

# CARACTERIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE TOPOGRÁFICA DE PROTÓTIPOS DE IMPLANTE Ti CP SUBMETIDOS A TRATAMENTOS SEMELHANTES ÀQUELES REALIZADOS PARA DESCONTAMINAÇÃO EM PERI-IMPLANTITES

José Antônio Mesquita Damé<sup>1</sup>  
Daniel Romeu Benchimol de Resende<sup>2</sup>  
César Augusto Magalhães Benfatti<sup>3</sup>  
Adriana Campos Passanezi Sant'anna<sup>4</sup>  
Sebastião Luiz Aguiar Gregghi<sup>4</sup>  
Euloir Passanezi<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Professor Assistente do Departamento de Semiologia e Clínica, Disciplinas de Periodontia e Clínicas Integradas, Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Pelotas – RS. Aluno de pós-graduação em nível de Doutorado em Periodontia – Faculdade de Odontologia de Bauru – USP

<sup>2</sup>Aluno de pós-graduação em nível de Doutorado em Periodontia – Faculdade de Odontologia de Bauru – USP

<sup>3</sup>Cirurgião dentista estagiário da Periodontia – Faculdade de Odontologia de Bauru – USP

<sup>4</sup>Professores Doutores do Departamento de Prótese e Periodontia – Faculdade de Odontologia de Bauru – USP

<sup>5</sup>Professor Titular do Departamento de Prótese e Periodontia – Faculdade de Odontologia de Bauru – USP

DAMÉ, José Antônio Mesquita et al. Caracterização da superfície topográfica de protótipos de implante Ti cp submetidos a tratamentos semelhantes àqueles realizados para descontaminação em peri-implantites. *Salusvita*, Bauru, v. 22, n. 3, p. 343-352, 2003.

## RESUMO

*Com o aumento do uso de implantes ósseo-integrados alguns problemas foram identificados, entre os quais as peri-implantites, e a necessidade de resolução tornou-se imediata. O tratamento destas doenças inicia-se com debridamento da área atingida, descontaminação da superfície do implante para finalmente proceder-se a regeneração da área perdida. Com a finalidade de avaliar as modificações superficiais provocadas por tratamentos químicos e físicos sobre protótipos de Ti cp, discos deste metal receberam tratamentos semelhantes àqueles realizados para descontaminação de superfícies de implantes acometidos por peri-implantite, para posterior caracterização superficial em microscopia eletrônica de varredura. Os tratamentos realizados caracterizaram os grupos: I – somente usinagem; II – imersão em solução de ácido cítrico 10%; III – imersão em solução de ácido fosfórico 37%; IV – imersão em solução de tetraciclina ácida; e V – jato de bicarbonato de sódio. Os resultados não*

Recebido em: 13/08/2003  
Aceito em: 18/12/2003

*demonstraram diferenças nítidas entre as características superficiais dos grupos o que levou a seguinte conclusão: o tratamento superficial de implantes usinados originais de titânio cp preserva as principais características superficiais dos protótipos originais.*

**PALAVRAS-CHAVE:** implantes; peri-implantite; descontaminação; topografia superficial.

## INTRODUÇÃO

Nas últimas quatro décadas, o uso de implantes odontológicos ancorados no tecido ósseo tornou-se uma modalidade de tratamento previsível e amplamente aceita para pacientes edentados totais e parciais, fazendo parte da Odontologia reconstrutiva. A taxa de sucesso dos implantes odontológicos tem atingido 95% de permanência ósseo-integrados após dois anos de inserção (ALBREKTSSON; HANSSON, 1986).

Tal resultado traduz a biocompatibilidade de materiais inorgânicos como o titânio, cuja base de discussões são as características físicas e químicas de superfícies sólidas. A relevância dessas propriedades repousa no fato de que todas as interações primárias estão baseadas em dimensões atômicas na interface implante/tecido, de modo que os vários tipos de interações (van der Waals, interação química forte, etc) são dependentes da microestrutura real da superfície do implante em escala atômica. É, portanto, importante o preparo das superfícies do implante de maneira controlada, pois em uma escala molecular as interações químicas e físicas básicas na interface implante-hospedeiro são as mesmas, independentes do tipo de material inorgânico envolvido (KASEMO; LAUSMAA, 1987).

A energia superficial, ditada pela rugosidade superficial, topografia, composição do implante, esterilização e tratamento térmico, pode exercer influência na determinação de quais proteínas serão adsorvidas na superfície, assim como, se as células aderem ou não à superfície por si só (BOYAN et al., 1996; SCHWARTZ et al., 1996).

Diante dessas considerações, o objetivo deste trabalho foi caracterizar, em microscopia eletrônica de varredura (MEV), a topografia superficial de protótipos de Ti cp submetidos a tratamentos superficiais semelhantes àqueles realizados para descontaminação de superfícies de implantes com peri-implantites e/ou perimucosites.

DAMÉ, José Antônio Mesquita et al.

Caracterização da superfície topográfica de protótipos de implante Ti cp submetidos a tratamentos semelhantes àqueles realizados para descontaminação em peri-implantites.

*Salusvita*,

Bauru,

v. 22, n. 3,

p. 343-352, 2003.

DAMÉ, José Antônio  
Mesquita et al.  
Caracterização da superfície topográfica de protótipos de implante Ti cp submetidos a tratamentos semelhantes àqueles realizados para descontaminação em peri-implantites.  
*Salusvita*,  
Bauru,  
v. 22, n. 3,  
p. 343-352, 2003.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia deste trabalho consistiu em tratamento de protótipos de titânio comercialmente puro (Ti cp) e caracterização em microscopia eletrônica de varredura. Os tratamentos superficiais foram semelhantes àqueles realizados nos implantes para descontaminação superficial em tratamento de peri-implantites.

Os protótipos constituíram-se de discos com 4,76 mm de diâmetro e 2 mm de espessura (Figura 01) e foram separados em cinco grupos. Estes protótipos receberam tratamentos superficiais que caracterizaram cada grupo, destacando-se, porém, que os tratamentos inicial e final de limpeza da superfície foram iguais para todos e se constituíram de banhos com tricloroetileno, dois banhos com álcool absoluto e passivação em estufa a 180°C por 30 minutos. Finalmente, as peças foram embaladas para esterilização em autoclave.



FIGURA 1 - Fotografia do protótipo de implante: disco de Ti cp com 4,76 mm de diâmetro e 2 mm de espessura.

Entretanto, tratamentos intermediários das superfícies dos protótipos foram realizados entre os tratamentos inicial e final com duração de três minutos, caracterizando as diferenças entre cada grupo, como se segue:

**Grupo I** - neste grupo os protótipos sofreram o tratamento inicial e final, sem tratamento intermediário, sendo incluído como grupo controle.

**Grupo II** - imersão em solução de ácido cítrico 10% em ultra-som.

**Grupo III** - imersão em solução de ácido fosfórico 37% em ultra-som.

**Grupo IV** – imersão em solução de tetraciclina ácida em ultra-som.

**Grupo V** – jato de bicarbonato com o aparelho Prophy II, marca Dabi Atlante (Dabi atlante S. A. Indústria e Comércio de Equipamentos Médico-Odontológicos);

## RESULTADOS

As características superficiais podem ser vistas nas FIGURAS 2 a 6, todas com 1.500 vezes de aumento original.



FIGURA 2 – Observe a superfície da peça do grupo I com leves ranhuras produzidas pelo processo de usinagem.

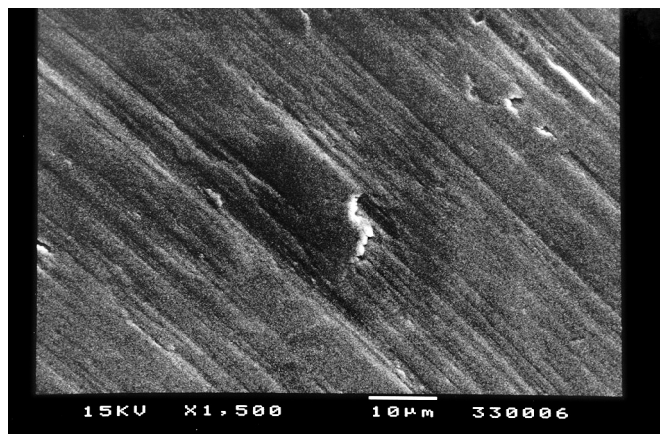


FIGURA 3 – Observe a superfície da peça do grupo II. A imagem mostra ranhuras um pouco mais pronunciadas, mas ainda discretas; a superfície apresenta algumas depressões, supostamente resultantes de fraturas de rebarbas da usinagem.

DAMÉ, José Antônio Mesquita et al.

Caracterização da superfície topográfica de protótipos de implante Ti cp submetidos a tratamentos semelhantes àqueles realizados para descontaminação em peri-implantites.

*Salusvita*,

Bauru,

v. 22, n. 3,

p. 343-352, 2003.

DAMÉ, José Antônio  
Mesquita et al.  
Caracterização da superfície topográfica de protótipos de implante Ti cp submetidos a tratamentos semelhantes àqueles realizados para descontaminação em peri-implantites.  
*Salusvita*,  
Bauru,  
v. 22, n. 3,  
p. 343-352, 2003.

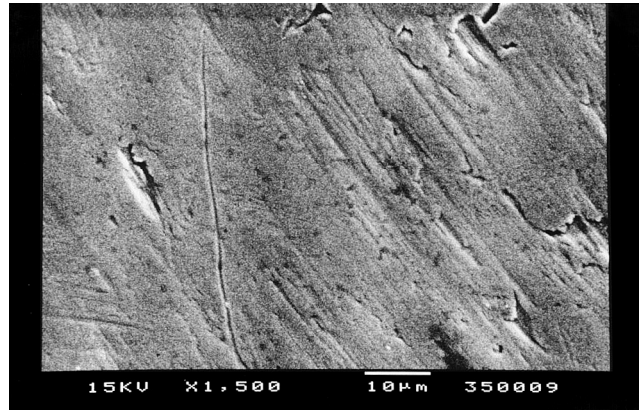


FIGURA 4 – A imagem retrata uma peça do grupo III. Note a superfície é bem irregular, apresentando ranhuras descontínuas e depressões que podem ser provenientes do processo de usinagem.

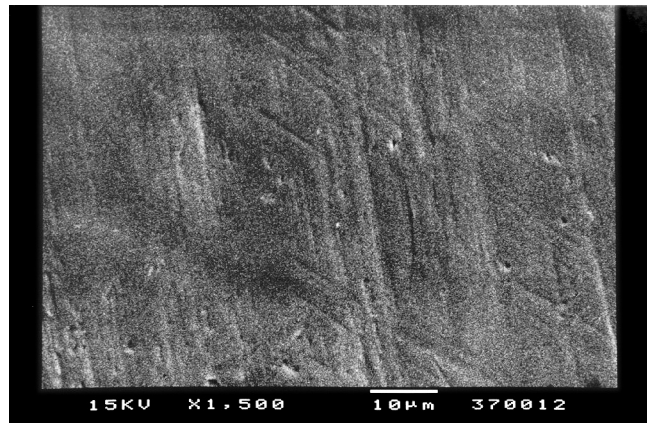


FIGURA 5 – Repare a superfície regular com ranhuras muito discretas e com pequenas depressões. Características encontradas nos exemplares do grupo IV.

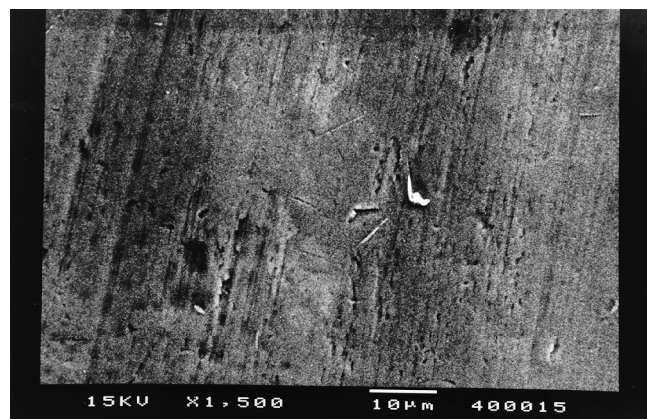


FIGURA 6 - Evidencia a superfície de uma peça do grupo V, na qual ranhuras de usinagem estão presentes juntamente com pequenas perfurações e algumas áreas com depressões, que podem ser devidas a rebarbas da fabricação.

## DISCUSSÃO

Procurou-se avaliar as características superficiais de implantes de titânio comercialmente puro após recondicionamento superficial, uma vez que essas características são determinantes de resposta celular adequada, tanto para o selamento marginal, quanto para a ósseo-integração propriamente dita (DEN BRABER et al. 1996; DEN BRABER et al. 1996a; BRUNETTE, 1986; 1988; BRUNETTE et al., 1989; CHEROUDI et al., 1991; COCHRAN et al., 1994; EISENBARTH et al., 1996; KÖNÖNEN et al., 1992; ONG et al., 1996).

Considerando que o estado de limpeza superficial do material a ser implantado influencia a cicatrização tecidual (BAIER, 1984), e que a descontaminação superficial dos implantes é parte fundamental do tratamento da peri-implantite para que ocorra a re-ósseo-integração (DENNISON et al., 1994; HÜRZELER et al., 1995; MEFFERT, 1996), os tratamentos propostos à base de ácidos e de jatos abrasivos (ácidos cítrico e fosfórico, tetraciclina ácida e jato de ar-pó abrasivo de bicarbonato de sódio) (ARAGONES, 1996; BORGES, 1999; COCHRAN et al., 1994; KÖNÖNEN et al., 1992; PARHAM et al., 1989; RESENDE, 1999) foram avaliados em relação às alterações superficiais do titânio provocadas.

A análise por microscopia eletrônica de varredura (MEV) oferece resultados imediatos e relativamente precisos na escala usada, permitindo visão ampla das características topográficas superficiais (RATNER, 1988).

A observação à MEV, conforme apresentado nas FIGURAS 2, 3, 4, 5 e 6, não evidenciou diferenças nítidas e facilmente perceptíveis entre os espécimes, de modo que os diferentes procedimentos de descontaminação e/ou recondicionamento superficial parecem influenciar pouco as características micro e macroscópicas originais da superfície, notando-se apenas diferenças na clareza das ranhuras; o grupo III apresentou áreas indicativas de remoção de pequenas porções do titânio, que acarretou a formação de perfurações; no grupo II, esses defeitos foram notados em menor quantidade, enquanto o grupo IV foi o mais regular à inspeção por MEV. A falta de definição de variações nas características das diferentes superfícies tratadas, detectáveis no aumento usado de MEV, foi sugestiva de que essas variações processadas estiveram restritas à faixa de até no máximo 10 mm.

Parecem, portanto, concordes com as características comentadas por Parham et al. (1989) que relataram suave arredondamento da topografia superficial. Entretanto, diferem dos resultados de Borges (1999) e Resende (1999), que apresentaram diferenças prin-

DAMÉ, José Antônio  
Mesquita et al.

Caracterização da superfície topográfica de protótipos de implante Ti cp submetidos a tratamentos semelhantes àqueles realizados para descontaminação em peri-implantites.

*Salusvita*,

Bauru,

v. 22, n. 3,

p. 343-352, 2003.

DAMÉ, José Antônio  
Mesquita et al.  
Caracterização da superfície topográfica de protótipos de implante Ti cp submetidos a tratamentos semelhantes àqueles realizados para descontaminação em peri-implantites.  
*Salusvita*,  
Bauru,  
v. 22, n. 3,  
p. 343-352, 2003.

principalmente entre o grupo somente usinado e o grupo com tratamento químico mais jato com abrasivos. Estas diferenças podem basear-se na diversidade dos ácidos, tempo de exposição a estes produtos químicos, pressão dos jatos abrasivos, tempo de aplicação destes jatos e tipo de material abrasivo. No presente trabalho, os ácidos que foram usados são fracos, enquanto que nos trabalhos citados acima os ácidos que foram utilizados (sulfúrico, fluorídrico e nítrico) são fortes; também o tempo de exposição das peças aos ácidos diferiu entre as pesquisas, tendo sido nesta avaliação de três minutos de contato com o ácido em ultra-som e na metodologia daqueles estudos o tempo de ação dos ácidos variou entre 10, 15 e 30 minutos. Outro fator que pode justificar a diferença entre as características superficiais dos produtos foi a pressão produzida pelos aparelhos de jato: no presente experimento, foi usado o aparelho indicado para cavidade bucal, cuja pressão é calibrada para não causar lesão nos tecidos, enquanto o trijato usado nos outros trabalhos serve para limpeza de infra-estruturas protéticas e usa maior pressão. Ressalte-se, todavia, que nos trabalhos mencionados o condicionamento da superfície foi feito para o preparo original do implante.

Talvez isso explique a variabilidade de procedimentos e resultados que têm sido propostos na literatura para o tratamento de peri-implantite ou de perda marginal da ósseo-integração por outras razões.

Parece importante lembrar aqui que o condicionamento ácido no preparo das peças influencia a composição iônica da superfície, dessa forma interferindo na camada de óxido de superfície, conforme sugerido por Ong et al. (1993) e Moncada (1996). Por outro lado, tem-se relacionado a presença de alumínio ao jateamento com óxido de alumínio (ONG et al., 1993), enquanto Binon et al (1996) consideraram que íons Ca, Na, F e Cl seriam resíduos de sais da água usada na limpeza dos implantes. Por sua vez, no meio biológico a interação da rugosidade superficial com componentes orgânicos leva à formação de uma camada de macro-moléculas modificante do comportamento celular, com possibilidade de adsorção de mais componentes protéicos do soro, de modo a preservar a síntese protéica da matriz extracelular (MARTIN et al., 1995). Há indução de alterações na energia superficial do material, com repercussões na adsorção de produtos séricos, no crescimento celular e na integração do implante (BAIER, 1984; CHEROUDI et al., 1991; KASEMO; LAUSMAA, 1987). A par disso, nas áreas de peri-implantite tem-se, ainda, a contaminação bacteriana.

Portanto, o restabelecimento das características topográficas originais dos implantes parece ponto inquestionável quando se propõe o tratamento das áreas de peri-implantite.

A presença dessas irregularidades manifesta-se já à preparação dos espécimes, estando relacionada aos diferentes fatores condicionantes da superfície dos implantes, como a preparação metalográfica, jateamento com esferas de vidro e óxido de alumínio, tratamento ácido prolongado (ácidos fortes) com diferentes ácidos (BORGES, 1999; MONCADA, 1996; RESENDE, 1999).

Aliás, Moncada (1996) observou variações topográficas nítidas processadas por diferentes preparos de superfície, o que não se manifestou no presente trabalho, talvez pelo fato de ter aquela autora analisado o preparo original dos implantes, quando as condições de fabricação são mais críticas e determinantes das próprias características. Veja-se, por exemplo, que o condicionamento ácido usa ácidos fortes, com tempo de aplicação prolongado (até 20 minutos), o que não é exequível ao se tratar implantes em áreas de peri-implantite.

Embora a rugosidade superficial, quer quanto ao tipo e dimensões, seja considerada importante para a aposição óssea, ainda não foi definida qual a rugosidade ideal (MONCADA, 1996).

Todavia, existem evidências dessa influência, uma vez que superfícies rugosas experimentam maior aposição óssea, com união mais resistente às forças tensionais e ao torque de remoção quando comparada com superfícies lisas (BUSER et al., 1991; CARLSSON et al., 1988; MONCADA, 1996; THOMAS; COOK, 1985).

Embora essa análise não tenha sido possível no presente trabalho, o afloramento das características superficiais dos implantes, inclusive de maneira homogênea para os diferentes tipos de tratamento, faz antever a possibilidade da ocorrência desses processos. Não se deixe de mencionar que a textura superficial do implante parece ter seletividade específica para populações celulares, influenciando suas funções e proliferação por meio da forma da célula (BRUNETTE, 1988).

Assim sendo, torna-se importante analisar a resposta biológica oferecida pelos tecidos após o condicionamento da superfície dos implantes por processos associados e relacionados ao tratamento de peri-implantite, de modo a vislumbrar o efeito das variações superficiais dos implantes no restabelecimento e manifestação das propriedades que lhe dotam a biocompatibilidade.

## CONCLUSÕES

Mediante a metodologia desenvolvida e os resultados obtidos, para as condições da presente pesquisa parece válida a seguinte conclusão: o tratamento superficial de implantes usinados originais de titânio cp por condicionamento com ácido cítrico por três minutos, ou

DAMÉ, José Antônio Mesquita et al.

Caracterização da superfície topográfica de protótipos de implante Ti cp submetidos a tratamentos semelhantes àqueles realizados para descontaminação em peri-implantites.

*Salusvita*,

Bauru,

v. 22, n. 3,

p. 343-352, 2003.



DAMÉ, José Antônio  
Mesquita et al.  
Caracterização da superfície topográfica de protótipos de implante Ti cp submetidos a tratamentos semelhantes àqueles realizados para descontaminação em peri-implantites. *Salusvita*, Bauru, v. 22, n. 3, p. 343-352, 2003.

ácido fosfórico por três minutos, ou tetraciclina ácida por três minutos, ou jato de bicarbonato de sódio por três minutos, de modo geral, preserva as principais características superficiais dos protótipos originais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBREKTSSON, T; HANSSON, H. An ultrastructural characterization of the interface between bone and sputtered titanium on stainless steel surface. *Bio-materials*, v. 7, n. 5, p. 201-205, May 1986.
2. ARAGONES, L. C. A. *Análise comparativa do comportamento de implantes de titânio c.p. com diferentes tratamentos superficiais: análise microscópica e de torque de remoção*. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo. Bauru, 1996, 280p.
3. BAIER, R. E. et al. Surface properties determine bioadhesive outcomes: methods and results. *J. Biomed. Mater. Res.*, v. 18, n. 4, p. 337-355, Apr. 1984.
4. BINON, P. P. et al. Surface analysis of an original Brånemark implant and three related clones. *Int. J. oral Maxillofac. Implants*, v. 7, n. 2, p. 168-175, Summer 1992.
5. BORGES, V. de O. *Influência das rugosidades superficiais de protótipos de titânio no volume ósseo de tecido inicial formado usando microscopia confocal de varredura a laser*. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo. Bauru, 1999, 180p.
6. BOYAN, B. D. et al. Role of material surfaces in regulating bone and cartilage cell response. *Biomaterials*, v. 17, n. 2, p. 137-146, Jan. 1996.
7. DEN BRABER, E. T. et al. Quantitative analysis of fibroblast morphology on microgrooved surfaces with various groove and ridge dimensions. *Biomaterials*, v. 17, n. 21, p. 2037-2044, Nov. 1996.
8. DEN BRABER, E. T. et al. Quantitative analysis of cell proliferation and orientation on substrata with uniform parallel surface micro-grooves. *Biomaterials*, v. 17, n. 11, p. 1093-1099, June 1996.
9. BRUNETTE, D. M. Fibroblasts on micromachined substrata orient hierarchically to grooves of different dimension. *Exp. Cell Res.*, v. 164, p. 11-26, 1986.
10. BRUNETTE, D. M. The effects of implant surface topography on the behavior of cell. *Int. J. oral Maxillofac. Implants*, v. 3, n. 4, p. 231-246, Winter 1988.
11. BRUNETTE, D. M. et al. Epithelial cell-fibroblast interactions on titanium substrata. *J. dent. Res.*, v. 68, n. 1, p. 276, 1989.
12. BUSER, D. et al. Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. *J. Biomed. Mater. Res.*, v. 25, n. 7, p. 889-902, July 1991.
13. CARLSSON, L. et al. Removal torques for polished and rough titanium implants. *Int. J. oral Maxillofac. Implants*, v. 3, n. 1, p. 21-24, Spring 1988.
14. CHEROUDI, B. et al. A light and electron microscopic study of effects of surface topography on the behavior of cells attached to titanium-coated percutaneous implants. *J. Biomed. Mater. Res.*, v. 25, n. 3, p. 387-405, Mar. 1991.

15. COCHRAN, D. L. et al. Attachment and growth of periodontal cells on smooth and rough titanium. *Int. J. oral Maxillofac. Implants*, v. 9, n. 3, p. 289-297, Mar. 1994.
16. DENNISON, D. K. et al. Contaminated implant surfaces: an *in vitro* comparison of implant surface coating and treatment modalities for decontamination. *J. Periodont.*, v. 65, n. 10, p. 942-948, Oct. 1994.
17. EISENBARTH, E. et al. Influence of the surface structure of titanium materials on the adhesion of fibroblasts. *Biomaterials*, v. 17, n. 14, p. 1399-1403, July 1996.
18. HÜRZELER, M. B. et al. Treatment of peri-implantitis using guided bone regeneration and bone grafts, alone or in combination, in beagle dogs. Part 1: clinical findings and histologic observations. *Int. J. oral Maxillofac. Implants*, v. 10, n. 4, p. 474-484, July/Aug. 1995.
19. KASEMO, B; LAUSMAA, J. Metal selection and surface characteristics. In: BRÅNEMARK, P. I. et al. *Tissue-integrated prostheses*. Chicago, Quintessence Publishing Co., 1987. Cap. 4, p. 99-116.
20. KÖNÖNEN, M. et al. Effect of surface processing on the attachment, orientation, and proliferation of human gingival fibroblasts on titanium. *J. Biomed. Mater. Res.*, v. 26, n. 10, p. 1325-1341, Oct. 1992.
21. MARTIN, J. Y. et al. Effect of titanium surface roughness on proliferation, differentiation, and protein synthesis of human osteoblast-like cells (MG63). *J. Biomed. Mater. Res.*, v. 29, n. 3, p. 389-401, Mar. 1995.
22. MEFFERT, R. M. Periodontitis vs. peri-implantitis: the same disease? The same treatment? *Crit. ver. oral Biol. Med.*, v. 7, n. 3, p. 278-291, Sept. 1996.
23. MONCADA, A. C. *Caracterização da superfície do titânio c.p. grau I após diferentes tratamentos*. Bauru, 1996, 280p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
24. ONG, J. L. et al. Effect of surface topography of titanium on surface chemistry and cellular response. *Implant Dent.*, v. 5, n. 2, p. 83-88, Summer 1996.
25. \_\_\_\_\_. Electrochemical corrosion analyses and characterization of surface-modified titanium. *Appl. Surf. Sci.*, v. 72, p. 7-13, 1993.
26. PARHAM, P. L. et al. Effects of an air-powder abrasive system on plasma-sprayed titanium implant surfaces: an *in vitro* evaluation. *J. oral Implant.*, v. 15, n. 2, p. 78-86, Feb. 1989.
27. RATNER, B. D. *Surface characterization of biomaterials*. Amsterdam: Elsevier, 1988.
28. RESENDE, D. R. B. de. *Avaliação da reação tecidual ao redor de diferentes topografias superficiais de protótipos de Ti cp implantados no subcutâneo de ratos*. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo. Bauru, 1999, 127 p.
29. SCHWARTZ, Z. et al. Effect of titanium surface roughness on chondrocyte proliferation, matrix production, and differentiation depends on the state of cell maturation. *Int. J. oral Maxillofac. Implants*, v. 30, n. 2, p. 145-155, Feb. 1996.
30. THOMAS, K. A.; COOK, S. D. An evaluation of variables influencing implant fixation by direct bone apposition. *J. Biomed. Mater. Res.*, v. 19, n. 8, p. 875-901, Oct. 1985.

DAMÉ, José Antônio Mesquita et al. Caracterização da superfície topográfica de protótipos de implante Ti cp submetidos a tratamentos semelhantes àqueles realizados para descontaminação em peri-implantites. *Salusvita*, Bauru, v. 22, n. 3, p. 343-352, 2003.