

**UNIVERSIDADE PAULISTA  
JULIA SCABORA TEIXEIRA**

**CERÂMICAS ODONTOLÓGICAS**

**SANTANA DE PARNAÍBA  
2025**

**UNIVERSIDADE PAULISTA  
JULIA SCABORA TEIXEIRA**

**CERÂMICAS ODONTOLÓGICAS**

Trabalho de conclusão de curso para  
obtenção do título de graduação em  
odontologia apresentado à Universidade  
Paulista – UNIP.  
Orientador(a): Prof. Me. Ricardo Matsura  
Kodama

**SANTANA DE PARNAÍBA  
2025**

CIP - Catalogação na Publicação

Teixeira, Julia Scabora

Cerâmicas Odontológicas / Julia Scabora Teixeira. - 2025.  
035 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) apresentado ao Instituto de Ciência da Saúde da Universidade Paulista, Santana de Parnaíba, 2025.

Área de Concentração: Dentística.

Orientador: Prof. Me. Ricardo kodama.

1. cerâmicas. 2. restauração. 3. estética. 4. vitreas. 5. feldspáticas. I. kodama, Ricardo (orientador). II. Título.

UNIVERSIDADE PAULISTA  
JULIA SCABORA TEIXEIRA

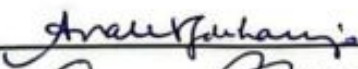
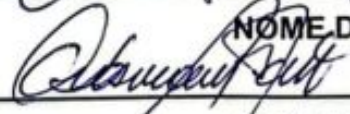
CERÂMICAS ODONTOLÓGICAS

Trabalho de conclusão de curso para  
obtenção do título de graduação em  
odontologia apresentado à Universidade  
Paulista – UNIP.

Orientador(a): Prof. Me. Ricardo Matsura  
Kodama

Aprovado em: 04/12/2025 Nota: Dez/

BANCA EXAMINADORA

|                                                                                     |                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|  | 04/12/2025                |
| NOME DO (A) PROFESSOR (A)                                                           | Ricardo Matsura Kodama    |
|  | 04/12/2025                |
| NOME DO (A) PROFESSOR (A)                                                           | Ana Maria P. G. de Araújo |
|  | 04/12/2025                |
| NOME DO (A) PROFESSOR (A)                                                           | Rosângela B. M. Teixeira  |

SANTANA DE PARNAÍBA

2025

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus, que em todo tempo foi meu sustento, minha fortaleza e fonte inesgotável de esperança. Foi Ele quem me deu forças nos dias difíceis, ânimo nos momentos de fraqueza e luz para continuar nessa caminhada. Cada conquista é reflexo da Sua fidelidade e do propósito que Ele tem guiado em minha vida.

Aos meus pais, que nunca mediram esforços para que este sonho se tornasse realidade. Vocês sonharam comigo, sorriram comigo e foram meu porto seguro nas horas de angústia. Nada disso teria sentido sem o amor, o apoio e o exemplo que sempre me deram. Obrigada por me ensinarem, com gestos e atitudes, que o verdadeiro sucesso nasce da dedicação, da honestidade e da fé.

À minha irmã Gabi, que caminhou ao meu lado de forma tão presente e amorosa. Obrigada por me ouvir, aconselhar, me exortar e ser apoio em cada detalhe. Você foi mais do que irmã — foi amiga, companheira e inspiração. Dividimos desafios, risadas e sonhos, e cada passo ao seu lado tornou essa jornada mais leve e significativa.

Aos meus padrinhos, que em toda a minha vida estiveram perto, sendo presença constante de amor, apoio e cuidado. Vocês sempre foram minha família escolhida, prontos para acolher, ajudar e celebrar comigo cada conquista. A segurança e o carinho que recebi de vocês me fortaleceram e fizeram parte fundamental dessa trajetória.

Ao meu orientador, Professor Me. Ricardo Kodama, deixo minha profunda gratidão por sua dedicação, paciência e compromisso ao longo dessa caminhada. Obrigada por acreditar em mim antes mesmo de eu acreditar, por sempre reservar tempo para me ouvir, por me incentivar nos momentos de dúvida e por nunca medir esforços para me orientar. Sua confiança foi combustível para que eu seguisse em frente e chegasse até aqui. Mais do que um orientador, o senhor foi um verdadeiro exemplo de profissionalismo, generosidade e humanidade — mostrando que o conhecimento vai muito além da teoria e se expressa também na forma de cuidar e apoiar aqueles que caminham ao seu lado. Levarei comigo não apenas os aprendizados acadêmicos, mas também a inspiração que sua postura e dedicação me proporcionaram.

Aos professores que marcaram minha trajetória acadêmica, em especial Kelly Marinho, Ricardo Kodama, Alessandra Tuzita, Selma Almeida, Alexandre Fonseca, Rosemary Teixeira e Ana Maria Araújo. Vocês não apenas transmitiram conhecimento, mas compartilharam sonhos, me inspiraram e foram essenciais para que este caminho fosse percorrido com coragem e esperança. Mais do que mestres, foram companheiros de jornada, sempre dispostos a ajudar — seja com palavras de incentivo, seja lutando ao nosso lado para que esse sonho se tornasse possível.

Aos meus amigos, que foram verdadeiros presentes nesta jornada: Victoria Ruiz, minha dupla de tantos trabalhos e desafios, que sempre me auxiliou, me apoiou e dividiu comigo não só responsabilidades, mas também sonhos e conquistas. Ao Thiago Galiza e à Laura Almeida, que foram mais que amigos — foram abrigo em dias de incerteza, incentivo nos momentos difíceis e alegria nas vitórias compartilhadas. Minha eterna gratidão por cada palavra, cada gesto e cada demonstração de amizade sincera.

Por fim, a todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa caminhada — colegas, pacientes, familiares e amigos —, deixo meu mais sincero agradecimento. Este trabalho é fruto não apenas do meu esforço, mas também do amor, da dedicação e da confiança que recebi de cada um de vocês. Que esta conquista simbolize não um ponto final, mas o início de uma nova etapa, construída com os mesmos valores que me trouxeram até aqui: fé, gratidão e amor pelo que se faz.

*“Nada te perturbe, nada te  
amedronte. Tudo passa, Deus não  
muda. A paciência tudo alcança.”*

*(Santa Teresa d’Ávila)*

## RESUMO

As cerâmicas odontológicas vêm evoluindo continuamente, buscando aliar estética, resistência e biocompatibilidade nas restaurações indiretas. Este trabalho apresenta uma revisão sobre os principais tipos de cerâmicas, sua classificação, composição, indicações clínicas e os protocolos de tratamento interno adequados para cada material. As cerâmicas vítreas e reforçadas por cristais se destacam pela excelente estética e adesão, enquanto as policristalinas, como a zircônia, oferecem maior resistência mecânica, sendo indicadas para regiões posteriores. O tratamento interno varia conforme a estrutura da cerâmica: o ácido fluorídrico e o silano são aplicados nas vítreas, enquanto o jateamento com óxido de alumínio e primer MDP é indicado para as policristalinas. Observou-se que a seleção do material e do protocolo adesivo correto, associada ao planejamento individualizado de cada caso clínico, é determinante para o sucesso estético e funcional das restaurações. Conclui-se que o avanço das zircônias translúcidas e das cerâmicas híbridas amplia as possibilidades clínicas, promovendo restaurações mais naturais, duráveis e previsíveis.

**Palavras-Chaves:** cerâmicas odontológicas; protocolos adesivos; zircônia translúcida; dissilicato de lítio; CAD/CAM.



## **ABSTRACT**

Dental ceramics have continuously evolved to combine aesthetics, strength, and biocompatibility in indirect restorations. This study presents a review of the main types of ceramics, their classification, composition, clinical indications, and the appropriate internal treatment protocols for each material. Glass-based ceramics and those reinforced with crystals stand out for their high translucency and adhesive potential, while polycrystalline ceramics, such as zirconia, offer superior mechanical strength, making them suitable for posterior restorations. The surface treatment differs according to the ceramic's structure: hydrofluoric acid and silane are applied to glass-based ceramics, while alumina sandblasting and MDP primer are indicated for polycrystalline ones. The correct selection of material and bonding protocol, along with an individualized clinical plan, is crucial for the esthetic and functional success of restorations. The development of translucent zirconia and hybrid ceramics has expanded clinical possibilities, providing more natural, durable, and predictable outcomes.

**Keywords:** dental ceramics; adhesive protocols; zirconia; lithium disilicate; CAD/CAM technology.

## SUMÁRIO

|                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                        | <b>11</b> |
| 1.1 Objetivo.....                                                 | 12        |
| <b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>                             | <b>13</b> |
| 2.1 História.....                                                 | 13        |
| 2.2 Propriedades .....                                            | 13        |
| 2.3 Composição.....                                               | 14        |
| 2.4 Classificação.....                                            | 14        |
| 2.5 Cerâmicas vítreas .....                                       | 15        |
| 2.5.1 Cerâmicas feldspáticas.....                                 | 15        |
| 2.5.2 Reforçadas por Leucita.....                                 | 17        |
| 2.5.3 Dissilicato de Lítio .....                                  | 19        |
| 2.5.4 Cerâmicas de Silicato de Lítio reforçada por zircônia ..... | 19        |
| 2.5.5 Infiltrado de vidro .....                                   | 20        |
| 2.6 Cerâmicas Policristalinas.....                                | 21        |
| 2.6.1 Alumina.....                                                | 22        |
| 2.6.2 In-Ceram zircônia .....                                     | 22        |
| 2.6.3 In-Ceram Spinel.....                                        | 23        |
| 2.6.4 Zircônia .....                                              | 24        |
| 2.7 Tratamento Interno .....                                      | 25        |
| 2.7.1 Tratamento interno das cerâmicas feldspáticas:.....         | 26        |
| 2.7.2 Tratamento interno das cerâmicas policristalinas .....      | 28        |
| <b>3. DISCUSSÃO .....</b>                                         | <b>30</b> |
| <b>4. CONCLUSÃO .....</b>                                         | <b>32</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                           | <b>33</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

A cerâmica tem sido utilizada desde as civilizações antigas, com vestígios encontrados no Vale do Nilo, Egito (Gomes et al., 2008). No século X, a China aprimorou sua produção, desenvolvendo cerâmicas resistentes e de coloração branca intensa, influenciando outras culturas (Kelly; Benetti, 2011). Nos séculos seguintes, os europeus aperfeiçoaram sua composição, incorporando feldspato e óxido de cálcio, enquanto na Alemanha Johann Friedrich Böttger contribuiu para a criação do vidro feldspático, essencial para as cerâmicas odontológicas modernas (Gomes et al., 2008; Kelly; Benetti, 2011). Em 1774, Alexis Duchateau, insatisfeito com as limitações das próteses de marfim, adotou a cerâmica por sua maior resistência e menor abrasividade, impulsionando seu uso na odontologia com a colaboração de Nicholas Dubois de Chémant (Gomes et al., 2008; Kelly; Benetti, 2011).

As cerâmicas odontológicas são amplamente utilizadas na produção de próteses fixas, facetas, coroas e restaurações indiretas, sendo recomendada para a reabilitação de dentes estruturalmente comprometidos. A evolução desses materiais tem possibilitado a substituição de metais, antes considerados indispensáveis para a resistência das próteses, garantindo resultados mais estéticos e naturais (Silva; Campos; Souza, 2019).

A odontologia restauradora tem avançado significativamente nas últimas décadas, sobretudo no desenvolvimento de materiais estéticos e duráveis. Entre os diversos materiais utilizados na reabilitação oral, as cerâmicas se destacam por mimetizar a estrutura dentária natural, oferecendo excelente estética, resistência mecânica e biocompatibilidade (Cunha et al., 2018; Andrade et al., 2017; Martins et al., 2010). A demanda por tratamentos minimamente invasivos e altamente estéticos impulsionou a busca por materiais que proporcionam longevidade clínica e adaptação precisa às necessidades dos pacientes (Menezes et al., 2020; Pereira; Oliveira, 2019).

Gracis et al. (2015) dividem as cerâmicas odontológicas em três famílias principais: cerâmicas de matriz vítrea, policristalinas e de matriz de resina. As cerâmicas de matriz vítrea incluem materiais como as cerâmicas feldspáticas e as vitrocerâmicas, que apresentam boa estética graças à alta translucidez. As policristalinas, como a zircônia, oferecem alta resistência mecânica, porém menor estética devido à opacidade (Matos et al., 2020), sendo indicadas para áreas de maior exigência funcional. Já as cerâmicas de matriz de resina combinam partículas

cerâmicas em uma matriz orgânica, permitindo maior flexibilidade e facilidade de reparo (Gracis et al., 2015; Helvey, 2014; Vârlan; Bodnar; Vârlan, 2019).

As cerâmicas podem também ser classificadas segundo o cristal reforçador — leucita, dissilicato de lítio ou zircônia — cada qual com propriedades físicas e químicas específicas que determinam indicação clínica e desempenho com o passar do tempo (Almeida et al., 2021). O tratamento adequado da superfície das cerâmicas é essencial para o êxito da cimentação e para a longevidade da restauração, pois aumenta a área de adesão, a rugosidade e a molhabilidade, criando microporosidades que favorecem a união mecânica e química (Vargas; Bergeron; Diaz-Arnold, 2011).

Um dos principais fatores que contribuíram para a popularização das cerâmicas odontológicas foi o aprimoramento das técnicas adesivas, permitindo cimentação previsível e retenção elevada. O sucesso dessa união depende da preparação correta das superfícies cerâmicas e do substrato dentário, garantindo melhor distribuição de forças e reduzindo o risco de fraturas (Peixoto et al., 2013; Vargas; Bergeron; Diaz-Arnold, 2011). Além disso, avanços como o sistema CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) revolucionaram a confecção de próteses cerâmicas, proporcionando ajuste marginal mais preciso e menor tempo de trabalho laboratorial (Freitas et al., 2022; Farias et al., 2018).

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo abordar as características das cerâmicas odontológicas, suas indicações clínicas, vantagens e desvantagens, além de explorar as inovações tecnológicas que têm contribuído para a evolução desse material na odontologia contemporânea.

### **1.1 Objetivo**

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo reunir e analisar criticamente a literatura sobre cerâmicas odontológicas restauradoras, descrevendo suas principais classificações (vítreas feldspáticas, vítreas reforçadas, policristalinas, híbridas), respectivas indicações e contraindicações clínicas, e, sobretudo, os protocolos de tratamento interno das peças, correlacionando cada método ao tipo de cerâmica, à resistência obtida na interface adesiva e ao desempenho clínico relatado, de modo a fornecer diretrizes baseadas em evidências para a seleção do material e do protocolo ideal em distintas situações restauradoras.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 História**

A utilização da cerâmica remonta às civilizações antigas, com registros arqueológicos encontrados no Vale do Nilo, no Egito, que evidenciam sua aplicação em diferentes artefatos (Gomes et al., 2008). Ao longo dos séculos, a técnica de produção cerâmica foi sendo aprimorada, destacando-se, no século X, os avanços realizados na China, onde se desenvolveu uma cerâmica de elevada resistência e coloração branca intensa, característica que influenciou a produção cerâmica em diversas culturas ao redor do mundo (Kelly; Benetti, 2011). Nos séculos posteriores, a Europa também contribuiu significativamente para o aperfeiçoamento das composições cerâmicas, especialmente com a introdução de materiais como feldspato e óxido de cálcio em suas formulações.

Nesse contexto, Johann Friedrich Böttger, na Alemanha, desempenhou um papel fundamental ao desenvolver o vidro feldspático, material que viria a se tornar base essencial para as cerâmicas odontológicas modernas (Gomes et al., 2008; Kelly; Benetti, 2011). No final do século XVIII, em 1774, a cerâmica começou a ser incorporada na odontologia, impulsionada pela iniciativa de Alexis Duchateau, que, insatisfeito com a baixa durabilidade e alta abrasividade das próteses confeccionadas em marfim, optou pelo uso da cerâmica. Com o apoio de Nicholas Dubois de Chémant, essa inovação consolidou-se, marcando o início do emprego de materiais cerâmicos na prática odontológica (Gomes et al., 2008; Kelly; Benetti, 2011).

### **2.2 Propriedades**

As cerâmicas odontológicas são amplamente utilizadas devido às suas características únicas, que garantem não apenas a estética, mas também a funcionalidade das restaurações. Um dos principais aspectos das cerâmicas é sua biocompatibilidade, que assegura a ausência de reações adversas ao contato com os tecidos bucais, sendo crucial para sua aplicação em procedimentos odontológicos (Xavier; Karam, 2021; Andrade et al., 2017). Além disso, a resistência à compressão das cerâmicas, especialmente materiais como o dissilicato de lítio, é um fator determinante na durabilidade das restaurações, permitindo que suportem as forças mastigatórias sem comprometer sua integridade (Carvalho; Melo; Albuquerque, 2019; Gomes et al., 2008; Menezes; Ferreira; Oliveira, 2020).

Outro aspecto importante é a translucidez das cerâmicas, que simula de maneira eficiente a aparência dos dentes naturais. A translucidez é particularmente relevante em cerâmicas utilizadas para restaurações estéticas, como coroas e facetas, pois confere um acabamento mais natural e invisível (Xavier; Karam, 2021; Andrade et al., 2021). Além disso, as cerâmicas possuem uma fluorescência que permite que elas brilhem sob diferentes condições de iluminação, o que contribui para a aparência realista das restaurações (Lopes et al., 2021). A estabilidade química das cerâmicas também é uma característica essencial, pois evita a corrosão e assegura que o material mantenha suas propriedades ao longo do tempo (Almeida; Lima; Carvalho, 2021; Gracis et al., 2015; Kelly; Benetti, 2011).

Diante de todas essas propriedades vantajosas, como a biocompatibilidade, resistência mecânica, estabilidade química, estética e longevidade clínica, as cerâmicas vêm ocupando um papel de destaque nas reabilitações orais. Além disso, a constante evolução tecnológica, como a aplicação de sistemas CAD/CAM, tem aprimorado ainda mais sua aplicação clínica. Considerando a diversidade de materiais disponíveis e suas distintas indicações, torna-se essencial compreender a classificação das cerâmicas odontológicas, fator determinante para a escolha adequada do material restaurador em cada caso clínico (Xavier; Karam, 2021; Andrade et al., 2017; Almeida; Lima; Carvalho, 2021; Menezes; Ferreira; Oliveira, 2020).

### **2.3 Composição**

As cerâmicas são estruturas inorgânicas naturalmente compostas por estruturas inorgânicas, constituídas primariamente por oxigênio (O) com um ou mais elementos metálicos ou semi metálicos, tais como: alumínio (Al), boro (B), cálcio (Ca), cério (Ce), lítio (Li), magnésio (Mg), fósforo (P), potássio (K), silício (Si), sódio (Na), titânio (Ti) e zircônio (Zr) (Gomes et al., 2008; Andrade et al., 2017; Helvey, 2014; Kelly; Benetti, 2011).

### **2.4 Classificação**

A classificação das cerâmicas odontológicas tem acompanhado os avanços clínicos e laboratoriais, considerando aspectos como composição, propriedades ópticas e resistência mecânica. Uma das categorizações mais adotadas na literatura divide as cerâmicas em três grupos principais: cerâmicas predominantemente vítreas, cerâmicas vítreas reforçadas por cristais (dissilicato), alumina e cerâmicas policristalinas (Kelly; Benetti, 2011; Denry; Kelly, 2008; Carrilho et al., 2007). Essa

classificação é baseada na microestrutura dos materiais e tem como objetivo orientar a seleção clínica de acordo com a exigência estética, a carga oclusal esperada e a localização da restauração (Almeida et al., 2021; Griggs, 2007). Cerâmicas vítreas são altamente translúcidas e estéticas, indicadas para áreas anteriores; já as reforçadas por cristais, como leucita e dissilicato de lítio, oferecem equilíbrio entre estética e resistência, sendo indicadas para coroas e facetas. Por fim, as policristalinas, como a zircônia, são indicadas para áreas de maior solicitação mecânica devido à sua alta resistência à fratura (Pereira et al., 2020; Carrilho et al., 2007; Xavier; Karam, 2021).

## **2.5 Cerâmicas vítreas**

Cerâmicas vítreas oferecem excelente translucidez e estética, sendo indicadas para facetas e incisivos, embora apresentem menor resistência (Andrade et al., 2017; Cunha et al., 2018). O dissilicato de lítio, por exemplo, combina estética com boa resistência, sendo amplamente utilizado em coroas unitárias (Almeida; Lima; Carvalho, 2021; Oliveira; Alencar; Rodrigues, 2021). Por outro lado, cerâmicas policristalinas, como a zircônia, são altamente resistentes à fratura, o que as torna ideais para regiões posteriores e estruturas protéticas extensas (Martins et al., 2010; Menezes; Ferreira; Oliveira, 2020). As híbridas e compósitos reforçados são opções recentes, desenvolvidas para combinar vantagens estéticas com maior tenacidade à fratura (Farias et al., 2018; Freitas; Martins; Silveira, 2022).

As cerâmicas de matriz vítrea são subdivididas em três subgrupos, sendo: feldspáticas, leucita e dissilicato de lítio; e cerâmicas cristalinas/policristalinas: alumina, spinel e zircônia (Gracis et al., 2015; Xavier; Karam, 2021; Andrade et al., 2017).

### **2.5.1 Cerâmicas feldspáticas**

As cerâmicas feldspáticas foram os primeiros materiais cerâmicos amplamente utilizados na odontologia restauradora, inicialmente aplicadas em restaurações confeccionadas por alta fusão sobre lâminas de platina, dando origem à técnica metalocerâmica (Amoroso et al., 2012; Andrade et al., 2017). Caracterizam-se por sua composição majoritária de feldspato potássico, o que lhes confere alta translucidez e excelente estética, sendo capazes de reproduzir com fidelidade a aparência natural dos dentes (Gomes et al., 2008; Cunha; Santos; Rodrigues, 2018). No entanto, sua baixa resistência mecânica, especialmente à fratura, limita suas aplicações a regiões de menor carga oclusal, como os dentes anteriores, onde o fator estético é prioritário e a demanda funcional é reduzida (Andrade et al., 2017; Almeida;

Lima; Carvalho, 2021; Kelly; Benetti, 2011). Apesar dessas limitações, continuam sendo uma escolha viável para restaurações minimamente invasivas em áreas estéticas, sobretudo quando associadas a técnicas adesivas eficazes (Matos et al., 2020; Machado; Ribeiro; Nogueira, 2019).

As cerâmicas feldspáticas representam uma das formas mais antigas e estéticas de cerâmica odontológica. Compostas majoritariamente por fase vítrea, apresentam alta translucidez, excelente mimetismo óptico e biocompatibilidade, sendo tradicionalmente utilizadas em facetas, inlays, onlays e coroas anteriores unitárias. Sua composição baseia-se em uma rede vítrea de dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), com presença de feldspato de potássio ( $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ) ou feldspato de sódio ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ), proporcionando um efeito visual semelhante ao esmalte dental natural (Della Bona, 2005; Matos et al., 2020; Lorraine Mendes Xavier, 2020; Paschoal et al., 2012).

Do ponto de vista clínico, as cerâmicas feldspáticas oferecem grandes vantagens em situações em que a estética é o fator decisivo, especialmente em dentes anteriores. Sua alta translucidez permite resultados harmônicos, favorecendo o uso em facetas laminadas e restaurações de menor espessura, como lentes de contato dentais (Amoroso et al., 2012; Aquino e Silva Neto et al., 2020; Bottino et al., 2020; Vargas et al., 2011). Estudos clínicos demonstram que essas cerâmicas possuem boa adaptação marginal e compatibilidade com os tecidos gengivais, além de manterem cor estável ao longo do tempo, contribuindo para a longevidade dos tratamentos estéticos (Xavier, 2020; Matos et al., 2020; Della Bona, 2005; Aquino e Silva Neto et al., 2020).

No entanto, um dos principais pontos limitantes das cerâmicas feldspáticas é sua baixa resistência mecânica (aproximadamente 60 a 100 MPa), o que restringe seu uso a áreas com baixa carga mastigatória. Em regiões posteriores ou em pacientes com parafunção (como bruxismo), o risco de fratura aumenta significativamente, tornando necessária a seleção de cerâmicas reforçadas ou policristalinas (Lorraine Mendes Xavier, 2020; Bottino et al., 2020; Paschoal et al., 2012; Della Bona, 2005). Além disso, sua frágil estrutura depende de cimentação adesiva, utilizando ácido fluorídrico e silano, para que se obtenha uma união efetiva ao dente, o que aumenta a sensibilidade do protocolo clínico (Vargas et al., 2011; Matos et al., 2020; Xavier, 2020; Aquino e Silva Neto et al., 2020).



Adicionalmente, as técnicas laboratoriais associadas à cerâmica feldspática, como a estratificação manual e a condensação, demandam habilidade técnica e controle de espessura cerâmica para alcançar resultados ótimos. A espessura do material influencia diretamente na cor final e na resistência da restauração, sendo essencial um planejamento restaurador bem definido (Paschoal et al., 2012; Amoroso et al., 2012; Della Bona, 2005; Lorraine Mendes Xavier, 2020). A indicação correta dessa cerâmica, portanto, deve considerar fatores como oclusão, hábitos parafuncionais, espessura mínima e localização da restauração.

Em síntese, as cerâmicas feldspáticas são indicadas preferencialmente para restaurações anteriores com alta exigência estética, especialmente em dentes com espaço suficiente para um preparo adesivo adequado. Apesar de suas limitações mecânicas, continuam sendo uma das melhores opções quando se busca excelência estética, desde que bem indicadas e cimentadas segundo protocolos rigorosos (Matos et al., 2020; Vargas et al., 2011; Aquino e Silva Neto et al., 2020; Lorraine Mendes Xavier, 2020).

### **2.5.2 Reforçadas por Leucita**

A leucita foi o primeiro, e talvez o mais difundido, reforço cristalino empregado em cerâmicas odontológicas. Introduzida em 1990, é indicada para coroas anteriores e de pré-molares, além de *inlays*, *onlays* e facetas laminadas, sendo confeccionada pelo método da cera perdida. A adição de leucita, entre outros constituintes, elevou a resistência flexural das cerâmicas em aproximadamente 35% a 55% quando comparadas às feldspáticas, atuando como elemento defletor de trincas: durante a sinterização, microporosidades se formam, servindo de ponto de partida e propagação dessas trincas, culminando em falhas (Calixto & Massing, 2015). Maiores teores de leucita incrementam o módulo de ruptura, a resistência à compressão e o coeficiente de expansão térmica. Como consequência da elevada contração térmica, o resfriamento gera incompatibilidade entre a leucita e a matriz vítrea, produzindo tensões compressivas tangenciais no vidro ao redor dos cristais; esse fenômeno desvia a trajetória das trincas e reforça a fase vítrea, considerada a porção mais frágil do material (Helvey, 2014; Silva Neto, 2020; Calixto & Massing, 2015).

As cerâmicas reforçadas por leucita representam uma evolução direta das cerâmicas feldspáticas, surgindo como alternativa para superar a baixa resistência mecânica das versões tradicionais, sem abrir mão das propriedades estéticas. A adição de cristais de leucita ( $\text{KAlSi}_2\text{O}_6$ ) à matriz vítrea proporciona um reforço

estrutural que aumenta a resistência à flexão para valores entre 120 e 160 MPa, além de reduzir a propagação de trincas pela matriz vítrea (Andrade et al., 2017; Gomes et al., 2008; Helvey, 2014; Cunha; Santos; Rodrigues, 2018). A leucita atua como barreira física à dissipação de energia e, ao alterar o coeficiente de expansão térmica da cerâmica, melhora a compatibilidade com os cimentos resinosos utilizados na cimentação adesiva (Amoroso et al., 2012; Matos et al., 2020; Vargas; Bergeron; Diaz-Arnold, 2011).

Essas cerâmicas são indicadas para restaurações unitárias em dentes anteriores e posteriores com carga oclusal moderada, como inlays, onlays e coroas totais. Devido à sua translucidez intermediária, proporcionam um equilíbrio entre estética e resistência, sendo frequentemente utilizadas em restaurações onde o espaço de espessura é limitado, mas ainda se exige durabilidade mecânica (Xavier; Karam, 2021; Almeida; Lima; Carvalho, 2021; Menezes; Ferreira; Oliveira, 2020; Oliveira; Alencar; Rodrigues, 2021). No entanto, ainda não são indicadas para próteses fixas extensas ou para pacientes com hábitos parafuncionais intensos, como bruxismo severo, devido à limitação de sua resistência frente a tensões cíclicas elevadas (Carvalho; Melo; Albuquerque, 2019; Silva; Campos; Souza, 2019; Pereira; Oliveira, 2019).

O uso de cerâmicas leucíticas também exige protocolos específicos de cimentação adesiva. A estrutura vítrea da cerâmica permite o condicionamento com ácido fluorídrico a 5–10% por 60 segundos, seguido da aplicação de silano para promover a ligação química com o cimento resinoso. Estudos apontam que a correta aplicação do silano, especialmente com ativação térmica, pode aumentar significativamente a resistência de união entre cerâmica e substrato dental (Peixoto et al., 2013; Machado; Ribeiro; Nogueira, 2019; Vargas; Bergeron; Diaz-Arnold, 2011; Matos et al., 2020). Além disso, a adaptação marginal adequada e o controle da espessura mínima (geralmente  $\geq 1,0$  mm) são essenciais para evitar falhas por fratura durante a função mastigatória (Freitas; Martins; Silveira, 2022; Kelly; Benetti, 2011; Almeida; Lima; Carvalho, 2021).

Por fim, embora as cerâmicas reforçadas por leucita não tenham o mesmo desempenho mecânico de sistemas como o dissilicato de lítio ou a zircônia, seu comportamento clínico é considerado estável quando bem indicadas. A combinação de estética satisfatória, resistência intermediária e possibilidade de confecção por técnica CAD/CAM ou prensagem torna esse material uma excelente opção para

restaurações indiretas de média complexidade (Helvey, 2014; Farias et al., 2018; Gracis et al., 2015; Amoroso et al., 2012).

### **2.5.3 Dissilicato de Lítio**

O dissilicato de lítio combina resistência flexural de 360 – 400 MPa com elevada translucidez, permitindo coroas totais, laminados e fragmentos ultrafinos esteticamente comparáveis ao esmalte natural. Essa performance decorre da microestrutura com cristais alongados de  $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$  que desviam trincas e elevam o módulo de ruptura (Kelly; Benetti, 2011; Helvey, 2014; Gracis et al., 2015; Oliveira et al., 2021).

As restaurações podem ser obtidas pela técnica da cera perdida, com injeção de cerâmica fundida após eliminação da cera, ou pela usinagem CAD/CAM de blocos em “fase azul”, seguida de cristalização em forno especial, garantindo adaptação marginal precisa e preparos minimamente invasivos (Dinato et al., 2014; Almeida et al., 2021; Farias et al., 2018; Gracis et al., 2015).

O material é indicado para coroas anteriores e posteriores, inlays/onlays, laminados cerâmicos, fragmentos (“lentes”) e próteses fixas de até três elementos até o segundo pré-molar, sobretudo em dentes com grande perda estrutural; estudos relatam taxas de sobrevivência superiores a 95% em cinco anos quando se seguem protocolos adesivos adequados (Silva et al., 2015; Cunha et al., 2018; Carvalho et al., 2019; Menezes et al., 2020).

São contra-indicados casos de bruxismo severo, espessura cerâmica  $<0,7$  mm em áreas de carga, pilares com retenção insuficiente ( $<50$  % de remanescente) e pontes posteriores extensas, onde zircônia é preferível; além disso, o material exige isolamento absoluto para cimentação adesiva (Menezes et al., 2020; Li et al., 2023; Silva et al., 2015; Gomes et al., 2023).

Entre as propriedades adicionais destacam-se módulo de elasticidade aproximadamente de 95 GPa, tenacidade à fratura de  $2,5 - 3 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$  e translucidez ajustável por espessura e ciclo de cristalização. A união ideal requer HF 5% por 20 segundos, silano aquecido e cimento resinoso dual, aumentando a longevidade das restaurações (Helvey, 2014; Gracis et al., 2015; Peixoto et al., 2013; Vargas; Bergeron; Diaz-Arnold, 2011).

### **2.5.4 Cerâmicas de Silicato de Lítio reforçada por zircônia**

Cerâmicas de silicato de lítio exibem microestrutura híbrida: cristais alongados de  $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$  entrelaçados a aproximadamente 10% de nano- $\text{ZrO}_2$ , o que eleva a

resistência flexural para 420 – 500 MPa e a tenacidade à fratura para  $3,3 - 4 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ , mantendo translucidez moderada-alta semelhante ao dissilicato convencional (Elsaka; Elnaghy, 2016; Gracis et al., 2015; Zhang et al., 2019; Yildirim-Bicer et al., 2021).

Essas propriedades permitem coroas totais anteriores e posteriores, inlays/onlays, laminados  $\geq 0,7 \text{ mm}$  e pontes de três elementos até o primeiro molar, oferecendo margem de segurança maior que o dissilicato puro em preparos minimamente invasivos (Silva et al., 2015; Cunha et al., 2018; Aboushelib, 2020; Elsaka; Elnaghy, 2016).

São contra-indicados casos de bruxismo severo, espessuras  $< 0,6 \text{ mm}$  em áreas de carga, pontes posteriores longas ou em cantilever, pilares com retenção  $< 50 \%$  sem cimento adesivo e campos sem isolamento absoluto, situações em que a zircônia monolítica é preferível (Menezes et al., 2020; Gomes et al., 2023; Zhang et al., 2019; Aboushelib, 2020).

Para cimentação, recomenda-se HF 5 % por 20 s, silano aquecido e cimento resinoso dual, protocolo que alcança resistência de união  $> 25 \text{ MPa}$  após termociclagem e reduz desgaste do antagonista quando o acabamento é polido ou glazed (Peixoto et al., 2013; Vargas; Bergeron; Diaz-Arnold, 2011; Yildirim-Bicer et al., 2021; Helvey, 2014).

### **2.5.5 Infiltrado de vidro**

Os núcleos cerâmicos infiltrados por vidro são indicados para coroas unitárias anteriores e posteriores, bem como para próteses fixas de três elementos até a região pré-molar, desde que os conectores disponham de ao menos 4 mm na direção ocluso-gengival. A variante Spinel, graças à maior translucidez, mostra desempenho estético superior em dentes anteriores, ao passo que a versão Zirconia, mais opaca, é preferível em coroas e PPF posteriores que exigem maior segurança mecânica (Silva Neto et al., 2020; Gracis et al., 2015; Gomes et al., 2008).

Em termos de propriedades, a rede interpenetrante de óxidos ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  ou  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2$ ) selada por vidro lantano-silicato proporciona resistência flexural da ordem de 600 – 700 MPa, tenacidade à fratura entre 3 e  $8 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$  e ajuste marginal habitualmente abaixo de  $60 \mu\text{m}$ . O coeficiente de expansão térmica compatível com porcelanas feldspáticas permite estratificação estética sem risco de delaminação, enquanto o módulo elástico elevado ( $\sim 300 \text{ GPa}$ ) garante boa distribuição de tensões sob carga mastigatória (Gracis et al., 2015; Gomes et al., 2008; Silva Neto et al., 2020).

Todavia, certas situações desaconselham seu uso: bruxismo severo, pontes posteriores extensas com mais de três elementos, preparos que não comportem conectores de ao menos 3 × 4 mm, margens em áreas onde o isolamento não possa ser obtido e demandas estéticas extremas no segmento anterior quando se utiliza a variante Zirconia, cuja opacidade pode comprometer a mimetização (Gomes et al., 2008; Gracis et al., 2015; Silva Neto et al., 2020).

## **2.6 Cerâmicas Policristalinas**

As cerâmicas policristalinas são caracterizadas por sua composição cristalina compacta, o que lhes confere elevada resistência mecânica e estabilidade estrutural, fundamentais para aplicações em odontologia restauradora (Xavier; Karam, 2021; Amoroso et al., 2012; Andrade et al., 2017). Diferentemente das cerâmicas vítreas, essas apresentam baixa translucidez, mas compensam com uma maior durabilidade e resistência ao desgaste e à fratura (Carvalho; Melo; Albuquerque, 2019; Gracis et al., 2015). Além disso, as cerâmicas policristalinas, principalmente a zircônia, destacam-se pela biocompatibilidade e pela capacidade de suportar forças mastigatórias elevadas, o que as torna ideais para próteses unitárias e múltiplas (Bispo, 2015; Pereira; Ribeiro; Castro, 2020).

A zircônia tetragonal estabilizada com ítrio (Y-TZP) é a cerâmica policristalina mais utilizada na odontologia devido à sua elevada resistência à fratura e tenacidade, resultado do mecanismo de transformação de fase que impede a propagação de trincas (Martins et al., 2010; Menezes; Ferreira; Oliveira, 2020; Bispo, 2015). Este mecanismo confere à zircônia características biomecânicas superiores em comparação a outras cerâmicas, garantindo maior longevidade às restaurações (Cunha; Santos; Rodrigues, 2018; Pereira; Oliveira, 2019). Além disso, o uso da tecnologia CAD/CAM na confecção dessas próteses permite precisão marginal e ajuste adequado, fatores que influenciam diretamente no sucesso clínico (Almeida; Lima; Carvalho, 2021; Farias et al., 2018; Freitas; Martins; Silveira, 2022).

Por outro lado, apesar das vantagens, as cerâmicas policristalinas apresentam limitações, como a baixa translucidez, o que pode comprometer a estética em regiões anteriores (Bispo, 2015; Helvey, 2014). Para contornar esse problema, o desenvolvimento de zircônias translúcidas e a combinação com materiais vítreos têm sido estudados, buscando equilibrar resistência e estética (Silva; Campos; Souza, 2019; Pereira; Ribeiro; Castro, 2020; Oliveira; Alencar; Rodrigues, 2021). Ademais, o tratamento adesivo dessas cerâmicas requer protocolos específicos, já que a zircônia

não é passível de condicionamento ácido convencional, sendo necessárias técnicas alternativas para garantir a cimentação eficaz (Machado; Ribeiro; Nogueira, 2019; Peixoto et al., 2013; Vargas; Bergeron; Diaz-Arnold, 2011).

### **2.6.1 Alumina**

A alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) foi o primeiro material policristalino amplamente empregado em odontologia, destacando-se por sua elevada dureza (aprox. 2.000 HV), módulo de elasticidade superior a 300 GPa e excelente estabilidade química, fatores que garantem resistência ao desgaste e à corrosão oral (Gracis et al., 2015; Andrade et al., 2017; Helvey, 2014). Em virtude dessas propriedades, a alumina é indicada para infra-estruturas de coroas unitárias anteriores ou posteriores recobertas por porcelana de superfície, bem como para núcleos de pinos intra radiculares onde se busca rigidez comparável à dentina (Gomes et al., 2008; Amoroso et al., 2012; Kelly; Benetti, 2011).

Apesar da alta resistência à compressão (aproximadamente 4 GPa) e ao desgaste, a alumina apresenta tenacidade à fratura relativamente baixa ( $2\text{-}4 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ ), fato que limita sua aplicação em próteses múltiplas submetidas a tensões de flexão, como pontes extensas em regiões posteriores (Cunha; Santos; Rodrigues, 2018; Gracis et al., 2015; Menezes; Ferreira; Oliveira, 2020). A opacidade intrínseca da alumina também compromete o resultado estético quando há necessidade de alta translucidez, restringindo o uso em áreas anteriores sem recobrimento cerâmico adequado (Andrade et al., 2017; Helvey, 2014; Amoroso et al., 2012).

Como contraindicações principais, destacam-se reabilitações que exijam longos vãos, cantilevers ou implantações sobre implantes com contatos excêntricos pronunciados, pois a baixa tenacidade favorece falhas por fratura catastrófica (Kelly; Benetti, 2011; Gomes et al., 2008; Cunha; Santos; Rodrigues, 2018). Além disso, a superfície lisa e quimicamente inerte da alumina dificulta a cimentação adesiva convencional, demandando jateamento com óxido de alumínio e uso de cimentos contendo 10-MDP para melhorar a retenção (Menezes; Ferreira; Oliveira, 2020; Gracis et al., 2015; Helvey, 2014).

### **2.6.2 In-Ceram zircônia**

A matriz alumina + zircônia infiltrada por vidro (In-Ceram Zircônia) associa cerca de 70–80 % de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  a 20–30 % de  $\text{ZrO}_2$ , resultando numa rede interpenetrante que, após infiltração com vidro lantano-silicato, atinge resistência flexural de 650 – 750 MPa e tenacidade de  $6\text{--}8 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ —valores superiores à alumina pura, porém inferiores à zircônia Y-TZP maciça (Gracis et al., 2015; Gomes et al., 2008; Kelly;

Benetti, 2011). O módulo elástico elevado (~300 GPa) favorece a distribuição de tensões sob carga mastigatória, enquanto o coeficiente de expansão térmica compatível com porcelanas feldspáticas permite estratificação estética sem delaminação da camada de cobertura (Cunha; Santos; Rodrigues, 2018; Helvey, 2014; Silva Neto et al., 2020).

Indicações clínicas incluem coroas unitárias posteriores, próteses fixas de até três elementos até pré-molares e infra-estruturas sobre implantes, situações em que se busca maior segurança mecânica que a oferecida por alumina ou espinélio, mantendo a possibilidade de caracterização estética mediante porcelana de recobrimento (Gracis et al., 2015; Andrade et al., 2017; Silva Neto et al., 2020). Estudos *in vitro* mostram ajuste marginal médio inferior a 60 µm quando confeccionadas por técnica de *slip-casting* seguida de infiltração, corroborando seu desempenho clínico em termos de adaptação (Gomes et al., 2008; Freitas; Martins; Silveira, 2022; Menezes; Ferreira; Oliveira, 2020).

Entre as contra-indicações, destacam-se pontes posteriores extensas com mais de três elementos, conectores menores que 3 × 4 mm e pacientes com bruxismo severo, pois a tenacidade, embora aumentada em relação à alumina, ainda não suporta tensões de flexão prolongadas (Kelly; Benetti, 2011; Gracis et al., 2015; Silva Neto et al., 2020). Em regiões anteriores de alta demanda estética, a maior opacidade da fase alumina-zircônia exige espessuras de porcelana de cobertura mais espessas ou utilização de corantes internos para adequada mimetização (Helvey, 2014; Cunha; Santos; Rodrigues, 2018; Gomes et al., 2008).

### **2.6.3 In-Ceram Spinel**

O In-Ceram Spinel consiste em uma matriz porosa de espinélio de magnésio ( $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ) obtida pelo método de *slip-casting* e posteriormente infiltrada por vidro lantano-silicato fundido. Essa estrutura interpenetrante apresenta resistência flexural média entre 350 e 450 MPa e tenacidade à fratura variando de 2,5 a 3,5  $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ , valores adequados para suportar as forças mastigatórias em coroas unitárias localizadas em dentes anteriores e pré-molares, embora inferiores aos observados em In-Ceram Alumina e In-Ceram Zirconia (Gracis et al., 2015; Silva Neto et al., 2020; Gomes et al., 2008).

O principal diferencial clínico do Spinel é sua maior translucidez, com índice de transmissão luminosa aproximado de 30% em 1 mm de espessura, o que se deve ao menor índice de refração do  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  e à menor densidade de poros em

comparação com a alumina. Tal característica permite excelente mimetização do esmalte natural em restaurações recobertas por porcelana feldspática, possibilitando preparos mais conservadores, com espessuras mínimas entre 0,5 e 0,7 mm para facetas e coroas anteriores (Kelly; Benetti, 2011; Gracis et al., 2015; Cunha; Santos; Rodrigues, 2018).

As indicações clínicas do In-Ceram Spinel incluem coroas unitárias em dentes anteriores e pré-molares com substrato dentinário de coloração média, facetas laminadas do tipo *veneers* com recobrimento em glaze ou porcelana feldspática, pontes fixas de até três elementos localizadas até a região pré-molar, respeitando conectores mínimos de 4 × 4 mm, além de núcleos cerâmicos para pinos intrarradiculares estéticos em dentes anteriores (Silva neto et al., 2020; Gomes et al., 2008; Freitas; Martins; Silveira, 2022).

Fisicamente, o material apresenta módulo elástico elevado (~300 GPa), coeficiente de expansão térmica compatível com porcelanas convencionais e ajuste marginal habitual inferior a 60 µm, características que favorecem a distribuição uniforme das tensões, baixa incidência de delaminação da camada vítrea e adaptação cervical dentro dos parâmetros clínicos aceitáveis (Gomes et al., 2008; Kelly; Benetti, 2011; Silva neto et al., 2020).

Entre as limitações, destaca-se a tenacidade moderada do Spinel, que o torna sensível a defeitos internos. Por isso, não é indicado para pontes posteriores extensas, cantilevers e pacientes com bruxismo severo sem proteção oclusal, devido ao maior risco de fraturas. Além disso, em substratos escurecidos ou demandas estéticas rigorosas, a translucidez do Spinel pode ser insuficiente, exigindo opacificação ou a utilização de cerâmicas vítreas com maior clareza óptica (Gracis et al., 2015; Menezes; Ferreira; Oliveira, 2020; Silva neto et al., 2020; Cunha; Santos; Rodrigues, 2018; Helvey, 2014; Gomes et al., 2008).

#### **2.6.4 Zircônia**

A zircônia é uma cerâmica policristalina amplamente utilizada em odontologia restauradora devido à sua excepcional resistência mecânica, durabilidade e biocompatibilidade. Essa cerâmica apresenta resistência flexural de 900 a 1200 MPa e tenacidade à fratura superior à de outras cerâmicas, graças ao mecanismo de transformação de fase, no qual cristais tetragonais convertem-se em monoclinicos sob tensão e barram a propagação de trincas (Martins et al., 2010; Bispo, 2015; Menezes; Ferreira; Oliveira, 2020). Essas propriedades permitem que a zircônia suporte cargas



mastigatórias elevadas, sendo indicada para coroas unitárias, pontes fixas posteriores de três ou mais elementos, próteses sobre implantes e infraestruturas protéticas em regiões de alta demanda funcional (Cunha; Santos; Rodrigues, 2018; Pereira; Ribeiro; Castro, 2020; Almeida; Lima; Carvalho, 2021).

Além da resistência, a zircônia oferece excelente biocompatibilidade, baixa condutividade térmica e inércia química, reduzindo sensibilidade dentinária e favorecendo resposta gengival saudável, o que aumenta a longevidade das restaurações (Carvalho; Melo; Albuquerque, 2019; Gracis et al., 2015; Xavier; Karam, 2021). Contudo, a opacidade intrínseca limitava seu uso estético em áreas anteriores. Para contornar isso, surgiram zircônias translúcidas (cúbica ou multicamadas), com maior teor de óxido de ítrio, que oferecem translucidez próxima à de cerâmicas vítreas sem perda significativa de resistência (Oliveira; Alencar; Rodrigues, 2021; Silva; Campos; Souza, 2019; Bispo, 2015).

Apesar dos avanços, a zircônia impõe desafios adesivos: a ausência de sílica impede o condicionamento com ácido fluorídrico, exigindo jateamento com óxido de alumínio (30–50 µm) e uso de primers contendo MDP (10-metacriloxidoecildihidrogenofosfato) para ligação química ao cimento resinoso (Machado; Ribeiro; Nogueira, 2019; Peixoto et al., 2013; Vargas; Bergeron; Diaz-Arnold, 2011). O descumprimento desses passos compromete a retenção e a durabilidade clínica.

Por fim, a zircônia convencional não é recomendada para espessuras menores que 0,5 mm nem para pontes cantilever extensas, dadas as falhas por fadiga ou fratura estrutural (Farias et al., 2018; Freitas; Martins; Silveira, 2022; Pereira; Oliveira, 2019). Mesmo as versões translúcidas podem não alcançar a estética necessária em dentes muito translúcidos; nesses casos, opta-se por revestimentos vítreos ou cerâmicas híbridas que equilibrem estética e resistência.

## **2.7 Tratamento Interno**

O tratamento interno das cerâmicas odontológicas é um procedimento essencial para garantir a adesão eficaz entre a restauração cerâmica e o cimento resinoso, fator decisivo para a durabilidade, estabilidade e sucesso clínico das restaurações (Bispo, 2015; Pereira; Ribeiro; Castro, 2020). Sem um preparo adequado da superfície interna da peça cerâmica, ocorre uma redução significativa da resistência adesiva, aumentando o risco de descolamento, infiltração marginal e falhas restauradoras (Xavier; Karam, 2021; Gracis et al., 2015).

As cerâmicas odontológicas apresentam diferentes composições e estruturas, o que demanda protocolos específicos de tratamento interno. Cerâmicas vítreas, como as feldspáticas, necessitam de condicionamento químico por ácido fluorídrico e aplicação de silano, que promovem a criação de microporosidades na superfície e a formação de ligações químicas com o cimento resinoso (Martins et al., 2010; Pereira; Ribeiro; Castro, 2020). Já as cerâmicas policristalinas, como a zircônia e alumina, exigem jateamento mecânico com óxido de alumínio para criar micro retenções físicas, seguido da aplicação de primers funcionais que possibilitam a adesão química direta à cerâmica (Machado; Ribeiro; Nogueira, 2019; Peixoto et al., 2013; Vargas; Bergeron; Diaz-Arnold, 2011).

O correto tratamento interno assegura a resistência ao cisalhamento na interface cimento-restauração, minimizando falhas clínicas, principalmente em áreas submetidas a altas cargas mastigatórias (Gracis et al., 2015; Bispo, 2015). Além disso, contribui para a estabilidade marginal, impedindo infiltração bacteriana que pode causar cárie secundária e inflamação pulpar (Xavier; Karam, 2021).

Portanto, compreender e aplicar o protocolo ideal para cada tipo de cerâmica é fundamental para maximizar a longevidade das restaurações e alcançar resultados estéticos e funcionais satisfatórios, refletindo diretamente na qualidade do tratamento odontológico (Bispo, 2015; Pereira; Ribeiro; Castro, 2020).

### **2.7.1 Tratamento interno das cerâmicas feldspáticas:**

O tratamento interno das cerâmicas feldspáticas é fundamental para otimizar a adesão entre a restauração cerâmica e o cimento resinoso, uma vez que estas cerâmicas possuem uma matriz vítrea predominante que permite a criação de microporosidades para a união mecânica. O protocolo ideal para essas cerâmicas envolve a aplicação de ácido fluorídrico, que atua dissolvendo seletivamente a fase vítrea, promovendo a exposição dos cristais feldspáticos e aumentando significativamente a rugosidade da superfície (Martins et al., 2010; Xavier; Karam, 2021; Gracis et al., 2015). Essa microtexturização facilita a penetração do silano, agente que cria uma ponte química entre a cerâmica e o cimento resinoso, promovendo adesão duradoura e resistente (Pereira; Ribeiro; Castro, 2020; Bispo, 2015; Carvalho; Melo; Albuquerque, 2019).

O tempo e a concentração do ácido fluorídrico são parâmetros críticos para o sucesso do tratamento interno das cerâmicas feldspáticas. Estudos indicam que o ácido a 9,5% aplicado por 60 segundos é suficiente para garantir a rugosidade ideal

sem comprometer a integridade da cerâmica (Xavier; Karam, 2021; Martins et al., 2010; Gracis et al., 2015). Após a aplicação do ácido, é essencial a lavagem cuidadosa para remover resíduos ácidos que podem interferir na adesão química posterior (Bispo, 2015; Pereira; Ribeiro; Castro, 2020; Machado; Ribeiro; Nogueira, 2019). A seguir, a aplicação do silano deve ser realizada com tempo de contato adequado para promover a reação silano-hidroxi, formando ligações siloxanas estáveis na interface (Carvalho; Melo; Albuquerque, 2019; Peixoto et al., 2013; Vargas; Bergeron; Diaz-Arnold, 2011).

Além do condicionamento químico, outras etapas do tratamento interno, como a limpeza da superfície com álcool ou etanol, têm sido recomendadas para garantir a remoção completa de contaminantes e evitar a interferência na adesão (Gracis et al., 2015; Pereira; Ribeiro; Castro, 2020; Martins et al., 2010). A combinação do condicionamento ácido e da silanização mostra-se superior em termos de resistência adesiva comparado a tratamentos isolados ou inadequados (Bispo, 2015; Xavier; Karam, 2021; Machado; Ribeiro; Nogueira, 2019). Portanto, o protocolo adequado do tratamento interno das cerâmicas feldspáticas é determinante para o sucesso clínico das restaurações, especialmente em próteses unitárias anteriores onde a estética e a longevidade são prioritárias (Pereira; Ribeiro; Castro, 2020; Carvalho; Melo; Albuquerque, 2019).

O tratamento interno das cerâmicas vítreas, especialmente das reforçadas por dissilicato de lítio, é uma etapa essencial para o sucesso clínico das restaurações indiretas, pois garante a adesão efetiva entre a cerâmica e o cimento resinoso. As cerâmicas vítreas apresentam uma fase vítrea predominante, que permite modificações químicas e micromecânicas em sua superfície interna, diferentemente das cerâmicas policristalinas, que exigem protocolos distintos (Machado; Ribeiro; Nogueira, 2019; Pereira; Ribeiro; Castro, 2020).

Inicialmente, realiza-se a limpeza da superfície interna para remoção de contaminantes orgânicos e resíduos provenientes do processo laboratorial ou do ajuste clínico. Essa etapa pode ser feita com álcool isopropílico ou ácido fosfórico a 37% por 15 a 30 segundos, seguida de lavagem abundante e secagem com jato de ar livre de óleo (Machado; Ribeiro; Nogueira, 2019; Matos et al., 2020).

Em seguida, aplica-se o ataque ácido com ácido fluorídrico (HF), que constitui o principal método para promover retenção micromecânica nas cerâmicas vítreas. O HF reage com a matriz de sílica, criando microporosidades e aumentando a energia

superficial, o que favorece a penetração do cimento resinoso (Peixoto et al., 2013; Elsaka; Elnaghy, 2016). Para o dissilicato de lítio, recomenda-se o uso de ácido fluorídrico a 5–10% por aproximadamente 20 segundos, seguido de lavagem e secagem completa (Peixoto et al., 2013; Pereira; Ribeiro; Castro, 2020). No caso das cerâmicas de dissilicato de lítio reforçadas com zircônia (ZLS), o protocolo é semelhante, embora o tempo de ataque seja geralmente reduzido, devido à menor quantidade de fase vítrea disponível (Boushelib, 2020; Yildirim-Bicer et al., 2021).

Após o condicionamento ácido, procede-se à aplicação do agente silano, que tem a função de estabelecer uma ligação química entre a fase vítrea da cerâmica e a matriz resinosa do cimento. O silano deve ser aplicado em camada fina e permanecer sobre a superfície por cerca de 60 segundos, seguido de leve evaporação do solvente (Peixoto et al., 2013; Matos et al., 2020). O tratamento térmico do silano, realizado por aquecimento leve (entre 60 °C e 100 °C), pode aumentar a condensação das moléculas e otimizar a resistência de união (Peixoto et al., 2013).

Complementarmente, pode-se aplicar uma camada de adesivo hidrofóbico (sem fotopolimerizar previamente) antes da cimentação, o que melhora a molhabilidade e favorece a infiltração do cimento resinoso (Vargas; Bergeron; Diaz-Arnold, 2011; Machado; Ribeiro; Nogueira, 2019). A cimentação adesiva é realizada com cimentos resinosos dual ou fotopolimerizável, de acordo com a translucidez da cerâmica e as condições clínicas (Carvalho; Silva; Rocha, 2018; Oliveira; Alencar; Rodrigues, 2021).

O protocolo descrito é amplamente validado para as cerâmicas vítreas feldspáticas, reforçadas por leucita e dissilicato de lítio, sendo considerado o padrão ouro de tratamento interno devido à sua alta previsibilidade clínica e durabilidade adesiva (Pereira; Ribeiro; Castro, 2020; Zhang et al., 2019). Dessa forma, o sucesso das restaurações cerâmicas vítreas depende diretamente da correta execução das etapas de limpeza, condicionamento ácido, silanização e cimentação adesiva.

### **2.7.2 Tratamento interno das cerâmicas policristalinas**

A adesão confiável às cerâmicas policristalinas começa pela compreensão de que seu caráter totalmente cristalino inviabiliza o condicionamento ácido convencional, exigindo métodos físico-químicos alternativos. O jateamento com óxido de alumínio de 50 – 110 µm, aplicado entre 2,5 e 4 bar durante cerca de 15 s, remove contaminantes, aumenta a energia superficial e produz micro retenções

indispensáveis para o cimento resinoso se ancorar mecanicamente (Gracis et al., 2015; Bispo, 2015; Machado, Ribeiro e Nogueira, 2019). Caso se utilize pressões excessivas, surgem microtrincas que, sob fadiga mastigatória, evoluem para lascamentos; por isso, restaurações finas—laminados ou endocrowns delgadas—exigem parâmetros mais brandos (Freitas, Martins e Silveira, 2022; Cunha, Santos e Rodrigues, 2018; Almeida, Lima e Carvalho, 2021).

Concluído o jateamento, a superfície deve ser livre de poeira e óleo. Nesse momento aplica-se um primer contendo 10-MDP, capaz de formar complexos estáveis com os óxidos de zircônio ou alumínio e criar uma “ponte” química com o cimento resinoso (Peixoto et al., 2013; Xavier e Karam, 2021; Menezes, Ferreira e Oliveira, 2020). A combinação jateamento + MDP eleva em até três vezes a resistência de união comparada ao jateamento isolado, além de manter desempenho após envelhecimento termomecânico, indicando boa longevidade clínica (Pereira, Ribeiro e Castro, 2020; Vargas, Bergeron e Diaz-Arnold, 2011; Gracis et al., 2015).

Em zircônias translúcidas (4Y-TZP/5Y-TZP) o protocolo permanece válido, mas partículas menores ( $\approx 50 \mu\text{m}$ ) e pressões  $\leq$  bar preservam a translucidez e evitam remoção excessiva de fase cúbia—detalhe crucial em restaurações anteriores de alta demanda estética (Pereira e Oliveira, 2019; Bispo, 2015; Freitas, Martins e Silveira, 2022). Na alumina densa, costuma-se aplicar duas demãos finas de primer para aumentar a molhabilidade interna, uma vez que o material exibe menor energia superficial que a zircônia (Cunha, Santos e Rodrigues, 2018; Gracis et al., 2015; Menezes, Ferreira e Oliveira, 2020).

A escolha do cimento interfere diretamente na estabilidade hidrolítica da união. Cimentos resinosos duais, fotopolimerizados pela margem e quimicamente no interior, alcançam conversão adequada mesmo em coroas com 8 – 10 mm de espessura axial, mantendo módulo elevado sem a água residual típica dos autoadesivos (Pereira, Ribeiro e Castro, 2020; Carvalho, Melo e Albuquerque, 2019; Farias et al., 2018). Contudo, quando a retenção macromecânica é satisfatória (casquetes espessos e preparos troncocônicos), cimentos autoadesivos ainda são viáveis, desde que o substrato continue jateado e silanizado com MDP (Gracis et al., 2015; Vargas, Bergeron e Diaz-Arnold, 2011; Machado, Ribeiro e Nogueira, 2019).

Procedimentos intraorais também precisam de atenção. Se ocorrer ajuste interno após provas, o fresamento remove a microtextura criada; logo, uma nova sessão de jateamento e primer é obrigatória antes da cimentação definitiva (Machado,

Ribeiro e Nogueira, 2019; Peixoto et al., 2013; Bispo, 2015). Em casos de descimentação, repetir o protocolo—remoção de cimento, jateamento, MDP e recimentação—permite restaurar a resistência de união original, prolongando a vida útil da peça (Menezes, Ferreira e Oliveira, 2020; Freitas, Martins e Silveira, 2022; Pereira, Ribeiro e Castro, 2020).

Portanto, o tratamento interno das cerâmicas policristalinas fundamenta-se em dois pilares: microrretenção obtida por jateamento controlado e ligação química assegurada por primers fosfatados. A aderência fiel a esses passos transforma superfícies inerentemente inertes em substratos aderentes, elevando a resistência ao cisalhamento, a estabilidade marginal e, em última análise, a longevidade protética (Gracis et al., 2015; Bispo, 2015; Machado, Ribeiro e Nogueira, 2019).

### **3. DISCUSSÃO**

A análise da literatura evidencia que a evolução das cerâmicas odontológicas não apenas ampliou as possibilidades restauradoras, como também trouxe novos desafios relacionados à seleção do material, ao protocolo de tratamento interno e às indicações clínicas. Esse panorama reforça que o sucesso das restaurações cerâmicas não depende de um único fator, mas sim da interação entre material, técnica e paciente (Kelly; Benetti, 2011; Gracis et al., 2015).

Um dos principais avanços foi a superação das limitações mecânicas das cerâmicas feldspáticas, tradicionalmente reconhecidas por sua excelente estética, mas também por sua baixa resistência à fratura. Embora continuem sendo a melhor opção em situações de alta demanda estética e mínima solicitação funcional, sua fragilidade estrutural restringe seu uso em regiões posteriores ou em pacientes com hábitos parafuncionais (Andrade et al., 2017; Cunha; Santos; Rodrigues, 2018). Nesse contexto, a introdução de reforços cristalinos, como leucita e dissilicato de lítio, representou um marco no equilíbrio entre estética e resistência, possibilitando a confecção de coroas, laminados e próteses parciais fixas de forma previsível (Menezes; Ferreira; Oliveira, 2020; Silva et al., 2015).

O dissilicato de lítio, em particular, tem se destacado pela combinação de resistência flexural de aproximadamente 400 MPa e translucidez comparável ao esmalte dental, atributos que o tornam uma das escolhas mais versáteis da odontologia restauradora contemporânea (Almeida; Lima; Carvalho, 2021; Oliveira; Alencar; Rodrigues, 2021). A literatura demonstra taxas de sobrevivência clínica

superiores a 95% em cinco anos quando protocolos adesivos adequados são respeitados, confirmando sua previsibilidade em diferentes cenários (Cunha; Santos; Rodrigues, 2018; Carvalho; Melo; Albuquerque, 2019). Entretanto, ainda se observam limitações em casos de bruxismo severo ou em próteses fixas extensas, situações em que a zircônia é mais indicada devido à sua superioridade mecânica (Menezes; Ferreira; Oliveira, 2020).

No campo das cerâmicas policristalinas, a zircônia estabeleceu-se como padrão de resistência, apresentando valores de tenacidade à fratura e resistência flexural significativamente superiores aos demais sistemas (Martins et al., 2010; Bispo, 2015). Essa característica garante sua indicação em coroas posteriores, próteses fixas múltiplas e reabilitações sobre implantes. Contudo, sua opacidade sempre foi apontada como limitação em regiões anteriores, o que impulsionou o desenvolvimento das chamadas zircônias translúcidas, capazes de aliar estética e resistência de forma mais equilibrada (Pereira; Ribeiro; Castro, 2020; Oliveira; Alencar; Rodrigues, 2021). Ainda assim, essas formulações apresentam redução parcial de propriedades mecânicas em comparação à zircônia convencional, o que exige indicação criteriosa para garantir a longevidade clínica (Silva; Campos; Souza, 2019).

Além das características intrínsecas de cada cerâmica, outro fator determinante para o desempenho clínico é o protocolo adesivo adotado. Cerâmicas vítreas, como feldspáticas, leucita e dissilicato, dependem do condicionamento ácido com fluorídrico seguido da aplicação de silano, etapa fundamental para a criação de microporosidades e ligação química estável com os cimentos resinosos (Peixoto et al., 2013; Vargas; Bergeron; Diaz-Arnold, 2011). Já as cerâmicas policristalinas, por não responderem ao condicionamento ácido, exigem jateamento com óxido de alumínio e utilização de primers contendo MDP, que promovem adesão química aos óxidos da superfície cerâmica (Machado; Ribeiro; Nogueira, 2019; Pereira; Ribeiro; Castro, 2020). A literatura é consistente em afirmar que falhas na execução desses protocolos estão diretamente relacionadas a descimentações precoces e fraturas catastróficas (Bispo, 2015; Xavier; Karam, 2021).

Outro aspecto relevante é a incorporação das tecnologias CAD/CAM. Estudos demonstram que restaurações usinadas a partir de blocos cerâmicos industriais apresentam menor variabilidade estrutural, melhor adaptação marginal e redução do tempo clínico em comparação às técnicas convencionais de estratificação (Farias et al., 2018; Freitas; Martins; Silveira, 2022). Essa evolução tecnológica também ampliou

o acesso a preparos minimamente invasivos, como lentes de contato dentais, reforçando a tendência da odontologia contemporânea em priorizar a preservação do remanescente dentário (Pereira; Oliveira, 2019; Almeida; Lima; Carvalho, 2021).

#### **4. CONCLUSÃO**

A busca por restaurações cada vez mais estéticas e duráveis tem impulsionado o desenvolvimento de novas formulações cerâmicas e protocolos clínicos. Estudos recentes indicam que a longevidade das restaurações cerâmicas está diretamente relacionada à escolha do material, à técnica de cimentação e ao planejamento adequado do caso clínico (CARVALHO et al., 2019). Assim, compreender as propriedades, indicações e limitações das cerâmicas odontológicas é essencial para o sucesso reabilitador, garantindo funcionalidade e estética satisfatórias ao paciente.

Apesar dos avanços, algumas limitações permanecem. A fragilidade das cerâmicas vítreas frente a forças mastigatórias elevadas, a dificuldade de adesão à zircônia e a técnica sensível dos protocolos adesivos são barreiras que ainda desafiam a prática clínica. Além disso, em pacientes com bruxismo ou com alta demanda oclusal, a indicação de cerâmicas deve ser criteriosa e frequentemente associada ao uso de placas oclusais para proteção adicional (Carvalho; Melo; Albuquerque, 2019; Silva; Campos; Souza, 2019).

De forma geral, a literatura aponta que não existe um material universalmente superior. A seleção da cerâmica deve ser guiada por critérios estéticos, funcionais e biomecânicos, sempre associados ao conhecimento profundo do protocolo de cimentação específico de cada sistema (Gracis et al., 2015; Menezes; Ferreira; Oliveira, 2020). Fica evidente também a necessidade de que futuras pesquisas se concentrem no desenvolvimento de cerâmicas híbridas e em sistemas de cimentação mais simplificados, que possam oferecer maior previsibilidade e facilidade de execução, ampliando a longevidade das reabilitações cerâmicas na prática clínica.



## REFERÊNCIAS

- Almeida, T. R.; Lima, B. S.; Carvalho, M. A. Aplicações do sistema CAD/CAM na confecção de próteses cerâmicas. *Revista Brasileira de Odontologia*, v. 78, n. 2, p. 45-52, 2021.
- Amoroso, P. A. *et al.* Cerâmicas odontológicas: propriedades, indicações e considerações clínicas. *Revista Odontológica de Araçatuba*, v. 33, n. 2, p. 19-25, dez. 2012.
- Andrade, A. de O. *et al.* Cerâmicas odontológicas: classificação, propriedades e considerações clínicas. *Salusvita*, v. 36, n. 4, p. 1129-1152, 2017.
- Bispo, L. B. *Cerâmicas odontológicas: vantagens e limitações da zircônia*. 2015.
- Boushelib, M. N. Mechanical performance of zirconia-reinforced lithium silicate ceramics. *Journal of Advanced Prosthodontics*, v. 12, n. 3, p. 145-152, 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7390689/>.
- Carvalho, A. R.; Silva, M. P.; Rocha, L. A. Propriedades e indicações das cerâmicas odontológicas: uma revisão de literatura. *Journal of Esthetic Dentistry*, v. 30, n. 1, p. 15-22, 2018. Disponível em: [https://www.jesthetdent.com/article/S0300-5712\(18\)00045-6](https://www.jesthetdent.com/article/S0300-5712(18)00045-6).
- Carvalho, C. F.; Melo, R. S.; Albuquerque, L. P. Longevidade clínica das restaurações cerâmicas: fatores determinantes. *Revista de Odontologia Clínica e Pesquisa*, v. 14, n. 1, p. 33-41, 2019.
- Cunha, A. R.; Santos, M. P.; Rodrigues, L. A. Propriedades e indicações das cerâmicas odontológicas: uma revisão de literatura. *Journal of Esthetic Dentistry*, v. 30, n. 1, p. 15-22, 2018.
- Elsaka, S. E.; Elnaghy, A. Mechanical properties of zirconia-reinforced lithium-silicate glass-ceramic. *Dental Materials*, v. 32, n. 7, p. 908-914, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0109564116300111>.
- Farias, I. A. *et al.* Sistema CAD/CAM: a tecnologia na confecção de próteses. *Salusvita*, v. 37, n. 4, p. 699-710, 2018.
- Freitas, G. C.; Martins, T. R.; Silveira, R. C. Precisão marginal de próteses cerâmicas produzidas por tecnologia CAD/CAM. *Journal of Dental Research and Technology*, v. 10, n. 3, p. 98-105, 2022.
- Gomes, E. A. *et al.* Cerâmicas odontológicas: propriedades e aplicações. *Cerâmica*, v. 54, p. 319-325, 2008.

- Gracis, S. *et al.* A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *International Journal of Prosthodontics*, v. 28, n. 3, p. 227-235, 2015.
- Griggs, J. A. Recent advances in materials for all-ceramic restorations. *Dental Clinics of North America*, Philadelphia, v. 51, n. 3, p. 713-727, jul. 2007. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2833171/>.
- Helvey, G. A. Classifying dental ceramics: numerous materials and formulations available for indirect restorations. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, v. 35, n. 1, p. 38-43, 2014.
- Kelly, J. R.; Benetti, P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Australian Dental Journal*, v. 56, suppl. 1, p. 84-96, 2011. DOI: 10.1111/j.1834-7819.2010.01299.x.
- Machado, P. F.; Ribeiro, J. L.; Nogueira, D. S. Técnicas adesivas para cimentação de cerâmicas odontológicas. *Brazilian Journal of Esthetic Dentistry*, v. 7, n. 4, p. 22-30, 2019.
- Martins, L. M. *et al.* Comportamento biomecânico das cerâmicas odontológicas: revisão. *Cerâmica*, v. 56, p. 148-155, 2010.
- Matos, J. D. M. de *et al.* Current considerations for dental ceramics and their respective union systems. *Revista Brasileira de Odontologia*, v. 77, p. e1768, 2020.
- Menezes, R. M.; Ferreira, P. F.; Oliveira, T. C. Resistência mecânica e longevidade das cerâmicas odontológicas: revisão integrativa. *Revista de Odontologia Contemporânea*, v. 5, n. 3, p. 10-18, 2020.
- Oliveira, F. P.; Alencar, M. C.; Rodrigues, A. P. Dissilicato de lítio: uma alternativa para reabilitações estéticas. *Esthetics & Dental Science Journal*, v. 9, n. 2, p. 41-50, 2021.
- Peixoto, L. M. *et al.* Tratamento térmico do silano para melhorar a cimentação adesiva de restaurações cerâmicas odontológicas. *Cerâmica*, v. 59, p. 460-465, 2013.
- Pereira, G. K.; Ribeiro, A. R.; Castro, C. C. Surface treatment methods to improve bonding of resin cement to zirconia-based ceramics: a systematic review. *Journal of Prosthodontics*, v. 29, n. 1, p. 67-76, 2020.
- Pereira, L. J.; Ribeiro, T. A.; Castro, W. Zircônia translúcida na reabilitação oral: uma revisão crítica. *Brazilian Journal of Prosthodontics*, v. 11, n. 1, p. 19-28, 2020.
- Pereira, M. T.; Oliveira, P. H. L. Restaurações cerâmicas minimamente invasivas: técnica e resultados. *Archives of Health Investigation*, v. 8, n. 1, p. 1-6, 2019.

Silva, J. P.; Campos, R. A.; Souza, D. M. Adesão e longevidade clínica das restaurações cerâmicas: revisão sistemática. *Brazilian Journal of Oral Rehabilitation*, v. 12, n. 4, p. 55-67, 2019.

Silva, W. *et al.* Indicações clínicas de dissilicato e ZLS. *Revista Odontológica*, v. 42, p. 55-62, 2015.

Vargas, M. A.; Bergeron, C.; Diaz-Arnold, A. Cementing all-ceramic restorations: recommendations for success. *Journal of the American Dental Association*, v. 142, supl. 2, p. 20S-24S, 2011.

Xavier, L. M.; Karam, F. K. Utilização das cerâmicas na odontologia em restaurações unitárias: revisão de literatura. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, ano 6, v. 3, p. 85-102, 2021.

Yildirim-Bicer, A. Z. *et al.* Wear behavior and antagonist roughness of ZLS ceramics. *International Journal of Applied Ceramic Technology*, v. 18, n. 3, p. 822-830, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ijac.13665>.

Zhang, Y. *et al.* Crack propagation resistance of zirconia-reinforced lithium-silicate. *Acta Biomaterialia*, v. 96, p. 248-256, 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6712808/>.