

UNIVERSIDADE DE SANTO AMARO  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

**CONTAMINAÇÃO QUÍMICA SUPERFICIAL DE IMPLANTES  
OSSEOINTEGRADOS: ESTÁGIO ATUAL**

**CARLOS ALBERTO R. DE FARIA TAVARES JÚNIOR**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de Santo Amaro, para obter o título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Área de Concentração: Implantodontia.

São Paulo

2002

Data da Defesa: 11/11/02

### Banca Examinadora

Prof. Dr. Adriana Bona Neto

Julgamento: Aprovado Assinatura A. Bona Neto

Prof. Dr. ALBERTO SANJIVIERO

Julgamento: APROVADO Assinatura Alberto Sanjiviero

Prof. Dr. MARGARETH ODA

Julgamento: APROVADO Assinatura M. Oda

UNIVERSIDADE DE SANTO AMARO

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

## **CONTAMINAÇÃO QUÍMICA SUPERFICIAL DE IMPLANTES**

### **OSSEOINTEGRADOS: ESTÁGIO ATUAL**

**CARLOS ALBERTO R. DE FARIA TAVARES JÚNIOR**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de Santo Amaro, para obter o título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Área de Concentração: Implantodontia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup> Adriana Bona Matos

São Paulo

2002

B. 180123978  
Class. 0617.69  
Cutler T23c  
Patri nº 101  
Tipo entrada 101  
Nota Fiscal  
Data rec. 1.1.11  
Preço  
Origem

T23c Tavares Junior, Carlos Alberto Reis de Faria  
Contaminação química superficial de implantes  
osseointegrados: estágio atual. Orientação da Profa. Dra.  
Adriana Bona Matos. São Paulo: 2002.  
43p.

Dissertação (Mestrado). Implantodontia. Faculdade de  
Odontologia. Universidade de Santo Amaro.

1. Titânio 2. Contaminação 3. Implante dentário osseo-  
integrado I. Título

Aos meus queridos pais, **Carlos** (in memorian) e **Isabel** (in memorian), exemplos de honestidade e correção.

Aos meus filhos, **Felipe** e **Isabela**, pelo apoio e compreensão, aos meus irmãos, **Paulo** e **Silvia** e meus cunhados, **Marcos** e **Claudia**, sempre amigos e incentivadores da minha carreira universitária.

Ao **Prof. Dr. Alberto Sansiviero**, que me abriu portas,  
confiou responsabilidades e a quem devo a minha carreira  
universitária.

## AGRADECIMENTOS

- A minha orientadora e amiga **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Adriana Bona Matos**, pelo voto de confiança e por acreditar na minha capacidade.
- Ao **Prof. Dr. Wilson Roberto Sendyk**, pelo incentivo e determinação, exemplo educacional a ser seguido.
- Ao **Prof. Dr. Alfredo Gromatzky**, pelas sugestões e colaboração dadas a minha pesquisa.
- Ao **Prof. Dr. Nelson Villa**, pelo apoio e por sua dedicação a melhoria do ensino e pesquisa na odontologia.
- Aos meus colegas de equipe de materiais dentários, **Professores Lúcia, Honório, Eugênio e Waldyr**, pelo apoio e incentivo.
- Ao meu amigo **Francisco Esteves**, pela ajuda e amizade.
- A bibliotecária **Srta. Luciana Cristina Costa**, pela ajuda e determinação na obtenção de artigos.
- Aos meus colegas do curso de mestrado, pela amizade e companheirismo demonstrados durante todo esse período.

# SUMÁRIO

## RESUMO

1 INTRODUÇÃO.....	01
2 PROPOSIÇÃO.....	06
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	07
4 DISCUSSÃO.....	25
5 CONCLUSÃO.....	34
6 REFERÊNCIAS.....	35

## *SUMMARY*

## **RESUMO**

### **CONTAMINAÇÃO QUÍMICA SUPERFICIAL DE IMPLANTES**

#### **OSSEOINTEGRADOS: ESTÁGIO ATUAL**

Atualmente, a implantodontia é um dos grandes recursos para a reabilitação oral. O êxito deste tipo de tratamento está diretamente relacionado à preservação da integridade dos dentes vizinhos e ao crescente avanço nos conhecimentos sobre biomateriais. O titânio, é hoje, o material de eleição para este tipo de procedimento, formando entre a sua superfície e o tecido ósseo a bioadesão. Diversos fatores podem contribuir para o insucesso desta técnica, entre eles: a contaminação da superfície metálica, que pode ocorrer durante a produção, esterilização e manuseio dos implantes. Este estudo, baseado na revisão da literatura, procurou discutir a influência destas substâncias no sucesso clínico deste procedimento. Concluímos que: os implantes de titânio apresentam contaminação superficial, provenientes do processo de fabricação, limpeza, esterilização e embalagem, bem como durante a manipulação clínica do material; esta contaminação pode influir negativamente, total ou parcialmente, no processo de osseointegração; dentre as substâncias que podem ser encontradas na superfície dos implantes destacam-se o carbono, cálcio, fósforo, sódio, flúor, silício, cloro, enxofre, alumínio, ferro e nitrogênio;

são necessários estudos experimentais para se estabelecer os limites de contaminação e a influência desta no processo de osseointegração.

**UNITERMOS:**

Titânio; contaminação superficial, implante osseointegrado, tratamento superficial.

## INTRODUÇÃO

As antigas civilizações já se preocupavam em substituir um elemento dental perdido, quer seja para restabelecer a função, quer seja para restabelecer a estética. Os implantes já eram encontrados nas múmias do Antigo Egito.

Na praia dos mortos, Honduras, foi encontrada uma mandíbula com um incisivo lateral inferior esquerdo talhado em pedra preta, com cálculos na face lingual, sem mobilidade e sem radiolucidez peri-implantar, e que segundo estudos, fora executado no séc. VIII d.C. (Bezerra, 1985).

Em outro trabalho (Bobbio, 1987), relata-se que na verdade eram três os incisivos substituídos e que se conseguiu o exame radiográfico dos dentes na Harvard Medical School e foi possível comprovar uma osteogênese compacta em torno dos dentes artificiais implantados e sólidos, e concluiu serem estes os primeiros e autênticos implantes aloplásticos endo-ósseos descobertos até hoje.

Os primeiros implantes metálicos foram realizados a partir de 1807, com metais nobres como o ouro, a prata e a platina, denotando uma preocupação com a aceitação dos tecidos vivos, que na realidade se traduz em noções de biocompatibilidade, que segundo o Dicionário Médico Ilustrado Dorland é o material harmonioso com a vida e que não possui efeitos tóxicos ou prejudiciais às funções biológicas. Esses implantes apresentavam insucessos, provavelmente por problemas causados pelo contato do metal

com os fluidos bucais , com os fluidos corporais e pelo aparecimento de infecções ( **Magini & Schiochett,1999**).

Durante a II Guerra Mundial se descobriu que o tântalo, o titânio e as ligas de cromo-cobalto-molibdênio não causavam reações ao organismo ( **Magini & Schiochett, 1999** ).

Um implante de tântalo em forma de parafuso foi criado por Formiggini (1947) que acreditava que neste formato o tecido conjuntivo fibroso ficaria mais aderido às espirais do parafuso, e passa a ser considerado o “Pai” da implantodontia endo-óssea moderna ( **Magini & Schiochett, 1999** ).

Uma armação metálica de cromo-cobalto-molibdênio foi desenvolvida e colocada debaixo do periósteo , armação esta que sustentava uma prótese fixa ( **Dahl** , 1957), mas a taxa de sucesso era muito pequena.

Passa-se a preconizar o uso de um implante agulhado de tântalo em forma de tripé divergente. O grande problema desses implantes é dar uma disposição geométrica as agulhas , já que o tântalo é um metal inerte e resistente à corrosão ( **Scialom** , 1962)

Um implante laminado/titânio foi desenvolvido, mas por falta de um adequado procedimento cirúrgico e protético, não se conseguiu devolver os dentes ausentes ( **Linkow** , 1967).

O comportamento do tecido ósseo medular em coelhos vinha sendo estudado e os resultados destes estudos levaram a testes em cães. Para isso, foram criados implantes de titânio, em forma de parafuso e que permaneceram sem receber carga por três a quatro meses. Análises

radiográficas e histológicas provaram que o contato direto osso-implante pode ser mantido por 10 anos, sem reações adversas nos tecidos gengivais e ósseos ( **Branemark et al.**, 1977 ).

Osseointegração é definida por **Adell et al.** , em 1981 , como uma união direta e funcional entre o osso e um corpo implantado e também, sob carga. Após 3 ou 4 semanas da colocação, implantes apresentavam ao seu redor apenas tecido mole, mas depois de 1 ano, mais osso havia se formado , envolvendo aproximadamente 90% do implante (**Johansson & Albrektsson**, 1987).

Vários metais foram utilizados na tentativa de se encontrar uma perfeita osseointegração ( nióbio, tântalo e titânio ) .

O titânio, além de não causar fenômenos inflamatórios, foi o metal eleito para a confecção dos implantes pelas características de biocompatibilidade, resistência à corrosão e à fratura e, também , por ser um metal reativo, ou seja, quando em contato com o ar, forma uma película de óxido natural que vai proteger o implante de ataques químicos e dos fluidos corporais.

Alguns critérios de sucesso clínico foram estabelecidos para um implante ( **Albrektsson et al.**, 1986 ) : O implante não conectado a uma prótese, deve ser imóvel; a radiografia não deve apresentar radiolucidez peri-implantar; deve haver ausência de sinais e sintomas como infecção, odor, neuropatia, parestesia ou violação do canal mandibular; a perda óssea vertical anual deve ser menor que 0,2 mm após o primeiro ano funcional e, também; o implante deve apresentar uma taxa de sucesso de 85% após 5 anos de

observação e 80% após 10 anos de acompanhamento ; **Adell et al.**,1990, obtiveram em sua pesquisa, 99% de sucesso para mandíbula e 92% para maxila em 15 anos e o implante deve estar sob força oclusal (**Smith & Zarb** , 1989).

Chega-se a conclusão que o importante é termos um material biocompatível , uma técnica cirúrgica sem traumas e um paciente saudável (**Sisk et al.** , 1992).

Estudos nos levam a acreditar que a resposta biológica é dependente da composição do implante e também , da superfície do mesmo , podendo ser moldada por modificação na superfície do implante (**Smith et al.**, 1991).

É importante a topografia dos implantes na qualidade da osseointegração e as superfícies texturizadas tem uma integração implante-osso melhor que uma superfície lisa ( **Wenneberg et al.** , 1997 ).

Essa texturização pode ser obtida através de um jateamento por óxidos abrasivos conjuntamente ou não a tratamentos químicos com soluções básicas ou ácidas . Pode ainda , ser obtida através do recobrimento do implante com cerâmicas como a hidroxiapatita , que é semelhante a encontrada no osso humano. Esse processo para alterar a superfície do implante pode levar a absorção de impurezas (**Keller** , 1998 ).

Além de encontrar contaminantes advindos da esterilização, podemos encontrar essas impurezas vindas da confecção do implante, da limpeza , do tratamento da superfície, e da embalagem do mesmo . Esses contaminantes

podem interferir na osseointegração , dificultando ou impedindo a mesma .

Esse estudo tem como objetivo fazer uma revisão da literatura sobre o grau de pureza da superfície de implantes de titânio, já que esses aspectos da superfície são base para discussão da biocompatibilidade dos mesmos.

## **2 PROPOSIÇÃO**

A proposta deste trabalho é fazer uma revisão da literatura sobre elementos químicos diferentes de titânio (contaminantes) encontrados na superfície de implantes osseointegrados , já que os mesmos podem ser fator de prejuízo na osseointegração.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

**Kasemo(1983)**, através da análise espectroscópica por emissão de raios x (XPS) e de elétrons AUGER (AES), estudou os elementos contidos na superfície do metal do implante . O Titânio é o metal escolhido devido a sua biocompatibilidade e em contato com o ar atmosférico há a formação de óxido de titânio em sua superfície que vai promover a união com o osso. Durante o processo de produção, o metal entra em contato com líquidos e óleos lubrificantes ocorrendo assim a agregação de contaminantes como Calcio, Fósforo e radicais OH que podem influenciar negativamente na osseointegração.

**Parr et al.(1985)**, afirmam que são adicionados ao Titânio comercialmente puro elementos como Carbono, Nitrogênio, Oxigênio e Ferro para melhorar as propriedades mecânicas do metal. Ligas de Titânio também são usadas, em especial a alfa-beta com 6% de Alumínio (para diminuir o peso e aumentar a força) e 4% de Vanádio.

**Baier & Meyer(1988)**, nos contam que a contaminação pode vir da matéria prima (Titânio ou liga) ; pode ocorrer durante a fabricação (trocando substâncias inorgânicas com a composição das ferramentas utilizadas para o corte do titânio); pode acontecer durante o polimento e limpeza( ficando restos de detergente e matérias orgânicas); pode ocorrer ainda, durante a

esterilização (havendo uma deposição de matéria orgânica e inorgânica também). Afirmam que durante o processo para embalagem do implante pode haver contaminação pelo plástico e que contaminações podem ocorrer na armazenagem e no manuseio cirúrgico.

**Kasemo & Lausmaa (1988,a)**, através da espectroscopia encontraram Titânio, Oxigênio e impurezas como Carbono, Nitrogênio, Fósforo, Cálcio, Sódio, Flúor e Silício. O Carbono é advindo de uma absorção da camada de hidrocarbonetos do ar atmosférico. Os elementos químicos presentes na superfície podem identificar erros ocorridos na produção e preparação do implante . Uma amostra identificou o Flúor como o elemento responsável pela descoloração do implante durante a autoclavagem.

**Kasemo & Lausmaa (1988,b)**, em outro trabalho deste mesmo ano, afirmam que a contaminação começa quando há a exposição ao ar atmosférico , que encontra-se cheio de impurezas como Hidrocarbonetos e outras moléculas de Óxido de Enxofre e Óxido de Nitrogênio sendo que a reação química formada entre o metal e o oxigênio é insaturada e acaba atraindo impurezas. Afirmam, ainda, que outros contaminantes podem aparecer durante a limpeza dos implantes através dos solventes e dos detergentes utilizados.

**Keller et al. (1990)**, analisaram, através de um microscópio eletrônico de varredura e da espectroscopia de dispersão de energia(EDS), discos de titânio comercialmente puro de 1,25 cm de diâmetro que apresentavam em sua composição: Titânio 97%, Ferro 0,19%, Oxigênio 0,117%, Nitrogênio

0,008%, Carbono 0,01%, Hidrogênio 0,078% e resíduos menos de 0,10%. Estes discos foram divididos em amostras e passaram por métodos diferentes de polimento e esterilização. Os autores afirmam que as superfícies dos implantes podem ser alteradas durante o processo de produção. Quando foram autoclavadas as amostras foram contaminadas com Ferro e Cloro e acrescentam que a origem dessa contaminação pode estar na água utilizada. O Carbono estava presente em todas as amostras e sua origem pode estar no ar atmosférico. Oxigênio e Nitrogênio, também estavam presentes em todas as amostras.

**Klauber et al. (1990)**, analisaram através da espectroscopia ESCA(espectroscopia por análise química) e AES (espectroscopia de elétrons Auger) e em ambiente livre de oxigênio, seis marcas de implantes divididos em seis amostras. Todos os implantes apresentavam níveis variados de Oxigênio, Carbono, Sódio, Flúor, Cloro, Cálcio, Magnésio, Silicato, Estanho, Prata e Arsênio. As amostras 1, 2, e 3 apresentaram Silicato e a amostra 1, apresentou o maior nível. Este Silicato pode interferir na interface osso/implante a nível molecular e, portanto, se apresenta como uma contaminação indesejada. O excesso de Flúor foi atribuído ao uso inadequado do ácido fluorídrico que causou até a descoloração da superfície do implante na amostra 2. As amostras 4 e 5 apresentavam a Prata e o Estanho e estes contaminantes não tem precedentes.

Em outra pesquisa, **Smith et al. (1991)**, relatam que as superfícies dos implantes são alteradas de acordo com os processos de produção dos

mesmos. Foram confeccionadas amostras (discos de 3,75 x 1,5) de ligas de Titânio (Ti6Al14V) que passaram por diferentes processos de limpeza e esterilização e através da espectroscopia por análise química(ESCA), detectaram que a esterilização por radiação gama e com o uso de ácido nítrico a superfície dos implantes passou a apresentar elementos como Ferro, Chumbo, Fósforo e Enxofre. O tratamento com plasma de argônio por 30 minutos contaminou a superfície com Silício e Nitrogênio. A composição da superfície de um implante , bem como os seus contaminantes advindos dos diversos processos de produção são diretamente responsáveis pela resposta tecidual e celular.

**Kuliralo et al.(1991)**, analisaram implantes cilíndricos de titânio comercialmente puro, com tratamento de plasma-spray, estéreis e de uma mesma marca comercial. Foram analisados 12 implantes através da espectroscopia por raios x(XPS), ESCA(espectroscopia por análise química) e espectro RBS que permitiu detectar elementos a 1,5 mm de profundidade e a espessura da camada de óxido. Estes implantes foram divididos em grupos. Um grupo foi autoclavado a 200°C por 75 minutos e um segundo grupo foi manipulado com as mãos. Dois implantes foram implantados e removidos após um ano, lavados com água destilada e álcool etílico para remoção de detritos orgânicos, dois estavam em mandíbulas humanas , uma mulher de 47 anos que teve inflamação ao redor do implante após a colocação da prótese e um homem de 41 anos que perdeu o implante apresentando dor. Os dois implantes restantes estavam em mandíbula de

cães da raça “ Beagle “ que foram sacrificados e blocos foram removidos. A análise espectroscópica indicou que nas amostras novas encontraram elementos como óxido de Titânio, Carbono, Oxigênio e em pequena porcentagem Cálcio e Nitrogênio. Nos implantes manipulados com as mãos não foi encontrado o óxido de Titânio. Nas amostras implantadas, o óxido de Titânio também não foi encontrado e os elementos Cálcio, Carbono e Oxigênio apresentaram um aumento de 12% em comparação com os não implantados.

**Aparício & Olive (1992)**, estudaram 13 implantes de uma mesma marca comercial. 11 destes implantes foram removidos de mandíbulas de pacientes que apresentaram falha na osseointegração e passaram por processos de esterilização à vapor, lavagem com água e etanol e 2 implantes vieram em embalagens originais e foram considerados o grupo controle. Os implantes que passaram pelo processo de esterilização apresentaram um nível alto de Silício e Carbono quando comparados ao grupo controle (análise AES, espectroscopia de elétrons Auger). Os pesquisadores relacionam a presença destes elementos e do Enxofre ao uso de luvas de borracha. O Cloro, o Cálcio e o Silício são advindos da esterilização à vapor e das soluções utilizadas para lavagem dos implantes. O grupo controle apresentou como elemento principal o óxido de Titânio, mas também, observou-se pequenas quantidades de Hidrogênio, Sódio, Cloro, Silício, Enxofre, Fósforo e Cálcio que não excederam 5% dos

elementos da superfície. Os autores relacionam esses elementos ao processo de fabricação e manuseio desses implantes.

**Binon et al. (1992)**, escolheram 4 diferentes marcas comerciais de implantes de titânio rosqueados e as estudaram através da análise espectroscópica de elétrons AUGER (AES). Foram identificados elementos como Titânio, Oxigênio e Carbono em quantidades variadas. Duas dessas amostras apresentaram, também, pequena quantidade de Silício. Os pesquisadores atribuíram esses contaminantes ao óleo ou ao material de polimento. Uma das amostras, apresentou Flúor, Cálcio e Cloro e os autores relacionaram à água utilizada na lavagem. Outra amostra indicou a presença de Fósforo e Cálcio e não indicou o Silício. O Fósforo veio do ácido fosfórico utilizado na limpeza da superfície. Os pesquisadores concluem que diferentes marcas comerciais podem apresentar superfícies com mais ou com menos contaminantes.

**Ameen et al. (1993)**, utilizaram placas de Titânio cortadas no tamanho 3,0 cm x 1,0 cm. Metade das placas com superfície rugosa e a outra metade com superfície lisa. Essas placas passaram por processos de esterilização com banhos em ultra-som com etanol e 1-propanol, lavagem com água destilada, esterilizada em estufa e autoclave para simular o tratamento dado aos implantes osseointegrados. Essas amostras foram analisadas pela espectroscopia de raios X (XPS). Elementos como Carbono, Hidrogênio, Nitrogênio e Oxigênio estão presentes em todas as amostras, com pequenas variações entre superfícies rugosas e lisas. O Hidrogênio só foi possível de

se detectar através do microscópio eletrônico de varredura. Os autores relacionam essas impurezas ao preparo da matéria prima, ao próprio metal, a falhas no processo de esterilização e ao manuseio durante o ato cirúrgico. Informam ainda a presença de Cálcio, Sódio, Enxofre, Fósforo, Silício, Chumbo e Ferro que embora se apresentem em pequenas quantidades não devem ser ignoradas.

**Olefjord & Hansson (1993)**, estudaram através da espectroscopia de elétrons, implantes de quatro fornecedores diferentes. Estes implantes foram divididos em quatro grupos. Foi detectado o estado bi e tri valente do titânio. A superfície de todas as amostras foi coberta com contaminantes orgânicos. O Carbono tem sua origem na atmosfera e pode estar unido ao Hidrogênio ou ao Oxigênio. O Oxigênio pode estar unido ao Titânio (óxido de titânio) ou pode estar unido ao Hidrogênio formando uma camada de contaminantes. O sinal de Flúor encontrado em uma das amostras indica que um dos fornecedores tratou o implante com ácido hidrófluorídrico. Outra amostra apresentou Sódio e Cloro. No outro grupo foi identificado Sódio e Cálcio, e por fim a outra amostra apresentou Zinco, Cálcio, Nitrogênio e Silício. Os autores concluem que todas as amostras da pesquisa foram contaminadas por elementos orgânicos e inorgânicos e que essas contaminações variam em quantidade e qualidade de um fornecedor para outro.

**Vidigal et al. (1993)**, analisaram três marcas diferentes de implantes com o auxílio do microscópio eletrônico de varredura e de um equipamento para dispersão de energia(EDS)). Uma das marcas não apresentou contaminação

em sua superfície. Em outra marca foi identificado o Alumínio, provavelmente advindo do óxido empregado no processo de limpeza da superfície. Na terceira marca encontrou-se resíduos ricos em Ferro provavelmente resultantes do processamento mecânico. Os autores concluem que essas duas marcas apresentaram contaminantes em suas superfícies, provavelmente oriundos do processo de manufatura e limpeza dos mesmos.

**Darvell et al. (1995)**, confirmam neste estudo a necessidade do uso do Titânio como matéria prima de um implante, devido a sua força, baixa densidade, resistência à corrosão e alta biocompatibilidade. O objetivo é ter uma superfície totalmente descontaminada para evitar reações teciduais. Apesar do Titânio ser um metal não corrosivo, há sinais de titânio nos pulmões, baço, fígado e rins, provavelmente por transporte celular. Nesta pesquisa, os autores utilizaram discos de titânio que foram examinados no microscópio eletrônico de varredura e com análise por emissão de raios x(XPS). Esses discos sofreram diferentes tratamentos de limpeza de superfície, foram utilizados jatos de óxido de Alumínio, ultra-som com solução de Hidróxido de Sódio, soluções ácidas e desgaste da superfície com brocas diamantadas. Quando comparadas com o grupo controle, essas amostras apresentaram Alumínio, Magnésio e Silício. O Alumínio excedeu a 0,01 % e é advindo do processo de fabricação onde é usado para remover o Silício que também, não foi removido completamente.

**Lima et al. (1996)**, avaliaram dois implantes de Titânio nacionais e dois importados. Os implantes foram removidos dos seus invólucros utilizando-se uma pinça de titânio estéril para evitar qualquer tipo de contaminação orgânica, troca de íons ou qualquer tipo de alteração superficial. Esses implantes foram analisados no microscópio eletrônico de varredura e os resultados foram complementados com microanálise EDS (Espectroscopia por Energia Dispersiva). Um dos implantes nacionais apresentou superfície irregular, exhibe diversos cavacos de usinagem e contaminação orgânica. O outro implante nacional, apresentou pequenos cavacos de usinagem e traços de Ferro em sua superfície. Um dos implantes importados apresentou apenas Titânio em sua superfície e, também, um melhor acabamento superficial; e por fim, o outro implante importado apresentou um acabamento irregular e contaminação com Silício. De acordo com os autores, o acabamento da superfície dos implantes está ligado a remoção das impurezas superficiais dando origem a uma camada de óxido de boa qualidade.

**Aronsson et al.(1997)**, analisaram através da espectroscopia eletrônica de raios x (XPS), implantes de uma mesma marca comercial, de titânio comercialmente puro. Esses implantes sofreram tratamentos com plasma de Argônio/ Oxigênio e solventes para se ver o poder de limpeza de cada tratamento. Os autores relatam que o tratamento com plasma de Argônio é o que produz melhores resultados (observaram na superfície apenas Titânio, Oxigênio e Carbono), porém pode aumentar o grau de impurezas quando

utilizado indevidamente. Com o tratamento com solventes, os autores encontraram Flúor, Sódio, Nitrogênio, Enxofre, Cloro, Silício, Bário, Alumínio, Carbono, Oxigênio e o Titânio.

**Hellsing (1997)**, estudou 4 marcas diferentes de implantes de titânio com 3,75 mm de diâmetro, através da espectroscopia eletrônica de elétrons Auger (AES). Como resultado encontrou a presença de Titânio, Oxigênio e Carbono como elementos principais e relata que o Carbono pode ter origem na atmosfera ou nos óleos lubrificantes e solventes utilizados e também, encontrou outros contaminantes em quantidades variáveis como o Enxofre, Silício, Cloro, Bário, Potássio, Sódio, Fósforo e Cálcio. Esses elementos tem sua origem nos lubrificantes e solventes utilizados na produção e esterilização dos implantes. O autor diz ainda, que quanto maior a quantidade de contaminantes, menor será a formação de óxido de Titânio e conclui que há diferenças no preparo dos implantes comercializados.

**Siqueira & Dias (1998)**, afirmam que não se pode confundir limpeza com esterilização. No processo de limpeza ocorre a remoção dos contaminantes resultantes do processo de fabricação (contaminantes mais grosseiros, mas não se pode assegurar ausência dos mesmos), sejam eles orgânicos ou inorgânicos e no processo de esterilização há uma destruição microbiana sem a eliminação dos resíduos. Essa esterilização não afeta a camada de óxido quanto a sua espessura, mas pode haver contaminação por Flúor se uma autoclave for utilizada. Outros fatores que podem contaminar a superfície de um implante, são os tratamentos dados a sua superfície com o

objetivo de causar rugosidades para facilitar a osseointegração. Os jateamentos, por exemplo, podem depositar resíduos na superfície do implante. Esses contaminantes podem alterar a resposta biológica.

**Glantz(1998)**, estudou metais e ligas que incluem o Titânio, o Tântalo, as ligas de Titânio- Alumínio- Vanádio e ligas de Níquel- Cromo- Cobalto. O autor conclui que o Titânio é o mais usado devido as suas propriedades mecânicas e a capacidade de formação do óxido de Titânio que favorece a união e o crescimento de células osteoblásticas .

**Davies(1998)**, relata a importância da superfície dos implantes no aspecto topográfico, design e composição química. As superfícies dos implantes são colonizadas por uma população de células osteogênicas que vão formar a matriz óssea.

**Ellingsen (1998)**, em seu trabalho, relata que os tratamentos que são dados a superfície dos implantes para aumentar a rugosidade visando um maior contato com o osso, podem alterar a superfície dos metais, principalmente quando da adição de elementos, como por exemplo a Hidroxiapatita, podendo ser observados elementos como Sódio, Carbono, Sílica e Alumínio que talvez interferiram na adesão celular e conseqüentemente prejudicando a osseointegração.

**Pilliar (1998)**, nos diz que atualmente temos no mercado para uso clínico uma grande variedade de implantes dentários endósseos de grande sucesso e com diferentes formas de superfície. A fixação do implante ao osso é dado principalmente pelos recursos de superfície dos implantes, introduzidos de

propósito ou por acidente durante a fabricação do implante. Durante o preparo e manuseio dos implantes, a contaminação deve ser evitada pois pode afetar a resposta do tecido hospedeiro e levar a falha da osseointegração. Nas fábricas os implantes passam por análises para detectar os tipos de contaminantes que envolvem os mesmos. O uso de processos adicionais de limpeza, como descarga de radiofrequência de calor, tem mostrado uma significativa redução dos níveis de contaminação.

**Espósito et al. (1998)**, afirmam que o titânio é o material de eleição e que antes dele foram utilizados materiais como Cromo-Níquel ( que causam reação alérgica), o Vanádio (que é tóxico *in vitro*) e o Alumínio/Vanádio (atrapalham na formação óssea, pois competem com os íons Cálcio).

**Meira et al. (1998)**, estudaram o comportamento de implantes de titânio comercialmente puro, diante de 2 tratamentos de superfície diferentes: ácido sulfúrico e óxido de titânio. Estabelecem como fases importantes de seu trabalho a seleção do material do implante, limpeza da superfície, tratamentos superficiais e esterilização. Concluem que essas 2 substâncias se prestam muito bem para o tratamento superficial de implantes osseointegrados.

**Mouhyi et al. (1998)**, estudaram 17 implantes de uma mesma marca comercial. Retiraram um implante de sua embalagem original e observaram no microscópio eletrônico com análise por emissão de raios x (XPS): 16,6% de Titânio, 2,7% de Nitrogênio, 55,1% de Oxigênio e 25,5% de Carbono. Em um outro implante aberto antecipadamente, encontraram mais Carbono

(46,3%), menos Titânio (9,3%), menos Oxigênio (44,5%) e não encontraram Nitrogênio. Os outros implantes (havia sido instalados em pacientes), sofreram processos experimentais de limpeza como etanol, ácidos cítricos, ultra-som, abrasivos e laser de CO<sub>2</sub>. Nestes implantes se identificou contaminantes como Cloro, Sódio e Carbono. Os autores concluem que esses métodos de limpeza foram insatisfatórios e que a exposição ao ar aumenta o nível de Carbono na superfície.

**Sawase et al. (1998)**, analisaram 3 implantes com superfícies diferentes através da espectroscopia eletrônica de raios x (XPS) e da espectroscopia de elétrons Auger (AES). Na análise XPS, encontrou-se Oxigênio, Titânio e algumas impurezas como Carbono, Nitrogênio e Cálcio. A presença do Oxigênio está ligada aos hidrocarbonetos do ar e a comprovação da existência do Hidrogênio está na quantidade de Carbono, pois o Hidrogênio não aparece na análise XPS. Na análise pelo AES, que permite uma observação em profundidade, detectou-se a presença do Titânio, Oxigênio, Carbono, Fósforo e Sódio.

**Keller (1998)**, realizou um trabalho com discos de titânio comercialmente puro e de ligas de titânio com superfícies lisas e rugosas. Esses discos passaram por processos de esterilização em autoclave, ultra violeta e radiação gama. As análises foram feitas pelos métodos XPS (espectroscopia eletrônica de raios x) e AES (espectroscopia de elétrons Auger). As amostras autoclavadas foram as que apresentaram maior quantidade de contaminantes como Carbono, Oxigênio, Nitrogênio, Ferro, Sódio, Cloro e

Silício. As técnicas de esterilização com luz ultra violeta e radiação gama apresentaram uma superfície mais limpa com Carbono, Oxigênio e Nitrogênio. Afirma que a qualidade da água usada na autoclave tem grande influência neste resultado.

**Santos & Santos (1998)**, estudaram através da espectroscopia por energia dispersiva(EDS), nove marcas comerciais de implantes (seis de cada marca), de lotes de fabricação diferentes e comparados com um grupo controle. Em todas as leituras, o Titânio foi o elemento químico predominante. O Carbono foi identificado em todas as amostras. Essas impurezas orgânicas dificultam a adesão de biomoléculas, células epiteliais, fibroblastos e osteoblastos. Impurezas inorgânicas como Nitrogênio, Magnésio, Zinco, Sódio, Cálcio, Ferro, Cobre, Silício e Alumínio foram identificados em quatro das marcas analisadas e nas outras cinco marcas foi observado um nível maior que 5% de elementos diferentes de Titânio. Essas impurezas inorgânicas podem provocar trocas iônicas e corrosão do Titânio e ainda não estão definidos os limites normais e patológicos da liberação desses elementos químicos pelo implante para o meio fisiológico.

**Esposito et al. (1999)**, relatam em seu trabalho de revisão de literatura, que o Titânio comercialmente puro é o metal de eleição para implantes devido a sua biocompatibilidade e a sua resistência a corrosão. Os autores analisaram vinte implantes no microscópio eletrônico de varredura. Destes implantes, dois eram do grupo controle e apresentaram elementos como óxido de Titânio, Cloro, Sódio, Silício, Fósforo, Cálcio e Carbono. Os outros

implantes apresentaram grande quantidade de Carbono, Silício, também em grande quantidade (os autores relacionaram a sua presença à contaminação durante o armazenamento em vidro) e uma menor quantidade de óxido de Titânio . A presença de um determinado material ou superfície contaminada no osso pode causar uma mínima reação inflamatória ou dependendo da quantidade de agentes contaminantes causará uma rejeição total do material implantado.

**Mazzonetto et al. (1999)**, estudaram através da microscopia eletrônica de varredura no modo de elétrons secundários, 45 implantes, divididos em 3 lotes de 15 unidades cada com 2 tipos diferentes de superfície (um grupo sem tratamento e o outro com bombardeamento de partículas de óxido de Alumínio). Resíduos de Ferro foram encontrados (principalmente nos implantes lisos e algumas vezes chegavam a ser grosseiros) e os autores relacionam esse fato aos processamentos mecânicos. Nos implantes que sofreram bombardeamento com óxido de Alumínio foi mais difícil identificar a presença de contaminantes, devido à rugosidade de sua superfície.

Segundo **Lacefield (1999)**, as características da superfície dos implantes influenciam a resposta tecidual. Ele descreveu em seu trabalho a composição do Titânio de grau 3 (possui 0,3% de Ferro e 0,35% de Oxigênio) e a composição do Titânio de grau 4 (0,5% de Ferro e 0,04% de Oxigênio). O autor afirma ainda, que em contato com o ar atmosférico, o Titânio forma uma camada de óxido de Titânio que não deve e não pode ser confundida com um contaminante.

**Sykaras et al. (2000)**, estudaram as 4 variações do Titânio comercialmente puro. Essas variações estão ligadas a quantidade de Oxigênio (grau I possui 0,18% de Oxigênio e grau IV 0,4%). Os autores descrevem a presença de outros elementos como Carbono, Hidrogênio, Nitrogênio e Ferro. Afirmam que esses elementos vão melhorar as propriedades físicas e químicas dos implantes e que os mesmos não vão modificar as características do óxido de Titânio e afirmam ainda que os tratamentos para aumentar a rugosidade da superfície podem remover esses contaminantes e aumentar a reatividade do metal.

**Placko et al. (2000)**, estudaram através de um microscópio eletrônico de varredura e da espectroscopia de energia dispersiva(EDS), placas de Titânio comercialmente puro e Titânio-Alumínio-Vanádio. Essas placas sofreram tratamentos de superfície (polidos, eletro-polidos e jateados) e todas apresentaram contaminantes como Carbono, Oxigênio, Sódio, Silício, Cálcio, Flúor, Enxofre e Cloro.

**Orsini et al. (2000)**, analisaram também, com o auxílio do microscópio eletrônico de varredura, 10 implantes rosqueados e 10 implantes jateados (com e sem tratamento ácido). As amostras apresentaram Oxigênio e Titânio em quantidades variadas, mas sempre presente. Elementos como Silício, Fósforo, Nitrogênio, Cálcio e Cloro foram identificados em pequenas quantidades. O Alumínio foi identificado nas amostras que não sofreram tratamento com ácido, provavelmente devido a deficiência na limpeza ultrasônica.

**Diniz et al. (2001)**, estudaram chapas quadradas de Titânio com 1,1 mm de espessura e 8 mm de lado que foram preparadas para obtenção de superfícies com diferentes microtopografias, através de tratamentos mecânicos e tratamentos químicos. Nove condições de superfície foram criadas, sendo três lixadas e seis jateadas com óxido de Alumínio. Seis dessas condições foram então, submetidas a tratamentos ácidos com solução de ácido sulfúrico/clorídrico ou solução contendo ácido fluorídrico.

Essas superfícies foram analisadas através da microscopia eletrônica de varredura, com espectroscopia por dispersão de energia(EDS), espectroscopia de fotoelétrons por raios x(XPS) e medidas de rugosidade média . Os autores concluem, que os tratamentos realizados possibilitaram a obtenção de superfícies com rugosidades e composição química diferentes. O jateamento mecânico do Titânio com partículas de óxido de Alumínio seguido de um tratamento com uma solução de ácido fluorídrico, criou uma superfície homogeneamente rugosa e sem traços do material usado no jateamento. Essa combinação de tratamentos de superfície pode vir a favorecer o desenvolvimento biológico de osteoblastos em condições *in vitro* e *in vivo*.

**Sendyk et al. (2001)**, analisaram através de um microscópio eletrônico de varredura, uma determinada marca comercial de implantes, visando qualificar e quantificar os contaminantes presentes na superfície dos mesmos. As contaminações observadas foram submetidas à análise pelo EDS (espectroscopia por energia dispersiva) através de uma microsonda.

Os autores concluem, que implantes dentários apresentam contaminantes em sua superfície, que podem dificultar, ou mesmo impedir parcialmente o fenômeno de osseointegração e que os contaminantes mais encontrados foram Silício, Cloro, Alumínio, Carbono, Enxofre, Bário e Ferro em ordem decrescente.

**Pasquinelli (2001)**, estudou seis implantes osseointegrados de Titânio comercialmente puro (três nacionais e três importados) através de um microscópio eletrônico de varredura e de uma microsonda EDS(espectroscopia de energia dispersiva). Em cada implante foram selecionadas três áreas de leitura: ponta do implante (ápice), parte média e visão geral, totalizando dezoito leituras. O autor concluiu, que o Titânio foi o principal elemento encontrado em todos os implantes; que o acabamento dos implantes importados é superior aos nacionais; que uma das marcas comerciais apresentou apenas traços de Alumínio e que as demais marcas comerciais apresentaram traços de Carbono, Sódio, Alumínio, Potássio, Cloro e Enxofre e atribui esse fato ao uso de solventes, óleos lubrificantes, aos processos mecânicos, à esterilização a vapor, sendo portanto, advindos de falhas no processo de produção.

## 4 DISCUSSÃO

Antigas civilizações já buscavam uma maneira para substituição de elementos dentais, inicialmente para promover um embelezamento de seus mortos, depois para restabelecer uma função mastigatória, mas hoje sabemos que além da necessidade estética, os implantes são vantajosos em relação as próteses, pois não são necessários desgastes nos dentes vizinhos e também, previnem a perda óssea fisiológica que ocorre na região do dente extraído.

Para ser capaz de suportar uma prótese é necessária uma perfeita osseointegração, união entre um osso saudável e o corpo de um implante (Adell et al., 1981).

Diversos fatores como a limpeza, esterilização, manufatura, embalagem e tratamentos de superfície levam a contaminação da superfície, que podem prejudicar a adesão de biomoléculas, fibroblastos, osteoblastos, e também podem levar o implante a uma corrosão no titânio e com isso impedir total ou parcialmente a osseointegração (Santos & Santos, 1998).

Dentre os contaminantes encontrados destacam-se:

- 1) Cálcio ( Kasemo, 1983; Kasemo & Lausmaa, 1988; Klauber et al., 1990; Kuliralo et al., 1991; Aparício & Olive, 1992; Binon et al., 1992; Ameen et al., 1993; Olefjord & Hansson, 1993; Helsing, 1997; Sawase et al., 1998; Santos & Santos, 1998; Espósito et al., 1998);

- 2) Fósforo ( Kasemo ,1983; Kasemo & Lausmaa, 1988; Smith et al., 1991, Aparício & Olive, 1992; Binon et al., 1992; Ameen et al., 1993; Hellsing, 1997; Sawase et al., 1998; Espósito et al., 1998; Orsini et al., 2000);
- 3) Sódio ( Kasemo & Lausmaa, 1988; Klauber et al., 1990; Aparício & Olive, 1992; Ameen et al.,1993; Olefjord & Hansson, 1993; Aronsson et al., 1997; Hellsing, 1997; Ellingsen, 1998; Mouhyi et al., 1998; Sawase et al., 1998; Keller, 1998; Santos & Santos,1998; Espósito et al., 1998; Placko et al., 2000; Pasquinelli , 2001);
- 4) Flúor ( Kasemo & Lausmaa, 1988; Klauber et al., 1990; Binon et al., 1992; Olefjord & Hansson, 1993; Aronsson et al., 1997; Siqueira & Dias, 1998; Placko et al., 2000);
- 5) Silício ( Kasemo & Lausmaa, 1988; Smith et al., 1991; Aparício & Olive, 1992; Binon et al., 1992; Ameen et al., 1993; Olefjord & Hansson, 1993; Darvell et al., 1995; Lima et al.,1996; Aronson et al., 1997; Hellsing, 1997; Keller, 1998; Santos & Santos,1998; Esposito et al., 1998; Placko et al., 2000; Orsini et al.,2000; Sendyk et al.,2001);
- 6) Cloro ( Klauber et al., 1990; Aparício & Olive, 1992; Binon et al.,1992; Aronsson et al., 1997; Hellsing, 1997; Mouhyi et al.,1998; Keller, 1998; Esposito et al., 1998; Placko et al., 2000; Orsini et al., 2000; Sendyk et al., 2001; Pasquinelli , 2001);

- 7) Enxofre ( Smith et al., 1991; Aparício & Olive,1992; Ameen et al., 1993; Aronsson et al., 1997; Hellsing,1997; Placko et al., 2000; Sendyk et al., 2001; Pasquinelli, 2001);
- 8) Carbono ( Parr et al.,1985; Kasemo & Lausmaa, 1988; Keller et al., 1990; Klauber et al., 1990; Kuliralo et al., 1991; Aparício & Olive, 1992; Binon et al., 1992; Ameen et al., 1993; Olefjord & Hansson, 1993; Aronsson et al., 1997; Hellsing, 1997; Ellingsen, 1998; Mouhyi et al., 1998; Sawase et al., 1998; Keller, 1998; Santos & Santos, 1998; Esposito et al., 1998; Sykaras et al., 2000; Placko et al., 2000; Sendyk et al., 2001; Pasquinelli , 2001);
- 9) Ferro ( Keller et al., 1990; Smith et al., 1991; Ameen et al., 1993; Vidigal et al., 1993; Lima et al., 1996; Keller, 1998; Santos & Santos, 1998; Mazzonetto et al., 1999; Sykaras et al., 2000; Sendyk et al., 2001);
- 10)Alumínio ( Parr et al., 1985; Vidigal et al., 1993; Darvell et al., 1995; Aronson et al., 1997; Ellingsen, 1998; Santos & Santos, 1998; Sendyk et al., 2001; Pasquinelli , 2001);
- 11) Radicais OH ( Kasemo, 1983; Olefjord & Hansson, 1993; Sawase et al., 1998; Sykaras et al., 2000);
- 12)Nitrogênio ( Kasemo & Lausmaa, 1988; Keller et al., 1990; Smith et al., 1991; Kuliralo et al., 1991; Ameen et al., 1993; Olefjord & Hansson, 1993; Aronsson et al., 1997; Mouhyi et al., 1998; Keller,

1998; Santos & Santos, 1998; Sykaras et al., 2000; Orsini et al., 2000);

13) Magnésio ( Klauber et al., 1990; Darvell et al., 1995; Santos & Santos, 1998);

14) Chumbo ( Smith et al., 1991; Ameen et al., 1993);

15) Silicato, Prata, Estanho, Arsênio ( Klauber et al., 1990);

16) Oxigênio ( Parr et al., 1985; Keller et al., 1990; Klauber et al., 1990; Kuliralo et al., 1991; Binon et al., 1992; Ameen et al., 1993; Olefjord & Hansson, 1993; Aronsson et al., 1997; Mouhyi et al., 1998; Sawase et al., 1998; Keller, 1998; Placko et al., 2000; Orsini et al., 2000);

17) Bário (Aronsson et al., 1997; Hellsing, 1997; Sendyk et al., 2001);

18) Hidrogênio ( Keller et al., 1990; Aparício & Olive, 1992; Ameen et al., 1993; Olefjord & Hansson, 1993; Sawase et al., 1998; Sykaras et al., 2000);

19) Zinco ( Olefjord & Hansson, 1993; Santos & Santos, 1998);

20) Potássio ( Hellsing, 1997; Pasquinelli, 2001).

Estes elementos são provenientes de diferentes origens, havendo diferença entre os autores pesquisados na literatura. Em seguida descreveremos individualmente cada um dos contaminantes em detalhes, quanto a sua possível origem.

Cálcio: tem a sua origem em contato com líquidos e óleos lubrificantes (Kasemo,1983; Binon et al., 1992); além das soluções utilizadas para lavar o implante, o cálcio pode vir da esterilização à vapor (Aparício & Olive,1992; Ameen et al.,1993; Hellsing,1997).

Fósforo: também tem origem nos óleos lubrificantes e líquidos utilizados (Kasemo, 1983; Hellsing,1997); pode ocorrer por erros na produção e preparação dos implantes (Kasemo & Lausmaa, 1988); pode ser adquirido através do uso de ácido fosfórico utilizado na limpeza da superfície ( Binon et al.,1992).

Sódio: advindo de erros na produção dos implantes ( Kasemo & Lausmaa, 1988; Aparício & Olive, 1992; Pasquinelli , 2001); adquirido através do uso de solventes (Aronsson et al.,1997; Hellsing, 1997;Mouhyi et al.,1998); através de tratamentos dados as superfícies, especialmente com o uso de hidroxiapatita (Ellingsen,1998); de técnicas de esterilização como autoclave (Keller,1998).

Flúor: possivelmente proveniente da água utilizada em autoclaves (Kasemo & Lausmaa,1988; Siqueira & Dias,1998); do uso inadequado do ácido fluorídrico (Klauber et al, 1990); através da água utilizada na lavagem dos implantes ( Binon et al., 1992); do uso de ácido hidrofúorídrico ( Olefjord & Hansson,1993); do uso de solventes ( Aronsson et al., 1997).

Silício: pode ser adquirido por erros na produção dos implantes (Kasemo & Lausmaa,1988); do tratamento com plasma de argônio (Smith et al.,1991); de processos de esterilização ( Aparício & Olive, 1992; Hellsing, 1997); do

material de polimento (Binon et al., 1992); dos tratamentos de limpeza de superfícies( Darvell et al., 1995; Aronsson et al., 1997); da armazenagem em vidro( Espósito et al., 1998).

Cloro: advindos da esterilização à vapor e dos processos de limpeza dos implantes (Aparício & Olive,1992; Binon et al.,1992; Keller,1998); do uso de solventes para limpeza (Aronsson et al.,1997; Hellsing, 1997; Mouhyi et al.,1998); dos tratamentos dados às superfícies (Placko et al.,2000).

Enxofre: dos processos de limpeza e esterilização por radiação gama e com uso de ácido nítrico (Smith et al., 1991);ao uso de luvas de borracha (Aparício & Olive,1992); ao uso de solventes para limpeza (Aronsson et al.,1997; Hellsing,1997).

Carbono: da camada de hidrocarbonetos do ar atmosférico (Kasemo & Lausmaa,1988; Keller et al., 1990; Olefjord & Hansson,1993; Hellsing,1997; Mouhyi et al.,1998); dos tratamentos para aumentar a rugosidade da superfície (Ellingsen,1988).

Ferro: adquirido na água utilizada na autoclave (Keller et al.,1990; Keller,1998); da limpeza e esterilização por radiação gama e com uso de ácido nítrico (Smith et al.,1991); do processamento mecânico (Vidigal et al.,1993; Mazzonetto et al.,1999).

Alumínio: aparece quando o óxido de alumínio é utilizado no processo de limpeza da superfície (Vidigal et al.,1993); do processo de fabricação (Darvell et al.,1995); quando do uso de solventes para limpeza da superfície

(Aronsson et al.,1997); dos tratamentos para aumentar a rugosidade da superfície (Ellingsen,1998).

Radicais OH: em contato com líquidos e óleos lubrificantes utilizados na produção dos implantes (Kasemo,1983).

Nitrogênio: surge com o tratamento com plasma de argônio para limpeza e esterilização (Smith et al.,1991); com o uso de solventes (Aronsson et al.,1997); com o uso de autoclaves (Keller,1998).

Magnésio: dos tratamentos de limpeza de superfície (Darvell et al.,1995).

Chumbo: advindo da esterilização por radiação gama e com uso de ácido nítrico (Smith et al.,1991).

Silicato ,Prata ,Estanho ,Arsênio: são contaminantes sem precedentes (Klauber et al.,1990).

Oxigênio: relacionado ao preparo da matéria prima, ao próprio metal, ao processo de esterilização e ao manuseio do implante (Ameen et al.,1993); ao uso de solventes (Aronsson et al.,1997); ao uso de autoclaves (Keller,1998); resultante dos tratamentos dados à superfície (Placko et al.,2000).

Bário: adquirido com o uso de solventes para limpeza dos implantes (Aronsson et al.,1997); Hellsing,1997).

Hidrogênio: relacionado com o processo de fabricação e manuseio dos implantes (Aparício & Olive,1992; Ameen et al.,1993).

Potássio: origem nos lubrificantes e solventes usados na produção e esterilização dos implantes (Hellsing,1997).

Ao titânio comercialmente puro são adicionados elementos químicos como carbono, nitrogênio, oxigênio e ferro para melhorar as propriedades mecânicas do metal (Parr et al.,1985) e os mesmos não vão modificar as características do óxido de titânio, e os tratamentos para aumentar a rugosidade de superfícies podem remover esses elementos e aumentar a reatividade do metal (Sykaras et al.,2000).

A composição da superfície de um implante, bem como as contaminações que podem ser encontradas são responsáveis pela resposta tecidual e celular (Smith et al., 1991).

Diferentes marcas comerciais podem apresentar superfícies com mais ou menos contaminantes (Binon et al.,1992).

Quanto maior a quantidade de elementos contaminantes, menor será a formação de óxido de titânio, tendo influência negativa e direta na osseointegração (Hellsing,1997) .

As impurezas orgânicas, derivadas do carbono, podem dificultar ou impedir a adesão de biomoléculas, células epiteliais, fibroblastos e osteoblastos, enquanto as impurezas inorgânicas como sódio, cálcio, ferro entre todas as outras discriminadas nesta pesquisa, podem provocar trocas iônicas e corrosão no implante, podendo impedir parcialmente ou totalmente a osseointegração, e além disso não se sabe os limites normais e patológicos de liberação desses elementos químicos do implante para o meio fisiológico (Santos & Santos, 1998).

O grau de contaminação dos implantes aumenta quando os métodos empregados no preparo não são eficientes (Aparício & Olive, 1992). Para minimizar, ou mesmo tentar evitar essa contaminação são necessários conhecimentos para uma correta seleção do material do implante, uma limpeza adequada, conhecimentos para tratamentos superficiais e esterilização (Meira et al., 1998).

O êxito do fenômeno da osseointegração se inicia na fabricação do implante e se completa após a prótese estar em função (Lima et al., 1996).

É quase impossível evitar esses contaminantes, já que a própria exposição do titânio ao ar atmosférico agrega elementos químicos diferentes do titânio, e com os métodos de esterilização, muitos outros elementos são incorporados. Fica claro que o profissional que faz uso dos sistemas de implantes deve ter conhecimentos para a correta utilização dos mesmos e para sempre exigir dos fabricantes um produto de qualidade superior. Quanto aos fabricantes, se faz necessário expor o titânio o mínimo possível ao ar atmosférico, testar outros solventes e óleos lubrificantes, procurar limpar e esterilizar com outros métodos, como por exemplo, o tratamento com plasma de argônio que parece apresentar melhores resultados e apresentar um produto com o mínimo de farpas de usinagem possível.

## 5 CONCLUSÃO

- 1) Implantes dentais apresentam contaminações em sua superfície, oriundos do processo de fabricação, limpeza, esterilização, embalagem, aos processos mecânicos e de tratamento de superfície;
- 2) Essas contaminações podem impedir parcialmente ou totalmente a osseointegração;
- 3) Dentre esses contaminantes destacam-se o carbono, cálcio, fósforo, sódio, flúor, silício, cloro, enxofre, alumínio, ferro e nitrogênio;
- 4) Estudos experimentais são necessários para que se possa estabelecer limites de contaminação e para se saber até que ponto esses elementos químicos são normais ou patológicos para o meio fisiológico.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1-Adell, R. ; Lekholm, U.; Røcker, B.; Branemark, P. I.: A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int. J. Oral Surg.* Copenhagen. v10,p. 387-416, 1981.

2-Adell, R., Eriksson B., Lekholm U., Branemark P. I., Jemt T. . A long-term follow- up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. *Int. J. Oral and Maxillofac Implants.* Copenhagen. v.5,p. 347-59, 1990.

3-Albrektsson ,T., Zarb G., Worthington P. And Eriksson A.R. . The long-term efficacy of currenly used dental implants : review and proposed criteria of success. *Int. J. Oral and Max.* Copenhagen . v.1, p. 11-25, 1986.

4- Ameen A. P., Short R. D., Johns R., Schwach G.: The Surface Analysis of Implant Materials. The surface composition of a titanium dental implant material. *Clin. Oral Implants Res.*,v.4,n.3,p. 144-150,1993.

5- Aparício C., Olive J.: Comparative surface microanalyses of failed Branemark implants. *Int. J. Maxillofac. Implants*, v.7,n.1, p. 94-103, 1992.

- 6- Aronsson B. O., Lausmaa, J., Kasemo, B. Glow discharge plasma treatment for surface cleaning and modification of metallic biomaterials. *J. Biomed Mater Res.*, v.35, n.1, p.49-73,1997.
- 7- Baier E.R., Meyer E.A. : Implant surface preparation. *The Int. J. of Oral Maxillofac. Implants*, v.3, n.1, p. 9-20, 1988.
- 8- Bezerra J. História de Evolução da Implantodontia. *OM*, v. XII, n. 5, Junho 1985.
- 9- Binon P. P., Weir J. Dennis, Marshall J. Sally. : Surface Analysis of Original Branemark Implant and three Related Clones. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, v.7,n.2 p.168-175,1992.
- 10- Bobbio A . Evolução dos implantes, In Serson, D. *Implantes Oraís: artes médicas*, São Paulo, cap.1, p. 3-15, 1987.
- 11- Branemark P. I. , Hansson B. O., Adell R., Breine V., Lindstrom J., Hallen O., Ohman A. : Osseointegrated implants in the Treatment of the Edentulous Jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J. Plast. Reconstr Surg.*, n.16, p.1-132, 1977.

12-Dahl G. apud Bobbio, A. Evolução dos Implantes. In Serson, D. **Implantes Orais: artes médicas**, São Paulo, cap.1, p.3-15,1987.

13- Darvell B.W., Sammant N., Luk W.K., Clark R. K. F., Tideman H. Contamination of titanium castings by aluminium oxide blasting. **J. of Dentistry**, v.23, n.5, p 319-322, 1995.

14- Davies J. E. Mechanisms of endosseus integration. **Int. J. Prosthodont.**, v. 11,n. 5, p.391-401, 1998.

15- Diniz G. M., Sader S. M., Soares A. G. Superfície de titânio modificada por jateamento mecânico e/ou tratamento ácido. **RBO**,v.58,n.2,mar.-abr.,2001.

16- Ellingsen E. J., Surface configurations of dental implants. **Periodontol.** **2000**, v.17,p36-46,1998.

17- Esposito M., Hirsch M. J., Lekholm U., Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (II) Etiopathogenesis. **J. Oral Sci.**, v. 106, n.3, p.721-764,1998.

18- Esposito M., Lausmaa J., Hirsch M. J., Thomsen P. Surface analysis of failed oral titanium implants. *J. Biomed. Mater. Res.*, v.48, n.4, p.559-568, 1999.

19- Glantz P. O. The choice of alloplastic materials for oral implants: Does it really matter? *Int. J. Prosthodont.*, v.11, n.5, p. 402-407, 1998.

20- Hellsing M. Comparative surface analysis of four dental implant systems. *J. of the D.A.S.A.*, v.52, p.399-402, 1997.

21-Johansson C. & Albrektsson, T. Integration of screw implants in the rabbit: 1- year follow-up of removal torque of titanium implants. *Int. J. of Oral and Maxillofac. Implants*. Copenhagen v.2, n.2, p. 69-75, 1987.

22-Kasemo B. Biocompatibility of titanium implants :surface science aspects . *J. Prosthetic Dentistry*. St. Louis. v. 49, n.6 ,p. 832-837 , 1983 .

23-Kasemo B., Lausmaa J.,(a) Biomaterial and implant surface. A surface science approach. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, v.3, p. 247-259, 1988.

24-Kasemo B., Lausmaa J.,(b) Biomaterial and implant surfaces : On the role of cleanliness, contamination, and preparation procedures. *J. Biomed. Master*, v.22, n. 20, p. 145-158, 1988.

25-Keller C.J. , Tissue Compatibility to different surfaces of dental implants: in vitro studies . *Implants Dental*, v.7,n.4, p. 331-337, 1998.

26-Keller C.J., Draughn R. A. , Wightman J. P., Dougherty W. J., Meletiou S. D. Characterization of sterilized CP titanium. Implants Surface. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, v. 5, n. 4, p. 360-367, 1990.

27-Klauber C., Lenz L. J., Henry P. J., Oxide Thickness and surface contamination of six endosseous dental implants determined by electrons spectroscopy for chemical analysis: A preliminary report. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, v.5, n.3, p. 264-271, 1990.

28-Kuliralo M., Pireaux J. J., Caudano R., Dourov N. ET., Surface studies on titanium IMZ implants. *J. Biol. Buccalli*, v. 19, n. 3, p. 247-253, 1991.

29- Lacefield R. W., Materials characteristics of uncoated/ceramic-coated implant materials. *Adv. Dent. Res.*, v.13,p.21-26,June,1999.

30-Lima C.H.J., Elias N.C., Barboza P.E., Gomes T.D. Análise da superfície de implantes osseointegrados. *R BO*, v.53, n.4, p. 48-51, 1996.

31- Linkow, L. I. apud Bobbio, A. Evolução dos Implantes. In Serson, D. *Implantes Oraís: artes médicas*, São Paulo, cap.1,p. 3-15,1987.

32-Magini R. S., Schiochett C. Histórico dos Implantes : Do Sonho à Realidade **RBO**, v.56, n.5, set.-out. 1999.

33- Mazzonetto R., Ramires I., Guastaldi C. A., Carvalho P. S. P. Análise da superfície e da adaptação da conexão protética de três implantes dentários endósseos. Estudo *in vitro* .**BCI**, v.6, n.2, abr.-jun., 1999.

34- Meira B. K., Campos Júnior A., Aragones A. C. L., Passanezi E. Estudo comparativo do comportamento de implantes de Tícp com superfícies tratadas por ácido sulfúrico e óxido de titânio. Análise histomorfométrica e de torque de remoção. **Rev. FOB**, v.6,n.1,p.47-52,jan.-mar.,1998.

35- Mouhyi J., Sennerby L., Pireaux J. J., Dourov N., Nammour S., Van Reck J. An XPS and SEM evaluation of six chemical and physical techniques for cleaning of contaminated titanium implants. **Clin. Oral Implants Res.**, v.9, n.3, p.185-194,1998.

36- Olefjord I., Hansson S., Surface Analysis of Four Dental Implant Systems. **The Int. J. of Oral & Maxillofac. Implants**, v.8, n.1, p. 32-40, 1993.

- 37- Orsini G., Assenza B., Scarano A., Piattelli M., Piattelli A., Surface analysis of machined versus sandblasted and acid-etched titanium implants. ***Int. J. Oral Maxillofac. Implants***, v.15,n6,p.779-784,2000.
- 38-Parr R.G., Gardner L. K. , Toth W. R. Titanium : The mystery metal of implant dentistry. Dental materials aspects. ***J. Prosthetic Dentistry***, v.54, n.3, p. 410-414, 1985.
- 39- Pasquinelli F. Implantes: Análise da superfície de três marcas nacionais e três importadas, com microscópio eletrônico de varredura(MEV). ***Monografia apresentada à Universidade de Santo Amaro, curso de especialização em Implantodontia***, São Paulo,2001.
- 40- Pilliar M. R. Overview of surface variability of metallic endosseous dental implants: textured and porous surface-structured designs. ***Implants Dental***, v.7,n.4, p.305-314,1998.
- 41- Placko E. H., Mishra S., Weimer J. J., Lucas C. L. Surface characterization of titanium-based implant materials. ***The Int. J. of Oral & Maxillofac. Implants.***, v.15,n.3,2000.

42- Santos P. C., Santos J . F. F. Estudo da composição química da superfície de implantes osseointegráveis de titânio por meio da espectroscopia por energia dispersiva. *RPG*,v.5,n.3,jul.-ago.-set.,1998.

43- Sawase T., Hai K., Yoshida K., Baba K., Hatada R., Atsuta M. Spectroscopic studies of three osseointegrated implants. *J. of Dentistry*,v.26, n.2,p.119-124,1998.

44- Scialom, J. Apud Bobbio, A. Evolução dos implantes. In Serson, D. *Implantes Orais: artes médicas*, São Paulo, cap. 1, p. 3-15, 1987.

45- Sendyk W. R., Sendyk M., Sansiviero A., Leal R. A. G. A importância do tratamento superficial do titânio para o processo de osseointegração. *4º Congresso de iniciação científica: caderno de resumos*, São Paulo, Universidade de Santo Amaro, p. 258, 2001.

46- Siqueira T. T. J., Dias V. P. Osteointegração com um implante cilíndrico de superfície rugosa por jateamento. *RBI*, .4,n.1, p.16-20,1998.

47-Sisk A. L., Steflik D. E., Parr G. R., Hanes P. J. A light and electron microscopic comparison of osseointegration of six implants types. *J. of Oral and Maxillofac. Surgery*. Philadelphia. V.50, p. 709-16, 1992.

48-Smith D. C., Pillar R. M., Metson J. B., McIntyre N. S. Dental implant materials. II. Preparative procedures and surface spectroscopic studies.

***J. Biomed. Mater Res.***, v.25, n. 1, p. 1069-1084, 1991.

49-Smith D. C. , Zarb G.A. Criteria for success of osseointegrated endosseus implants. ***J. of Prosthetic Dentistry***. St. Louis. V. 62, p. 567-572, 1989.

50- Sykaras N., Iacopino M. A., Marker A. V., Triplett G. R., Woody D. R. Implant materials, desings, and surface topographies: their effect on osseointegration. A literature review. ***Int. Oral Maxillofac. Implant***, v.15,n.5,p.675-690,2000.

51-Wenneberg A. , Ektessabi A., Albrektsson T., Johansson C., Andersson B.. A 1-year follow-up of implants of differing surface roughness placed in the rabbit bone. ***Int. J. Oral Maxillofac. Implants***, v.12,n.4, p. 486-494,1997.

52-Vidigal Jr. G. M., Avillez R. R., Groisman M., Pinto V. S. Análise de três diferentes implantes osseointegrados. ***Rev. da APCD***, v.47, n.5, p. 1135-1139, 1993.

## **Summary**

### **SURFACE CONTAMINATION OF OSSEOINTEGRATED IMPLANTS: CURRENT STAGE**

Implantology is currently one of the major resources for oral rehabilitation. The success of such treatment is largely connected with the integrity preservation of neighboring teeth and with the increasing advances in biomaterial knowledge. Titanium is today the material of choice for this kind of procedure, for forming the bioadhesion between the surface thereof and the osseous tissue. Several factors may contribute to the failure of such technique, such as contamination of the metallic surface, which may occur during implant production, sterilization, and handling. This study, based on the literature reviewing, has tried to discuss the influence of such substances on the clinical success of this procedure. Our conclusions are as follows: titanium implants present surface contamination, resulting from the manufacturing process, cleanliness, sterilization, and packaging, and occurring during the clinical handling of the material; such contamination may exert a negative influence, either total or partial, on the osseointegration process; among the substances observed in the implant surfaces, carbon, calcium, phosphorus, sodium, silicon, chlorine, sulfur, aluminum, iron, and nitrogen are the most commonly found; experimental studies are necessary

for establishing the limits of contamination and the influence thereof on the osseointegration process.

**KEY WORDS:**

Titanium, surface contamination, osseointegrated implant, surface treatment.

## **AUTORIZAÇÃO**

Autorizo a reprodução pelos interessados.

São Paulo / 2002

**CARLOS ALBERTO REIS de FARIA TAVARES JÚNIOR**