser traduzida pela definição de módulo de resiliência, que é a capacidade dos materiais em absorver energia enquanto são elasticamente deformados. A energia absorvida deve ser liberada durante o carregamento.<sup>11</sup>

Estudos que apresentaram resultados contrários<sup>8,16</sup> talvez se deve ao tipo de espécime, por exemplo coroas<sup>16</sup> ou barras<sup>7</sup>, que apresentam uma condução de teste mecânico distinto da pesquisa em questão. Como também, pesquisas que não avaliam o desempenho mecânico a longo prazo dos espécimes.<sup>8</sup> Quando a Lava Ultimate foi testada mecanicamente na ausência do envelhecimento, os valores de resistência à flexão foram superiores estatisticamente às vitrocerâmicas.<sup>7,8</sup> Talvez pelo conteúdo orgânico, absorver as forças da mastigação e assim aumentar a resistência à flexão; podendo sugerir um mecanismo de endurecimento criado pela matriz de resina na microestrutura.<sup>5,9</sup>

A fadiga mecânica tem sido adotada principalmente para avaliar o desgaste do material restaurador para CAD/CAM e seu antagonista.<sup>7,16,19-21</sup> Facetas oclusais ultrafinas da Lava Ultimate mostraram tão poucas rachaduras quanto IPS e.max CAD e, portanto, foi superior ao IPS Empress CAD em termos de carga a fadiga, as propriedades viscoelásticas do material compósito devem ser melhor investigado.<sup>21</sup> A Lava Ultimate tem demonstrado afinidade pelo antagonista, promovendo menores proporções de desgaste<sup>7,10</sup>, e resistência ao desgaste adequada para suportar as cargas sobre as restaurações, enquanto materiais mais rígidos tem se apresentado mais abrasivos.<sup>10,19</sup> No entanto, a rugosidade e o coeficiente de atrito de alguns materiais podem mudar durante o processo de desgaste, como a Lava Ultimate que apresentou os maiores valores de rugosidade.<sup>10</sup>

As imagens de MEV, que foram realizadas apenas previamente ao envelhecimento, estão conforme os relatos da literatura, superfícies homogêneas com característica das vitrocerâmicas para a cerâmica reforçada por leucita e a presença de componentes orgânicos entre a superfície inorgânicas para resina nanocerâmica.<sup>5,9,14,19</sup> A Lava Ultimate apresenta uma matriz de resina e estrutura de carga cerâmica que inclui nanopartículas de zircônia<sup>5,20</sup> e sílica<sup>5</sup>. Já à IPS Empress CAD possui altas proporções

de SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e outros óxidos metálicos.<sup>9</sup> Os resultados de EDS do estudo em questão corroboram com os achados da literatura.<sup>5,9</sup> Também foi identificado pico de Zircônio durante a análise de EDS da Cerâmica com matriz resinosa, porém em menor intensidade que os picos do Silício e Carbono. Ou seja, a matriz cerâmica é composta por elementos da cerâmica feldspática (Si, O, Al, Na, K) e o polímero é composto primariamente por C e O<sup>19</sup>. Contudo, a possível formação de ZrO<sub>2</sub> não promoveu a manutenção da resistência mecânica e dureza a para a Lava Ultimate antes e após o envelhecimento no estudo de Sonmez et al.<sup>9</sup> (2018) e nem desempenho mecânico superior à IPS Empress CAD nesta pesquisa.

Quanto ao número superior de fragmentos após a fratura do IPS Empress CAD em relação a Lava Ultimate, se deve pelos materiais cerâmicos com matriz resinosa apresentam-se mais flexíveis, assim tendem a quebrar menos por absorver as tensões durante o carregamento. Em contraste, os materiais vitrocerâmicos exibem resistência à flexão e módulo de flexão relativamente altos, essa combinação se traduz em uma menor capacidade de sofrer deformação para absorver a tensão do aumento da carga. Essa diferença nas propriedades elásticas entre os materiais à base de polímeros e os materiais cerâmicos pode ser atribuída ao componente resina, que ajuda a reduzir a fragilidade.<sup>8</sup> Outro relato mostra, que o número de fragmentos em que o disco fraturou para o teste de resistência biaxial está correlacionado com a resistência do material. Ou seja, quantos mais fragmentos são gerados após a fratura significa que mais energia foi necessária para a fratura.<sup>14</sup> Investigar a fratura de um material restaurador é tão importante quanto definir suas propriedades mecânicas e são escassos os estudos que realizam a análise fractográfica.<sup>11,14</sup>

Decorrente das dimensões reduzidas dos blocos para CAD-CAM, a ISO 6872 tem sido a norma internacional adotada para a Ensaios de resistência à flexão de cerâmicas, por meio da modificação da ISO 687230. A aplicação do protocolo para o teste de flexão biaxial exige a preparação de espécimes em forma de disco, dessa forma é um desafio pois os blocos são retangulares e precisam ser transformados em cilindros com um diâmetro não inferior a 12 mm para ser testado na extensão de suporte padrão de 10 mm.<sup>8</sup> O teste de flexão biaxial é um dos principais métodos usados para investigar a resistência à fratura e a longo prazo o desempenho clínico dos materiais dentários antes que possam ser recomendados para uso clínico,<sup>5</sup> sendo amplamente adotado na literatura.<sup>5,8,14</sup> Como

também, o envelhecimento através da termociclagem reflete melhor a situação clínica do que o armazenamento isotérmico, sendo amplamente utilizada para simular o comportamento clínico a longo prazo de um material restaurador. Tanto que as temperaturas de 5–55 °C são consideradas o mais próximo da situação fisiológica<sup>17</sup>.

Deve-se adotar a Lava Ultimate como material restaurador indireto na clínica diária? Com base nos resultados desta pesquisa, mesmo sendo um estudo *in vitro*, não há a recomendação para extrapolação dos dados para a prática clínica. O formato em disco dos espécimes adotados na pesquisa é restrito para ampliar a indicação de um material restaurador. Sabe-se que as propriedades dos materiais podem mudar conforme sua geometria e análises adotadas.<sup>8,11</sup> Essas diferenças devem ser levadas em consideração ao selecionar um material restaurador para tratamentos protéticos.<sup>18</sup> O cirurgião-dentista deve considerar o desempenho mecânico do material para CAD-CAM ao decidir sobre o plano de tratamento das situações clínicas. Estudos que investigaram o uso da Lava Ultimate a longo prazo ainda são escassos<sup>7,9,11,12,16-21</sup>. Considerando que alterações superficiais e absorção de água não são os únicos fatores que envelhecem os materiais restauradores, por isso são recomendados estudos que avaliem as cerâmicas com matriz resinosa para simular a situação clínica.<sup>9</sup> Portanto, mais pesquisas sobre as propriedades ópticas e mecânicas dos materiais restauradores monolíticos são necessárias, especialmente por simulando as variáveis do ambiente intraoral para fazer recomendações clínicas definitivas. Estudos *in vivo* que avaliem as complicações clínicas, biocompatibilidade, desgaste, microinfiltração, estabilidade de cor e taxa de sobrevivência são essenciais para validar sua utilização de um material.<sup>5,7</sup> Também deve ser investigado a ação do polimento sobre esses materiais para CAD/CAM, pois é um fator que pode interferir na performance clínica, desde que o polimento reduza a rugosidade superficial e conseqüentemente a fratura da restauração.<sup>20</sup>

A limitação desta pesquisa se deve a usar espécimes geométricos, assim restringe a reprodução das características de uma restauração indireta. Apenas duas famílias de materiais cerâmicos foram abordadas e a origem da fratura entre os espécimes não foi avaliada. Dessa forma, novos estudos devem ser propostos que busquem realizar pesquisas que comparem as famílias cerâmicas; vitrocerâmicas, policristalinas e cerâmicas com matriz resinosa. Assim adotando espécimes que representem a realidade clínica e seja investigada a origem da fratura. Estudos *in vitro* são necessários para revelar

o desempenho a longo prazo da cerâmica com matriz resinosa. Por fim, ser possível a realização de estudos clínicos com elevado grau de evidência científica para extrapolar as indicações destes materiais cerâmicos para clínica diária.

## 5 CONCLUSÕES

Dentro das limitações deste estudo, as seguintes conclusões foram apresentadas:

1. Materiais restauradores para uso em CAD-CAM, IPS Empress CAD e Lava Ultimate, apresentam morfologia e composição química distintas.
2. Após o envelhecimento acelerado, mecânico e térmico, os materiais restauradores mostram um efeito estatisticamente significativo na resistência à flexão biaxial, sendo a cerâmica reforçada por leucita superior mecanicamente que a resina nanocerâmica.
3. O material restaurador que representa a família cerâmica com matriz resinosa mostrou menor quantidade de fragmento após a fratura que o material representativo da família vitrocerâmica.

## REFERÊNCIAS

1. Blatz MB, Conejo J. The Current State of Chairside Digital Dentistry and Materials. *Dental Clinics of North America*. 2019; 63(2): 175–197. doi:10.1016/j.cden.2018.11.002.
2. Rekow ED. Digital dentistry: The new state of the art - Is it disruptive or destructive? *Dent Mater*. 2020;36(1):9-24. doi: 10.1016/j.dental.2019.08.103.
3. Odeh ND, Babkair H, Abu-Hammad S, Borzangy S, Abu-Hammad A, Abu-Hammad O. COVID-19: Present and Future Challenges for Dental Practice. 2020;17(9):3151. doi: 10.3390/ijerph17093151
4. Papi P, Di Murro B, Penna D, Pompa G. Digital prosthetic workflow during COVID-19 pandemic to limit infection risk in dental practice. *Oral Dis*. 2021 May 27; Suppl 3:723-726. doi: 10.1111/odi.13442.
5. Sen N, Us YO. Mechanical and optical properties of monolithic CAD-CAM restorative materials. *J Prosthet Dent*. 2018 Apr;119(4):593-599. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.06.012. Epub 2017 Aug 4. PMID: 28781072.
6. Gracis S, Thompson V, Ferencz J, Silva N, Bonfante E. (2015). A New Classification System for All-Ceramic and Ceramic-like Restorative Materials. *The International Journal of Prosthodontics*. (2016); 28(3): 227–235. doi:10.11607/ijp.4244.
7. Stawarczyk B, Liebermann A, Eichberger M, Güth JF. Evaluation of mechanical and optical behavior of current esthetic dental restorative CAD/CAM composites. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2015 Mar;55:1-11. doi: 10.1016/j.jmbbm.2015.10.004. Epub 2015 Oct 19. PMID: 26519658.
8. Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2015; 114(4): 587–593. doi:10.1016/j.prosdent.2015.04.016.

9.Sonmez N, Gultekin P, Turp V, Akgungor G, Sem D, Mijiritsky E. Evaluation of five CAD/CAM materials by microstructural characterization and mechanical tests: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health*. 2018; 18(1): 1-13. doi:10.1186/s12903-017-0458-2.

10.Ludovichetti FS, Trindade FZ, Werner A, Kleverlaan CJ, Fonseca RG. Wear resistance and abrasiveness of CAD-CAM monolithic materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2018; 120(2): 318.e1–318.e8. doi:10.1016/j.prosdent.2018.05.011.

11.Porto T, Park S, Faddoul A., Faddoul F, Cesar P. Evaluation of the Surface Roughness and Accelerated Aging of CAD/CAM Materials. *The International Journal of Prosthodontics*. 2020; 33(4): 418–428. doi:10.11607/ijp.6556.

12.Oz FD, Bolay S. Comparative Evaluation of Marginal Adaptation and Fracture Strength of Different Ceramic Inlays Produced by CEREC Omnicam and Heat-Pressed Technique. *International Journal of Dentistry*, 2018; 18: 1–10. doi:10.1155/2018/5152703.

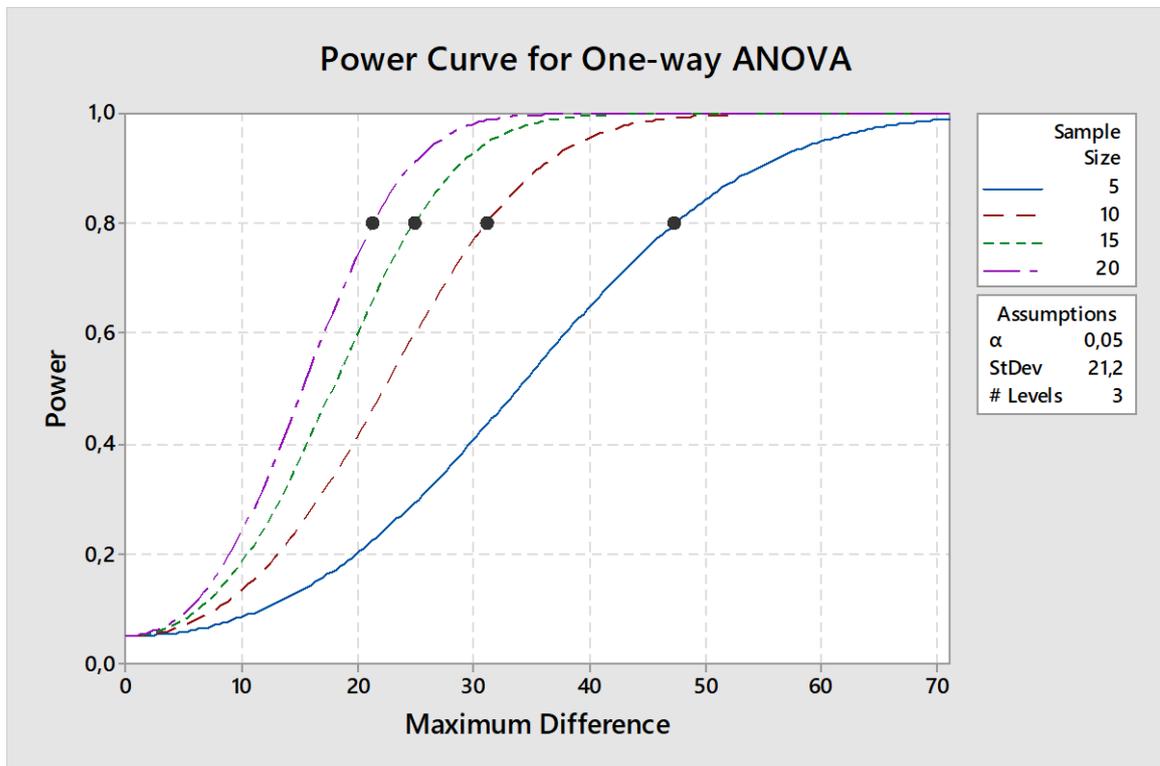
13.Wendler M, Belli R ,Valladares D, Petschelt A ,Lohbauer U. Chairside CAD/CAM materials. Part 3: Cyclic fatigue parameters and lifetime predictions. *Dent Mater* . 2018; 34(6):910-921. doi: 10.1016/j.dental.2018.03.024.

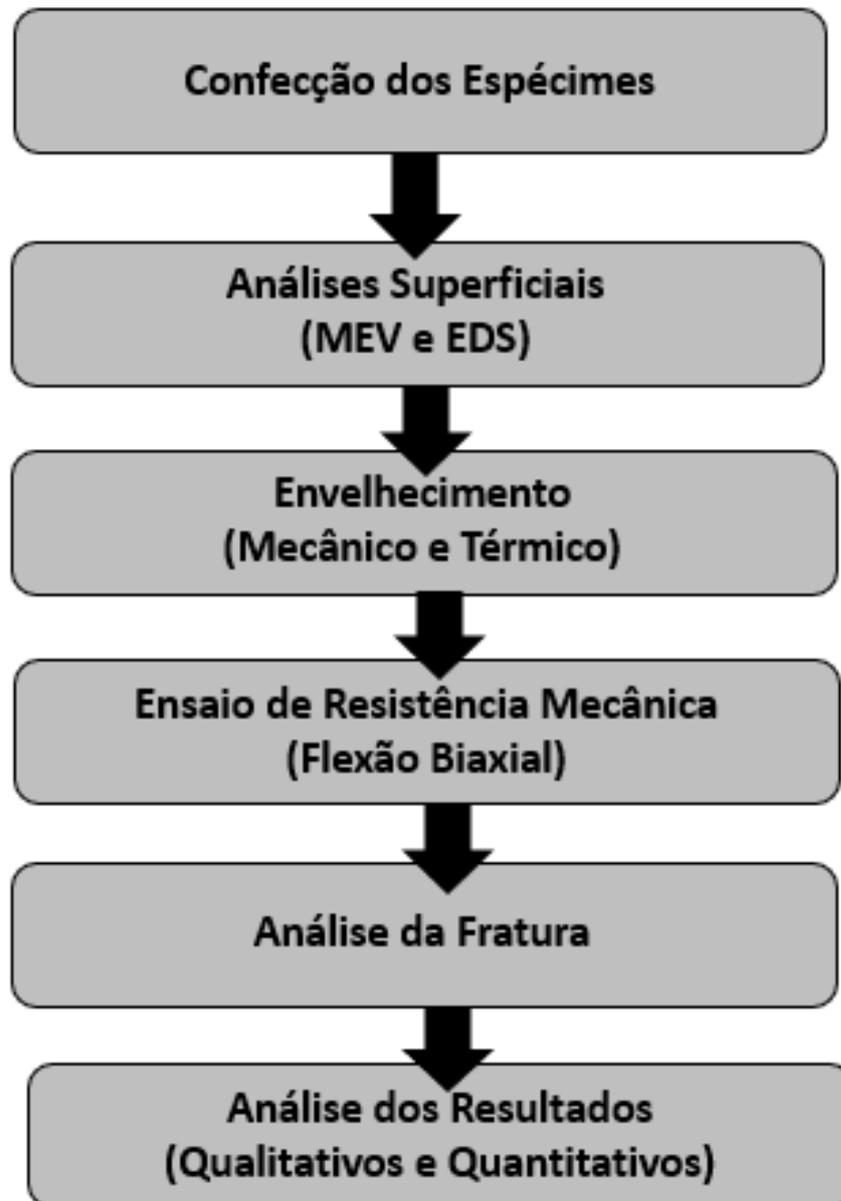
14.Ramos NC. Caracterização microestrutural e crescimento subcrítico de trincas em cerâmicas odontológicas. [dissertação]. São José dos Campos: Univ Estadual Paulista; 2014.

15. Wendler M. et al. Chairside CAD/CAM materials. Part 2: Flexural strength testing. *Dent Mater* . 2017 Jan;33(1):99-109. doi: 10.1016/j.dental.2016.10.008.

16. Zierden K, Acar J, Rehmann P, Wöstmann B. Wear and Fracture Strength of New Ceramic Resins for Chairside Milling. *The International Journal of Prosthodontics*. 2018; 31(1): 74–76. doi:10.11607/ijp.5492.
17. Hampe R, Lümke N, Sener B, Stawarczyk B. The effect of artificial aging on Martens hardness and indentation modulus of different dental CAD/CAM restorative materials. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2018 Oct;86:191-198. doi: 10.1016/j.jmbbm.2018.06.028. Epub 2018 Jun 25. PMID: 29986293.
18. Hampe R, Theelke B, Lümke N, Eichberger M, Stawarczyk B. Fracture Toughness Analysis of Ceramic and Resin Composite CAD/CAM Material. *Oper Dent*. 2019 Jul/Aug;44(4):E190-E201. doi: 10.2341/18-161-L. Epub 2019 Mar 8. PMID: 30849010.
19. Lawson NC, Bansal R, Burgess JO. Wear, strength, modulus and hardness of CAD/CAM restorative materials. *Dent Mater*. 2016; 32(11):e275-e283. doi: 10.1016/j.dental.2016.08.222.
- 20- Matzinger M, Hahnel S, Preis V, Rosentritt M. Polishing effects and wear performance of chairside CAD/CAM materials. *Clin Oral Investig*. 2019 Feb;23(2):725-737. doi: 10.1007/s00784-018-2473-3. Epub 2018 May 16. PMID: 29770877.
- 21- Heck K, Paterno H, Lederer A, Litzenburger F, Hickel R, Kunzelmann KH. Fatigue resistance of ultrathin CAD/CAM ceramic and nanoceramic composite occlusal veneers. *Dent Mater*. 2019 Oct;35(10):1370-1377. doi: 10.1016/j.dental.2019.07.006. Epub 2019 Jul 25. PMID: 31351578.

## APÊNDICE A – Cálculo Amostral



**APÊNDICE B - Fluxograma da Pesquisa**

## ANEXO A- Normas de Publicação do Periódico

**UNICAMP** Universidade Estadual de Campinas - Sistema de Bibliotecas

BRAZILIAN JOURNAL OF ORAL SCIENCES

Blog PPEC Register Login

### Lista de verificação de preparação de envio

Como parte do processo de submissão, os autores devem verificar a conformidade de sua submissão com todos os itens a seguir, e as submissões podem ser devolvidas aos autores que não aderirem a essas diretrizes.

- ✓ A submissão não foi publicada anteriormente, nem está sendo considerada em outro periódico (ou uma explicação foi fornecida em Comentários ao Editor).
- ✓ O arquivo de envio está no formato de arquivo de documento OpenOffice, Microsoft Word, RTF ou WordPerfect.
- ✓ Quando disponível, os URLs para as referências foram fornecidos.
- ✓ O texto tem espaçamento 1,5 em fonte de 12 pontos; emprega itálico, em vez de sublinhado (exceto com endereços de URL); e todas as ilustrações, figuras e tabelas são colocadas dentro do texto nos pontos apropriados.
- ✓ O texto segue os requisitos estilísticos e bibliográficos descritos nas [Diretrizes para Autores](#), que se encontram em Sobre a Revista.

## Texto principal

1. O trabalho deverá ser previamente traduzido ou revisado por profissional ou empresa responsável pela língua inglesa. Os autores que têm o inglês como língua nativa devem enviar uma carta assinada como arquivo suplementar assumindo a responsabilidade pela qualidade da língua inglesa e pela edição do texto.
2. Título
3. Resumo estruturado (contendo Objetivo, Métodos, Resultados e Conclusão) e palavras-chave
4. Introdução, Materiais e Métodos, Resultados, Discussão/Conclusão
5. Referências
6. Agradecimentos
7. Disponibilidade de dados
8. Tabelas
9. Legendas de figuras
10. Figuras, Imagens

O nome comercial do material utilizado deve ser seguido do fabricante, cidade, estado e país entre parênteses na primeira menção. Todas as abreviaturas devem ser explicadas na primeira menção.

## Folha de rosto

Esta página deve conter:

- Título informativo e conciso: O título deve ser limitado a 110 caracteres, incluindo espaços. Deve descrever o conteúdo do artigo de forma específica, clara e concisa e NÃO DEVE conter nomes comerciais de produtos.
- Nome(s) completo(s) do(s) autor(es), afiliação institucional/profissional, incluindo universidade (ou outra instituição), departamento, cidade, estado e país. Os dados de afiliação institucional/profissional devem ser apresentados de acordo com as normas internas de citação estabelecidas pela instituição de cada autor.
- Nome e endereço do autor responsável pela correspondência (autor correspondente), incluindo telefone, e-mail e número ORCID.
- A participação de cada autor deve ser justificada e deve atender aos critérios de autoria e coautoria adotados pelo **Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas**: <http://www.icmje.org/recommendations/browse/roles-and-responsabilidades/definindo-the-role-of-authors-and-contributors.html>
- É imperativo declarar que todos os autores participaram ativamente da discussão dos achados do manuscrito e revisaram e aprovaram a versão final do manuscrito.

Recomendamos que os autores colem os nomes presentes na Carta de Apresentação com o perfil criado no cadastro do site para evitar discrepâncias.

### **Abstrato**

- O resumo deve ser apresentado como um único parágrafo estruturado de 250 palavras e deve indicar claramente o objetivo, métodos, resultados e conclusões extraídas do estudo.

### **Palavras-chave**

- Os autores devem fornecer de 3 (três) a 5 (cinco) descritores principais escolhidos a partir das palavras-chave registradas no MeSH (Medical Subject Headings ( <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh> ) ou DeCS (Health Sciences Descriptors ( <http://decs.bvs.br> ).
- Os autores devem usar pontos para separar as palavras-chave, que devem ter a primeira letra da palavra em maiúsculas Ex: Materiais Dentários. Ensaio Clínico. Ortodontia, Preventiva.

### **Introdução**

Deve-se abordar a relevância do estudo e sua relação com outros trabalhos publicados na mesma linha de pesquisa ou campo. Os autores devem identificar suas limitações e possíveis vieses e o objetivo, e a hipótese de trabalho deve ser apresentada de forma concisa ao final desta seção.

### **Materiais e métodos**

- Devem ser apresentadas as características do material pertinentes ao tema da pesquisa.
- Os métodos experimentais, analíticos e estatísticos devem ser descritos de forma concisa, mas com detalhes suficientes para permitir que outros recriem o trabalho.
- As informações de fabricantes ou fornecedores de produtos, equipamentos ou softwares devem ser explícitas quando mencionadas pela primeira vez nesta seção (nome do fabricante, cidade e país). Os programas de computador e métodos estatísticos também devem ser especificados.
- Os nomes comerciais de técnicas, produtos ou equipamentos científicos e clínicos só devem ser citados nas seções “Materiais e métodos” e “Agradecimentos” (conforme cada caso), exceto quando o objetivo do trabalho for comparar produtos ou sistemas específicos. Nomes genéricos devem ser usados no restante do manuscrito, incluindo o título.
- Os manuscritos contendo radiografias, microrradiografias ou imagens SEM devem incluir informações sobre fonte de radiação, filtros e níveis de kV.

**Resultados**

Os resultados devem ser apresentados na mesma ordem em que o experimento foi realizado. As observações importantes devem ser enfatizadas e os dados estatísticos devem ser relatados. Texto, tabelas e figuras não devem ser repetitivos. *Os resultados estatisticamente relevantes devem ser apresentados com os valores de  $p$  correspondentes em anexo .*

**Tabelas**

As tabelas devem ser numeradas e inseridas consecutivamente no texto principal, em algarismos arábicos, e apresentadas em formato DOC ou DOCX dentro do texto principal.

**Discussão**

Os resultados do estudo devem ser discutidos e relacionados à hipótese de trabalho desta seção e à literatura relevante. Deve descrever as observações do autor e confrontar os resultados (semelhanças e diferenças) com estudos semelhantes encontrados na literatura, explicando os possíveis achados e diferenças. Além disso, deve detectar as limitações do desenho do estudo e fazer sugestões para pesquisas futuras.

**Agradecimentos**

O apoio financeiro de órgãos governamentais deve ser reconhecido, assim como a assistência técnica ou auxílio de colegas deve ser creditada, e qualquer vínculo entre autores e empresas deve ser revelado.

## NORMALIZAÇÃO TÉCNICA

O manuscrito deve ser digitado da seguinte forma: espaçamento 1,5 em fonte Arial 12 pt, com margens de 3 cm de cada lado, em folha A4. Os autores devem manter uma cópia do manuscrito para possíveis solicitações. As páginas devem ser numeradas consecutivamente.

### Ilustrações e Tabelas

#### Figuras

- As ilustrações (fotografias, gráficos, desenhos, quadros, etc.), consideradas **figuras**, devem ser limitadas ao mínimo possível, numeradas consecutivamente com algarismos arábicos de acordo com a ordem em que aparecem no texto.
- Fotografias, microrradiografias e radiografias devem ser enviadas em cores originais nos formatos JPG ou TIFF, com largura mínima de 10 cm e resolução mínima de 300 dpi. Deve ser (Figura) inserido no texto principal.
- As legendas das figuras devem acompanhar a figura e ser inseridas no texto principal.
- Figuras compostas devem ser rotuladas com letras A, B, C, etc., e devem ser combinadas em uma figura. Não envie figuras de vários painéis separadamente. Figuras individuais não podem exceder 8 cm de largura, ou grupos de figuras não podem exceder 16 cm de largura. As figuras devem ser identificadas com o título do artigo.

#### Tabelas

- As tabelas devem ser organizadas logicamente nos formatos DOC ou DOCX, numeradas consecutivamente com algarismos arábicos. As tabelas devem ser abertas nas laterais direita e esquerda. Cada tabela deve conter todas as informações necessárias para que seja autoexplicativa. As tabelas devem ser inseridas no texto. A revista permitia um máximo de 4 tabelas.

## Citação dos autores

As referências devem ser citadas em ordem numérica crescente. Exemplos:

- Recentemente, foi proposto que os radicais livres podem levar ao EAR através da via do estresse oxidativo <sup>1</sup>.
- Além dos relatos de prevalência, poucos estudos avaliaram a resposta à terapia de acordo com o genótipo individual <sup>2,3,6-12,14</sup>.
- um autor: Nelson <sup>15</sup> (2014)
- dois autores: Saad e Aladawy <sup>18</sup> (2013)
- três autores ou mais: Stokes et al. <sup>21</sup> (2015)

## Referências

A lista de referências deve incluir apenas trabalhos citados no texto e já publicados ou aceitos para publicação. A lista completa de referências deve vir após a seção "Agradecimentos". As referências devem ser numeradas e apresentadas no estilo Vancouver, de acordo com as diretrizes fornecidas pelo Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas, conforme apresentado em Uniform Requirements Manuscripts Submitted to Biomedical Journals (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7256/>). Os títulos dos periódicos devem ser abreviados de acordo com a List of Journals Indexed in Index Medicus (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>). A correta apresentação das referências é de responsabilidade dos autores. O número de referências deve estar de acordo com o tipo de manuscrito, conforme segue:

*Pesquisa Original:* até 35

*Comunicação Curta:* até 15

*Revisão Crítica:* até 50

*Revisão Sistemática e Meta-Análise:* não especificada

Liste os seis primeiros autores. Com mais de 6 autores listar os seis primeiros autores seguidos de et al. (não deve ser escrito em itálico).