

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
CAMPUS GOVERNADOR VALADARES  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

**Anna Paulla Silva Freire**

**Influência de cinco diferentes protocolos de polimento na superfície da zircônia monolítica multicamadas avaliando suas características ópticas – translucidez, contraste e opalescência**

Governador Valadares

2023

**Anna Paulla Silva Freire**

**Influência de cinco diferentes protocolos de polimento na superfície da zircônia monolítica multicamadas avaliando suas características ópticas - translucidez, contraste e opalescência**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Odontologia, do Instituto de Ciências da Vida, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Furtado de Carvalho

Governador Valadares

2023

Freire , Anna Paulla Silva .

Influência de cinco diferentes protocolos de polimento na superfície da zircônia monolítica multicamadas avaliando suas características ópticas – translucidez, contraste e opalescência / Anna Paulla Silva Freire . -- 2023. 37 p. : il.

Orientador: Rodrigo Furtado de Carvalho

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida - ICV, 2023.

1. Zircônia multicamadas . 2. Polimento . 3. Translucidez . 4. Contraste . 5. Opalescência . I. Carvalho , Rodrigo Furtado de , orient. II. Título.



## MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Anna Paulla Silva Freire

Influência de cinco protocolos de polimento na superfície da zircônia monolítica multicamadas avaliando suas características ópticas – translucidez, contraste e opalescência

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Odontologia, do Instituto de Ciências da Vida, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Odontologia.

Aprovada em 22 de Junho de 2023.

### BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rodrigo Furtado de Carvalho – Orientador(a)  
Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares

Prof. Dr. Aryvelto Miranda Silva  
Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares

Profa. Camilla Sthefany do Carmo Ribeiro  
Mestranda PPgCAS - UFJF/GV



Documento assinado eletronicamente por Rodrigo Furtado de Carvalho, Professor(a), em 22/06/2023, às 20:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Camilla Sthefany do Carmo Ribeiro, Usuário Externo, em 22/06/2023, às 20:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Aryvelto Miranda Silva, Professor(a), em 22/06/2023, às 20:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Uf ([www2.uf.br/SEI](http://www2.uf.br/SEI)) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador 1325265 e o código CRC 1E40A173.

22/06/2023 20:25 SEI/UFJF - 1325265 - GERAL 03:

Declaração [https://sei.ufjf.br/sei/controlador.php?acao=documento\\_imprimir\\_web&acao\\_origem=arvore\\_visualizar&id\\_documento=1484370&infra\\_sistema=1...](https://sei.ufjf.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=1484370&infra_sistema=1...)

Sem a direção dada por Deus e pela intercessão de Nossa Senhora a conclusão deste estudo não seria possível. Por isso, dedico esta monografia a Eles. Honro o fechamento desse ciclo dedicando este trabalho aos meus pais, Elizete e Paulo, pilares da minha formação como ser humano, que nunca mediram esforços para me impulsionar em voos mais altos e prósperos.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus, autor e princípio de tudo, o maior orientador da minha vida, que nunca me abandonou nos momentos de necessidade. Obrigada Pai de bondade, por me permitir chegar até aqui. Ao Senhor toda honra e glória!

Aos meus pais, Elizete e Paulo e à minha irmã Isadorah, maiores incentivadores da realização deste grande sonho. Sua grande força foi a mola propulsora que permitiu o meu avanço mesmo durante os momentos mais difíceis. Agradeço do fundo do meu coração por todo amor, carinho e motivação.

Ao meu namorado João Paulo, agradeço pelo apoio incondicional em todos os aspectos para a realização deste trabalho. Sem você por perto os resultados não seriam os mesmos. Gratidão pela sua compreensão e presença.

A todos os meus amigos, em especial Larissa e Rafaela, grandes companheiras dessa jornada, obrigada pela amizade incondicional e por todo apoio - todas as palavras de força e ânimo vindas de vocês floresceram e estão descritas neste trabalho. Aos meus familiares, obrigada por acreditarem em mim, por me colocar sempre em suas orações e por permanecerem comigo.

Ao meu querido amigo de trabalho, Victor Higor, obrigada por dividir experiências, amostras e tantas horas de laboratório.

Agradeço a Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus Governador Valadares, a todos os professores que contribuíram para minha formação. Ao Prof. Hugo Carlo por ceder gentilmente os aparatos necessários para que esta pesquisa fosse realizada. Ao Prof. Leandro Macedo por sempre me atender com solicitude e analisar todos os dados deste trabalho com tanto zelo e em particular, agradeço ao meu orientador, Prof. Rodrigo Carvalho, pela oportunidade em desenvolver este estudo, por ter conduzido meus passos com tanto carinho e por toda confiança depositada. Deixo aqui minha admiração, meu respeito e minha gratidão a você!

“A vitalidade é demonstrada não apenas pela persistência, mas pela capacidade de começar de novo.” - Scott Fitzgerald

## RESUMO

Os protocolos de polimento visam criar uma superfície lisa e brilhante com propriedades óticas semelhantes às do esmalte natural. O objetivo deste trabalho foi analisar a influência de cinco diferentes protocolos de polimento na translucidez, contraste e opalescência de zircônias multicamadas. Foram analisadas duas marcas diferentes de zircônia: Amanngirrbach Zolid FX Multilayer e GoldF ML Multilayer, divididas em cinco grupos com dez amostras em cada grupo (n=10), identificados como “Grupo DA” (EVE Diacera - roda com partículas de diamante), “Grupo PA” Pasta de Polimento Diamond Paste com Óxido de alumínio), “Grupo PD” (Pasta de Polimento Diamond Excel com granulação de diamante), “Grupo EX” (Exa-Cerapol – KIT com três etapas) e “Grupo GL (Glaze Paste Insync)”. Cada grupo foi analisado por meio de um espectofotômetro EasyShade Advance 4.0 antes e depois do protocolo de polimento e avaliados os parâmetros de translucidez (TP), contraste (CR) e opalescência (OP). Os dados foram analisados por ANOVA e Kruskal-Wallis e a significância estatística foi fixada em  $p < 0,05$ . Os valores obtidos para TP variaram entre 0,68-2,32 para as amostras Amanngirrbach, sendo mais significativo e entre 0,68-5,14 para as amostras do grupo GoldF. Para CR assumiram uma variância de 0,98-1,00 para ambos os grupos. Para OP variaram entre 0,25-2,24 para Amanngirrbach e entre 0,45-2,27 para o grupo GoldF. Os valores mensurados para as diferenças entre as médias Depois-Antes dos parâmetros para Amanngirrbach comparando os grupos e os terços amostrais revelam que diferenças de TP foram identificadas nos terços médio e incisal, onde os protocolos de polimento PD e EX diferiram entre os terços e médio e incisal. Para CR, em sua maioria, não se mostraram significativos ( $p > 0,05$ ), diferindo apenas entre os grupos DA e PD, para o terço incisal e para OP apresentaram diferenças no terço cervical entre os grupos PA e GL e no terço incisal, entre os grupos PD e EX. Os valores de GoldF comparando os grupos e os terços amostrais revelam que diferenças de TP foram identificadas nos terços cervical, médio e incisal entre o protocolo GL e os demais. Para CR, nos terços médio e incisal, houve diferença entre o protocolo GL e os demais e no terço cervical, houve diferenças entre DA, EX e GL. Para OP, nos terços médio e incisal não foram observadas diferenças entre os protocolos e no terço cervical, o protocolo PA diferiu de DA e EX. Conclui-se que as zircônias multicamadas dos diferentes fabricantes testados apresentaram características de translucidez e opalescência diferentes, que

podem sofrer influências distintas de acordo com o protocolo de polimento utilizado. Há uma prevalência de aumento da translucidez após os diferentes protocolos de polimento aplicados. O contraste se comportou de maneira constante em todos os grupos analisados, independente do protocolo de polimento utilizado. A opalescência nos terços médio para Amanngirrbach e médio e incisal para GoldF não apresentaram diferenças independente dos protocolos de polimento utilizados.

**Palavras-chave:** Zircônia multicamadas. Polimento. Translucidez. Contraste. Opalescência.

## ABSTRACT

Polishing protocols aim to create a smooth, shiny surface with optical properties similar to natural enamel. The objective of this work was to analyze the influence of five different polishing protocols on the translucency, contrast and opalescence of multilayer zirconia. Two different brands of zirconia were analyzed: Amangirrbach Zolid FX Multilayer and GoldF ML Multilayer, divided into five groups with ten samples in each group (n=10), identified as “Group DA” (EVE Diacera - wheel with diamond particles), “PA Group” Diamond Paste Polishing Paste with Aluminum Oxide), “PD Group” (Diamond Excel Polishing Paste with diamond grain), “EX Group” (Exa-Cerapol – KIT with three steps) and “GL Group ( Glaze Paste Insync)”. Each group was analyzed using an EasyShade Advance 4.0 spectrophotometer before and after the polishing protocol and the parameters of translucency (TP), contrast (CR) and opalescence (OP) were evaluated. Data were analyzed by ANOVA and Kruskal-Wallis and statistical significance was set at  $p < 0.05$ . The values obtained for TP varied between 0.68-2.32 for the Amangirrbach samples, being more significant and between 0.68-5.14 for the GoldF group samples. For CR they assumed a variance of 0.98-1.00 for both groups. For OP they varied between 0.25-2.24 for Amangirrbach and between 0.45-2.27 for the GoldF group. The values measured for the differences between the After-Before means of the parameters for Amangirrbach comparing the groups and the sample thirds reveal that TP differences were identified in the middle and incisal thirds, where the PD and EX polishing protocols differed between the thirds and middle and incisal. For CR, for the most part, they were not significant ( $p > 0.05$ ), differing only between the DA and PD groups, for the incisal third and for OP they showed differences in the cervical third between the PA and GL groups and in the incisal third, between the PD and EX groups. The GoldF values comparing the groups and sample thirds reveal that PT differences were identified in the cervical, middle and incisal thirds between the GL protocol and the others. For CR, in the middle and incisal thirds, there was a difference between the GL protocol and the others and in the cervical third, there were differences between DA, EX and GL. For OP, in the middle and incisal thirds, no differences were observed between the protocols and in the cervical third, the PA protocol differed from DA and EX. It is concluded that the multilayer zirconia from the different manufacturers tested showed different translucency and opalescence characteristics, which may suffer different influences

according to the polishing protocol used. There is a prevalence of increased translucency after the different polishing protocols applied. Contrast behaved consistently in all groups analyzed, regardless of the polishing protocol used. Opalescence in the middle thirds for Amangirrbach and middle and incisal thirds for GoldF did not differ regardless of the polishing protocols used.

**Keywords:** Multilayer zirconia. Polishing. Translucency. Contrast. Opalescence.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Identificação e descrição dos grupos de polimento.....	20
Tabela 2	Média Antes-Depois da variável TP para os grupos Amangirrbach e GoldF, de acordo com o terço.....	28
Tabela 3	Média Antes-Depois da variável CR para os grupos Amangirrbach e GoldF, de acordo com o terço.....	28
Tabela 4	- Média Antes-Depois da variável OP para os grupos Amangirrbach e GoldF, de acordo com o terço.....	29
Tabela 5	- Diferença entre as médias (Depois – Antes) dos parâmetros para Amangirrbach e comparações para cada grupo, de acordo com o terço médio, cervical e incisal.....	30
Tabela 6	- Diferença entre as médias (Depois – Antes) dos parâmetros para GoldF e comparações para cada grupo, de acordo com o terço médio, cervical e incisal.....	31

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>18</b>
	2.1 GERAL.....	18
	2.2 ESPECÍFICOS.....	18
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
	3.1 MATERIAIS UTILIZADOS.....	19
	3.2 CONFECÇÃO DAS AMOSTRAS .....	19
	3.3 PROTOCOLOS DE POLIMENTOS.....	20
	3.4 LEITURAS ÓPTICAS.....	21
	3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	27
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>34</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>35</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com o uso crescente da tecnologia CAD/CAM para a fabricação de restaurações dentárias, as coroas monolíticas de zircônia vêm sendo amplamente utilizadas devido a suas excelentes propriedades mecânicas, biocompatibilidade, tenacidade à fratura e grande potencial estético quando comparada às demais cerâmicas existentes no mercado (LI et al., 2021; CAGLAR; ATES; DUYMYS, 2018; GITI; HAGHDOOST; ANSARIFARD, 2020).

As cerâmicas odontológicas apresentam excelentes propriedades mecânicas, mas ainda são afetadas por manchas e alterações de cor (ALENCAR-SILVA et al., 2019; KANAT-ERTÜRK, 2020). A zircônia foi introduzida na prática odontológica como uma alternativa às restaurações dentárias metalocerâmicas (NISTOR et al., 2019). Existem dois tipos de restaurações em zircônia: zircônia revestida por porcelana feldspática (ZVP) e zircônia monolítica (MZ). Com relação à ZVP, o lascamento e a fratura são muito comuns de serem encontrados e relatados. Já a MZ busca solucionar fraturas e lascamentos nas estruturas estratificadas, eliminando a necessidade do recobrimento com a porcelana, o que a tornou mais confiável (CAGLAR; ATES; DUYMYS, 2018; GOO et al., 2016; CHAVALI; LIN; LAWSON, 2017; GITI; HAGHDOOST; ANSARIFAD, 2020).

Recentemente, este material passou por modificações na sua composição, a fim de melhorar a translucidez, mantendo suas propriedades mecânicas. A primeira geração era muito opaca devido à grande quantidade e tamanho das partículas de óxido de alumínio ( $Al_2O_3$ ). Além disso, apresentava baixa estabilidade estrutural e resistência à fratura em temperaturas elevadas, sendo considerada imprópria para reabilitações dentárias. Posteriormente, uma segunda geração foi introduzida reduzindo o tamanho e quantidade das partículas de óxido de alumínio, gerando uma maior translucidez (VILA-NOVA et al., 2020).

Mudanças continuaram a ser realizadas a fim de melhorar ainda mais a perspectiva de aplicabilidade e satisfação da zircônia. A terceira geração foi criada reduzindo óxido de alumínio, aumentando óxido de ítrio e ponderando o peso cúbico para tetragonal, resultando em uma alta translucidez e maior tenacidade à fratura. Características essas que permitem este material ser amplamente usado em restaurações de dentes anteriores (VILA-NOVA et al., 2020; AL HAMAD et al., 2019).

Apesar da translucidez melhorada, as primeiras três gerações de zircônia são monocromáticas. Portanto, para produzir uma restauração com uma aparência mais natural, a zircônia multicromática de quarta geração com uma estrutura em camadas foi desenvolvida para mimetizar os gradientes de cor e translucidez encontrados em dentes naturais. Nesse primeiro sistema de zircônia multicamadas introduzido na odontologia restauradora, o mesmo teor de ítrio e fração cúbica foram observados nas diferentes camadas dos materiais, havendo como única diferença entre as camadas a composição do pigmento, o que levou a diferenças na tonalidade, mas não na translucidez (VARDHAMAN et al., 2020).

Mais recentemente, uma estratégia diferente foi adotada, na qual diferentes composições e microestruturas podem ser encontradas no mesmo material, apresentando progressão gradual de tonalidade e translucidez permitindo o uso deste material para um amplo espectro de indicações clínicas, incluindo facetas anteriores com alta demanda estética (LI et al., 2021; VARDHAMAN et al., 2020).

Para usar restaurações de zircônia com segurança e eficácia, o risco de desgaste de dentes opostos e das restaurações dentárias deve ser tratado com cautela. O polimento da zircônia ajuda a prevenir ou minimizar o desgaste do esmalte oposto. Além disso, é relatado que o polimento melhora a durabilidade e a estética das restaurações, eliminando os defeitos causados pelo desgaste superficial (GITI; HAGHDOOST; ANSARIFARD, 2020).

Os protocolos de polimento visam criar uma superfície lisa e brilhante com propriedades óticas semelhantes às do esmalte natural (ALENCAR et al., 2022). O polimento é o processo de produção de uma superfície lisa e brilhante por meio do uso de abrasivos (GOO et al., 2016). O alisamento da superfície das restaurações dentárias é essencial para reduzir o acúmulo de placa, melhorando o conforto do paciente, evitando o desgaste do esmalte antagonista e melhorando a estética das restaurações (CHAVALI; LIN; LAWSON, 2017; LEE et al., 2019; VILA-NOVA et al., 2020).

A medida que a luz entra em contato com a superfície natural do dente, ela é refletida, difundida, absorvida ou transmitida. Assim, qualquer restauração dentária deve corresponder não apenas à cor, mas também a outras propriedades óticas que regem essas interações de luz dos dentes naturais, como a translucidez,

contraste e opalescência. Para medir a cor, os padrões de iluminação, os sistemas de cores e os conceitos de diferenças numéricas de cores ( $\Delta E$ ) foram desenvolvidos pelo Comitê de Iluminação (CIE) e reconhece as coordenadas de cor CIE-LAB - L\*: valor da amostra; a\*: vermelhidão-verde; b\*: amarelo-azulado (ZIYAD; ABU-NABA'A; AMOHAMMED, 2021).

Sendo assim, a alta resistência e dureza da zircônia requerem métodos específicos de tratamento de superfície. Embora exista um grande número de estudos sobre sistemas de polimento para restaurações cerâmicas, informações limitadas estão disponíveis sobre o polimento de zircônia (LEE et al., 2019; CAGLAR; ATES; DUYMYS, 2018; GOO et al., 2016).

Existem poucos estudos que examinam a complexidade das propriedades ópticas dessas novas variedades de zircônia, sendo assim não existe um protocolo considerado padrão ouro para o polimento dessas superfícies (ALENCAR et al., 2022). Dessa forma, faz-se importante conhecer as propriedades do material a fim de entender o seu comportamento mediante diferentes protocolos de polimento, visto que diferentes tipos de intervenções podem afetar a sua estética no âmbito da translucidez, opalescência e contraste.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 GERAL**

O objetivo deste trabalho foi analisar a influência de cinco diferentes protocolos de polimento na translucidez, contraste e opalescência de zircônias multicamadas.

### **2.2 ESPECÍFICOS**

Identificar o protocolo de polimento que gera menores alterações nos parâmetros ópticos da zircônia multicamadas, propiciando melhores resultados estéticos.

Comparar os dois tipos de zircônia analisados e identificar qual possui melhor comportamento de acordo com o protocolo utilizado.

Avaliar os valores referente a translucidez, contraste e opalescência de acordo com o terço das amostras.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1.MATERIAIS UTILIZADOS**

Duas marcas de zircônia multicamada foram utilizadas: AmannGirrbach Zolid FX Multilayer (Herrschaftswiesen, Koblach, Áustria) e GoldF ML Multilayer (Lan Duan Chang East Road, Haidian District Beijing, China).

Para a elaboração das amostras, criou-se o desenho 3D em software dental apropriado, que proporcionou automaticamente o percurso de fresagem das amostras escrito pelo computador, por meio do software de CAM. Com isso, foi alcançada a paridade no processo de fresagem, desgaste e vibração, mesmo em blocos de diferentes fabricantes.

A versão do software de desenho da amostra foi o Exocad Valletta, Darmstadt, Alemanha, compilação 2.2 6654 2017. Já a versão do software de CAM (fresagem e criação de percurso em bloco) foi Exocad Plovidiv CAM, Darmstadt, Alemanha, compilação 3.8.31803.

#### **3.2.CONFEÇÃO DAS AMOSTRAS**

Foram produzidas 100 amostras com as seguintes dimensões (2,0x3,0x2,5 mm), sendo 50 amostras para o grupo AmannGirrbach Zolid FX Multilayer e 50 amostras para o grupo GoldF ML Multilayer, obtidas por meio de fresagem em dois discos de zircônia para cada grupo amostral, sendo assim 25 amostras por disco resultando no uso de quatro discos de zircônia para a execução do trabalho. Foram usados três modelos de brocas na fresadora, são elas: Ceramill Tools Roto RFID 1,0mm ZI, Ceramill Tools Roto RFID 2,5mm ZI, Ceramill Tools Roto RFID 0,6mm ZI (Herrschaftswiesen, Koblach, Áustria). Todas novas, no seguinte modelo de fresadora: Amann Girrbach Ceramill Motion 2 DNA (Herrschaftswiesen, Koblach, Áustria).

Foram mantidas as mesmas condições de fresagem para todas as amostras, evitando vibração em excesso e variação de temperatura no momento da usinagem, o que é passível de promover a paridade no ambiente de confecção, sem forçar nenhum dos materiais a condições que possam comprometer sua integridade.

As amostras foram fresadas e posteriormente asperizadas manualmente por um único operador, que utilizou lixa d'água nº 1200 sobre bancada, repetindo a mesma

quantidade de movimentos para todas as amostras. Após a asperização, todas amostras foram submetidas à limpeza por meio de banho sônico durante quatro minutos. Posteriormente, as amostras foram sinterizadas a 1520°C pelo período de 9 horas, com curva de subida de temperatura de 120 minutos, bem como curva de descida de temperatura por 240 minutos. Foram sinterizadas 30 amostras por vez, no forno de sinterização Amann Girrbach Ceramill therm 3 (Herrschaftswiesen, Koblach, Áustria).

### 3.3.PROTOCOLOS DE POLIMENTO

As amostras das duas marcas (Amanngirrbach Zolid FX Multilayer e GoldF ML Multilayer) foram divididas em cinco grupos (n=10) da seguinte maneira: “Grupo DA” (EVE Diacera - roda com partículas de diamante), “Grupo PA” (Pasta de Polimento Diamond Paste com Óxido de alumínio), “Grupo PD” (Pasta de Polimento Diamond Excel com granulação de diamante), “Grupo EX” (Exa-Cerapol – KIT com três etapas) e “Grupo GL (Glaze Paste Insync)”. (Tabela 1)

Tabela 1. Identificação e descrição dos grupos de polimento

<b>Nome do grupo</b>	<b>Sigla</b>	<b>Descrição do grupo</b>	<b>Tempo de polimento</b>
EVE Diacera	DA	Discos desenvolvidos especialmente para o trabalho com zircônia com alta concentração de diamantes	Duas etapas de 30s. Total: 60s
Pasta de Polimento Diamond Paste	PA	Allplan polimento de uma etapa (60s) com Óxido de Alumínio de granulação extra fina 2 a 4 microns, realizado com auxílio de disco de feltro	Uma etapa Total: 60s

Pasta de Polimento Diamond Excel	PD	FGM polimento de uma etapa (60s) com diamante de granulação extra fina (2 a 4 microns), realizado com auxílio de disco de feltro	Uma etapa Total: 60s
KIT Exa-Cerapol	EX	KIT Exa-Cerapol verde + Exa-Cerapol rosa + Cerapol branca	20s cada etapa Total: 60s
Glaze Paste Insync	GL	OdontoMega Glaze em pasta	Aplicação suave em fina camada uniforme utilizando pincel macio em um sentido único evitando bolhas, deixar agir por 20s e fotopolimerizar por 60s.

Após a sinterização das amostras foi realizada a limpeza por meio de banho sônico durante quatro minutos, de forma a permitir uma melhor medição do perfil de parâmetros ópticos.

### 3.4. LEITURAS ÓPTICAS

Inicialmente, a translucidez, contraste e opalescência foram avaliadas por meio do espectrofotômetro odontológico EasyShade Advance 4.0 (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha) antes e depois do polimento (Figura 1). Faz-se importante frisar que a ponta do instrumento foi removida do corpo de prova e colocada novamente em contato para realizar cada medição.



Figura 1 Espectrofotômetro EasyShade Advance 4.0

As medições foram realizadas em cabine de visualização com iluminação D65 padronizada do gabinete de avaliação de cores, sob fundo branco e preto (LEE et al., 2019; KURTULMUS-YILMAZ; ULUSOY, 2014) (Figura 2). Cada uma das amostras de zircônia foi medida três vezes a partir de um ponto central nas zonas superior (Figura 3 e 6), média (Figura 4 e 7) e inferior (Figura 5 e 8) da peça, onde a média desses valores foi calculada para obter os resultados finais (KURTULMUS-YILMAZ; ULUSOY, 2014).



Figura 2 Cabine de visualização com iluminação padrão

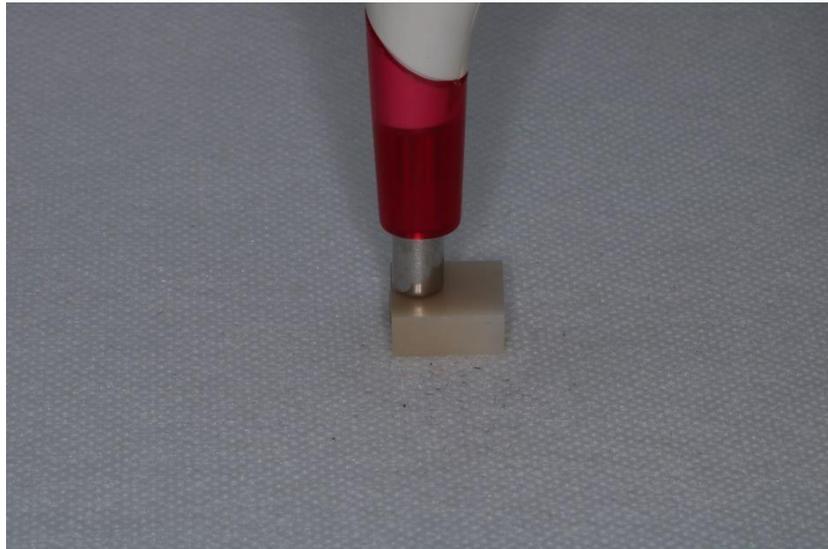


Figura 3 Leitura de amostra (zona cervical) sob fundo branco

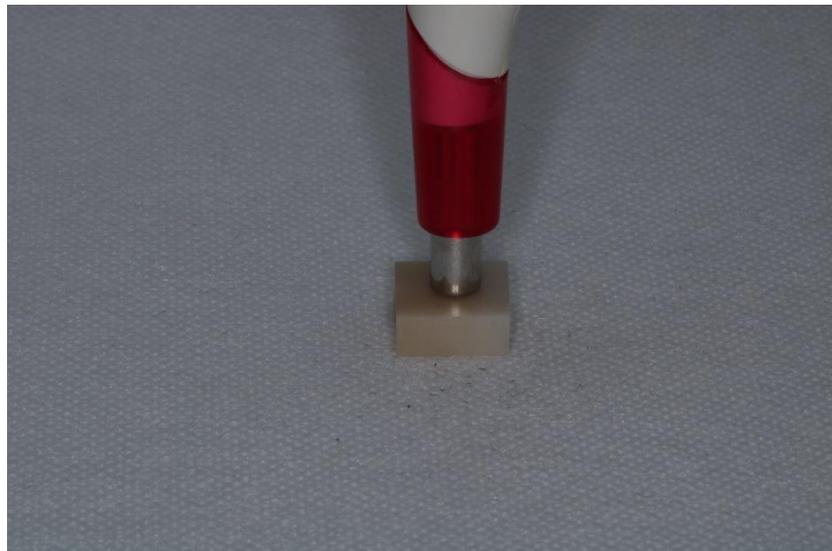
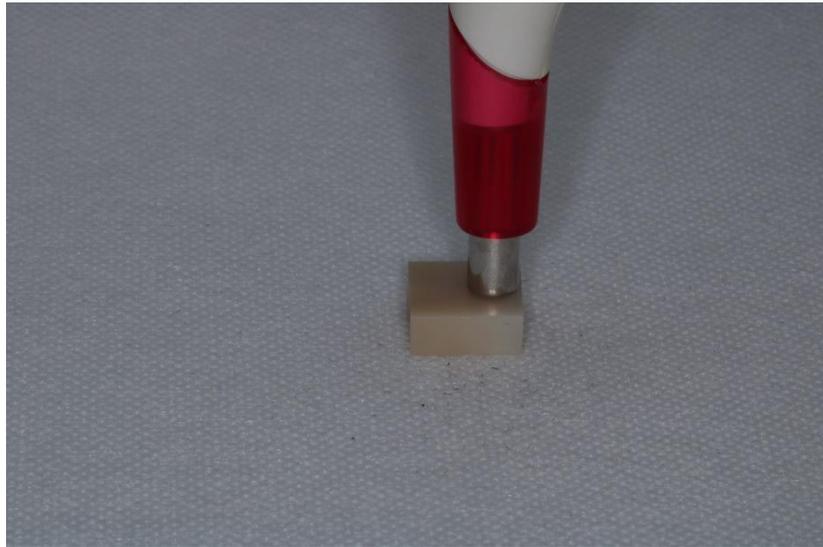
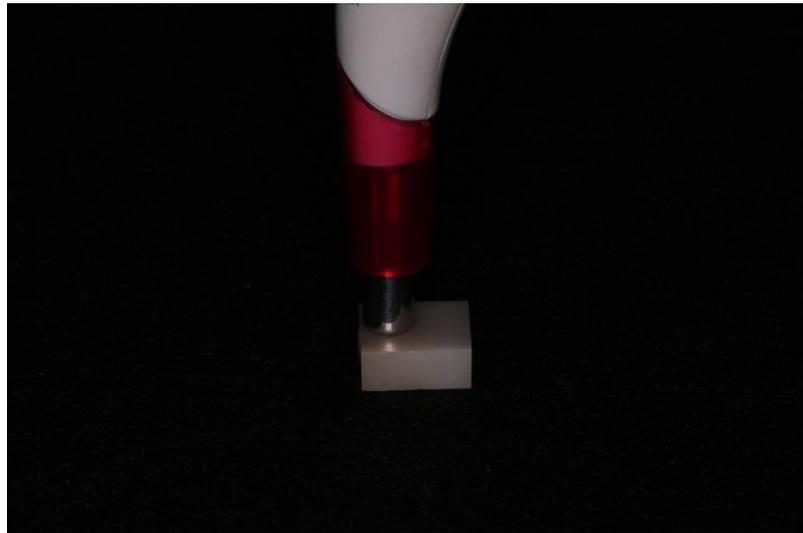


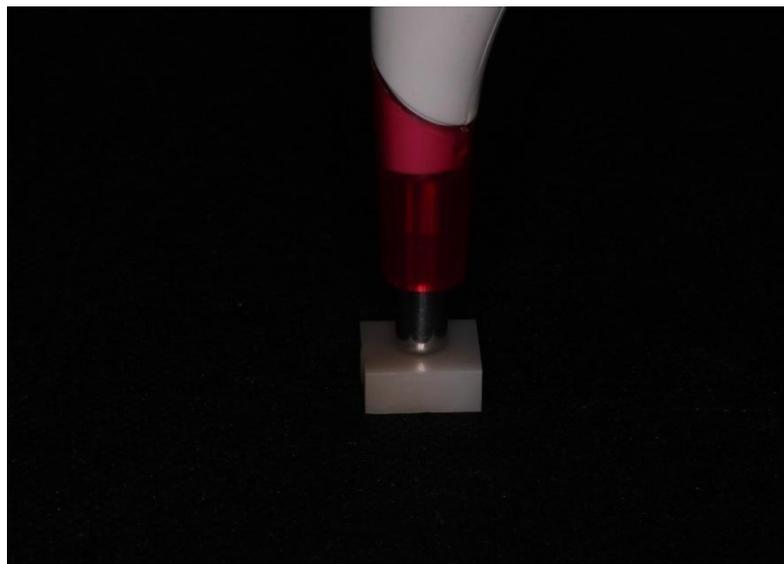
Figura 4 Leitura de amostra (zona média) sob fundo branco



*Figura 5 Leitura de amostra (zona incisal) sob fundo branco*



*Figura 6 Leitura de amostra (zona cervicall) sob fundo preto*



*Figura 7 Leitura de amostra (zona média) sob fundo preto*



*Figura 8 Leitura de amostra (zona incisal) sob fundo preto*

A precisão do espectrofotômetro utilizado foi avaliada quanto à consistência de suas medidas repetidas durante o protocolo de calibração, feito após o término das leituras entre cada grupo. Os valores de medição foram obtidos por um único operador. Além disso, a sala também tinha a mesma iluminação fluorescente.

Para medir os padrões de iluminação e os sistemas de cores foram utilizadas as coordenadas de cor CIE-LAB, desenvolvidas pelo Committee on Illumination (CIE), que define o espaço de cores pelas coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . A coordenada  $L^*$  representa a leveza ou caráter preto/branco da cor. As coordenadas  $a^*$  e  $b^*$

descrevem as características cromáticas da cor. A coordenada  $a^*$  representa o eixo vermelho-verde e a coordenada  $b^*$  representa o eixo amarelo-azul (ZIYAD; ABU-NABA'A; ALMOHAMMED, 2021; LEE et al., 2019; KURTULMUS-YILMAZ; ULUSOY, 2014).

A translucidez foi avaliada com o parâmetro de translucidez (TP), obtido por calcular a diferença de cor da amostra sobre o fundo branco e sobre o fundo preto, através da seguinte fórmula (ZIYAD; ABU-NABA'A; ALMOHAMMED, 2021):

$$TP = [(L^*_B - L^*_W)^2 + (a^*_B - a^*_W)^2 + (b^*_B - b^*_W)^2]^{1/2}$$

O subscrito B corresponde às coordenadas de cor sobre o fundo preto e o subscrito W corresponde às coordenadas sobre o fundo branco. Se o material for absolutamente opaco, o valor de TP é zero; se o material for totalmente transparente, o valor de TP é 100. Quanto maior o valor de TP, maior a translucidez do material (ZIYAD; ABU-NABA'A; ALMOHAMMED, 2021).

Para obter os valores referentes ao contraste, foram usadas as seguintes equações (ZIYAD; ABU-NABA'A; ALMOHAMMED, 2021):

1.

$$Y = \left( \frac{L^* + 16}{116} \right) * Y_n$$

$Y_n$  é igual a 100 e Y foi mensurado usando os valores de  $L^*$ . Esta equação interpretou a refletância espectral da luz Y e a luminância do Tri-estímulo Color Space/XYZ (ZIYAD; ABU-NABA'A; ALMOHAMMED, 2021).

2.

$$CR = \frac{Y_B}{Y_W}$$

$Y_b$  e  $Y_w$  referem-se aos valores de  $Y$  para amostras sobre preto (B) e fundo branco (W). Esta equação interpreta o material que tem um CR = 0.0 sendo transparente, enquanto CR = 1.0 é totalmente opaco (ZIYAD; ABU-NABA'A; ALMOHAMMED, 2021).

Por fim, para se obter os valores referentes à opalescência do material, foi usada a seguinte equação (ZIYAD; ABU-NABA'A; ALMOHAMMED, 2021):

$$OP = \sqrt{(a^* \cdot B - a^* \cdot W)^2 + (b^* \cdot B - b^* \cdot W)^2}$$

$a^*$  e  $b^*$  são as coordenadas estabelecidas pela CIE-LAB sob os fundos branco (W) e preto (B). Esta equação interpretará as diferenças nas coordenadas azul-amarelo e vermelho-verde entre as cores transmitidas e refletidas (ZIYAD; ABU-NABA'A; ALMOHAMMED, 2021). Após obtenção dos valores iniciais, as amostras foram submetidas aos protocolos de polimento de acordo com o grupo em que estavam inseridas e posteriormente, foram avaliados os mesmos parâmetros nas mesmas condições iniciais.

### 3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Estatísticas descritivas foram calculadas para cada propriedade dentro de cada material. Inicialmente, foi usado o teste de Shapiro-Wilk para verificar se havia normalidade na distribuição dos dados. Para avaliar a homogeneidade de variâncias foi utilizado o teste de Levene. Em seguida, devido aos dados se mostrarem com distribuição normal e não normal para algumas variáveis, foram realizados a Análise de Variância (ANOVA) e o teste de Kruskal-Wallis.

Em toda a análise estatística foi adotado um nível de significância de 5%, ou seja, foram considerados como sendo significativos os resultados que apresentaram p-valor inferior a 5% ( $p < 0,05$ ). Foi utilizado o software R Core Team (2020) Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

## 4 RESULTADOS

Os valores obtidos para TP variaram entre 0,68-2,32 para as amostras do grupo Amangirrbach e entre 0,68-5,14 para as amostras do grupo GoldF como confirma a tabela 2.

Tabela 2. Média Antes-Depois da variável TP para os grupos Amangirrbach e GoldF, de acordo com o terço médio, cervical e incisal

MÉDIA DO PARÂMETRO TP							
		AMANNGIRRBACH			GOLDF		
		MÉDIO	CERVICAL	INCISAL	MÉDIO	CERVICAL	INCISAL
<b>DA</b>	Antes	1,16	0,96	1,56	1,30	1,19	2,58
	Depois	1,20	1,02	1,52	1,39	1,33	2,58
<b>PA</b>	Antes	1,37	1,02	0,94	1,25	1,36	1,64
	Depois	0,81	1,09	0,99	2,29	1,91	2,12
<b>PD</b>	Antes	1,35	1,39	0,68	0,73	0,68	0,86
	Depois	1,89	1,84	1,14	1,05	0,78	1,75
<b>EX</b>	Antes	1,47	1,26	2,32	1,53	1,26	1,61
	Depois	1,05	1,61	1,10	2,07	1,17	2,00
<b>GL</b>	Antes	1,07	0,76	1,09	1,00	1,03	1,37
	Depois	0,70	1,15	0,79	4,73	4,78	5,14

Os valores obtidos para CR obtiveram uma padronização nos resultados, assumindo uma variância de 0,98-1,00 para ambos os grupos, como confirma a tabela 3.

Tabela 3. Média Antes-Depois da variável CR para os grupos Amangirrbach e GoldF, de acordo com o terço médio, cervical e incisal

MÉDIA DO PARÂMETRO CR							
		AMANNGIRRBACH			GOLDF		
		MÉDIO	CERVICAL	INCISAL	MÉDIO	CERVICAL L	INCISAL
<b>DA</b>	Antes	1,00	0,99	0,99	0,99	1,00	0,99
	Depois	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>PA</b>	Antes	0,99	0,99	1,00	0,99	0,99	0,99
	Depois	1,00	0,99	1,00	0,99	1,00	0,99
<b>PD</b>	Antes	0,99	0,99	1,00	0,99	1,00	0,99
	Depois	0,98	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00
<b>EX</b>	Antes	0,99	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99
	Depois	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>GL</b>	Antes	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00
	Depois	0,99	1,00	1,00	0,98	0,98	0,98

Os valores obtidos para o parâmetro OP variaram entre 0,25-2,24 para o grupo Amangirrbach e entre 0,45-2,27 para o grupo GoldF, como confirma a tabela 4.

Tabela 4. Média Antes-Depois da variável OP para os grupos Amanngirrbach e GoldF, de acordo com o terço médio, cervical e incisal

MÉDIA DO PARÂMETRO OP							
		AMANNGIRRBACH			GOLDF		
		MÉDIO	CERVICA L	INCISAL	MÉDIO	CERVICA L	INCISAL
<b>DA</b>	Antes	0,68	0,69	1,04	1,00	1,07	2,11
	Depois	0,48	0,69	0,78	0,96	0,80	1,94
<b>PA</b>	Antes	0,86	0,72	0,76	0,67	0,45	1,00
	Depois	0,76	0,47	0,66	1,52	1,25	1,42
<b>PD</b>	Antes	0,62	1,17	0,35	0,36	0,64	0,66
	Depois	0,65	0,88	0,72	0,76	0,97	0,61
<b>EX</b>	Antes	1,57	2,03	2,24	1,07	1,06	1,33
	Depois	0,76	1,36	0,76	1,65	1,12	1,66
<b>GL</b>	Antes	0,25	0,47	0,43	0,89	0,86	1,60
	Depois	0,59	1,06	0,63	1,03	1,03	2,27

As diferenças entre as médias Depois-Antes dos parâmetros para Amanngirrbach e comparações para cada grupo, de acordo com o terço médio, cervical e incisal (tabela 5), pode-se destacar: diferenças significativas de TP foram identificadas nos terços médio e incisal, onde os protocolos de polimento PD e EX diferiram entre os terços médio e incisal. Quanto aos valores para CR, em sua maioria, não se mostraram significativos ( $p > 0,05$ ), diferindo apenas entre os grupos DA e Pd, para o terço incisal. O parâmetro OP apresentaram diferenças no terço cervical entre os grupos PA e GL e no terço incisal, entre os grupos PD e EX.

Tabela 5. Diferença entre as médias (Depois – Antes) dos parâmetros para Amanngirrbach e comparações para cada grupo, de acordo com o terço médio, cervical e incisal

DIFERENÇA (p-valor) ENTRE A MÉDIA DOS PARÂMETROS AMANNGIRRBACH											
		MÉDIO			CERVICAL			INCISAL			
		TP*	CR*	OP**	TP**	CR**	OP**	TP**	CR*	OP**	
<b>DA</b>	Depois- Antes	0,0398 AB	0,0051 A	-0,2033 A	0,0601 A	0,0062 A	- 0,0055 AB	-0,0401 AB	0,0138 A	-0,2641 AB	
<b>PA</b>	Depois- Antes	-0,5581 B	0,0083 A	-0,1005 A	0,0640 A	0,0002 A	-0,2501 B	0,0501 AB	0,0040 AB	-0,1068 AB	
<b>PD</b>	Depois- Antes	0,5394 A	-0,0061 A	0,0285 A	0,4487 A	-0,0063 A	- 0,2896 AB	-0,4588 B	-0,0050 B	0,3649 A	
<b>EX</b>	Depois- Antes	-0,4199 B	0,0036 A	-0,8106 A	0,3478 A	-0,0042 A	- 0,6641 AB	-1,2170 A	-0,0023 AB	-1,4833 B	
<b>GL</b>	Depois- Antes	-0,3612 AB	0,0034 A	0,3348 A	0,3957 A	0,0003 A	0,5866 A	-0,3004 AB	0,0062 AB	0,1948 AB	

\*ANOVA; \*\*Kruskal-Wallis; - Letras distintas representam diferenças significativas na comparação entre colunas

As diferenças entre as médias Depois-Antes dos parâmetros para GoldF e comparações para cada grupo, de acordo com o terço médio, cervical e incisal (tabela 6), pode-se destacar: diferenças significativas de TP foram identificadas nos terços cervical, médio e incisal entre o protocolo GL e os demais. Quanto aos valores para CR, nos terços médio e incisal, constatou-se diferença entre o protocolo GL e os demais. Já no terço cervical, constatou-se diferenças entre DA, EX e GL. Para o parâmetro OP, nos terços médio e incisal não foram observadas diferenças entre os protocolos. No terço cervical, o protocolo PA diferiu de DA e EX.

Tabela 6. Diferença entre as médias (Depois – Antes) dos parâmetros para GoldF e comparações para cada grupo, de acordo com o terço médio, cervical e incisal

DIFERENÇA ENTRE A MÉDIAS DAS VARIÁVEIS GOLDF										
		MÉDIO			CERVICAL			INCISAL		
		TP**	CR**	OP*	TP**	CR*	OP*	TP*	CR*	OP**
<b>DA</b>	Depois- Antes	0,0887 B	0,0036 B	-0,0343 A	0,1395 B	-0,0039 C	-0,2703 B	0,0062 B	0,0144 A	- 0,1672 A
<b>PA</b>	Depois- Antes	1,0449 B	0,0055 B	0,8480 A	0,5476 B	0,0102 AB	0,7998 A	0,4808 B	0,0050 A	0,4117 A
<b>PD</b>	Depois- Antes	0,3229 B	0,0013 B	0,4063 A	0,1051 B	-0,0004 BC	0,3222 AB	0,8967 B	0,0064 A	- 0,0545 A
<b>EX</b>	Depois- Antes	0,5409 B	0,0054 B	0,5714 A	-0,0855 B	0,0110 A	0,0637 B	0,3923 B	0,0060 A	0,3371 A
<b>GL</b>	Depois- Antes	3,7388 A	- 0,0526 A	0,1369 A	3,7578 A	-0,0489 D	0,1712 AB	3,7732 A	-0,0608 B	0,6711 A

\*ANOVA; \*\*Kruskal-Wallis; - Letras distintas representam diferenças significativas na comparação entre colunas

Diante dos resultados obtidos, pode-se observar diferenças de comportamentos dos protocolos de polimento na translucidez, contraste e opalescência de acordo com a zircônia utilizada (Amannirrbach e GoldF).

## 5 DISCUSSÃO

De acordo com Wang, Takahashi, Iwasaki (2013), as restaurações indiretas que mais se assemelham aos dentes naturais adjacentes apresentam melhor aceitação pelo paciente submetido ao tratamento reabilitador. Além da forma, cor e características ópticas do material, o contraste, a translucidez e a opalescência são fundamentais na busca por uma estética natural.

Um estudo recente sobre as zircônias multicamadas, realizado por Kolakarnprasert et al. (2019), analisou as diferenças presentes em cada camada para dar o efeito de gradiente de cores observado no qual foi encontrado que apenas a composição do pigmento é diferente entre as camadas de esmalte e dentina, resultando em cores diferentes, mas sem diferenças significativas. Posto isso, o atual trabalho procurou analisar as três zonas das amostras de zircônia multicamadas e

verificar se haveria alterações estatisticamente significantes para os parâmetros ópticos de translucidez, contraste e opalescência.

O parâmetro de translucidez de um material cerâmico é extremamente importante pois afeta o resultado estético a ser alcançado numa reabilitação dentária. Dentes naturais apresentam translucidez e sua ausência resultaria em uma reabilitação de aparência opaca e artificial. Para otimizar a estética, é importante que a translucidez dos materiais restauradores seja previsível para uma dada restauração dentária (WANG; TAKAHASHI; IWASAKI, 2013).

Os valores obtidos em relação ao parâmetro TP neste trabalho foram bastante diferentes dos encontrados na literatura. Isso deve-se provavelmente ao fato que as amostras empregadas no estudo seguiram um padrão de espessura maior comparado aos registros literários. A translucidez do esmalte e da dentina humanos com 1,0 mm de espessura foi determinada como 18,7 e 16,4, respectivamente (LOHBAUER; MULLER; PETSCHERT, 2008). A translucidez das amostras testadas no presente estudo com 2,5 mm de espessura variou entre 0,68- 2,32 para as amostras do grupo Amangirrbach e entre 0,68-5,14 para o grupo GoldF.

É necessário examinar melhor as diferenças e o efeito da composição química nas propriedades ópticas dos materiais. As melhorias na translucidez da zircônia recente foram feitas alterando o conteúdo de ítria, a quantidade de impurezas químicas e usando vários tamanhos de grão, mas pesquisas adicionais são essenciais (ZIYAD; ABU-NABA'A; AMOHAMMED, 2021). A literatura afirma que a temperatura de sinterização afeta a translucidez. As temperaturas de sinterização mais altas, na faixa de 1510°C – 1550°C fecham os poros residuais no nível de contornos de grão, aumentando assim a densidade do material e diminuindo o índice de refração e espalhamento de luz (ZIYAD; ABU-NABA'A; AMOHAMMED, 2021; KIM, et al., 2013; NICOLETA; STAWARCZYK, 2015).

Os protocolos de polimento do presente estudo trouxeram, em sua maioria, aumento da translucidez para os terços cervical, médio e incisal. Porém fica evidente que ao compararmos as duas cerâmicas testadas submetidas aos diferentes protocolos de polimento, GoldF demonstrou semelhança entre todos os protocolos, diferindo estatisticamente apenas o grupo GL, que apresentou aumento significativo da translucidez. Este fato evidencia um melhor comportamento de GL em relação aos

protocolos no que se refere à translucidez e pode ser justificado pela deposição da matriz vítrea. Mas também é evidenciada o aumento da translucidez por todos os protocolos testados. Já para Amannirrbach, GL não apresentou os mesmos resultados, sendo semelhante aos protocolos testados. Este fato levanta a necessidade de novas pesquisas que respondam se os protocolos de polimento apresentaram maior eficiência para Amannirrbach ou se GL foi mais eficiente para GoldF.

Os resultados obtidos para o parâmetro CR não mostraram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre as comparações Depois-Antes variando entre 0,98-1,00 para todos os protocolos para Amannirrbach e GoldF, o que corrobora com os estudos de Choi, et al. (2019) onde CR assumiu o mesmo valor para todas as camadas do disco.

Para produzir uma restauração dentária com maior profundidade de cor e uma aparência natural, materiais com propriedades opalescentes devem ser usados (ZIYAD; ABU-NABA'A; AMOHAMMED, 2021). A opalescência do esmalte humano assume certa discrepância dependendo da configuração do espectrofotômetro de medição atribuído. O valor médio de OP para o esmalte humano relatado por Lee, et al. (2007) foi de 1,9-22,9 em uma faixa de espessura de 0,9-1,3 mm. A opalescência das amostras testadas compreendem uma janela de 0,25-2,24 para o Amannirrbach e de 0,45-2,27 para GoldF sendo valores menores quando comparados ao esmalte humano. Todavia a amostragem do presente trabalho obtinha uma espessura de 2,5mm e pode ser um fator de interferência. Porém, cabe destacar que a espessura real das restaurações pode variar consideravelmente devido à oclusão, morfologia do dente ou estética.

A respeito dos espectrofotômetros, estes têm sido usados geralmente para a determinação da translucência instrumental. No entanto, nos estudos de Bolt; Bosch; Coops (1994), espectrofotômetros com janela de tamanho reduzido podem causar fenômeno de perda de borda que afeta a precisão das medições. Lim; Yu; Lee (2010) compararam 23 valores de TP obtidos por espectrofotômetro e espectrorradiômetro e constataram que os valores apresentaram alta correlação. Entretanto, os autores sugeriram que os valores de TP obtidos pelo espectrorradiômetro têm maior relevância clínica. Portanto, sugere-se que em estudos posteriores, os valores de

translucidez dos materiais testados no presente estudo também deveriam ser mensurados por um espectrorradiômetro.

O presente estudo abre espaço para que sejam realizados trabalhos com referências às características de rugosidade em conjunto com as análises ópticas, visto que estas têm grande potencial de correlação, bem como o efeito dos protocolos de polimento nas características mecânicas, pois há relatos que estas declinaram em vista do avanço significativo das propriedades ópticas. Além disso, não foram identificados estudos clínicos randomizados que avaliassem o impacto dos protocolos de polimento de superfície de cerâmicas CAD/CAM para estabilidade dos parâmetros de translucidez, contraste e opalescência em longo prazo. Portanto, este trabalho pode despertar experimentos contemporâneos a serem conduzidos especificamente considerando a estabilidade dos parâmetros supracitados em longo prazo.

Apesar de outros estudos relatarem sobre métodos e sistemas de polimentos, ainda não há um consenso referente a velocidade da peça de mão, características abrasivas dos polidores, carga de polimento e tempo de aplicação (PARK et al., 2017). Cabe ressaltar que ao comparar os kits de polimento, não há consenso sobre qual possui maior eficiência.

## **6 CONCLUSÃO**

As zircônias multicamadas dos diferentes fabricantes testados apresentaram características de translucidez e opalescência diferentes, que podem sofrer influências distintas de acordo com o protocolo de polimento utilizado.

Foi observado aumento da translucidez após os diferentes protocolos de polimento aplicados; o contraste manteve comportamento constante em todos os grupos analisados, independente do protocolo de polimento utilizado, e a opalescência nos terços médio para Amangirrbach e médio e incisal para GoldF não apresentaram diferenças, independente dos protocolos de polimento utilizado.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, Cristiane de Melo et al. Impact of Finishing Protocol on the Color Stability of CAD/CAM Ceramics: A Systematic Review. **The International Journal of Prosthodontics**, v. 35, n.1, p. 109-118, 2022.
- ALENCAR-SILVA, Flávia J. et al. Effect of beverage solutions and toothbrushing on the surface roughness, microhardness, and color stainability of a vitreous CAD-CAM lithium disilicate ceramic. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 121, n. 4, 2019.
- BOLT, R. A.; BOSCH, J. J.; COOPS, J. C. Influence of window size in small-window colour measurement, particularly of teeth, **Physics in Medicine and Biology**, v. 39, n. 7, p. 1133-1142, 1994.
- BONA, Alvaro Della; NOGUEIRA, Audrea D.; PECHO, Oscar E. Optical properties of CAD-CAM ceramic systems, **Journal of Dental Research**, v. 42, n. 9, p. 1202-1209, 2014.
- CAGLAR, Ipek; ATES, Sabit Melih; DUYMUS, Zeynep Yesil. The effect of various polishing systems on surface roughness and phase transformation of monolithic zirconia. **The Journal of Advanced Prosthodontics**, v.10, p.132-137, Rize, 2018.
- CHAVALI, Ramakiran; LIN, Chee Paul; LAWSON, Nathaniel C. Evaluation of Different Polishing Systems and Speeds for Dental Zirconia. **Journal of Prosthodontics**, v.26, n.5, p.410-418, Birmingham, 2017.
- CHOI, Y. S.; KANG, K. H.; ATT, WAEL. Effect of aging process on some properties of conventional and multilayered translucent zirconia for monolithic restorations. **Ceramics International**, 2019.
- GITI; HAGHDOOST; ANSARIFARD. Effect of different coloring techniques and surface treatment methods on the surface roughness of monolithic zirconia. **Dental Research Journal**, v.17, p. 152-161, Shiraz, 2020.
- GOO, CL et al. Effect of Polishing Systems on Surface Roughness and Topography of Monolithic Zirconia. **Operative Dentistry**, v.41, n.4, p.417-423, Kuala Lumpur, 2016.
- HERRGUTH, M; WITTMANN, M. REICH, S. The aesthetics of all-ceramic veneered and monolithic CAD/CAM crowns, **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 32, p. 747-752, 2005.
- KANAT-ERTÜRK, Burcu. Color Stability of CAD/CAM Ceramics Prepared with Different Surface Finishing Procedures. **Journal of Prosthodontics**, v. 29, n. 2, p. 166-172, 2020.
- KIM, Mi-Jin, et al. Effects of the sintering conditions of dental zirconia ceramics on the grain size and translucency, **The Journal of Advanced Prosthodontics**, v. 5, n. 2, p. 161-166, 2013

KOLAKARNPRASERT, N.; KAIZER, M. R.; KIM, D. K.; Zhang, Y. New multi-layered zirconias: Composition, microstructure and translucency. **Dental Materials**, v. 35, p. 797-806, 2019.

KURTULMUS-YILMAZ, Sevcan; ULUSOY, Mutahhar. Comparison of the translucency of shaded zirconia all-ceramic systems. **The Journal of Advanced Prosthodontics**, Mersin, n.6, p. 415-422, 2014.

LEE, Du-Hyeong et al. Effects of different surface finishing protocols for zirconia on surface roughness and bacterial biofilm formation. **The Journal of Advanced Prosthodontic**, v. 11, p. 41-47, Seodaemun-gu, 2019.

LEE, Jae-Hyin et al. Optical and surface properties of monolithic zirconia after simulated toothbrushing. **Materials**, v. 12, n. 1158, Korea.

LEE, Yong-Keun; YU, Bin. Measurement of opalescence of tooth enamel. **Journal of Dentistry**, v. 35, n. 5, p. 690-694, 2007

LI, Xuejing et al. Effect of different CAD/CAM cutting depths on the post-fatigue load-bearing capacity of novel multilayer zirconia restorations. **Journal of Dentistry**, v. 111, n.103709, Liaoning 2021.

LIM, Ho Nam; YU, Bin; LEE, Yong-Keun. Spectroradiometric and spectrophotometric translucency of ceramic materials, **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 204, n. 4, p. 239-246, 2010.

LOHBAUER, Ulrich; MULLER, Frank A.; PETSCHER, Anselm. Influence of surface roughness on mechanical strength of resin composite versus glass ceramic materials. **Dental Materials**, v. 24, n. 2, p.:250-256, 2008

NAKAMURA, Keisuke, et al. Zirconia as a dental implant abutment material: a systematic review, **The International Journal of Prosthodontics**, v. 23, n. 4, p. 299-309, 2010

NICOLETA, Ilie; STAWARCZYK, Bogna. Quantification of the amount of blue light passing through monolithic zirconia with respect to thickness and polymerization conditions, **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 113, n.3, p. 114-121, 2015.

PARK, C. et al. Effect of various polishing systems on the surface roughness and phase transformation of zirconia and the durability of the polishing systems. **Journal Prosthetic Dentistry**, v. 117, n. 3, p. 430-437, mar. 2017.

SHIRASHI, Takanobu et al. Optical properties of base dentin ceramics for all-ceramic restorations, **Dental Materials**, v. 27, n. 2, p. 165-172, 2011

SULAIMAN, Taiseer Abdulhaq. Monolithic Zirconium Dioxide as a Full Contour Restorative Material with Special Emphasis on the Optical and Mechanical Properties (Tese - PhD), University of Turku, 2015.

SULAIMAN, Taise A., et al. The effect of staining and vacuum sintering on optical and mechanical properties of partially and fully stabilized monolithic zirconia. **Dental Materials Journal**, v. 34, n. 5, p. 605-610, 2015

VARDHAMAN, Sonaj et al. Wear behavior and microstructural characterization of translucent multilayer zirconia. **Dental Materials**, v. 36, n.11, p. 1407-1417, New York, 2020

VILA-NOVA, Taciana Emília et al. Effect of finishing/polishing techniques and low temperature degradation on the surface topography, phase transformation and flexural strength of ultra-translucent ZrO<sub>2</sub> ceramic. **Dental Materials Journal**, v.36, n.4, Natal, 2020.

WANG, Fu; TAKAHASHI, Hidekazu; IWASAKI, Naohiko. Translucency of dental ceramics with different thicknesses, **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 110, n. 1, p. 14-20, 2013

ZIYAD, Tareq A.; ABU-NABA'A, Layla A.; ALMOHAMMED, Saleh N. Optical properties of CAD-CAM monolithic systems compared: three multi-layered zirconia and one lithium disilicate system. **Heliyon**, Irbid, n.7, 2021.