



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0814819-8 B1



(22) Data do Depósito: 07/07/2008

(45) Data de Concessão: 16/07/2019

(54) Título: CORPO CERÂMICO E PROCESSO PARA A PREPARAÇÃO DO MESMO

(51) Int.Cl.: C04B 41/91; A61K 6/06; A61L 27/10; C04B 41/53.

(30) Prioridade Unionista: 06/07/2007 EP 07 11886.3; 30/07/2007 US 60/935,164.

(73) Titular(es): VITA ZAHNFABRIK H. RAUTER GMBH & CO. KG.

(72) Inventor(es): ANDRÉ SCHÖNE; MARC STEPHAN.

(86) Pedido PCT: PCT EP2008058763 de 07/07/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/007338 de 15/01/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 06/01/2010

(57) Resumo: CORPO CERÂMICO E PROCESSO PARA A PREPARAÇÃO DO MESMO A presente invenção refere-se a um processo para a preparação de implantes cerâmicos dentais tendo uma superfície para melhorar ossointegração, em que as seguintes etapas de processo são realizadas para preparar tal superfície: - preparação de um bloco cerâmico tendo uma superfície; - tratar pelo menos uma área parcial da superfície do bloco cerâmico por um processo abrasivo que produz uma rugosidade de superfície da superfície que corresponde a um tratamento por abrasão por jato de areia sob uma pressão abrasiva de 150 kpa a 800 kpa (1,5 bar a 8 bar) e com um tamanho de grão do meio abrasivo usado para despolir com jato de areia de 30 µm a 250 µm; - seguido por um tratamento químico da pelo menos uma área parcial da superfície do bloco cerâmico tratada com o processo de abrasão; - seguido por um tratamento térmico do bloco cuja superfície foi submetida à tratamentos abrasivos e químicos a temperaturas de > 125°C. A invenção refere-se também a um corpo cerâmico obtível pelo processo de acordo com a invenção.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"CORPO CERÂMICO E PROCESSO PARA A PREPARAÇÃO DO MESMO"**.

A presente invenção refere-se a um corpo cerâmico, um processo para a preparação do mesmo, e ao uso do dito corpo cerâmico, especialmente em medicina.

Cerâmicas técnicas ou cerâmicas de alto desempenho têm uma variedade de propriedades que podem ser utilizadas para melhorar produtos em várias aplicações em construção de equipamento e máquina, em tecnologia de produção e processo, em aplicações de alta temperatura, em tecnologia de precisão, eletrotecnologia e eletrônicos e em ótica. Alguns processos tornam-se possíveis apenas pelo uso de cerâmicas de alto desempenho. Tais propriedades incluem:

Refractaridade e resistência a choque térmico, altas resistências e confiabilidade, também na faixa de altas temperaturas, baixo coeficiente de expansão térmica, dureza e resistência à abrasão, resistência contra corrosão química, baixa densidade, e máxima rigidez, resistência a longo prazo (sem fadiga).

Se empregados de uma forma competente, tais materiais podem alcançar vantagens econômicas para o usuário quando comparados a materiais tradicionais (metais, materiais plásticos, vidro e cerâmicas convencionais), por exemplo, por uma vida útil prolongada dos componentes e agregados ou por uma melhora da eficiência de reações devido à aplicação de temperaturas mais altas. Limitações, do uso de materiais cerâmicos, por exemplo, devido à sua fragilidade, podem ser evitadas usando uma construção que leva em consideração as exigências específicas de cerâmicas.

Portanto, corpos cerâmicos são empregados em quase todos os campos de tecnologia. Como campos de aplicação em adição aos campos técnicos, podem ser mencionados, em particular, medicina e medicina dental, onde cerâmicas são empregadas para implantes. Nesta função, elas competem com metais, tais como titânio. Entretanto, não tem sido possível, hoje em dia prover implantes com topologias de superfície similar às aquelas de

implantes com titânio, que podem ter efeitos negativos na integração de implante e processo de cura.

Implantes cerâmicos anteriores possuem superfície usinada ou despolida por jato de areia. Especialmente, superfícies despolidas por jato de areia não possuem propriedades mecânicas e microbiológicas ideais devido ao dano de superfície delgada e os resíduos de superfície de meio abrasivo.

Superfícies cerâmicas podem ser tratadas de diferentes formas.

DE-A-41 38 214 refere-se a um processo para metalização de alta adesão de cerâmicas de nitrito de alumínio. Neste processo, a cerâmica é mecanicamente pré-tratada, limpa e quimicamente pós-tratada, desse modo uma rugosidade fina uniforme é alcançada. Isto permite uma ancoragem de adesão muito alta de uma metalização de duas etapas aplicada depois.

US-A-6.296.716 refere-se a um método de limpeza de peças cerâmicas, tais como barcos de carbeto de silício como empregado em produção de semicondutor. O processo inclui a lavagem de uma peça cerâmica usada ou virgem com um forte ácido, seguido pelo uso de um processo de limpeza com CO₂ peletizado sobre a peça limpa com ácido.

US-A-5.578.349 refere-se a um processo para aplicar uma camada protetora de óxido de tântalo uniformemente aderente a uma porção de um plugue incandescente cerâmico para proteger o plugue incandescente de silício em condições ambientes corrosivas geradas pela combustão de combustíveis alternativos em um motor a diesel. A cobertura é efetuada por deposição de óxido de tântalo em um plugue incandescente de silício por técnicas de deposição por spray de plasma.

WO-A-2006/131010 refere-se a um implante cerâmico, especialmente um implante dentário, tendo uma superfície estruturada ou porosa para pelo menos inserção parcial em um osso. Uma superfície porosa particularmente vantajosa é obtida se ela for modificada em uma fusão de sal pelo menos em áreas da mesma. Essas excelentes propriedades osteointegração podem ser causadas em um processo em que a superfície é uma superfície modificada em uma fusão de sal pelo menos nas áreas expostas

ao osso e/ou tecidos lisos, opcionalmente após uma prévia ablação de modificação de superfície.

No Journal of Oral Rehabilitation, 2001, 28; 95-101, S. Canay et al. reporta-se um estudo para determinação de efeitos de tratamentos de superfície selecionada na estrutura de superfície de uma porcelana de feldspato. Três diferentes tratamentos de corrosão com diferentes ácidos foram examinados.

Um objetivo da presente invenção é prover uma superfície cerâmica que evita as desvantagens da técnica anterior. Em particular, supõe-se que a superfície cerâmica permita o crescimento e a ligação de tecido ósseo e melhore o processo de integração e cura quando usada em implantes médicos. Em particular, um encurtamento do tempo de cura (tempo de carga) de implantes cerâmicos deve ser alcançado, de modo que ele possa estar sujeito à completa carga mais cedo. Outro objetivo é prover um processo para a preparação de superfícies cerâmicas.

O objetivo é alcançado por um processo para a preparação de implantes dentais de cerâmica tendo uma superfície para melhorar osseointegração, em que as seguintes etapas de processo são realizadas para preparar tal superfície:

- preparação de um bloco cerâmico tendo uma superfície;
- tratar pelo menos uma área parcial da superfície por um processo que produz uma rugosidade de superfície da superfície que corresponde a um tratamento por abrasão por jato de areia de 150 kpa a 800 kpa (1,5 bar a 8 bar) e com um tamanho de grão do meio abrasivo usado para despolir com jato de areia de a partir de 30 μm a 250 μm ;
- seguido por um tratamento químico do pelo menos uma área parcial da superfície do bloco cerâmico com o processo de abrasão;
- seguido por um tratamento térmico do bloco cuja superfície foi submetida à abrasão;
- seguido por um tratamento térmico do bloco cuja superfície foi submetida a tratamentos abrasivo e químico a temperaturas de $> 125^{\circ}\text{C}$.

O bloco que pode ser empregado no processo de acordo com a

invenção pode, mas não é necessário, ter um formato definido, tal como o formato de um implante dentário ou similar.

5 A invenção permite a produção de uma microtopografia de nanoestruturas apropriada para o material envolvido pela combinação das etapas do processo individual. O tratamento químico aumenta graus de liberdade que podem ser utilizados para ajustar a topografia e propriedades de superfície. O pós-tratamento térmico causa um efeito de corrosão adicional, a assim chamada corrosão térmica, de modo que óxidos misturados para ajustar propriedades desejadas podem difundir em posições cristalograficamente/energeticamente favoráveis do retículo de cristal e deixam uma superfície
10 de nanoestrutura sem bordas "delgadas". Isto aplica-se, por exemplo, a óxidos de zircônio, em que uma microtopografia sem a formação dos fluoretos de zircônio indesejados pode ser alcançada ajustando o tempo de corrosão química. Uma vantagem é a integração biológica mais rápida de um implante
15 no osso que pode ser esperado com tal uma superfície.

A preparação do bloco cerâmico é efetuada, por exemplo, formando processos, tais como pressão isostática, para obter um bloco precursor que é compactado por sinterização, especialmente sinterização atmosférica e/ou pressão isostática quente. Em adição à sinterização atmosférica, sinterização sob uma atmosfera de gás de um tipo diferente, tal como na presença de hidrogênio, pode também ser usada para prover diferentes propriedades. Adicionalmente, pressão uniaxial, moldagem por injeção cerâmica e moldagem por injeção de baixa pressão podem ser usadas para a preparação do bloco precursor. Os componentes óxidos que são normalmente empregados
20 para a preparação de um bloco cerâmico são submetidos ao processo de formação em uma forma em pó. Os processos relevantes são descritos, por exemplo, em E. Kruse et al.: Technologie der Keramik-I, Volume 2: Mechanische Prozesse (1982), para pressão a seco e pressão isostática e em J. Kriegesmann: Keramische Werkstoffe, Chapter 3.6.3.0; B.W. Hofer, Heißisostatisches Pressen (1993), para pressão isostática quente. O bloco precursor pode em seguida ter a superfície tratada se sua resistência for suficiente para suportar o processo de tratamento mecânico da superfície.
25
30

Os componentes de óxido incluem, em particular, óxidos dos metais alumínio, zircônio, ítrio, cério, háfnio, magnésio e, em baixas proporções, também ferro, lantânio, cromo, estrôncio, silício, cálcio.

5 O tamanho das partículas que podem ser empregadas no processo de acordo com a invenção não é crítico uma vez que todos os tamanhos que são usuais em produção de cerâmica podem ser empregados. Tipicamente, o tamanho de partícula está dentro de uma faixa de 0,1 μm a 3 μm , especialmente de 0,3 μm a 1 μm .

10 Em uma modalidade do processo de acordo com a invenção, o bloco cerâmico é compactado nesta etapa de processo para uma densidade de $\geq 90\%$ a 99,9% da densidade teórica (100% livre de poro).

Se a coloração obtida após a etapa de processo de produção de bloco precursor for indesejada uma assim chamada calcinação de aquecimento branca pode ser recomendável. "Calcinação de aquecimento branca" 15 significa a sinterização ou anelagem da cerâmica em uma atmosfera oxidativa após pressão isostática quente. O bloco cerâmico preparado pode ser processado por processos abrasivos para formação adicional. Como o processo abrasivo, pode ser usado, por exemplo, trituração, moagem, processos abrasivos a laser e/ou polimento.

20 Em uma etapa adicional do processo de acordo com a invenção, o bloco cerâmico preparado como descrito acima e opcionalmente trazido para um formato desejado pelos processos abrasivos é adicionalmente processado em uma etapa de processo abrasivo. A etapa de processo mecânico para processar a superfície do bloco cerâmico no final das contas causa 25 uma rugosidade mais elevada da superfície do bloco cerâmico. Para tornar-se rude é suficiente a porção do bloco que deve ser ancorada no osso, e opcionalmente o pescoço do implante.

Assim como a etapa de processo mecânico de acordo com a invenção, pode ser usado, por exemplo, um processo de abrasão de material, 30 tal como um processo de trituração, moagem e/ou processo abrasivo a laser. O processo de acordo com a invenção pode ser realizado, em particular, por processos abrasivos de material por meio de partículas duras, tais como co-

rundum, diamante, carbetto de silício. O tamanho de partícula das partículas duras pode ser de 1 μm a 250 μm .

Um processo abrasivo por jato de areia foi provido como útil, em particular. Abrasão por areia pode ser realizada sob uma pressão abrasiva de 150 kpa a 800 kpa (1,5 bar a 8 bar), ou mesmo 250 kpa a 800 kpa (2,5 bar a 8 bar) ou mais dependendo do tamanho do grão do meio abrasivo ou sua condição, especialmente de 400 kpa a 600 kpa (4 bar a 6 bar). Em particular, Al_2O_3 é usado como o meio abrasivo. O tamanho do grão do meio abrasivo, especialmente Al_2O_3 , é de 30 μm a 250 μm , especialmente de 30 μm a 130 μm .

De acordo com a invenção, o tratamento mecânico é seguido por um tratamento químico. De acordo com a invenção, o tratamento químico é efetuado, por exemplo, por corrosão da superfície do bloco cerâmico por tratamento com ácido fluorídrico, soluções contendo ácido fluorídrico, ácido nítrico, ácido sulfúrico, e/ou fusões de sal. Tipicamente, soluções de sal contendo ácido fluorídrico são HF em água. US-A 6.969.688 descreve solventes e um ácido contendo halogênio, o solvente incluindo pelo menos um dos seguintes componentes: H_2O , álcool, tetra-hidrofurano (THF), ácido sulfúrico (H_2SO_4) e sulfóxido de dimetila (DMSO), e o ácido contendo halogênio incluindo pelo menos um dos seguintes componentes: HF, HBr, HI e HClO_4 .

Assim como agentes de corrosão no processo de acordo com a invenção, fusões de sal podem ser usadas, por exemplo, aquelas mencionadas em WO-A-2006/131010. De acordo com a primeira modalidade do processo, a fusão de sal é uma fusão de sal de nitratos alcalinos e/ou alcalino-terrosos, hidróxidos alcalinos e/ou alcalino-terrosos, haletos alcalinos e/ou alcalino-terrosos, ou uma mistura de tais sais. A fusão de sal pode compreender pelo menos um hidróxido, especialmente hidróxido alcalino e/ou alcalino terroso. Assim como fusões de sal (eutéticas), podem ser empregadas aquelas que consistem exclusivamente em um ou mais hidróxidos, especialmente em um ou mais hidróxidos alcalinos e/ou alcalino-terrosos. As misturas podem ser binárias, ternárias, ou mais elevadas. Em particular, uma fu-

são de sal que consiste essencialmente em hidróxidos alcalinos, tais como hidróxido de potássio e/ou hidróxido de sódio e/ou hidróxido de lítio, é usada. Componentes menores, tipicamente em uma faixa menor do que 5% ou mesmo menor do que 2%, de outros sais ou outros aditivos, se para ajustar ou não a atividade de corrosão ou para ajustar a temperatura de fusão, podem adicionalmente estar presentes.

Por exemplo, podem ser empregadas fusões de sal binárias, por exemplo, de hidróxido de potássio e hidróxido de sódio, os dois componentes estando presentes em uma razão de 2:1 a 0,5:1, especialmente dentro de uma faixa de 1,5:1 a 0,75:1. Com tais fusões de sal binárias, especialmente consistindo nos materiais mencionados, o processo é realizado, por exemplo, em uma temperatura dentro de uma faixa de 100 a 600°C, especialmente em uma temperatura dentro da faixa de 150 a 250°C.

Por exemplo, fusões de sal ternárias de hidróxido de potássio, hidróxido de sódio e hidróxido de lítio também podem ser úteis, esses três componentes sendo usados em uma razão dentro de uma faixa de 10-20 : 4-10 : 0,5-2, especialmente dentro de uma faixa de 14 : 6:1. Com tais fusões de sal ternárias, o processo pode ser realizado em uma temperatura de 100 a 400°C, especialmente em uma temperatura dentro da faixa de 150 a 250°C.

Em geral, pode ser dito que uma fusão de sal pode tipicamente ser usada em uma temperatura de 80 a 1300°C, especialmente em uma temperatura dentro da faixa de 150 a 600°C.

Pelo menos em áreas particulares, a superfície a ser processada é exposta a uma fusão de sal, por exemplo, na forma de uma banheira, durante um período de 10 minutos a 300 horas ou de 10 a 100 horas, especialmente de 25 a 35 horas. Entretanto, outros tempos, preferivelmente pelo menos uma hora, pode também ser usado dependendo dos resultados a serem obtidos.

Usando a duração da exposição do bloco ao meio de corrosão, a condição da superfície pode ser ajustada, por exemplo. Assim, quando ácidos contendo flúor, tais como ácido fluorídrico, agem por um curto período

do de tempo, a formação de quantidades capazes de remarcar, de fluoreto é suprimida. Se desejado, áreas particulares podem ser excluídas da corrosão, por exemplo, evitando contato da mesma com o agente de corrosão ou cobrindo a superfície de tais áreas particulares com substâncias que suportam contato com o agente de corrosão, por exemplo, cera, PE, PP.

Seguindo o tratamento térmico e mecânico da superfície do bloco cerâmico, o processo de acordo com a invenção provê um tratamento térmico.

O tratamento térmico é tipicamente efetuado a temperaturas de 900°C a 1500°C especialmente de 1200°C a 1400°C.

De acordo com a invenção, o processo é conduzido, por exemplo, sob uma atmosfera oxidativa. Os tempos de estágios a alta temperatura (holding time) na temperatura final desejada são de 1 h a 5 h, em particular.

O tratamento térmico é efetuado após os tratamentos mecânico e químico, em que as etapas do processo de acordo com a invenção podem ser realizadas após processos de preparação do bloco cerâmico. O processamento mecânico pode ser realizado antes da pressão isostática quente, seguida por processamento mecânico e tratamento químico pelo processo de acordo com a invenção. O tratamento térmico pode também coincidir com a pressão isostática quente. Também, o processo de preparação de bloco e modificação de superfície pode ser efetuado entre a pressão isostática quente e a calcinação de aquecimento branca. Assim, a calcinação de aquecimento branca seria a mesma como o processo térmico final.

A invenção também refere-se a um corpo cerâmico com uma superfície que pode ser obtida pelo processo de acordo com a invenção. O corpo cerâmico de acordo com a invenção tem uma superfície singular que pode ser interpretada como uma superposição de uma superfície microestruturada introduzida pelo tratamento mecânico, e uma superfície nanoestruturada. Tipicamente, valores (Ra) de rugosidade da superfície estão dentro de uma faixa de 0,5 μm a 2,5 μm , especialmente de 0,9 μm a 1,8 μm .

O corpo cerâmico de acordo com a invenção pode ser usado, por exemplo, em uma forma projetada como um implante medicinal. Em par-

5 ticular, dispositivos tais como implantes dentais, endopróteses, unha, torção (torções do córtex) e placas podem ser mencionados. Os corpos cerâmicos de acordo com a invenção podem também ser empregados em uma superfície ativa, tais como suportes para catalisadores, filtros e material de absorção.

A rugosidade formada pelo processo de acordo com a invenção foi estabelecida com um dispositivo de medição de rugosidade de superfície Hommel Tester T8000 (calibrado com uma extremidade de diamante de 2 μm de raio e 60° de ângulo aberto). Os valores R_a medidos estão dentro de uma faixa de 0,5 μm a 2,5 μm , especialmente dentro de uma faixa de 0,9 μm a 1,8 μm .

A invenção será adicionalmente explicada de modo ilustrativo a seguir.

Exemplo 1:

15 Uma amostra de 3Y-TZP-A foi pré-sinterizada a 1350°C, e sua superfície foi subsequentemente despolida por jato de areia com 130 μm de pó de corindon sob uma pressão de 600 kpa (6 bar) e em uma distância abrasiva de 4 cm. Após a amostra ter sido limpa, ela foi corroída em ácido fluorídrico a 38-40% por 8 horas. Finalmente, a amostra foi regada, seca e resinterizada a 1500°C por uma hora.

Com um dispositivo de medição de rugosidade de superfície Hommel Tester T8000 e um calibrador com uma extremidade de diamante (2 μm de raio e 60° de ângulo aberto), a rugosidade de superfície resultante foi determinada (DIN EN ISO 4287). A velocidade de medição foi de 0,15 mm/s:

25 $R_a = 2,11 \mu\text{m}$; $R_z = 15,56 \mu\text{m}$; $R_t = 19,43 \mu\text{m}$, e $R_{\text{máx}} = 18,51 \mu\text{m}$

As figuras 1a e 1b mostram as superfícies obtidas em 2000 x e 10.000 x de amplitude, respectivamente.

Exemplo 2:

30 Uma amostra de 3Y- TZP-A foi pré-sinterizada a 1350°C. Após a amostra ter sido limpa, ela foi corroída em ácido fluorídrico a 38-40% por 8 horas. Finalmente, a amostra foi regada, seca e resinterizada a 1500°C por uma hora.

Com um dispositivo de medição de rugosidade de superfície Hommel Tester T8000 e um calibrador com uma extremidade de diamante (2 μm de raio e 60° de ângulo aberto), a rugosidade de superfície resultante foi determinada (DIN EN ISO 4287). A velocidade de medição foi de

5 0,15 mm/s:

$R_a = 1,86 \mu\text{m}$; $R_z = 15,82 \mu\text{m}$; $R_t = 18,64 \mu\text{m}$, e $R_{\text{max}} = 17,93 \mu\text{m}$

As figuras 2a e 2b mostram as superfícies obtidas em 2000 x e 10.000 x de amplitude, respectivamente.

Exemplo 3:

10 Uma amostra de Y-TZP-A foi pré-sinterizada a 1500°C, e sua superfície foi subsequentemente despolida por jato de areia com 50 μm de pó de corundum sob 600 kpa (6 bar) e a uma distância abrasiva de 4 cm. Após a amostra ter sido limpa, ela foi corroída em ácido fluorídrico a 38-40% por uma hora. Finalmente, a amostra foi regada, seca e ressinterizada a

15 1400°C por uma hora.

Com um dispositivo de medição de rugosidade de superfície Hommel Tester T8000 e um calibrador com uma extremidade de diamante (2 μm de raio e 60° de ângulo aberto), a rugosidade de superfície resultante foi determinada (DIN EN ISO 4287). A velocidade de medição foi de

20 0,15 mm/s:

$R_a = 0,935 \mu\text{m}$; $R_z = 6,786 \mu\text{m}$; $R_{\text{máx}} = 7,803 \mu\text{m}$

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a preparação de implantes cerâmicos dentais tendo uma superfície para melhorar ossointegração, caracterizado pelo fato de que as seguintes etapas de processo são realizadas para preparar tal superfície:
- 5
- preparação de um bloco cerâmico tendo uma superfície;
 - um processo mecânico para processar a superfície do bloco cerâmico por tratamento de pelo menos uma área parcial da superfície do bloco cerâmico por um processo abrasivo que produz uma rugosidade superficial da superfície que corresponde a um tratamento por abrasão por jato de areia sob uma pressão abrasiva de 150 kPa a 800 kPa (1,5 bar a 8 bar) e com um tamanho de grão do meio abrasivo usado para despolir com jato de areia de 30 μ m a 250 μ m;
 - seguido por um tratamento químico da pelo menos uma área parcial da superfície do bloco cerâmico com o processo de abrasão;
 - seguido por um tratamento térmico do bloco cuja superfície foi submetida aos tratamentos abrasivo e químico a uma temperatura de 900°C a 1500°C.
- 10
2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a preparação do bloco cerâmico é efetuada formando processos, tais como pressão isostática, para obter um bloco precursor que é compactado por sinterização, especialmente sinterização atmosférica ou sinterização em uma atmosfera diferente, e/ou pressão isostática quente, moldagem por injeção cerâmica e moldagem por injeção de baixa pressão.
- 20
3. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o dito bloco cerâmico é compactado para uma densidade de $\geq 90\%$ a 99,9% da densidade teórica.
- 25
4. Processo de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que calcinação de aquecimento branca é efetuada após o bloco cerâmico ter sido preparado, em que calcinação de aquecimento branca significa a sinterização ou anelagem da cerâmica em uma atmosfera oxidativa após pressão isostática quente.
- 30

5. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o bloco cerâmico é processado por processos abrasivos para formação.

5 6. Processo de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o processo abrasivo é trituração, moagem, um processo abrasivo a laser e/ou polimento.

7. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o processo mecânico para processar a superfície do bloco cerâmico causa uma rugosidade mais alta da superfície do bloco cerâmico.

8. Processo de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o dito processo abrasivo é um processo abrasivo de material e/ou processo de trituração.

9. Processo de acordo com a reivindicação 7 ou 8, caracterizado pelo fato de que o processo abrasivo é realizado por meio de partículas duras, tais como corindon, diamante, carbeto de silício.

10. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 9, caracterizado pelo fato de que o tamanho de partícula das partículas duras é de 1 µm a 250 µm.

11. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 10, caracterizado pelo fato de que o processo abrasivo é abrasão por jato de areia sob uma pressão abrasiva de 150 kPa a 800 kPa (1,5 bar a 8 bar), especialmente de 250 kPa a 800 kPa (2,5 bar a 8 bar) ou de 400 kPa a 6 kPa (4 bar a 6 bar), o meio abrasivo, especialmente Al₂O₃, sendo empregado com um tamanho de grão de 30 µm a 250 µm, especialmente de 30 µm a 130 µm.

12. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o dito tratamento químico da pelo menos uma área parcial da superfície do bloco cerâmico é efetuado por corrosão ("*etching*") da superfície do bloco cerâmico.

13. Processo de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que a corrosão ("*etching*") da superfície do bloco cerâmico é efetuada por tratamento com ácido fluorídrico, soluções contendo ácido

fluorídrico, ácido nítrico, ácido sulfúrico, HBr, HI e HClO₄, opcionalmente em solventes e/ou fusões de sais.

14. Processo de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que as soluções contendo ácido fluorídrico são HF em água.

5 15. Processo de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que as fusões de sal são aquelas consistindo em nitratos alcalinos e/ou alcalino-terrosos, hidróxidos alcalinos e/ou alcalino-terrosos, haletos alcalinos e/ou alcalino-terrosos, ou uma mistura de tais sais.

10 16. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o tratamento térmico subsequente ao processo mecânico e ao tratamento químico é conduzido sob uma atmosfera oxidativa com tempos de estágios a alta temperatura ("*holding time*") na temperatura final desejada de 1 h a 5 h.

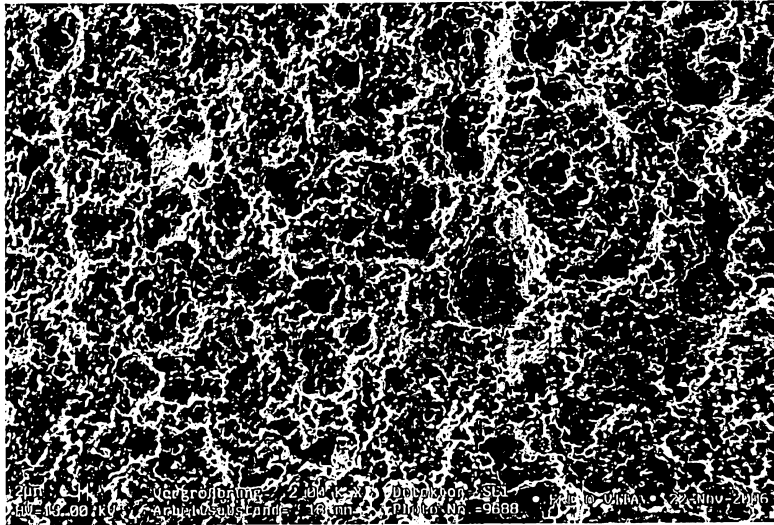
15 17. Corpo cerâmico, caracterizado pelo fato de que tem uma superfície obtenível por um processo como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 16.

20 18. Corpo cerâmico de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que a superfície é uma sobreposição de uma superfície microestruturada introduzida pelo processo mecânico, e uma superfície nanoestruturada.

19. Corpo cerâmico de acordo com a reivindicação 17 ou 18, caracterizado pelo fato de que tem uma rugosidade de superfície Ra de 0,5 µm a 2,5 µm como medido de acordo com DIN EN ISO 4287.

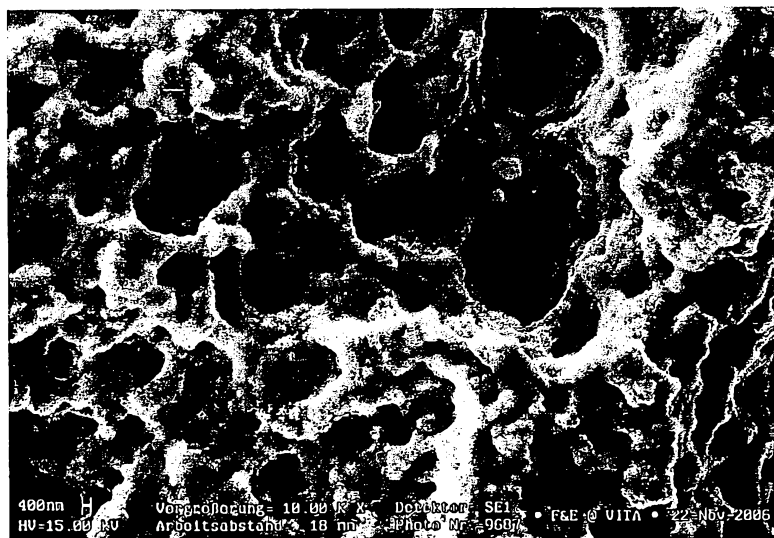
25 20. Uso do corpo cerâmico como definido em qualquer uma das reivindicações 17 a 19, caracterizado pelo fato de ser em uma forma projetada como um implante medicinal.

1/2



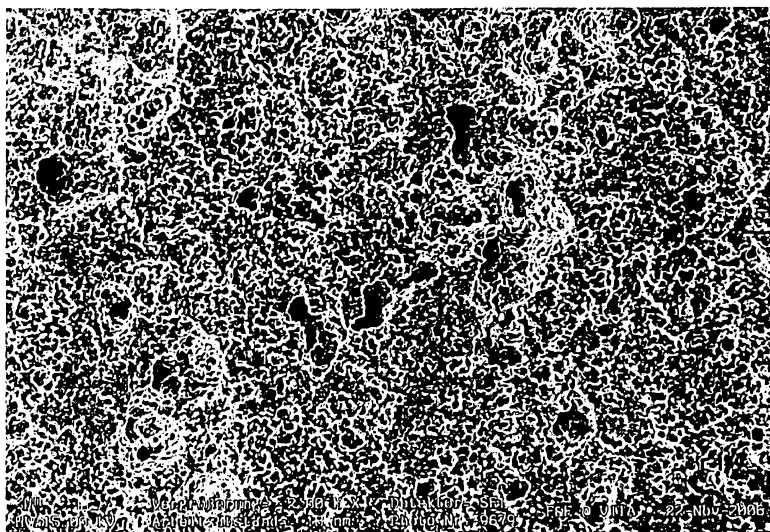
2,000 x Magnificência

Fig. 1a



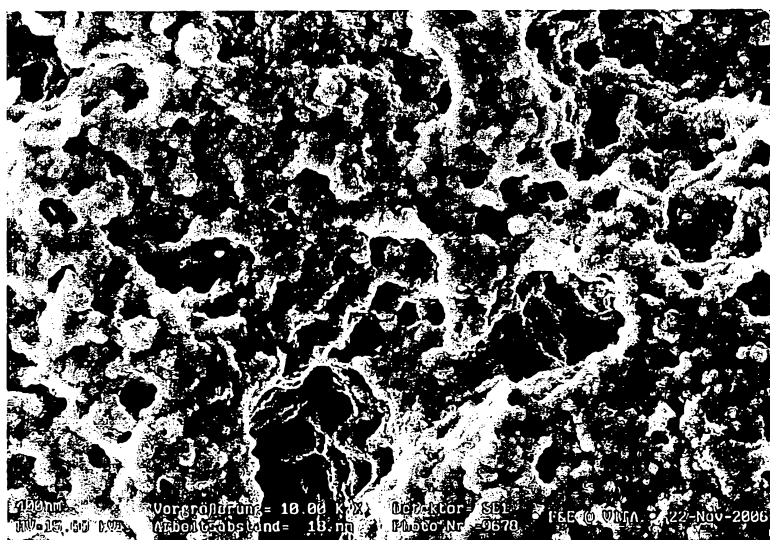
10,000 x Magnificência

Fig. 1b



2,000 x Magnificência

Fig. 2a



10,000 x Magnificência

Fig. 2b