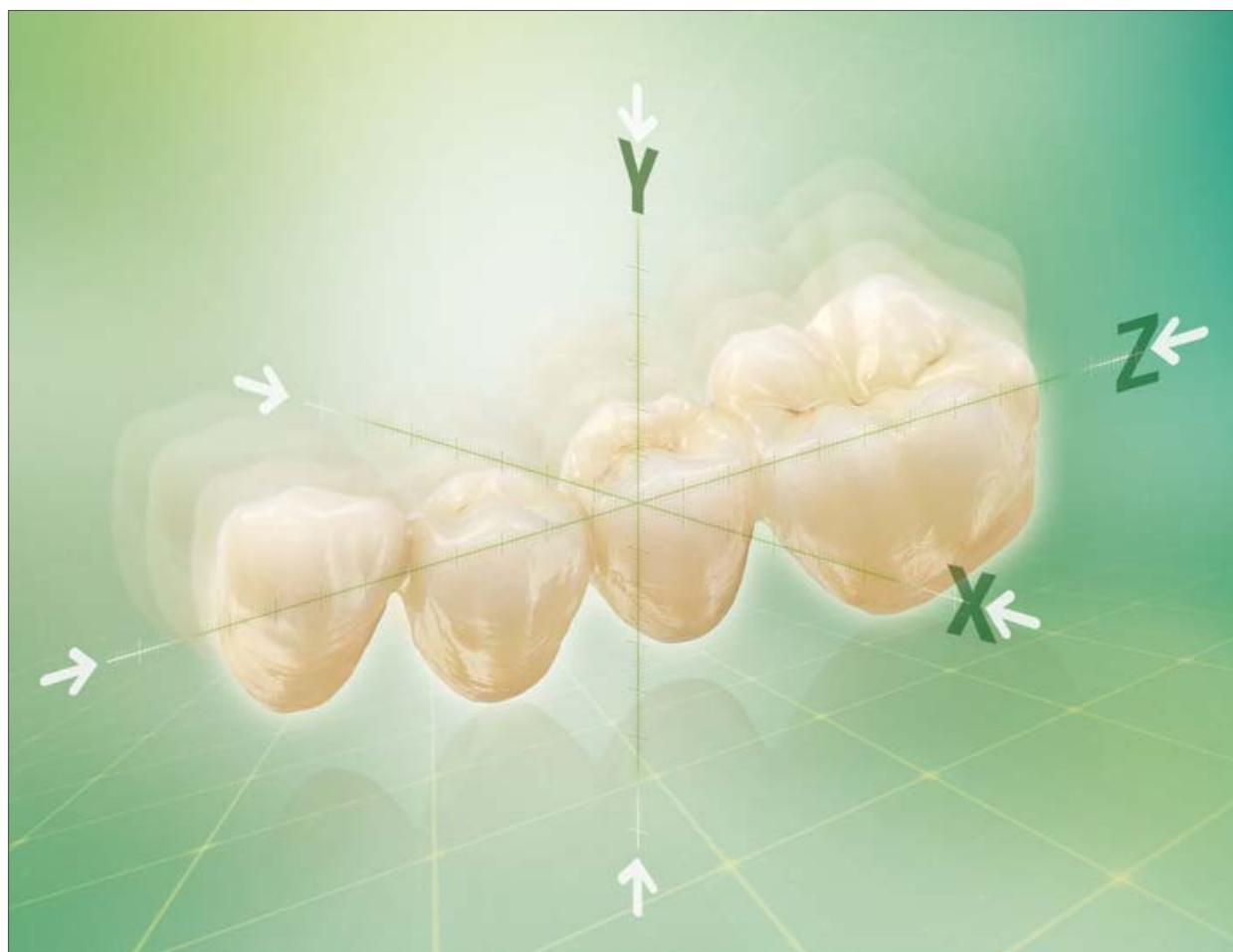


VITA YZ[®] SOLUTIONS

Documentação Técnica - Científica



VITA Determinação de Cor

VITA Comunicação de Cor

VITA Reprodução de Cor

VITA Controle de Cor

Atualizado em 12/2024



VITA – perfect match.

VITA

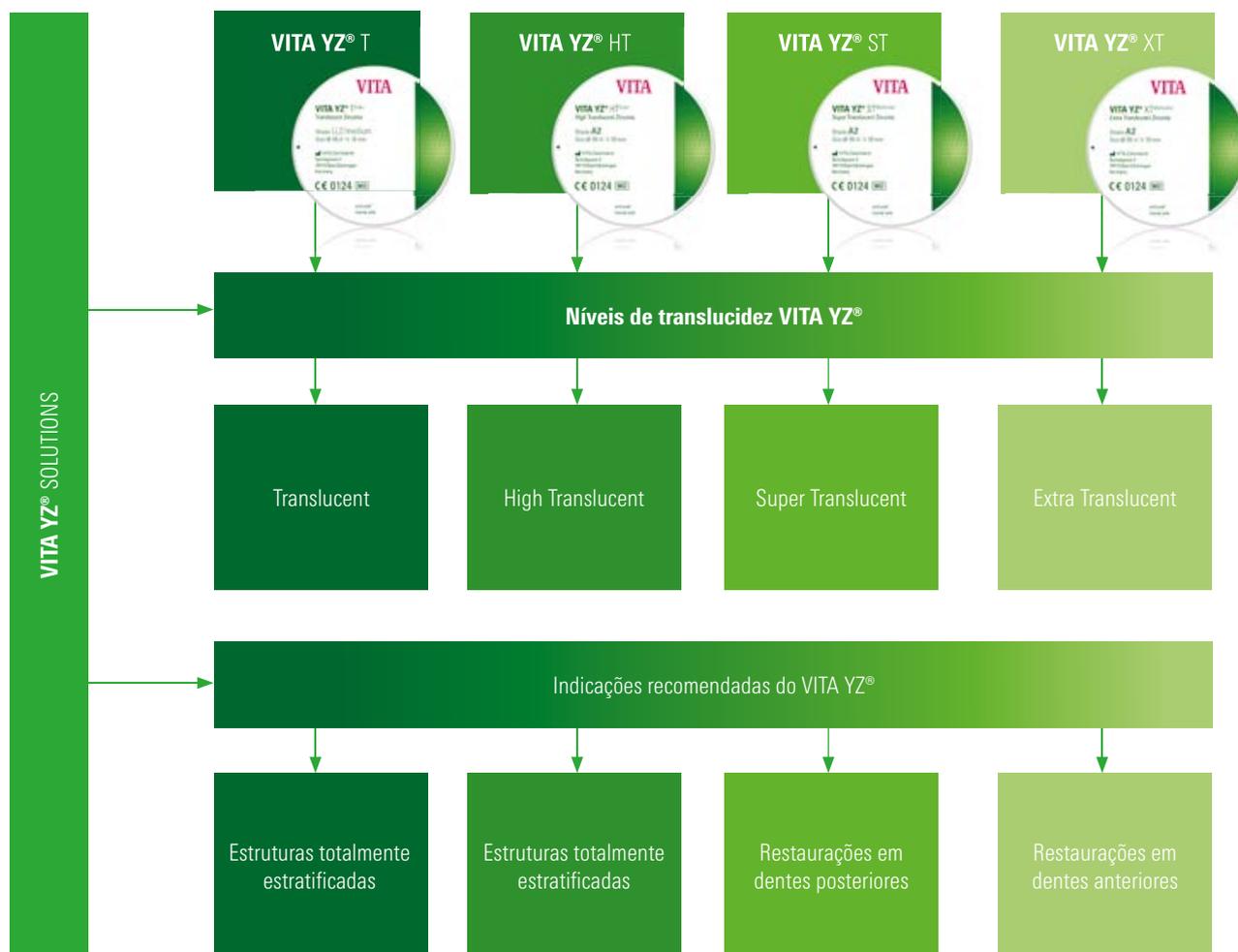
1. Introdução	3
1.1 Composição química	5
1.2 Propriedades físicas/mecânicas	5
1.3 Padrões de fabricação e qualidade	6
1.4 Controle do comportamento de sinterização	7
1.5 Qualidade do material e da estrutura	9
1.6 Análise da microestrutura	10
1.7 Microestrutura de diferentes tipos de translucidez	11
2. Propriedades físicas/mecânicas (in vitro)	12
2.1 Resistência à flexão de 3 pontos de VITA YZ	12
2.2 Resistência à flexão de 3 pontos em comparação	13
2.3 Carga de ruptura estática com diferentes seções de conexão transversais	14
2.4 Carga de ruptura estática antes e depois do envelhecimento hidrotermal	15
2.5 Tenacidade à fratura	16
2.6 Confiabilidade/Módulo Weibull	17
2.7 Translucidez	18
2.8 Adaptação após o processo de sinterização	19
2.9 Verificação da usinabilidade CAM através das geometrias de coroa/estrutura	20
2.10 Verificação da usinabilidade CAM através da geometria “Merlon”	21
2.11 Influência do processamento CAM na capacidade de carga	22
2.12 Comportamento de sinterização	23
2.12.1 Influência da temperatura de sinterização	23
2.12.2 Influência do método de sinterização HighSpeed	24
2.13 Pós-processamento manual/Preparação das superfícies	25
2.13.1 Influência dos sistemas de fresagem de cerâmica	25
2.13.2 Influência do jateamento de areia	26
2.14 Verificação da qualidade da ligação adesiva	27
2.15 Comportamento de abrasão	28
2.16 Biocompatibilidade	29
3. Cerâmica de recobrimento VITA VM 9	29
3.1 Propriedades físicas/mecânicas	29
3.2 Composição química	29
3.3 Coeficiente de expansão térmica	30
3.4 Resistência ao choque térmico	31
3.5 Qualidade da adesão de VITA YZ T e VITA VM 9	32
3.6 Zona de adesão entre VITA YZ T e VITA VM 9	33
4. Referências	34

1. Introdução

Hoje em dia contamos com uma ampla gama de materiais CAD/CAM para uso em consultórios e laboratórios. O início do século 21 trouxe consigo um marco importante no desenvolvimento de materiais odontológicos: o uso de dióxido de zircônio (ZrO_2). Com isso, foi possível realizar pela primeira vez pontes de múltiplos elementos de cerâmica pura.

A VITA Zahnfabrik tem sido pioneira nesse campo e oferece, desde 2002, blocos de dióxido de zircônio para a fabricação de próteses de cerâmica pura (introduzidas na época como VITA In-Ceram YZ) com a tecnologia CAD/CAM.

A gama de materiais hoje em dia inclui quatro níveis de translucidez (T, HT, ST, XT) para pontes monolíticas, parcialmente e totalmente estratificadas.



Teste de resistência à flexão de 3 pontos do VITA YZ T realizado no âmbito da inspeção de qualidade

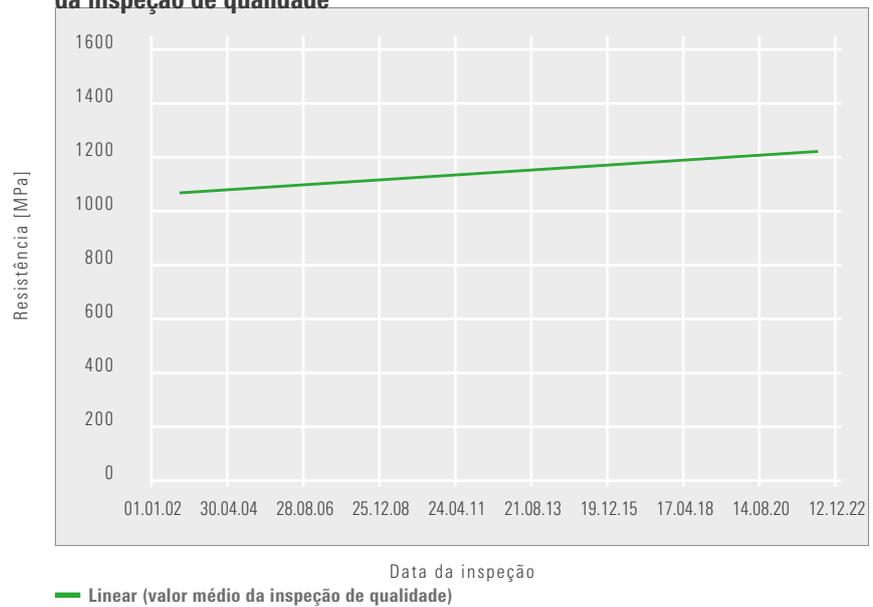


Figura 1: Valores de resistência à flexão de 2002 a 2022; determinados no âmbito de uma verificação de qualidade interna, fonte: Pesquisa Interna VITA P&D, (Gödiker, 12/2022, [1] cf. p. 35)

A VITA Zahnfabrik compromete-se com os mais altos padrões de qualidade. Isto inclui o objetivo de melhorar continuamente os materiais e métodos.

Um exemplo disso é o melhoramento das propriedades mecânicas do VITA YZ T, como é o caso da resistência à flexão de 3 pontos (cf. Fig. 1). Esta documentação fornece uma visão geral dos dados técnicos e científicos mais importantes sobre VITA YZ SOLUTIONS.

1.1 Composição química

Componentes [Peso em %]	VITA YZ T	VITA YZ HT	VITA YZ ST	VITA YZ XT
ZrO ₂	90 – 95	90 – 95	88 – 93	86 – 91
Y ₂ O ₃	4 – 6	4 – 6	6 – 8	8 – 10
HfO ₂	1 – 3	1 – 3	1 – 3	1 – 3
Al ₂ O ₃	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1
Pigmentos	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1

1.2 Propriedades físicas/mecânicas

Componentes [Unidade]	VITA YZ T	VITA YZ HT	VITA YZ ST	VITA YZ XT
CET ¹⁾ [10 ⁻⁶ /K]	10.5	10.5	10.3	10.0
Solubilidade química ¹⁾ [µg/cm ²]	< 20	< 20	< 20	< 20
Densidade de sinterização ²⁾ [g/cm ³]	6.05	6.08	6.05	6.03
Resistência à flexão de 3 pontos ¹⁾ [MPa]	1350	1350	1200	850
Tenacidade à fratura ³⁾ (Método CNB) [MPa m ^{0.5}]	4.5	4.5	3.5	2.5
Módulo de elasticidade ⁴⁾ [GPa]	210	210	210	210
Dureza ⁵⁾ [HV 10]	12	12	13	13
Módulo de Weibull ¹⁾	14	14	13	11

¹⁾ Determinação conforme DIN EN ISO 6872:2015

²⁾ Determinação conforme DIN EN 623-2:1993

³⁾ Determinação conforme ISO 24370:2005

⁴⁾ Determinação conforme DIN EN 843-2:2007

⁵⁾ Determinação conforme DIN EN 843-4:2005

1.3 Padrões de fabricação e qualidade

Atualmente há um grande número de empresas que oferecem os blocos de dióxido de zircônio. Muitos consultórios e laboratórios, por isso, se perguntam: "dióxido de zircônio é o mesmo que dióxido de zircônia?" Embora muitos blocos geralmente não tenham diferenças visuais ou táteis à primeira vista, é possível constatar diferenças consideráveis ao analisar a qualidade e as propriedades dos materiais.

A VITA Zahnfabrik tem constantemente otimizado o processo de fabricação do dióxido de zircônio VITA de alta qualidade, aplicando altos padrões de processo, bem como critérios rigorosos de teste. Para a fabricação de VITA YZ, são processadas somente matérias-primas de excelente qualidade. A fim de garantir uma alta qualidade, a cada novo lote de matéria-prima são realizadas não somente medições padrão de granulometria, capacidade de escoamento e comportamento de sinterização, mas também são controlados e avaliados os níveis de qualidade para assegurar a confiabilidade.

Medições de dilatômetro de diversos grânulos no âmbito da temperatura de pré-sinterização

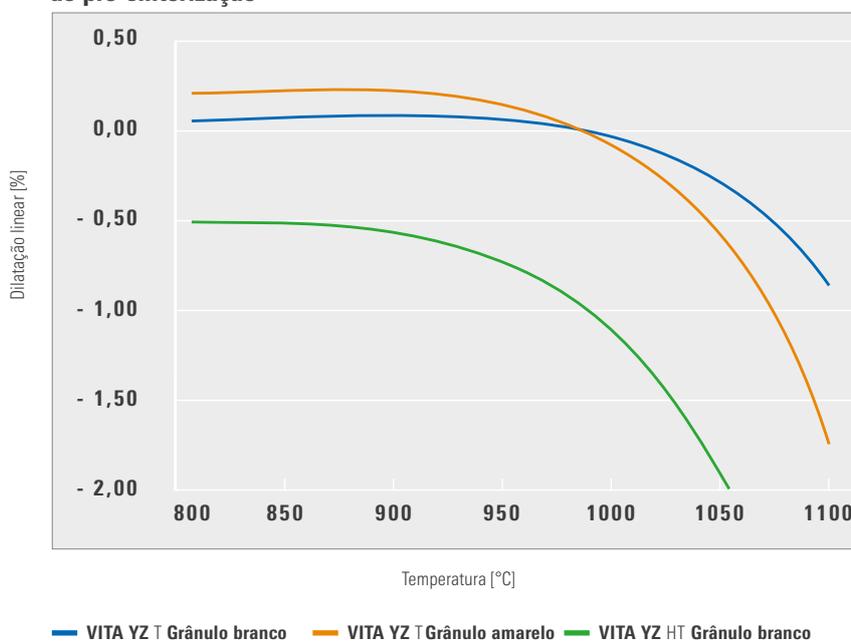


Figura 2: Exame do comportamento de sinterização em diferentes grânulos VITA YZ

Fonte: Pesquisa interna, VITA P&D, (Gödiker, 11/2014 [1] vgl. S. 35)

O objetivo da VITA Zahnfabrik é que os usuários de consultórios e laboratórios alcancem, independente da variedade de materiais utilizados, um resultado reprodutível de forma confiável com altos padrões de qualidade. Grânulos de dióxido de zircônio descoloridos (por exemplo, VITA YZ HT White) e industrialmente pré-coloridos (por exemplo, VITA YZ HT Color) apresentam diferentes comportamentos de sinterização, uma vez que sofrem influência pela adição de pigmentos de cor.

Por isso, a VITA baseia-se em métodos modernos e técnicas de medição (ver Fig. 2) para poder determinar as diferenças com precisão. Os grânulos são otimizado um um processo industrial prévio (por exemplo, através uma pré-sinterização específica da variante), de maneira que as diferentes variantes não se diferenciem em seus comportamentos de usabilidade e sinterização no uso em consultórios e laboratórios.

1.4 Controle da sinterização

Um desafio central para cada fabricante é controlar e ajustar o comportamento de sinterização do dióxido de zircônio, para que consultórios e laboratórios possam alcançar resultados de sinterização reproduzíveis sob medida. Os principais parâmetros aqui são, por exemplo, a qualidade das matérias-primas e o controle do processo de moldagem e de pré-sinterização.

Passo 1: Processo de prensagem uniaxial dos dois lados Passo 2: Processo de prensagem isostático

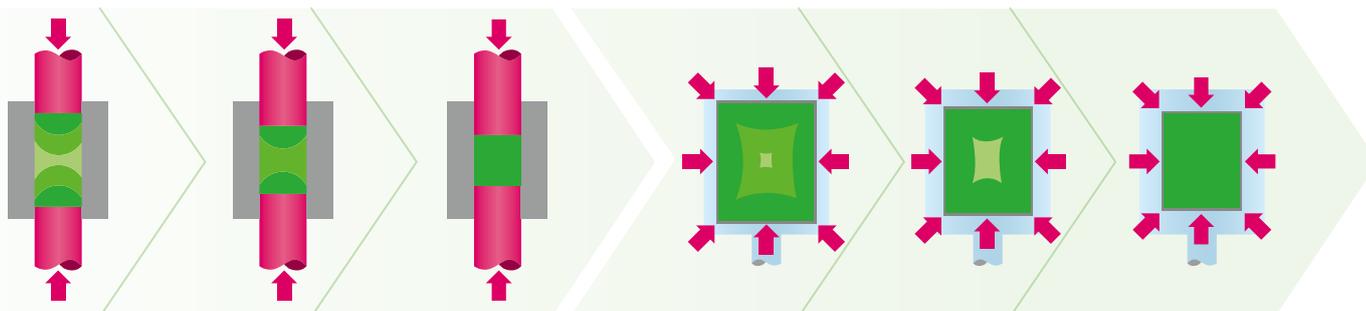


Figura 3: Representação esquemática do processo de prensagem para blocos VITA YZ SOLUTIONS

Os blocos de dióxido de zircônio da VITA Zahnfabrik são levados primeiramente a um processo de prensagem uniaxial em sua respectiva forma bruta e posteriormente reprensadas isostaticamente em um recipiente de alta pressão. A densidade homogênea assim obtida é uma condição essencial para um comportamento de sinterização homogênea. Além disso, o processo de pré-sinterização, ou seja, o processo de queima industrial é precisamente ajustado ao respectivo lote e à geometria do bloco.



Figura 4: Representação exemplificando o encolhimento na sinterização (tamanhos X-,Y-,Z)

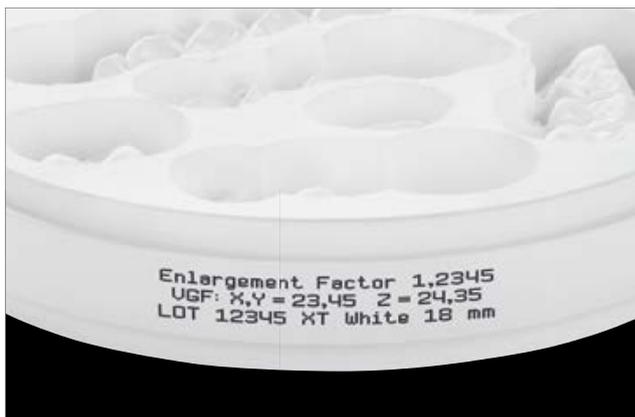


Figura 5: Exemplo dos fatores de ampliação dos blocos

Um outro passo essencial para alcançar resultados de sinterização precisos é a determinação exata do fator de ampliação. A VITA Zahnfabrik desenvolve este fator a cada lote de produção em todas as três dimensões espaciais (dimensões X, Y, Z) e, em seguida, integra as informações para a impressão bruta (como um código de barras ou texto simples). Alguns fabricantes, no entanto, só dão valores médios. A determinação exata da contração de sinterização e, assim, a exatidão no resultado da peça odontológica densamente sinterizada mostra-se especialmente clara nas construções de pontes de múltiplos elementos.



Figura 6: Exemplo de encolhimento de sinterização de cerca de 20% do dióxido de zircônio



Abbildung 7: Exemplo para controle com modelo de metal

O teste de qualidade final é feito pela VITA através de um controle de exatidão. Para este propósito, uma construção de ponte indexada ao máximo para o respectivo material é fabricada em CAD/CAM usando o fator de ampliação determinado para cada lote e, em seguida, densamente sinterizada e analisada em um modelo de aço padronizado (ver Fig. 7) quanto à adequação (ver 2.8).

1.5 Material e qualidade da estrutura

Um fator importante para a elevada resiliência das restaurações de dióxido de zircônio é a qualidade da estrutura. Acima de tudo, é garantida pela qualidade das matérias-primas e por um processo de produção adaptado à matéria-prima. Ao se combinar os passos do processo como moldagem, remoção de ligas e pré-sinterização uns aos outros, alcança-se uma estrutura homogênea e livre de poros. Usuários de consultórios e laboratórios obtêm, então, uma peça bruta de alta qualidade. Se isto não for assegurado, podem ocorrer defeitos na microestrutura, o que pode afetar a estabilidade a longo prazo da peça em uso clínico.

1.6 Análise da microestrutura

a) Material e método

Análise de imagem da microestrutura das amostras densamente sinterizadas de VITA YZ T e do dióxido de zircônio de uma marca concorrente após polimento e condicionamento térmico.

b) Fonte

Pesquisa interna, VITA P&D, (Gödiker, 11/2014 [1] cf. p. 35)

c) Resultado

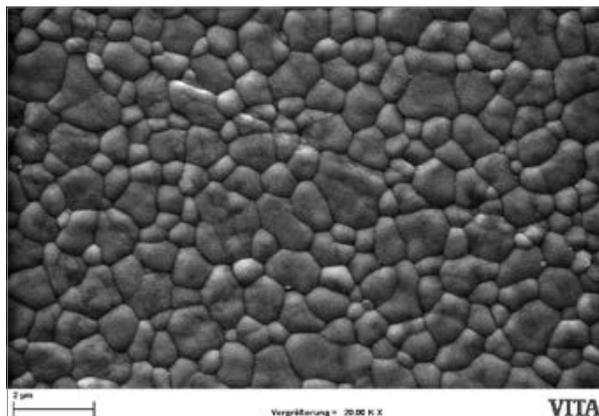


Figura 8: VITA YZ T com ampliação de 20.000 vezes

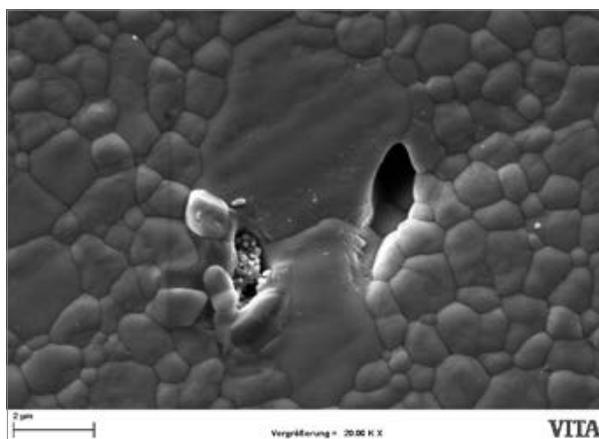


Figura 9: Dióxido de zircônio da marca concorrente na ampliação de 20.000 vezes

d) Conclusão

VITA YZ mostra uma microestrutura homogênea graças, especialmente, a padrões de qualidade altos sem poros ou falhas (cf. Fig. 8). A microestrutura sinterizada tem um tamanho médio de partículas de aproximadamente 500 nm.

No caso de blocos de dióxido de zircônio de baixa qualidade (muitas vezes produtos no segmento de baixo preço), são encontrados algumas impurezas e defeitos microestruturais (ver Fig. 9). Alguns defeitos podem somente ser identificados, geralmente, em grandes ampliações.

Dependendo do tamanho e posição na estrutura, os defeitos podem diminuir as propriedades mecânicas.

1.7 Microestrutura de diferentes tipos de translucidez

a) Material e método

Análise de imagens SEM da estrutura de amostras densamente sinterizadas de VITA YZ T, HT, ST e XT após sinterização de acordo com as instruções do fabricante. A análise foi realizada após o polimento e o condicionamento térmico.

b) Fonte

Pesquisa interna, VITA P&D, (Gödiker, 03/2017 [1] cf. p. 35)

c) Resultado

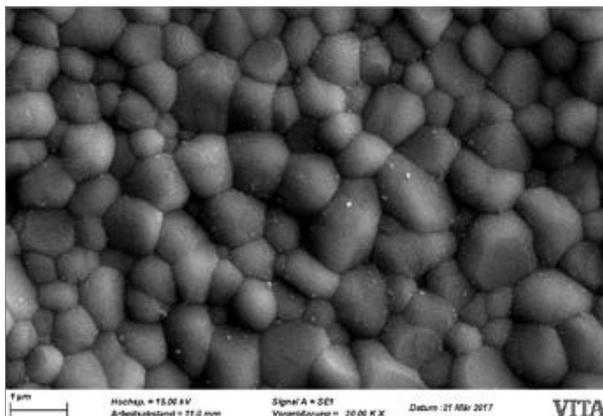


Figura 10: VITA YZ T com ampliação de 20.000 vezes

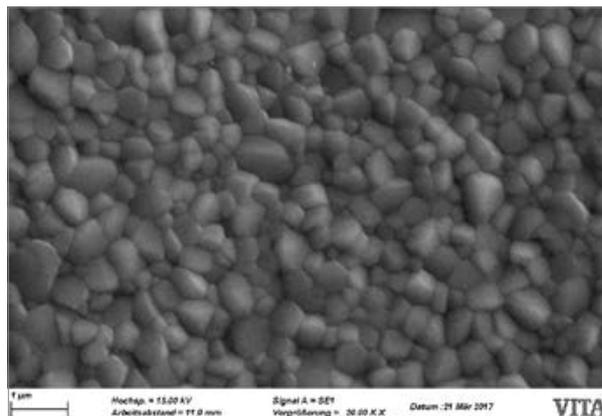


Figura 11: VITA YZ HT com ampliação de 20.000 vezes

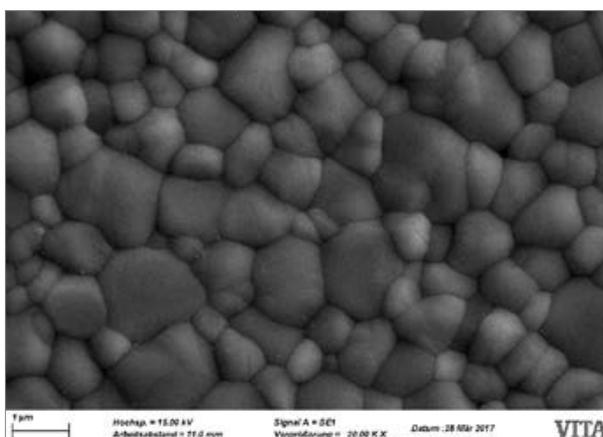


Figura 12: VITA YZ ST com ampliação de 20.000 vezes

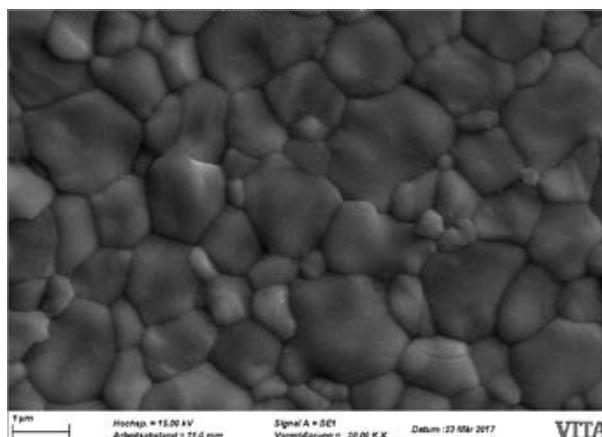


Figura 13: VITA YZ XT com ampliação de 20.000 vezes

d) Conclusão

O tamanho das partículas (e com elas, a proporção das superfícies de contorno dos grãos) influencia diretamente a refração da luz e, portanto, a translucidez dos diferentes materiais. Quanto maiores as partículas, menor o número de superfícies onde a luz é refratada. Como resultado, materiais como VITA YZ XT (tamanho de partícula ~ 1,0 µm) têm um efeito comparativamente translúcido. Além disso, a composição química, em particular o teor de óxido de ítrio e o acúmulo de óxido de alumínio (Al_2O_3) nas bordas dos grãos, também tem efeito sobre o comportamento de refração. VITA YZ T contém, com cerca de 0,25% em peso, um teor de Al_2O_3 muito mais elevado em comparação com as outras três variantes de VITA YZ e tem um tamanho de partícula de cerca de 0,5 µm.

Isto resulta em um efeito mais opaco desta variante, em comparação com as outras.

2. Propriedades físicas/mecânicas (in vitro)

2.1 Resistência à flexão de 3 pontos de VITA YZ



a) Material e método

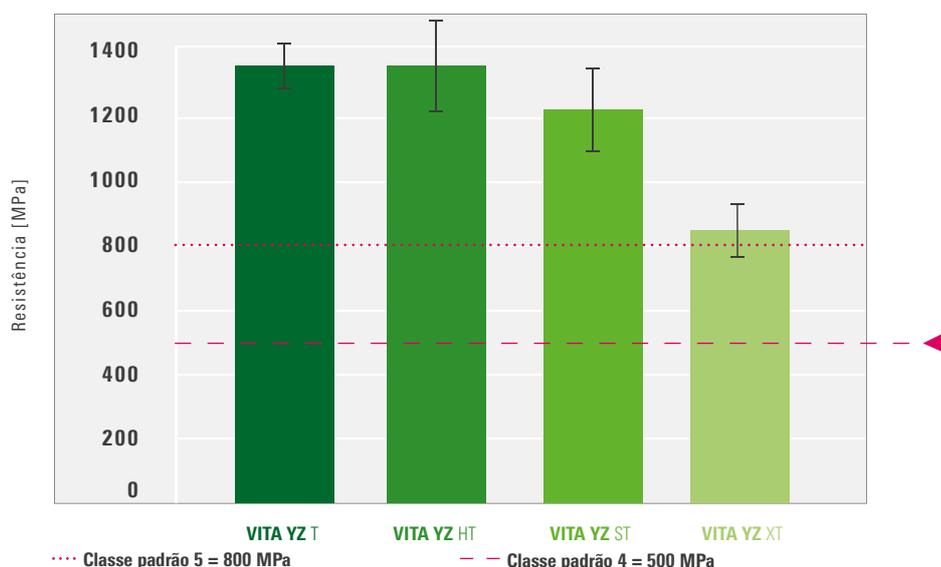
Amostras de teste retangulares foram feitas a partir dos blocos de dióxido de zircônio VITA com uma serra de fio diamantado. Em seguida, as amostras foram fresadas manualmente usando lixa de carvão de silício (tamanho de grão P1200). Além disso, um bisel de 45° foi introduzido em cada uma das duas bordas no lado sob tensão. Após a sinterização, de acordo com as instruções do fabricante, as amostras apresentaram a dimensão final de 20,0 × 4,0 × 1,2 mm³. Para cada material, 36 amostras foram submetidas à carga até a ruptura por meio de uma máquina universal de testes e a resistência média à flexão de 3 pontos foi determinada.

b) Fonte

Investigação interna, VITA P&D, Resistência à flexão de 3 pontos dos diferentes materiais VITA YZ, de acordo com a norma DIN EN ISO 6872:2015 + Amd.1:2018, (Gödiker, 08/2022), [1] cf. p. 35

c) Resultado

Resistência à flexão de 3 pontos dos diferentes materiais VITA YZ



Classe padrão 4¹⁾: ≥ 500 MPa
coroas monolíticas respectivamente, estruturas de coroa
pontes monolíticas ou estruturas de pontes com ≤ três elementos
Classe padrão 5¹⁾: ≥ 800 MPa
pontes monolíticas, respectivamente estruturas de pontes com ≥ quatro elementos

1) De acordo com a norma DIN EN ISO 6872:2015 + Amd.1:2018

d) Conclusão

Nesta série de ensaios, VITA YZ T e VITA YZ HT alcançaram valores de resistência na média de 1.350 MPa, já a média de VITA YZ ST foi de 1.200 MPa. Esses valores se encontram acima das exigências da norma para indicações da classe 5, sendo todos os três materiais aptos para a construção de pontes com quatro ou mais elementos. Durante os ensaios, VITA YZ XT alcançou um valor médio de 850 MPa. Devido à sua baixa tenacidade à fratura (consulte ponto 2.5), este material corresponde à recomendação de indicação da classe 4.

2.2. Resistência à flexão de 3 pontos em comparação

a) Material e método



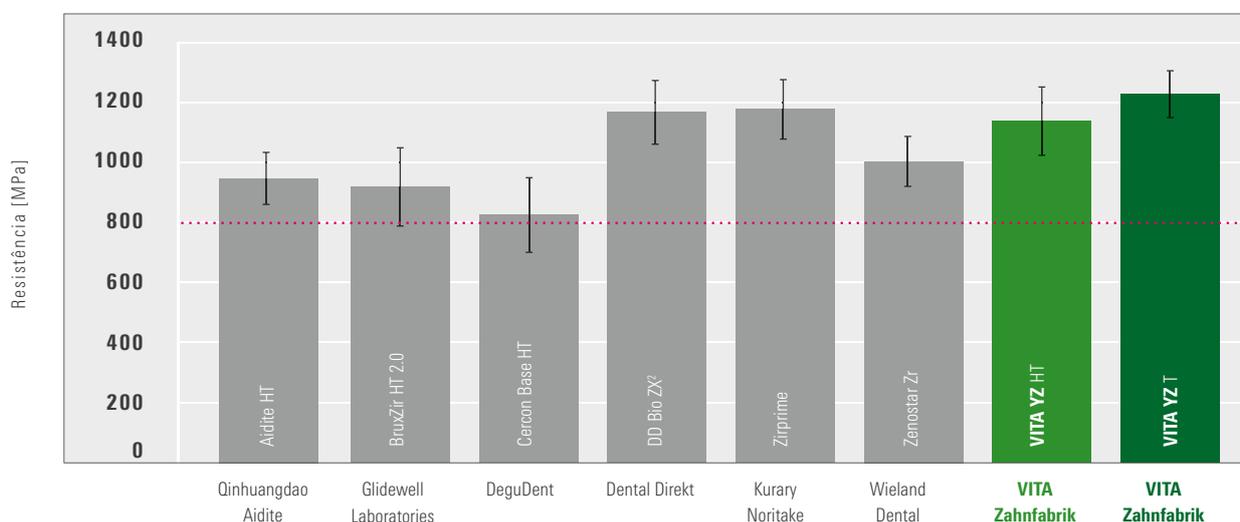
Amostras retangulares foram feitas a partir de blocos de dióxido de zircônio com uma serra de fio diamantado. Em seguida, as amostras foram fresadas manualmente usando lixa de carbetto de silício (tamanho de grão P1200). Além disso, um bisel de 45° foi introduzido em cada uma das duas bordas no lado sob tensão. Após a sinterização, de acordo com as instruções do fabricante, as amostras tiveram a dimensão final de 20,0 × 4,0 × 1,2 mm³. Para cada material, 10 amostras foram submetidas à carga até a ruptura por meio de uma máquina universal de testes e a resistência média à flexão de 3 pontos foi determinada.

b) Fonte

Pesquisa interna, VITA P&D, (Gödiker, 01/2014 [1] cf. p. 35)

c) Resultado

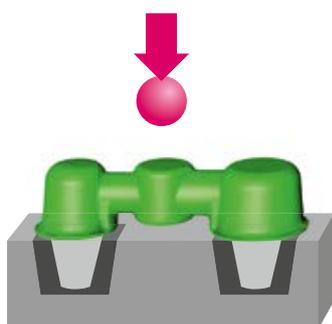
Resistência à flexão de 3 pontos em comparação



..... Classe padrão 5 = 800 MPa

d) Conclusão

Todos os dióxidos de zircônio analisados alcançaram nesse teste valores acima do valor normal exigido (> 800 MPa) para a classe 5. Os valores de resistência determinados para VITA YZ SOLUTIONS encontrava-se um nível muito superior em comparação com a concorrência. Determinadas diferenças nos resultados de resistência podem ocorrer, pois os diversos materiais são sinterizados de formas diferentes, o que pode dificultar a preparação das amostras. Para investigar isso, a resistência à ruptura bruta (= força das amostras de teste no estado pré-sinterizado) dos materiais também foi determinada. Ela ficou entre 40 a 90 MPa, o que indica diferenças nas propriedades de processamento.



2.3 Carga de ruptura estática com diferentes seções de conexão transversais

a) Material e método

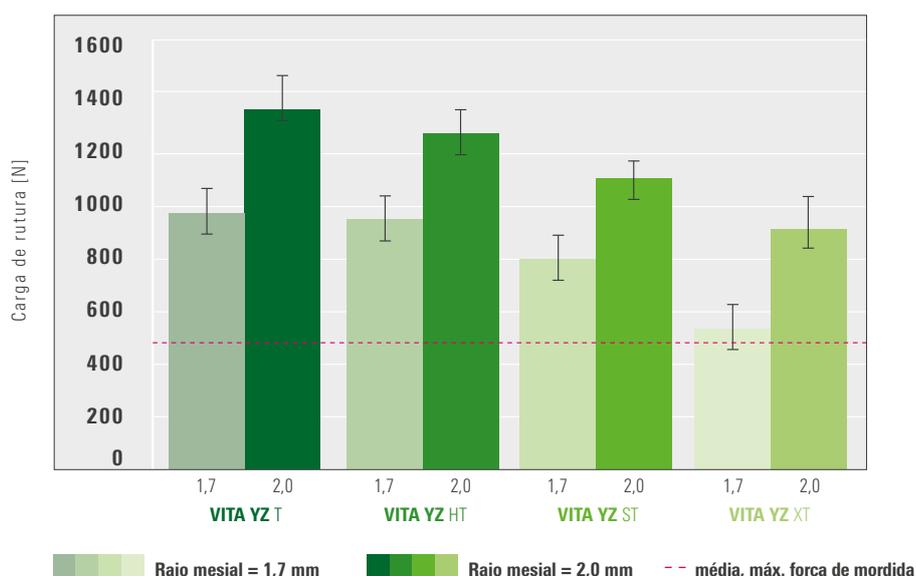
Pontes posteriores estilizadas de 3 elementos feitas de VITA YZ T, HT, ST e XT foram produzidas por meio de uma unidade CAM e densamente sinterizadas de acordo com as instruções do fabricante. O conector "mesial" mais fino tinha um raio de 1,7 mm (área transversal de ~ 9,0 mm²), o "distal" mais espesso tinha um raio de 2,0 mm (~ 12,0 mm²). As pontes com seção transversal aumentada do conector tinham similarmente raios de 2,0 mm ("mesial") e 2,3 mm ("distal"). Todos os pilares tinham uma espessura de parede uniforme de 0,5 mm. Todas as pontes foram fixadas a cotos de aço com cimento de fosfato de zinco. Dependendo do material, seis pontes foram carregadas com baixo e seis com maior seção transversal do conector pela máquina de teste universal até a falha.

b) Fonte

Pesquisa Interna, VITA P&D, (Kolb, 08/2017, [1] cf. pág. 35)

c) Resultado

Carga de ruptura das pontes VITA YZ com diferentes seções de conexão transversais

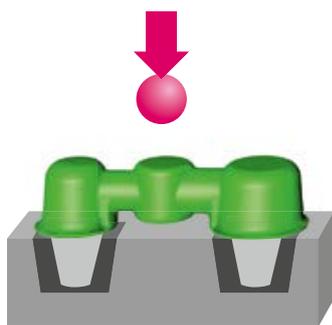


d) Conclusão

Todos os valores médios medidos neste teste – mesmo aqueles de pontes com seções transversais de conector menores – encontravam-se acima da força máxima de mastigação média, que é dada como aproximadamente 490 N [5]. A ruptura sempre ocorreu na região de tração ("gengival") do conector mais fino ("mesial"), análogo ao teste de flexão de 3 pontos.

O ligeiro aumento na seção transversal do conector resulta em um aumento significativo na carga de ruptura. Portanto, é aconselhável usar o espaço existente da forma mais completa possível no projeto do conector, a fim de obter uma construção com alta capacidade de carga. Com base nesta série de testes, recomenda-se para o VITA YZ XT uma seção transversal do conector de pelo menos 12 mm² na área do molar (consulte Recomendação de Projeto, Instruções de Processamento 10446M/1).

2.4 Carga de ruptura estática antes e depois do envelhecimento hidrotermal



a) Material e método

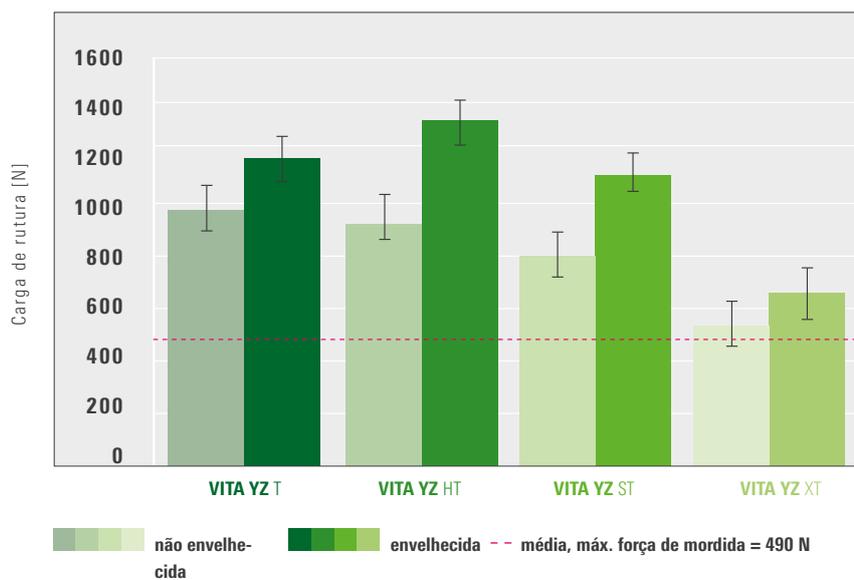
Nesta configuração de teste são verificadas a utilização clínica do material e, por conseguinte, sua resistência no meio bucal, através da simulação de seu envelhecimento. Pontes posteriores estilizadas de 3 elementos feitas de VITA YZ T, HT, ST e XT foram produzidas por meio de uma unidade CAM e densamente sinterizadas de acordo com as instruções do fabricante. O conector "mesial" mais fino tinha um raio de 1,7 mm (área transversal de ~ 9,0 mm²), o "distal" mais espesso tinha um raio de 2,0 mm (~ 12,0 mm²). Todos os pilares tinham uma espessura de parede uniforme de 0,5 mm. Metade das amostras de cada material foi envelhecida em autoclave a vapor a 134 °C por um período de 72 horas. Todas as pontes foram fixadas pelo cimento de fosfato de zinco em cotos de aço. Dependendo do material, seis pontes foram envelhecidas e seis não foram envelhecidas pela máquina de teste universal até a falha.

b) Fonte

Pesquisa Interna, VITA P&D, (Kolb, 08/2017, [1] cf. pág. 35)

c) Resultado

Carga de ruptura de pontes VITA YZ antes e após envelhecimento



d) Conclusão

Tanto para o envelhecimento simulado quanto para as amostras não envelhecidas, os valores médios foram alcançados acima da força mastigatória máxima esperada [5], o que sugere uma boa estabilidade a longo prazo no ambiente bucal. O fenômeno de maior carga de ruptura após o envelhecimento hidrotérmico será objeto de futuras investigações.

2.5 Tenacidade à fratura



a) Material e método

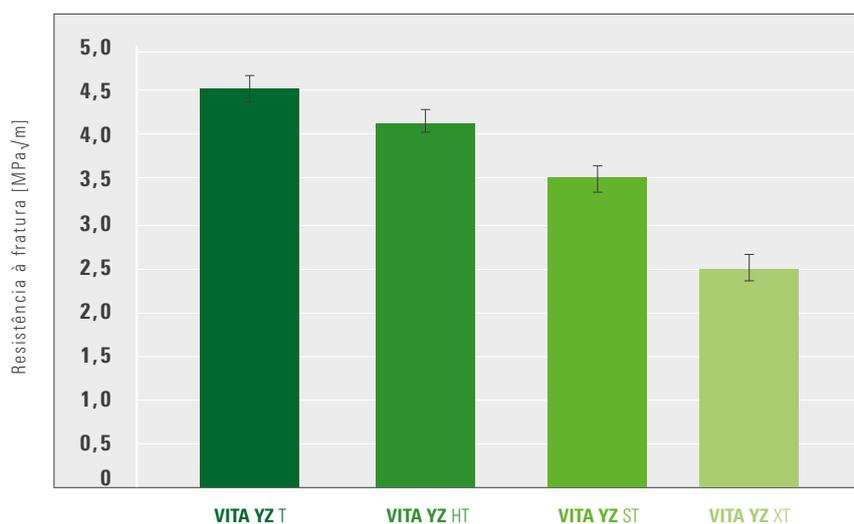
Como, segundo a norma DIN EN ISO 6872: 2015, o método SEVNB não deve ser usado para medir a tenacidade à fratura de materiais de granulação fina com partículas menores que 1 μm , a tenacidade à fratura foi testada por meio de viga entrelaçada de acordo com ISO 24370 (cerâmicas finas). cerâmica técnica] - Método de ensaio da tenacidade à fratura de cerâmica monolítica à temperatura ambiente pelo método da viga entalhada [CNB]. Para este propósito, entalhes definidos foram introduzidos em amostras de dobra ($3 \times 4 \times 30 \text{ mm}^3$) por meio de uma serra de diamante (ver desenho à esquerda) e depois submetidas à quebra por meio de uma máquina universal de testes. Foram testadas cinco amostras por série.

b) Fonte

Pesquisa interna, VITA P&D, (Gödiker, 07/2017 [1] cf. p. 35)

c) Resultado

Resistência à fratura VITA YZ com o método CNB de acordo com a norma ISO 24370



d) Conclusão

O teste mostra uma correlação entre composição química e resistência mecânica. Semelhante ao aumento no teor de óxido de ítrio (ver Tabela 1.1 Composição química), a tenacidade à fratura das diferentes variantes diminui constantemente. Isso também se reflete na carga de ruptura ou na resistência à flexão dos materiais. Pesquisas atuais [12] estão intensamente relacionadas com os fatores que influenciam e os métodos de teste para tenacidade à fratura.

2.6 Confiabilidade/Módulo Weibull

a) Material e método

"O comportamento de dispersão de resistência de materiais cerâmicos pode ser matematicamente bem descrito com a teoria de Weibull, que se baseia no conceito de falha a partir do elo mais fraco. [...] Com isso, ampliamos o nosso conhecimento sobre parâmetros de distribuição, pois o resultado é uma clara relação entre a carga e a probabilidade de ruptura." [2] O módulo Weibull de VITA YZ T, HT, ST e XT foi determinado a partir dos valores de resistência à flexão de 3 pontos de 30 amostras por material.

b) Fonte

Pesquisa interna, VITA P&D, (Gödiker, 08/2017 [1] cf. p. 35)

c) Resultado

Módulo Weibull de vários materiais VITA YZ



d) Conclusão

Para os diferentes materiais VITA YZ, valores muito bons foram determinados neste teste com módulos Weibull em média de 11 a 16. A baixa variação dos valores medidos é um indicador de alta confiabilidade e qualidade consistente do material. Se apenas pequenos desvios do valor médio (em relação aos valores mínimos determinados) forem medidos, pode-se esperar que o material possa ser usado de forma muito confiável dentro da faixa recomendada de indicações.

2.7 Translucidez

a) Material e método

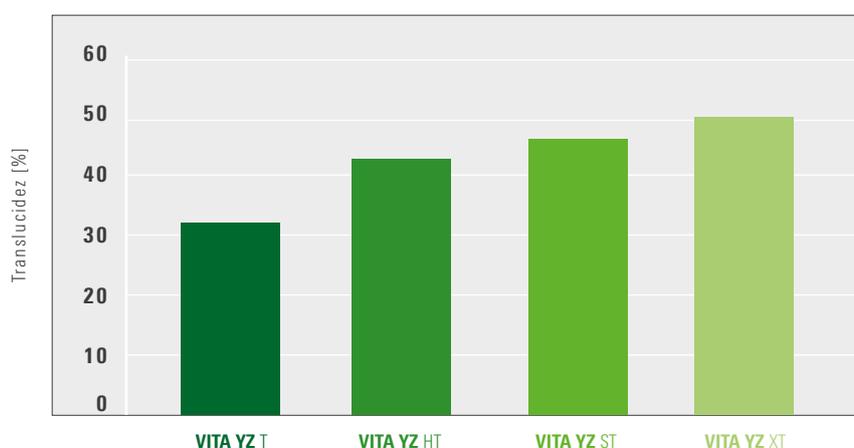
A medição da translucidez ocorre através de um fotospectômetro. As amostras de material usadas tinham uma espessura de material de 1,0 mm e eram altamente polidas em ambos os lados. O valor medido correspondia à média de cinco amostras por série.

b) Fonte

Pesquisa Externa, Tosoh Corporation, (Technical Report, 08/2017, [10] cf. p. 35)

c) Resultado

Translucidez de vários materiais VITA YZ



Valores médios em relação à translucidez determinada		
VITA YZ T	32 %	
VITA YZ HT	42 %	
VITA YZ ST	46 %	
VITA YZ XT	50 %	

d) Conclusão

Os valores alcançados neste teste são comparáveis apenas no âmbito desta configuração, porque as medições de espessura das amostras dependem do aparelho de medição e da cobertura utilizados. Além disso, como a transmissão é influenciada pela cor, é difícil uma comparação direta com a cerâmica de vidro. No entanto, os valores medidos para VITA YZ XT estão em um nível similar.

2.8 Encaixe após o processo de sinterização

a) Material e método

Com base em um modelo digital foram construídas várias restaurações (Construção CAD). Em seguida, o modelo de montagem correspondente foi fresado em alumínio usando uma máquina CNC. Com a mesma máquina, as respectivas restaurações foram ampliadas levando-se em conta a contração de sinterização correspondente. Desta forma, possíveis imprecisões de medição que podem surgir através de um processo de digitalização devem ser excluídas. Finalmente, as construções sinterizadas foram examinadas visualmente e ao acaso por meio de um modelo de ajuste e virtualmente pela sobreposição do digital com a construção real usando o software Wrap para verificar seu ajuste. Nessa documentação é mostrada como exemplo a construção de uma ponte VITA YZ T de 14 elementos.

b) Fonte

Pesquisa interna, VITA P&D, (Gödiker, 10/2014 [1] cf. p. 35)

c) Resultado



Figura 14a/b/c: a) Modelo; b) construção VITA YZ fresada, de múltiplos elementos; c) Software Wrap com estruturas sobrepostas (da esquerda para a direita)



VITA YZ T



Concorrentes-ZrO₂

Figuras 15/16: controle de adaptação após o processo de sinterização a partir do modelo para adaptação para VITA YZ T/Concorrente

d) Conclusão

Para VITA YZ SOLUTIONS, o fator de ampliação para cada lote de produção em todas as três dimensões espaciais é metodologicamente determinado com precisão, de modo que, mesmo com várias unidades nas construções de pontes VITA YZ, um ajuste muito bom é alcançado. Todas as tolerâncias determinadas neste exame basearam-se no tamanho da ranhura de cimento (50 µm). O concorrente de dióxido de zircônio examinado aqui, no entanto, mostra já pelo controle visual uma adaptação pobre (cf. Fig. 16).

2.9 Verificação da usinabilidade da CAM por meio de geometrias coroa/estrutura

a) Material e método

Para verificar a processabilidade da CAM e a precisão de renderização das regiões das margens virtualmente projetadas, várias restaurações feitas de VITA YZ T e uma concorrente de dióxido de zircônio foram usinadas. Depois as restaurações são examinadas em um microscópio de luz quanto à qualidade das margens. Como os corantes podem influenciar o comportamento de sinterização e a respectiva resistência à fratura bruta de um material, a usinabilidade dos blocos pré-coloridos foi especialmente considerada aqui.

b) Fonte

Pesquisa interna, VITA P&D, (Gödiker, 01/2014 [1] cf. p. 35)

c) Resultado



Figura 17: VITA YZ T (material pré-tingido)



Figura 18: Concorrente de dióxido de zircônio (material pré-colorido)

d) Conclusão

Este teste mostra que, exemplificado por uma estrutura de coroa, com VITA YZ T graças à sua alta estabilidade de borda, se produzem restaurações muito precisas e, portanto, perfeitamente ajustadas (cf. Fig. 17). O material da concorrência, no entanto, mostra após processo CAM o aparecimento de falhas nas margens (cf. Fig. 18). Na VITA Zahnfabrik, a resistência ao rompimento do produto bruto (branco e pré-sinterizado) para variantes VITA YZ não tingidas e pré-tingidas é ajustada para um nível similar em termos de tecnologia de processo, permitindo ao usuário clínico e laboratorial obter resultados reprodutíveis independentemente da variante usada.

2.10 Teste de Usinabilidade de CAM pela Geometria "Merlon"



a) Material e método

Para uma melhor avaliação da usinabilidade CAM e a precisão de renderização das regiões das margens virtualmente projetadas das diferentes variantes VITA YZ (T, HT, ST, XT), foram fabricados de cada variante sete chamados "Merlons" (geometria da amostra com quatro pináculos, ver figura à esquerda) com espessuras de parede de 0,2 mm, 0,3 mm ou 0,4 mm usando uma unidade CAD/CAM (ver Fig. 19). A mesma estratégia de usinagem foi usada para todas as amostras. Por fim, as geometrias da amostra nas três espessuras da parede foram visualmente inspecionadas e os 'merlons' das respectivas amostras foram examinados quanto a defeitos. Dependendo da variante de material e da espessura da parede, o gráfico de resultados mostra a chamada "taxa de sucesso" dos pináculos por geometria da amostra.

b) Fonte

Pesquisa interna, VITA P&D, (Gödiker, 08/2017 [1] cf. p. 35)

c) Resultado

Usinagem CAM dos vários materiais VITA YZ

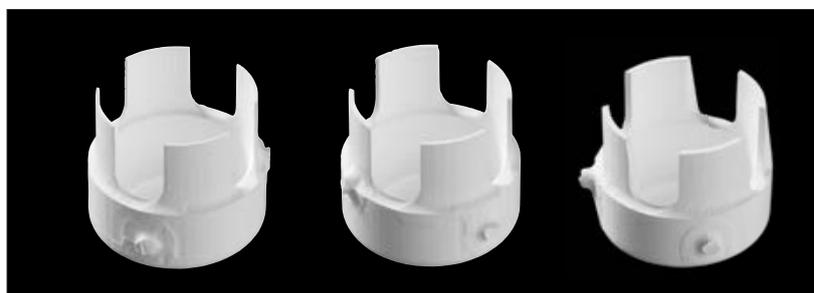
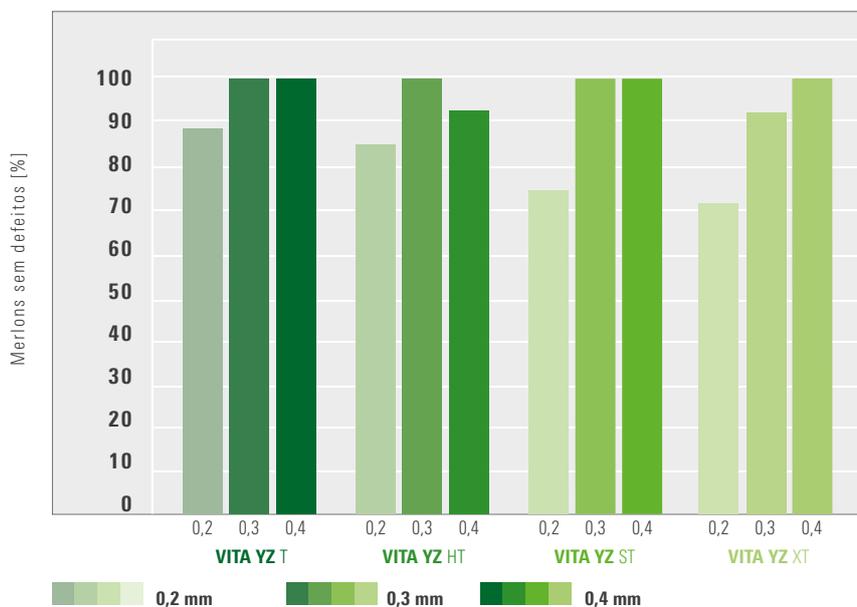
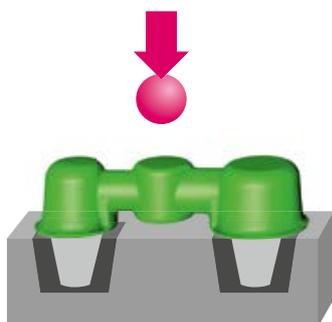


Figura 19: Geometrias do "Merlon" feitas de VITA YZ com espessuras de parede de 0,2 mm, 0,3 mm e 0,4 mm (da esquerda para a direita)

d) Conclusão

Este teste mostra que, com todas as variantes VITA YZ SOLUTIONS, graças à estabilidade geralmente alta de margens, se produzem restaurações muito precisas e, portanto, perfeitamente ajustadas (cf. Fig. 19). Com menor força intrínseca, no entanto, a chamada "taxa de sobrevivência" diminui com geometrias de parede particularmente fina (compare 0,2 mm), e a probabilidade de um defeito após a usinagem CAM aumenta conseqüentemente.



2.11 Influência do processamento de CAM na capacidade de carga

a) Material e método

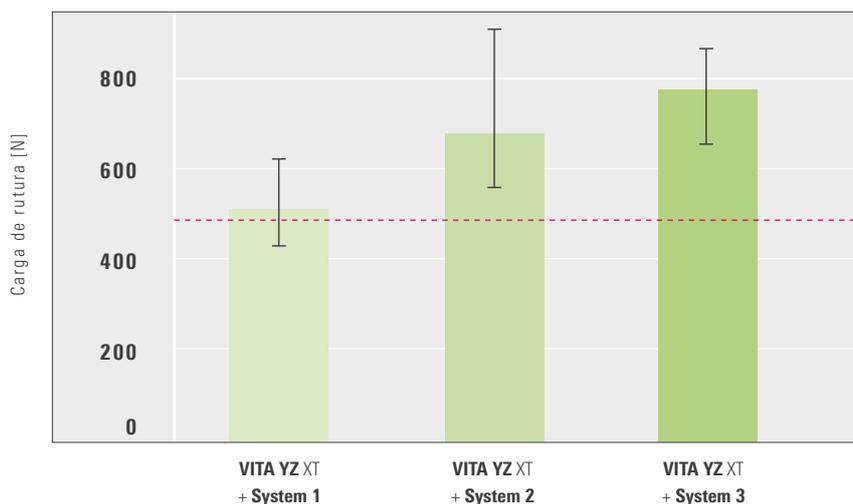
A fim de investigar a influência do processamento CAM (por exemplo, usando diferentes estratégias de fresagem) sobre a capacidade de carga de pontes, pontes posteriores estilizadas feitas de VITA YZ XT foram fresadas usando três diferentes sistemas CAD/CAM e densamente sinterizadas de acordo com as instruções do fabricante. O conector "mesial" mais fino tinha um raio de 1,7 mm (área transversal de ~ 9,0 mm²), o conector "distal" tinha um raio de 2,0 mm (~ 12,0 mm²). As capas de pilares tinham uma espessura de parede uniforme de 0,5 mm. Todas as pontes foram fixadas a cotos de aço com cimento de fosfato de zinco. Dependendo do sistema CAD/CAM usado, seis pontes foram submetidas a falhas por meio de uma máquina de testes universal.

b) Fonte

Pesquisa Interna, VITA P&D, (Kolb, 11/2017, [1] cf. p. 35)

c) Resultado

Carga de ruptura após a produção CAM com diferentes sistemas



-- média, máx. força de mordida = 490 N

d) Conclusão

O resultado deste teste mostra que o sistema CAD/CAM usado para produção pode ter um impacto significativo na carga de ruptura de uma ponte. Ambos os parâmetros do software (velocidade de rotação, taxa de alimentação, alimentação) e as ferramentas de fresagem (tipo, condição) ou a fresadora podem influenciar, por exemplo, a qualidade da superfície da restauração e, portanto, sua capacidade de carga. Para resultados constantes, portanto, as instruções do respectivo fabricante (fabricantes de materiais e sistemas) devem ser estritamente observadas. Recomendações para processamento de VITA YZ encontram-se em www.vita-zahnfabrik.com

2.12 Comportamento de sinterização

2.12.1 Influência da temperatura de sinterização

a) Material e método

A partir de estudos de Piconi [4], a influência da temperatura de sinterização é conhecida no tamanho de partícula. Em baixa temperatura a estrutura não pode ser completamente sinterizada. Em temperaturas elevadas o material tem a tendência ao crescimento do grão. Tais desvios de temperatura têm uma influência ótica e mecânica no resultado final. Materiais sub-sinterizados parecem opacos. Materiais sinterizados muito altos têm um efeito translúcido, mas geralmente possuem propriedades mecânicas reduzidas. Para a comparação direta, as amostras de VITA YZ HT e XT foram sinterizadas a uma temperatura máxima de 1370°C, 1450°C, 1530°C e 1600°C. A respectiva temperatura foi mantida por duas horas. Posteriormente, as microestruturas foram analisadas por microscopia eletrônica de varredura (SEM).

b) Fonte

Pesquisa Interna, VITA P&D, (Kolb, 10/2017, [1] cf. pág. 35)

c) Resultado

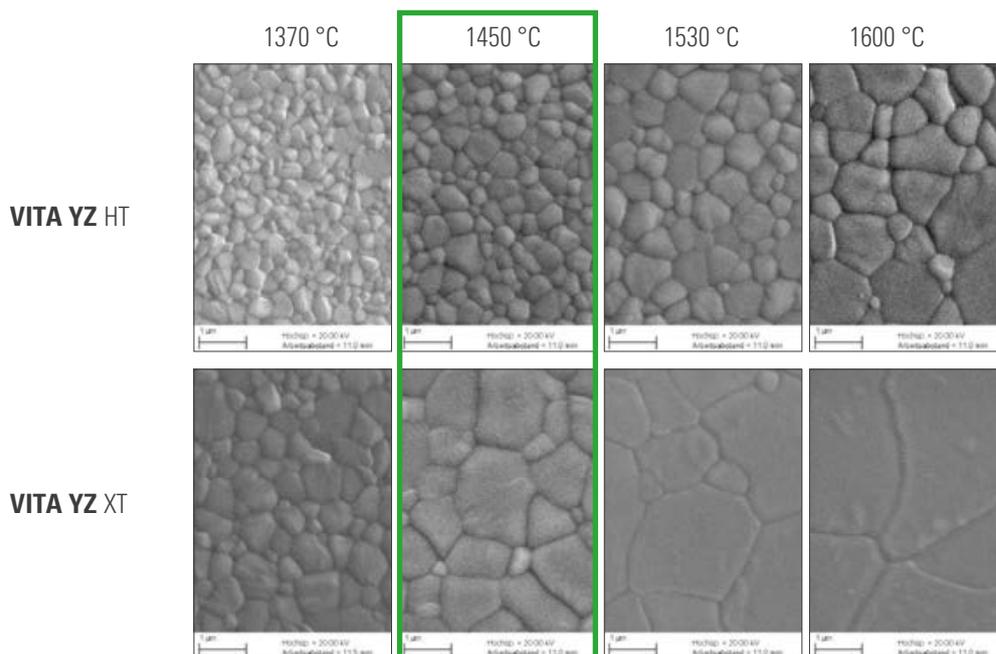


Figura 20: Estrutura VITA YZ a diferentes temperaturas, ampliada 20.000 de vezes

d) Conclusão

De acordo com as recomendações do fabricante, a temperatura de sinterização ideal para VITA YZ HT e XT é de 1450 °C. Com esta temperatura, propriedades óticas e mecânicas ideais podem ser alcançadas para as variantes denominadas VITA YZ. Se VITA YZ é sinterizado a uma temperatura mais alta (por exemplo, a 1600 °C), um crescimento de grão claramente visível ocorre aqui. Embora isso aumente a translucidez do material, também reduz as propriedades mecânicas. No caso do VITA YZ XT, o aumento da temperatura leva a uma redução da força em cerca de 100 MPa. Além disso, é de rezear que a durabilidade seja afetada negativamente pelo enorme crescimento de grãos.

2.12.2 Influência do método de sinterização de alta velocidade

a) Material e método

Restaurações de VITA YZ e HT podem ser densamente sinterizadas na unidade de queima com o VITA ZYRCOMAT 6000 MS dentro de 80 minutos. Parâmetros de aquecimento e resfriamento adequados fazem com que isso aconteça. No entanto, um processo de sinterização de alta velocidade não deve ter um impacto negativo na qualidade estrutural, nas propriedades mecânicas e na adaptação. Na série de testes seguinte, as amostras de materiais de VITA YZ foram sinterizadas, como exemplo, tanto da forma convencional como da forma rápida. Depois a estrutura foi investigada em SEM e analisada em vários outros testes.

b) Fonte

Pesquisa interna, VITA P&D, (Gödiker, 10/2011 [1] cf. p. 35)

c) Resultado

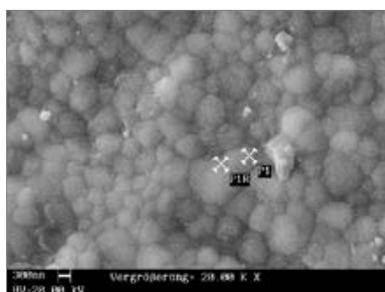


Figura 21a: Estrutura VITA YZ T, sinterizada convencionalmente, ampliada 20.000 vezes

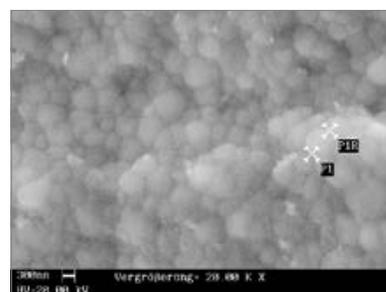


Figura 21b: Estrutura VITA YZ T, sinterizada rapidamente, ampliação de 20.000 vezes

Características/dados VITA YZ	Processo de sinterização convencional	Processo de sinterização de alta velocidade
Densidade de sinterização [g/cm³]	6,06	6,07
Resistência à flexão de 3 pontos [MPa]	1.200	1.278
Estrutura cristalina	tetragonal	tetragonal
Tamanho da partícula [nm]	500	500
Adaptação de pontes	muito boa	muito boa

d) Conclusão

Tanto com processo de sinterização convencional (17°C/min, 2 h de espera) como de alta velocidade, VITA YZ T e VITA YZ HT alcançam comparativamente bons resultados em termos de microestrutura, propriedades mecânicas e ajuste. Nas variantes mais translúcidas VITA YZ ST e XT, um aumento significativo na opacidade após a sinterização de alta velocidade pode ser detectado com o aumento do teor de ítrio, razão pela qual este processo de sinterização não pode ser recomendado apenas por razões estéticas.

2.13 Pós-processamento manual/Preparação das superfícies

2.13.1 Influência de sistemas cerâmicos de fresagem

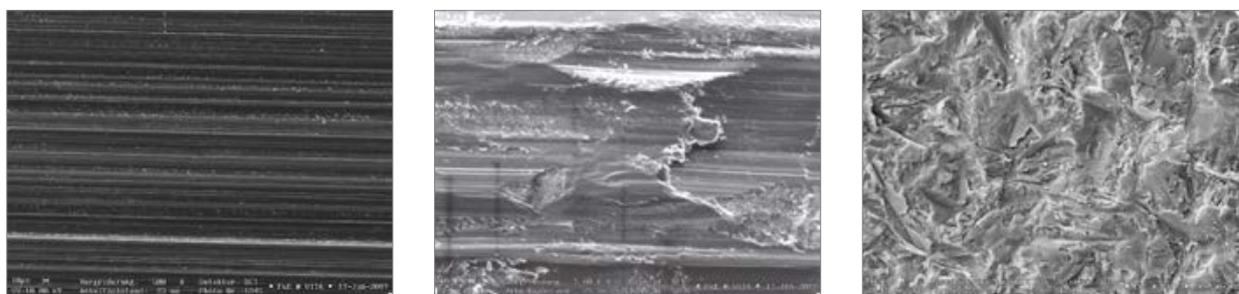
a) Material e método

Durante o exame, foi analisada a influência de corpos abrasivos e jateamento sobre o material da estrutura VITA YZ T. Para isso, foram utilizados 158 corpos abrasivos de 12 fabricantes diferentes. Para garantir um processo de fresagem padronizado, foi desenvolvido um sistema de teste especial para esse ensaio. Após o tratamento da superfície (corpos abrasivos ou jateamento) os materiais das amostras foram analisados em SEM.

b) Fonte

Einfluss Keramikschleifersysteme, Quintessenz Zahntechnik 2009 ([6], cf. p. 35)

c) Resultado



Figuras 22 – 24: Superfícies VITA YZ polidas, pós-processadas com corpos abrasivos e jateadas (da esquerda para a direita); ampliadas respectivamente 5.000 vezes

d) Conclusão

Diferentes ferramentas e métodos causam variados graus de dano à superfície do dióxido de zircônio (v. Fig. 22 a 24). É aconselhável trabalhar sempre a peça odontológica na fase de pré-sinterização para remover a aspereza. Idealmente, o último passo é o polimento da superfície para minimizar possíveis "defeitos". O jateamento, método utilizado para a comparação, provoca uma superfície visivelmente rugosa. Tais "defeitos" podem reduzir as propriedades mecânicas e causar tensões na zona de fixação da cerâmica de recobrimento.

2.13.2 Influência do jateamento

a) Material e método

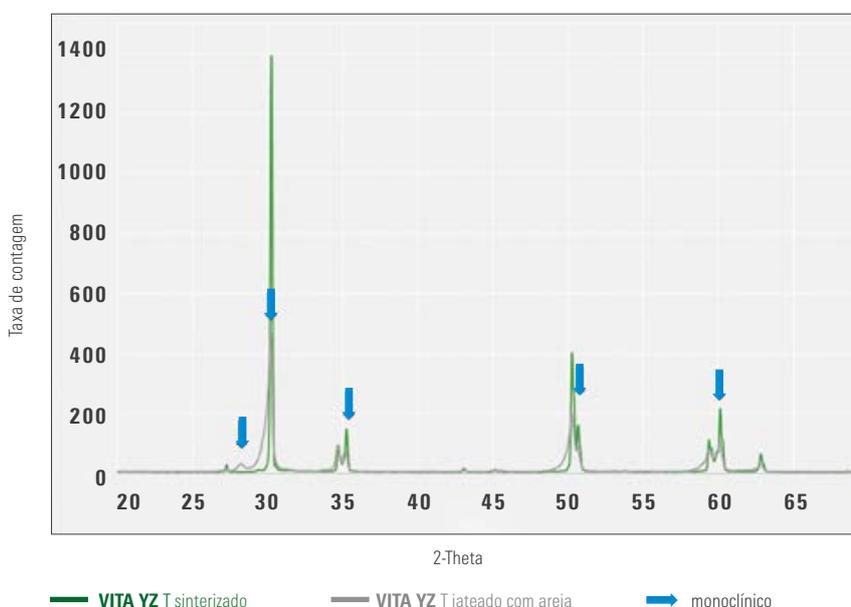
Para este teste, foram fabricadas amostras idênticas de VITA YZ T e, em seguida, sinterizadas. Na primeira série não houve pós-processamento das amostras. As amostras da segunda série foram processadas superficialmente na máquina de jateamento de areia (corindo 50 µm, 2 bar). Isto foi seguido pela análise destas estruturas cristalinas em um difractômetro de raios-X. Os picos das amostras não tratadas mostram, na representação abaixo mencionada, que apenas estruturas cristalinas são detectáveis na superfície. Os picos adicionais e o alargamento do pico após jateamento indicam tensões na estrutura e porções de fase monoclinica.

b) Fonte

Pesquisa interna, VITA P&D, (Gödiker, 12/2017 [1] cf. p. 35)

c) Resultado

Medição do difractômetro de VITA YZ T antes e depois do jateamento

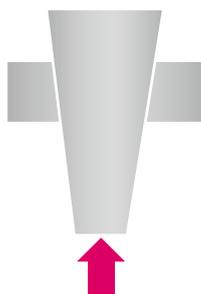


d) Conclusão

Devido ao jateamento, a rede de dióxido de zircônio tetragonal se transforma em uma estrutura cristalina monoclinica. As propriedades positivas dos materiais, tais como: tenacidade e resistência ao envelhecimento, que são atribuídas à modificação tetragonal, já não podem ser garantidas no caso. Além disso, a fase monoclinica tem um CET diferente, o que pode levar a uma tensão negativa na zona de ligação com a estratificação da cerâmica.

Possíveis efeitos positivos do jateamento, como um aumento da rugosidade da superfície, não podem ser detectados em comparação com uma estrutura não tratada após o processo de CAM. Assim, não se pode esperar uma melhora na molhabilidade com o recobrimento através do jateamento. Por estas razões, recomenda-se não fazer o jateamento das superfícies a serem estratificadas. O jateamento das superfícies internas para melhorar a ligação adesiva é possível e recomendável.

2.14 Pesquisa da qualidade da ligação adesiva



a) Material e método

Foi testada a resistência ao cisalhamento por compressão de dois compósitos de fixação para VITA YZ SOLUTIONS. Para este propósito, troncônicos definidos de VITA YZ T e XT foram fixados com adesivo em discos do mesmo material com um furo e, em seguida, os cones foram expelidos usando uma máquina de teste universal ou sobrecarregados até a falha.

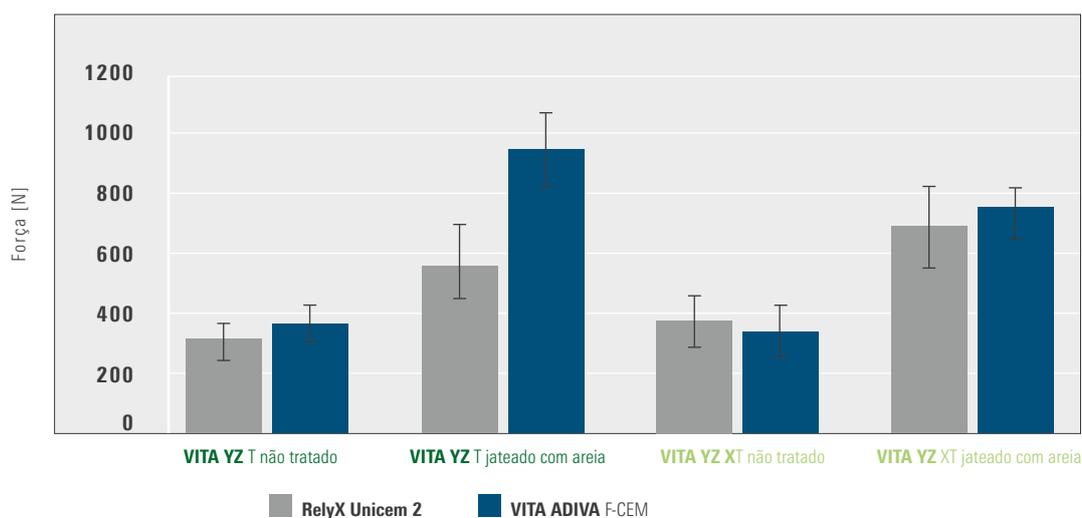
O compósito de fixação RelyX™ Unicem 2 (3M ESPE) e VITA ADIVA F-CEM (VITA Zahnfabrik) foram utilizados para fixação. Uma parte das amostras foi fixada sem tratamento e a outra parte pré-condicionada. As amostras não tratadas mostraram uma superfície típica de usinagem pelo processo de fresagem. A outra série de amostras foi jateada com partículas de Al₂O₃ a 50 µm e uma pressão de 2,0 bar. No total, 10 amostras foram testadas por série.

b) Fonte

Pesquisa interna, VITA P&D, (Gödiker, 10/2017 [1] cf. p. 35)

c) Resultado

Resistência ao cisalhamento compressivo dos compósitos de fixação para as variantes VITA YZ

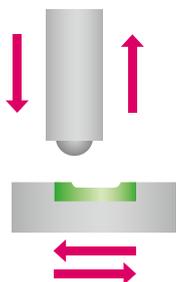


d) Conclusão

Os resultados do teste mostram que após o pré-condicionamento por jateamento, a resistência ao cisalhamento compressivo aumenta significativamente para VITA YZ. Recomenda-se, portanto, o jateamento das superfícies internas da coroa com uma pressão de 2,0 bar e 50 µm de partículas de Al₂O₃. A resistência ao cisalhamento compressivo calculada para VITA YZ T e VITA YZ XT não apresentou diferenças significativas. Apenas para as amostras VITA YZ T jateadas com areia em combinação com VITA ADIVA F-CEM foram determinados valores de resistência ao cisalhamento significativamente mais elevados. No geral, no entanto, não houve diferença significativa entre os dois sistemas de fixação em relação à adesão a VITA YZ reconhecível.

2.15 Comportamento de abrasão

Abrasão a dois corpos



a) Material e método

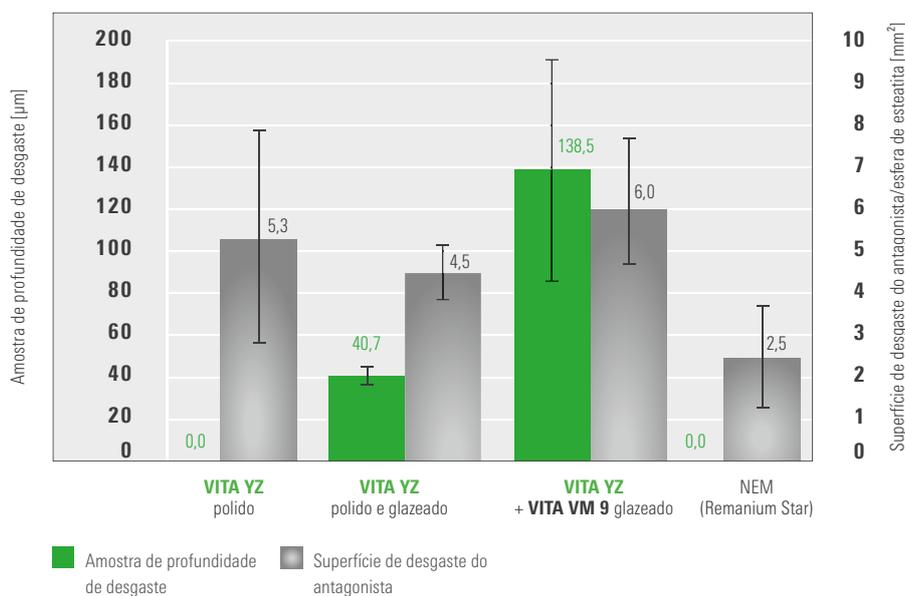
Para determinar a abrasão do dióxido de zircônio em comparação com uma liga de metal não precioso (NEM), foi realizado um "teste de desgaste do pino no bloco" no simulador de mastigação (EGO, Regensburg) com os seguintes parâmetros: esferas de esteatita como antagonista; força de carga de 50 N; 1,2 x 105 ciclos; 1,6 Hz e 600 termociclos a 5 - 55 °C. Depois de realizar a simulação de mordida, a substância retirada foi medida. Foram testadas oito amostras por série.

b) Fonte

Universidade de Regensburg, Relatório (Rosentritt, 09/2011, [3], cf. pág. 35)

c) Resultado

Exame de abrasão



d) Conclusão

Com amostras de dióxido de zircônio altamente polidas, (cf. resultados do teste acima para VITA YZ), nenhum material de remoção é mensurável, assim como ocorre para metais não-preciosos. Se uma camada de glaze é aplicada à amostra VITA YZ, uma remoção de material pode ser medida de novo.

A colocação do glaze tem como objetivo que se assimilem as peças odontológicas ao dióxido de zircônio em um comportamento de abrasão semelhante ao do esmalte (cf. amostras VITA YZ esmaltadas). Novos estudos in vivo indicam que nenhum aumento no desgaste é esperado tanto para a restauração de dióxido de zircônio quanto para o antagonista com a qualidade de superfície apropriada.

Estudos atuais in vitro com dióxido de zircônio de diferentes composições químicas mostram resultados semelhantes, dependendo do tratamento da superfície [11].

2.16 Biocompatibilidade

VITA YZ, conforme a norma ISO10993, avaliação de produtos biológicos de medicina aprovados e avaliados por institutos independentes. VITA YZ foi avaliada como biocompatível em todas as suas variantes. Através de controles detalhados de qualidade em todos seus lotes novos, por ex: a medida de radioatividade confirma que a biocompatibilidade está assegurada.

3. Cerâmica de recobrimento VITA VM 9

3.1 Propriedades físicas/mecânicas

VITA VM 9	Unidade de medida	Valor
Coefficiente de expansão térmica (25 - 500 °C)	$10^{-6} \cdot K^{-1}$	8,8 – 9,2
Ponto de amolecimento	°C	670
Temperatura de transformação (Tg)	°C	600
Solubilidade química (ISO 6872)	$\mu g/cm^2$	9,9
Tamanho de grão médio	$\mu m (d_{50})$	18
Resistência à flexão de 3 pontos (ISO 6872)	MPa	102
Dureza de Vickers (Transpa Dentine)	HV1	670

Determinação conforme DIN EN ISO 6872

3.2 Composição química

Componentes	Peso em %
SiO ₂	60 – 64
Al ₂ O ₃	13 – 15
Na ₂ O	4 – 6
K ₂ O	7 – 10
CaO	1 – 2
ZrO ₂	0 – 1
B ₂ O ₃	3 – 5

3.3 Coeficiente de expansão térmica

a) Material e método

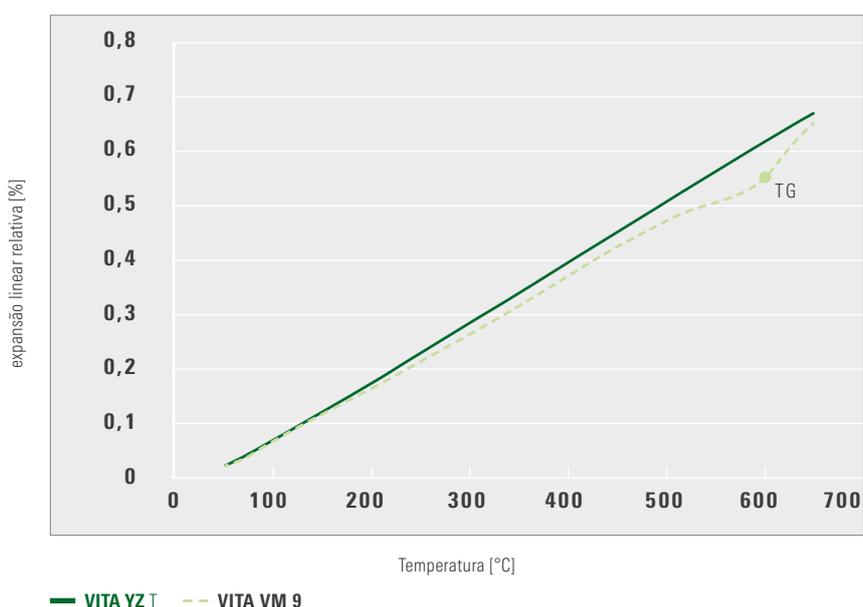
As amostras de VITA YZ T e VITA VM 9 foram medidas e comparadas diretamente no dilatômetro (Netzsch). Eles foram aquecidos a uma taxa de aquecimento de 5 °C/min até ao ponto de amolecimento. Através da linha de expansão medida até uma temperatura definida (aqui: 500 °C) mostra-se os resultados do coeficiente de expansão térmica (CET) para a respectiva matéria-prima.

b) Fonte

Pesquisa interna, VITA P&D, (Gödiker, 10/2009 [1] cf. p. 35)

c) Resultado

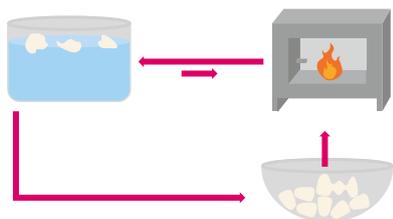
Expansão térmica de VITA YZ T e VITA VM 9



d) Conclusão

VITA YZ T demonstra um CET de aprox. $10,5 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$. Para garantir melhores condições de tensão, o CET do revestimento cerâmico VITA VM 9 com cerca de $9,2 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$ encontra-se um pouco mais baixo. Isso é para garantir que uma ligação mais estável e, portanto, mais resistente a longo prazo entre a estrutura de recobrimento e a microestrutura possa ser alcançada. A temperatura de transição do glaze calculada (TG) do revestimento cerâmico é, neste método de medição, de aproximadamente 600 °C.

3.4 Resistência ao choque térmico



a) Material e método

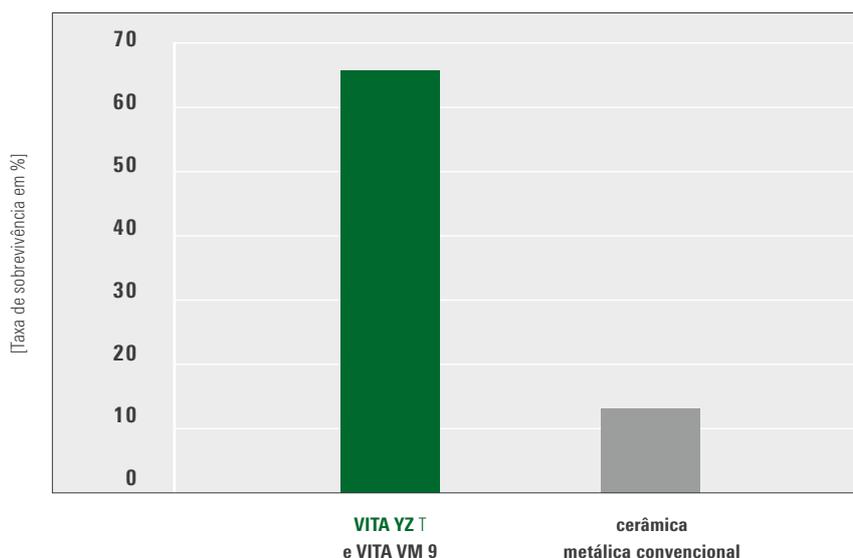
A resistência ao choque térmico (RCT) trata-se de um procedimento de ensaio interno comprovado de VITA que avalia a interação entre material de estrutura e cerâmica de revestimento, bem como as tensões residuais no sistema global. Para este teste foram feitas seis coroas e uma estrutura de três elementos de VITA YZ T de acordo com as instruções de processamento do fabricante e posteriormente recobertas com VITA VM 9. No próximo passo, as restaurações foram aquecidas em um forno a 105 °C e mantidas nessa temperatura durante 30 minutos. Finalmente, as restaurações foram colocadas em água gelada e examinadas quanto a fissuras e lascas de cerâmica. As restaurações não danificadas foram então aquecidas para a próxima etapa de temperatura (120 °C) em acréscimos de 15 °C, até uma temperatura máxima de 165 °C.

b) Fonte

Pesquisa interna, VITA P&D, (Gödiker, 10/2009 [1] cf. p. 35)

c) Resultado

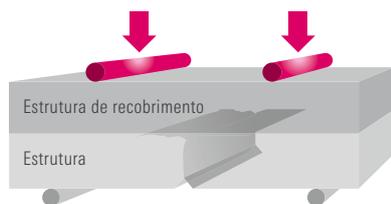
Taxa de sobrevivência resistência ao choque térmico



d) Conclusão

Quanto maior é a taxa de sobrevivência das restaurações neste teste, menor é o risco de fissuras ou escamação no revestimento cerâmico, de acordo com muitos anos de experiência na prática no cotidiano de consultórios/laboratórios. VITA YZ T mostra na combinação com VITA VM 9, nessa configuração de testes, uma taxa de sobrevivência significativamente maior do que em cerâmicas metálicas recobertas. Os valores obtidos para VITA YZ em conjunto com VITA VM 9 são comparados com os resultados médios dos exames da cerâmica metálica (diferentes gerações de metal-cerâmica de recobrimento em combinação com várias ligas de metal) nos últimos anos.

3.5 Qualidade da adesão de VITA YZ T e VITA VM 9



a) Material e método

Testes de fixação são métodos de testes para avaliar a qualidade da fixação, isto é, a capacidade de suporte de carga da ligação do material da estrutura com o material de recobrimento. Há, por exemplo, o "teste Schwickerath" (v. ISO 9693), o qual é utilizado como um ensaio de flexão de 3 pontos para o metal de cerâmica. Para sistemas de cerâmica pura não há teste ISO padrão. Neste ponto, foi utilizada uma construção experimental e conduzido um teste de flexão de 4 pontos, com o objetivo de promover uma fissura na zona de ligação para determinar a energia liberada na propagação de trincas (cf. taxa de liberação de energia). Esse método (estabelecido por Charalambides et al. [7]) foi utilizado, por exemplo, pela NASA (National Aeronautics and Space Administration) para revestimento de pintura dos mísseis.

b) Fonte

Haftverbundmechanismen in dentalen Schichtsystemen (Mecanismos de ligação em sistemas de camada dentária) (Tholey, 2007, [8] cf. pág. 35)

c) Resultado

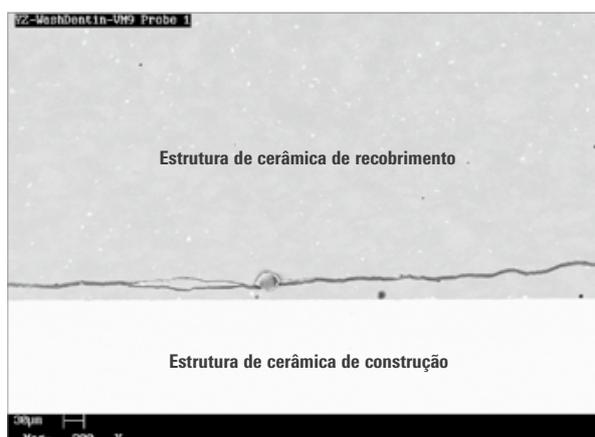
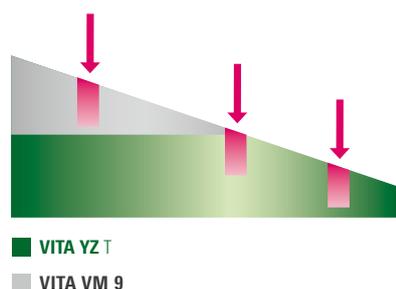


Figura 25 : VITA YZ T recoberto com VITA VM 9, evolução de fratura no recobrimento, ampliado 300 vezes

d) Conclusão

A ligação de VITA YZ T com VITA VM 9 pode ser classificada como excelente, uma vez que na série do teste aplicado, fissuras não ocorreram em qualquer dos casos, pelo contrário deslizou pelas camadas de recobrimento (cf. Imagem SEM; microestrutura cinza-clara e estrutura de recobrimento cinza-escuro). Portanto, não é mensurável (energia) para determinar o valor de ligação real.

3.6 Zona de adesão entre VITA YZ T e VITA VM 9



a) Material e método

Para investigar detalhadamente a zona de ligação VITA YZ T para VITA VM 9, as amostras VITA YZ T foram estratificadas com VITA VM 9 e então cortadas em tiras. Em seguida, as amostras foram condicionadas durante 20 segundos com VITA CERAMICS ETCH (gel de ácido fluorídrico a 5%) e a superfície foi examinada sob um microscópio eletrônico (REM).

b) Fonte

SEM observations of porcelain YTZP interface. (Tholey, 2009, [10] cf. pág. 35)

c) Resultado

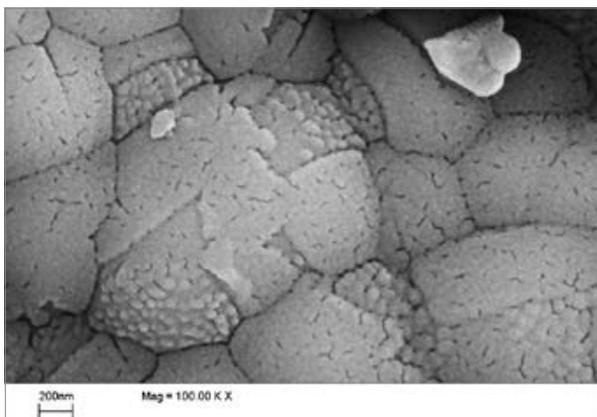


Figura 26: Estrutura VITA YZ T após recobrimento, ampliada 100.000 vezes

d) Conclusão

O procedimento de recobrimento (estratificação da cerâmica e a condução da queima) altera a estrutura cristalina da ligação à estrutura de VITA YZ T, de modo a formar uma nova estrutura cristalina. A imagem REM mostra em 100.000 vezes de ampliação esta nova superfície. Os resultados sugerem que esta nova estrutura química se conecta muito bem com a estrutura cerâmica de recobrimento VITA VM 9 e, assim, a ligação de alta resistência entre estrutura e recobrimento é alcançada.

4. Referências

1. Ensaios internos, VITA P&D:
VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG
Divisão de Pesquisa e Desenvolvimento
Spitalgasse 3
79713 Bad Säckingen

Dipl.-Ing. Michael Gödiker, Gerente de projeto de P&D, Bad Säckingen
Eva Kolb MSc, Gerente de projeto de P&D, Bad Säckingen
2. Brevier Technische Keramik, Verband der Keramischen Industrie e.V.
(associação alemã da indústria de cerâmica), 2003
3. Ensaios sobre abrasão na Universidade Hospital de Regensburg, Artigo:
Pin-on-block wear test of different ceramics; 09/2011 Prof. Dr.-Ing. Martin
Rosentritt, Chefe do Departamento de Pesquisa, Universidade Hospital de
Regensburg, Policlínica para prótese odontológica, Regensburg
4. Piconi, C., Maccauro, G. (1999). Review Zirconia as a ceramic biomaterial.
Biomaterials, 1999, 1–25.
5. Körber, K., Ludwig, K. (1983). Maximale Kaukraft als Berechnungsfaktor
zahntechnischer Konstruktionen. Dent Lab, 1983, 55–60.
6. Coldea, A. et. al. (2009). Untersuchung des Einflusses verschiedener Keramik-
schleifersysteme auf Zirkoniumdioxid, Quintessenz Zahntech, 2009, 470–483.
7. Charalambides P. G. et al. Near-Tip Mechanics of Stress-Induced Microcracking
in Brittle Materials, J. Am. Ceram. Soc. 1988, 465–472.
8. Tholey M. J., Stephan M. Haftverbundmechanismen in dentalen Schichtsystemen.
Quintessenz Zahntech, 2007; 160–168.
9. Tholey M. J., Swain M. V. , Thiel N. SEM observations of porcelain YTZP
interface. Dental Materials, 2009, 857–862.
10. Tosoh Corporation, Japan, Technical Report, 2017
11. Preis V. et al. Cycle-dependent in vitro wear performance of dental ceramics
after clinical surface treatments, Dental Materials, 2015, 49–58
12. Kailera A., Stephan M. On the feasibility of the Chevron Notch Beam method to
measure fracture toughness of fine-grained zirconia ceramics Dental Materials,
2016, 1256–1262

ESTAMOS AQUI PARA AJUDÁ-LO

› Mais informações sobre os produtos e processamentos, você também encontra em www.vita-zahnfabrik.com

Hotline do Suporte de Vendas

Para saber o status de pedidos, tirar dúvidas sobre entregas, bem como obter informações sobre produtos e materiais promocionais, o sr. Udo Wolfner e sua equipe de suporte ao cliente estarão à sua disposição.

▶ **Tel. + 49 (0) 7761 / 56 28 90**
Fax + 49 (0) 7761 / 56 22 33
das 8h às 17h CET
E-mail info@vita-zahnfabrik.com

Para obter outros contatos internacionais, acesse o site www.vita-zahnfabrik.com/contacts

Hotline técnico

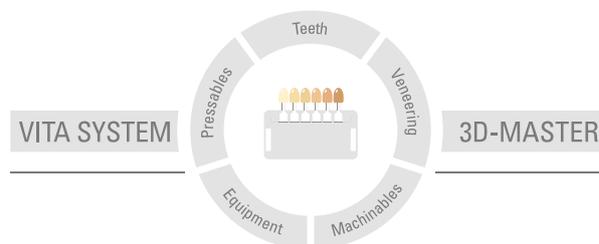
Para questões técnicas sobre as soluções de produtos VITA, entre em contato com Dr. Michael Tholey e sua equipe de assistência técnica.

▶ **Tel. + 49 (0) 7761 / 56 22 22**
Fax + 49 (0) 7761 / 56 24 46
das 8h às 17h CET
E-mail: info@vita-zahnfabrik.com

Mais informações sobre VITA YZ SOLUTIONS: www.vita-zahnfabrik.com



Mais informações sobre **VITA YZ SOLUTIONS** você encontra no site: www.vita-zahnfabrik.com



Nota importante: Nossos produtos devem ser utilizados de acordo com o manual de instruções. Não nos responsabilizamos por danos causados em virtude de manuseio ou uso incorretos. O usuário deverá verificar o produto antes de seu uso para atestar a adequação do produto à área de utilização pretendida. Não será aceita qualquer responsabilização se o produto for utilizado juntamente com materiais e equipamentos de outros fabricantes que não sejam compatíveis ou permitidos para uso com nosso produto e assim causem danos. O VITA Modulbox não é um componente obrigatório do produto. Data de publicação deste manual de instruções: 2023-02

Com a publicação deste folheto informativo todas as edições anteriores perdem a validade. A respectiva versão atualizada e vigente encontra-se em www.vita-zahnfabrik.com

A VITA Zahnfabrik é certificada e os seguintes produtos possuem a marca

CE 0124

VITA YZ® T, VITA YZ® HT, VITA YZ® ST, VITA YZ® XT, VITAVM®9

VITA YZ® e **VITAVM®9** são marcas registradas da VITA Zahnfabrik.

Os produtos de outros fabricantes citados neste documento são marcas registradas dos respectivos fabricantes citados.

MD

VITA

VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co.KG
Spitalgasse 3 · D-79713 Bad Säckingen · Germany
Tel. +49(0)7761/562-0 · Fax +49(0)7761/562-299
Hotline: Tel. +49(0)7761/562-222 · Fax +49(0)7761/562-446
www.vita-zahnfabrik.com · info@vita-zahnfabrik.com
[facebook.com/vita.zahnfabrik](https://www.facebook.com/vita.zahnfabrik)