

## Considerações sobre limpeza de superfícies de implantes dentários jateados

### UNITERMOS:

Tratamento de superfície, Osteointegração, Implantes dentários.

### RESUMO:

Através da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e microanálise por Energia de Dispersão (EDS) os autores estudaram uma amostra de implantes cilíndricos com tratamento mecânico da superfície por jateamento (Sistema INP). O grupo controle foi uma amostra (A) das peças da forma como saíam do processo de fabricação. O estudo foi realizado em duas fases. Na 1ª fase dois tipos de limpeza foram estudados: Amostra S, submetida a lavagem com detergente alcalino superfície-ativo e Amostra B, que após passar pelo processo anterior foi submetida a um banho ácido. Houve uma redução significativa de contaminantes em relação ao grupo controle, sendo que na amostra S, os picos de contaminantes foram maiores que na amostra B, a qual apresentou apenas traços. Partículas foram detectadas em ambas, sendo que na amostra B em número reduzido. Na 2ª fase as amostras S, A, mais D e E1 (A- grupo controle, D- não osteointegradas, retratadas mecanicamente, E2- após passaram pelo tratamento da E1 que apresentou contaminantes) foram submetidas a um tratamento ácido mais concentrado e apresentaram apenas um ponto de contaminação, na amostra S, de 20 realizados. A amostra H e uma nova C submetidas a dois outros diferentes tratamentos ácidos continuaram com contaminantes. Por último a amostra E1 com outro tratamento ácido e presença de contaminantes. Concluem que em superfícies jateadas é possível uma previsibilidade de limpeza desde que o processo permita o controle de vários fatores como tempo, temperatura, ácidos, concentração e volume.

### KEY WORDS:

Surface treatment, Osseointegration, Dental implants.

### ABSTRACT:

The cleaning effect of different treatments for preparing implants fixture with sandblasted surface (INP) was examined by Scanning Electron Microscopy (SEM) and by Energy-dispersive x-ray analysis. The control group (A) was the implant after fabrication or "as received" condition. In a first phase two study groups: Group S : the specimens were washed in distilled water with alkaline detergent and sonicated; Group H -as in Group S followed by treatment with acid solution in an ultrasonic cleaner . There was reduction of contaminants in the group S and only traces of contaminants in Group H. However the contaminants were not eliminated In a second phase both groups were submitted a new acids treatments. The acid solution C1 eliminated the contaminants. It is possible to prepare reproducible surface since we have had the control of variables as volume, solution temperature, time and acid concentration.

### INTRODUÇÃO

A biocompatibilidade do titânio tem sido atribuída à camada de óxido de sua superfície a qual também o torna extremamente resistente à corrosão. Steinemann cita que o óxido de titânio é mais estável que o metal titânio ou de que seus íons em solução e a camada de óxido formada espontaneamente é de aproximadamente 3 nm ou 20 camadas atômicas, além disso, que seu comportamento químico é determinado pela camada de óxido de titânio e, provavelmente também o seu comportamento fisiológico (1). Ratner (2) diz que a camada de óxido na superfície do implante influencia a reação proteica e celular ao mesmo.

Assim a superfície do implante assume um papel fundamental na osteointegração e a presença de contaminantes tem merecido uma atenção especial, por mais que o seu papel na longevidade do implante talvez, atualmente só possa ser analisado por estudos clínicos (3,4). Laasma e Kasemo (3,4) dizem que a camada de óxido para de crescer entre 1-10 nm ou 5-50 camadas atômicas e citam dois tipos de contaminação da superfície: contaminação molecular, dependendo das condições do ambiente de preparo dos implantes e a contaminação grosseira decorrente do próprio processo de fabricação como partículas residuais dos processos de tratamento da superfície, óleo, etc. sendo que a contaminação molecular é mais difícil de ser evitada mas é o que se busca, enquanto a contaminação grosseira deve ser evitada atualmente. Machnee et al (5) fizeram estudo comparativo de quatro processos de limpeza e esterilização de implantes para verificar a influência sobre a camada de óxido e não observaram diferenças significativas. Todavia tem sido demonstrado que a presença de contaminantes como o flúor durante a autoclavagem pode aumentar significativamente a camada de óxido (6) e influenciar no comportamento biológico do implante.

Ratner (2) diz que o comportamento biológico é ditado pela superfície do implante, cuja natureza pode ser descrita em termos de sua morfologia, química e energia. A limpeza da superfície normalmente determina alta energia e a presença de contaminantes o contrário. Baixa energia, conforme Baier, (6) torna a superfície hidrofóbica e favorece respostas do tipo corpo estranho. Portanto além de uma possível pobreza de osteointegração ou sua ausência, os contaminantes também podem sujeitar-se a processos corrosivos e deletérios, liberando íons nos tecidos vizinhos com possíveis manifestações locais e/ou sistêmicas. A este respeito no que se refere ao titânio, são interessantes os estudos de Bowen e de Steineman & Parren (15) segundo os quais os humanos ingerem na dieta aproximadamente 800 ug/Ti por dia e metabolizam cerca de 300 ug/dia. Estes valores são muito superiores aos encontrados ao redor de implantes em músculos ou tecidos esponjosos (2,6 / 30 / 3,9 ug/g de tecido fresco ou ao redor de implante de fixação de fratura (109 / 280 / 27 /ug/g TF) (1). O desenho do implante é outro requisito para osteointegração segundo Branemark (7), principalmente pela estabilidade primária que ele pode proporcionar em relação às forças de pressão ou de atrito sobre a gengiva nos primeiros 15 dias após cirurgia. Duas formas básicas predominam: parafusos e cilindros de pressão. Por mais que o fenômeno da osteointegração tenha sido descrito, inicialmente utilizando-se os implantes de parafuso, os cilindros de pressão têm sido amplamente utilizados e possivelmente a integração com o osso não dependa essencialmente do desenho do implante. O que é determinante desse fato é a estabilidade inicial do implante e o contato íntimo dele com o osso. Uma fixação inicial sofrível ou pobre acaba permitindo a formação de tecido fibroso ao redor do mesmo. Outro fator fundamental da superfície do implante é possivelmente sua microtextura, qualquer que seja seu desenho: ou seja, a geometria microscópica da superfície (rugosidade).

Tem sido mostrado que os implantes rugosos têm demonstrado maior resistência ao torque, sugerindo uma conexão osso-implante maior, em relação aos lisos, independente de seu desenho (8,9,10,11)

Os implantes podem ter sua superfície alterada por aposição (hidroxiapatita, plasma spray de titânio) ou por tratamento mecânico (jateamento). Sendo que este método tem se mostrado efetivo (11) e promissor em relação a outros como plasma spray. O risco é a presença de contaminantes, conforme mostrou Vidigal Jr e cols(16) decorrentes do processo de fabricação ou do jateamento e a possibilidade de corrosão dos mesmos, embora sua ação biológica provavelmente só possa ser avaliada pelo comportamento clínico (3,4) e previsões do que é ou não aceitável ainda não é possível atualmente.

Deve ser seguido de um processo de limpeza cuidadoso antes da esterilização final. Baier diz que esterilizar não é limpar. Assim um implante esterilizado pode apresentar inúmeros contaminantes na superfície, sejam viáveis (orgânicos) ou inviáveis (inorgânicos). Pode-se ter microorganismos mortos mas resíduos orgânicos que podem afetar a energia superficial do

implante e portanto a osteointegração, além de eventuais reações orgânicas sistêmicas e/ou locais.

Portanto considere-se a limpeza inicialmente e depois a esterilização dos implantes:

1. Limpeza da superfície, independente de sua macro e micro- topografia. Visa a eliminação de partículas decorrentes do processo de fabricação como óleo, partículas, resíduos ou sobras e outros componentes inorgânicos ou não viáveis. E a eliminação de partículas viáveis como pirogênios ou outros contaminantes orgânicos. É claro que atualmente parte-se do princípio que tanto o ambiente de fabricação, preparo de superfície e embalagem devem ser realizados em área limpa, controlada para reduzir o número de conaminantes e facilitar o processo de limpeza.
2. Esterilização propriamente dita, nesta etapa parte-se do princípio que a limpeza e preparo do implante já o deixaram livre de contaminantes orgânicos e inorgânicos não moleculares.

## MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizadas 13 amostras de implantes cilíndricos com anéis e superfície rugosa por jateamento. A análise foi realizada por (MEV) e (EDS). A microscopia eletrônica de varredura (MEV) tem sido útil para estudar alguns aspectos da superfície de implantes como sua microtextura e a presença de contaminantes. Além disso permite uma análise química qualitativa através do exame de energia dispersiva de rx (EDS) mapeando a área estudada, detectando elementos acima de 11 na tabela periódica. (Ratner)

A análise das peças foi realizada em duas fases: na 1ª utilizou-se 9 amostras distribuídas em 3 grupos (S,A e H). Na 2ª fase as amostras dos três grupos anteriores, contaminadas, passaram por diferentes tratamentos ácidos e acrescentou-se mais 4 amostras que passaram por processo de banho ácido em concentrações diferentes (ver quadro).

Utilizou-se um detergente alcalino superfície-ativo e água deionizada. Os ácidos utilizados foram sulfúrico, clorídrico, nítrico e fluorídrico em misturas e concentrações diferentes. Cinco diferentes banhos foram preparados, recebendo a seguinte denominação: C, C1, S, N e E.

As peças passaram em solvente (acetona) por 5 minutos antes da secagem. Todos os processos de limpeza foram realizados em aparelho de ultrassom e de acordo com as normas ASTM.

### 1ª FASE

Grupo A -amostras analisadas da forma como saíram da fabricação.

Grupo S -amostras submetidas a lavagem com detergente alcalino superfície-ativo por 60 minutos .

Grupo H -processo de lavagem anterior + banho ácido C por 10 minutos.

### 2ª FASE

Grupo A -amostras submetidas a banho ácido C1 por 10 minutos a 62° C.

Grupo S -amostras submetidas a 3 banhos ácidos C1 de 8 minutos cada. A amostra S1 foi submetida a um segundo banho ácido F, 10 minutos, 62°C.

Grupo B -banho ácido S por 60 minutos em repouso + 10 minutos a 62°C no ultrassom.

Grupo C -banho ácido C1, 10 minutos, 62°C, vol 1/1.

Grupo D -amostras antigas, não integradas, limpas, despirogenadas, superfícies mecanicamente retratadas. Banho ácido C1, 10 minutos, 62°C.

Grupo E1 -banho ácido E, 50 minutos, 62°C.

Grupo E2 -banho ácido E+ banho ácido C1, 10 minutos, 62°C.

Quadro 1: tipos de banhos em cada fase nos respectivos grupos.

A análise das peças seguiu o protocolo abaixo:

1- MEV para análise geral da peça e de pontos específicos.

2- Análise das partículas detectadas .

3- A varredura e microanálise (EDS) de cada peça fez-se no mínimo em 3 dos 5 pontos possíveis com aumento aproximado próximo de 150 X.

1. ponto 1- antes das espiras
2. ponto 2- fundo de um sulco
3. ponto 3- topo da última espira
4. ponto 4- depois das espiras
5. ponto 5- dentro do orifício na ponta do implante.

## RESULTADOS

O quadro 2 mostra os diferentes grupos e seus respectivos processos de limpeza na 1ª e 2ª fase. O banho ácido usado na 1ª fase reduziu a traços (EDS) os contaminantes sem eliminá-los. Só o banho C1 foi capaz de eliminá-los na 2ª fase.

	1ª Fase	Limpeza	2ª Fase	Limpeza
A	sujas	Não	banho ácido C1	Sim
S	lavadas detergente	Não	banho ácido C1	Sim
B	banho ácido C	Não	banho ácido E	Não
C	não realizado	-	banho ácido C	Não
D	não realizado	-	banho ácido C1	Sim
E1	não realizado	-	banho ácido E	Não
E2	não realizado	-	banho ácido E + C1	Sim

Quadro 2 - Processo de limpeza utilizado nas amostras em cada fase e o resultado (Sim=limpo, Não=Contaminado)(partículas)

No quadro 3 podemos ver em cada amostra, os pontos estudados e a presença de contaminantes ou partículas incrustadas. Na 2ª fase o processo de limpeza C1 foi eficiente.

		Pt1	Pt2	Pt3	Pt4	Pt5		Pt1	Pt2	Pt3	Pt4	Pt5
A		part	part	part	part	part		Ti	Ti	Ti	-	Ti
S1		C	C	C	C	-		Ti	Ti	Ti	-	-
S2	1ª	C	C	C	-	-	2ª	Ti	part	Ti	Ti	Ti
S3		C	C	C	-	-		Ti	Ti	Ti	-	-
B1	F	Ti	C	C	-	-	A	part	part	part	part	-
B2	S	part	part	C	-	-	E	-	-	-	-	-
B3	E	part	C	C	-	-		-	-	-	-	-
C		-	-	-	-	-		part	part	C	-	-
D		-	-	-	-	-		Ti	Ti	Ti	-	-
E1		-	-	-	-	-		part	part	part	-	-
E2		-	-	-	-	-		Ti	Ti	Ti	-	-

Quadro 3 - O estudo das várias amostras com os pontos analisados. (C=contaminado, part.=partícula, Ti=titânio, -=não foi realizado). Pode-se observar que na 1ª fase, mesmo havendo limpeza progressiva com o detergente e detergente-ácido, a microanálise ainda demonstrou a presença de contaminantes. Na 2ª fase as amostras submetidas ao processo C1 (S,A,D e E2) tiveram excelente grau de limpeza.

	1ª Fase	2ª Fase
A	part. Si, Ca, S, K	Ti
S	7 pontos: 7 c/Si+partículas	12 pontos: 1 c/Ai,Si. Sem part.
B	9 pontos: 8 c/Si+partículas	3 pontos: 3 c/Si+partículas
C	não realizado	4 pontos: 3 c/Si+partículas
D	não realizado	3 pontos 40X: Ti
E1	não realizado	3 pontos: part.+Si,Ai,C1,Na
E2	não realizado	3 pontos: Ti

Quadro 4: Número de pontos avaliados e contaminados em cada amostra nas duas fases (part.=partícula, Ti=titânio, Si=silício, Cl=cloro, Na=sódio, Al=alumínio). Note que só na 2ª fase, após modificação no banho ácido, a microanálise detectou apenas titânio.

Grupo Controle (A): ao exame de varredura as peças mostraram nitidamente a presença de partículas contaminantes incrustadas na superfície e praticamente ao longo do implante. A análise dos contaminantes mostrou a presença de silício, potássio, cálcio e. (Fig.1) Na 2ª fase não foram encontradas partículas e o Eds detectou apenas titânio.

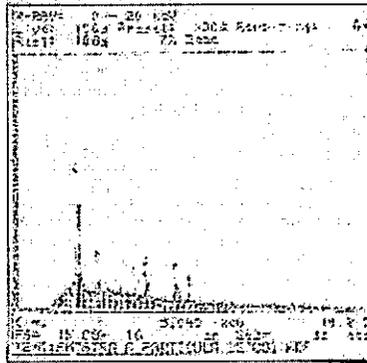
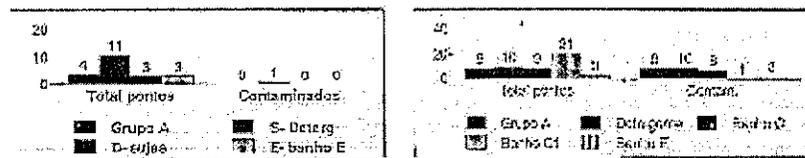


Fig. 1: Eds típico da peça A (sem limpeza). Contaminantes



- **Gráfico 1:** Mostra o nº de pontos examinados à microanálise. Contam, (contaminado). O banho C1 apresentou apenas uma área contaminada
- **Gráfico 2:** Mostra que todos os grupos foram submetidos ao banho C1, Mostrando a eficiência do mesmo.

Grupo S: após a limpeza com detergente houve uma redução significativa de partículas ao MEV, enquanto o EDS mostrou a presença de contaminantes. (fig.2) No processo realizado a lavagem com detergente não é capaz de eliminar partículas incrustadas na superfície da peça.

Grupo B: após passar pelo mesmo processo de limpeza do grupo S, foi submetido a um banho ácido C. A varredura mostrou ainda partículas incrustadas, enquanto o EDS apresentou picos de contaminantes bem reduzidos (traços). Possivelmente a concentração ou o volume foi insuficiente para remoção completa de partículas. (fig.2) .

As amostras do grupo S que na 1ª fase foram submetidas a lavagem só com detergentes e ainda apresentavam-se, todas, com contaminantes à microanálise, passaram na 2ª fase por um banho ácido (C1) diferente do submetido às amostras do grupo B da 1ª fase que mesmo reduzindo a contaminação ainda apresentaram traços de contaminantes naquela fase (ver quadro 1). Com exceção de um ponto todos os demais apresentaram-se limpos, mostrando a eficiência deste banho C1. (figs. 3).

As peças do Grupo B que após o banho da 1ª fase ainda apresentaram traços de contaminantes passaram por um banho ácido E2 na 2ª fase e este também não eliminou os contaminantes (fig.4 ). Enquanto o Grupo C, também introduzido nesta 2ª fase, submetido a um banho C1 continuou com contaminantes devido ao volume insuficiente da mistura. Um outro Grupo (E2) foi também introduzido nesta 2ª fase e submetido a banho ácido E, sem eliminação de contaminantes.

Na 2ª fase acrescentou-se amostras do Grupo D (peças não osteointegradas, submetidas a processo de despirogenização e novo jateamento, portanto com superfícies "sujas") e amostras do Grupo E2 (novas) que tinham passado por um processo de limpeza conforme quadro 1 sem eliminação de contaminantes. Ambos os grupos foram submetidos ao processo do banho ácido C1 e não apresentaram contaminantes na varredura ou Eds. Mais uma vez demonstrando a eficácia deste banho. (fig. 5 e Gráficos 1 e 2)

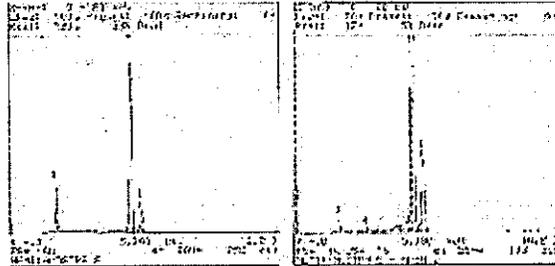


Fig. 2: Grupos S e B submetidos a limpeza na 1ª fase. À esquerda o Eds das amostras submetidas à lavagem só com detergente e à direita das amostras lavadas com detergente + banho ácido C. Notem redução do pico de contaminante (Si) da amostra S para traços do mesmo na amostra B.

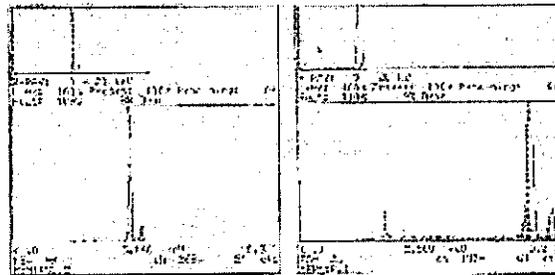


Fig. 3: Amostra do Grupo S, banho da 2ª fase, Sem contaminantes

Fig. 4: Amostra do Grupo B, banho da 2ª fase, Contaminantes

## DISCUSSÃO

A contaminação molecular é difícil de ser evitada e cada superfície sempre terá suas próprias características (3,4,12,13). Já a presença de partículas contaminantes aderidas à superfície em decorrência do processo de fabricação pode ser evitada através de métodos controlados de limpeza. No caso de tratamento mecânico por jateamento só a limpeza, com o detergente utilizado, não foi suficiente para eliminar totalmente os contaminantes, embora tenha praticamente eliminado as partículas incrustadas. (Quadro 4)

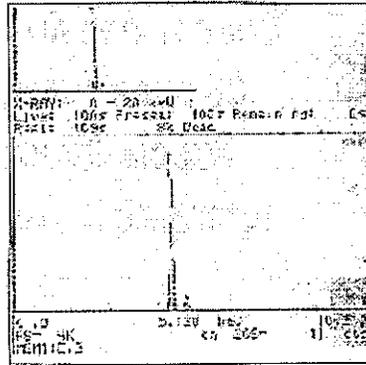


Fig. 5: Amostra do Grupo D. Sem contaminantes

Os banhos ácidos podem permitir praticamente a eliminação dos contaminantes e totalmente das partículas incrustadas, mas isto depende de método controlado e previsível que combine fatores como concentração, tempo e temperatura das soluções empregadas. O banho ácido C1 mostrou-se eficiente (quadro 5).

Há um consenso de que cada tratamento determina um tipo de superfície, sendo que clinicamente possam ter comportamento semelhante, mas dificilmente igual. (3,4,12,13) Assim é importante que se mantenha a superfície desejada através de processos de fabricação e limpeza que possam ser repetidos, controlados e previsíveis. Smith e cols (12,13) postulam que a topografia da superfície sozinha pode ser um fator de controle na performance clínica dos implantes. Assim mudando-se o processo corre-se o risco de mudar as propriedades da superfície e alterar o comportamento clínico do implante. Esta superfície estudada tem sido utilizada experimental e clinicamente demonstrando bons resultados conforme estudos em publicação.

## CONCLUSÕES

1. A contaminação grosseira produzida pelo jateamento pode ser removida por processo controlado de limpeza.
2. A varredura e microanálise das superfícies indicam uma uniformidade, esteja a superfície limpa ou incrustada com partículas contaminantes.
3. Só o processo de limpeza com detergente não foi suficiente para remover todos os contaminantes provenientes do jateamento, embora tenha-os reduzido de maneira significativa.
4. O banho ácido é necessário para eliminar partículas incrustadas, mas nem todos os tratamentos ácidos eliminam completamente os contaminantes. Entretanto, em um processo controlado é possível uma limpeza previsível. E como a osteointegração depende de cada superfície ela deve ser mantida e controlada para ser previsível.
5. O aspecto da superfície (microtextura) após tratamento ácido depende das características do próprio banho. E se cada superfície determina um comportamento celular, isto deve ser sempre considerado antes de qualquer modificação.

### Correspondência:

Dr. José Tadeu Tesseroli de Siqueira, PAMB, 6º A, Sala 2. Divisão de Odontologia do ICHC-FMUSP. Av. Dr. Enéas de Souza Aguiar, Cerqueira César, São Paulo/SP.

### Agradecimentos:

Dra. Conceição da Glória Mota.

### BIBLIOGRAFIA

1. Steinemann, S: As propriedades do titânio, in Schroeder, A., Sutter, F., Krekeler, G. *Implantologia Dental Panamericana* 1994
2. Ratner, B.D., Johnston, A.B. and Lenk, T.J.: Biomaterial surfaces. *J of Biomedical Mat. Res.*; *Applied Biomaterials*, vol. 21, Nº A1, 59-90 (1987)
3. Kasemo, B., Lausmaa, J.: Biomaterial and Implant Surfaces: A surface Science approach. *Int. J Oral Maxillofac Implants*, 1988;3:247-259
4. Kasemo, E., Lausmaa, J.: Biomaterial and implant surfaces: On the role of cleanliness, contamination and preparation procedures. *J. Biomed. Mater. Res.* 1. 988, 22:1.45-1.58
5. Machnee, C.H., Wagner, W.C., Jaarda, M. J., Lang, B. R.: identification of oxide layers of commercially pure titanium in response to cleaning procedures. *Int J. Oral Maxillofac Implants* 1993;8:529-533
6. Baier, R.E., Meyer, A.E.: Implante surface preparation. *int J Oral Maxillofac Implants* 1.988;3:9-20
7. Branemark, P.J., Breine, U, Adell, R., Hansson, B.O., Lindstrom, J., Ohlsson, A.: Intraosseous anchorage of dental prostheses. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1.969;3:81
8. Carlsson L, Rostlund T, Albrektsson B, Albrektsson T.: Removal torques for polished and rough titanium implants *Int J Oral Maxillofac Implants* 1.988;3:21.-24.
9. Maniopoulos C, Pilliar RM, Smith DC.: Threaded versus porous-surfaced designs for implant stabilization in bone-endodontic implant model. *J Biomed Mater Res.* 1. 986;20: 1.309-1. 333.
10. Thomas, K.A, Cook, S.D.: An avaiation of variables influencing implant fixation by direct bone apposition. *J. Biomed. Mater. Res.* 1.985; 19:875-901.
11. Buser, D; Schenk, R.K.; Steinemann, S.; Fox, C.H.; Stich, H.: Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. *J. Biom. Mat. Res.*, Vol 25, 889-902 (1.991.)
12. Smith, D.C., Pilliar, R.M. and Chernenky, R.: Dental implants materials. I. Some effects of preparative procedures on surface topography. *J Biom Mat Res.* 1. 991. ; Vol. 25: 1.045-1068
13. Smith, D.C., Pilliar, R.M., Metzgos, A.B. and McIntyre, N.S.: Dental implant materials. II. Preparative procedures and surfaces spectroscopic studies. *J Biom Mat Res.* 1991.; Vol] 25:1.060:1084.
14. Brunette, D.M.: The effects of implant surface topography on the behavior of cells. *Int Oral Max Implants* 1988;3:231.-246
15. Schroeder, A., Stich, H: Reações teciduais, in Schroeder, A., Sutter, F., Krekeler, O. *Implantologia Dental Panamericana* 1.994
16. Vidigal Jr, G.M., Aveless, R.R., Groisman, M, Pinto, V.S.: Análise de três tipos diferentes de implantes osseointegrados -Revista da Apcd. Vol. 47, nº5 Set/Out 1993