

## Scanning Electron Microscopy in Implantology

# Microscopia Eletrônica de Varredura em Implantodontia

Características Morfológicas e Composição Química da Superfície e da Micro-Fenda Implante-*Abutment* dos Implantes Sin™

## **INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento e aperfeiçoamento dos implantes dentais trouxeram novas perspectivas para a reabilitação de pacientes parcial ou totalmente desdentados, representando uma opção previsível e com altas taxas de sucesso, comprovada em muitos estudos longitudinais (BRANEMARK et al., 1977; ADELL et al., 1981; ALBREKTSSON et al., 1988; COX & ZARB, 1987).

O titânio comercialmente puro é o principal material de escolha para confecção de implantes endósseos, apresentando estabilidade química, possibilitando reação tecidual favorável e estímulo à atividade celular na formação da matriz óssea. Apresenta elevada resistência à corrosão e não provoca reações de hipersensibilidade ou imunológicas (SCHENK & BUSER, 1998). A camada de óxido de titânio é responsável pela adaptação íntima entre o osso mineralizado e a superfície do implante (BRANEMARK et al., 1969; SCHROEDER et al., 1981).

A busca pelo aumento da área de osseointegração direcionou as pesquisas ao desenvolvimento de novas configurações e tipos de superfície. Os implantes cilíndricos rosqueáveis proporcionam grande área de contato entre a superfície do implante e o osso adjacente, aumento da estabilidade funcional e transferência adequada de cargas (FRANSEN et al., 1984; ELLINGSEN, 1998). Dentre os tratamentos de superfície que visam favorecer a deposição óssea (WILKE et al., 1990; WENNERBERG et al., 1995), podemos destacar métodos por adição como o jateamento de plasma de titânio, e métodos por subtração como o ataque ácido e o jateamento de areia grossa (BUSER et al., 1991). Esses tratamentos provocam aumento da rugosidade superficial, que associadas às características físico-químicas e propriedades do material influenciam na retenção mecânica inicial dos implantes e no aumento da área de contato com o leito ósseo receptor favorecendo a osteointegração.

Os implantes endósseos recobertos pelo retalho apresentam uma micro-fenda entre o ombro do implante e os componentes protéticos (JEMT et al., 1991; LANEY et al., 1994; BINON, 1995), que não deve ser superior a 20 µm para que possa ser bem tolerada pelo sistema mecânico, sem que haja fraturas ou soltura dos parafusos de fixação (BINON, 2000). A presença e extensão da micro-fenda também estão relacionadas com o maior grau de inflamação e supuração perimplantar provavelmente decorrente da presença de bactérias nessa interface e da micro-movimentação do componente protético (QUIRYNEN et al., 1993; QUIRYNEN et al., 1994).

O objetivo deste estudo foi avaliar em microscopia eletrônica de varredura e em espectroscopia de dispersão de energia, as características morfológicas e a composição química da superfície e da micro-fenda existente entre os componentes de implantes do Sistema de Implantes Nacional.

- Danilo Lazzari Ciotti

- Julio Cesar Joly

- Patrícia Ramos Cury

- Robert Carvalho da Silva

Professores do Curso de Mestrado em Periodontia do CPO São Leopoldo Mandic - Campinas/SP.

- Paulo Fernando M. de Carvalho

Professor do Curso de Especialização em Implantodontia da APCD Piracicaba/SP.

**Os AA fazem uma análise microscópica do implante dentário da marca SIN, verificando suas características e adaptabilidade.**

**CONTATO C/AUTOR:**

E-mail: danilolciotti@hotmail.com

**DATA DE RECEBIMENTO:**

Julho/2005

**DATA DE APROVAÇÃO:**

Dezembro/2005



Fig. 1 - Limite entre a porção rugosa e a porção lisa do implante (100 X).



Fig. 2 - Limite claramente observado entre a porção rugosa e lisa em maior aumento (150 X).

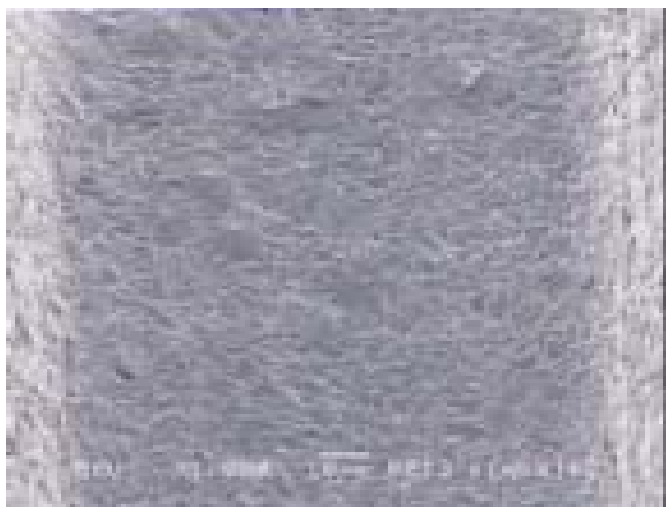


Fig. 3 - Porção que sofreu o duplo ataque ácido com superfície rugosa (1000 X).

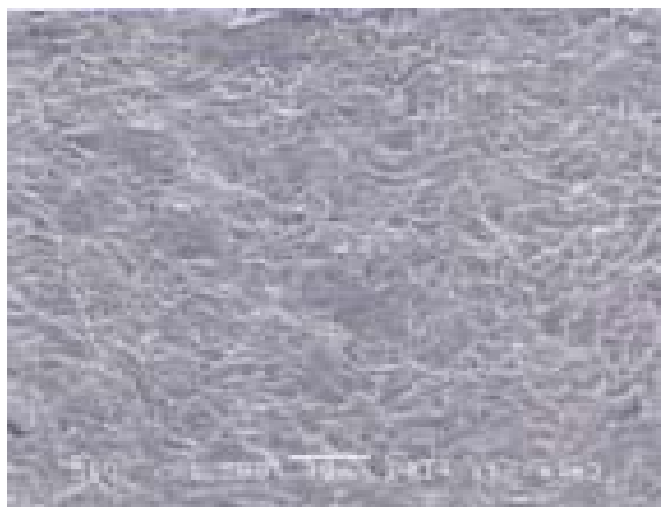


Fig. 4 - A mesma superfície da figura 3 em maior aumento com evidência da regularidade do duplo ataque ácido (1500 X).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizados 4 implantes cilíndricos com superfície condicionada por duplo ataque ácido<sup>1</sup> e *abutments* cônicos<sup>2</sup> que foram adaptados e travados com torque definitivo de 30 N/cm sobre o hexágono externo, utilizando o torquímetro e as recomendações do fabricante. Os componentes foram sempre manipulados com luvas esterilizadas sem talco para evitar a contaminação da amostra para a avaliação em EDS. Para o travamento do *abutment* sobre o hexágono externo, os implantes foram fixados em morsa com mordentes revestidos por borracha esterilizada. Todos os *abutments* foram colocados na mesma sessão laboratorial e o conjunto foi mantido em temperatura e umidade ambiente em recipientes fechados até o processamento. Os espécimes foram montados em *stubs* e analisados em microscopia eletrônica de varredura com voltagem entre 5 e 15 quilovolts (kV). Para a observação da fenda, os espécimes foram posicionados no sentido longitudinal, e a extensão foi medida no aumento de 1500 vezes. As medidas foram obtidas em 4 pontos equidistantes ao redor da superfície do conjunto implante-abutment, e repetidas 3 vezes em cada conjunto, sendo anotadas pelo pesquisador. Os valores foram transformados em média  $\pm$  desvio padrão. Para avaliação em EDS utilizou-se um

equipamento acoplado ao MEV.

## **RESULTADOS**

As figuras 1 e 2 mostram o limite entre a porção rugosa e a porção lisa do implante. É possível notar a qualidade do torneamento do implante, sem presença de arestas de metal ou irregularidades na superfície (figura 2).

As figuras 3 e 4 mostram a superfície, em diferentes aumentos, tratada com duplo ataque ácido. A superfície tratada apresenta aspecto de rugosidade regular, que pode auxiliar o processo de osteointegração.

As figuras 5 e 6 mostram a presença da micro-fenda entre o corpo do implante e o abutment (setas), após o torque definitivo de 30 N/cm do parafuso de retenção. A extensão média da micro-fenda foi de 2,83  $\mu$ m.

Na análise em EDS, podemos observar que os implantes avaliados são confeccionados em titânio, sem presença de contaminantes, tanto na porção lisa quanto na porção rugosa (figuras 7 e 8). Os gráficos mostram a presença de titânio oxigênio e carbono, que fazem parte da composição química do titânio comercialmente puro, além da presença de alumínio que é componente químico do stub.



Fig. 5 - Sistema implante-abutment e micro fenda formada (seta) (50 X).

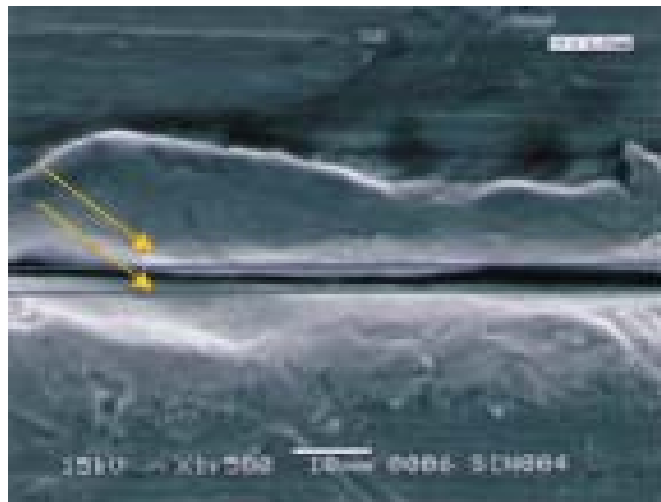


Fig. 6 - Ferramenta do MEV para efetuar a medida da micro fenda (seta) (1500 X).

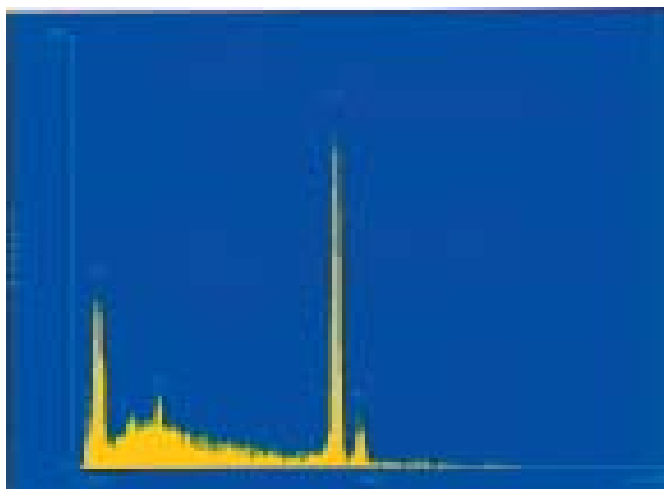


Fig. 7 - EDS na porção lisa, mostrando titânio puro (Ti).

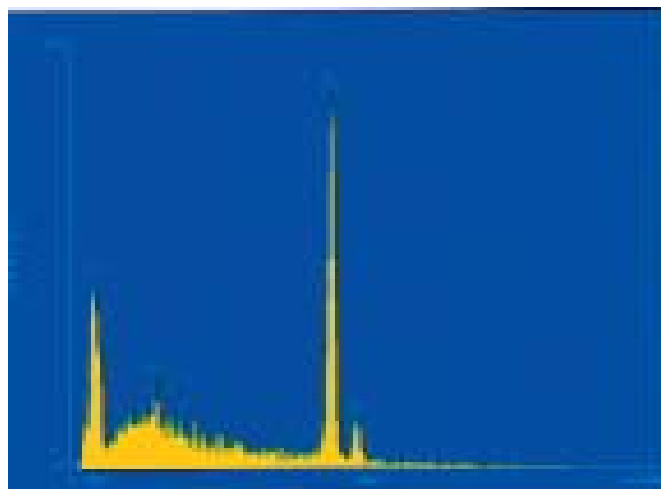


Fig. 8 - EDS da porção rugosa, também mostrando titânio puro (Ti), sem contaminantes.

## DISCUSSÃO

Um dos grandes objetivos da pesquisa da implantodontia atual é a busca por um desenho de implante e tratamento de superfície que possa reduzir o tempo de tratamento e aumentar a área de contato entre o osso e o implante. Os implantes avaliados nesse estudo apresentaram superfície composta por titânio puro, sem presença de contaminantes, e que podem formar uma camada de óxido de titânio, que é a responsável pela íntima adaptação entre o osso mineralizado e o implante (Branemark et al., 1969; Schroeder et al., 1981; Schenk & Buser, 1998). Os implantes do nosso estudo receberam tratamento de superfície por duplo ataque ácido, ocorrendo uma modificação micro morfológica da superfície do implante aumentando a área de contato entre o osso mineralizado e o implante (Schroeder et al., 1981; Sutter, 1988). Essa modificação, torna a superfície do implante rugosa aumentando a resistência ao torque de remoção e favorecendo a deposição óssea (Carlsson et al., 1988; Carr et al., 1997). Observamos nas figuras 3 e 4 que o tratamento de superfície produziu rugosidade uniforme, favorável ao aumento da área de contato entre o osso e o implante. Essa rugosidade se inicia na 4ª rosca, pois as primeiras roscas provavelmente serão envolvidas na reabsorção óssea inicial (figuras 1 e 2). Observa-se nitidamente o limite entre a porção rugosa e a porção lisa do implante (figuras 1 e 2), característico de um controle ideal do

ataque ácido.

Os resultado mostraram pequena micro-fenda entre os componentes dos implantes, com extensão média de 2,83  $\mu\text{m}$  (figuras 5 e 6). Estes achados são condizentes com Piatelli et al. em 2001 que encontraram variações entre 2 e 9  $\mu\text{m}$  e distintos de Silva Jr. et al. em 2003, que obtiveram micro-fendas variando de 6,46 à 14,57  $\mu\text{m}$ . A presença da micro-fenda de menor extensão minimiza o efeito da contaminação bacteriana e favorece a estabilidade mecânica dos componentes de retenção desse sistema de implantes.

## CONCLUSÕES

Podemos concluir com base nos nossos achados que:

- 1) O tratamento de superfície com duplo ataque ácido promove rugosidade adequada para a deposição óssea
- 2) Os implantes apresentam boa adaptação ao abutment, com extensão média da micro-fenda de 2,83  $\mu\text{m}$
- 3) Os implantes são fabricados em titânio puro, sem nenhum tipo de impureza.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar em microscopia eletrônica de varredura (MEV) as características da superfície

de implantes e da micro fenda existente entre os componentes de implantes de dois estágios, e com auxílio da espectroscopia de dispersão de energia (EDS) a composição química da superfície dos implantes. Foram utilizados quatro implantes cilíndricos de hexágono externo com superfície condicionada por duplo ataque ácido aos quais foram adaptados e travados abutments cônicos com torque definitivo de 30 N/cm. A micro fenda existente entre o conjunto implante-abutment foi medida em quatro pontos equidistantes com três repetições para cada implante. Essas medidas foram transformadas em média  $\pm$  desvio padrão. Os resultados mostraram que a micro fenda entre o implante e o abutment foi pequena, com média de 2,83  $\mu$ m. Com relação à superfície dos implantes foi observado que o tratamento químico proporcionou superfície rugosa sem presença de crateras acentuadas ou defeitos. A análise em espectroscopia mostrou que os implantes são fabricados com titânio puro, sem presença de contaminantes ou outros elementos químicos na sua superfície que pudessem prejudicar a osteointegração.

**Palavras-Chave:** implante dentário endósseo, microscopia eletrônica de varredura.

## SUMMARY

The aim of this study was to evaluate under scanning electron microscopy and energy dispersion spectroscopy the characteristics of the implant surface and the micro gap between the components of two-stage system and chemical composition of implant surface. Four two-stage implants treated with double acid etch were selected and the esthetic-cone abutments were adapted and screw tightened with 30 N/cm. The specimens were mounted on stubs and analyzed under scanning electron microscopy and energy dispersion spectroscopy. The gap in each implant was measured in four different points and repeated three times. The chemical composition of implant surface was made on the center of the implant. The results showed that the gap extension was minimal and the treatment produced roughness surface with pure titanium without contaminants presence.

**Key Words:** dental implants, scanning electronic microscopy.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADELL, R.; LEKHOLM, U.; ROCKLER, B. *et al.* A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of edentulous jaw. **Int J Oral Surg** 1981; 10: 387-416.
2. ALBREKTSSON, T.; DAHL, E.; ENBOM, L. *et al.* Osseointegrated implants: A Swedish multicenter study of 8139 consecutively inserted Nobelpharma implants. **J Periodontol** 1988; 59: 287-296.
3. BINON, P. P. Evaluation of machining accuracy and consistency of selected implants, standard abutments, and laboratory analogs. **Int J Prosthodont** 1995; 8: 162-178.
4. BINON, P. P. The external hexagonal interface and screw-joint stability: a primer on threaded fasteners in implant dentistry. **QDT** 2000; 23: 91-105.
5. BRANEMARK, P.I.; ADELL, R.; BREINE, U. *et al.* Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. **Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg** 1969; 3: 81-100.
6. BRANEMARK, P.I.; HANSSON, B.O.; ADELL, R. *et al.* Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. **Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg** 1977; 11(Suppl. 16):1-132.
7. BUSER, D.; SCHENK, R.K.; STEINEMANN, S. *et al.* Influence

of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. **J Biomed Mat Res** 1991; 25: 889-902.

8. CARLSSON, L.; ROSTLUND, T.; ALBREKTSSON, B. *et al.* Removal torques for polished and rough titanium implants. **Int J Oral Maxillofac Surg** 1988; 3: 21-24.
9. CARR, A.B.; BEALS, D.W.; LARSEN, P.E. Reverse-torque failure of screw-shaped implants in baboons after 6 months of healing. **Int J Oral Maxillofac Implants** 1997; 12: 598-603.
10. COX, J.F.; ZARB, G.A. The longitudinal clinical efficacy of osseointegrated dental implants: A 3-year report. **Int J Oral Maxillofac Impl** 1987; 2: 91-100.
11. ELLINGSEN, J.E. Surface configurations of dental implants. **Periodontol** 2000 1998; 17: 36-46.
12. FRANDBSEN, P.A.; CHRISTOFFERSEN, H.; MADSEN, T. Holding power of different screws in the femoral head. A study in human cadaver hips. **Acta Orthop Scand** 1984; 55: 349-351.
13. JANSEN, V.K.; CONRADS, G.; RICHTER, E.J. Microbial leakage and marginal fit of the implant-abutment interface. **Int J Oral Maxillofac Implants** 1997; 12: 527-540.
14. JEMT, T.; LANEY, W.R.; HARRIS, D. *et al.* Osseointegrated implants for single-tooth replacement: A 1-year report from a multicenter prospective study. **Int J Oral Maxillofac Implants** 1991; 6: 29-36.
15. LANEY, W.R.; JEMT, T.; HARRIS, D. *et al.* Osseointegrated implants for single-tooth replacement: Progress report from a multicenter prospective study after 3 years. **Int J Oral Maxillofac Implants** 1994; 9: 49-54.
16. PERSSON, L.G.; LEKHOLM, U.; LEONHARDT, A. *et al.* Bacterial colonization on internal surfaces of Branemark system implant components. **Clin Oral Impl Res** 1996; 7: 90-95.
17. PIATTELLI, A.; SCARANO, A.; PAOLANTONIO, M. *et al.* Fluids and microbial penetration in the internal part of cement-retained versus screw-retained implant-abutment connections. **J Periodontol** 2001; 72: 1146-1150.
18. QUIRYNEN, M.; VAN STEENBERGHE, D. Bacterial colonization of the internal part of two-stage implants. An in vivo study. **Clin Oral Implants Res** 1993; 4: 158-61.
19. QUIRYNEN, M.; BOLLEN, C.M.; EYSSEN, H. *et al.* Microbial penetration along the implant components of the Branemark system. An in vitro study. **Clin Oral Implants Res** 1994; 5: 239-44.
20. SCHENK, R.K.; BUSER, D. Osseointegration: a reality. **Periodontol** 2000 1998; 17: 22-35.
21. SCHROEDER, A.; VAN DER ZYPEN, E.; STICH, H. *et al.* The reactions of bone, connective tissue and epithelium to endosteal implants with sprayed-titanium surfaces. **J Maxillofac Surg** 1981; 9: 15-25.
22. SILVA JR., W.; FRANCISCHONE, C.E.; BATISTA, J.G. *et al.* Análise da interface fixação/intermediário em diferentes sistemas de implantes. **Revista da APCD** 2003; 57: 201-204.
23. SUTTER, F.; SCHROEDER, A.; BUSER, D.A. The new concept of ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants: Part I. Engineering and design. **Int J Oral Maxillofac Surg** 1988; 3: 161-172.
24. WENNERBERG, A.; ALBREKTSSON, T.; ANDERSSON, B. *et al.* A histomorphometric and removal torque study on screw-shaped titanium implants with three different surface topographies. **Clin Oral Impl Res** 1995; 6: 24-30.