



Cerâmicas Odontológicas

1. Definição

- Materiais compostos por uma combinação de elementos metálicos (Al, Ca, Li, Mg, K, Na, Zr, Ti) e não metálicos (O, Si, B, F).

2. Características

- Capacidade de reprodução dos complexos fenômenos ópticos observados na estrutura dental (fluorescência, opalescência, translucidez, opacidade, etc.), que é considerada excelente quando comparada a outros materiais estéticos.
- Biocompatibilidade: é o material mais biocompatível para se realizar restaurações dentárias. Esta característica está intimamente relacionada com sua capacidade de manter a cor e a textura por períodos prolongados, apresentando alta estabilidade química e alta resistência à abrasão, principalmente em relação às resinas compostas.
- Baixa tenacidade à fratura: característica indesejável das cerâmicas odontológicas que impede o seu uso irrestrito. A tenacidade à fratura destes materiais é aproximadamente 10 vezes menor do que a tenacidade dos metais. Isto significa que, quando utilizadas em aplicações estruturais (por exemplo, próteses fixas), apresentam grande risco de sofrer fratura catastrófica.
- Alto potencial de desgastar o esmalte do dente antagonista, principalmente quando a sua superfície se encontra rugosa, e quando o paciente apresenta hábitos parafuncionais como bruxismo.

3. Classificação (4 grupos):

3.1. Porcelanas

Porcelanas feldspáticas são materiais obtidos a partir de caulim (argila), quartzo e feldspato, sendo este último o principal constituinte (ao redor de 60%).

É importante que se diferenciem os termos “porcelana” e “cerâmica”, posto que são comumente confundidos. “Cerâmica” é um termo mais genérico que engloba todos os materiais apresentados neste roteiro, e pode ser definido como um produto composto por óxidos metálicos e não metálicos. Dessa forma, toda porcelana é uma cerâmica, mas nem toda cerâmica é uma porcelana.

- Microestrutura:

Matriz vítrea (amorfa) cujos principais constituintes são SiO_2 (60%) (sílica), Al_2O_3 (alumina), Na_2O (soda), e K_2O (potassa).

Algumas porcelanas apresentam também partículas cristalinas dispersas nessa matriz, como por exemplo: a leucita, alumina ou a fluorapatita. A leucita é a principal fase cristalina utilizada nesses materiais, e seu conteúdo, em volume, pode variar de 5 a 30%.

As porcelanas que não apresentam fase vítrea estão formadas apenas de fase vítrea.

O vidro amorfo tem propriedades mecânicas mais baixas do que o conteúdo cristalino.

- Como o pó é produzido?

A maior parte das porcelanas são produzidas a partir do feldspato ($\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}.\text{Al}_2\text{O}_3.6\text{SiO}_2$). Esse mineral é extraído da natureza e passa por um processo de purificação para remover contaminantes como o ferro, que causam escurecimento do

produto final (esse procedimento demora em média 9 meses) . O feldspato purificado é então misturado a quartzo e fundentes e, aquecido a altas temperaturas (1300° C).

Nessas altas temperaturas, o feldspato sofre uma fusão incongruente, ou seja, se decompõem em uma fase vítrea com cristais de leucita dispersos em seu interior. O controle da quantidade de leucita pode ser feito pelo fabricante por meio de tratamentos térmicos, e também adicionando-se leucita sintética (não obtida a partir do feldspato). Após o aquecimento a altas temperaturas, o material é resfriado bruscamente, provocando fratura da massa e gerando o que se chama de frita. Essa frita passa então por uma série de moinhos de bolas de zircônia para controlar a distribuição das partículas do pó final. Os fabricantes acrescentam nesta fase os pigmentos (óxidos metálicos) que dão à porcelana a cor e fluorescência semelhante à do dente natural. O produto final é um pó muito fino que é fornecido em potes juntamente com um líquido para modelar.

- Processamento (3 formas):

- Técnica artesanal:

Apresenta 3 etapas:

- i. Geração de uma suspensão

Pó de porcelana + água = suspensão viscosa a partir o técnico em laboratório de prótese (TPD) da qual podemos construir a restauração indireta de porcelana.

- ii. Confeção do corpo “verde”

Verde é um termo que se refere a um material que ainda não chegou a sua fase final. De modo geral, a confecção de uma restauração se dá por meio da mistura do pó da porcelana com o líquido de modelar (água destilada misturada com modificadores reológicos) sobre uma placa de vidro até formar-se uma pasta que é aplicada com um pincel sobre, por exemplo, um troquel refratário. Essa aplicação é feita em camadas, de modo a conformar o formato anatômico do dente em questão. Outro motivo da aplicação de várias camadas é o uso de diferentes cores de porcelanas (de esmalte ou dentina). A adição de óxidos específicos (ex. de titânio, de magnésio, etc) na porcelana determina sua cor final, que após da sinterização (ou seja, após de ter sido submetido a altas temperaturas) são eliminados.

A cada camada aplicada, é necessário condensar a pasta por meio da remoção da água em excesso. Isto pode ser feito vibrando-se o troquel com posterior aplicação de um papel absorvente. Outra forma de diminuição da proporção água/pó é a aplicação de pó à superfície úmida da massa com um pincel. Após a construção da restauração (também chamada de “corpo verde” nesta fase), esta é levada a um forno específico para porcelanas odontológicas, no qual se dá o processo de sinterização propriamente dito (ou queima). O objetivo da sinterização é unir as partículas do pó, aumentando a densidade da massa por meio da redução das porosidades.

As temperaturas e tempos dos ciclos de sinterização variam para cada marca comercial de porcelana, entretanto, algumas características são comuns a todos eles.

- iii. Sinterização propriamente dita

Ocorre com o aumento da temperatura (em um forno específico), com o objetivo de aumentar a densidade do material.

Inicialmente ocorre um pré-aquecimento (secagem) da massa de porcelana condensada temperaturas de aproximadamente 400° C por 5 minutos na porta do

forno pré-aquecido. Este passo garante que a água evapore lentamente sem causar danos à massa.

No próximo passo, já dentro do forno, a restauração é aquecida até a temperatura máxima (temperatura de queima) com velocidade de 45 a 50° C/min. Durante esse processo, uma bomba de vácuo é acionada e gera-se vácuo (baixa pressão de 0,1 atm) dentro do forno.

Ao se atingir a temperatura máxima do ciclo, a bomba é desligada e o ar externo (com pressão de 1 atm) entra novamente no forno, aumentado em 10 vezes a pressão do interior da mufla.

Ou seja, a sinterização é um procedimento de coalescência de partículas sólidas. Neste processo a composição química não muda (não existe uma reação química como ocorre, por exemplo, nos polímeros); a água previamente misturada com o pó de porcelana não afeta o crescimento dos cristais, e só serve para dar consistência ao pó para conseguir esculpir a anatomia de uma peça dentária na restauração. Na temperatura mais alta do ciclo de sinterização, as partículas não se fundem, mas se expandem.

▪ Detalhes do processamento:

❖ **Uso do vácuo:** No momento que liga a bomba de vácuo, os espaços entre as partículas do pó se assemelham a canais preenchidos pelo ar com baixa pressão. À medida que a temperatura aumenta, as partículas se unem em seus pontos de contato e se deformam, fazendo com que o ar com baixa pressão fique aprisionado no meio da massa.

❖ **Contração de queima:**

A associação de uma pressão de 1 atm ao redor da massa de porcelana, com uma baixa pressão (0,1 atm) no interior dos espaços entre as partículas, resulta na compressão das porosidades e redução do seu volume total, sendo este fenômeno auxiliado pelo grande escoamento que o material apresenta na sua temperatura de queima.

❖ **Temperatura de queima (alta, média, baixa, ultra-baixa):** depende da temperatura máxima que o ciclo de sinterização atinge.

De acordo com a temperatura máxima a porcelana pode ser classificada em:

- alta fusão: 1300° C

- média fusão: 1101 - 1300° C

- baixa fusão: 850 - 1100° C

- ultra-baixa fusão: menor de 850° C

❖ **Glaze:** é uma camada fina de porcelana (contendo pigmentos ou não) de ponto de fusão mais baixo a fim de se obter uma superfície altamente polida.

É aplicada na superfície da restauração de porcelana (após a sinterização do corpo verde), auxiliando no acabamento da peça, deixando após sua sinterização uma lisura superficial e brilho.

Promove o selamento dos defeitos superficiais e tensões residuais de compressão, que são positivas neste tipo de material que falha por tensões de tração.

○ CAD-CAM:

Essa sigla vem do inglês: **Computer-aided design - computer- aided manufacturing** que significa desenho auxiliado por computador – usinagem auxiliada por computador.

Apresenta 3 etapas:

a) Aquisição de uma imagem digital do dente:

Primeiramente, uma imagem digital tridimensional do dente preparado é construída em computador. Essa imagem pode ser obtida a partir do dente com uma câmera intra-oral digital, ou então a partir de um troquel em gesso que é escaneado com um escaner de superfície. Sobre a imagem digital do dente preparado, constrói-se a

imagem digital da restauração final com a ajuda de programas de computador específicos. As informações de dimensão e forma da restauração são então enviadas a uma unidade de usinagem na qual a peça de porcelana será confeccionada.

b) Confeção da restauração digital:

Sobre a imagem digital do dente preparado, constrói-se a imagem digital da restauração final com a ajuda de programas de computador específicos. As informações de dimensão e forma da restauração são então enviadas a uma unidade de usinagem na qual a peça de porcelana será confeccionada.

c) Usinagem de um bloco previamente sinterizado.

Na unidade de usinagem é inserido um bloco de porcelana pré-sinterizado em condições ideais pelo fabricante. Este bloco é desgastado por duas pontas diamantadas acopladas em braços totalmente articulados até adquirir o formato final da restauração. Após a usinagem, faz-se o ajuste marginal da peça no troquel e o posterior acabamento (*glaze* ou polimento).

- Uma vantagem do sistema CAD-CAM é o fato da sinterização do bloco de porcelana ser realizado pelo fabricante de uma forma otimizada, pois passou por uma prensagem que auxilia na redução de porosidades, melhorando assim a qualidade final da restauração obtida. A desvantagem desse bloco é que se trata de uma restauração monolítica e sua estética é comprometida.
- Com relação à adaptação das peças (ajuste marginal), apesar dos sistemas antigos apresentarem adaptação marginal pobre, a evolução do processo de usinagem levou à criação de peças com ajuste aceitável.
- Dentre as desvantagens desse sistema, pode-se considerar o fato da restauração não poder ser feita em camadas com diferentes cores e graus de opacidade, translucidez, como ocorre no método da sinterização em camadas descrito anteriormente.
- A caracterização das peças é realizada por meio da aplicação da camada de *glaze* pigmentada, porém estas podem sofrer desgaste na cavidade oral e serem removidas devido a ajustes feitos na peça. Outra dificuldade dos sistemas CAD-CAM é a inserção no computador da informação referente à face oclusal de modo que ela fique ajustada em relação ao dente antagonista.

○ Injeção:

Técnica recente. Semelhante ao processamento utilizado para as vitro-cerâmicas.

• Uso Clínico:

○ Prótese metalo-cerâmica:

Restaurações metalo-cerâmicas são aquelas que associam uma infraestrutura metálica com espessura menor do que 1 mm, a qual é recoberta por uma porcelana. A infraestrutura metálica é construída por meio de técnicas usuais de fundição, utilizando-se ligas com características adequadas para serem usadas em associação com porcelanas (ver Roteiro e texto de apoio de Ligas).

A porcelana utilizada deve ter o coeficiente de expansão térmica linear (CETL) semelhante ao da liga metálica para evitar o surgimento de trincas durante o resfriamento do conjunto durante a sinterização da porcelana.

O ajuste do CETL das porcelanas em relação à liga é geralmente feito pelo fabricante por meio do controle da quantidade de leucita. Dessa forma, quanto maior a quantidade de leucita acrescentada, maior o CETL do material. Depois de confeccionada a estrutura metálica, o processo de construção de uma peça metalo-cerâmica se inicia pela degaseificação do metal, que é um tratamento térmico feito no metal para tornar a camada de óxidos fina e regular.

Uma camada de óxidos com essas características é importante, pois favorece uma boa união química do metal à cerâmica que será aplicada. O próximo passo é a aplicação da primeira camada de porcelana chamada camada opaca. Esta camada é muito fina e apresenta alto grau de opacidade, já que tem a função de “esconder” o infraestrutura metálica para não haver comprometimento do resultado estético final. Os fabricantes geralmente recomendam um ciclo de queima mais rápido para essa camada. Após a queima da camada opaca, a restauração é construída em camadas com diferentes cores e graus de opacidade/translucidez em múltiplas queimas como descrito no processamento de sinterização. Geralmente, antes de realizar o glazeamento, o TPD envia a peça ao dentista para este faça os ajustes necessários (proximais, oclusais, etc.) . Depois de feita a prova na cavidade oral, o TPD finaliza a peça realizando o glazeamento.

- “Inlays”, “onlays”, e facetas

Este tipo de restauração é totalmente de porcelana, sem algum tipo de infraestrutura. As restaurações feitas de porcelana, sem infraestrutura metálica, apresentam a vantagem de atingirem um resultado estético mais satisfatório por não ser necessário “esconder” o metal com uma porcelana opaca como ocorre nas próteses metalo-cerâmicas. Entretanto, a ausência de um material com alta tenacidade como o metal, faz com que o risco de fratura dessas peças seja maior em comparação com as metalo-cerâmicas.

“Inlays”, “onlays” e facetas de porcelana podem ser produzidas por meio de sistemas CAD-CAM, ou por sinterização.

No caso da técnica de sinterização, o TPD inicialmente duplica o troquel do dente preparado, utilizando um silicone de adição, e vaza neste molde um revestimento específico para essa técnica. A porcelana é então aplicada em camadas sobre esse troquel refratário, sendo que várias queimas são necessárias para compensar a contração da porcelana. Após o último ciclo de sinterização, o troquel refratário é destruído por meio de desgaste com um jato de óxido de alumínio até que se tenha somente a peça de porcelana que terá os ajustes proximais, oclusais e da parte interna feitos no troquel inicial de gesso. Em seguida, a peça é glazeada, ficando pronta para ser enviada ao dentista. É importante ressaltar que trabalhos em porcelana pura não são enviados ao dentista para serem provados na cavidade oral antes da realização do “glaze”. A tentativa de se ajustar a oclusão deste tipo de peça na boca antes de estar colada geralmente leva a fraturas catastróficas do material cerâmico, portanto o trabalho é enviado ao dentista já glazeado. Ao dentista caberá realizar primeiramente os ajustes proximais e na porção interna da peça até que ocorra o correto assentamento no dente. Os ajustes oclusais na cavidade oral somente serão realizados após a cimentação definitiva da peça. As porções desgastadas devem ser polidas com sistemas de polimento para cerâmicas que possam ser utilizados dentro da cavidade oral.

- Recobrimento de infraestrutura cerâmicas

São próteses na qual a porcelana está associada a uma infraestrutura confeccionada de outro tipo de cerâmica (por ex. In -Ceram, Empress 2, Procera, Zircônia).

Geralmente, as porcelanas usadas sobre infraestruturas cerâmicas são aquelas com pouca ou nenhuma adição de uma fase cristalina, sendo predominantemente vítreas. A ausência de uma fase cristalina de alto CETL como a leucita permite que o CETL dessas porcelanas seja ajustado ao CETL da infraestrutura cerâmica, que é mais baixo do que o do metal.

A vantagem deste tipo de restauração em comparação à metalo-cerâmica é a questão da biocompatibilidade. O metal pode produzir reações alérgicas, já a cerâmica é bioinerte.

Outra diferença é a questão estética, pois é eliminada a infraestrutura metálica na qual predomina a cor escura. No entanto, hoje em dia ainda são usadas em grande escala as coroas metalo-cerâmicas.

3.2. Vitro-cerâmicas

- **Microestrutura:** similar àquela descrita para porcelanas, ou seja, uma matriz vítrea com cristais dispersos em seu interior.
 - E porque são chamadas de vitro-cerâmicas, e não de porcelanas?
 Nas vitro-cerâmicas os cristais de leucita encontram-se mais homoganeamente distribuídos do que nas porcelanas. Além da leucita como fase cristalina, outras vitro-cerâmicas apresentam cristais diferentes como o dissilicato de lítio (Sistema Empress 2), e a tetrasilica fluormica (Sistema Dicor).
 Um fator que diferencia porcelanas e vitro-cerâmicas é a forma como a fase cristalina é adicionada à matriz vítrea. Enquanto nas **porcelanas** as **partículas cristalinas surgem na matriz por meio da fusão incongruente do feldspato ou por adição controlada dos cristais**, nas **vitro-cerâmicas** essas partículas surgem por meio de um **tratamento térmico** realizado no material chamado de **ceramização**. Esse tratamento causa um rearranjo atômico na estrutura da vitro-cerâmica, fazendo com que partículas cristalinas “cresçam” na matriz vítrea, diminuindo a sua translucidez, promovendo o aumento da resistência.

- **Processamento:**

- **Centrifugação:**

Foi o primeiro processamento para vitro-cerâmicas dentárias.

O principal representante deste tipo de processamento é o sistema Dicor que não se encontra mais disponível no mercado, porém o seu estudo é importante para a melhor compreensão das vitro-cerâmicas.

Este processamento utiliza a técnica da cera perdida.

Apresenta 4 etapas:

- a) **Enceramento:** Um padrão de cera é confeccionado sobre o troquel do dente preparado e em seguida incluído no anel de revestimento específico do sistema.
- b) **Queima da cera:** O anel é então levado a um forno à temperatura de 800°C para que seja homoganeamente aquecido e a cera seja totalmente eliminada.
- c) **Centrifugação:** Após aproximadamente uma hora, o anel é levado à unidade centrifugadora juntamente com o lingote da vitro-cerâmica, que neste momento encontra-se transparente e incolor. Dentro da centrifugadora, o lingote é aquecido por uma resistência e no momento em que já apresenta fluidez suficiente, a centrífuga começa a funcionar, injetando a vitro-cerâmica fundida no interior do anel de revestimento. Ao final do processo, a peça de vitro-cerâmica é removida de dentro de anel, sendo que ainda apresenta a mesma transparência do lingote.
- d) **Ceramização:** neste passo ocorre o tratamento térmico da peça, também chamado de **ceramização** (“ceramming”). Esse tratamento provoca o surgimento de cristais de fluormica tetrasilica na matriz vítrea, fazendo com que a peça, antes transparente, adquira maior opacidade e uma coloração branca. O acabamento é feito por meio da aplicação de uma camada de vidros de baixa fusão (glaze) com corantes na superfície da peça, os quais irão melhorar o resultado estético final. Entretanto, é importante lembrar que a exemplo do glazeamento das peças de porcelana processadas por CAD/CAM, esta camada de glaze pode ser perdida ao ser fazer os ajustes na cavidade oral comprometendo a aparência da restauração.

- **Injeção:**

O principal representante deste processamento é o sistema Empress (Ivoclar). A fase inicial do processo é semelhante à técnica da cera perdida descrita anteriormente para a vitro-cerâmica Dicor.

A principal diferença é o fato de o revestimento utilizado ser específico para o sistema Empress.

Apresenta 3 etapas:

- a) Enceramento: confecção do padrão de cera
- b) Queima da cera: após que o padrão de cera foi incluído no revestimento é realizada a queima de cera e o aquecimento do anel em um forno.
- c) Injeção do lingote pré-ceramizado: essa fase é realizada em um forno específico do sistema.

O lingote de vitro-cerâmica (pré-ceramizado pelo fabricante neste caso) é colocado dentro do conduto de alimentação do anel seguido por um êmbolo de alumina que será responsável pela injeção da vitro-cerâmica quando esta estiver fluida.

O conjunto anel-lingote-êmbolo é levado dentro do forno de injeção onde passará por um ciclo térmico de aproximadamente 30 minutos de duração.

Ao atingir a temperatura máxima, na qual a vitro-cerâmica encontra-se com alta fluidez, um êmbolo presente dentro do forno encosta no embolo de alumina, empurrando-o para dentro do anel.

O resultado é a injeção do lingote, que toma a forma da restauração moldada pelo revestimento.

Após o término do ciclo e o resfriamento do anel, o revestimento é cortado com um disco de carburundum e a peça é removida do seu interior.

O TPD irá então fazer os ajustes necessários no troquel. No caso da vitro-cerâmica Empress 1 (usada para “Inlays”, “onlays” e facetas), a peça recebe uma caracterização final com uma camada de glaze e pigmentos, já que a peça recém saída do forno apresenta uma cor única. No caso da Empress 2, o que se obtém ao final do processo de injeção é uma infraestrutura de vitro-cerâmica que posteriormente será recoberta por uma porcelana com CETL semelhante ao seu.

- **Sinterização:**

O processamento por **sinterização** é igual àquele descrito para as porcelanas. A diferença está na forma como o pó é obtido. No caso das vitro-cerâmicas, o pó é produzido a partir da moagem de um bloco de vidro previamente “ceramizado”.

- **Uso Clínico:**

- As vitro-cerâmicas à base de leucita (Nome comercial: Empress 1) e fluormica tetrassílica (Dicor) apresentam propriedades mecânicas semelhantes às das porcelanas, portanto também são indicadas para a construção de “inlays”, “onlays”, facetas e recobrimento de infraestruturas cerâmicas.
- As vitro-cerâmicas à base de disilicato de lítio (Nome comercial: Empress 2) por apresentar propriedades mecânicas superiores às das porcelanas e das outras vitro-cerâmicas, é utilizada como infraestrutura de corais totais e prótese fixas de até 3 elementos.

3.3. Compósitos

- **Microestrutura:**

Uma fase cristalina (parcialmente sinterizada) em cujos espaços intersticiais se encontra um vidro amorfo (que foi infiltrado).

Embora haja uma fase cristalina e vítrea, sua forma de processamento é muito diferente, pois primeiro é criado um arcabouço poroso cristalino (alumina) no qual é infiltrado posteriormente um vidro.

O principal representante dos compósitos cerâmicos odontológicos é o sistema In-Ceram (Vita) que pode ser encontrado em três versões:

- ◆ “Spinell” (Espinélio) ($MgAl_2O_4$): apresenta cristais de $MgAl_2O_4$ (65%) como fase cristalina o que lhe confere maior translucidez, e o torna ideal para dentes anteriores. No entanto apresenta menor resistência mecânica em relação aos outros dois tipos de cristais.
- ◆ Alumina (Al_2O_3): A infraestrutura do In-Ceram Alumina apresenta cristais de alumina (68%) como fase cristalina.
- ◆ Alumina-Zircônia (45% Al_2O_3 + 22% ZrO_2)
O resultado final da mistura de cristais de alumina (45%) e zircônia (22%) é uma estrutura opaca, ou seja, com translucidez muito reduzida e melhores propriedades mecânicas. Por causa disso é frequentemente usada para infraestruturas das restaurações totalmente cerâmicas da região posterior.

A resistência mecânica aumenta da seguinte forma: Spinell < Alumina < Alumina-Zircônia

- Processamento:

- Técnica de Colagem ou “slip cast”

Apresenta 3 etapas:

- a) Geração de uma suspensão: a suspensão é formada pelo pó misturado com água.
- b) Confecção do corpo-verde (esta fase caracteriza esta técnica): nesta fase a suspensão é aplicada sobre um material refratário de modo que este absorva a água da pasta por capilaridade, produzindo assim o corpo verde que será posteriormente sinterizado. No sistema In-Ceram, o pó cerâmico (alumina, espinélio ou alumina + zircônia) é inicialmente misturado com o líquido de modelar próprio do fabricante, formando uma suspensão que é aplicada sobre o troquel de revestimento (obtido da mesma forma descrita para peças de porcelana pura) . A pasta é pincelada de modo a atingir o formato da infraestrutura desejada (coroa ou ponte).
- c) Sinterização parcial: A estrutura é levada a um forno específico do sistema (Inceramat, 1100° C por 2 horas), no qual a cerâmica sofrerá uma sinterização parcial, ou seja, as partículas cristalinas irão unir-se umas às outras apenas em seus pontos de contato, sem que haja contração da massa. O resultado é uma estrutura de cerâmica cristalina (arcabouço) com alto grau de porosidade e baixas propriedades mecânicas, permitindo que o TPD realize ajustes com brocas multilaminadas nas bordas da peça com facilidade. Nesta fase o arcabouço obtido é mais manipulável, mas também é frágil.
- d) Infiltração do vidro: O passo seguinte é a infiltração de um vidro de silicato de alumínio e lantânio a 1100° C, que é aplicado sobre o corpo de alumina na forma de pó misturado com água destilada formando uma suspensão (a infiltração espontânea ocorre por meio de forças capilares). Ao final desse ciclo e após o resfriamento da peça o excesso de vidro é removido com um jato de óxido de alumínio, deixando a infraestrutura pronta para a aplicação da porcelana de recobrimento. Após a infiltração do vidro, a restauração apresenta uma aparência de “caramelo” o que indica a infiltração do vidro na peça.

- CAD-CAM:

Nesta técnica, um bloco cerâmico que já foi parcialmente sinterizado pelo fabricante (alumina, espinélio ou alumina + zircônia) é usinado em uma unidade CAD-CAM, para posteriormente ser infiltrado com vidro. Para construir esse bloco, inicialmente o fabricante prensa o pó cerâmico misturado ao líquido de modelar (técnica de prensagem a seco ou

“dry press”), dando ao conjunto um formato cúbico. Em seguida, a sinterização parcial desta cerâmica é realizada pelo fabricante da mesma forma descrita na técnica da colagem, utilizando o forno específico do sistema.

Apresenta 4 etapas:

a) Aquisição de uma imagem digital do dente, por meio de um scanner.

b) Confeção da infraestrutura:

No laboratório de prótese, o bloco cerâmico é levado a uma unidade CAD-CAM para ser usinado até que tome a forma de uma infraestrutura (coroa ou ponte).

c) Usinagem de um bloco parcialmente sinterizado (pelo fabricante): nesta etapa o vidro ainda não foi infiltrado no bloco, então o bloco está na forma de arcação poroso, ou seja, é um bloco que não é obtido a partir da técnica de “slip cast”, e sim por prensagem.

d) Infiltração de vidro:

Ao final, a infraestrutura passará pelo processo de infiltração do vidro de forma idêntica à descrita para a técnica da colagem.

Uma vantagem da utilização do sistema CAD-CAM neste caso é o fato de que a infraestrutura obtida a partir do bloco parcialmente sinterizado pelo fabricante (“dry press”) apresenta melhor qualidade (menos defeitos) do que aquela obtida pela técnica “slip cast” realizada pelo TPD. O objetivo desta técnica foi automatizar a produção de restaurações.

• Uso Clínico:

- A escolha do compósito (alumina, espinélio ou alumina + zircônia) vai depender da situação clínica. Assim, em dentes que necessitam de um material mais translúcido, o espinélio é o compósito mais indicado como infraestrutura, entretanto é importante considerar que este material é o que apresenta a menor resistência mecânica entre os compósitos. Já nos casos em que a translucidez não é necessária, é possível optar pelo compósito de alumina + zircônia que apresenta as melhores propriedades mecânicas dentre os materiais desse tipo. Os compósitos também podem ser utilizados para a construção de infraestruturas de próteses fixas de três elementos, entretanto, nestes casos recomenda-se a utilização dos materiais com melhores propriedades mecânicas (alumina ou alumina + zircônia).
- Infraestrutura de inlays e onlays
- Infraestrutura de coroas totais anteriores e posteriores.
- Infraestrutura de próteses fixas

3.4. Policristalinas

• Microestrutura:

Únicamente cristalina (sem fase amorfa) organizada em forma de grãos cristalinos unidos uns aos outros por meio de uma substância intergranular.

Na odontologia, os principais representantes desses materiais são a alumina pura e a zircônia tetragonal policristalina estabilizada por ítrio (*yttrium oxide partially-stabilized tetragonal zirconia polycrystals* – Y-TZP). Em ambos os materiais, a microestrutura se apresenta como grãos cristalinos unidos uns aos outros por meio de uma substância intergranular. Alguns poros entre os grãos cristalinos podem estar presentes. Dentre as cerâmicas utilizadas para a fabricação de infraestruturas em odontologia, as policristalinas são as que apresentam melhores propriedades mecânicas, entretanto, são as que possuem menor translucidez. Ao se comparar alumina e zircônia, é possível concluir que a última apresenta melhores propriedades mecânicas por causa de sua microestrutura diferenciada.

À temperatura ambiente, os cristais de zircônia apresentam normalmente uma estrutura cristalina monoclínica, que ocupa um volume maior do que uma outra forma estrutural da

zircônia chamada de tetragonal, a qual só existe em altas temperaturas (acima de 1170°C). Com base nesses conhecimentos, descobriu-se que era possível produzir peças de zircônia que, à temperatura ambiente, apresentassem zircônia tetragonal, em vez da monoclinica. Isso se tornou possível por meio da adição de alguns óxidos à zircônia durante a sua sinterização. Um dos óxidos mais utilizados para esse fim é o de ítrio, o qual deu origem ao material chamado zircônia tetragonal policristalina estabilizada por ítrio.

Este tipo de zircônia apresenta cristais no formato tetragonal à temperatura ambiente, entretanto, a concentração de tensões (gerada ao redor de um defeito pré-existente no material) induz a transformação (transformação martensítica ou displaciva) dos cristais tetragonais em cristais monoclinicos.

Como a forma monoclinica ocupa um volume de 3 a 5% maior do que os cristais tetragonais, o resultado final é geração de tensões de compressão ao redor do defeito, impedindo que a trinca se propague e leve à fratura do material. Esse mecanismo é o principal responsável pelo fato da zircônica estabilizada por ítrio ser a cerâmica odontológica que apresenta as melhores propriedades mecânicas como será visto adiante.

- Processamento:

- o Sinterização (Sistema PROCERA):

A sinterização da alumina apresenta algumas diferenças em relação às outras cerâmicas. O principal representante comercial deste tipo de processamento é o sistema Procera (Nobel), que permite a confecção de “copings” com 99% de alumina.

Apresenta 5 etapas:

- a) Aquisição de uma imagem digital do dente: escaneamento do troquel com um escaner de superfície, o qual envia as informações do preparo para uma fábrica em Estocolmo (Suécia) ou Nova Jersey (EUA).
- b) Usinagem de um troquel de revestimento: As informações digitais do preparo são utilizadas para confeccionar um troquel de revestimento expandido.
- c) Geração de uma suspensão (de alumina): que é aplicada no troquel de revestimento expandido para conformar a infraestrutura.
- d) Confecção do corpo verde: O corpo verde é então prensado sobre o troquel com alta pressão para então ser levado ao forno onde ocorre a sinterização da peça.
- e) Sinterização propriamente dita (problema de contração): É importante salientar que neste sistema a sinterização da alumina é realizada em um forno específico e de forma muito mais eficiente do que nos compósitos, sendo que a peça final apresenta um baixo grau de porosidade. Após a sinterização, ocorre uma contração da peça em torno de 15%, portanto é necessário que a fábrica produza um outro troquel em gesso sem ampliação para o ajuste da peça. A infraestrutura é enviada ao técnico do país de

origem por correio, e após a prova no dente, é realizada a aplicação de uma porcelana em camadas para completar a restauração.

- CAD-CAM:

O processamento por CAD-CAM é utilizado tanto para a zircônia (Y-TZP) como para alumina e apresenta algumas diferenças em relação ao que foi descrito no processamento CAD-CAM de porcelanas.

- a) Aquisição de uma imagem digital do dente
- b) Confecção de restauração digital: a infraestrutura desejada é desenhada por um computador. Em alguns sistemas (por exemplo, Lava-3M e Zyrcomat-Vita), uma imagem digital do preparo é obtida por meio de um escaner de superfície e sobre essa imagem, é construída a infraestrutura com o auxílio de um programa de computador.
- c) Usinagem de um bloco parcialmente sinterizado (pelo fabricante): a informação referente à infra-estrutura é enviada a uma unidade de usinagem que desgasta com brocas um bloco de Y-TZP ou alumina (ambos parcialmente sinterizados pelo fabricante).
- d) Sinterização final: Esse bloco precisa estar em estado de sinterização parcial, pois a cerâmica policristalina totalmente sinterizada é um material extremamente duro, o que dificulta muito o seu desgaste com brocas. O desgaste, que demora aproximadamente 30 minutos, é realizado de modo que ao final se tenha uma estrutura 20% maior do que o tamanho final desejado. Na fase final, a peça é levada a um forno específico de cada sistema para que sofra uma sinterização adicional com consequente melhora das propriedades mecânicas (por diminuição das porosidades) e ocorrência da contração prevista. Após a prova da infraestrutura na boca, o TPD irá aplicar uma porcelana com CETL compatível com o da cerâmica utilizada.

Existe também outro sistema CAD-CAM para zircônia que é chamado de sistema de alta pressão isostática (“high isostatic pressure” – HIP), no qual um bloco de zircônia é primeiramente sinterizado de uma forma otimizada com altíssima pressão para que ocorra o máximo de eliminação de porosidades. Este bloco apresenta alta dureza e é de difícil usinagem, portanto ele é levado a uma unidade de usinagem especial que tem brocas de alta resistência e sistema de refrigeração eficiente. Nesta máquina, o bloco tomará o formato da infraestrutura desejada, entretanto é necessário aproximadamente 8 horas para a finalização do processo.

- Uso Clínico:

- Infraestruturas de coroas totais
- Infraestruturas de PPFs de 3 ou mais elementos

Essas infra-estruturas devem ser recobertas com as porcelanas apropriadas para que a restauração seja finalizada.

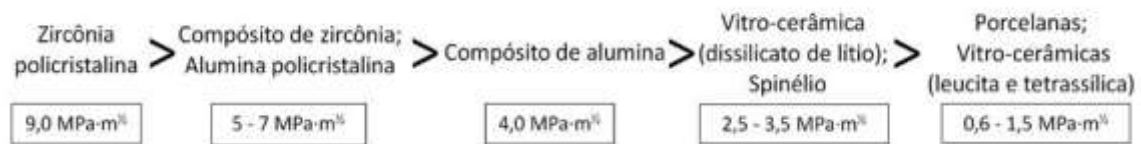
Apesar das estruturas de alumina e zircônia serem as que apresentam melhores propriedades mecânicas dentre as cerâmicas odontológicas, é importante salientar que estes materiais são os que apresentam maior opacidade, o que pode dificultar a restauração de dentes que exijam elevada translucidez.

4. Propriedades gerais

4.1 Propriedades Mecânicas

- Tenacidade à fratura:

As cerâmicas são materiais frágeis que apresentam alto risco de sofrer fratura catastrófica. Esta característica fica ainda mais evidente quando as cerâmicas são comparadas aos metais, que são materiais mais dúcteis. Dentre as propriedades mecânicas, a que melhor caracteriza a resistência de um material à propagação de defeitos é a tenacidade à fratura. Essa propriedade indica a quantidade de energia que um material consegue absorver antes de se fraturar. Enquanto os metais apresentam tenacidade ao redor de 40 MPa.m^{1/2}, a cerâmica odontológica mais tenaz (zircônia policristalina) apresenta tenacidade de 9,0 MPa.m^{1/2}. Do ponto de vista clínico, esses dados se refletem no fato das estruturas metálicas apresentarem um risco de fratura muito menor e serem mais confiáveis do que as estruturas cerâmicas.



- Resistência ao desgaste:

A resistência ao desgaste das cerâmicas odontológicas é considerada muito alta se comparada a polímeros e metais. Apesar de essa característica ser considerada uma vantagem, ela pode trazer consequências clínicas problemáticas, como o alto potencial de desgaste do esmalte do dente antagonista. Esse desgaste pode ser ainda mais severo quando a superfície da restauração cerâmica apresenta-se rugosa. Portanto, com relação ao desgaste do esmalte antagonista, é importante que o clínico tome os seguintes cuidados: a) certificar-se de que a superfície das restaurações cerâmicas estejam sempre polidas mesmo depois de desgastes realizados com o objetivo de ajustar a restauração; b) estar atento aos pacientes que apresentam hábitos parafuncionais (por exemplo: bruxismo), pois o desgaste de estrutura dental pela cerâmica pode ser potencializado.

4.2 Propriedades Ópticas

- Reprodução dos fenômenos ópticos que ocorrem no dente.
- Quanto maior o conteúdo cristalino, menor a translucidez.
- Nas cerâmicas odontológicas, a translucidez de um material está intimamente relacionada ao seu conteúdo cristalino e ao tipo de cristal presente em sua microestrutura.
- Como uma regra geral, pode-se dizer que quanto maior o conteúdo cristalino do material, menor a sua translucidez.
- Dessa forma, as porcelanas e as vitro-cerâmicas (à base de leucita e tetrassilica), por apresentarem um baixo conteúdo cristalino em relação às outras cerâmicas, são as cerâmicas odontológicas que apresentam maior grau de translucidez.
- Entretanto, é importante deixar claro que o tipo de cristal também interfere nessa característica. Sendo assim, a leucita é também interfere nessa característica. Sendo assim, a leucita é um cristal que apresenta alta translucidez em relação a outros cristais como, por exemplo, o de alumina. É preciso lembrar também que os fabricantes podem controlar o grau de translucidez das porcelanas e vitro-cerâmicas por meio de adição dos óxidos metálicos opacificadores, criando assim porcelanas e vitro-cerâmicas com alta opacidade.
- Quando se comparam vitro-cerâmicas à base de dissilicato de lítio, compósitos e cerâmicas policristalinas podemos estabelecer uma classificação na seguinte ordem

decrecente de translucidez: a) compósito de espinélio; b) vitro-cerâmica à base de dissilicato de lítio; c) alumina policristalina; d) compósito à base de alumina; e) compósito à base de zircônia; f) zircônia policristalina. Essa classificação mostra que os cristais de zircônia são muito opacos e resultam nos materiais com menor grau de translucidez. Já os cristais de dissilicato de lítio e de espinélio são mais translúcidos que os de alumina e de zircônia, conferindo ao material uma maior translucidez.

- O grau de translucidez final da restauração depende da cor e translucidez do material usado na infraestrutura e do material de recobrimento, o que torna bastante complexo o trabalho com as cerâmicas odontológicas quando o objetivo é imitar a estrutura dental. A experiência do TPD e do dentista com os diversos materiais é muito importante para que se alcance um resultado clínico satisfatório.
- Além de apresentarem translucidez e opacidade semelhantes à do dente, as cerâmicas precisam reproduzir outros fenômenos ópticos, como os fenômenos da fluorescência e da opalescência. No caso das porcelanas e vitro-cerâmicas, os fabricantes acrescentam óxidos metálicos (óxido de cério, ferro, níquel, cobalto) em sua composição para reproduzir adequadamente esses efeitos.

5. Onde saber mais:

- Anusavice, K. Phillips Materiais Dentários. Elsevier, 12a ed, 2013. Capítulo 18.

