



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

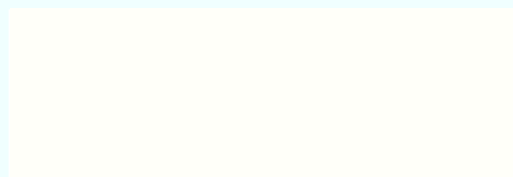
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

**Monografia de Final de Curso**

**Aluna: Daiane Valéria Macário**

**Orientador: Prof. Dr. Mauro Antonio de Arruda Nóbilo**

**Ano de Conclusão do Curso: 2005**



TCC 265

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA  
BIBLIOTECA**

DAIANE VALÉRIA MACÁRIO

**FUNDAMENTOS DO SISTEMA PROCERA®**

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), como trabalho de conclusão de curso de graduação em odontologia

Prof. Orientador: Dr. Mauro Antonio de Arruda Nóbilo

Piracicaba  
2005

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais porque sem o auxílio deles eu não teria conseguido fazer nem um terço das coisas que eu realizei ao longo desses anos vividos.

Aos meus irmãos, irmã, ao meu sobrinho Herman e ao meu namorado Igor por tudo que eles representam na minha vida.

Aos meus professores que souberam passar seu conhecimento e experiência de vida. Ao meu orientador por ter encarado essa tarefa difícil de me orientar. Aos meus amigos que verdadeiramente me apoiaram, me deram força, se divertiram comigo, sem visar apenas o interesse deles.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico aos meus pais que sempre me incentivaram correr atrás dos meus ideais e sonhos, sempre me ensinaram a ser uma pessoa digna, forte, independente, responsável, consciente de todos os meus atos e ações, capaz de grandes realizações (por menores que esta possam parecer), empreendedora, compreensiva, feliz, saudável, comunicativa, carinhosa... Que sempre me fizeram sentir como uma pessoa muito especial, me aceitando da maneira como sou, independente dos meus defeitos. Quando estou desanimada levantam o meu astral e quando estou fazendo algo errado sabem me repreender no momento certo antes que eu acabe me prejudicando com isso.

Aos meus irmãos, irmã e ao meu sobrinho Herman por existirem e fazerem a minha vida ser cada dia mais feliz com suas personalidades, com sua forma única de ver o mundo, com tudo e mais um pouco que eu poderia escrever em uma verdadeira enciclopédia de momentos, de fases, de amizade infinita.

E ao meu namorado Igor por estar me ajudando tanto durante esse ano com seu jeito, amizade, compreensão, força, dividindo diversos momentos bons e ruins.

## SUMÁRIO

<b>Introdução.....</b>	<b>06</b>
<b>Proposição.....</b>	<b>10</b>
<b>Revisão de literatura.....</b>	<b>11</b>
<b>Discussão.....</b>	<b>24</b>
<b>Conclusão.....</b>	<b>27</b>
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>29</b>
<b>Apêndice.....</b>	<b>36</b>

## INTRODUÇÃO

Devido ao desejo de se obter melhores resultados estéticos e soluções protéticas os pesquisadores trabalham a favor da procura do aperfeiçoamento biomecânico e tecnológico dos materiais restauradores.

Existem reabilitações protéticas adequadas feitas de porcelanas e resinas, associadas a estruturas metálicas fundida, utilizadas tanto para próteses fixas, coroas, quanto para implantes ósseo-integrados. Contudo, a tendência atual é a busca por materiais de melhor adaptação, mais estéticos, sem metal, com as mesmas, ou se não melhores, qualidades biomecânicas.

As cerâmicas têm sofrido modificações estruturais para torná-las mais resistentes e poderem ser utilizadas sozinhas como material restaurador. A utilização de alumina tem sanado problemas estéticos e de resistência mecânica, a infra-estrutura é obtida a partir da sinterização de partículas de óxido de alumínio.

O sistema PROCERA® foi elaborado na Suécia, em 1981, pelo Dr. Matts Anderson. A Nobel Biocare lançou no mercado odontológico esse sistema, que adota o conceito de desenho e manufatura auxiliados por computador (CAD/CAM) para confecção de coroas cerâmicas compostas de uma infra-estrutura em alumina, zircônia ou em titânio combinado com porcelana especial de revestimento, que tenha coeficiente de expansão térmica compatível, formando, desta maneira, a restauração protética.

Existem quatro modalidades de uso do sistema PROCERA®:

- PROCERA® "AllCeram": casquete de alumina sintetizada para facetas laminadas, coroas unitárias e próteses fixas;
- PROCERA® "AllTitan": infra-estrutura de titânio para coroas unitárias e próteses fixas;
- PROCERA® "AllZircon": casquete de zircônia para coroas unitárias;

- PROCERA® pilar personalizado: Alumina sintetizada, titânio, Zircônia (ainda não disponível).

#### Indicações do sistema PROCERA®:

- AllCeram: coroas unitárias em dentes naturais ou sobre implantes, facetas laminadas e, prótese fixa de até três elementos com retentor distal até primeiro molar.
- AllTitan: coroas unitárias e próteses fixas para dentes naturais ou sobre implantes.
- AllZircon: coroas unitárias em dentes naturais ou sobre implantes.
- Pilar personalizado: conexão de implante mal posicionado; melhor perfil de emergência para a coroa protética; proporciona forma anatômica do pilar de conexão similar à forma da raiz do dente que está sendo substituído; favorece guia de inserção e remoção de próteses fixas múltiplas onde há diferentes inclinações dos implantes; minimiza a altura da parede gengival quando o implante ficou muito superficial; determina a linha de terminação periférica acompanhando a sinuosidade do arco côncavo da gengiva; quando a estética for muito necessária, pode utilizar pilar de alumina ao invés do de titânio (FRANCISCHONE E VASCONCELOS, 2002).

#### Vantagens do AllCeram:

- Excelência estética.
- Ausência de metal, sem detrimento da resistência mecânica.
- Elimina, de certa maneira, o caráter artesanal das próteses convencionais.
- Boa estabilidade de cor.
- Menor tempo em laboratório para confecção da estrutura em alumina.

- Adaptação excelente ao troquel de gesso e ao preparo dentário ou pilar de conexão.
- Não necessita de treinamento e/ou equipamento clínico especial.
- Maior resistência flexural quando comparado a outros sistemas cerâmicos (FRANCISCHONE E VASCONCELOS, 2002).

#### Desvantagens do AllCeram:

- Custos do equipamento.
- Necessidade de laboratório portador da unidade de desenho e manufatura.
- Requer treinamento especial por parte do técnico de laboratório.
- Uso clínico limitado para próteses unitárias e casos específicos de próteses fixas de até três elementos (FRANCISCHONE E VASCONCELOS, 2002).

#### Vantagens do AllTitan:

- Discrepância marginal da coroa em torno de 70 microns ou menos.
- Criação de estruturas com adaptação passiva sobre implantes.
- Melhor adaptação das estruturas AllTitan soldadas a laser que as convencionais de peça única ou com soldagens convencionais.
- Recobrimento cerâmico é satisfatório quanto à textura superficial, resistência flexural, solubilidade química e estabilidade de cor.
- Procedimento é totalmente computadorizado.
- Alternativa para a técnica da "cera perdida" e fundição de uma liga.



- Sendo desnecessário equipamento ou treinamento clínico especial (FRANCISCHONE E VASCONCELOS, 2002).

**Desvantagens do AllTitan:**

- Necessidade de laboratório especializado.
- Utilização de porcelanas específicas para titânio (FRANCISCHONE E VASCONCELOS, 2002).

**Vantagens do AllZircon:**

- Possui propriedades próximas as dos metais mantendo uma aparência de cerâmica pura.
- Coroas indicadas para reabilitações em qualquer região da boca, inclusive onde é necessária resistência máxima.
- Sua opacidade promove mascaramento satisfatório de possíveis alterações de cor do elemento retentor ou reconstruções metálicas.
- Muito estético (FRANCISCHONE E VASCONCELOS, 2002).

## **PROPOSIÇÃO**

O objetivo deste trabalho é estabelecer o conceito, as propriedades, as indicações e a aceitação por parte dos pacientes quanto ao sistema Procera®.

## REVISÃO DE LITERATURA

A coroa Procera® AllCeram foi desenvolvida por Andersson e Óden através de um esforço cooperativo entre Nobel Biocare AB, "Göteborg" e Sandvik Hard Materials AB, Estocolmo, Suécia (ÓDEN, ANDERSSON, KRISTEK-ONDRACEK, e MAGNUSSON, 1998).

O sistema Procera® consiste de uma estação de desenho controlado por computador localizado em um laboratório odontológico que está ligado através da comunicação via modem com Procera® Sandvik AB em Estocolmo, Suécia, onde as infra-estruturas de óxido de alumínio são confeccionadas. Nesta estação de desenho, o processo de escaneamento é controlado por um computador particular, na qual, digitaliza a superfície inteira do modelo do dente preparado. Quando a digitalização ou escaneamento está completa, o arquivo obtido é utilizado para definir a linha final com o computador. Outro comando do computador desenha o contorno e espessura desejada na infra-estrutura final. Arquivo dos preparos e desenho da infra-estrutura é enviado através de modem para a fábrica manufatureira onde os "copings" são confeccionados com avançado poder tecnológico. Este processo controla a sinterização da contração aumentando o modelo usado no processo de manufatura. Óxido de alumínio com alto teor de pureza é comprimido contra um modelo com o preparo aumentado, a forma externa dos "copings" é milimetrada e, finalmente os "copings" são sintetizados com alta densidade. As infra-estruturas quando completas e inspecionadas pelo controle de qualidade são enviadas pelo correio para o laboratório odontológico onde o técnico protético finaliza a restauração com aplicação da porcelana (ÓDEN, ANDERSSON, KRISTEK-ONDRACEK, e MAGNUSSON, 1998).

Segundo BOENING, WOLF, SCHMIDT, KÄSTNER, WALTER (2000) a demanda por restaurações totalmente cerâmicas tem aumentado substancialmente por causa da estética e

biocompatibilidade. De qualquer forma, a indicação para restaurações desse tipo tem sido limitada devido a problemas de fraturas das cerâmicas convencionais e de utilização de técnicas complexas. Com o sistema Procera® AllCeram, um sistema CAD/CAM que confecciona infra-estruturas de puro óxido de alumínio para coroas cerâmicas anteriores e posteriores obtêm-se resultados satisfatórios. Infiltrações marginais entre 100 e 200  $\mu\text{m}$  são consideradas clinicamente aceitáveis considerando a longevidade. Términos chanfrados, com contornos regulares e ausência de ângulos agudos são necessários para uma perfeita adaptação das coroas de Procera® AllCeram.

Segundo MAY, RUSSELL, RAZZOOG, LANG (1998) restaurações cerâmicas satisfazem os requisitos clínicos de resistência, precisão na adaptação e estabilidade de cor. As coroas Procera® AllCeram possuem uma resistência superior (687 MPa) em relação a outras coroas cerâmicas. Nenhuma amostra de Procera® demonstrou alterações detectáveis de cor clinicamente. A diferença de adaptação entre os grupos de coroas depende da região em que a coroa foi analisada e o tipo de coroa. O sistema Procera® CAD/CAM regularmente produz coroas cerâmicas para dentes pré-molares e molares com uma adaptação marginal aceitável (54 a 64  $\mu\text{m}$ ) e aspectos internos (49 a 63  $\mu\text{m}$ ), que conduzem ao sucesso clínico.

BLATZ, SADAN, MARTIN E LANG (2004) avaliaram e compararam a força de ligação de diferentes agentes de união/ silano e agentes de união resinosos para cerâmica de zircônia antes e depois de testes artificiais (armazenagem a longo-prazo e ciclo térmico). Os testes artificiais reduziram significativamente a força dos agentes de ligação. Um agente de união/ silano contendo um monômero adesivo de fosfato pode alcançar força de adesão superior para restaurações Procera® AllZircon de partículas abrasadas por ar.

O uso de óxido de titânio como material essencial tem suas vantagens, incluindo propriedades ópticas favoráveis e uma alta

resistência acima de 1000 Mpa. O  $ZrO_2$  é tipicamente utilizado na fase cristalina tetragonal parcialmente estabilizada por óxido de "yttrium". Uma única propriedade é chamada de "transformação resistente", onde uma estabilidade parcial de óxido de titânio pode resistir ativamente à propagação de rachaduras durante a transformação da fase tetragonal para a monocíclica na ponta da rachadura, que é acompanhado pelo aumento de volume. Na fabricação de restaurações com o sistema CAD/CAM, o óxido de zircônia é utilizado como material essencial para a completa cobertura de coroas e próteses parciais fixas. Tem sido sugerido que se o sucesso clínico regular das restaurações não depende do agente de união resinoso no dente, o agente de união resinoso bem sucedido pode proporcionar retenção, adaptação marginal, e resistência à fratura de restaurações e de pilares dentais. Alguns autores concluem que, baseado nestas evidências, o procedimento de cimentação adesiva é necessário para suportar materiais cerâmicos (BLATZ, SADAN, MARTIN E LANG, 2004).

Protocolos odontológicos com padrões fixos são melhorados para o preparo dental, impressão, e a confecção de um modelo de gesso definitivo. O modelo de gesso definitivo é escaneado e a informação é transferida via modem para uma unidade de produção, onde a contração antecipada, que ocorre durante o processo de sinterização, é calculada e uma matriz expandida é feita. O pó de óxido de zircônia altamente puro é pressionado contra o modelo e queimado. O pressionamento de zircônia sobre o modelo cria uma superfície íntegra com uma única aspereza, semelhante às restaurações Procera® AllCeram de alumina densamente sintetizada. Os "copings" sintetizados são enviados dos laboratórios odontológicos com um revestimento de cerâmica feldspática para estética final (BLATZ, SADAN, MARTIN e LANG, 2004).

A composição do material cerâmico e a configuração da íntegra-superfície são específicas para cada sistema comercializado. Portanto,

soluções propostas para um sistema cerâmico de zircônia não podem ser aplicadas a outros que tem uma composição química e superfície morfológica diferente (BLATZ, SADAN, MARTIN e LANG, 2004).

AL-DOHAN, YAMAN, DENNISON, RAZZOOG, LANG compararam vários sistemas cerâmicos com um metalo-cerâmico sob vários aspectos e concluíram que a resistência do Procera® AllZircon não é significativamente diferente do metalo-cerâmico. O Procera® AllCeram apresentou valores menores quanto ao metalo-cerâmico. A falha na adesividade pode não ocorrer com a presença de um bom agente de união entre cerâmica compatível e material de revestimento. Avaliação microscópica do Procera® AllCeram mostrou falha primeiramente na interface, com resíduo do recobrimento da porcelana. De acordo com Óden et al, a resistência desta cobertura de porcelana combinada com infra-estrutura de óxido de alumínio mostrou-se excelente. O recobrimento de porcelana é quimicamente unido ao óxido de alumínio densamente sintetizado através de ligações iônicas e covalentes. Falhas coesivas sem o recobrimento foram observadas, mas algo menor com relação com outros grupos.

Segundo ÓDEN, ANDERSSON, KRSTEK-ONDRACEK, e MAGNUSSON (1998) materiais cerâmico-odontológicos têm características desejáveis como biocompatibilidade, estabilidade de cor, e baixa condutividade térmica. E também resistem à degradação na cavidade oral e, quando utilizados como restauração dental na região anterior da boca, tem provido uma qualidade estética comparável com a estrutura dos dentes naturais. Outra vantagem é o contraste radiográfico de cerâmicas dentais densamente sintetizadas com puro óxido de alumínio e porcelana feldispática, que é próximo ao contraste radiográfico da dentina. Esta propriedade torna possível diagnosticar mudanças subjacentes à estrutura dental que sustenta este material.

Por causa destas características favoráveis e desejo de usar restaurações cerâmicas por toda a cavidade oral, recursos são

constantemente testados para melhorar as propriedades mecânicas dos materiais dental-cerâmicos (ÓDEN, ANDERSSON, KRYSTEK-ONDRACEK, e MAGNUSSON, 1998).

O desempenho clínico das coroas Procera® AllCeram em funcionamento de cinco anos demonstrou que 94 das 97 coroas (97%) foram classificadas como excelentes ou aceitáveis pela Associação Odontológica da Califórnia "Avaliação Qualitativa do Sistema de Cuidados Odontológicos". Estes resultados indicaram que a coroa Procera® AllCeram é uma opção de restauração cerâmica tanto para restaurações em dentes anteriores quanto posteriores (ÓDEN, ANDERSSON, KRYSTEK-ONDRACEK, e MAGNUSSON, 1998).

Segundo VALANDRO, BONA, BOTTINO e NEISSER (2005), Procera® AllCeram (Nobel Biocare, Estocolmo, Suécia) é um material cerâmico altamente resistente com alta densidade, contendo  $Al_2O_3$  sintetizado (99,9% de  $Al_2O_3$ ) com uma insignificante fase vítrea. As cerâmicas com alto conteúdo cristalino (óxidos de alumínio e/ou de zircônio) têm demonstrado resultados clínicos melhores que cerâmicas feldispáticas, leucíticas, e baseadas em dissilicato de lítio. De fato, aumentos da resistência, através de aumentos no conteúdo cristalino e diminuição do conteúdo vítreo, resultam em uma cerâmica ácido-resistente pelo que qualquer tipo de tratamento ácido produz mudanças insuficientes na superfície para adequada união resinosa. De qualquer forma, a união resinosa de cerâmicas feldispáticas, leucíticas, e baseadas em dissilicato de lítio são bem estáveis. Ácido fluorídrico ataca a fase vítrea produzindo uma superfície retentiva para união micro-mecânica, e agente de união de silano promove uma união química entre a sílica destas cerâmicas e o grupo metacrilato das resinas. O processo de formação da camada da sílica se baseia num princípio adesivo similar e parecem ser um método promissor para tratar cerâmicas altamente cristalinas.

Segundo um estudo multidisciplinar prospectivo ÖDMAN e ANDERSON (2001) avaliaram 87 coroas Procera® AllCeram por um



período de 5 a 10,5 anos. O sucesso observado foi de 97,7% e 92,2%. Estes concluíram que o bom prognóstico de coroas Procera® AllCeram podem ser observados também em dentes posteriores.

FRADEANI, D'AMELIO, REDEMAGNI e CORRADO (2005) num estudo de cinco anos mostraram que houve sucesso em 96,7% de todas 205 restaurações, com 95,15% na área posterior. Os 100% de sucesso em dentes anteriores é encorajador. Coroas Procera® AllCeram mostraram uma taxa pequena de falha de aproximadamente 3,7% depois de cinco anos. A probabilidade de sucesso das 205 coroas, de acordo com o método de estimativa de sobrevivência de Kaplan-Meier, foi de 96,7% em 5 anos. A probabilidade de sucesso de 155 coroas localizadas no seguimento posterior foi de 95,15% em 5 anos. Nenhuma quebra foi observada nos pré-molares, mas um pouco apenas nos molares. Tirando as 4 coroas que falharam (molares), apenas 2 mostraram uma fratura envolvendo a camada de cerâmica e a estrutura interna; As 2 coroas remanescentes apresentaram apenas fratura na camada de porcelana, desta forma mostrou uma fratura similar a modalidade das restaurações metalo-cerâmicas.

Segundo KOUTAYAS, KAKABOURA, HUSSEIN e STRUB (2003), a cor das restaurações depende principalmente das propriedades ópticas, espessura e consistência do material cerâmico selecionado. Quando as coroas cerâmicas são combinadas com pilares metálicos implantados ou infra-estruturas metálicas, a linha abaixo do pilar metálico recebe através de toda coroa cerâmica certa porcentagem de luz incidente que altera a estabilização final da cor da restauração cerâmica. Coroas implanto-suportadas são uma opção de tratamento estável para a reposição de um único dente, com taxa de sucesso de 90%. Na implanto odontologia, por causa da semitranslucidez das restaurações cerâmicas ou dos tecidos finos peri-implantares, pilares implanto metálicos dão uma sombra acinzentada que altera a aparência clínica das restaurações cerâmicas e do complexo tecido



mole. Para tais locais comprometidos, como dentina os pilares cerâmicos têm sido introduzidos para promover maior estética. Vários clínicos e protéticos têm relatado que estes pilares cerâmicos, em combinação com coroas cerâmicas, geralmente garantem um bom resultado estético. A contribuição positiva dos pilares cerâmicos com matiz da dentina é relatada pela profunda difusão e absorção da transmissão de luz em pilares cerâmicos.

Além disso, a restauração de dentes anteriores não vitais com infra-estrutura metálica e recobrimento cerâmico pode levar a comprometimento da estética por causa da semitranslucidez da cerâmica e a opaca infra-estrutura metálica. Em adição, infra-estruturas metálicas podem mostrar através da área cervical da raiz e alterar a aparência dos tecidos gengivais finos. Conseqüentemente, isso tem demonstrado que o uso de infra-estrutura totalmente cerâmica é uma alternativa apropriada para contribuir para uma melhor transmissão e reflexão de luz através da restauração cerâmica ou tecidos gengivais finos, dando, deste modo, uma aparência natural à restauração (KOUTAYAS, KAKABOURA, HUSSEIN e STRUB - 2003).

Com a introdução do material cerâmico de alumina densamente sintetizada (Procera<sup>®</sup>, Nobel Biocare, Gutenberg, Suécia), um sistema alternativo para confeccionar "copings" cerâmicos foi desenvolvido. Foi relatada que este tipo de restauração cerâmica apresenta características de aumento de força, adaptação, resistência, biocompatibilidade, força de união e estabilidade de cor. Atualmente muitos pacientes reconhecem o valor da aparência natural das restaurações dentais e estão bem informados sobre as restaurações sem metal. A odontologia moderna, restaurativa e estética, satisfaz essas expectativas usando restaurações cerâmicas. A aplicação clínica das restaurações cerâmicas ao invés das metalo-cerâmicas é vantajosa e contribui para melhor transmissão da incidência de luz que atualmente levam ao aumento da estética. Quando a estabilização do pilar coronoradiocular ou um pilar implantado é

requerida na área estética de um paciente o uso de infra-estrutura cerâmica e pilares implantados cerâmicos são amplamente requeridos KOUTAYAS, KAKABOURA, HUSSEIN e STRUB - (2003).

O dentista se depara com a tarefa diária de utilizar restaurações cerâmicas para reproduzir um desejável matiz em conjunção com dentes clareados, infra-estrutura ou pilares implantadas. A influência da linha escura abaixo dos pilares pode negativamente afetar o resultado estético das restaurações cerâmicas desde a redução da profundidade de translucidez dando uma indesejável sombra acinzentada, especialmente na área cervical. De fato a estabilização final da cor da restauração depende principalmente da severidade da descoloração e da falha do material da cobertura da coroa cerâmica. Tem sido demonstrado que a descoloração dos pilares pode ser manejada através da aplicação de cimentos de união com a opacidade aumentada; De qualquer maneira isto não seria possível. Por isso a infra-estrutura cerâmica e a massa complexa da porcelana da coroa cerâmica devem eliminar qualquer descoloração do pilar (KOUTAYAS, KAKABOURA, HUSSEIN e STRUB - 2003).

A ausência de diferenças significantes de cor entre os grupos em relação ao critério óptico pode ser para a infra-estrutura de alumina ou/e a linha de cimentação adesiva; ambos podem agir como componente de isolamento de cor. A habilidade da infra-estrutura de eliminar o efeito potencial do material de restauração da linha de cimentação pode ser baseada no matiz, densidade e espessura das infra-estruturas. O matiz do "coping" depende da confecção. A sinterização de oxido de alumínio puro (>99,5%) produz um material cerâmico denso sem porosidades, que dá uma opacidade menos espessa. Tem sido descrito que a espessura mínima de uma infra-estrutura deve ser de 0,5 a 0,7 mm para manter uma resistência apropriada e semitranslucidez para uma restauração cerâmica estética e promover um adequado mascaramento. Finalmente tem

sido ilustrado que o uso de "copings" de 0,2 mm pode neutralizar descolorações (KOUTAYAS, KAKABOURA, HUSSEIN e STRUB - 2003).

O matiz e espessura da cimentação intermediária podem também ser um fator crítico. Medidas de espessura de cimentação nas coroas Procera® AllCeram foi menor que 100 µm. Além do mais, uma fina linha de composto de cimentação usualmente permite apenas uma pequena melhora na estabilidade final de cor de 10 a 15%. Espessura de cimentação 80,35 µm pode ser considerada aceitável conjugação do "coping" com a camada de cerâmica promovendo um adequado mascaramento dos materiais de restauração (KOUTAYAS, KAKABOURA, HUSSEIN e STRUB - 2003).

Conforme estudo de RUSSELL, ANDERSON, DAHLMO, RAZZOG e LANG (1995) quando múltiplas infra-estruturas são pânticos adjuntos de titânio para próteses parciais fixas, os componentes são unidos através de soldagem a laser. Quando as infra-estruturas de titânio confeccionadas são combinadas com porcelana de baixa fusão para formar o contorno externo da coroa simples, ou múltiplas unidades de próteses parciais fixas, a adequação e estética são equivalentes aquelas de restaurações metalo-cerâmicas.

Há dois processos maiores na parte CAM do sistema. No primeiro processo, a série réplicas de carbono do modelo de gesso é preparada para erosão com faíscas dentro da barra de estoque de titânio formam os aspectos internos da infra-estrutura metálica. O segundo processo é um que envolve cópia milimetrada da barra de estoque de titânio seguindo o desenho gerado pelo computador da superfície externa do "coping". Três a quatro eletrodos estão na máquina de precisão fora das especificações da barra de estoque de carbono gravadas no scanner sobre o modelo de gesso. O arquivo CAD usado neste procedimento foi ajustado através de algoritmos computacionais para permitir o espaço de alívio que foi planejado no desenho inicial para acomodar o agente de união que será usado para cimentar a restauração. Quando a milimetragem for completada, as

réplicas de carbono são alinhadas com dispositivos que irão orientá-las para um espaço vago para titânio usado para formar a infra-estrutura. Este passo é crítico para o sucesso do processo de confecção interna e externa gerada por computador e subseqüentemente fabricado e superfícies erodidas por faíscas para promover alinhamento (RUSSELL, ANDERSON, DAHLMO, RAZZOG e LANG - 1995).

O dispositivo usado para segurar e orientar a barra de titânio é transferido para a máquina milimétrica usada para criar a superfície externa da infra-estrutura, desse modo retendo um alinhamento estável. A superfície externa da barra de titânio é milimetrada com uma ferramenta de cortar especial para formar a infra-estrutura de acordo com o programa CAD. Quando a superfície externa da infra-estrutura está completa, são transferidos para outro suporte que alinha milimetricamente a superfície externa do "coping" com dispositivo que contem os eletrodos de carbono. Aquele dispositivo inteiro é posto num tanque contendo solução dielétrica. O processo de erosão por faísca é iniciado na superfície interna da infra-estrutura. No banho do fluido dielétrico, o eletrodo de carbono produz uma faísca uniforme que erodi dentro do titânio de acordo com o desenho CAD. Se os eletrodos de carbono erodirem por faísca a barra de titânio, eles irão erodir e então devem ser trocados por novas réplicas de carbono até que a porção interna tri-dimensional do "coping" esteja bem definida (RUSSELL, ANDERSON, DAHLMO, RAZZOG e LANG - 1995).

Quando o processo é finalizado, a infra-estrutura é recuperada e são limpos os destroços antes da avaliação do controle de qualidade da adaptação marginal, orientação e dimensões externas do "coping" são completadas. Depois de ter sido assegurada a qualidade, a infra-estrutura retorna para o dentista para a avaliação intra-oral da adaptação marginal. A coroa simples é completada através da adição

de porcelana de baixa fusão (RUSSELL, ANDERSON, DAHLMO, RAZZOG e LANG - 1995).

O sistema também tem sido utilizado para confeccionar múltiplas próteses parciais fixas. Seguindo a impressão feita, o modelo é preparado por digitalização. "Copings" individuais são preparados para dentes pilares previamente descritos. Uma vez que as infra-estruturas individuais são completadas e a adaptação é verificada nos modelos, um pântico apropriado é desenhado e medido são selecionados de uma série de formas pré-fabricadas. Os pânticos selecionados e localizados sobre o modelo principal e ajustados o contorno, altura e relacionamento com as infra-estruturas. Junções entre "coping" e pântico são cortadas para uma definida adaptação e para abertura paralela menor que 0,1mm usando um processo de confecção com descarga elétrica (RUSSELL, ANDERSON, DAHLMO, RAZZOG e LANG - 1995).

Quando a dimensão de abertura foi desenvolvida para a distância requerida, "coping" e pântico são soldados utilizando uma máquina de soldagem com laser estereográfico. Simultaneamente a soldagem das faces vestibulares e linguais é completada com cada junção com a profundidade de aproximadamente 0,7mm. Por causa apenas de uma porção mínima do componente estar sujeita ao calor durante a soldagem, adaptação entre o "coping" e o modelo remanescente não é afetada. Quando o processo de soldagem está completo, a estrutura da prótese parcial fixa retorna para o dentista para o assentamento intraoral. Após a adaptação da estrutura o modelo de gesso e o relacionamento da estrutura para as estruturas associadas têm sido verificados, a estrutura pode retornar ao laboratório odontológico para aplicação e complementação das superfícies com porcelana de baixa fusão (RUSSELL, ANDERSON, DAHLMO, RAZZOG e LANG - 1995).

O sistema Procera<sup>®</sup> CAD-CAM parece provir um custo eficaz, preciso, e biocompatível, método auxiliado por computador para



confeção de coroas. De qualquer maneira, embora a tecnologia pode provir mecanismos para fabricação de porções metálicas de restaurações de porcelana fusionada com metal, isto não pode recolocar o técnico cerâmico treinado restaurando a aparência natural requerida pela restauração. O sistema odontológico CAD-CAM tem potencial para melhorar a tecnologia existente na fabricação de coroas e próteses parciais fixas. Este sistema pode reduzir muito o tempo de produção, que deve reduzir o custo para os dentistas e seus pacientes. Redução dos custos de confecção, acompanhada pelo sucesso contínuo da produção de coroas e próteses parciais fixas aumentam a aceitação dessa nova tecnologia por parte dos odontologistas (RUSSELL, ANDERSON, DAHLMO, RAZZOG e LANG - 1995).

Segundo BONNARD, HERMANS, ADRIAENSSENS, DAELEMANS e MALEVEZ (2001), o pilar Procera<sup>®</sup> representa um dos últimos desenvolvimentos do sistema Procera<sup>®</sup>, combinando a tecnologia CAD/CAM com a técnica de erosão por faísca. Erosão por faíscas resolveu as dificuldades do elemento titânio na produção individual de elementos de titânio desenvolvidos facilmente num curto período de tempo. O sistema Procera<sup>®</sup> permite que se obtenha um desenvolvimento ideal, uma angulação apropriada, um sistema de cimentação enquanto se preserva o elemento implante fixado no local. Adequando o hexágono interno precisamente. Quando se usa juntos o sistema Procera<sup>®</sup> AllCeram e pilar produz-se uma estética ótima e um resultado psicológico muito bom. O Procera<sup>®</sup> AllCeram foi considerado, *in vitro*, resistente a fratura e módulo de ruptura e também possui excelente adaptação. Três dimensões de cor e translucidez e *in vitro* e em vivo se comportaram com aspectos clínicos dentro dos limites aceitáveis.

A concepção do desenho do pilar Procera<sup>®</sup> é produzida utilizando um programa Procera<sup>®</sup> mas sem o auxílio do scanner. Todos os arquivos de tratamento podem ser transferidos via modem

para a estação Procera<sup>®</sup> de trabalho na Suécia, onde os componentes são confeccionados (BONNARD, HERMANS, ADRIAENSSENS, DAELEMANS e MALEVEZ - 2001).

## DISCUSSÃO

O sistema Procera® foi desenvolvido na Suécia pelo Dr. Matts Anderson, em 1981. E utiliza-se do sistema CAD/CAM para confeccionar infra-estruturas em alumina, zircônia ou em titânio para posterior aplicação de porcelana especial com coeficiente de expansão térmica compatível, constituindo, desta maneira, a restauração protética.

O sistema Procera® é baseado na tecnologia CAD/CAM para produção de coroas de porcelana pura unitárias (sistema AllCeram) ou próteses parciais fixas com infra-estruturas de titânio (sistema AllTitan). O sistema CAD utiliza um "scanner" de troquel e um computador, que converterá as informações digitalizadas em pontos tridimensionais. Estes pontos irão reproduzir com fidelidade os contornos do preparo dentário no computador. Após o processamento dos dados é possível, através de um programa (software), trabalhar sobre este preparo definindo margens, obtendo espessura uniforme da infra-estrutura, o tipo do colar cervical e espessura interna para o agente cimentante entre outros. Uma linha de comunicação "via modem" permite que o "scanner" fique distante do local de produção.

As infra-estruturas podem ser confeccionadas tanto para dentes anteriores quanto posteriores.

Coroas Procera® AllCeram possuem resistência superior (687 Mpa) com relação a outras coroas cerâmicas.

Agentes de união/silano contendo monômero adesivo de fosfato permitem uma força de adesão superior para restaurações Procera® AllZircon.

Com o uso de óxido de titânio (Procera® AllTitan) obtemos propriedades ópticas favoráveis e uma resistência alta acima de 1000 Mpa. É utilizado para confecção de coroas e próteses parciais fixas.



Com o sistema CAD/CAM podemos prevenir a contração da infra-estrutura durante o processo de sinterização, porque esta é calculada e uma matriz expandida é confeccionada.

A resistência do Procera® AllZircon não é significativamente diferente do metalo-cerâmico, enquanto que o Procera® AllCeram apresentou valores menores.

O sistema Procera® promove qualidade estética comparável aos dentes naturais.

O contraste radiográfico de cerâmicas Procera® AllCeram é próximo ao contraste da dentina tornando possível diagnosticar mudanças subjacentes à estrutura dental que sustenta a coroa.

O sucesso obtido com as coroas Procera® AllCeram em cinco anos foi de 97% e em 10 anos de 93%, essas coroas foram classificadas como excelentes ou satisfatórias tanto em dentes anteriores quanto em posteriores. Coroas implanto-suportadas são opção de tratamento estável para reposição de um único dente, com taxa de sucesso de 90%.

Infra-estruturas metálicas com recobrimento cerâmico podem comprometer a estética, devido a semitranslucidez da cerâmica, e a aparência da área cervical da raiz e tecidos gengivais. Infra-estruturas totalmente cerâmicas contribuem por melhor transmissão e reflexão de luz dando uma aparência natural à restauração.

Sinterização de óxido de alumínio puro (>99,5%) produz material denso sem porosidades, obtendo-se opacidade menos espessa.

Os pânticos de próteses parciais fixas são unidos à infra-estrutura de titânio através de soldagem a laser.

A obtenção da infra-estrutura em titânio é feita através de dois processos: obtenção de réplicas de carbono dos dentes preparados (dados que foram digitalizados) e; desgaste interno e externo da barra de titânio para a obtenção do casquete ou infra-estrutura.

O sistema Procera® CAD-CAM parece provir um custo eficaz, preciso, e biocompatível. O sistema odontológico CAD-CAM tem potencial para melhorar a tecnologia existente na fabricação de coroas e próteses parciais fixas. Este sistema pode reduzir muito o tempo de produção. Redução dos custos de confecção, acompanhada pelo sucesso contínuo da produção de coroas e próteses parciais fixas aumentam a aceitação dessa nova tecnologia por parte dos odontologistas.

O pilar Procera® representa um dos últimos desenvolvimentos do sistema Procera®, combinando a tecnologia CAD/CAM com a técnica de erosão por faísca. O sistema Procera® permite que se obtenha um desenvolvimento ideal, uma angulação apropriada, um sistema de cimentação enquanto se preserva o elemento implante fixado no local. Quando se usa juntos o sistema Procera® AllCeram e pilar produz-se uma estética ótima e um resultado psicológico muito bom. A concepção do desenho do pilar Procera® é produzida utilizando um programa Procera® mas sem o auxílio do scanner. Todos os arquivos de tratamento podem ser transferidos via modem para a estação Procera® de trabalho na Suécia, onde os componentes são confeccionados.

## CONCLUSÃO

O sistema Procera® está sendo utilizado e aprimorado desde 1981. Utilizando o sistema CAD/CAM obtém-se restaurações cerâmicas altamente resistentes, biocompatíveis, estéticas (comparáveis aos dentes naturais), com excelente adaptação. Podem ser confeccionadas com infra-estrutura de alumínio, zircônia e titânio. As infra-estruturas podem ser confeccionadas tanto para dentes anteriores quanto posteriores.

A tecnologia CAD/CAM produz de coroas de porcelana pura unitárias ou próteses parciais fixas com infra-estruturas de titânio. Utilizando "scanner" de troquel e um computador, convertendo as informações digitalizadas em pontos tridimensionais, que irão reproduzir com fidelidade os contornos do preparo dentário no computador. Depois é possível, através de um programa (software), trabalhar sobre este preparo definindo margens, obtendo espessura uniforme da infra-estrutura, o tipo do colar cervical e espessura interna para o agente cimentante entre outros. A comunicação "via modem" permite que o "scanner" fique distante do local de produção.

Com o sistema CAD/CAM podemos prevenir a contração da infra-estrutura durante o processo de sinterização, porque esta é calculada e uma matriz expandida é confeccionada.

O contraste radiográfico de cerâmicas Procera® AllCeram permite o diagnóstico de mudanças subjacentes à estrutura dental que sustenta a coroa.

O sucesso obtido com as coroas Procera® tem sido em torno de 97% e 93% (em cinco e dez anos, respectivamente), sendo classificadas como excelentes ou satisfatórias tanto em dentes anteriores quanto em posteriores. Coroas implanto-suportadas são opção de tratamento estável para reposição de um único dente, com taxa de sucesso de 90%.

Infra-estruturas totalmente cerâmicas contribuem por melhor transmissão e reflexão de luz dando uma aparência natural à restauração, diferentemente das metalo-cerâmicas que podem comprometer a estética.

O sistema Procera® CAD-CAM pode reduzir muito o tempo de produção. Redução dos custos de confecção, e o sucesso contínuo da produção de coroas e próteses parciais fixas aumentam a aceitação dessa nova tecnologia por parte dos odontologistas e pacientes.

O pilar Procera® representa um dos últimos desenvolvimentos do sistema Procera®. Com esse, obtém-se um desenvolvimento ideal, uma angulação apropriada, um sistema de cimentação enquanto se preserva o elemento implante fixado no local. Utilizando juntos o sistema Procera® AllCeram e pilar produz-se uma estética ótima e um resultado psicológico muito bom.

Todos os arquivos de tratamento podem ser transferidos via modem para a estação Procera® de trabalho, onde os componentes são produzidos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FRANCISCHONE CE, VASCONCELOS LW. In: Restaurações estéticas sem metal – Conceito Procera. 2. ed. São Paulo: Quintessence Editora Ltda. P 9-18, 43-46, 87-88, 94-98. 2002.
2. ÓDEN A, ANDERSSON M, KRISTEK-ONDRACEK I, MAGNUSSON D. Five-year clinical evaluation of Procera AllCeram crowns. J Prosthet Dent, Oct;80(4):450-456, 1998.
3. BOENING KW, WOLF BH, SCHMIDT AE, KÄSTNER K, WALTER MH. Clinical fit of Procera AllCeram crowns. J Prosthet Dent, Oct;84(4):419-24, 2000.
4. MAY KB, RUSSELL MM, RAZZOOG ME, LANG BR. Precision of fit: the Procera AllCeram crown. J Prosthet Dent, Oct;80(4):394-404, 1998.
5. BLATZ MB, SADAN A, MARTÍN J, LANG B. In vitro evaluation of shear bond strengths of resin to densely-sintered high-purity zirconium-oxide ceramic after long-term storage and thermal cycling. J Prosthet Dent, Apr;91(4):356-62, 2004.
6. VALANDRO LF, BONA AD, BOTTINO MA e NEISSER MP. The effect of ceramic surface treatment on bonding to densely sintered alumina ceramic. J Prosthet Dent, Mar;93(3):253-259, 2005.
7. ÖDMAN P, ANDERSON B. Procera, AllCeram crowns followed for 5 to 10,5 years: A prospective clinical study. Int J Prosthodont, 14:504-509, 2001.

8. FRADEANI M, D'AMELIO M, REDEMAGNI M e CORRADO M. Five-year follow-up with Procera all-ceramic crowns. *Quintessence Int*, 36(2):105-113, 2005.
9. KOUTAYAS SO, KAKABOURA A, HUSSEIN A, STRUB JR. Colorimetric evaluation of the influence of five different restorative materials on the color of veneered densely sintered alumina. *J Esthet Restor Dent*, 15(6):353-360, 2003.
10. RUSSELL MM, ANDERSON M, DAHLMO K, RAZZOG ME, LANG BR. A new computer-assisted method for fabrication of crowns and fixed partial dentures. *Quintessence Int*, Nov;26(11):757-563, 1995.
11. BONNARD P, HERMANS M, ADRIAENSSENS P, DAELEMANS P, MALEVEZ C. Anterior esthetic rehabilitation on teeth and dental implants optimized with Procera technology: a case report. *J Esthet Restor Dent*, 13(3):163-171, 2001.
12. PALLIS K, GRIGGS JA, WOOD RD, GUILLEN GE, MILLER AW. Fracture resistance of three all-ceramic restorative systems for posterior applications. *J Prosthet Dent*, 91(6):561-569, 2004.
13. ANDERSON M, RAZZOG ME, ODEN A, HEGENBARTH EA, LANG BR. Procera: a new way to achieve an all-ceramic crown. *Quintessence Int*, May;29(5):285-296, 1998.
14. ANDERSON M, CARLSSON L, PERSSON M, BERGMAN B. Accuracy of machine milling and spark erosion with a

- CAD/CAM system. *J Prosthet Dent*, Aug;76(2):187-193, 1996.
15. ZARONE F, SORRENTINO R, VACCARO F, RUSSO S, DE SIMONE G. Retrospective clinical evaluation of 86 Procera AllCeram anterior single crowns on natural and implant-supported abutments. *Clin Implant Dent Relat Res*, 7 Suppl 1:S95-103, 2005.
  16. PRIEST G. Virtual-designed and computer-milled implant abutments. *J Oral Maxillofac Surg*, Sep;63(9 Suppl 2):22-32, 2005.
  17. AL-DOHAN HM, YAMAN P, DENNISON JB, RAZZOOG ME, LANG BR. Shear strength of core-veneer interface in bi-layered ceramics. *J Prosthet Dent*, Apr;91(4):349-355, 2004.
  18. RODIGER O, KAPPERT HF, MARINELLO CP. In vitro fracture resistance tests of 3-unit posterior bridges produced by the Procera process. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 114(3):207-213, 2004, German.
  19. CHU FC, ANDERSON B, DENG FL, CHOW TW. Making porcelain veneers with the Procera AllCeram system: case studies. *Dent Update*, Oct;30(8):454-458, 460, 2003.
  20. LANG LA, SIERRAALTA M, HOFFENSBERGER M, WANG RF. Evaluation of the precision of fit between the Procera custom abutment and various implant systems. *Int J Oral Maxillofac Implants*, Sep-Oct;18(5):652-8, 2003.

21. OILO G, TORNQUIST A, DURLING D, ANDERSSON M. All-ceramic crowns and preparation characteristics: a mathematic approach. *Int J Prosthodont*, May-Jun;16(3):301-6, 2003.
22. BLATZ MB, SADAN A, ARCH GH Jr, LANG BR. In vitro evaluation of long-term bonding of Procera AllCeram alumina restorations with a modified resin luting agent. *J Prosthet Dent*, Apr;89(4):381-7, 2003.
23. MARKLUND S, BERGMAN B, HEDLUND SO, NILSON H. An intraindividual clinical comparison of two metal-ceramic systems: a 5-year prospective study. *Int J Prosthodont*, Jan-Feb;16(1):70-3, 2003.
24. TAKAHASHI T, GUNNE J. Fit of implant frameworks: an in vitro comparison between two fabrication techniques. *J Prosthet Dent*, Mar;89(3):256-60, 2003.
25. HEFFERNAN MJ, AQUILINO SA, DIAZ-ARNOLD AM, HASELTON DR, STANFORD CM, VARGAS MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials. *J Prosthet Dent*, Jul;88(1):4-9, 2002.
26. ARYDSSON A, MILLEDING P, WENNERBERG A. The influence of a chemo-mechanical caries removal solution on the topography of dental ceramic materials. *Biomaterials*, Oct;23(19):3977-83, 2002.
27. ENGQUIST B, ASTRAND P, ANZEN B, DAHLGREN S, ENGQUIST E, FELDMANN H, KARLSSON U, NORD PG, SAHLHOLM S, SVARDSTROM P. Simplified methods of implant



- treatment in the edentulous lower jaw. A controlled prospective study. Part I: one-stage versus two-stage surgery. *Clin Implant Dent Relat Res*, 4(2):93-103, 2002.
28. KOSINSKI T. Single tooth-by-tooth crowns over Frialit-2 implants. *J Oral Implantol*, 26(1):20-27; discussion 28, 2000.
  29. DAHLMO KI, ANDERSSON M, GELLERSTEDT M, KARLSSON S. On a new method to assess the accuracy of a CAD program. *Int J Prosthodont*, May-Jun;14(3):276-283, 2001.
  30. SEGAL BS. A pragmatic perspective on reconstructive dentistry and the utilization of posterior all-ceramic crowns. *J Tenn Dent Assoc*, Winter;80(1):10-14, 2000.
  31. LUTHARDT RG, SANDKUHL O, REITZ B. Zirconia-TZP and alumina--advanced technologies for the manufacturing of single crowns. *Eur J Prosthodont Restor Dent*, Dec;7(4):113-119, 1999.
  32. CHAI J, TAKAHASHI Y, SULAIMAN F, CHONG K, LAUTENSCHLAGER EP. Probability of fracture of all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont*, Sep-Oct;13(5):420-424, 2000.
  33. BLIXT M, ADAMCZAK E, LINDEN LA, ODEN A, ARYIDSON K. Bonding to densely sintered alumina surfaces: effect of sandblasting and silica coating on shear bond strength of luting cements. *Int J Prosthodont*, May-Jun;13(3):221-226, 2000.

34. OTTI P, PIWOWARCZYK A, LAUER HC, HEGENBARTH EA. The Procera AllCeram system. *Int J Periodontics Restorative Dent*, Apr;20(2):151-161, 2000.
35. LOVGREN R, ANDERSSON B, CARLSSON GE, ODMAN P. Prospective clinical 5-year study of ceramic-veneered titanium restorations with the Procera system. *J Prosthet Dent*, Nov;84(5):514-521, 2000.
36. DENISSEN H, DOZIC A, VAN DER ZEL J, VAN WAAS M. Marginal fit and short-term clinical performance of porcelain-veneered CICERO, CEREC, and Procera onlays. *J Prosthet Dent*, Nov;84(5):506-513, 2000.
37. BERGMAN B, MARKLUND S, NILSON H, HEDLUND SO. An intraindividual clinical comparison of 2 metal-ceramic systems. *Int J Prosthodont*, Sep-Oct;12(5):444-447, 1999.
38. ZITZMANN NU, MARINELLO CP, LUTHI H. [The Procera Allceram all-ceramic system. The clinical and technical laboratory aspects in the use of a new all-ceramic system]. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 109(8):820-834, 1999. French, German.
39. BERGMAN B, NILSON H, ANDERSSON M. A longitudinal clinical study of Procera ceramic-veneered titanium copings. *Int J Prosthodont*, Mar-Apr;12(2):135-139, 1999.
40. LIN MT, SY-MUNOZ J, MUNOZ CA, GOODACRE CJ, NAYLOR WP. The effect of tooth preparation form on the fit of Procera copings. *Int J Prosthodont*, Nov-Dec;11(6):580-590, 1998.

41. PRESTIPINO V, INGBERG A, KRAVITZ J. Clinical and laboratory considerations in the use of a new all-ceramic restorative system. *Pract Periodontics Aesthet Dent*, Jun-Jul;10(5):567-75; quiz 576, 1998.
42. MILLEDING P, HAAG P, NEROTH B, RENZ I. Two years of clinical experience with Procera titanium crowns. *Int J Prosthodont*, May-Jun;11(3):224-232, 1998.
43. SMEDBERG JI, EKENBACK J, LOTHIGIUS E, ARYIDSON K. Two-year follow-up study of Procera-ceramic fixed partial dentures. *Int J Prosthodont*, Mar-Apr;11(2):145-149, 1998.
44. LOVGREN R, ANDERSSON B, BERGOVIST S, CARLSSON GE, EKSTROM PF, ODMAN P, SUNDQVIST B. Clinical evaluation of ceramic veneered titanium restorations according to the Procera technique. *Swed Dent J*, 21(1-2):1-10, 1997.
45. OSHIDA Y, FUNG LW, ISIKBAY SC. Titanium-porcelain system. Part II: Bond strength of fired porcelain on nitrided pure titanium. *Biomed Mater Eng*, 7(1):13-34, 1997.
46. CHAI J, MACGIVNEY GP, MUNOZ CA, RUBENSTEIN JE. A multicenter longitudinal clinical trial of a new system for restorations. *J Prosthet Dent*, Jan;77(1):1-11, 1997.
47. WALTER M, BONING K, REPEL PD. Clinical performance of machined titanium restorations. *J Dent*, Dec;22(6):346-348, 1994.
48. OSHIDA Y, HASHEM A. Titanium-porcelain system. Part I: Oxidation kinetics of nitrided pure titanium, simulated to

- porcelain firing process. Biomed Mater Eng, Winter;3(4):185-98, 1993.
49. WALL JG, CIPRA DL. Alternative crown systems. Is the metal-ceramic crown always the restoration of choice? Dent Clin North Am, Jul;36(3):765-82, 1992. Review.
50. BOENING KW, WALTER MH, REPEL PD. Non-cast titanium restorations in fixed prosthodontics. J Oral Rehabil, May;19(3):281-287, 1992.
51. REPEL PD, BONING K, WALTER M. Fixed tooth replacement of milled/spark eroded titanium. Dtsch Zahnarzte Z, Nov;46(11):756-758, 1991. German.