Voxelprint ISS

3D Resin

TECHNICAL PROFILE

ISS INTELLIGENT STABILITY SYSTEM

FGM IMPLANTS

FGM

Voxelprint ISS

Resina 3D

1. INTRODUZIONE

La tecnologia di stampa 3D ha trasformato e ridefinito pratiche e procedure in odontoiatria. Grazie ai continui progressi della ricerca e all'aumento dell'efficienza del processo di stampa, sono stati sviluppati materiali ad alte prestazioni per facilitare ulteriormente i trattamenti, rendendoli più rapidi, estetici e duraturi [1,2].

Tra i materiali dentali, i compositi per stampa 3D indicati per protesi a lungo termine hanno subito uno sviluppo relativamente recente[3]. Dalla loro introduzione sul mercato, l'uso di questi materiali nelle protesi definitive è in continua espansione, supportato da un numero crescente di studi scientifici che ne dimostrano la durata e le prestazioni. I progressi nei materiali, negli strumenti digitali e nelle tecnologie di produzione additiva hanno migliorato i risultati clinici e la longevità dei restauri[1], di conseguenza, molti professionisti hanno integrato il flusso di lavoro alla poltrona nella loro routine clinica, un approccio che migliora l'esperienza del paziente riducendo al contempo il consumo di materiali, i tempi clinici e i costi di trattamento.

FGM Dental Group, pioniere nello sviluppo e nella ricerca di materiali dentali in Brasile, mantenendo la sua tradizione di innovazione, presenta sul mercato il composito per stampa 3D Voxelprint Ceramic, un'intelligente (ri)voluzione nei compositi stampati per protesi monoblocco a lungo termine. Questo lancio innalza gli standard di estetica, versatilità, stabilità e resistenza, offrendo funzionalità aggiuntive per soddisfare al meglio le diverse esigenze dei moderni trattamenti dentali.

Vi invitiamo a scoprire di più sui vantaggi e le specifiche tecniche di Voxelprint Ceramic nelle pagine seguenti. Scoprite come questo materiale apre nuovi orizzonti nel settore del restauro dentale e delle protesi e come possiamo compiere insieme il prossimo passo nello sviluppo della stampa 3D.

Photo: Dr. Luis Fernando Bessel

2. DESCRIZIONE PRODOTTO

Voxelprint Ceramic è un composito dentale biocompatibile e fotopolimerizzabile, indicato per la realizzazione di protesi dentarie definitive tramite produzione additiva (stampa 3D) utilizzando apparecchiature con tecnologia di stampa LCD (Liquid Crystal Display) o DLP (Digital Light Processing), operanti a una lunghezza d'onda di 385 nm o 405 nm.

Il materiale contiene circa il 60% (in peso) di riempitivi inorganici a base di vetroceramica silanizzata e presenta l'esclusiva tecnologia ISS ("Intelligent Stability System"), che garantisce un'elevata stabilità cromatica ed eccellenti proprietà reologiche. Inoltre, presenta un'elevata resistenza alla flessione e all'abrasione, rendendolo ideale per la realizzazione di corone singole, intarsi, onlay, faccette e corone su impianti a lungo termine. Progettato per la realizzazione di restauri resistenti all'usura, in grado di sopportare le forze occlusali, rimane liscio a contatto con i denti antagonisti, garantendo restauri funzionali più duraturi e confortevoli per il paziente.

Voxelprint Ceramic è un materiale radiopaco, che consente una facile valutazione e identificazione tramite esami radiografici. Grazie alle sue caratteristiche ottiche uniche, offre tre opzioni di traslucenza, garantendo versatilità d'uso, elevata brillantezza e una superficie liscia, preservandone le proprietà estetiche.

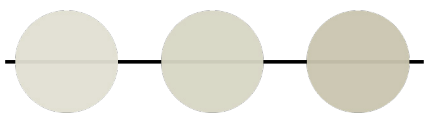
2.1 CHROMA E SISTEMA DI TRASLUCENZA

Per coprire un'ampia gamma di situazioni cliniche, il versatile sistema cromatico di Voxelprint Ceramic è disponibile in 5 colori compatibili con la scala colori VITA CLASSICAL®, oltre a una tonalità bleach. Il sistema è il primo sul mercato a includere tre livelli di traslucenza: LT, a bassa traslucenza; MT, a media traslucenza; e HT, ad alta traslucenza, offrendo 11 possibilità di lavorazione. La composizione bilanciata di pigmenti e indice di rifrazione della luce conferisce al materiale versatilità estetica e proprietà ottiche che si traducono in protesi estremamente naturali. Inoltre, è possibile "caratterizzare" i pezzi stampati utilizzando coloranti o pigmenti fotopolimerizzabili.

HT (HIGH TRANSLUCENCY)

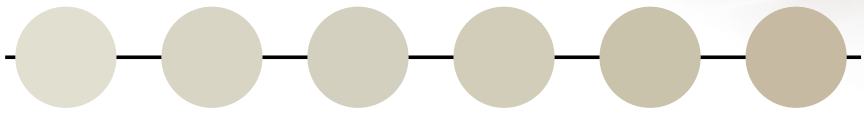
BLEACH B1

MT (MEDIUM TRANSLUCENCY)



BLEACH B1 A2

LT (LOW TRANSLUCENCY)



BLEACH B1 B2 A1 A2 A3

3. COMPOSIZIONE BASE

Particelle di vetro radiopaco silanizzato (57-63%), monomeri metacrilici (35-45%), stabilizzanti (<2%), sistema fotoiniziatore (<2%) e pigmenti (<1%).

4. CARATTERISTICHE PRINCIPALI

ELEVATO CONTENUTO DI CARICA: Contiene un elevato livello di cariche inorganiche distribuite in modo uniforme e omogeneo all'interno della matrice polimerica, il perfetto equilibrio che si traduce in un composito con eccellenti caratteristiche estetiche e meccaniche.

RESISTENZA MECCANICA: Presenta un'elevata resistenza alla flessione e un modulo di flessione, che si traduce clinicamente in una maggiore integrità strutturale, una maggiore durata e funzionalità del pezzo protesico stampato, inoltre, l'equilibrio tra durezza e modulo di flessione fornisce resilienza al materiale, prevenendo l'usura del dente opposto

STABILITà CROMATICA Grazie all'esclusiva tecnologia ISS ("Intelligent Stability System"), che combina un efficiente sistema di fotoiniziatori, un'elevata percentuale di riempitivo e la distribuzione omogenea delle particelle, Voxelprint Ceramic offre un'eccellente stabilità del colore sotto tutti gli aspetti.

MINIMA SEDIMENTAZIONE Il prodotto presenta una sedimentazione minima nella vasca di stampa, garantendo facilità di manipolazione, stabilità e adeguate proprietà reologiche per una stampa efficiente e precisa.

VERSATILITA' ESTETICA: Grazie ai tre livelli di traslucenza, consente al medico di affrontare un'ampia gamma di casi clinici, dalle protesi minimamente invasive alle corone complete su denti o impianti.

ELEVATA LUCENTEZZA Eccellente lucentezza e levigatezza superficiale, con lucidatura facilmente ottenibile utilizzando sistemi di finitura e lucidatura per compositi. Facile caratterizzazione con prodotti e pigmenti fotopolimerizzabili, per pezzi altamente estetici e naturali.

FLUORESCENZA:: Fluorescenza bilanciata con i denti naturali, mantenendo la stabilità in diverse condizioni di illuminazione.

RADIOPACITA': Grazie alle sue caratteristiche radiopache, consente il controllo e l'identificazione del materiale negli esami radiografici a scopo di valutazione e monitoraggio.

VELOCITA' DI STAMPA: Integrato in un flusso di lavoro digitale, garantisce tempi clinici ottimizzati, con tempi di stampa e polimerizzazione rapidi, offrendo un eccellente rapporto costi-efficacia per il paziente, il dentista e il tecnico di protesi dentaria.

5. PROPRIETA'

5.1 ANALISI DEL CONTENUTO DI COSTITUENTI MICROSTRUTTURALI E INORGANICI

La valutazione microstrutturale delle resine composite gioca un ruolo cruciale nella comprensione del comportamento e delle prestazioni di questi materiali. La microstruttura, ovvero l'organizzazione interna su scala microscopica, influenza direttamente le proprietà meccaniche, fisiche e chimiche dei compositi, influenzandone la durabilità, l'estetica e la biocompatibilità.

In questo test, sono stati selezionati 3 diversi produttori di compositi indicati per la stampa di restauri definitivi di tonalità (Bleach): (A) Voxelprint Ceramic, (B) Concorrente 1, (C) Concorrente 2. Per questa valutazione, sono stati stampati campioni di prova rettangolari (15 x 5 x 3 mm) come mostrato in figura 01, posizionati orizzontalmente rispetto al piano di stampa, utilizzando una stampante (Creality, Halot Sky). I campioni di prova sono stati stampati con uno spessore dello strato di 0,10 mm.

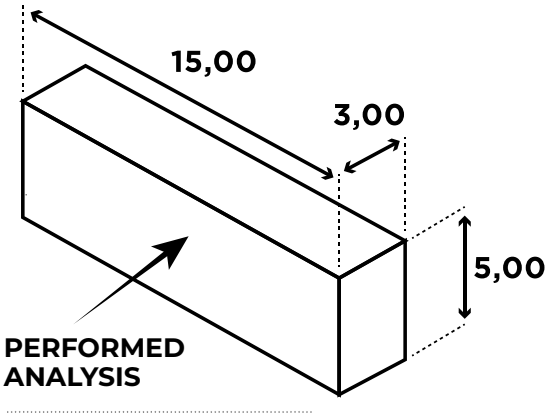


Figura 01: Geometria dei provini per la valutazione microstrutturale e illustrazione della direzione dell'analisi eseguita.

Dopo la stampa, i campioni sono stati rimossi dal letto di stampa. Quindi, utilizzando una garza imbevuta di alcol al 96%, i campioni di prova sono stati puliti. Dopo la pulizia con alcol, i campioni sono stati asciugati con un getto d'aria per 1 minuto. La post-polimerizzazione dei campioni di prova è stata eseguita utilizzando una camera di polimerizzazione (Creality, UW-02) dove i campioni di prova sono stati post-polimerizzati per 30 minuti. Dopo la fase di polimerizzazione, i campioni sono stati carteggiati, utilizzando carta abrasiva metallografica con grana 600 e lucidati con pasta lucidante (Diamond Excel Ultrafine - FGM Dental Group) e un disco in feltro (Diamond Flex - FGM Dental Group), seguita da una pulizia finale con un disco in feltro senza pasta lucidante.

Prima di eseguire l'analisi microstrutturale, i campioni di prova sono stati metallizzati per ottenere un'immagine con una definizione migliore.

L'analisi microstrutturale è stata eseguita utilizzando un microscopio elettronico a scansione a emissione di campo (FE-SEM-Zeiss Gemini) con sonda EDS integrata. Le immagini sono state acquisite utilizzando la sonda EDS, con un ingrandimento di 500X. L'immagine 01 mostra i risultati ottenuti.

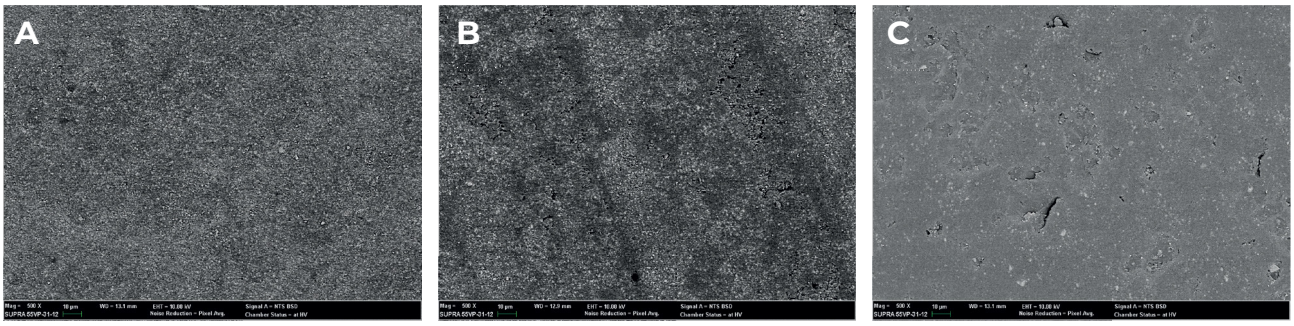


Immagine 01: Immagine al microscopio elettronico a scansione (FE-SEM) con ingrandimento 500x, che mostra la microstruttura dei materiali. (A) VOXELPRINT CERAMIC, (B) Concorrente 1, (C) Concorrente 2.

Fonte: Prof. Dr. Rodrigo Reis / Universidade Estácio de Sá/Idomed – RJ

Come si può osservare nell'Immagine 01, si nota una differenza significativa nella quantità e nella distribuzione dei riempitivi vetroceramici, a seconda del materiale. I riempitivi sono visibili come punti più chiari nelle immagini.

Una parte dei campioni polimerizzati di ciascun composito è stata utilizzata per l'analisi termogravimetrica, volta a caratterizzare la quantità di costituenti inorganici. L'apparecchiatura termogravimetrica è costituita da una bilancia ad alta precisione che monitora costantemente la massa del campione durante il riscaldamento. La perdita di massa nel tempo viene registrata su un grafico chiamato termogramma.

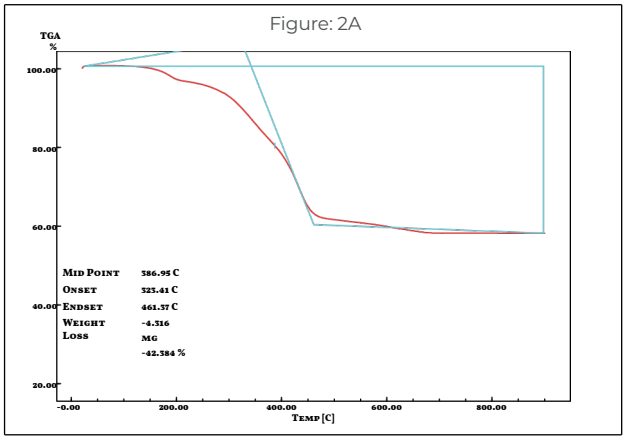
Dal campione polimerizzato, è stata estratta una quantità di 12 mg per ciascun composito, che è stata inserita in un dispositivo di analisi termogravimetrica (Shimadzu, TGA-50). I test sono stati eseguiti a una velocità di riscaldamento di 10 °C/min, fino a una temperatura di 900 °C, temperatura considerata sufficiente per la calcinazione di tutti i costituenti organici, eliminandoli dal materiale rimanente nel dispositivo e lasciando solo i costituenti inorganici. La percentuale di costituenti inorganici è calcolata secondo la seguente equazione:

% inorganico = 100 - Perdita di massa.

Le figure 2A, 2B e 2C mostrano i grafici dei risultati ottenuti dai test termogravimetrici.

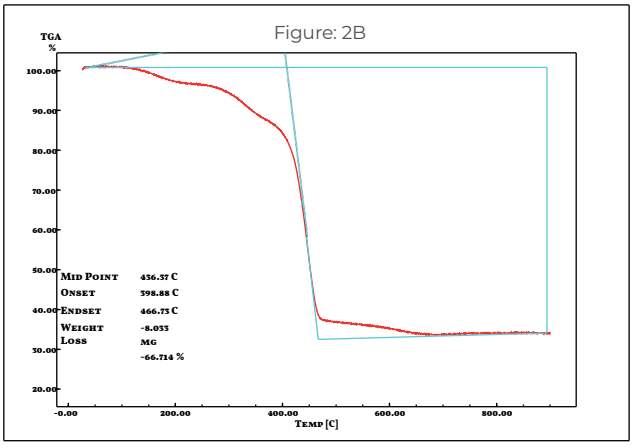
È possibile osservare che il composito ceramico VoxelPrint (immagine 01 A) presenta una migliore distribuzione e un contenuto più elevato di elementi inorganici (per la maggior parte riempitivi vetroceramici) nei campioni analizzati, un aspetto evidenziato sia dall'analisi microstrutturale che dalla valutazione dei costituenti inorganici tramite termogravimetria (Figure 2A, 2B e 2C). Questa quantità influisce direttamente sulle proprietà fisiche del composito, garantendo maggiore estetica, durabilità, resistenza all'abrasione e proprietà meccaniche.

Figure: 2A



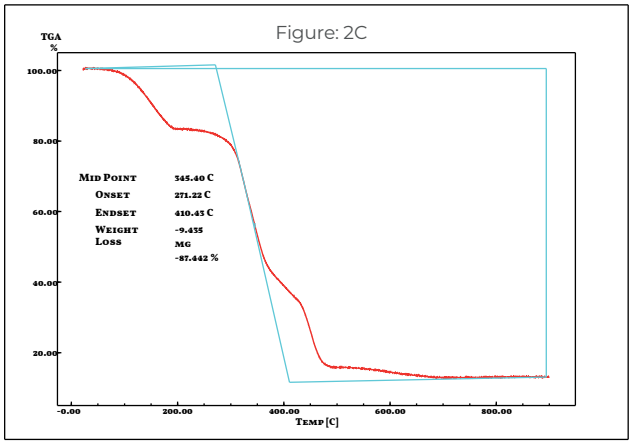
Voxelprint Ceramic 57.8% di riempitivi inorganici

Figure: 2B



Competitor A
33.3% di riempitivi inorganici

Figure: 2C



Competitor B
12.6% di riempitivi inorganici

Figure 2A, 2B e 2C: Termogrammi dei diversi compositi testati, che mostrano i risultati ottenuti in termini di perdita di massa.

Fonte: Prof. Dr. Rodrigo Reis / Universidade Estácio de Sá/Idomed – RJ

5.2 **RESISTENZA ALLA FLESSIONE**

La resistenza alla flessione è una proprietà meccanica che consente di valutare la resistenza di un composito alla frattura. È una delle proprietà che dimostrano la qualità del composito formato dopo la polimerizzazione, derivante dall'importante relazione tra la matrice polimerica, i riempitivi utilizzati e la capacità dei fotoiniziatori di convertire i monomeri in polimero[4].

In questo test, sono stati selezionati 3 diversi produttori di composito indicati per la stampa di restauri definitivi di tonalità (Bleach): (A) Voxelprint Ceramic, (B) Concorrente 1, (C) Concorrente 2. Per questa valutazione, 10 campioni di prova a forma di barra (25 x 2 x 2 mm) sono stati stampati come mostrato in figura 02, posizionati verticalmente rispetto al piano di stampa, utilizzando una stampante (Creality, Halot SKY). I campioni di prova sono stati stampati con uno spessore dello strato di 0,10 mm.

Dopo la stampa, i campioni sono stati rimossi dal piano di stampa. Quindi, utilizzando una garza imbevuta di alcol al 96%, i campioni di prova sono stati puliti. Dopo la pulizia con alcol, i campioni sono stati asciugati con un getto d'aria per 1 minuto. La post-polimerizzazione dei campioni di prova è stata eseguita utilizzando una camera di polimerizzazione (Creality, UW-02) dove i campioni sono stati post-polimerizzati per 30 minuti, per poi essere conservati in acqua deionizzata (24 ore a 37 °C).

Le prove sono state eseguite secondo la configurazione mostrata in figura 03, utilizzando una macchina universale per prove meccaniche (EMIC DL-2000), accoppiata a una cella di carico da 50 kgf e a un deflettometro per misurare la deformazione del provino, applicando una velocità di 1 mm/min fino alla rottura. Sono stati registrati i valori di resistenza a flessione e modulo elastico a flessione. La prova ha seguito le raccomandazioni della norma ISO 10477.

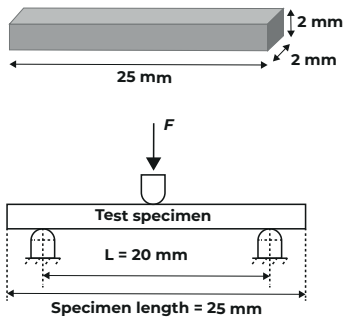


Figura 03: Geometria dei provini per la prova di flessione e configurazione per l'esecuzione della prova di resistenza alla flessione.

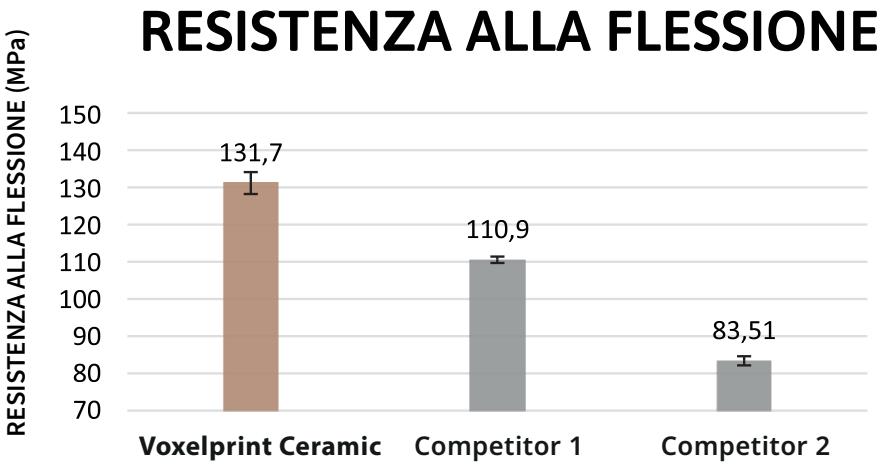


Grafico 1. Resistenza alla flessione a tre punti (media e deviazione standard in MPa) di diversi compositi (n=10).

Fonte: Prof. Dr. Rodrigo Reis / Universidade Estácio de Sá/Idomed – RJ

Il risultato del Grafico 01 mostra che Voxelprint Ceramic ha raggiunto un'eccellente resistenza alla flessione, superando i prodotti già disponibili sul mercato (Concorrente 1 e Concorrente 2). Questo risultato dimostra una maggiore capacità di resistere alle forze flessionali applicate, caratteristica fondamentale affinché i restauri mantengano la loro integrità strutturale e funzionalità nel tempo.

5.3 **MODULO DI FLESSIONE**

Il modulo di flessione, noto anche come modulo di elasticità a flessione, è una proprietà meccanica che descrive la rigidezza di un materiale sottoposto a flessione. Rappresenta il rapporto tra lo sforzo applicato durante la prova di flessione e la deformazione elastica risultante. Il modulo di flessione è una misura della rigidezza del materiale e viene spesso utilizzato per confrontare la resistenza a flessione di diversi materiali[4].

Proprio come la resistenza alla flessione, il modulo di flessione riflette la proprietà intrinseca di un materiale di resistere alla pressione imposta dalle forze masticatorie.

Gli stessi provini utilizzati per la prova di resistenza a flessione sono stati utilizzati anche per la valutazione del modulo di flessione. A tal fine, in ciascun provino, durante la prova di flessione, il software della macchina di prova universale (EMIC DL-2000) rileva lo sforzo e la deformazione in ciascun punto di carico. I dati ottenuti dalla porzione rettilinea della curva sforzo-deformazione sono stati utilizzati per calcolare il modulo di flessione.

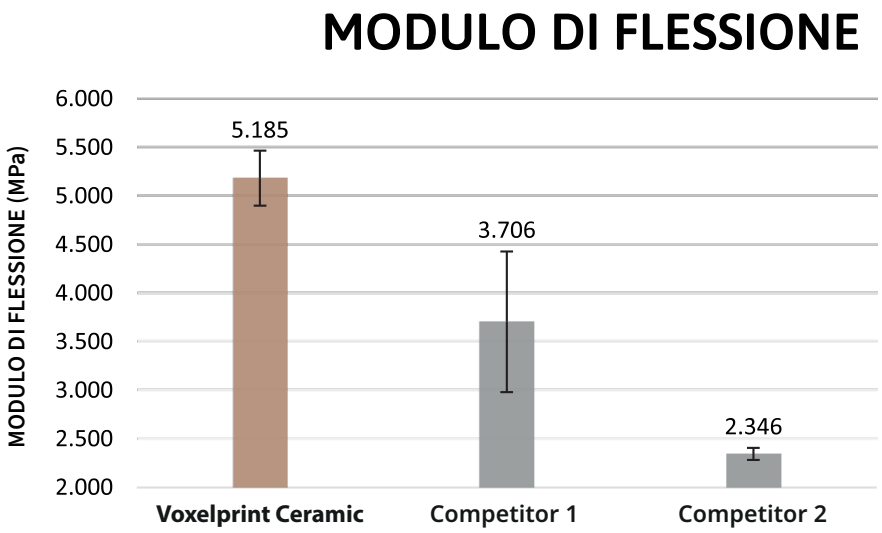


Grafico 2: Modulo di flessione (media e deviazione standard in MPa) di diversi compositi per stampa 3D (n=10).

Fonte: Prof. Dr. Rodrigo Reis / Universidade Estácio de Sá/Idomed – RJ

Il risultato del Grafico 2 dimostra che VOXELPRINT Ceramic presenta un modulo di flessione più elevato rispetto ai principali concorrenti (Concorrente 1 e Concorrente 2). Questa caratteristica indica che il materiale è più rigido e meno soggetto a deformazioni sotto carico, il che può tradursi in prestazioni migliori e una maggiore durata.

5.4 **MICRODUREZZA VICKERS (HV)**

La valutazione della microdurezza Vickers fornisce informazioni sulla resistenza del materiale all'usura e all'abrasione. Un valore di microdurezza più elevato indica una maggiore resistenza a queste condizioni, una caratteristica auspicabile nei materiali per restauri permanenti.

In questo test sono stati selezionati 3 diversi produttori di compositi indicati per il restauro definitivo stampato, di tonalità (Bleach), come mostrato nel Grafico 03, ovvero Voxelprint Ceramic, concorrente 1 e concorrente 2.

Per ogni tipo di composito selezionato, sono stati stampati 5 provini a forma di disco, secondo le dimensioni presentate in Figura 04, posizionati verticalmente rispetto al piano di stampa, utilizzando una stampante (Creality - Halot SKY). I provini sono stati stampati con uno spessore di strato di 0,10 mm.

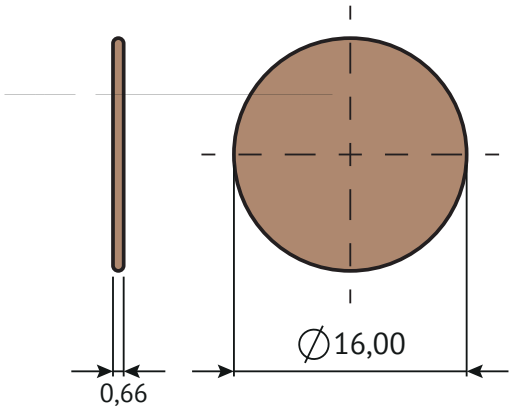


Figura 04: Geometria del provino discoidale per la valutazione della microdurezza Vickers.

Dopo la stampa, i campioni sono stati rimossi dal piano di stampa. Quindi, utilizzando una garza imbevuta di alcol al 96%, i campioni di prova sono stati puliti. Dopo la pulizia con alcol, i campioni sono stati asciugati con un getto d'aria per 1 minuto. Successivamente, i campioni di prova sono stati sottoposti a post-polimerizzazione per 30 minuti, utilizzando una camera di polimerizzazione (Creality, UW-02).

I campioni sono stati carteggiati utilizzando carta abrasiva metallografica con grana 600 e lucidati con pasta lucidante (Diamond Excel Ultrafine - FGM Dental Group) e un disco in feltro (Diamond Flex - FGM Dental Group), seguiti da una pulizia finale utilizzando un disco in feltro pulito senza pasta lucidante.

La prova di microdurezza Vickers è stata eseguita utilizzando un microdurometro digitale (Panambra Zwick, MV2000A). Questa prova prevede l'utilizzo di un penetratore diamantato a forma di piccola piramide che, applicando una forza (per questa prova è stata utilizzata una forza di 0,98 N), crea un'impronta sulla superficie del materiale. Con l'ausilio di un microscopio collegato al microdurometro, vengono misurate le diagonali dell'impronta lasciata sul materiale, come mostrato in Figura 05.

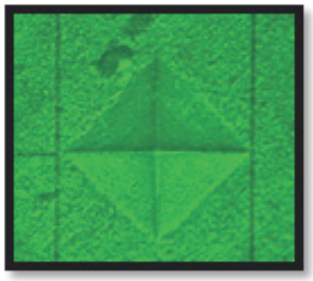


Figura 05: Misurazione di una delle diagonali dell'impronta realizzata su uno dei materiali testati.

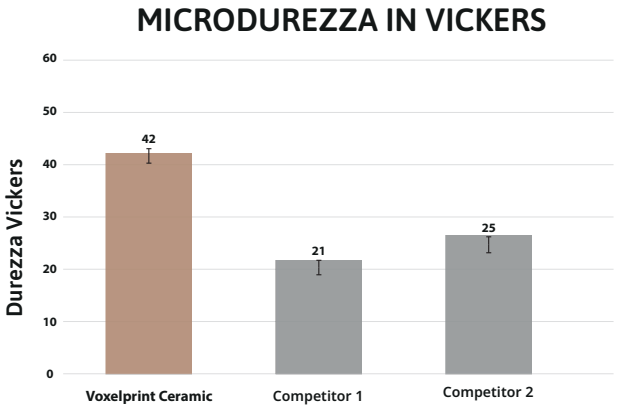


Grafico 03: Microdurezza HV di diversi compositi per stampa 3D.

Fonte: Prof. Dr. Rodrigo Reis / Universidade Estácio de Sá/Idomed – RJ

Il risultato del Grafico 03 dimostra che il composito ceramico Voxelprint ha mostrato una durezza Vickers (HV) molto più elevata rispetto ai principali concorrenti. Questa caratteristica indica che il materiale ha una maggiore resistenza all'usura e all'abrasione, contribuendo alla longevità del restauro, riducendo la necessità di frequenti riparazioni o sostituzioni. Inoltre, mantiene la sua forma e la sua lucentezza nel tempo, garantendo una finitura estetica più duratura.

5.5 **STABILITA' DEL CHROMA**

Stabilità della tonalità post-polimerizzazione

La stabilità cromatica di un composito si riferisce alla capacità del materiale di mantenere la sua tonalità originale nel tempo, anche se esposto a fattori quali luce, calore, umidità e sostanze chimiche. Questa caratteristica è particolarmente importante nelle applicazioni estetiche, come i restauri dentali, dove l'aspetto è fondamentale. In questo test, sono stati selezionati 3 diversi produttori di composito indicati per la stampa di restauri definitivi, di colore (Bleach), Voxelprint Ceramic, Competitor 1 e Competitor 2.

Per ogni tipo di composito selezionato, sono stati stampati 3 provini a forma di disco, secondo le dimensioni presentate in Figura 06, posizionati verticalmente rispetto al piano di stampa, utilizzando una stampante (Creality-Halot SKY). I provini sono stati stampati con uno spessore di strato di 0,10 mm.

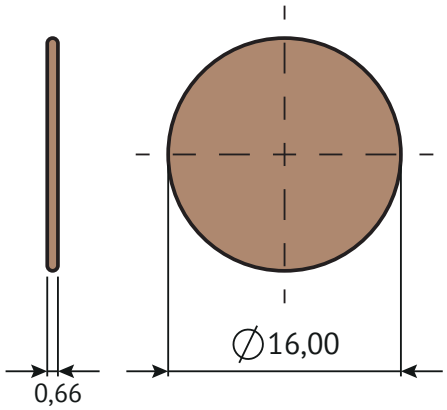


Figura 06: Geometria dei campioni di prova per la valutazione della tonalità.

Dopo la stampa, i campioni sono stati rimossi dal piano di stampa. Quindi, utilizzando una garza imbevuta di alcol al 96%, i campioni di prova sono stati puliti. Dopo la pulizia con alcol, i campioni sono stati asciugati con un getto d'aria per 1 minuto e lucidati con pasta lucidante (Diamond Excel Ultrafine - FGM Dental Group) e un disco in feltro (Diamond Flex - FGM Dental Group), seguiti da una pulizia finale con un disco in feltro pulito senza pasta lucidante. La post-polimerizzazione dei campioni di prova è stata eseguita utilizzando una camera di polimerizzazione (Creality, UW-02) dove i campioni di prova sono stati post-polimerizzati per 30 minuti.

I campioni di prova sono stati conservati in acqua deionizzata per 24 ore per la misurazione immediata dell'ombra utilizzando uno spettrofotometro X-Rite SP62, nella scala CIE L*a*b, come mostrato nelle immagini A, B e C. Successivamente, i campioni di prova sono stati posti in un piccolo contenitore con acqua deionizzata ed esposti alla luce solare. Le misurazioni dell'ombra sono state effettuate a 7, 14, 21 e 34 giorni di esposizione al sole, per valutare la variazione dell'ombra.

Immagini A, B e C: strumentazione spettrofotometrica utilizzata per la misurazione della tonalità dei campioni di prova.

Per confrontare la tonalità con lo standard iniziale, è stato calcolato il valore Delta E. Il confronto è stato effettuato sullo stesso provino. I valori ottenuti rappresentano una media calcolata sui 3 provini realizzati per lo stesso composito e lo stesso tempo di esposizione al sole.

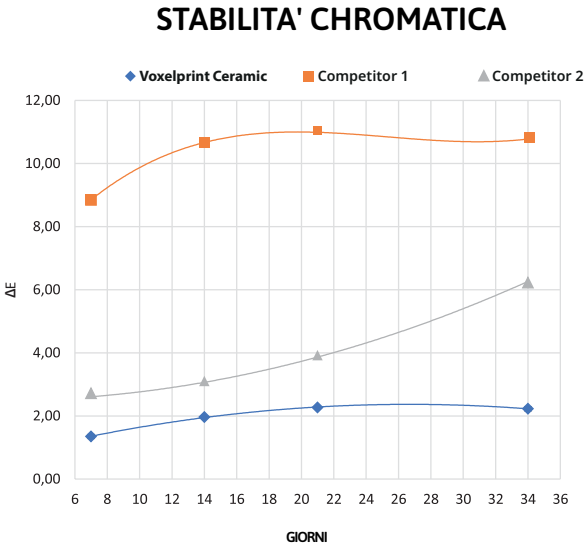


Grafico 04: Grafico delle variazioni di tonalità a 7, 14, 21 e 34 giorni.

Fonte: Prof. Dr. Rodrigo Reis / Universidade Estácio de Sá/ Idomed – RJ

VoxelPrint Ceramic ha mostrato la più bassa variazione di tonalità tra i principali concorrenti, dimostrando la stabilità cromatica del materiale quando esposto alla luce solare durante i periodi di valutazione. La variazione di tonalità totale è espressa dal parametro Delta E, che quantifica la differenza tra la tonalità iniziale e quella finale. Un valore Delta E inferiore a 3,0 è considerato indicativo di buona stabilità della tonalità, ovvero la variazione è impercettibile a occhio nudo. Valori superiori a 3,0 possono essere percepiti come una deviazione di tonalità, che può compromettere l'estetica del composito[5].

Stabilità della tonalità in base al tempo di polimerizzazione

Utilizzando la stessa metodologia descritta sopra, è stata valutata la stabilità della tonalità in funzione del tempo di polimerizzazione. Per ciascun campione di prova è stata eseguita una misurazione iniziale della tonalità utilizzando lo spettrofotometro X-Rite SP62 nella scala CIE L*a*b. Successivamente, i campioni di prova sono stati sottoposti a post-polimerizzazione utilizzando una camera di polimerizzazione (Creality, modello UW-02) con i seguenti tempi: 5, 10, 20, 30, 60 e 120 minuti.

Il confronto viene sempre eseguito sullo stesso provino. I valori ottenuti rappresentano una media calcolata sui 3 provini realizzati con lo stesso composito e lo stesso tempo di polimerizzazione.

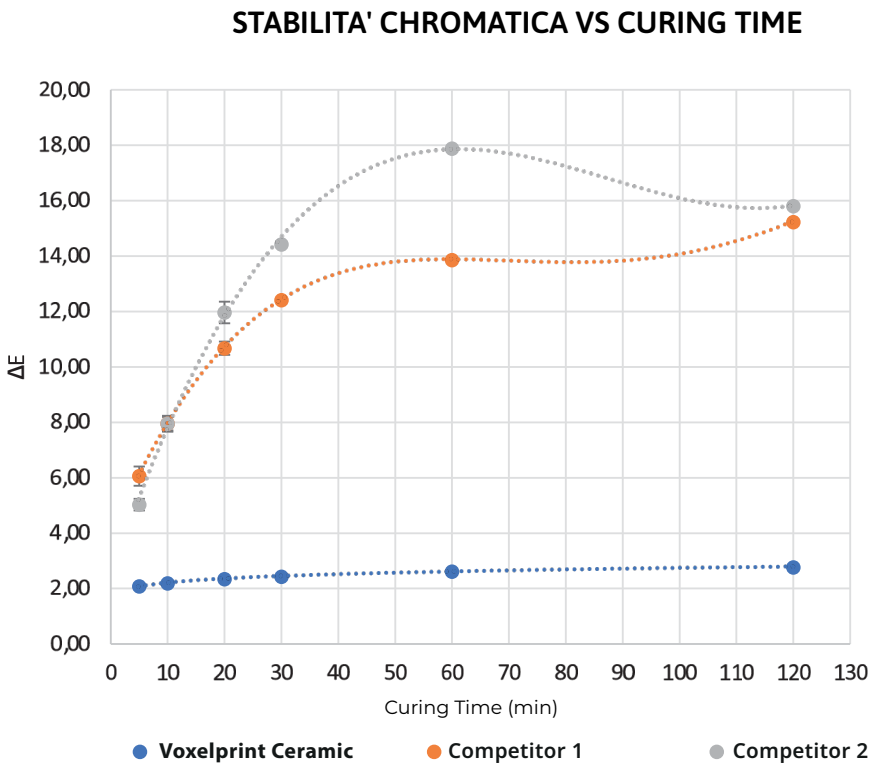


Grafico 05: Grafico della variazione del Delta E in funzione del tempo di polimerizzazione

Fonte: Prof. Dr. Rodrigo Reis / Universidade Estácio de Sá/Idomed – RJ

I risultati presentati nel Grafico 05 mostrano che il materiale ceramico VoxelPrint presenta una stabilità cromatica superiore rispetto ai concorrenti, con un Delta E inferiore a 3, anche dopo 2 ore di post-polimerizzazione. I concorrenti hanno mostrato una variazione cromatica significativa, con un Delta E superiore a 14 dopo 2 ore di polimerizzazione, il che significa che sono più sensibili alle variazioni cromatiche durante la fase di post-polimerizzazione. Ai fini pratici, se l'utente non configura correttamente l'apparecchiatura di post-polimerizzazione nel caso di prodotti concorrenti, la tonalità potrebbe discostarsi notevolmente dalla scala colori dichiarata dal produttore.

5.6 **RADIOPACITÀ**

La radiopacità è essenziale per garantire che i compositi possano essere adeguatamente monitorati e valutati per l'integrità del materiale e l'adattamento marginale. In questo test, sono stati selezionati 3 diversi produttori di compositi indicati per il restauro definitivo stampato, con la stessa tonalità (Bleach), ovvero Voxelprint Ceramic, Competitor 1 e Competitor 2.

Per ogni tipo di composito selezionato, sono stati stampati 3 provini a forma di disco, secondo le dimensioni presentate in Figura 07 (seguendo le specifiche descritte nella norma ISO 4049), posizionati verticalmente rispetto al piano di stampa, utilizzando una stampante (modello Creality Halot SKY). I provini sono stati stampati con uno spessore di strato di 0,10 mm.

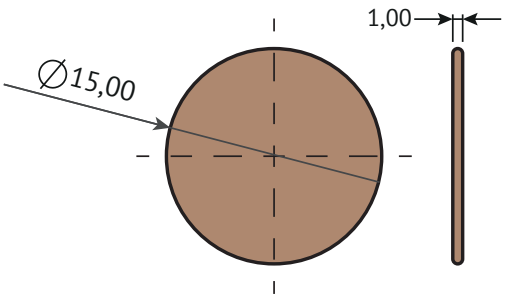


Figura 07: Geometria dei campioni di prova per la valutazione del grado di radiopacità.

Dopo la stampa, i campioni sono stati rimossi dal piano di stampa. Quindi, utilizzando una garza imbevuta di alcol al 96%, i campioni di prova sono stati puliti. Dopo la pulizia con alcol, i campioni sono stati asciugati con aria compressa. Infine, i campioni di prova sono stati sottoposti a post-polimerizzazione per 30 minuti, utilizzando una camera di polimerizzazione (Creality, modello UW-02).

Per questo test, viene utilizzata una scala graduata in alluminio con 10 diversi spessori, con un incremento di 1 mm per ogni spessore (da 1 a 10 mm). Questa scala funge da standard da radiografare insieme al campione.

I campioni sono stati radiografati utilizzando un apparecchio radiografico digitale. Insieme alla scala in alluminio, i provini sono stati posizionati a una distanza di 350 ± 50 mm dall'emettitore di radiazioni, quindi il tempo di esposizione è stato regolato fino a quando il software dell'apparecchio non ha prodotto un'immagine nitida.

Successivamente, l'immagine è stata esportata in Adobe Photoshop (Adobe), dove la scala più scura è stata definita come 0, mentre quella più chiara è stata definita come 255. In questo modo, sono stati misurati i valori di densità ottica per ogni passo della scala e per il campione in studio. Quindi, è stato generato un grafico in Microsoft Excel (Microsoft) che metteva in relazione la densità ottica della scala di alluminio (asse Y) con il suo spessore (asse X), quindi è stata eseguita una regressione lineare, ottenendo un'equazione di primo grado. I dati di densità ottica dei campioni sono stati assegnati come valore Y nell'equazione, ed è stato quindi determinato il valore di "X", corrispondente a un'equivalenza diretta dello spessore della scala di alluminio.

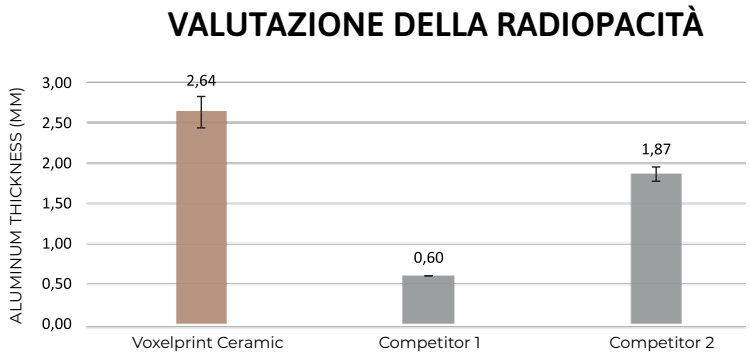


Grafico 06: Grafico di valutazione della radiopacità.

Fonte: Prof. Dr. Rodrigo Reis / Universidade Estácio de Sá/Idomed – RJ

Voxelprint ha mostrato una radiopacità superiore rispetto ai principali concorrenti. Secondo gli standard ISO 4049, questo risultato dimostra che il composito ha una visibilità radiografica equivalente a uno spessore di alluminio di 2,64 mm. Ciò indica che il composito è sufficientemente radiopaco da essere chiaramente identificato nelle immagini radiografiche, consentendo ai dentisti di valutare la presenza e l'integrità dei restauri.

5.7 **CITOTOSSICITÀ**

La citotossicità di un prodotto è determinata dalla percentuale di cellule che rimangono vitali dopo l'esposizione all'estratto. Un prodotto in esame è considerato citotossico se la vitalità cellulare risultante da 24 ore di esposizione delle cellule all'estratto è inferiore al 70%.
In questo studio è stato utilizzato l'estratto del campione in esame Voxelprint Ceramic e confrontato con gli estratti dei campioni di controllo positivo e negativo. Per garantire la validità dello studio, sono stati testati il veicolo di estrazione (controllo cellulare), un controllo negativo (polietilene - non citotossico) e un controllo positivo (lattice - citotossico).

I gruppi di riferimento (controlli negativi e positivi) e il gruppo di prova sono stati sottoposti al processo di estrazione per 72 ore. Il prodotto in esame non ha alterato le proprietà fisico-chimiche del veicolo di estrazione.

L'estratto ottenuto dal campione in esame e dai campioni di controllo è stato applicato direttamente al monostrato cellulare, una coltura cellulare di mammifero – fibroblasti di topo L929 – e lasciato agire per 24 ore. Dopo il periodo di esposizione, è stato aggiunto MTS/PMS per 120 minuti. Il colorante MTS/PMS è stato incorporato nelle cellule, producendo una colorazione specifica, rilevata dallo spettrofotometro a una lunghezza d'onda di 490 nm. L'intensità della colorazione risultante dall'incorporazione cellulare sarà proporzionale al numero di cellule vitali nella coltura.

Secondo il Grafico 07, dopo il periodo sperimentale le cellule esposte all'estratto del test item Voxelprint Ceramic hanno mostrato una vitalità cellulare superiore al 70%. In base al metodo adottato per lo studio, il test item è stato considerato non citotossico.
Lo studio è stato condotto in conformità alle norme ISO 10993-5:2009 e ISO 10993-12:2021, destinate alla determinazione della biocompatibilità dei dispositivi medici.

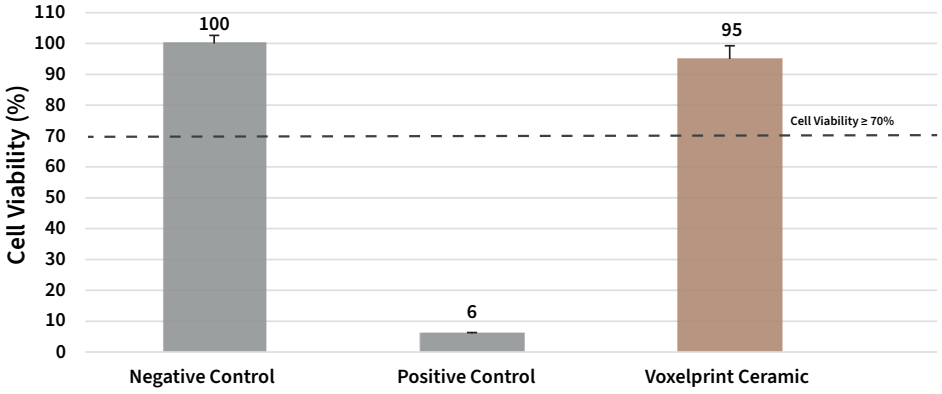


Grafico 07: Vitalità cellulare ottenuta per gli elementi, Voxelprint Ceramic, controllo positivo e controllo negativo, che dimostra che oltre il 70%, secondo il metodo adottato per lo studio, l'elemento in prova (Voxelprint Ceramic) è stato considerato non citotossico.

Fonte: Le informazioni di cui sopra si basano su uno studio scientifico sulla citotossicità di Voxelprint Ceramic condotto da: Medlab Produtos Diagnósticos LTDA, Brasile.

6. CASI CLINICI

Author: Dr. Marcelo Giordani

ESTETICA DEL SORRISO

1. Aspetto iniziale con segni di usura e restauri insoddisfacenti.
2. Vista intraorale dell'arcata superiore.
3. Vista intraorale dopo la preparazione protesica per faccette e corone

4. Pezzi stampati con composito ceramico Voxelprint nella tonalità Bleach-HT, posizionati sul modello.

5. Prova delle faccette e delle corone in bocca.

6. Aspetto immediato dopo la cementazione dei pezzi protesici

7. Vista laterale dell'arcata superiore dopo la cementazione

8. Vista frontale e aspetto finale del sorriso

7. RIFERIMENTI

1- Daghrery A. Shade Stability, Gloss Retention, and Surface Roughness of 3D-Printed versus Indirect Prefabricated Veneers. J Funct Biomater. 2023 Sep 28;14(10):492. doi: 10.3390/jfb14100492.

2 Temizci T, Bozoğulları HN. Effect of thermocycling on the mechanical properties of permanent composite-based CAD-CAM restorative materials produced by additive and subtractive manufacturing techniques. BMC Oral Health. 2024 Mar 14;24(1):334. doi: 10.1186/s12903-024-04016-z.

3 Sahin Z, Ozer NE, **Yıkıcı** C, **Kılıçarslan** MA. Mechanical Characteristics of Composite Resins Produced by Additive and Subtractive Manufacturing. Eur J Prosthodont Restor Dent. 2023 Aug 31;31(3):278-285. doi: 10.1922/EJPRD_2478Sahin08.
4 - Phillips RW, Anusavice KJ (1998). Propriedades mecânicas dos materiais dentários In: Phillips RW, Anusavice KJ.

5- Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, Sakai M, Takahashi H, Tashkandi E, Perez Mdel M. Shade difference thresholds in dentistry. J Esthet Restor Dent. 2015 Mar-Apr;27 Suppl 1:S1-9. doi: 10.1111/jerd.12149. Epub 2015 Apr 17

FGM

Voxelprint ISS

3D Resin

Learn more about the product on our website

fgmdentalgroup.com