



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Bruna Chrispim dos Reis

**CICLAGEM MECÂNICA EM RESTAURAÇÕES OCLUSAIS ULTRAFINAS COM  
DOIS SISTEMAS VITROCERÂMICOS REFORÇADOS POR DISSILICATO DE  
LÍTIO**

Florianópolis

2019

Bruna Chrispim dos Reis

**CICLAGEM MECÂNICA EM RESTAURAÇÕES OCLUSAIS ULTRAFINAS COM  
DOIS SISTEMAS VITROCERÂMICOS REFORÇADOS POR DISSILICATO DE  
LÍTIO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós Graduação  
em Odontologia da Universidade Federal de Santa  
Catarina para a obtenção do Título de Mestre em  
Odontologia, área de concentração Clínica Odontológica  
Orientador: Prof. Dr. Guilherme Carpena Lopes  
Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carolina da Luz Baratieri

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Reis, Bruna Chrispim dos

Ciclagem mecânica em restaurações oclusais ultrafinas com dois sistemas vitrocerâmicos reforçados por dissilicato de lítio / Bruna Chrispim dos Reis ; orientador, Guilherme Carpena Lopes, coorientadora, Carolina da Luz Baratieri, 2019.

61 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós Graduação em Odontologia, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Odontologia. 2. Ciclagem mecânica. 3. Cerâmicas odontológicas. 4. Biocorrosão. I. Carpena Lopes, Guilherme. II. da Luz Baratieri, Carolina. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. IV. Título.

Bruna Chrispim dos Reis

**CICLAGEM MECÂNICA EM RESTAURAÇÕES OCLUSAIS ULTRAFINAS COM  
DOIS SISTEMAS VITROCERÂMICOS REFORÇADOS POR DISSILICATO DE  
LÍTIO**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Guilherme Carpena Lopes, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Sylvio Monteiro Júnior, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Claudio Tadaaki Sato, Dr.  
Universidade Braz Cubas

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de “Mestre em Odontologia”, área de concentração Clínica Odontológica.

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elena Riet Correa Rivero  
Coordenadora do Programa de Pós Graduação em Odontologia

---

Prof. Dr. Guilherme Carpena Lopes  
Orientador

Florianópolis, 10 de julho de 2019.

Este trabalho é dedicado aos meus pais Jorge e Eliana,  
meus maiores incentivadores. Obrigada por tudo.

## AGRADECIMENTOS

À **Deus** pela vida, pela minha família e por todas as bênçãos, proteção e saúde me guiando para conquistar meus objetivos com sabedoria.

Aos meus pais **Jorge e Eliana**, meu porto seguro. Pelo amor incondicional e educação que me proporcionaram. Obrigada por todo sacrifício que vocês fizeram e fazem por nossa família. Obrigada por estarem sempre presentes e por apoiarem todos meus sonhos e objetivos. Espero um dia poder retribuí-los. Sem vocês nada disso seria possível. Amo vocês com todo meu coração.

Aos meus avós **Maria Aparecida e Elcio**, obrigada por todo amor, carinho e cuidado dedicados a minha criação. Sou abençoada por ter crescido com vocês ao meu lado.

À minha amada irmã, **Camile**. Que possamos sempre ter uma a outra, por toda nossa vida. Saiba que sempre estarei ao seu lado em todos os momentos. Amo você.

Ao meu orientador, professor Dr. **Guilherme Carpena Lopes**, obrigada por sempre exigir o meu melhor. Pela paciência, confiança e conhecimentos compartilhados. Admiro sua seriedade e comprometimento em tudo o que faz.

Ao querido professor Dr. **Sylvio Monteiro Júnior**, minha total admiração e respeito. Obrigada por todos os ensinamentos compartilhados e histórias de vida, que nos motivam a cada dia a buscarmos nosso melhor. Agradeço todos os incentivos, por acreditar e contribuir no meu crescimento profissional e pessoal. É uma honra poder aprender e conviver com o senhor. Muito obrigada!

À professora Dra. **Jussara Karina Bernardon** por todo incentivo e oportunidades a mim direcionadas. Obrigada por sempre me receber com atenção e um sorriso no rosto. Por me motivar a acreditar e aprender cada vez mais. Que com esforço, persistência e dedicação alcançamos nossos objetivos. Você é um exemplo! Obrigada por tudo!

À professora Dra. **Renata Gondo Machado**, obrigada pelo carinho e por estar sempre a disposição. Admiro muito seu amor pela docência e sua conduta profissional: sempre dedicada, organizada e atenciosa com seus alunos. Me espelho nisso. Obrigada!

À professora Dra. **Sheila Cristina Stolf Cupani** obrigada por todo carinho e ensinamentos. Por toda gentileza e empatia em cada conversa. Agradeço também sua participação como suplente deste trabalho. Lhe admiro muito!

À professora Dra. **Carolina da Luz Baratieri**, obrigada pela agradável convivência, por coorientar este trabalho e estar sempre a disposição, interessada em ajudar. Muito obrigada!

À professora Dra. **Beatriz Barros** pela simpatia e educação que sempre me recebeu.

Aos meus amigos e colegas de mestrado e doutorado, em especial: **Joana, Fábio, Sandyla, Paulo, Marília, Vitor, Alana, Renata, Maynara, Gabrielle, Renato, Luiza, Natália, José, Roberta, Djamilly e Luan**. Obrigada por compartilhar esse caminho de muito aprendizado e crescimento. Agradeço pelo respeito e agradável convívio durante esses anos de pós graduação.

À minha amiga e companheira desta caminhada, **Joana Maia**. Obrigada pela amizade leal, por estar sempre presente e disponível para meu ouvir. Por dividir todos os bons momentos, anseios, por me acalmar nas adversidades e me ensinar a sempre olhar o lado bom das coisas. Aprendo muito com você. Que possamos compartilhar muitos momentos juntas, lado a lado!

Ao amigo **Fábio Primo** obrigada pela amizade sincera e por sempre ter uma palavra de incentivo nas horas difíceis. Pela paciência, bom humor e momentos de descontração. Você fez essa jornada mais leve! Obrigada por sempre poder contar com você.

Aos amigos **Vitor Bona, Alana Pereira, Renata Vasconcelos, Maynara Schlickmann e Gabrielle Rauber**: agradeço por serem sempre tão acolhedores me ajudando e compartilhando suas experiências e aprendizados em muitas etapas da pós graduação. Obrigada principalmente pela amizade de cada um de vocês.

Aos amigos **Vitor Bona e Luiza Guerra** por toda ajuda com discussões enriquecedoras sobre o tema dessa pesquisa. Muito obrigada!

Ao amigo **Pablo Silveira Santos**, obrigada pela realização da estatística deste trabalho. Agradeço seu empenho e atenção.

À funcionária da disciplina de dentística **D. Léa**, obrigada por sempre nos receber com educação e carinho.

À secretária do Programa de Pós Graduação em Odontologia, **Ana Maria Frandalozo**, pela cordialidade e atenção em sempre nos atender.

Ao **Sr. Lauro**, responsável técnico pelo laboratório de pesquisa. Obrigada por estar sempre disposto a nos ajudar.

À todos os **funcionários** da Universidade Federal de Santa Catarina.

Aos **alunos da disciplina de Dentística Pré Clínica** dos semestres 2017.1, 2017.2, 2018.1, 2018.2 e 2019.1. Aos **alunos das disciplinas clínicas: ESAI I** do semestre 2018.2 e **clínica III** do semestre 2019.1. Obrigada pelo respeito, educação e oportunidade de aprender a ensinar. Cresci muito aprendendo com vocês.

Ao professor Dr. **Paulo Francisco Cesar**, da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, meus sinceros agradecimentos pela atenção e por abrir as portas do departamento possibilitando a conclusão deste trabalho. Muito obrigada!

À doutoranda **Stéphanie Favero** pela agradável receptividade na USP e ajuda fundamental no entendimento e realização dos testes dessa pesquisa. Muito obrigada por toda sua atenção.

Ao Sr. **Antônio Lascala**, técnico do laboratório de Biomateriais da Faculdade de Odontologia da USP, obrigada pela paciência e ajuda durante os dias na universidade.

A estagiária do Laboratório Central de Microscopia Eletrônica (LCME- UFSC), **Julia Cristina Neckel**. Obrigada pela paciência e ajuda para realizar as imagens de microscopia dessa pesquisa.

Ao amigo e professor Dr. **Claudio Tadaaki Sato**, obrigada por fazer parte deste momento e por todas as oportunidades concedidas. Obrigada por todo o incentivo na odontologia desde a graduação e por despertar em mim a vontade de iniciar um novo caminho: a docência. Aprendi muito trabalhando ao seu lado. Me inspiro em você. Feliz em contar com você nessa etapa importante em minha vida. Muito obrigada por tudo!

À **Universidade Federal de Santa Catarina** e ao **Programa de Pós Graduação em Odontologia** pela oportunidade concedida em realizar o curso de Mestrado em Odontologia nesta instituição.

À **UNESP- Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos**, local do qual sempre será motivo de muito orgulho. Meus sinceros agradecimentos a todos os professores pela base sólida fornecida em minha graduação.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES**, pelo apoio financeiro cedido.

À empresa **GC South America** em nome de: **Erick Lima e Vera Lúcia**. Obrigada pelo material disponibilizado para realização desta pesquisa e por toda atenção e educação ao me atender.

A todos que partilharam dessa caminhada comigo, direta ou indiretamente: muito obrigada!

“Se as coisas são inatingíveis...ora!  
Não é motivo para não querê-las...  
Que tristes os caminhos, se não fora  
A presença distante das estrelas!”

Mário Quintana

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a ciclagem mecânica de restaurações cerâmicas oclusais ultrafinas confeccionadas com duas vitrocerâmicas injetáveis reforçadas por dissilicato de lítio. Adicionalmente, o padrão de desgaste oclusal cerâmico foi comparado. Foram selecionados 16 dentes pré-molares superiores recém extraídos, hígidos e com dimensões semelhantes. Os dentes foram aleatoriamente divididos em dois grupos (n = 8) de acordo com o sistema vitrocerâmico reforçado com dissilicato de lítio a ser utilizado: G1= IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein), e G2= GC Initial<sup>TM</sup> LiSi Press (GC Co., Japão). Em todos os espécimes, foram feitos preparos dentais de 0,5 mm, simulação de processo erosivo e confeccionadas restaurações cerâmicas oclusais ultrafinas com espessura de 0,5 mm. Os espécimes foram submetidos ao simulador de mastigação por 250.000 ciclos com carga constante de 100 N e frequência de 1,6 Hz. Ao término do teste, avaliou-se o tipo de fratura e o padrão de desgaste oclusal cerâmico com fotografias padronizadas e com microscopia eletrônica de varredura (MEV), e definiu-se escores conforme o grau de severidade (1 à 5). Os resultados dos tipos de fratura e do padrão de desgaste oclusal foram analisados pelo teste de *Mann-Whitney*, uma vez que os dados não apresentaram distribuição normal (teste de *Shapiro-Wilk*). O teste exato de *Fisher* foi utilizado para determinar a associação entre o sistema cerâmico e a presença de falha (nível de significância de 5% para todos testes). As medianas dos escores de falhas foram: IPS e.max Press= 3,00 e GC Initial LiSi Press= 3,00. Não houve diferença estatística significativa entre os grupos quanto ao tipo de fratura (p= 0,265). Já para a avaliação do padrão de desgaste oclusal cerâmico, as medianas foram: IPS e.max Press= 3,00 e GC Initial LiSi Press= 3,50. Não houve diferença estatística significativa entre os grupos quanto ao padrão de desgaste (p=0,569). Concluiu-se que restaurações oclusais ultrafinas de 0,5 mm, confeccionadas com os dois sistemas vitrocerâmicos reforçados por dissilicato de lítio por meio da técnica de injeção, apresentaram semelhante limitado desempenho após teste de ciclagem mecânica em pré molares superiores.

**Palavras-chave:** Ciclagem mecânica. Cerâmica Odontológica. Biocorrosão. Cimento resinoso.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the mechanical cycling of ultrafine occlusal veneers restorations made by two lithium disilicate glass-ceramic press systems. Additionally, the ceramic occlusal wear pattern was compared. Sixteen human premolars were collected and randomly assigned to 2 groups (n = 8) according to lithium disilicate glass-ceramic press system used: G1 = IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein), and G2 = GC Initial LiSi Press (GC Co., Japan). In all specimens, 0.5 mm dental preparation, erosive process simulation and ultra-thin occlusal ceramic restorations with a thickness of 0.5 mm were made. The specimens were submitted to the mastication simulator for 250,000 cycles with a constant load of 100 N and a frequency of 1.6 Hz. At the end of the test, the type of fracture and the ceramic occlusal wear pattern were evaluated with standardized photographs and with scanning electron microscopy (SEM) and scored (1 to 5 severity score). The results of the fracture types and the occlusal wear pattern were analyzed by the Mann-Whitney test and the Shapiro-Wilk test. The Fisher exact test was used to determine if there is an association between the ceramic system and the presence of failure (significance level of 5%). The medians failure scores were: IPS e.max Press = 3.00, and GC Initial LiSi Press = 3.00. There was no statistically significant difference between the groups regarding the type of fracture ( $p = 0.265$ ). The medians ceramic occlusal wear pattern scores were: IPS e.max Press = 3.00, and GC Initial LiSi Press = 3.50. There was no statistically significant difference between the groups regarding the ceramic occlusal wear pattern ( $p = 0.569$ ). It was concluded that 0.5 mm ultra-thin occlusal restorations made by two glass-ceramic systems reinforced by lithium disilicate (IPS e.max Press and GC Initial LiSi Press) by means of the press system presented similar limited performance after mechanical cycling in upper premolars.

**Keywords:** Mechanical cycling. Ceramics. Biocorrosion. Resin cement.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Seleção dos dentes .....	20
Figura 2 – Preparo do dente com ponta diamantada afim de atenuar a superfície oclusal, simulando o desgaste identificado em processos biocorrosivos.....	22
Figura 3 (A-B) – Aspecto das restaurações cerâmicas logo após injetadas e removidas do refratário: Grupo 1- IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent (A); Grupo 2- GC Initial LiSi Press, GC Co. (B).....	23
Figura 4 – Aspecto da restauração cerâmica oclusal ultrafina após acabamento e aplicação do glaze cerâmico.....	23
Figura 5 (A-F) – Etapas de condicionamento do dente e preparo da peça cerâmica: 5A- Superfície dental após finalização do preparo; 5B- Aplicação do ácido fosfórico 35%; 5C- Aplicação do sistema adesivo; 5D- Condicionamento da peça cerâmica com ácido fluorídrico 5% (silicone de adição protegendo a superfície glazeada do contato com o ácido); 5E Aplicação do silano; 5F- Peça cerâmica posicionada ao dente com o cimento para posterior remoção dos excessos com pincel.....	25
Figura 6 – Simulador de mastigação.....	26
Figura 7 (A-H) – Fotografias padronizadas por vista oclusal dos espécimes do grupo 1.....	32
Figura 8 (A-H) – Fotografias padronizadas por vista oclusal dos espécimes do grupo 2.....	32
Figura 9 (A-H) – Fotografias padronizadas por vista mesial dos espécimes do grupos 1: observa-se nesta vista espécimes com lascamento da restauração cerâmica (9A), desgastes envolvendo a restauração e estrutura dental adjacente (9C, 9D, 9E, 9G, 9H) e margens aparentemente íntegras (9B, 9F).....	33
Figura 10 (A-H) – Fotografias padronizadas por vista mesial dos espécimes do grupo 2: observa-se nesta vista espécimes com leves desgastes da restauração cerâmica e/ou estrutura dental (10A, 10G) e margens aparentemente íntegras (10B, 10C, 10D, 10E, 10F, 10H).....	34
Figura 11 (A-H) – Fotografias padronizadas por vista distal dos espécimes do grupo 1: observa-se leves desgastes entre a margem da restauração e o dente (11C, 11H), desgaste acentuado entre a margem da restauração e o dente (11D) e margens aparentemente íntegras (11A, 11B, 11E, 11F, 11G).....	35
Figura 12 (A-H) – Fotografias padronizadas por vista distal dos espécimes do grupo 2: observa-se um estágio inicial de desgaste entre a margem da restauração e o dente em todos os espécimes do grupo.....	36
Figura 13 – Imagens em MEV dos tipos de fraturas para o grupo 1.....	38

Figura 14 – Imagens em MEV dos tipos de fratura para o grupo 2.....40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Materiais utilizados no estudo.....	19
Tabela 2 – Tamanho da amostra (n), frequência (F) e porcentagem (%) dos escores correspondentes às falhas observadas nos grupos experimentais.....	29
Tabela 3 – Comparação das medianas dos escores de falhas, de acordo com o sistema de cerâmica utilizado (Teste de <i>Mann-Whitney</i> ).....	29
Tabela 4 – Comparação entre a presença ou ausência de falha e o sistema cerâmico utilizado.....	30
Tabela 5 – Tamanho da amostra (n), frequência (F) e porcentagem (%) dos escores correspondentes aos desgastes oclusais cerâmicos observados nos grupos experimentais.....	31
Tabela 6 – Comparação das medianas dos escores do padrão de desgaste oclusal cerâmico, de acordo com o sistema cerâmico utilizado (Teste de <i>Mann-Whitney</i> ).....	31

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

LCME – Laboratório Central de Microscopia Eletrônica

HD – High Definition

LED – Light Emitting Diode

FOUSP – Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

MEV – Microscopia eletrônica de varredura

SPSS – Statistical Package for the Social Sciences

CAD/CAM – Computer-aided design/ Computer-aided manufacturing

°C – Graus Celsius

n° – Número

mm – Milímetros

pH – Potencial hidrogeniônico

M – Mol

Rpm – Rotação por minuto

mL – Mililitro

mW/cm<sup>2</sup> – Miliwatt por centímetro quadrado

N – Newton

Hz – Hertz

X – Vezes

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1.2</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1</b>	<b>Materiais.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2</b>	<b>Métodos.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.1</b>	<b>Seleção, limpeza e armazenamento dos dentes.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Inclusão dos espécimes.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Preparo dos espécimes.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.4</b>	<b>Divisão dos grupos.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.5</b>	<b>Confeção das restaurações.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.6</b>	<b>Cimentação adesiva das restaurações cerâmicas.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.7</b>	<b>Ciclagem mecânica.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.8</b>	<b>Avaliação do modo de fratura.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.9</b>	<b>Avaliação do padrão de desgaste oclusal cerâmico.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.10</b>	<b>Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.11</b>	<b>Análise estatística.....</b>	<b>27</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>46</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>
	<b>APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....</b>	<b>54</b>
	<b>Anexo A- Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos.....</b>	<b>58</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo fisiológico, biológico e funcional do organismo e a perda de esmalte por atrição e erosão é acompanhada diante desta condição. Além disso, perdas exageradas da estrutura podem acontecer diante de hábitos alimentares ou desordens do organismo e identificadas a partir de lesões não-cariosas (LUSSI *et al.*, 2009; LUSSI, CARVALHO, 2014).

A biocorrosão é definida como a ação química, bioquímica ou eletroquímica da estrutura dental em organismos vivos devido à ação de ácidos, sejam eles de origem intrínseca ou extrínseca, e efeitos proteolíticos ou piezoelétricos (GRIPPO *et al.*, 2012). Os ácidos atuantes podem ser de origem intrínseca, relacionados a distúrbios gastrointestinais, como bulimia nervosa, anorexia, gastrite e refluxo gastroesofágico. Já o consumo exagerado de alimentos ou bebidas cítricas/ácidas, bebidas carbonatadas, medicamentos, drogas ou produtos químicos ambientais são ácidos de origem extrínseca (JOHANSSON, 2002; FEATHERSTONE, LUSSI, 2006). A denominação de biocorrosão é sugerida por alguns autores a ser substituída pelo termo “erosão”, que por definição é um fenômeno físico que causa desgaste estrutural devido ao atrito causado pelo movimento de líquidos, e não um mecanismo químico (GRIPPO *et al.*, 2012; GRIPPO, OH, 2013). A atividade química e bioquímica (biocorrosão) ainda podem ser aceleradas em processos de estresses cíclicos frente a cargas intermitentes como nos casos de bruxismo, apertamento dental ou mastigação (PALAMARA *et al.*, 2001; STANINEC *et al.*, 2005; MISHRA *et al.*, 2006).

Clinicamente, dentes nessa condição exibem áreas com aspecto plano, ausência de ângulos agudos, perda de brilho e esmalte íntegro na margem gengival. Já a dentina quando afetada, pode resultar em hipersensibilidade dentinária (LUSSI *et al.*, 2009). Além do comprometimento estrutural, a resistência mecânica dos tecidos dentais são afetadas com níveis de microdureza reduzidos frente a forças abrasivas em esmalte erodido (ATTIN *et al.*, 1997; LUSSI, PORTMANN, BURHOP 1997; MAUPOMÉ *et al.*, 1998; ATTIN *et al.*, 2001). Porém, o grau de severidade e características morfológicas dos defeitos identificados podem variar de acordo com os fatores predisponentes envolvidos. Todavia, observa-se em muitos casos perdas consideráveis ou não de tecido mineralizado, não apresentando nenhum sintoma clínico (ATTIN *et al.*, 1997; GANSS *et al.*, 2009). O tratamento de pacientes com erosão dental severa representa um grande desafio para os profissionais envolvidos: não somente o controle e

prevenção dos fatores etiológicos, mas também uma reabilitação oclusal complexa dependendo do grau de severidade da perda dental.

Diante desta patologia, as lâminas oclusais ultrafinas surgem com a proposta de restaurações ultra conservadoras, sendo uma alternativa quando comparadas às restaurações tradicionais como coroas e *onlays* que demandam maior sacrifício da estrutura dental. É de grande importância investigar a durabilidade frente a cargas que simulam as forças oclusais observadas no ambiente oral e transferir seus resultados para a realidade clínica profissional, não só para o desenvolvimento e avanço dos materiais, mas também para a resistência e longevidade dos trabalhos clínicos (GUESS *et al.*, 2013; SCHLICHTING *et al.*, 2011).

Além de avaliar a condição do remanescente dental, a seleção de materiais cerâmicos que proporcionem resistência e longevidade às restaurações é um fator fundamental durante o planejamento. As cerâmicas são caracterizadas por serem materiais que possibilitam a reprodução de propriedades mecânicas e ópticas, como: resistência, estabilidade de cor e coeficiente de expansão térmica semelhante a estrutura dental. Dentre elas, estão as vitrocerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio (IVOCLAR VIVADENT 2011; GC EUROPE, 2019). A longevidade do material restaurador está relacionada com sua resistência adesiva e propriedades mecânicas, uma vez que as restaurações estão sobre cargas cíclicas constantes no meio oral, sendo susceptíveis a iniciação de falhas e defeitos que comprometem sua estrutura (PEUMANS *et al.*, 2000).

Entretanto, diferentes marcas comerciais apresentam suas particularidades no processo, o que pode influenciar diretamente na resistência e longevidade da peça cerâmica. Em 2016 uma nova vitrocerâmica à base de dissilicato de lítio foi introduzida no mercado, Initial LiSi Press. Este material contém microcristais dispersos em uma matriz vítrea e maior densidade cristalina, o que segundo o fabricante supostamente proporciona melhor polimento e menor potencial de desgaste dos dentes antagonistas. Estudos iniciais realizados pelo fabricante classificam esta vitrocerâmica como superior em propriedades mecânicas e estéticas (MIYAKE *et al.*, 2016; GC EUROPE, 2019; FERRARI *et al.*, 2019), entretanto estudos adicionais precisam ser realizados. Segundo o fabricante, valores de resistência à flexão superiores ao IPS e.max (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) são alcançados com este novo sistema cerâmico (Initial LiSi Press, GC Co., Tóquio, Japão) (GC EUROPE, 2019). Hipoteticamente, indica maior resistência à fratura cerâmica ou lascamento de restaurações oclusais finas. Todavia materiais cerâmicos que apresentam excelentes propriedades mecânicas não

obrigatoriamente irão demonstrar melhor desempenho clínico (GC EUROPE, 2019). Outro diferencial descrito pelo fabricante seria um agente de refinamento presente no revestimento refratário de inclusão (LiSi Press Vest, GC Co.) que é empregado previamente a injeção da cerâmica e responsável por eliminar a camada de reação, prevenindo assim a formação de bolhas e fissuras que podem comprometer a resistência do material. Embora as informações do sistema Initial LiSi Press (GC Co.), sejam em sua maioria disponibilizadas apenas pelo fabricante e poucos estudos independentes estejam disponíveis, é de suma importância que avaliações clínicas e laboratoriais sejam desenvolvidas para uma investigação independente sobre o tema abordado.

Testes que reproduzam as cargas limites que um material pode suportar e transferir estas informações para realidade clínica é um dos grandes desafios na pesquisa dos materiais odontológicos. A fadiga é o processo que ocorre em um material submetido a condições que produzam tensões e deformações em um ou mais pontos e podem resultar em rachaduras ou fraturas completas denominadas como falha catastrófica (BARAN, BOBERICK, MCCOOL, 2001; COELHO, 2009). Clinicamente, a falha mecânica de restaurações acontece após muitos anos em função, apontando uma falha por fadiga em vez de sobrecarga aguda. O teste laboratorial envolve parâmetros que quando realizados em ambiente oral simulado produz modos de falha próximos aos que ocorrem em estudos clínicos. A falha por fadiga têm início com fissuras a nível microscópio onde há áreas de concentração de tensões, que podem evoluir para rachaduras em constante avanço com o enfraquecimento do material. Após ultrapassar o limite da capacidade mecânica de carga do material, ocorre a falha catastrófica (ZHANG, SAILER, LAWN, 2013; NAWAFLEH *et al.*, 2016).

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a ciclagem mecânica de restaurações oclusais ultrafinas confeccionadas com dois sistemas vitrocerâmicos injetáveis e cimentadas em dentes com simulação de processo erosivo. A hipótese nula é que os sistemas vitrocerâmicos não influenciarão na ciclagem mecânica, na taxa de sobrevivência das restaurações e no padrão de desgaste oclusal cerâmico.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Avaliar a ciclagem mecânica de restaurações cerâmicas oclusais ultrafinas confeccionadas com dois sistemas vitrocerâmicos injetáveis reforçados por dissilicato de lítio.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Avaliar a taxa de sobrevivência das restaurações cerâmicas na ciclagem mecânica.
- Analisar o modo de fratura das restaurações cerâmicas após ciclagem mecânica.
- Avaliar o padrão de desgaste oclusal cerâmico.
- Comparar a longevidade entre os sistemas vitrocerâmicos injetáveis reforçados por dissilicato de lítio.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Materiais

Tabela 1- Materiais utilizados no estudo.

Produto	Fabricante	Composição	Modo de aplicação	Lote
IPS e.max Press	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Dióxido de silício, óxido de lítio, óxido de potássio, óxido de magnésio, óxido de zinco, óxido de alumínio, pentóxido de fósforo e outros óxidos.	Cerâmica vítrea de dissilicato de lítio para tecnologia de injeção.	X29863
GC Initial™ LiSi Press	GC Co., Tóquio, Japão	Dióxido de silício, óxido de lítio e óxidos coloridos.	Cerâmica vítrea de dissilicato de lítio para tecnologia de injeção.	1702131
IPS Ceramic Etching Gel	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Solução < 5% de ácido fluorídrico (HF).	Aplicar o ácido sobre a superfície interna da vitrocerâmica durante 20 segundos. Em seguida, lavar abundantemente durante 20 segundos com jato ar/água. Limpeza da restauração em banho por ultrassom em água destilada durante 5 minutos. Secar a restauração com um forte jato de ar livre de óleo por aproximadamente 10 segundos.	X39271
Monobond N	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Solução alcoólica de metacrilato de silano, metacrilato de ácido fosfórico e metacrilato de sulfeto.	Aplicar uma camada fina de Monobond N com um pincel descartável nas superfícies pré tratadas. Deixar o material reagir durante 60 segundos. Em seguida dispersar qualquer excesso remanescente com um forte fluxo de ar.	W37415
Tetric N-Bond Universal	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Metacrilatos, etanol, água, dióxido de silício altamente disperso, iniciadores e estabilizadores.	O adesivo deve ser esfregado no dente durante pelo menos 20 segundos. Dispersar o Tetric N-Bond Universal com jato de ar comprimido isento de umidade e óleo até que reste uma película brilhante e imóvel.	W36896
Variolink Esthetic LC	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	A matriz do monômero de Variolink Esthetic é composta de dimetacrilato de uretano e outros monômeros de metacrilato. As cargas inorgânicas são trifluoreto de itérbio e óxidos mistos esferoidais. Os iniciadores, estabilizadores, pigmentos são ingredientes adicionais. O tamanho de partícula é de 0,04-0,2 µm. O tamanho médio de partícula é de 0,1 µm. O volume total de cargas inorgânicas é de aproximadamente 38%.	Aplicar o Variolink Esthetic LC com a ponta de aplicação ou com um pincel/ espátula diretamente na superfície interna da restauração. Assentar a restauração, posicioná-la e mantê-la no lugar para remoção de excessos.	X24209
Potenza Attacco	PHS do Brasil, Joinville, Brasil	Ácido fosfórico 35%.	Aplicar sobre o esmalte durante 30 segundos, em seguida enxaguar abundantemente.	09112017-881

## 2.2 Métodos

Esta pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da Universidade Federal de Santa Catarina, sob protocolo número 11401519.6.0000.0121. Os voluntários foram informados detalhadamente sobre o estudo e receberam o Termo de Doação e o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (Anexos).

### 2.2.1 Seleção, limpeza e armazenamento dos dentes

Foram selecionados 16 dentes pré-molares superiores humanos hígidos com dimensões e forma anatômica semelhantes mensuradas por meio de paquímetro digital, extraídos por razões ortodônticas e doados pelos pacientes após assinatura do Termo de Consentimento Livre Esclarecido (Protocolo nº 11401519.6.0000.0121). Os dentes foram analisados com uma lupa (ExamVision, Samsø, Dinamarca) com aumento de 3.3X HD, sob iluminação, com a finalidade de se certificar quanto a ausência de lesões de cárie e cavidades. Os dentes com restaurações, cavidades e/ou lesões cariosas aparentes foram automaticamente descartados. Todos os dentes recém-extraídos foram armazenados em solução timol 0,1% até o momento de sua utilização.

Após a seleção, os dentes foram limpos com auxílio de curetas periodontais (Gracey Duflex 7/8, SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e profilaxia com escova Robinson (KG Sorensen, Cotia, Brasil) e pasta profilática (Herjos F, Vigodent, Rio de Janeiro, Brasil).

Figura 1- Seleção dos dentes.



### 2.2.2 Inclusão dos espécimes

Os dentes foram incluídos em um cilindro de PVC (Tigre, Joinville, Brasil) de 25 mm de diâmetro e 20 mm de altura, que foi preenchido com resina acrílica autopolimerizável (Resina Auto, TDV Dental Ltda., Pomerode, Brasil), com a finalidade de simular o osso alveolar e facilitar o manuseio dos espécimes durante a pesquisa.

Para se obter paralelismo entre a face oclusal e a base do cilindro de PVC, utilizou-se um dispositivo específico para inclusão dos dentes de modo que a junção cimento-esmalte ficasse 2 mm aquém da base do cilindro em direção apical, sendo mensurada com sonda milimetrada e demarcada com lápis.

### 2.2.3 Preparo dos espécimes

Após inclusão, os dentes foram preparados uniformemente com a finalidade de regularizar a superfície e de simular a perda erosiva do esmalte, atenuando a anatomia oclusal e permitindo a futura adaptação da peça cerâmica. O procedimento foi realizado inicialmente com ponta diamantada cilíndrica de extremidade arredondada de 1,0 mm de diâmetro (852.FG.010, JOTA AH, Rüthi, Suíça), montada em alta rotação. Foram criadas canaletas de orientação sobre as vertentes das cúspides de modo que a ponta diamantada fosse aprofundada em apenas metade da ponta ativa. As canaletas foram unidas e o preparo dental limitou-se ao esmalte, originando uma profundidade uniforme em toda superfície dental. O polimento final do preparo foi realizado com auxílio de pontas de borracha abrasiva (Astropol, Ivoclar Vivadent). Em seguida os dentes foram imersos e agitados (70 rpm) em 500 mL de HCL 0,01M (pH 2,2) durante 4 períodos consecutivos de 2 minutos a temperatura ambiente (23° C) (HOVE *et al.*, 2007; ROCHA *et al.*, 2016). Após cada imersão em solução ácida os espécimes foram enxaguados com água deionizada durante 60 segundos.

Figura 2- Preparo do dente com ponta diamantada afim de atenuar a superfície oclusal, simulando o desgaste identificado em processos biocorrosivos.



#### 2.2.4 Divisão dos grupos

Os 16 espécimes foram divididos aleatoriamente em dois grupos de acordo com o material restaurador utilizado:

- G1: IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent).
- G2: GC Initial™ LiSi Press (GC Co.).

#### 2.2.5 Confeccção das restaurações

As superfícies oclusais dos espécimes foram digitalizadas utilizando o scanner intraoral Trios Digital Impressions (3Shape A/S, Copenhagen, Dinamarca). As imagens obtidas por meio do escaneamento foram anexadas ao software ZirkonZahn CAD/CAM v. 6178 (ZirkonZahn, Gais, Itália), no qual foram projetados os desenhos das futuras restaurações oclusais ultrafinas. Padronizou-se uma linha de cimentação de 0,01 mm, de acordo com a recomendação do fabricante das cerâmicas que seriam utilizadas neste estudo.

As peças projetadas pelo *software* foram impressas com auxílio da impressora ZirkonZahn CAD/CAM v. 6178 (ZirkonZahn) e confeccionadas com resina acrílica calcinável (Cosmos Temp, Yller Biomateriais SA, Pelotas, Brasil). Finalizada a impressão 3D, as peças foram imersas durante 10 minutos em álcool isopropílico para limpeza dos detritos gerados durante o processo de confecção. Em seguida, foi realizado o acabamento das peças individualmente e estas foram posicionadas em seus respectivos espécimes para que fosse feita

a análise da adaptação ao dente. Em seguida, as peças foram posicionadas com auxílio de um *sprue* ao anel de revestimento e o revestimento refratário de cada fabricante foi vertido. Na sequência aguardou-se a cristalização e o conjunto foi posicionado no forno cerâmico (Multimat® NTX<sup>press</sup>, Dentsply Sirona, Erlangen, Alemanha) no tempo e temperatura especificadas recomendada por cada fabricante dos materiais cerâmicos utilizados neste estudo.

Figura 3 (A-B)- Aspecto das restaurações cerâmicas logo após injetadas e removidas do refratário: Grupo 1- IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent (A); Grupo 2- GC Initial LiSi Press, GC Co. (B).

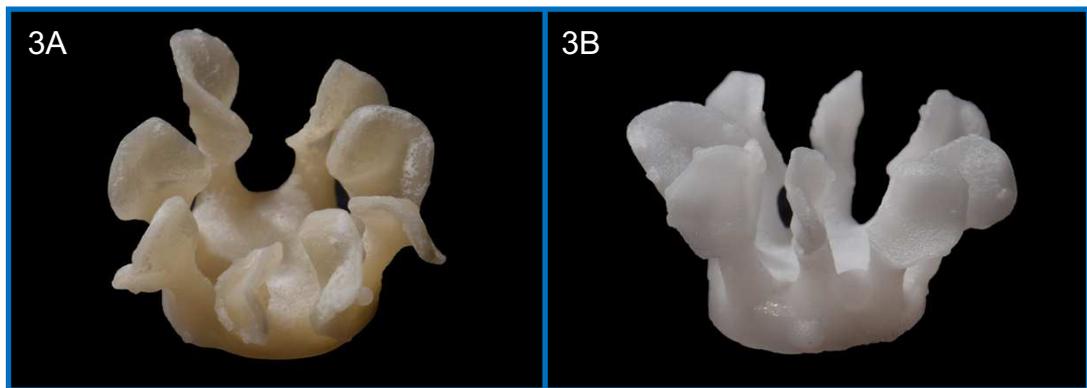


Figura 4- Aspecto da restauração cerâmica oclusal ultrafina após acabamento e aplicação do glaze cerâmico.

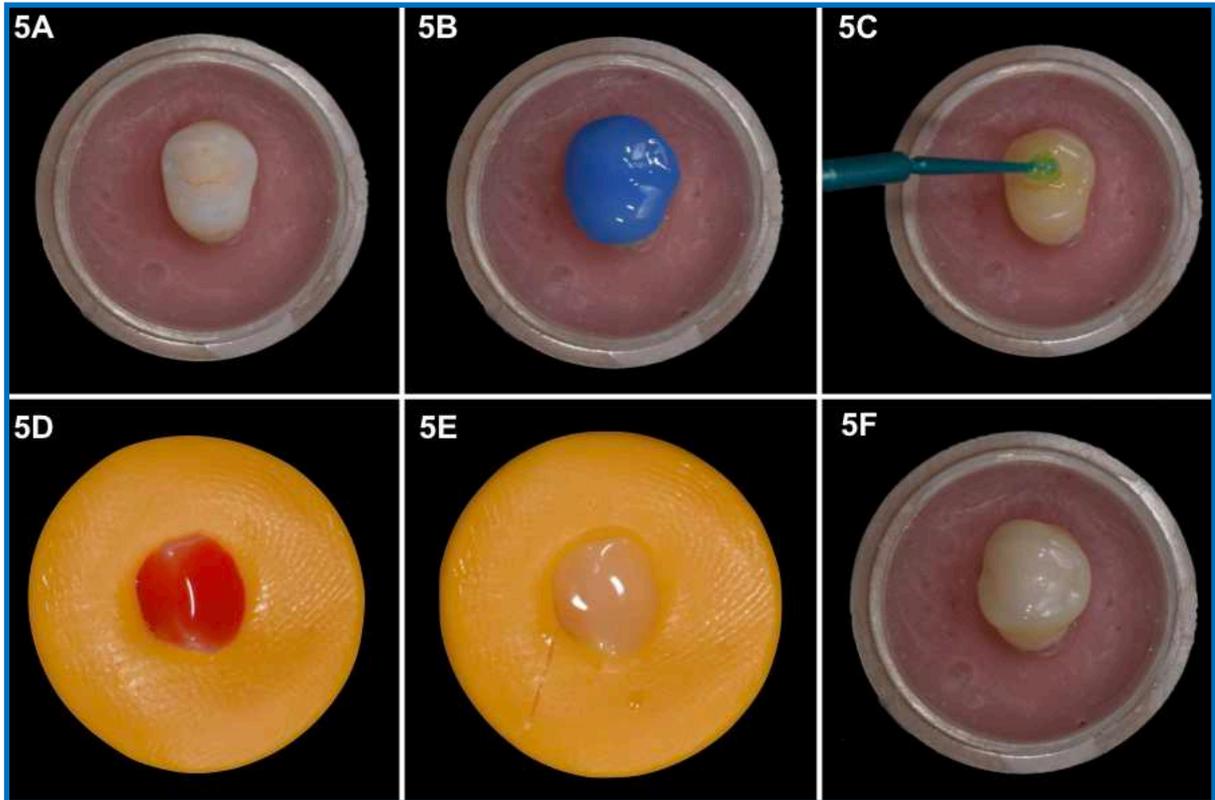


#### 2.2.6 Cimentação adesiva das restaurações cerâmicas

O condicionamento das superfícies internas das restaurações oclusais cerâmicas foi realizado com ácido hidrófluorídrico 5% (IPS etching gel, Ivoclar Vivadent) durante 20 segundos com auxílio de silicone de adição (Express XT, 3M ESPE) protegendo a superfície glazeada. Após enxágue e secagem da superfície interna da restauração cerâmica, aplicou-se o

agente silano que contém MDP (Monobond N, Ivoclar Vivadent) deixando-o reagir durante 60 segundos seguido por secagem com fortes jatos de ar comprimido. As superfícies dentais foram limpas com escova Robinson e pasta profilática e na sequência foi realizado o condicionamento ácido da superfície de esmalte com ácido fosfórico 35% durante 30 segundos (Potenza Attacco, PHS do Brasil, Joinville, Brasil). Após o enxágue e secagem da superfície, aplicou-se o sistema adesivo (Tetric N-Bond Universal, Ivoclar Vivadent). O cimento resinoso fotopolimerizável (Variolink Esthetic LC, Ivoclar Vivadent) foi aplicado na parte interna das restaurações e posicionado ao dente com auxílio de dispositivo específico (Dispositivo Delbons, 2010) com carga constante de 1 quilograma, durante 2 minutos. Após, os excessos do cimento resinoso foram removidos com auxílio de pincel e cada face foi fotopolimerizada por 20 segundos. Utilizou-se uma unidade fotopolimerizadora a base de LED (VALO, Ultradent, South Jordan, Estados Unidos) no modo *standard* com intensidade de luz de aproximadamente 1.000 mW/cm<sup>2</sup> mensurada por radiômetro de cura (Demetron LED Radiometers, Demetron Kerr, WI, EUA). Os espécimes foram armazenados durante 24 horas em água destilada, e em seguida foi feito o acabamento e polimento das margens com sequência de 3 borrachas abrasivas (Astropol, Ivoclar Vivadent). Previamente ao teste de ciclagem mecânica, os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas.

Figura 5 (A-F)- Etapas de condicionamento do dente e preparo da peça cerâmica: 5A- Superfície dental após finalização do preparo; 5B- Aplicação do ácido fosfórico 35%; 5C- Aplicação do sistema adesivo; 5D- Condicionamento da peça cerâmica com ácido fluorídrico 5% (silicone de adição protegendo a superfície glazeada do contato com o ácido); 5E Aplicação do silano; 5F- Peça cerâmica posicionada ao dente com o cimento para posterior remoção dos excessos com pincel.



### 2.2.7 Ciclagem mecânica

Todos os espécimes foram submetidos ao teste de ciclagem mecânica em um simulador de mastigação (Chewing Simulator CS-4- SD Mechatronik) localizado na Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP). Esta máquina apresenta oito câmaras de teste que funcionam simultaneamente, de modo que foram testados 8 espécimes ao mesmo tempo. Os espécimes foram submetidos a um carregamento de 250.000 ciclos com uma carga constante de 100 N a uma frequência de 1,6 Hz, imersos em água destilada em temperatura de aproximadamente 37° C.

Figura 6- Simulador de mastigação.



Um dispositivo metálico foi confeccionado contendo uma esfera metálica com diâmetro de 6 mm para ficar posicionado no centro da face oclusal e em contato com as cúspides. Dentro das câmaras do simulador de mastigação, os espécimes foram posicionados e fixados em dispositivo de modo que permanecessem estáveis no decorrer do teste. O dispositivo com a esfera se manteve paralelamente ao longo eixo do espécime durante todo o processo.

Para a simulação da mastigação, foram estabelecidos no programa específico da máquina de teste movimentos horizontais e verticais entre o antagonista e o espécime. Selecionou-se o ciclo mastigatório com movimentos circulares.

#### 2.2.8 Avaliação do modo de fratura

Ao final do teste, todos os espécimes foram fotografados (vista oclusal, mesial e distal) utilizando câmera fotográfica profissional digital (D5300, Nikon, Japão) com objetiva Medical Nikkor 120 mm (Nikon, Japão) e *close-up* (Nikon, Japão) de aproximação 2X. A configuração foi padronizada na abertura do obturador em 32, velocidade 1/180 e ISO 200.

Para avaliar o modo de falha das restaurações cerâmicas ultrafinas, foram estabelecidos os seguintes escores:

1. Sem falha
2. Falha inicial (trinca visível maior/igual a 2 mm e envolvendo a superfície da restauração)
3. Fratura reparável (falha coesiva ou adesiva/coesiva da restauração cerâmica somente)
4. Possivelmente reparável (falha coesiva/adesiva da restauração cerâmica com menor dano, trinca da estrutura dental subjacente)

## 5. Falha catastrófica (fratura dental/raiz que exigiria a extração do dente)

### 2.2.9 Avaliação do padrão de desgaste oclusal cerâmico

Para avaliar os desgastes observados na superfície oclusal das restaurações com auxílio das fotografias oclusais, foram estabelecidos os seguintes escores:

1. Desgaste oclusal visivelmente ausente
2. Faceta de desgaste em estágio inicial
3. Faceta de desgaste em estágio mediano
4. Faceta de desgaste em estágio severo

### 2.2.10 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Todas as 16 amostras foram analisadas com microscopia eletrônica de varredura com intuito de melhor identificação e entendimento dos tipos de falha. Foram feitas imagens das superfícies oclusais e proximais das restaurações oclusais ultrafinas, nas áreas onde houve fratura cerâmica e nas áreas de fratura dental. Os espécimes foram seccionados na sua área cervical com disco diamantado montado em máquina de cortes seriados (Isomet 1000, Buehler Ltd., Lake Bluff, EUA) resultando como novo espécime a coroa dental do espécime. Os espécimes foram limpos com água destilada em cuba ultrassônica durante 10 minutos para remoção de possíveis detritos gerados durante as etapas de acabamento e secos com jato de ar comprimido. Em seguida, foi feita a montagem dos espécimes em porta amostra e recobrimento com ouro (EM SCD 500, Leica, Áustria) e analisados morfologicamente em MEV (Microscopia Eletrônica de Varredura) (JSM-6390LV, JEOL, EUA), localizados no Laboratório Central de Microscopia Eletrônica (LCME) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

### 2.2.11 Análise estatística

A comparação das medianas de escores de falhas e das medianas de escores do padrão de desgaste oclusal cerâmico foram realizadas por meio do teste não-paramétrico de *Mann-Whitney*, uma vez que os dados não apresentaram distribuição normal, de acordo com o teste de *Shapiro-Wilk*. O teste exato de *Fisher* foi utilizado para determinar se existe associação entre o sistema cerâmico utilizado e a presença de falha. Utilizou-se um nível de significância de 5% para ambos os testes. As análises estatísticas foram executadas com o auxílio do programa

estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS para Windows, versão 21, SPSS Inc, Chicago, IL, EUA).

### 3 RESULTADOS

Todos os espécimes de ambos os grupos sobreviveram aos 250.000 mil ciclos. Para avaliação dos dados do modo de falha foram consideradas a frequência e porcentagem dos escores de falha (1, 2, 3, 4 e 5) em cada grupo (IPS e.max Press e GC Initial LiSi Press) com um total de 8 valores por grupo. As medianas dos escores de falhas foram: IPS e.max Press= 3,00 e GC Initial LiSi Press= 3,00. A estatística descritiva para os escores dos tipos de falha pode ser visualizada na Tabela 2.

Tabela 2- Tamanho da amostra (n), frequência (F) e porcentagem (%) dos escores correspondentes às falhas observadas nos grupos experimentais.

Grupo	Escore de Falha				
	1	2	3	4	5
	F (%)	F (%)	F (%)	F (%)	F (%)
IPS e.max Press	3 (37,5)	0 (0,0)	4 (50,0)	1 (12,5)	0 (0,0)
GC Initial LiSi Press	1 (12,5)	1 (12,5)	3 (37,5)	3 (37,5)	0 (0,0)

Não houve diferença estatística significativa entre os grupos quanto ao tipo de fratura ( $p= 0,265$ ). A mediana dos escores e a média dos *Ranks* está disposta na Tabela 3. O grupo referente ao IPS e.max Press não diferiu do grupo referente ao GC Initial LiSi Press, não apresentando diferença estatística significativa.

Tabela 3- Comparação das medianas dos escores de falhas, de acordo com o sistema de cerâmica utilizado (Teste de Mann-Whitney).

Grupo	Mediana	Média <i>Ranks</i>
IPS e.max Press	3,00	7,25 a
GC Initial LiSi Press	3,00	9,75 a

Mesmas letras minúsculas na coluna dos valores médios dos *Ranks* denotam ausência de diferença estatisticamente significativa (teste de *Mann-Whitney*, nível de significância de 5%,  $p=0,265$ ).

Não houve diferença estatística significativa entre os grupos quanto a comparação entre a ausência ou presença de falha entre os sistemas vitrocerâmicos utilizados ( $p= 0,569$ ). A estatística descritiva para presença ou ausência de falha pode ser visualizada abaixo na Tabela 4. Entretanto, no grupo 1 observou-se 3 espécimes sem falhas quando comparado ao grupo 2 com apenas 1 espécime. Quanto a presença de falhas foi constatado no grupo 1 um total de 5 espécimes, já o grupo 2 apresentou um total de 7 espécimes com falha.

Tabela 4- Comparação entre a presença ou ausência de falha e o sistema cerâmico utilizado.

Grupo	N	Falha		P*
		Ausente n (%)	Presente n (%)	
IPS e.max Press	8	3 (37,5)	5 (62,5%)	0,569
GC Initial LiSi Press	8	1 (12,5%)	7 (87,5%)	

\*Teste Exato de *Fisher*

A estatística descritiva para os escores do padrão de desgaste oclusal cerâmico pode ser visualizada na Tabela 5. As medianas dos escores de falhas foram: IPS e.max Press= 3,00 e GC Initial LiSi Press= 3,50. Em relação ao padrão de desgaste oclusal cerâmico observado nas restaurações devido ao contato com o antagonista, todos os espécimes do grupo 1 apresentaram algum nível de desgaste. Já no grupo 2, em apenas 1 espécime não foi observada nenhuma faceta de desgaste da restauração oclusal cerâmica. Em contrapartida, o grupo 2 apresentou uma maior quantidade de espécimes com a faceta de desgaste oclusal severo, totalizando 4 versus 3 espécimes identificados no grupo 1.

Tabela 5- Tamanho da amostra (n), frequência (F) e porcentagem (%) dos escores correspondentes aos desgastes oclusais cerâmicos observados nos grupos experimentais.

Grupo	N	Escore de Desgaste			
		1	2	3	4
		F (%)	F (%)	F (%)	F (%)
IPS e.max Press	8	0 (0)	2 (25)	3 (37,5)	3 (37,5)
GC Initial LiSi Press	8	1 (12,5)	2 (25)	1 (12,5)	4 (50)

Tabela 6- Comparação das medianas dos escores do padrão de desgaste oclusal cerâmico, de acordo com o sistema cerâmico utilizado (Teste de *Mann-Whitney*).

Grupo	Mediana	Média <i>Ranks</i>
IPS e.max Press	3,00	8,56 a
GC Initial LiSi Press	3,50	8,44 a

Mesmas letras minúsculas na coluna dos valores médios dos *Ranks* denotam ausência de diferença estatisticamente significativa (teste de *Mann-Whitney*, nível de significância de 5%,  $p=0,956$ ).

Figura 7 (A-H)- Fotografias padronizadas por vista oclusal dos espécimes do grupo 1.

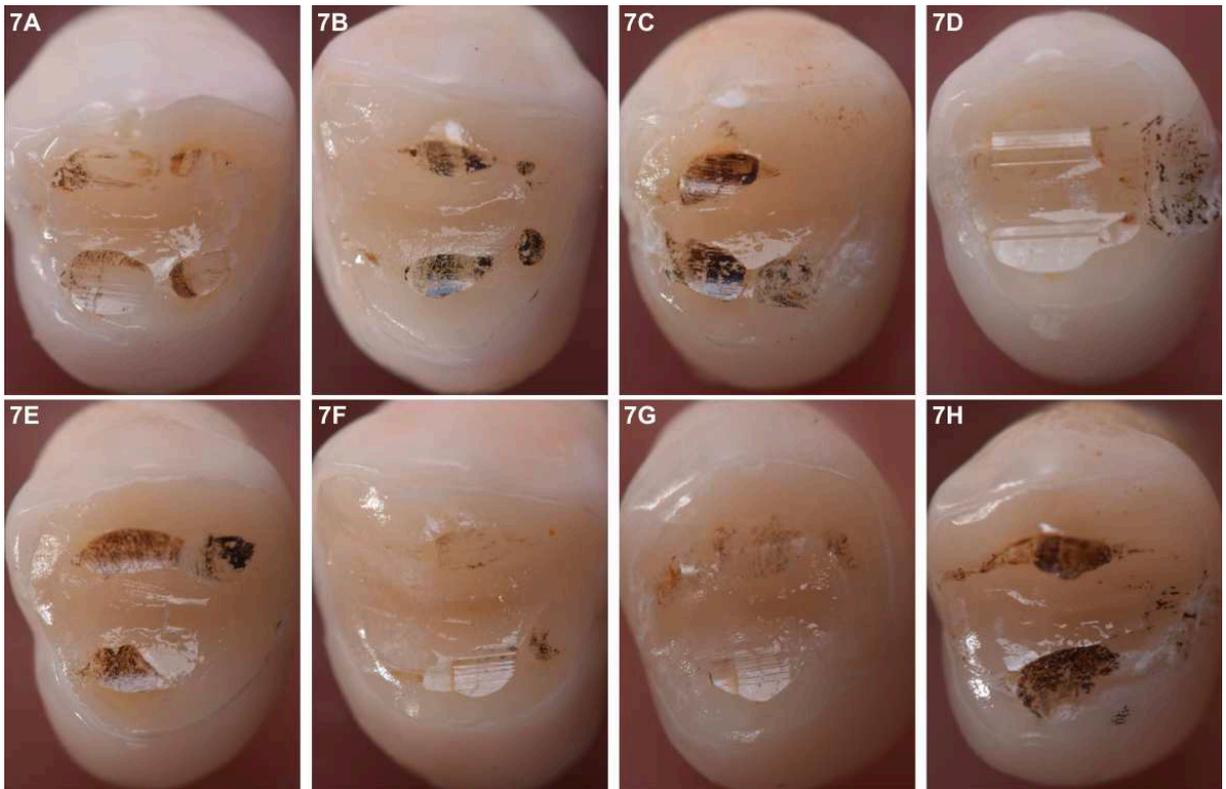


Figura 8 (A-H)- Fotografias padronizadas por vista oclusal dos espécimes do grupo 2.

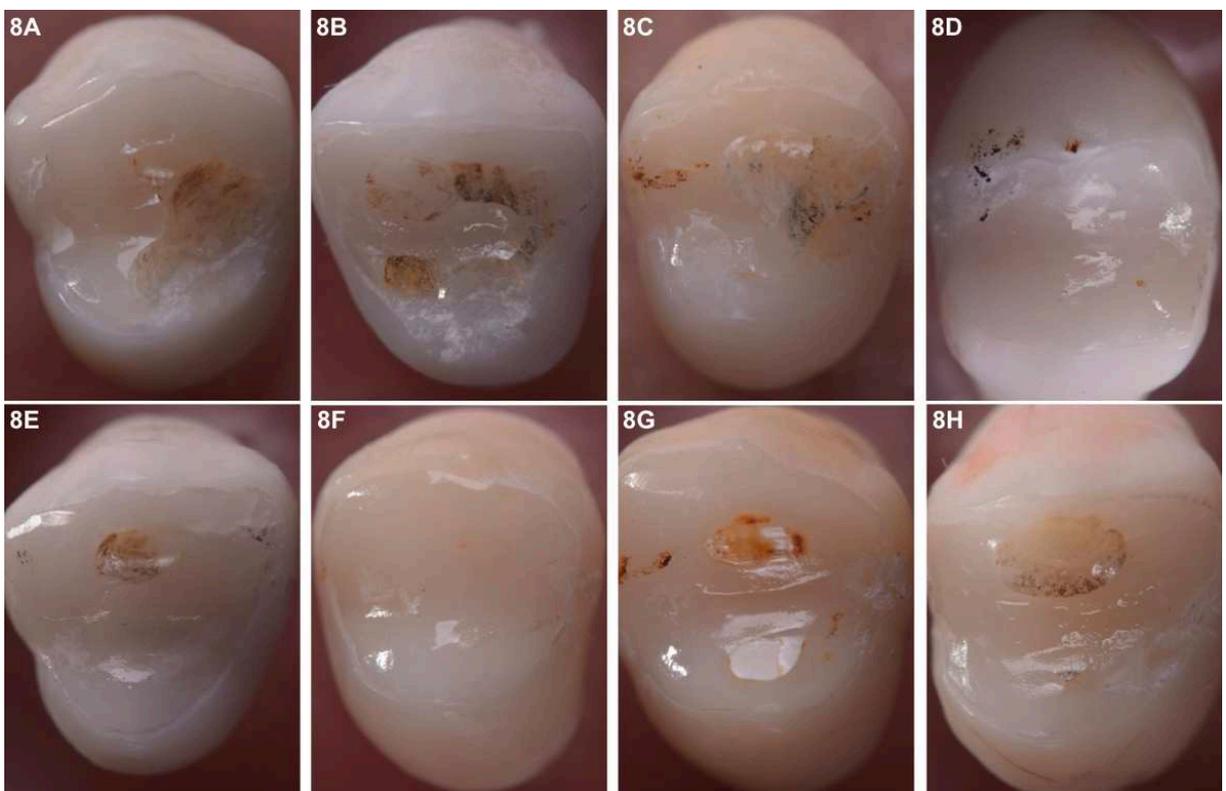


Figura 9 (A-H)- Fotografias padronizadas por vista mesial dos espécimes do grupos 1: observa-se nesta vista espécimes com lascamento da restauração cerâmica (9A), desgastes envolvendo a restauração e estrutura dental adjacente (9C, 9D, 9E, 9G, 9H) e margens aparentemente íntegras (9B, 9F).

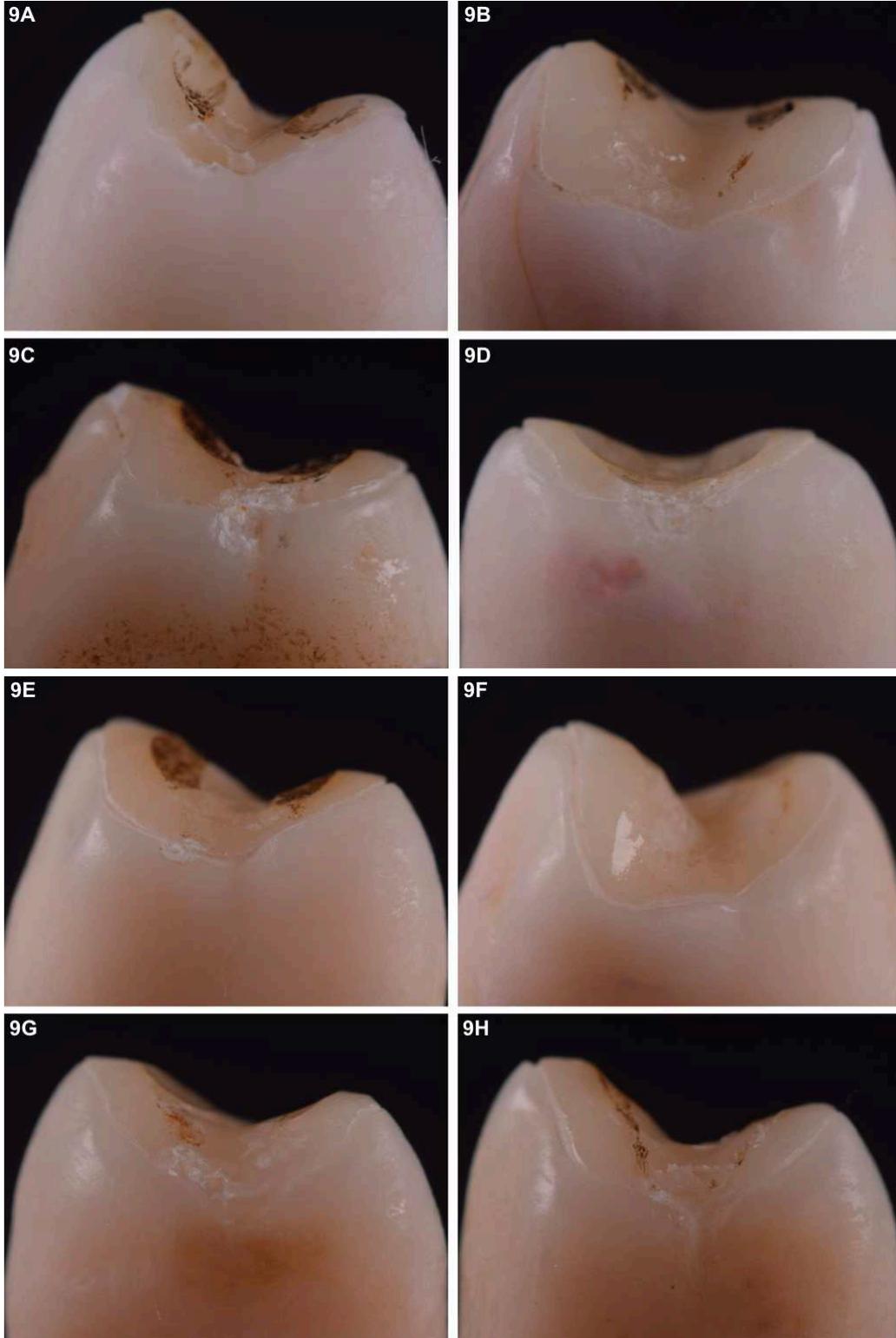


Figura 10 (A-H)- Fotografias padronizadas por vista mesial dos espécimes do grupo 2: observa-se nesta vista espécimes com leves desgastes da restauração cerâmica e/ou estrutura dental (10A, 10G) e margens aparentemente íntegras (10B, 10C, 10D, 10E, 10F, 10H).

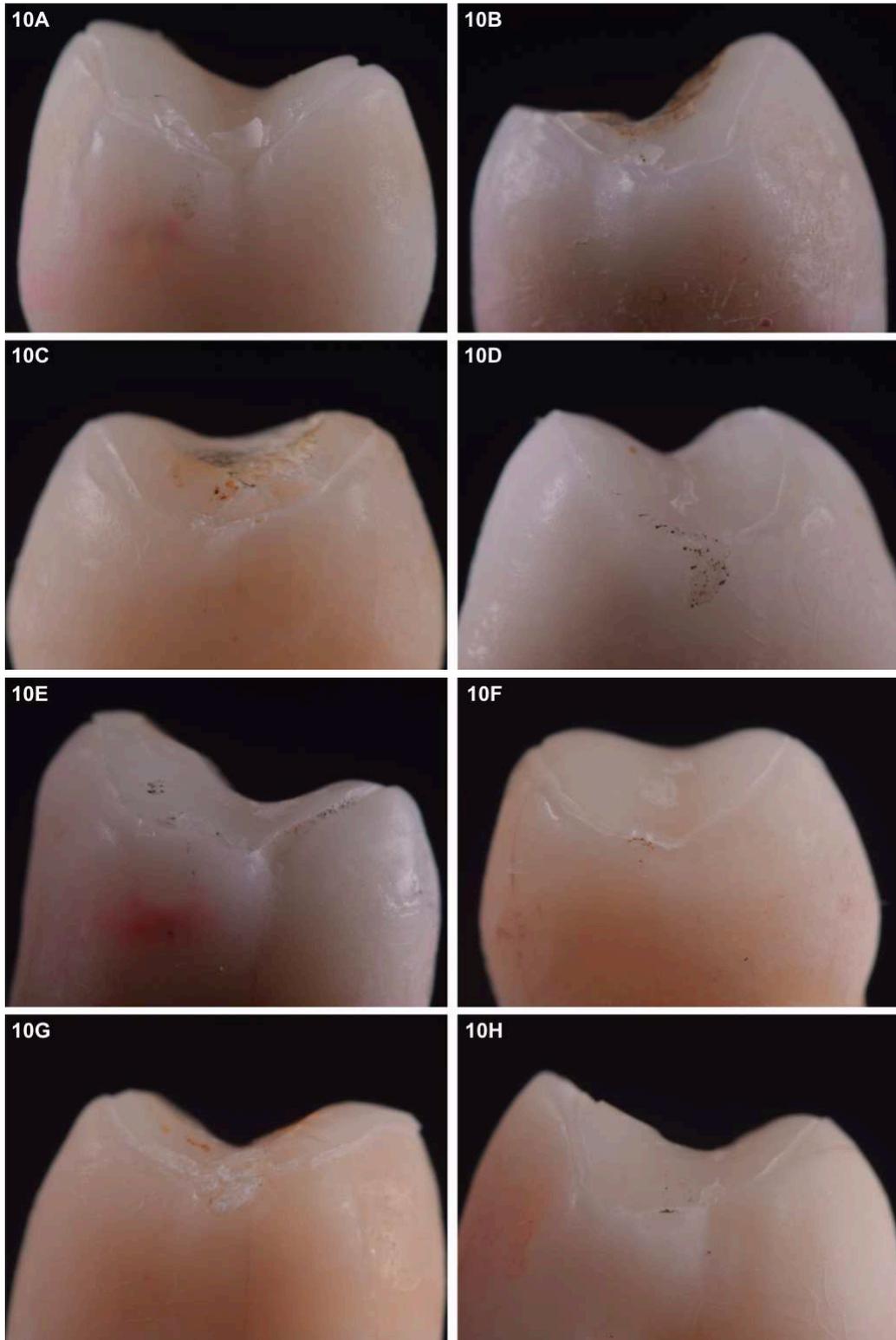


Figura 11 (A-H)- Fotografias padronizadas por vista distal dos espécimes do grupo 1: observa-se leves desgastes entre a margem da restauração e o dente (11C, 11H), desgaste acentuado entre a margem da restauração e o dente (11D) e margens aparentemente íntegras (11A, 11B, 11E, 11F, 11G).

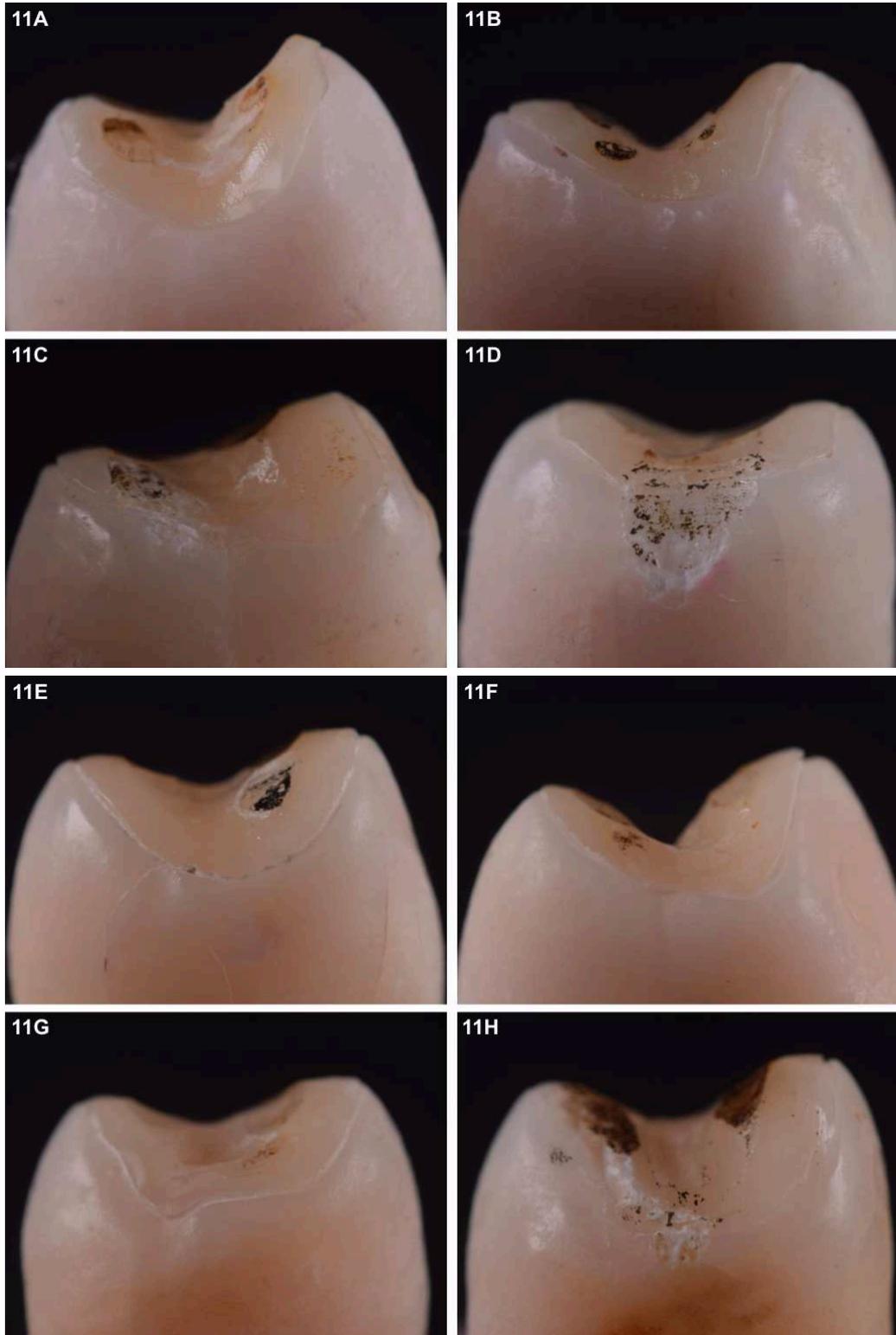
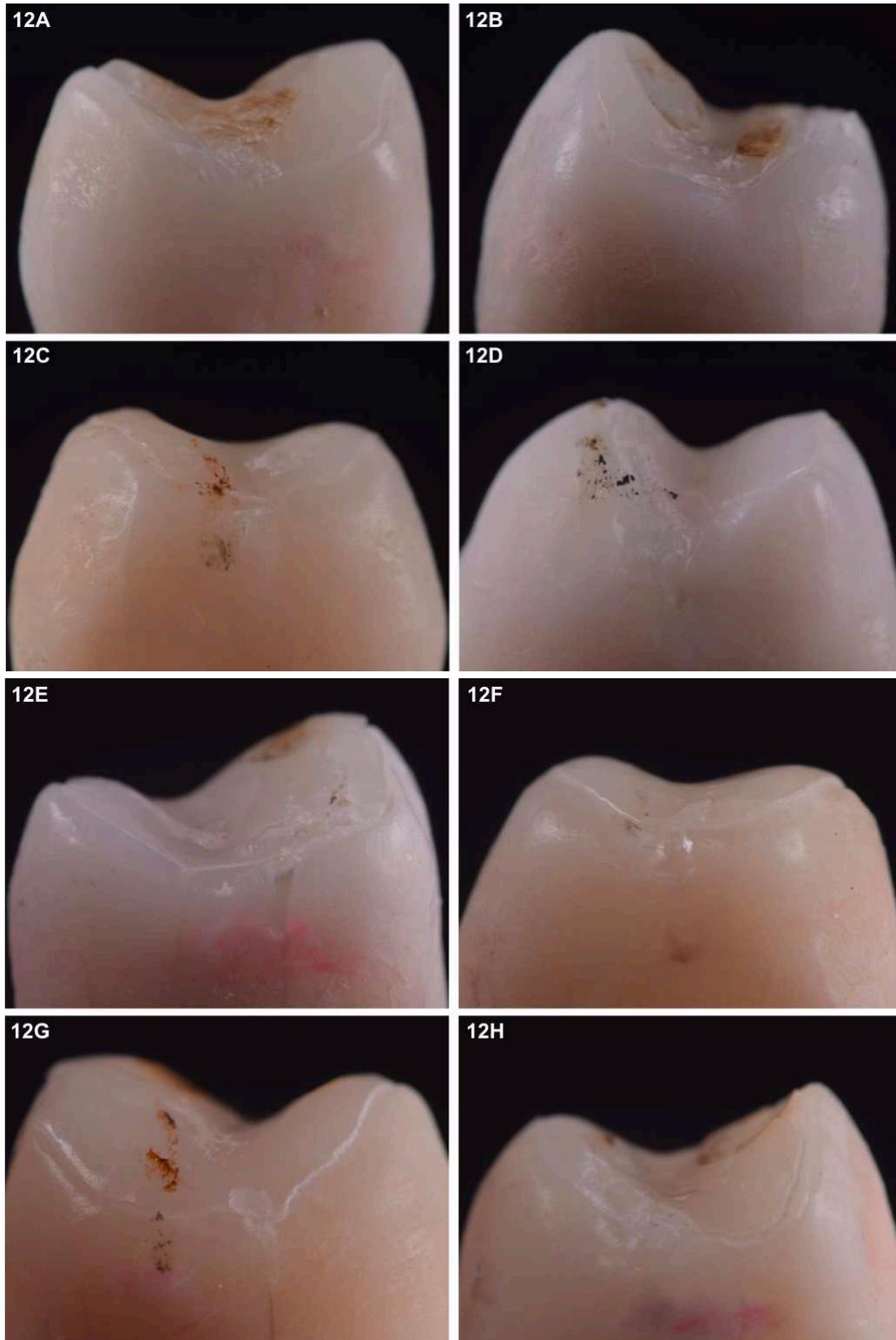
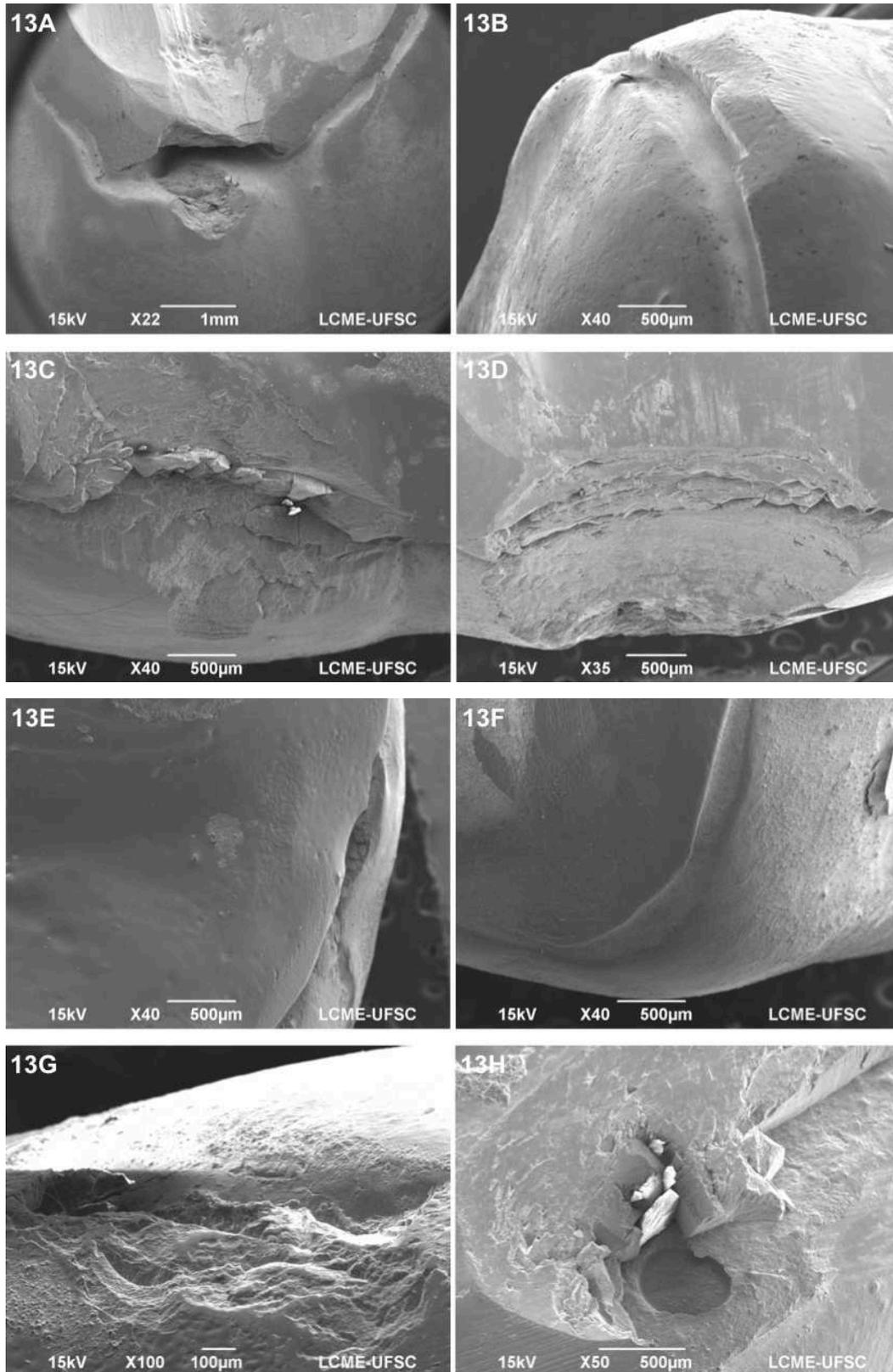


Figura 12- (A-H) Fotografias padronizadas por vista distal dos espécimes do grupo 2: observa-se um estágio inicial de desgaste entre a margem da restauração e o dente em todos os espécimes do grupo.



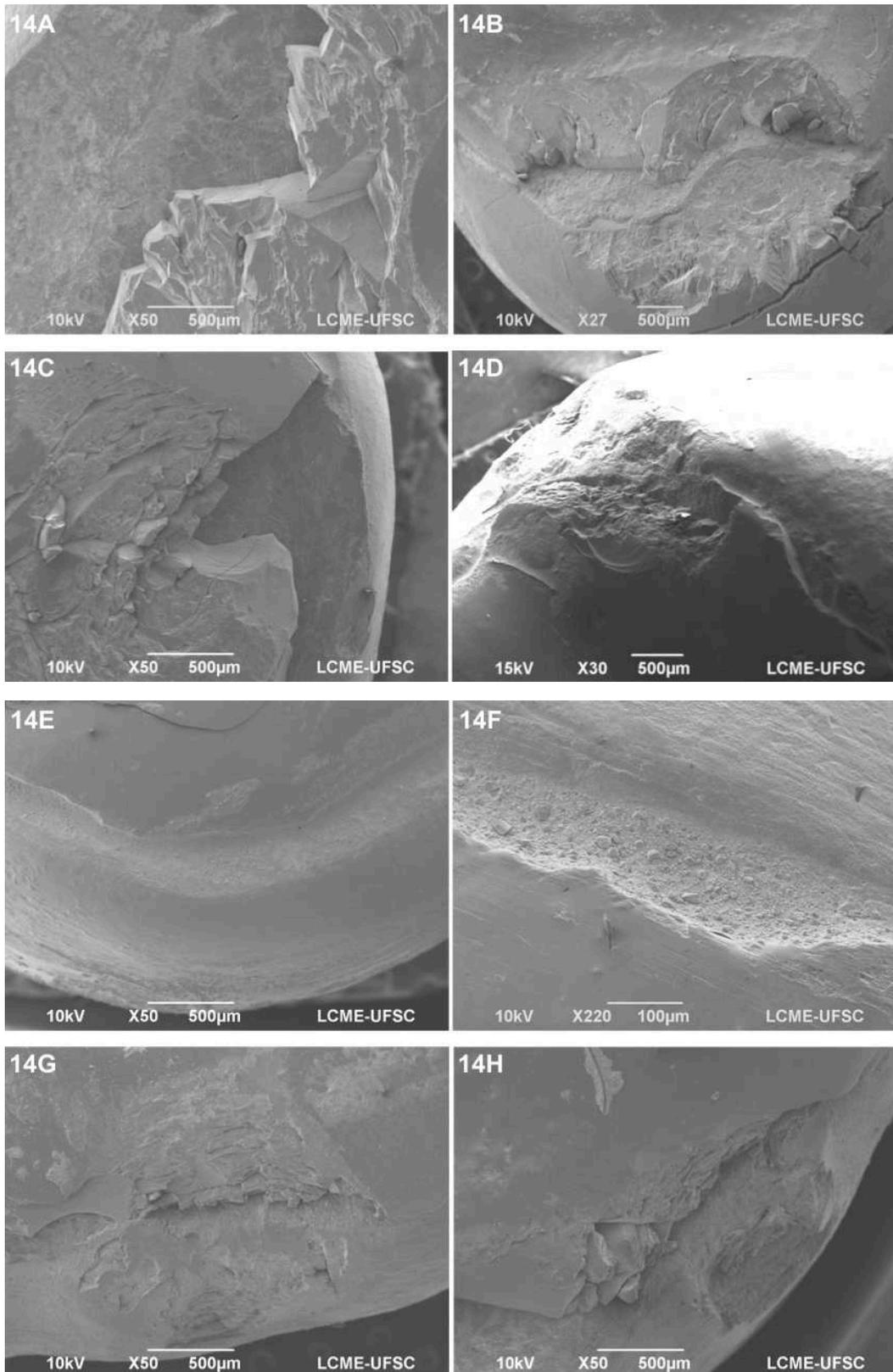
As figuras 13A, 13C, 13G e 13H, indicam fratura da restauração cerâmica com leves desgastes dentais localizados nas margens (figura 13A). Na imagem 13H observa-se na superfície dental uma área circular a região da fratura o que pode ser indicativo de uma bolha ocasionada durante a técnica de condicionamento da superfície. Nas figuras 13B e 13F observa-se as margens aparentemente íntegras entre a restauração cerâmica e o dente. Já na imagem 13F identifica-se uma fratura envolvendo ambos substratos, restauração cerâmica e dente.

Figura 13 (A-H)- Imagens em MEV dos tipos de fraturas para o grupo 1.



As imagens 14A, 14B e 14D ilustram uma fratura envolvendo comprometimento da restauração e superfície dental, em diferentes aproximações. As imagens 14C, 14G e 14H indicam fratura apenas da restauração cerâmica, sem fratura do dente. A figura 14G e 14H não apresentam fraturas, porém identifica-se leves desgastes na superfície dental adjacente. As imagens 14E e 14F ilustram margens íntegras entre a restauração e o dente. Na imagem 14F com aproximação de 220X pode-se observar o cimento resinoso íntegro na interface.

Figura 14- Imagens em MEV dos tipos de fratura para o grupo 2.



## 4 DISCUSSÃO

Os sistemas vitrocerâmicos reforçados por dissilicato de lítio injetados testados não influenciaram o modo de falha e taxa de sobrevivência das restaurações oclusais ultrafinas de 0,5 mm. Além disso, o padrão de desgaste oclusal cerâmico foi similar.

Além das propriedades e composição dos materiais cerâmicos, a técnica de confecção das restaurações é um aspecto crucial no comportamento do material, seja na avaliação do desempenho a nível clínico ou laboratorial. A técnica de prensagem a quente é feita após a eliminação do padrão de cera e aquecimento de um anel em um forno específico, no qual o lingote da vitrocerâmica é posicionado dentro de um conduto de alimentação do anel próximo a um êmbolo que é responsável pela injeção da vitrocerâmica quando esta estiver fluida. Após a execução do ciclo térmico determinado pelo fabricante, a injeção resultará na forma reproduzida pelo molde do revestimento (CESAR, 2006). Esta técnica possibilita a diminuição de porosidades, maior fidelidade quanto ao ajuste marginal, aumento da resistência à flexão e aumento do módulo de Weibull (GORMAN, MCDEVITT, HILL, 2000).

Na presente pesquisa foram utilizados dois sistemas vitrocerâmicos, IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent) e GC Initial LiSi Press (GC Co.), resultando na confecção de restaurações oclusais ultrafinas pela técnica de injeção. Entretanto, algumas etapas no método de processamento entre os fabricantes diferem entre si, como é o caso do revestimento de inclusão empregado. O revestimento LiSi Press Vest (GC Co.) inclui um líquido com alta concentração de agente de refinação de superfície com finalidade de remoção da camada de reação (GC EUROPE, 2019). Esse líquido borrifado na superfície do enceramento das peças protéticas foi introduzido no mercado japonês em março de 2016, sendo o nitreto de boro (BN) responsável pela remoção da camada de reação. Mori *et al.* (2016) realizaram um estudo para avaliar as propriedades da camada de reação criadas durante o procedimento de prensagem a quente. Concluíram que o nitreto de boro contido no revestimento LiSi Press Vest (GC Co.) pode ser o agente responsável pela decomposição da camada de reação (Mori *et al.*, 2016). Outros fabricantes de lingotes cerâmicos sugerem outros métodos para remoção da camada de reação. Imersão em ácido fluorídrico 1% (Invex liquid, Ivoclar Vivadent), jateamento com óxido de alumínio ou remoção com pontas diamantadas de granulação fina são citadas em artigos científicos de relato de técnica laboratorial (CLAUSEN, ABOU, KERN, 2010). O sistema IPS

e.max Press (Ivoclar Vivadent) recomenda a imersão da peça cerâmica em ácido fluorídrico 1% (Invex liquid, Ivoclar Vivadent) em cubeta ultrassônica durante no mínimo 10 minutos e no máximo 30 minutos (IVOCLAR VIVADENT, 2011). A figura 3A mostra o aspecto poroso após o procedimento de injeção do lingote do sistema IPS e.max Press no revestimento refratário e sua posterior remoção com pontas diamantadas em baixa rotação com cuidado para que o instrumento rotatório não encoste na cerâmica nesta etapa. Na figura 3B, observa-se aspecto visual da superfície cerâmica visivelmente menos porosa quando os mesmos procedimentos foram realizados com o sistema GC Initial LiSi Press, o que pode demonstrar a efetividade do agente de refinação de superfície em não permitir a formação da camada de reação. Esta camada que está visivelmente presente nas peças injetadas do sistema da IPS E.max Press (Figura 3) pode desenvolver bolhas e conseqüentemente falhas na resistência de união ao cimento resinoso e deve ser removida. Sua formação por si só podem desenvolver áreas de potencial propagação de trincas na cerâmica, comprometendo a resistência mecânica da restauração cerâmica fixada ao dente.

Recentemente, Hallmann *et al.* (2019) investigaram as propriedades de três sistemas vitrocerâmicos de silicato/dissilicato de lítio [IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent), GC Initial LiSi Press (GC Co.) e Celtra Press (Dentsply)], o efeito dos tratamentos de calor (todos espécimes foram tratados de acordo com o cronograma de queima da cerâmica Initial LiSi Press a uma temperatura de 760° C [GC Co.]). A microestrutura dos cristais de dissilicato de lítio influenciou diretamente nas propriedades mecânicas da cerâmica, sendo que o aumento na concentração da fase cristalina melhora a resistência a flexão e tenacidade a fratura (HALLMANN *et al.*, 2019). Os lingotes das vitrocerâmicas GC LiSi Press (GC Co.) e IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent) demonstraram alta tenacidade a fratura, tendo sua microestrutura semelhante a bastonetes e plaquetas proporcionando maior intertravamento mecânico (HALLMANN *et al.*, 2019).

Em relação aos valores de resistência a flexão citados pelo fabricante, o sistema IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent) apresenta valor aproximado de 400 MPa e o sistema GC Initial LiSi Press (GC Co.) afirma valores superiores a 500 MPa (IVOCLAR VIVADENT, 2011; GC, 2016), o que pode ser explicado pelo maior conteúdo da fase cristalina da vitrocerâmica (CESAR, 2006). Apesar de apresentar valores mais altos de resistência a flexão, o grupo 2 representado pela vitrocerâmica GC Initial LiSi Press (GC Co.) comparada com o grupo 1 referente a cerâmica IPS e.max press (Ivoclar Vivadent), no presente estudo pode-se observar

que o grupo 2 apresentou uma maior porcentagem (37,5%) de falhas no escore 4 (fratura possivelmente reparável) comparado ao grupo 1 (12, 5%), o que contraria com as informações fornecidas pelo fabricante.

Além das falhas, a porcentagem da avaliação do padrão de desgaste oclusal cerâmico também foi maior para o grupo 2 (4 espécimes) no escore 4 (faceta de desgaste em estágio severo) em relação ao grupo 1 (3 espécimes). Já para o escore 3 (faceta oclusal em estágio mediano), o grupo 1 apresentou maior quantidade (3 espécimes) em relação ao grupo 2 (1 espécime). O comportamento de desgaste da cerâmica não depende apenas dos ciclos mastigatórios, mas também da tensão aplicada na superfície e do tipo de antagonista. Outro fator que pode interferir e explicar a distribuição dos desgastes é a geometria oclusal (CESAR *et al.*, 2005; CESAR *et al.*, 2006; GUO *et al.*, 2017). A cúspide quando encontra-se inclinada tende a deslocar o carregamento fora do eixo o que pode aumentá-lo e promover maiores chances de falhas (PREIS *et al.*, 2014; CESAR *et al.*, 2017). Essa condição pode ser confirmada por alguns espécimes do presente estudo como no exemplo entre as figuras 8B e 10B e 8F e 10F. Na figura 10B observamos por vista mesial uma maior inclinação das cúspides em relação ao espécime da figura 10F, o que refletiu no padrão de desgaste oclusal no qual a figura 8B indica um desgaste mais acentuado do que o observado na figura 8F, com cúspide menos inclinadas. Sugere-se para um futuro estudo uma padronização mais uniforme dos dentes selecionados, visto que os fatores anatômicos podem influenciar no resultado final, além dos diferentes parâmetros de carga.

No ambiente oral os dentes e restaurações estão sujeitos a cargas cíclicas provenientes da mastigação e como consequência deste processo tensões e deformações que são dissipadas podem originar possíveis trincas e fraturas diminuindo a resistência mecânica do material em questão (BARAN, BOBERICK, MCCOOL, 2001; DRUMMOND *et al.*, 2009; KELLY *et al.*, 2017). O desenvolvimento de estudos clínicos a longo prazo representam a melhor forma de avaliação da performance dos materiais dentários, entretanto dependem de aprovações éticas, são demorados e onerosos (SIBBALD, ROLAND, 1998; STEINER *et al.*, 2009). Os testes laboratoriais são primordiais na avaliação da capacidade mecânica dos materiais dentários quando submetidos a forças de mastigação (NAWAFLEH *et al.*, 2016). Os testes de resistência a fadiga permitem a simulação de movimentos horizontais e verticais,

número de ciclos, frequência da carga aplicada, intensidade da força, reproduzindo assim diversas condições correlacionando-as ao ambiente oral (NAWAFLEH *et al.*, 2016).

Determinou-se no presente estudo um número de 250.000 ciclos, o que de acordo com a literatura corresponde a 1 ano de trabalho clínico (SCHULTHEIS *et al.*, 2013; SEYDLER *et al.*, 2014; ZHAO *et al.*, 2014; NAWAFLEH *et al.*, 2016). Estes testes desafiam a estrutura do material por meio da aplicação repetida de cargas, porém são limitantes já que simulam cargas e ciclos em menores valores daqueles encontrados clinicamente. Isto pode ser explicado devido ao sobreuso dos simuladores de mastigação, tempo de uso excessivo e atraso dos resultados de um material em teste o que inviabiliza a execução de muitos ciclos (NAWAFLEH *et al.*, 2016). Em relação a frequência da carga utilizada, estudos recomendam valores abaixo de 2 hertz, semelhante a frequência fisiológica humana (GILLINGS, GRAHAM, DUCKMANTON, 1973; HIIEMAE *et al.*, 1996; WODA, MISHELLANY, PEYRON, 2006; NAWAFLEH *et al.*, 2016). Para confiabilidade do teste, espera-se que movimentos laterais sejam reproduzidos pois estes podem influenciar na integridade das restaurações (NAWAFLEH *et al.*, 2016). Buscou-se executar a fadiga em meio úmido, simulando condições encontradas na cavidade oral, uma vez que estudos comprovam que materiais cerâmicos são enfraquecidos devido ao efeito químico pela água (REKOW, THOMPSON, 2007; BORGES *et al.*, 2009).

No presente estudo optou-se por utilizar uma espessura de 0,5 mm nas restaurações cerâmicas oclusais. Esta espessura foi empregada em metodologias semelhantes (SCHLICHTING *et al.*, 2011, 2016; MAGNE, STANLEY, SCHLICHTING, 2012; MAGNE, CHEUNG, 2017). De acordo com estudo de SCHLICHTING *et al.* (2016), em superfícies acometidas por processos erosivos, observa-se uma espessura favorável entre 0,4 a 0,6 mm (SCHLICHTING *et al.*, 2016). Entretanto, estudos prévios realizaram metodologias diferentes em relação ao método aplicado no teste de mastigação como números de ciclos e períodos variados. Outro ponto que difere é o modo da confecção das restaurações que foram confeccionadas por sistemas CAD/CAM e não pela técnica de injeção como no presente estudo.

Restaurações oclusais cerâmicas ultrafinas já foram relatadas na literatura, confeccionadas com resina composta indireta para CAD/CAM (Paradigm MZ™ 100, 3M ESPE, ST. Paul, Minnesota), apresentando os melhores resultados de sobrevivência quando comparada com materiais cerâmicos (SCHLICHTING *et al.*, 2011). Entretanto, esses estudos laboratoriais por mais qualificados que sejam devem ser comparados com cautela pois variam em suas metodologias quanto ao tipo de material e espessura da restauração, simulador de

mastigação, antagonista, ausência de movimentos de lateralidade, números de ciclos, carga e frequência.

Em 2019, Bona avaliou a resistência a fadiga de restaurações oclusais ultrafinas em dentes com erosão utilizando sistemas vitrocerâmicos reforçados por dissilicato de lítio (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent) ou silicato de lítio (Rosetta SM, Hass), no qual predominaram número reduzido de falhas na maioria dos grupos desenvolvidos (BONA, 2019). Comparando o estudo de Bona, pode-se sugerir que restaurações CAD/CAM apresentam melhor desempenho clínico, visto que no presente estudo foram observados taxas de 62,5% e 87,5% quanto a presença de falhas para os grupos 1 e 2, respectivamente (Tabela 4).

Até o presente momento não foi identificado na literatura científica estudos que avaliam restaurações cerâmicas oclusais ultrafinas exclusivamente em pré-molares superiores. Apesar da similaridade entre as cargas mastigatórias na região de molares e pré-molares, fatores anatômicos diferem entre si, como a discrepância nas dimensões da área oclusal. O pré-molar possui uma menor área oclusal o que pode acentuar a pressão que é dissipada durante aplicação de uma força e possivelmente gerar maiores áreas de tensão que resultem em trincas e possíveis fraturas em uma restauração (BAN, ANUSAVICE, 1990; ALBAKRY; GUAZZATO; SWAIN, 2003; SORNSUWAN; ELLAKWA; SWAIN, 2011; GUO *et al.*, 2017), o que pode ser explicado diante das falhas e do padrão de desgaste oclusal identificados nos grupos do presente estudo.

Uma das limitações desse estudo é que não foi utilizada nenhuma resina composta para CAD/CAM, o que de acordo com estudos já analisados apresenta melhor performance. Considerando que apenas 4 das 16 restaurações não apresentaram nenhum tipo de falha (score 1), após 1 ano de simulação clínica, podemos especular que as restaurações cerâmicas oclusais ultrafinas com dissilicato de lítio utilizando a técnica injetável devem somente ser indicadas em casos selecionados como: pacientes sem parafunção e pacientes colaboradores que usem placa oclusal. Já para pacientes que estejam sujeitos a cargas mastigatórias exacerbadas como nos casos de bruxismo severo, pacientes não colaboradores que não utilizam placas de proteção, esse tipo de restauração não deve ser indicado (LOBEEZOO, 2013; 2018). É necessário que futuros estudos laboratoriais e clínicos sejam executados para aprofundar o conhecimento do tema abordado.

## **5 CONCLUSÃO**

Dentro das limitações deste estudo laboratorial, foi possível concluir que restaurações oclusais ultrafinas de 0,5 mm confeccionadas com dois sistemas vitrocerâmicos reforçados por dissilicato de lítio (IPS e.max Press e GC Initial LiSi Press) por meio da técnica de injeção apresentaram semelhante limitado desempenho após ciclagem mecânica em pré molares superiores.

## REFERÊNCIAS

- ALBAKRY, M.; GUAZZATO, M.; SWAIN, M. V. Biaxial flexural strength, elastic moduli, and x-ray diffraction characterization of three pressable all-ceramic materials. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 89, n. 4, p. 374–380, abr. 2003.
- ATTIN, T. *et al.* Correlation of microhardness and wear in differently eroded bovine dental enamel. **Archives of Oral Biology**, v. 42, n. 3, p. 243–250, mar. 1997.
- ATTIN, T. *et al.* In situ evaluation of different remineralization periods to decrease brushing abrasion of demineralized enamel. **Caries Research**, v. 35, n. 3, p. 216–222, mai./ jun. 2001.
- BAN, S.; ANUSAVICE, K.J. Influence of test method on the failure stress of brittle dental materials. **Journal of Dental Research**, v. 69, n. 12, p. 1791–1799, dez. 1990.
- BANKOĞLU GÜNGÖR, M.; KARAKOCA NEMLI, S. Fracture resistance of CAD-CAM monolithic ceramic and veneered zirconia molar crowns after aging in a mastication simulator. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 119, n. 3, p. 473–480, mar. 2018.
- BARAN, G.; BOBERICK, K.; MCCOOL, J. Fatigue of restorative materials. **Critical Reviews in Oral Biology & Medicine**, v. 12, n. 4, p. 350–360, 2001.
- BONA, V.S. **Influência da vitrocerâmica e tratamento de superfície na resistência à fadiga e nanoinfiltração de restaurações oclusais ultrafinas**. 2019. Tese (Doutorado em Odontologia). Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.
- BORGES, G.A. *et al.* Fracture loads of all-ceramic crowns under wet and dry fatigue conditions. **Journal of Prosthodontics**, v. 18, n. 8, p. 649-655, dez. 2009.
- CESAR, P.F. *et al.* Correlation between fracture toughness and leucite content in dental porcelains. **Journal of Dentistry**, v. 33, n. 9, p. 721-729, out. 2005.

CESAR, P.F. (2006) Cerâmicas odontológicas. Cerâmicas. **Texto Colunas USP**. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/321282/mod\\_resource/content/0/2-Cerâmicas-2006-Texto-Colunas.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/321282/mod_resource/content/0/2-Cerâmicas-2006-Texto-Colunas.pdf)> Acesso em: 20 de junho de 2019.

CESAR, P.F. *et al.* Relationship between fracture toughness and flexural strength in dental porcelains. **Journal of Biomedical Materials Research**, v. 78, n. 2, p. 265-273, ago. 2006.

CESAR, P.F. *et al.* ADM guidance- Ceramics: Fracture toughness testing and method selection. **Dental Materials**, v. 33, n. 6, p. 575-584, jun. 2017.

CLAUSEN, J.O.; ABOU, T.M.; KERN, M. Dynamic fatigue and fracture resistance of non-retentive all-ceramic full-coverage molar restorations. Influence of ceramic material and preparation design. **Dental Materials**, v. 26, n. 6, p. 533-538, jun. 2010.

COELHO, P.G. *et al.* Laboratory simulation of Y-TZP all-ceramic crown clinical failures. **Journal of Dental Research**, v. 88, n. 4, p. 382-386, abr. 2009.

DRUMMOND, J. L. *et al.* Fatigue behaviour of dental composite materials. **Journal of Dentistry**, v. 37, n. 5, p. 321–330, mai. 2009.

FEATHERSTONE, J.D.B.; Lussi, A. Understanding the chemistry of dental erosion. **Monographs in Oral Science**, v. 20, p. 66-76, 2006.

FERRARI, M. *et al.* Posterior partial crowns out of lithium disilicate (LS2) with or without posts: A randomized controlled prospective clinical trial with a 3-year follow up. **Journal of Dentistry**, v. 83, p. 12-17, abr. 2019.

GANSS, C. *et al.* Effects of toothbrushing force on the mineral content and demineralized organic matrix of eroded dentine. **European Journal of Oral Sciences**, v. 117, n.3, p. 255-60, jun. 2009.

GC EUROPE. **Initial™ LiSi Press**: Technical Manual. 2019. Disponível em: <[https://cdn.gceurope.com/v1/PID/initiallisipress/manual/MAN\\_Initial\\_LiSi\\_Press\\_en.pdf](https://cdn.gceurope.com/v1/PID/initiallisipress/manual/MAN_Initial_LiSi_Press_en.pdf)>. Acesso em: 20 de junho de 2019.

GILLINGS, B.R.D.; GRAHAM, C.H.; DUCKMANTON, N.A. Jaw movements in young adult men during chewing. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 29, n. 6, p. 616-627, jun. 1973.

GORMAN, C.M.; MCDEVITT, W.E.; HILL, R.G. Comparison of two heat-pressed all-ceramic dental materials. **Dental Materials**, v. 16, n. 6, p. 389–395, nov. 2000.

GRIPPO, J.O.; SIMRING M.; COLEMAN T.A. Abfraction, abrasion, biocorrosion, and the enigma of noncarious cervical lesions: a 20-year perspective. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 24, n. 1, p. 10-23, fev. 2012.

GRIPPO, J.O.; OH, D.S. A classification of the mechanisms producing pathological tissue changes. **Journal of Medical Engineering & Technology**, v. 37, n. 4, p. 259-263, mai. 2013.

GUESS, P.C. *et al.* Influence of preparation design and ceramic thicknesses on fracture resistance and failure modes of premolar partial coverage restorations. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 110, n. 4, p. 264-273, out. 2013.

GUO, J. *et al.* Effect of contact stress on the cycle- dependent wear behavior of ceramic restoration. **Journal of Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, v. 68, p. 16-25, abr. 2017.

GWINNETT, A.J. Structure and composition of enamel. **Operative Dentistry**, suppl 5, p.10-17, 1992.

HALLMANN, L. *et al.* Properties of hot-pressed lithium silicate glass-ceramics. **Dental Materials**, v. 35, n. 5, p. 713- 729, mai. 2019.

HALLMANN, L.; ULMER, P.; KERN, M. Effect of microstructure on the mechanical properties of lithium disilicate glass-ceramics. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, v. 82, p. 355–370, jun. 2018.

HOVE, L. H. et al. The erosion-inhibiting effect of TiF<sub>4</sub>, SnF<sub>2</sub>, and NaF solutions on pellicle-covered enamel in vitro. **Acta Odontologica Scandinavica**, v. 65, n. 5, p. 259–264, out. 2007.

HIEMAE, K. *et al.* Natural bites, food consistency and feeding behaviour in man. **Archives of Oral Biology**, v. 41, n. 2, p. 175-189, fev. 1996.

IVOCLAR VIVADENT. **IPS e.max<sup>®</sup> Press**: Scientific Documentation. 2011. Disponível em: < <https://www.ivoclarvivadent.com/en/download-center/scientific-documentations/#I>>. Acesso em: 20 de junho de 2019.

JOHANSSON, A.K. On dental erosion and associated factors. **Swedish Dental Journal Supplement**, n. 156, p. 1–77, 2002.

KELLY, J. R. *et al.* ADM guidance-ceramics: Fatigue principles and testing. **Dental Materials**, v. 33, n. 11, p. 1192–1204, nov. 2017.

KELLY, J.R. Clinically relevant approach to failure testing of all-ceramic restorations. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 81, n. 6, p. 652-661, jun. 1999.

LOBBEZOO, F. *et al.* Bruxism defined and graded: an international consensus. **Journal Of Oral Rehabilitation**, v. 40, n. 1, p. 2-4, jan. 2013.

LOBBEZOO, F. *et al.* International consensus on the assessment of bruxism: Report of a work in progress. **Journal Of Oral Rehabilitation**, v. 45, n. 11, p. 837-844, nov. 2018.

LUSI, A.; CARVALHO, T. S. Erosive tooth wear: a multifactorial condition of growing concern and increasing knowledge. **Monographs in Oral Science**, v. 25, p. 1–15, 2014.

LUSI, A. *et al.* Buonocore Memorial Lecture. Dental erosion. **Operative Dentistry**, v. 34, n. 3, p. 251-262, mai./jun. 2009.

LUSI, A.; PORTMANN, P.; BURHOP, B. Erosion on abraded dental hard tissues by acid lozenges: an in situ study. **Clinical Oral Investigation**, v. 1, n. 4, p. 191–194, dez. 1997.

MAGNE, P. *et al.* In vitro fatigue resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic posterior occlusal veneers. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 104, n. 3, p. 149–157, set. 2010.

MAGNE, P.; CHEUNG, R. Numeric simulation of occlusal interferences in molars restored with ultrathin occlusal veneers. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 117, n. 1, p. 132–137, 2017.

MAGNE, P.; STANLEY, K.; SCHLICHTING, L.H. Modeling of ultrathin occlusal veneers. **Dental Materials**, v. 28, n. 7, p. 777–782, jul. 2012.

MAUPOMÉ, G. *et al.* In vitro quantitative assessment of enamel microhardness after exposure to eroding immersion in a cola drink. **Caries Research**, v. 32, n. 2, p. 148–153, 1998.

MISHRA, P. *et al.* Effect of loading and pH on the subsurface demineralization of dentin beams. **Calcified Tissue International**, v. 79, n. 4, p. 273–277, out. 2006.

MISHRA, P. *et al.* Effect of static loading of dentin beams at various pH levels. **Calcified Tissue International**, v. 79, n. 6, p. 416–421, dez. 2006.

MIYAKE, T. *et al.* Evaluation of optical and physical properties for Initial LiSi press. **Dental Materials**, v. 32, e21, jan. 2016.

MOHSEN, C. Corrosion effect on the flexural strength & micro-hardness of ips e-max ceramics. **Open Journal of Stomatology**, v. 1, n. 2, p. 29–35, jun. 2011.

MORI, D. *et al.* Evaluation of newly developed investment material for press ceramics. **Proceedings of the International Dental Materials (IDMC) Congress**, p. 50, nov. 2016.

NAWAFLEH, N. *et al.* Lithium disilicate restorations fatigue testing parameters: a systematic review. **Journal of Prosthodontics**, v. 25, n. 2, p. 116–126, fev. 2016.

OHASHI, K. *et al.* Evaluation and comparison of the characteristics of three pressable lithium disilicate glass ceramic materials. **International Journal of Development Research**, v. 7, n. 11, p. 16711- 16716, nov. 2017.

PALAMARA, D. *et al.* Effect of stress on acid dissolution of enamel. **Dental Materials**, v. 17, n. 2, p. 109–115, mar. 2001.

PEUMANS, M. *et al.* Porcelain veneers: a review of the literature. **Journal of Dentistry**, v. 28, n. 3, p. 163-177, mar. 2000.

PONCE, E.H.; SAHLI, C.C.; FERNANDEZ, J.A.V. Study of dentinal tubule architecture of permanent upper premolars: evaluation by SEM. **Australian Endodontic Journal**, v. 27, n. 2, p. 66-72, ago. 2001.

PREIS, V. *et al.* Influence of cusp inclination and curvature on the in vitro failure and fracture resistance of veneered zirconia crowns. **Clinical Oral Investigation**, v. 18, n. 3, p. 891-900, abr. 2014.

QUINN, G.D. *et al.* Fracture toughness of advanced ceramics at room temperature. **Journal of the National Institute of Standards and Technology**, v. 97, n. 5, p. 579–607, set./out. 1992.

REKOW, D.; THOMPSON, V.P. Engineering long term clinical success of advanced ceramic prostheses. **Journal of Materials Science: Materials in Medicine**, v. 18, n. 1, p. 47-56, jan. 2007.

ROCHA, C. T. *et al.* Impact of CO2 Laser and stannous fluoride on primary tooth erosion. **Lasers in Medical Science**, v. 31, n. 3, p. 567– 571, abr. 2016.

SEYDLER, B. *et al.* In vitro fracture load of monolithic lithium disilicate ceramic molar crowns with different wall thicknesses. **Clinical Oral Investigations**, v. 18, n. 4, p. 1165-1171, mai. 2014.

SCHLICHTING, L.H. *et al.* Novel-design ultra-thin CAD/CAM composite resin and ceramic occlusal veneers for the treatment of severe dental erosion. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 105, n. 4, p. 217–226, abr. 2011.

SCHLICHTING, L.H. *et al.* Simplified treatment of severe dental erosion with ultrathin CAD/CAM composite occlusal veneers and anterior bilaminar veneers. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 116, n. 4, p. 474- 482, out. 2016.

SCHULTHEIS, S. *et al.* Monolithic and bi-layer CAD/CAM lithium-disilicate versus metal-ceramic fixed dental prostheses: comparison of fracture loads and failure modes after fatigue. **Clinical Oral Investigations**, v. 17, n. 5, p. 1407-1413, jun. 2013.

SIBBALD, B.; ROLAND, M. Understanding controlled trials: Why are randomised controlled trials important? **British Medical Journal**, v. 316, p. 201, jan. 1998.

SORNSUWAN, T.; ELLAKWA, A.; SWAIN, M.V. Occlusal geometrical considerations in all-ceramic pre-molar crown failure testing. **Dental Materials**, v. 27, n. 11, p. 1127-1134, nov. 2011.

STANINEC, M. *et al.* Dentin erosion simulation by cantilever beam fatigue and pH change. **Journal of Dental Research**, v. 84, n. 4, p. 371–375, abr. 2005.

STEINER, M. *et al.* In vitro evaluation of a mechanical testing chewing simulator. **Dental Materials**, v. 25, n. 4, p. 494-499, abr. 2009.

WODA, A.; MISHELLANY, A.; PEYRON, M.A. The regulation of masticatory function and food bolus formation. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 33, n. 11, p. 840-849, nov. 2006.

ZHANG, Y.; SAILER, I.; LAWN, B.R. Fatigue of dental ceramics. **Journal of Dentistry**, v. 41, n. 12, p. 1135-1147, dez. 2013.

ZHAO, K. *et al.* Influence of veneer and cyclic loading on failure behavior of lithium disilicate glass-ceramic molar crowns. **Dental Materials**, v. 30, n. 2, p. 164-171, fev. 2014.

## APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

1

### APÊNDICE- TCLE

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) participante \_\_\_\_\_, você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa “**Avaliação da adaptação marginal e resistência à fadiga de lâminas oclusais**”, que tem por objetivo avaliar a adaptação marginal e resistência de restaurações cerâmicas ultrafinas. As informações contidas neste documento foram fornecidas por Carolina da Luz Baratieri, com objetivo de informar por escrito, mediante a qual, o(a) voluntário(a) da pesquisa autoriza a participação, com pleno consentimento da natureza dos procedimentos e riscos a que se submeterá, com capacidade de livre arbítrio e sem qualquer coação.

**1) Título da pesquisa: “Avaliação da adaptação marginal e resistência à fadiga de lâminas oclusais”**

Esta pesquisa está vinculada com a Universidade Federal de Santa Catarina, tendo sido submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.

**2) Pesquisador responsável**

- Professora Carolina da Luz Baratieri

Telefone: (48) 99908-5043

Email: carolinabaratieri@hotmail.com

Endereço: Rua Presidente Coutinho, 311, complemento 1001-1004 Bloco A, Centro, CEP: 88015-230

Pesquisadores participantes:

-Professor Guilherme Carpena Lopes

Telefone: (48) 99972-7528

Email: guilherme.lopes@ufsc.br

Endereço: Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade - CEP:88040-900  
Centro de Ciências da Saúde - Departamento de Odontologia – sala 138

- Bruna Chrispim dos Reis

Telefone: (48) 99160-2050

Email: brunachrispim@uol.com.br

Endereço: Rua Sebastião Laurentino da Silva, 152- apto 403 A- Córrego Grande- CEP: 88037-400

### **3) Objetivos**

Avaliar a influência de dois sistemas cerâmicos em dissilicato de lítio na resistência à fadiga de lâminas oclusais ultrafinas (0,5 mm), cimentadas em dentes submetidos a erosão ácida.

### **4) Justificativa**

- Este estudo se justifica devido a grande prevalência de erosão dental (desordem que leva a perda da estrutura do dente), a qual novas abordagens restauradoras devem ser investigadas e testadas laboratorialmente, com a finalidade de que os resultados corroborem (ou não) a aplicação clínica da técnica e dos materiais propostos.

### **5) Procedimentos da pesquisa**

- Esta pesquisa será desenvolvida com a doação de 16 pré molares superiores humanos extraídos por razões ortodônticas e posteriormente utilizados na fase laboratorial da pesquisa.
- Os voluntários, mediante aceitação da participação nesta pesquisa, terão seus pré molares superiores extraídos por motivos ortodônticos, com pleno consentimento da natureza dos riscos (item 6) a que se submeterá.
- Não haverá a participação de menores de 18 anos e/ou indivíduos legalmente incapazes.
- O procedimento cirúrgico será realizado na Universidade Federal de Santa Catarina, pelos pesquisadores, de forma que não haja qualquer tipo de custo ao participante.

### **6) Riscos e desconforto**

- Pode haver irritabilidade ou desconforto ao ler este termo
- Pode haver perda de sigilo
- Pode haver ansiedade e/ou medo previamente ao procedimento cirúrgico
- Pode haver cansaço durante o procedimento cirúrgico
- Pode haver algum desconforto no pós operatório
- Pode haver reação alérgica durante e após o procedimento cirúrgico

Todavia, haverá a preocupação, por parte dos pesquisadores, em prestar todos os esclarecimentos e ainda, se necessário realizar os cuidados após o procedimento cirúrgico.

### **7) Benefícios do estudo**

- Você estará contribuindo para produção e desenvolvimento de conhecimento científico, considerando as limitações e possibilidades e condutas percebidas na prática clínica diária.

- Não haverá nenhum tipo de benefício individual ao participante.

#### **8) Esclarecimentos**

- Há garantia de ressarcimento das despesas e indenização por danos tidos decorrentes da pesquisa, que serão cobertas pelo pesquisador responsável.
- Você poderá solicitar informações, perguntas ou esclarecimentos de qualquer dúvida sobre o andamento do trabalho em qualquer momento ao pesquisador responsável (Item 2).

#### **9) Sigilo e privacidade**

- Os pesquisadores serão os únicos a ter acesso aos dados.
- Será garantido seu anonimato e o sigilo das informações, além da utilização dos resultados exclusivamente para fins científicos.
- Diante da desistência na doação do dente, este fato não implicará em nenhum tipo de prejuízo.
- Os resultados poderão ser apresentados em encontros e revistas científicas, sem revelar o seu nome, instituição ou qualquer informação relacionada à sua privacidade.
- Entretanto, sempre existe a possibilidade remota da quebra de sigilo, mesmo que involuntário e não intencional, cujas consequências serão tratadas nos termos da lei.

#### **10) Liberdade de recusar ou retirar o consentimento**

Sua participação não é obrigatória, podendo retirar-se da pesquisa ou não permitir a utilização dos dados em qualquer momento, sem ter que apresentar qualquer justificativa, e sem punição ou prejuízo. Nesse caso, informar ao pesquisador responsável através dos contatos fornecidos no item 2.

O pesquisadores participantes e a pesquisadora responsável, que também assina esse termo, comprometem-se a cumprir os termos que preconiza a Resolução 466/12, de 12 de junho de 2012, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa.

Esta pesquisa e este termo atendem a Resolução CNS 466/2012 e o projeto conta com a aprovação do CEPISH/UFSC. Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, aprovado pelo CEPISH/UFSC foi redigido em duas vias, que deverão ser rubricadas em todas as suas páginas e assinadas, ao seu término, pelo convidado a participar da pesquisa, assim como pelo pesquisador responsável. Uma via será destinada ao participante do estudo e a outra via ao pesquisador responsável. Guarde cuidadosamente a sua via, pois é um documento que traz importantes informações de contato e garante seus direitos como participante da pesquisa.

Por gentileza, em caso de dúvida entrar em contato, em qualquer momento, com o pesquisador responsável (*item 2*) e/ou com o CEPISH /UFSC. O CEPISH é um órgão colegiado interdisciplinar,

deliberativo, consultivo e educativo, vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina, mas independente na tomada de decisões, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

***CEPSH/UFSC***

**Endereço:** Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, no 222, sala 401, Trindade, Florianópolis/SC - CEP 88.040-400– Florianópolis SC

**Telefone:** (48) 3721-6094

**E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

Atenciosamente,

---

Carolina da Luz Baratieri

Eu, \_\_\_\_\_, RG, \_\_\_\_\_, como participante da pesquisa, tendo sido orientado quanto ao teor de todo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do já referido estudo, manifesto meu livre consentimento em participar doando o meu dente, estando totalmente ciente de que qualquer despesa referente a essa doação, caso seja necessário, será ressarcida pelos responsáveis da pesquisa. De igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente da minha participação no estudo, serei devidamente indenizado, conforme determina a lei.

Florianópolis, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

---

Assinatura do participante da pesquisa

---

Assinatura do pesquisador responsável

## Anexo A- Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Avaliação da adaptação marginal e resistência à fadiga de lâminas oclusais

**Pesquisador:** Carolina da Luz Baratieri

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 11401519.6.0000.0121

**Instituição Proponente:** CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.378.041

#### Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa de Bruna Chrispim dos Reis, do Programa de Pós-Graduação em Odontologia ( não há informação sobre o nível), orientada por Carolina da Luz Baratieri e com a participação de Guilherme Carpena Lopes.

Estudo prospectivo, com previsão de 16 participantes. A amostra constará de 16 dentes pré-molares superiores humanos hígidos com dimensões e forma anatômica semelhantes, extraídos por razões inerentes a esta pesquisa (conforme formulário e projeto) e doados pelos pacientes por meio do Termo de Doação. Após adequado processamento, os dentes terão suas coroas preparadas para receber peças cerâmicas (lâminas oclusais). Após a cimentação das peças, os dentes serão submetidos a testes de fadiga (carregamento de 250.000 ciclos com uma carga constante de 100 N a uma frequência de 1,6 Hz, simulando tempo clínico de 1 ano). A análise da falhas será feita em laboratório na USP e no Laboratório Central de Microscopia Eletrônica (LCME), da UFSC, por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura.

**Critério de Inclusão:** dentes sem restaurações, sem cavidades/lesões cariosas aparentes e/ou sem trincas.

**Critério de Exclusão:** dentes com restaurações, cavidades/lesões cariosas aparentes e/ou trincas.

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 3.378.041

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

Avaliar a adaptação marginal e resistência à fadiga de restaurações cerâmicas oclusais ultrafinas confeccionadas em dissilicato de lítio.

Objetivos Secundários:

Avaliar a taxa de sobrevivência das restaurações cerâmicas após ciclagem mecânica.

Avaliar a adaptação marginal das peças cerâmicas.

Analisar o modo de falha das restaurações cerâmicas após ciclagem mecânica.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

São citados os riscos de irritabilidade ou desconforto ao ler o TCLE; perda de sigilo; ansiedade e/ou medo previamente ao procedimento cirúrgico; cansaço durante o procedimento cirúrgico; desconforto no pós-operatório; reação alérgica durante e após o procedimento cirúrgico.

Não haverá benefícios diretos. Como benefícios indiretos, é citada a contribuição para produção e desenvolvimento de conhecimento científico na área específica.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa pode contribuir para o conhecimento generalizável sobre o tema.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

- A folha de rosto vem assinada pela pesquisadora responsável e pela autoridade institucional competente (Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Odontologia).

- Consta declaração da instituição onde será realizada a pesquisa, o Chefe do Departamento de Odontologia, disponibilizando a existência de infraestrutura necessária ao desenvolvimento da pesquisa e para atender eventuais problemas dela resultantes.

- O cronograma informa que a coleta de dados acontecerá a partir de 20/06/2019.

- O orçamento informa despesas de R\$ 3.679,63 com financiamento próprio.

- O TCLE é esclarecedor a respeito de objetivos, procedimentos, riscos e direitos dos participantes, e cumpre as exigências da res. 466/12.

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401

**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400

**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS

**Telefone:** (48)3721-6094

**E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC**



Continuação do Parecer: 3.378.041

**Recomendações:**

Permanecer atento(a) às normas das Resoluções que regem a ética em pesquisa no Brasil, procurando manter o foco no conforto do(s) participante(s) em todo o processo da pesquisa.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Foram efetuadas as adequações solicitadas em parecer anterior. Aprovado.

Recomendamos aos pesquisadores observar recente recomendação da CONEP aos nossos pareceres: "Com o objetivo de garantir a integridade do documento (TCLE), solicita-se que sejam inseridos os números de cada página, bem com a quantidade total delas, como por exemplo: "1 de X" e assim sucessivamente até a página "X de X"."

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1321248.pdf	11/05/2019 17:55:37		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_PESQUISA.pdf	11/05/2019 17:46:54	Carolina da Luz Baratieri	Aceito
Parecer Anterior	CARTA_RESPOSTA.pdf	11/05/2019 17:45:21	Carolina da Luz Baratieri	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_TERMO.pdf	11/05/2019 17:42:47	Carolina da Luz Baratieri	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	11/05/2019 17:35:36	Carolina da Luz Baratieri	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DECLARACAO.pdf	11/05/2019 17:30:09	Carolina da Luz Baratieri	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.pdf	29/03/2019 11:55:26	Carolina da Luz Baratieri	Aceito
Folha de Rosto	201903290911.pdf	29/03/2019 11:10:46	Carolina da Luz Baratieri	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 3.378.041

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

FLORIANOPOLIS, 07 de Junho de 2019

---

**Assinado por:**  
**Maria Luiza Bazzo**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br