

EFFECTO DEL ESPESOR DE DOS MATERIALES CERÁMICOS EN LA RESISTENCIA A LA FRACTURA PARA LA FABRICACIÓN DE CARILLAS OCLUSALES.

EFFECT OF THE THICKNESS OF TWO CERAMIC MATERIALS ON THE FRACTURE RESISTANCE FOR THE MANUFACTURE OF OCCLUSAL VENEERS.

AUTORES

Paola Fabiana Pérez Torres. Odontóloga, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C. Colombia.
Rehabilitadora Oral, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C. Colombia.
Correo electrónico: paola.perez@javeriana.edu.co

Dayana Lucia Benítez Téllez. Odontóloga, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C. Colombia.
Rehabilitadora Oral, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C. Colombia.
Correo electrónico: dayana.benitez@javeriana.edu.co

Juan Carlos Vergel Rodríguez. Odontólogo, Pontificia Universidad Javeriana.
Rehabilitador Oral, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C. Colombia.
Docente de clínicas de posgrado de la Pontificia Universidad Javeriana.
Docente de operatoria posgrado de Rehabilitación Oral de la Pontificia Universidad Javeriana Bogotá,
D.C. Colombia.
Correo electrónico: vergelj@javeriana.edu.co

RESUMEN: Restaurar las lesiones erosivas avanzadas mediante el uso de técnicas adhesivas aditivas, que permiten una reducción mínima de la estructura dental puede ser la mejor alternativa. La elección de la cerámica como reemplazo del esmalte se recomienda y se basa principalmente en la resistencia y el grosor del material. El desarrollo de cerámicas que son más resistentes (disilicato de litio), ha ampliado las indicaciones para las restauraciones cerámicas unidas. La recomendación habitual para el espesor de restauración en porcelana es de 1,5 a 2,0 mm, sin embargo, dado el desarrollo de materiales más fuertes en combinación con las técnicas CAD / CAM y la tecnología adhesiva, se exploran enfoques más conservadores como posibles opciones de tratamiento. **OBJETIVO:** Comparar el efecto del espesor (0,4mm, 0,6mm, 0,8mm) de dos materiales cerámicos en la resistencia a la fractura para la fabricación de carillas oclusales (disilicato de litio IPS e-max press de Ivoclar Vivadent, y silicato de litio Celtra Press de Dentsply). **MATERIALES Y METODOS:** 60 premolares sanos extraídos por indicación de ortodoncia se dividieron en 6 grupos (N=10) dependiendo del tipo de material vitrocerámico: disilicato de litio (E-max ceram - Ivoclar Vivadent) y silicato de litio (celtra press – Dentsply) y espesor: (0,4 mm, 0,6 mm, 0,8 mm). En todos los especímenes se realizó una preparación dental estandarizada con el objetivo de simular una erosión oclusal avanzada, para cada grupo de prueba, se fabricaron carillas oclusales en cerámica con los diferentes espesores a partir de el escaneo de cada preparación utilizando el scanner Omnicam (Dentsply sirona), se realizó el diseño digital y fresado en cera de las carillas en los espesores de 0,4 mm, 0,6 mm, 0,8 mm mediante la máquina Cerec InLab MC X5 de cinco ejes (Dentsply sirona), y se realizó el prensado de las carillas con los materiales cerámicos. Las carillas se grabaron con ácido fluorhídrico al 35%, se silanizaron y se unieron de forma adhesiva utilizando cemento autoadhesivo Relyx U200 (3M ESPE), las muestras se sometieron a fuerzas compresivas con una máquina universal de pruebas, se midió la resistencia a la fractura hasta presentar alguna falla como: línea de fractura en la restauración, fractura de la restauración, y fractura del diente y restauración simultáneamente. El análisis estadístico se realizó utilizando las pruebas de Anova, Shapiro Wilk y Kolmogorov-Smirnov. **RESULTADOS:** los grupos que presentaron menor resistencia a la fractura fueron las carillas oclusales de silicato de litio con un espesor de 0,4 mm aplicando una fuerza en promedio de 887N con una resistencia a la fractura de 70,6 MPa, junto con las carillas de disilicato de litio con un espesor de 0,8 mm aplicando una fuerza de 1400N con una resistencia a la fractura de 111Mpa. De acuerdo con el tipo de falla se observó que el silicato de litio a 0,4 mm y el disilicato de litio a 0,8 mm presentaron un 0% de fractura vertical en diente y carilla simultáneamente. Todos los grupos estudiados resistieron fuerzas en un promedio de 800 y 1600N. **CONCLUSIONES:** El disilicato de litio (IPS e.max Press - Ivoclar Vivadent) y el silicato de litio reforzado con zirconia (Celtra Press – Dentsply), en los 3 espesores estudiados, se pueden considerar como una opción de tratamiento para hacer rehabilitación mínimamente invasiva. De acuerdo al tipo de fallas, se observa que a menor espesor del material (0,4 mm) se comporta mejor el silicato de litio y a mayor espesor (0,8 mm) el disilicato de litio, disminuyendo la probabilidad de falla de fractura vertical tanto del material como del diente.

PALABRAS CLAVES: Carillas oclusales, espesor, resistencia, disilicato, silicato.

ABSTRACT: Restore advanced erosive lesions through the use of additive adhesive techniques, which allow a minimal reduction in tooth structure may be the best alternative. The choice of ceramic as a replacement for enamel is recommended and is based mainly on the strength and thickness of the material. The development of ceramics that are more resistant (lithium disilicate), has expanded the indications for the ceramic restorations joined. The usual recommendation for the thickness of the restoration in porcelain is 1.5 to 2.0 mm, however, given the development of stronger materials in combination with CAD / CAM techniques and adhesive technology, more approaches are explored conservative as possible treatment options. **OBJECTIVE:** To compare the effect of thickness (0.4mm, 0.6mm, 0.8mm) of two ceramic

materials on fracture resistance for the fabrication of occlusal veneers (IPS e-max press lithium disilicate from Ivoclar Vivadent, and Celtra Press lithium silicate from Dentsply). **MATERIALS AND METHODS:** 60 healthy premolars extracted by indication of orthodontics were divided into 6 groups (N = 10) depending on the type of glass-ceramic material: lithium disilicate (E-max ceram - Ivoclar Vivadent) and lithium silicate (celtra press - Dentsply) and thickness: (0, 4 mm, 0.6 mm, 0.8 mm). In all the specimens a standardized dental preparation was performed with the objective of simulating an advanced occlusal erosion, for each test group, occlusal veneers were made in ceramic with the different thicknesses from the scanning of each preparation using the Omnicam scanner (Dentsply sirona) , the digital design and wax milling of the veneer were carried out in the thicknesses of 0.4 mm, 0.6 mm, 0.8 mm by the Cerec InLab MC X5 five-axis machine (Dentsply sirona), and realized the pressing of the veneers with ceramic materials. The veneers were etched with 35% hydrofluoric acid, silanized and adhesively bonded using Relyx U200 self-adhesive cement (3M ESPE.), the samples were subjected to compressive forces with a universal testing machine, the fracture resistance was measured until presenting some fault such as: line of fracture in the restoration, fracture of the restoration, and fracture of the tooth and restoration simultaneously. The statistical analysis was carried out using the tests of Anova, Shapiro Wilk and Kolmogorov-Smirnov. **RESULTS:** the groups that presented lower resistance to the fracture were the lithium silicate occlusal veneers with a thickness of 0.4 mm applying an average force of 887N with a fracture resistance of 70.6 Mpa, also the disilicate veneers of lithium with a thickness of 0.8mm applying a force of 1400N with a breaking strength of 111Mpa. According to the type of fault it was observed that lithium silicate at 04mm and lithium disilicate at 0.8mm presented a 0% vertical fracture on tooth and veneer simultaneously. All the groups studied resisted forces at an average of 800 and 1600N.**CONCLUSIONS:** The lithium disilicate (IPS e.max Press - Ivoclar Vivadent) and the lithium silicate reinforced with zirconia (Celtra Press - Dentsply), in the 3 thicknesses studied, can be considered as a treatment option to do minimally invasive rehabilitation. According to the type of faults, it is observed that the thinner material (0.4mm) better behaves lithium silicate and greater thickness (0.8mm) the lithium disilicate, decreasing the probability of failure of vertical fracture of both the material and of the tooth. **KEY WORDS:** Occlusal veneers, thickness, resistance, disilicate, silicate.

INTRODUCCION: El esmalte dental es la capa superficial que recubre los dientes, está compuesto por una densa red de cristales de hidroxiapatita (mineral más duro del cuerpo humano) y minerales como el calcio y fosfatos que le dan la fortaleza; Tiene que resistir la amplia gama de agresiones del entorno oral (mecánico, químico, biológico y térmico) durante toda la vida, el cual actúa como un escudo que protege la dentina subyacente contra el desgaste. (1)

El problema fundamental es que, a diferencia de otros tejidos del cuerpo, este no se puede regenerar, con el tiempo el esmalte dental va sufriendo una pérdida gradual, que hace que disminuya su capacidad de protección, dejando a los dientes expuestos a posibles fisuras, caries o grietas lo que provoca que con la edad sea más fácil perder dientes como consecuencia de los diferentes agentes a los cuales este tejido es sometido (2)

El desgaste dental, (la reducción progresiva del grosor del esmalte) es una afección biológica resultante del proceso de envejecimiento (2) . Sin embargo, este proceso se puede acelerar de distintas maneras ya sea por agentes químicos o parafunción como bruxismo o una oclusión traumática. Habitualmente se diagnostica en una etapa avanzada del trastorno, cuando se ha producido una pérdida sustancial de tejido dental. El tratamiento de lesiones incipientes consiste en un seguimiento clínico y tratamiento no invasivo como el sellado de la dentina con un agente adhesivo o restauraciones conservadoras directas en resina

compuesta. (3) Sin embargo, el tratamiento de pacientes con desgaste y erosión generalizada severa es más complejo, y genera diferentes desafíos para el odontólogo, ya que se pueden evidenciar situaciones como: compensación del desgaste por erupción dental (manteniendo la dimensión vertical oclusal); reducción de tejidos dentales sanos para restaurar la forma y la anatomía de la dentición o amplio rango en la cantidad de reducción requerida por los diferentes enfoques restauradores para pacientes en los que por la erosión han perdido una cantidad sustancial de tejidos dentales. (3)

La preservación de la estructura dental es importante en la odontología restauradora. Desde una perspectiva biomimética, la conservación de la estructura dental es fundamental para mantener el equilibrio entre los parámetros biológicos, mecánicos, funcionales y estéticos. Es claramente beneficioso mantener la pulpa viva y evitar el tratamiento endodóntico y la necesidad de retenedores intraradiculares, porque estos abordajes más invasivos violan el equilibrio biomecánico y comprometen el rendimiento de los dientes restaurados a lo largo del tiempo (4)

La adhesión dental también juega un papel importante, ya que tanto en esmalte como en dentina, tiene varios fines u objetivos siendo el principal la retención y estabilidad de la restauración; Cuando se presentan casos de desgaste severo el esmalte dental es escaso, hay dentina expuesta y la adhesión se ve afectada, por lo tanto, preservar el esmalte es de gran ayuda para la adhesión de los materiales sobre el sustrato dental, por lo anterior es recomendable que la restauración de lesiones erosivas avanzadas, se realice mediante el uso de técnicas adhesivas, permitiendo mínima reducción de la estructura dental sana (diseño no retentivo o preferiblemente "sin preparación"), puede ser la mejor alternativa (5)

Comúnmente se realizan preparaciones con hombros profundos y chamfers, para coronas de cobertura completa metalcerámica desde las décadas de 1970 y 1980, las cuales se han asociado fuertemente con un aumento en la microfiliación, complicaciones pulpares, inflamación gingival y caries secundarias. Preparaciones de cobertura parcial con geometría macroretentiva reducida, como las incrustaciones y restauraciones cerámicas de cobertura parcial, eliminan la mitad de la cantidad de estructura dental comparada con una corona metal cerámica de cobertura completa. Las incrustaciones y onlays han demostrado fiabilidad a largo plazo. Como resultado, su rango de indicaciones se ha incrementado, incluido el tratamiento de la erosión avanzada (5)

La elección de la cerámica como reemplazo del esmalte se recomienda y se basa principalmente en la resistencia y el grosor del material (4) . El desarrollo de materiales que son más resistentes como el disilicato de litio (6) ha ampliado las indicaciones para las restauraciones cerámicas. Las carillas oclusales nacen de la propuesta de utilizar los principios de las carillas en porcelana de dientes anteriores (recubrimiento delgado / superposición con diseño no retentivo) las cuales son restauraciones extra coronarias que requieren una preparación más simple impulsada por el espacio interoclusal y las consideraciones anatómicas. Tales restauraciones podrían competir potencialmente con onlays / overlays de oro y se ha demostrado que las carillas oclusales posteriores ultrafinas (0.6mm-1.2mm) son una alternativa conservadora a las onlay tradicionales y las coronas de cobertura completa para el tratamiento de lesiones erosivas graves. (4)

El grosor de la restauración cerámica es un factor que influye en su resistencia a la fractura, la recomendación habitual para el grosor de una restauración cerámica es de 1.5 a 2.0 mm en la superficie oclusal (12). Los datos científicos sobre el espesor mínimo de las coronas parciales de cerámica o las carillas oclusales aun no está claro. Los estudios in vitro sobre carillas oclusales adheridas fabricadas en

disilicato de litio e-max CAD mostraron que las restauraciones con un espesor de 1.2-1.8 mm resistieron fuerzas de hasta 1000 N y espesores de 0.6-1.0 mm resistieron 800 N. Un estudio de Guess et al. investigó la influencia del grosor y la extensión de diferentes coronas parciales premolares hechas de cerámica de disilicato de litio prensado. En este estudio, cuando se redujo la profundidad de la preparación a 0,5 mm, no se encontraron efectos significativos sobre la resistencia a la fractura de las restauraciones de cerámica con disilicato de litio prensable (5)

Recientemente se han introducido nuevos materiales y técnicas dentales para fabricar restauraciones cerámicas estéticas con una fuerza y una adaptación marginal mejoradas. Esto se vuelve más importante para las áreas posteriores de la boca, donde las fuerzas son mucho mayores que para la región anterior y pueden alcanzar 522 N en el individuo promedio. (5)

El disilicato de litio o e.max press son pastillas cerámicas vítreas de disilicato de litio para la técnica de inyección. Las pastillas policromáticas IPS e.max Press Multi son particularmente atractivas ya que presentan una progresión del color natural. Las pastillas se seleccionan en función del caso a tratar y la técnica de inyección preferida (maquillaje, cut-back o técnica de estratificación). Las restauraciones se caracterizan o se estratifican usando los materiales de maquillaje IPS e.max Ceram o cerámica de estratificación. Los resultados lucen de manera muy natural con respecto al color del diente preparado y presentan resistencia de 400 Mpa. Las restauraciones de IPS e.max Press pueden colocarse con una variedad de materiales de cementación, los cuales están disponibles para un amplio espectro de indicaciones. Coronas y prótesis parcial fija hechas con IPS e.max Press pueden colocarse con los protocolos de cementación convencional o con un cemento autoadhesivo (por ej. Speed CEM Plus) Inlays, (delgadas) carillas vestibulares y carillas oclusales se colocan con la técnica adhesiva (por ej. usando Variolink Esthetic). Por otra parte, el silicato de litio o Celtra® Press es un material de cerámica vítrea de silicato de litio reforzado con dióxido de zirconio de alta resistencia el cual cuenta con características como la translucidez y opalescencia indicado para restauraciones libres de metal altamente estéticas, utilizando el método de termoinyección. Cuenta con pastillas con diferentes grados de translucidez alto (HT), medio (MT) y bajo (LT) las cuales se procesan en hornos de inyección. Las estructuras Celtra® Press fabricadas con esta técnica presentan una resistencia a la flexión de > 500 Mpa.

La recomendación habitual para el espesor de restauración en porcelana es de 1,5 a 2,0 mm, sin embargo, dado el desarrollo de nuevos materiales en combinación con las técnicas CAD / CAM y la tecnología adhesiva se exploran enfoques más conservadores como posibles opciones de tratamiento, evaluando resistencia a la fractura en mínimos espesores de los materiales anteriormente mencionados.

Es por esto que el propósito de este estudio fue comparar el efecto del espesor (0,4 mm, 0,6 mm, 0,8 mm) de dos materiales cerámicos en la resistencia a la fractura para la fabricación de carillas oclusales (disilicato de litio IPS e-max press de Ivoclar Vivadent, y silicato de litio Celtra Press de Dentsply).

MATERIALES Y METODOS: Previo aval del Comité de Investigación y Ética de la Facultad de Odontología de la Pontificia Universidad Javeriana, se realizó un estudio experimental *ex vivo* para el que se obtuvieron 60 premolares superiores humanos sin caries, sin restauraciones, extraídos recientemente por indicación ortodóntica, previo consentimiento de donación de órganos de los pacientes donantes. Los dientes se almacenaron en agua destilada después de la extracción a temperatura ambiente en un recipiente de selle hermético para preservarlos y se limpiaron con solución de cloramina T; fueron montados en

cubos de resina acrílica de autocurado transparente (Veracril- New Stetic) de 2 cm de alto x 2 cm de ancho, incrustando la raíz hasta la unión amelocementaria.

Preparación del diente:

Se realizó en todos los especímenes una preparación dental estandarizada con el objetivo de simular una erosión oclusal avanzada. Primero, se realizó desgaste con una fresa marca komet brasseler de 151 micras (ref. 370) y fresa de grano de diamante fino de 40micras (ref. 8370) en posición horizontal con respecto al plano oclusal de cada diente hasta darle la conformación y el alisado respetando la inclinación de las vertientes de las cúspides con una profundidad de 1mm en todos los especímenes. Se realizó una marca en la fresa con una distancia de 1mm la cual determinó la profundidad de la preparación, todos los ángulos fueron redondeados y la profundidad en el surco central se dio la forma anatómica de la fresa.

Cada diente fue almacenado en agua destilada hasta que se inició el proceso de diseño, inyección y cementación de las restauraciones para finalizar con las pruebas correspondientes. Los dientes se asignaron aleatoriamente en los 2 materiales cerámicos a ensayar: n=30 disilicato de litio (E-max ceram - Ivoclar Vivadent) y n=30 silicato de litio (celtra press – Dentsply), que a su vez estuvieron divididas en subgrupos según el espesor de la carilla oclusal: n=20 de 0,4 mm, n=20 de 0,6 mm, n=20 de 0,8 mm.

Se tomó una impresión digital de cada espécimen utilizando el scanner Omnicam (Dentsply sirona), para posteriormente realizar el diseño de la carilla oclusal.

Diseño y fabricación de la restauración:

Se realizó el diseño digital de las carillas en los espesores de 0,4 mm, 0,6 mm, 0,8 mm mediante la máquina Cerec InLab MC X5 de cinco ejes (Dentsply sirona). Una vez listos los diseños se procedió a hacer el fresado de las restauraciones en cera mediante la máquina Cerec InLab MC X5 de cinco ejes (Dentsply sirona) las cuales posteriormente fueron revestidas e inyectadas en los materiales cerámicos respectivos. Se realizó el recorte de las restauraciones y limpieza de acuerdo con el protocolo de la casa comercial para cada material. Mediante estereomicroscopio se evaluó la adaptación y asentamiento de cada una de las restauraciones sobre su respectivo espécimen para su posterior cementación.

Cementación de la restauración:

El acondicionamiento de la superficie del diente incluyó grabado ácido en esmalte durante 15 segundos con ácido ortofosfórico al 35% Select HV Etch (BISCO), se lavó, se secó sin desecar, simultáneamente el protocolo para la restauración de disilicato de litio fue: arenado, lavado, secado, grabado con ácido fluorhídrico al 9,5% Porcelain Etchant (BISCO) durante 20 segundos, se lavó y se sumergió en agua destilada en baño ultrasónico durante 3 minutos, se lavó, se secó con aire libre de aceite y se aplicó silano Bis-Silane (BISCO) se esperó 1 minuto y se aireó. Para las restauraciones de silicato de litio la única variación fue la duración del ácido fluorhídrico durante 30 segundos.

Se realizó la cementación definitiva aplicando sobre la restauración el cemento autoadhesivo a base de resina Relyx- U200 (3M ESPE) y se realizó asentamiento con presión digital de 5Kg por 5 minutos. Se retiran excesos del material y se fotopolimeriza a una distancia de 5 mm durante 20 segundos con lámpara Bluephase N (Ivoclar Vivadent) por cada superficie mesial, distal, bucal y lingual. Después de la cementación, las muestras se almacenaron en un baño de agua a 37°C hasta 3 días antes de la prueba

Prueba de resistencia

Se realizó la medición de resistencia a la fractura por fuerzas compresivas de las muestras con una máquina universal de pruebas la cual permitió controlar el tiempo y la fuerza aplicada. Las muestras se ubicaron

verticalmente y se indentaron una a una con una punta esférica de acero inoxidable de 6 mm de diámetro sobre la cara oclusal para simular una cúspide antagonista. En los 6 grupos se midió la resistencia a la fractura aplicando fuerzas compresivas hasta presentar alguna falla como: línea de fractura en la carilla, fractura de la restauración y fractura de diente y restauración simultáneamente. Los resultados de la fuerza que genera la fractura se midieron en Newton y la resistencia a la fractura del material se expresó en megapascales.

Se efectuó la recolección de datos con posterior análisis estadístico descriptivo y exploratorio basado en la metodología para la aplicación de la técnica ANOVA, lo que incluyó el proceso de comprobación de supuestos para el mismo, con el fin de determinar si existían diferencias estadísticamente significativas en el promedio de la resistencia a la fractura de las carillas oclusales, medido en megapascales, al discriminar por el material usado en las mismas: silicato (celtra press, Dentsply) y disilicato de litio (e-max ceram, Ivoclar Vivadent) en 3 diferentes espesores: 0.4 mm, 0,6 mm y 0,8 mm, generando seis grupos diferentes a contrastar. Como metodo de comprobacion de supuestos para la aplicación del ANOVA se utilizaron gráficos de diagnostico relacionados al analisis de residuales del modelo lineal y pruebas y gráficos de normalidad como QQ plot, Shapiro Wilk y Kolmogorov-Smirnov. Se considero como significativo un valor p menor de 0,05 (nivel de confianza del 95%). Adicional a eso, se consideró el uso de la prueba de independencia Chi cuadrado, con el fin de establecer si existía una asociación entre el tipo de falla, el material y el espesor de las carillas.

RESULTADOS: Este estudio se podría describir como un diseño experimental factorial balanceado u ortogonal de 2 factores 2x3, con 10 repeticiones por grupo.

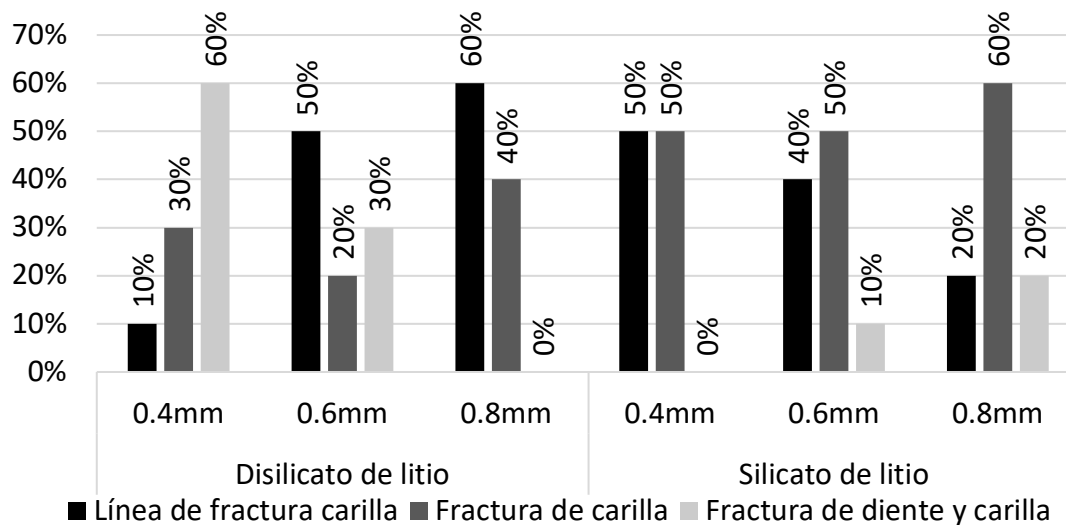


Figura 1. Representa el porcentaje de los tipos de falla de cada material y cada espesor.

Se observa para el disilicato de litio (E-max ceram - Ivoclar Vivadent) a mayor espesor de la carilla menor probabilidad hay de fracturar el diente y la carilla simultáneamente, en contraste en el silicato de litio (Celtra press – Dentsply) esta probabilidad parece aumentar cuando el grosor de la carilla aumenta. Lo mismo ocurre con la falla de línea de fractura de carilla, teniendo en cuenta que en el silicato de litio se disminuye la probabilidad a mayor grosor y en el disilicato de litio se aumenta la probabilidad conforme aumentó el espesor de la carilla. Para el caso de la fractura de carilla, su comportamiento parecer ser

uniforme entre los espesores y materiales, reportando que se presentó con mayor frecuencia cuando se tenía 0.8 mm de grosor para ambos materiales.

Resultados de la resistencia

El disilicato de litio en general usando los promedios de los tres espesores presenta mayor resistencia a la fractura comparado con el silicato de litio. Cuando se analizaron los espesores se encuentra un mejor desempeño para el espesor de 0,4 mm de disilicato de litio y para el espesor de 0,8 mm para el silicato de litio; a diferencia de lo que pasa con el disilicato de litio, con el silicato se observa que a mayor grosor se aumenta significativamente la resistencia. El análisis comparativo de los tres espesores en los dos materiales muestra una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,008$) a expensas de el espesor de 0,4 mm de silicato de litio cuya resistencia (70,6 Mpa) es significativamente menor al mismo espesor de disilicato de litio (128,9 Mpa) ($p = 0,01$); A mayor espesor 0,8 mm el silicato de litio presenta mayor resistencia a la fractura (125,8 Mpa) comparado con el disilicato de litio (111,5 Mpa); esta diferencia no es estadísticamente significativa ($p = 0,95$). (Tabla 1, figura 4)

Tabla 1. Promedio de la fuerza soportada por cada uno de los grupos experimentales en newtons y la resistencia a la fractura expresada en megapascales

Material/Espesor	Promedio de Fuerza en N	Desv. Est. Fuerza en N	Promedio de Resistencia en MPa	Desv. Est. Resistencia en Mpa
DISILICATO DE LITIO	1494,3	539.8	118,9	43.0
0.4MM	1620,2	623.8	128,9	49.6
0.6MM	1462,1	390.9	116,3	31.1
0.8MM	1400,6	553.6	111,5	44.1
SILICATO DE LITIO	1252,1	391.1	102,6	34.6
0.4MM	887,7	185.7	70,6	14.8
0.6MM	1400,4	348.4	111,4	27.7
0.8MM	1492,1	300.1	125,8	31.0
Total general	1375,2	487.8	110,8	39.8

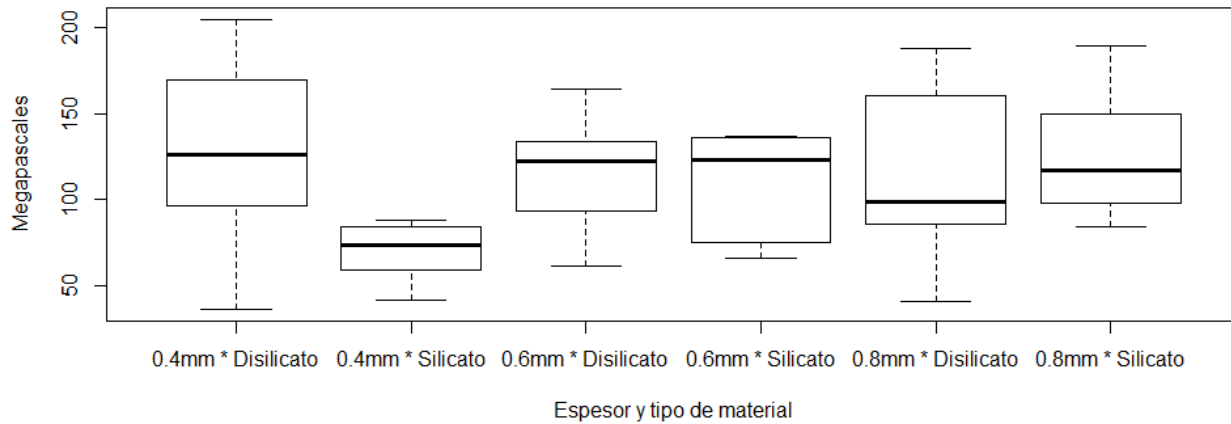


Figura 2. Medianas de la resistencia a la fractura de cada uno de los grupos experimentales expresado en megapascales

Se pudo establecer que el silicato de litio con un espesor de 0.4 mm y el disilicato de litio de 0.8 mm tienen la menor resistencia, es decir que presentaron falla a una menor cantidad de megapascales a comparación de los demás espesores y del otro material.

Específicamente en la tabla 1 se puede observar que los grupos que presentaron menor resistencia a la fractura fueron las carillas oclusales de silicato de litio con un espesor de 0.4 mm aplicando una fuerza en promedio de 887 N +/- 185.7 N con una resistencia a la fractura promedio de 70,6 Mpa +/- 14.8 Mpa, junto con las carillas de disilicato de litio con un espesor de 0.8mm aplicando una fuerza promedio de 1400 N +/- 553.6 N con una resistencia a la fractura promedio de 111Mpa +/- 44.1 Mpa.

Para poder establecer la significancia estadística de estos resultados, se aplicó el ANOVA de dos factores que contrasta las hipótesis sobre las medias de la resistencia, medidas en megapascales al discriminar por el factor de espesor y material:

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$, con k = Número de niveles de cada factor.

H_1 : al menos la media de un nivel del factor es distinta de las demás medias del factor.

Variación	Suma de cuadrados	Gl	F calculado	P-valor	
Espesor	3840	2	14.166	0.251413	
Materiales	3982	1	29.381	0.092246	.
Espesor x Materiales	14153	2	52.213	0.008452	**
Residuales	73185	54			

Tabla 2. Diferencia significativa para los valores de p. <0.005

Se pudo establecer con un 95% de confianza que: No existen diferencias significativas en las medias de la resistencia al discriminar únicamente por el espesor sin tener en cuenta el material y tampoco en las medias de la resistencia al discriminar únicamente por el material sin tener en cuenta el espesor, sin

embargo, se puede evidenciar dos hechos importantes de esta tabla: la diferencia entre los materiales presentó un p-valor de 0.092, que no es significativo al 95% de confianza, pero no es un resultado despreciable, por lo cual se puede pensar que la diferencia en los materiales existe, pero no es estrictamente fuerte. El segundo hecho es que la interacción entre el espesor y el material fue significativa, lo que apoya la idea de que los materiales tienen algún tipo de diferencia que se potencia por el hecho del espesor usado en la carilla.

Al lograr establecer que el ANOVA de dos factores fue significativo en alguna de sus fuentes de variación, se realizó el test de Tukey que realiza varias combinaciones de hipótesis; y así, en general para todas las posibles combinaciones sin remplazo entre los niveles del factor que fue significativo que en este caso fue la interacción entre el espesor y el material.

Grupos	Diferencia	inferior 95%	Superior 95%	P-valor	
0,4mm*Silicato - 0,4mm*Disilicato	-58,29	-106,93	-9,65	0,01	*
0,6mm*Disilicato - 0,4mm*Disilicato	-12,58	-61,22	36,06	0,97	
0,6mm*Silicato - 0,4mm*Disilicato	-17,49	-66,13	31,15	0,89	
0,8mm*Disilicato - 0,4mm*Disilicato	-17,47	-66,12	31,17	0,89	
0,8mm*Silicato - 0,4mm*Disilicato	-3,15	-51,80	45,49	1,00	
0,6mm*Disilicato - 0,4mm*Silicato	45,71	-2,93	94,35	0,08	.
0,6mm*Silicato - 0,4mm*Silicato	40,80	-7,84	89,44	0,15	
0,8mm*Disilicato - 0,4mm*Silicato	40,82	-7,83	89,46	0,15	
0,8mm*Silicato - 0,4mm*Silicato	55,14	6,49	103,78	0,02	*
0,6mm*Silicato - 0,6mm*Disilicato	-4,91	-53,55	43,73	1,00	
0,8mm*Disilicato - 0,6mm*Disilicato	-4,89	-53,54	43,75	1,00	
0,8mm*Silicato - 0,6mm*Disilicato	9,43	-39,21	58,07	0,99	
0,8mm*Disilicato - 0,6mm*Silicato	0,02	-48,63	48,66	1,00	
0,8mm*Silicato - 0,6mm*Silicato	14,34	-34,31	62,98	0,95	
0,8mm*Silicato - 0,8mm*Disilicato	14,32	-34,32	62,96	0,95	

Tabla 3. Niveles de significancia en la interacción entre el espesor y el material.

De los contrastes revisados solo se confirmó lo hallado descriptivamente y es que la diferencia se halla en el silicato de litio con un espesor de 0.4 mm, el cual presenta menor resistencia, es decir que presenta falla a una menor cantidad de megapascales a comparación de los demás espesores y del otro material.

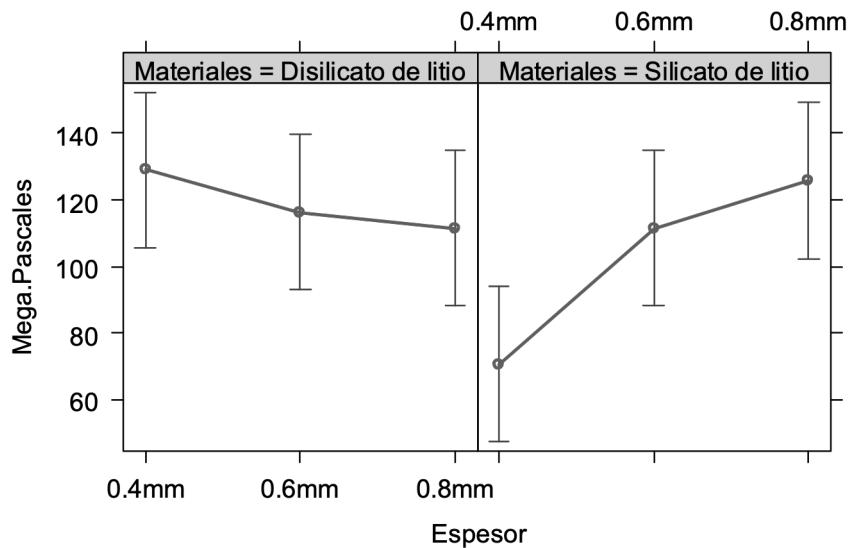


Figura 3. Medias de la resistencia a la fractura de los materiales en todos los espesores estudiados

La representación gráfica del test de Tukey, basada en las medias y no en las medianas como se presentó en el diagrama de cajas, evidencia el comportamiento descrito de menor resistencia del silicato de 0.4 mm de espesor, y el comportamiento uniforme de los demás espesores en los dos diferentes materiales, con un comportamiento inverso entre materiales, concluyendo en una buena resistencia del disilicato con un espesor de 0.4 mm y del silicato de litio a 0.8 mm.

DISCUSIÓN: Las restauraciones posteriores se someten a altas tensiones como resultado de la carga masticatoria, las vitrocerámicas como disilicato de litio y silicato de litio se han convertido en materiales preferidos para restauraciones posteriores de cerámica, debido a sus propiedades mecánicas superiores. El disilicato de litio está indicado para las restauraciones conservadoras en las que la preparación se limita al esmalte. El estudio de Ma Li et al. (2013) revela que cuando la restauración de disilicato de litio está apoyado sobre un sustrato de esmalte la resistencia a la fractura es mayor en comparación que cuando tiene un sustrato en dentina. Actualmente solo hay poca información disponible sobre estos materiales totalmente cerámicos y su aplicación en conceptos de tratamiento mínimamente invasivos. Cuando las restauraciones de cerámica están unidas y apoyadas por estructuras de dientes, la capacidad de carga relativa entre la zirconia y el disilicato de litio cambia. Ma Li et al. en su estudio demuestran que cuando se soporta con dentina, la carga de fractura de las restauraciones de zirconia es aproximadamente 1,8 veces mayor que la vitrocerámica de disilicato de litio. Más dramáticamente, cuando es apoyado por esmalte respaldado por dentina, la carga de fractura de zirconia es solo 1.3 a 1.4 veces mayor que el disilicato de litio. Esto es cierto para el espesor de la restauración cerámica de 0,6 a 1,4 mm, lo que sugiere que el disilicato de litio es especialmente adecuado para su uso en restauraciones conservadoras en las que la preparación se puede limitar al esmalte (14)

El enfoque restaurativo tradicional con coronas de cobertura total requeriría una eliminación mucho mayor del esmalte sano, mientras que las carillas oclusales de cerámica con preparación conservadora de dientes se han demostrado recientemente como un tratamiento eficaz para la rehabilitación de la erosión dental grave. (14)

Los sistemas vitrocerámicos están indicados para rehabilitaciones monolíticas debido a mejoras continuas de sus propiedades mecánicas asociadas con sus propiedades ópticas sobresalientes. Sin lugar a dudas, el uso de vitrocerámicas monolíticas se hizo notable después del desarrollo del sistema de disilicato de litio (LD) (18), que ha demostrado una resistencia a la flexión casi 4 veces mayor en comparación con la vitrocerámica tradicional. Los datos clínicos del rendimiento monolítico de las coronas LD indican tasas de supervivencia prometedoras después de evaluaciones a corto y largo plazo (96% y 83%, después de 5 y 10 años) Aunque los resultados son favorables, han demostrado que la fractura en masa sigue siendo la causa más común de fracaso de la rehabilitación (2,3–19%, después de 5 años), principalmente en áreas sometidas a una carga masticatoria mayor. A pesar del uso generalizado de los sistemas LD, los científicos de materiales han intentado desarrollar una vitrocerámica más confiable con una mayor resistencia mediante el refuerzo de la microestructura. (13) El sistema de silicato de litio reforzado con zirconia (ZLS) presenta una microestructura compleja, que se compone de metilsilicato de litio y cristales de ortofosfato de litio incorporados en una matriz vítrea que contiene zirconia. El tamaño del cristal final exhibido en el sistema ZLS (0,5–1,0 μm), que es aproximadamente 4–6 veces más pequeño que los cristales LD (2,0–3,0 μm), proporciona un mayor porcentaje de contenido de vidrio (aproximadamente 50%) que LD (30%). Dicha microestructura admite propiedades ópticas sobresalientes para los bloques ZLS que previamente han demostrado valores de translucidez medios similares y superiores comparados con los bloques de feldespato y LD, respectivamente (13)

Este estudio evaluó y comparó el efecto del espesor (0,4mm, 0,6mm, 0,8mm) de dos materiales cerámicos en la resistencia a la fractura para la fabricación de carillas oclusales (disilicato de litio IPS e-max press de Ivoclar Vivadent, y silicato de litio Celtra Press de Dentsply). Los resultados sugieren que las restauraciones de mayor espesor mostraron propiedades mecánicas significativamente altas en comparación con las de menor espesor en ambos materiales en las condiciones del presente estudio. (Fig. 1), se realizó la medición de la resistencia a la fractura por fuerzas compresivas de las muestras con una máquina universal de pruebas para evaluar las propiedades mecánicas de los materiales vitrocerámicos. Las pruebas de resistencia a la fractura de los materiales cerámicos son esenciales para calcular la vida útil anticipada con una baja posibilidad de falla. La resistencia a la rotura se utiliza a menudo para caracterizar la resistencia a la fractura de los materiales frágiles. La tenacidad a la fractura se define como la resistencia de un material contra la propagación de grietas. Por lo tanto, el material más frágil es el material con menor tenacidad a la fractura. (18)

Schlichting et al. (2011) compararon la resistencia a la fatiga de las restauraciones de carillas oclusales en E-max CAD y E-max empess de 0,6mm de espesor, informaron que ninguna muestra de cerámica sobrevivió a los ciclos de carga de 800N. mientras que, El Disilicato de litio (IPS e-max press de Ivoclar Vivadent) en nuestro estudio reveló que a mayor espesor de carilla (0.8mm) hay menos probabilidad de que exista fractura del diente y la carilla simultáneamente. (20) Con el estudio in vitro de Sasse et al. se pueden corroborar los resultados de nuestro estudio, ya que se demostró que en las restauraciones de disilicato de litio con un grosor de 0.7mm a 1mm resistieron completamente a la carga dinámica. (5)

Bérgamo et al (2019) determinaron que independientemente del espesor de la restauración de Silicato de Litio, los valores de resistencia fueron superiores. Las restauraciones de 0.5mm tuvieron una supervivencia a la fractura limitada en comparación con las de 1.0 mm y 1.5mm las cuales no tuvieron diferencia estadísticamente significativa entre ellas; pero en nuestro estudio, el Silicato de Litio mostró que, la probabilidad de fractura de diente y carilla aumenta cuando el espesor de carilla aumenta. Por otro lado, en el presente estudio se estableció que el comportamiento inverso también se cumple con la falla

de línea de fractura de carilla, teniendo en cuenta que en el Silicato de litio se disminuye la probabilidad a mayor espesor, mientras que en el Disilicato se aumenta la probabilidad conforme con el aumento en el espesor de la carilla; lo cual se puede soportar con el artículo de Bergamo et al. en donde observaron que al reducir el grosor de una corona de silicato de litio reforzada con zirconia de 0,5mm tuvo un impacto significativo en el aumento de su riesgo de falla afectando así la supervivencia de la restauración. (13)

Para el caso de la fractura de carilla su comportamiento parece ser uniforme entre los espesores y materiales en el presente estudio, reportando que se presentó con mayor frecuencia cuando se tenía 0.8 mm de grosor para ambos materiales; lo cual puede contraponerse con el artículo de Elsaka et al. en el cual comparan la resistencia a la fractura de las vitrocerámicas Vita Suprinity (VS) (silicato de litio reforzado con zirconia) y E-max CAD (IC) (disilicato de litio), dando como resultado que VS presentó una mayor tenacidad a la fractura en comparación con la vitrocerámica IC. Este hallazgo podría atribuirse a la incorporación del relleno de zirconia a la composición de VS. La matriz de vidrio se refuerza sin volverse turbia por las partículas de zirconia disueltas, lo que le confiere una mayor resistencia a la fractura y un aumento en el módulo elástico del material. (17)

Las fuerzas masticatorias promedio durante la masticación y la deglución en humanos varían entre 3 y 72 N y las fuerzas de masticación máximas en la región posterior pueden ser más altas, con un rango de 200-540 N (Yoshinari y Derand, 1994). El estudio actual revela que la resistencia a la fractura está por encima de las fuerzas fisiológicas de masticación. Por lo tanto, se puede suponer que ambos materiales resisten las condiciones de carga intraoral demostrando así valores por encima de 800N hasta alcanzar 1600N. (Tabla 3).

Un factor que puede influenciar los resultados de este estudio es el tipo de preparación dental. La cual se realizó sin ningún tipo de retenciones, inclinaciones o ángulos marcados, con una junta a tope sobre las cúspides vestibular y palatina de premolares dada por la conformación de la fresa Komet Brasseler (ref. 370) buscando un mejor asentamiento y distribución de fuerzas, obteniendo resultados favorables en la resistencia a la fractura de los materiales y espesores estudiados. En comparación con los estudios de Magne et al. (2010) y Schlichting et al. (2011), donde realizaron preparaciones dentales simulando erosión dental manteniendo altura e inclinación cuspídea con bordes sin redondear, y el estudio de Sasse et al. (2015), en el cual presentan una preparación dental con un ángulo de 150° entre las cúspides generando así una inclinación cuspídea y manteniendo el contorno circunferencial en esmalte. (19,20,5).

CONCLUSIONES:

Dentro de las limitaciones de este estudio *in vitro*, las resistencias a la fractura de las restauraciones de carillas oclusales estaban por encima de las fuerzas producidas por el sistema masticatorio humano. El tipo de material y el espesor del mismo no afectó la resistencia a la fractura de las restauraciones.

- El silicato de litio con un espesor de 0.4 mm y el disilicato de litio de 0.8 mm tienen la menor resistencia, es decir que presentaron falla a una menor cantidad de megapascales en comparación con los demás espesores y el otro material.
- El disilicato de litio a mayor espesor de la carilla, menor probabilidad hay de fracturar el diente y la carilla simultáneamente, en contraste, en el silicato de litio esta probabilidad parece aumentar cuando el grosor de la carilla aumenta.

El espesor de la restauración no tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre las fallas de las carillas oclusales, lo que implica que incluso para carillas delgadas (0,4 mm), la resistencia de la restauración no disminuye sustancialmente. No se encontró relación entre la resistencia a la fractura y el modo de falla. La cerámica de silicato de litio reforzada con zirconia parece ser una alternativa a la conocida cerámica de disilicato de litio con respecto a su resistencia a la fractura.

BIBLIOGRAFIA:

- (1) Wright JT, Paine ML, Lacruz RS, Habelitz S. Dental Enamel Formation and Implications for Oral Health and Disease. *Physiological Reviews* 2017 Jul 1;97(3):939.
- (2) Magne P. Bonded porcelain restorations in the anterior dentition : a biomimetic approach. United States; 2002.
- (3) Lussi A, Hellwig E, Ganss C, Jaeggi T. Dental Erosion. *Operative Dentistry* 2009 May;34(3):251-262.
- (4) Magne P, Stanley K, Schlichting LH. Modeling of ultrathin occlusal veneers. *Dental materials* 2012;28(7):777-782.
- (5) Sasse M, Krummel A, Klosa K, Kern M. Influence of restoration thickness and dental bonding surface on the fracture resistance of full-coverage occlusal veneers made from lithium disilicate ceramic. *Dental Materials* 2015;31(8):907-915.
- (6) Guess PC, Schultheis S, Wolkewitz M, Zhang Y, Strub JR. Influence of preparation design and ceramic thicknesses on fracture resistance and failure modes of premolar partial coverage restorations. *J Prosthet Dent* 2013;110(4):264-273.
- (7) Schlichting LH, Resende TH, Reis KR, Magne P. Simplified treatment of severe dental erosion with ultrathin CAD-CAM composite occlusal veneers and anterior bilaminar veneers. *J Prosthet Dent* 2016;116(4):474-482.
- (8) Bartlett DW. The role of erosion in tooth wear: aetiology, prevention and management. *International dental journal* 2005;55(4 Suppl 1):277-284.
- (9) Adhesión en Odontología Restauradora.
- (10) Perdigão J. Dentin/enamel bonding. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]* 2010 Apr;22(2):82-85.
- (11) Silva e Souza, Jr, Mario Honorato, Carneiro KGK, Lobato MF, Silva e Souza, Patrícia de Almeida Rodrigues, de Góes MF. Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use. *Journal of applied oral science : revista FOB* 2010 May;18(3):207-214.

- (12) Magne, Pascal, DMD, PhD, Schlichting, Luís Henrique, DDS, MS, Maia, Hamilton Pires, DDS, PhD, Baratieri, Luiz Narciso, DDS, PhD. In vitro fatigue resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic posterior occlusal veneers. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2010;104(3):149-157.
- (13) Bergamo ETP, Bordin D, Ramalho IS, Lopes ACO, Gomes RS, Kaizer M, et al. Zirconia-reinforced lithium silicate crowns: Effect of thickness on survival and failure mode. *Dental Materials* 2019 May 4,.
- (14) Ma, Li Guess, Petra C.|Zhang, Yu. Load-bearing properties of minimal-invasive monolithic lithium disilicate and zirconia occlusal onlays: Finite element and theoretical analyses. *Dental Materials* 2013;29(7):742-751.
- (15) Romanyk DL, Martinez YT, Veldhuis S, Rae N, Guo Y, Sirovica S, et al. Strength-limiting damage in lithium silicate glass-ceramics associated with CAD–CAM. *Dental Materials* 2019 Jan;35(1):98-104.
- (16) Sieper K, Wille S, Kern M. Fracture strength of lithium disilicate crowns compared to polymer-infiltrated ceramic-network and zirconia reinforced lithium silicate crowns. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* 2017 Oct;74:342-348.
- (17) Elsaka, Shaymaa E.|Elnaghy, Amr M. Mechanical properties of zirconia reinforced lithium silicate glass-ceramic. *Dental Materials* 2016;32(7):908-914.
- (18) Rekow ED, Silva NRFA, Coelho PG, Zhang Y, Guess P, Thompson VP. Performance of Dental Ceramics: Challenges for Improvements. *Journal of Dental Research* 2011 Aug;90(8):937-952.
- (19) Magne, Pascal, DMD, PhD|Schlichting, Luís Henrique, DDS, MS|Maia, Hamilton Pires, DDS, PhD|Baratieri, Luiz Narciso, DDS, PhD. In vitro fatigue resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic posterior occlusal veneers. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2010;104(3):149-157.
- (20) Schlichting, Luís Henrique, DDS, MS, PhD|Maia, Hamilton Pires, DDS, PhD|Baratieri, Luiz Narciso, DDS, PhD|Magne, Pascal, DMD, PhD. Novel-design ultra-thin CAD/CAM composite resin and ceramic occlusal veneers for the treatment of severe dental erosion. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2011;105(4):217-226.