



Análise experimental de tensões em implantes com três diferentes tipos de junções e corpo único utilizando a metodologia da fotoelasticidade plana.

Sérgio Rocha Bernardes

Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia.

Av. Pará 1720 - Bloco 2B, sala 2B01, Campus Umuarama, Uberlândia, Minas Gerais, CEP: 38400-902.
sergiorb@rediffmail.com

Flávio Domingues das Neves

Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia.

Av. Pará 1720 - Bloco 2B, sala 2B01, Campus Umuarama, Uberlândia, Minas Gerais, CEP: 38400-902.
neves@triang.com.br

Cleudmar Amaral de Araújo

Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia.

Av. João Naves de Ávila, 2160, Campus Santa Mônica.
caaraujo@mecanica.ufu.br

Resumo: Desde 1965, quando foi realizada a primeira Reabilitação Oral em seres humanos, os implantes dentários vêm demonstrando altos índices de sucesso em artigos de acompanhamento longitudinal. Porém, no decorrer desses anos pôde ser observado que os implantes originais – com plataforma de hexágono externo – apresentam perda óssea marginal de em média 0.9mm no 1º ano e 0.1mm por ano subsequente. O motivo de tal fato estaria ligado a concentração de tensões, resultantes de sobrecarga na prótese, ao redor da plataforma desses implantes levando a micro-fraturas ósseas. Empresas lançaram no mercado diferentes desenhos de junções pilar/implante buscando minimizar ou até mesmo resolver esse problema. Alguns exemplos dessas conexões novas seriam o hexágono interno e a cônica interna. Neste trabalho foram avaliadas conexões tipo: hexágono interno, hexágono externo, cônica interna e um implante sem junção com o pilar, de peça única. Foram fabricados pilares e implantes cujos desenhos diferiam entre si apenas pelos diferentes tipos de junções citados. Implantes e pilares foram unidos formando dois grupos com o mesmo desenho externo, cada amostra foi fixada em blocos fotoelásticos de iguais dimensões. Em cada conjunto foram aplicados dois diferentes carregamentos: um axial ao implante e um deslocado. Nestes modelos foi avaliado tanto qualitativamente, quanto quantitativamente, o gradiente de tensões em 61 pontos ao longo do corpo do implante. Foram encontradas mínimas diferenças entre os modelos analisados em valores de tensão cisalhante máxima.

Palavras-chave: Biomecânica, implantes dentários, junção, fotoelasticidade, tensão.

1. INTRODUÇÃO

Binon (2000) e Finger et al. (2003) relatam a existência de 20 diferentes tipos de junções pilar/implante no mercado norte-americano. Entre as várias conexões existentes se sobressaem as junções internas, que segundo alguns autores seriam uma evolução do hexágono externo tradicional (Finger et al., 2003; Taylor and Agar, 2002; Taylor, 2003) e teriam algumas vantagens sobre ele, como favorecer menor desaperto e perdas de parafusos (Norton, 1997; Çehreli and Iplikcioglu, 2002; Taylor and Agar, 2002; Finger et al., 2003). As conexões internas poderiam, além destas vantagens, absorver sobrecargas externas (Norton, 1997; Çehreli and Iplikcioglu, 2002) e seu

desenho possibilitaria distribuição mais homogênea das tensões ao redor dos implantes em relação as fixações com hexágono externo (Hansson, 2003), diminuindo as tensões sobre a crista óssea. Além disso, Taylor (2003) acredita que, talvez, na próxima geração de implantes dentários não exista mais a separação do pilar com o implante e esses sejam peças únicas, acabando, assim, com falhas mecânicas de parafusos. Çehreli et al (2004) ressaltam ainda o aumento significativo da resistência à fratura do implante principalmente quando comparado a junções internas.

As junções internas mais populares nos dias de hoje seriam as hexagonais internas e cônicas internas. Os encaixes cônicos internos podem sofrer uma pequena variação de sistemas para sistema, o sistema Astra, por exemplo, utiliza uma inclinação interna de 11 graus, enquanto o sistema ITI oito graus. Independente do tipo, em todas as conexões internas o pilar penetra no implante, enquanto no hexágono externo tipo Bränemark um botão com forma hexagonal de 0,7mm do implante penetra no pilar. Além disso, existe uma proposta de mercado para comercialização dos implantes sem conexão, peça única.

Atualmente, acredita-se que as vendas de implantes anuais no mercado americano somam 300 milhões de dólares (Taylor, 2003) e existam em todo mundo cerca de 100 à 125 empresas (Binon, 2000). Essa competição empresarial leva a estratégias de propaganda que nem sempre é baseada em fatos comprovados cientificamente (Binon, 2000), isso somado a gama de opções disponíveis no mercado levam o clínico a insegurança sobre qual sistema utilizar.

Este trabalho pretende analisar comparativamente a qualidade e quantidade dos gradientes de tensões gerados em implantes dentários de mesma geometria, diferindo apenas no desenho da junção pilar/implante: hexágono externo, hexágono interno, cônico interna, e um corpo em peça única. O gradiente de tensão será avaliado ao longo dos implantes utilizando a técnica de análise experimental de tensões denominada fotoelasticidade de transmissão plana. O estudo irá realizar análises quantitativa e qualitativa dos níveis de tensão visando fornecer ao clínico quais daqueles encaixes possuem melhor comportamento relativo a distribuição dos níveis de tensão na crista óssea, indicando qual sistema que provavelmente apresentaria menor perda óssea.

2. METODOLOGIA EXPERIMENTAL:

Foram fabricadas peças equivalentes a implantes e pilares, de mesma dimensão (Neodent Implante Osseointegrável, Curitiba, Brasil), diferindo apenas na interface pilar/implante – hexágono externo, hexágono interno e cônica interna – além de uma peça sem junção, neste, os dois componentes foram usinados em uma única peça (Figura^o1). Foram feitos quatro implantes para cada grupo: hexágono externo (HE), hexágono interno (HI), cônico interno (CI) e peça única (PU). Desta maneira, no momento em que os pilares estavam unidos pelos parafusos aos implantes obtinham-se corpos similares. Todos os implantes tinham 13mm de comprimento e 4,3mm de diâmetro, enquanto que os pilares tinham 11,0 mm de altura.



Figura 1: Implantes utilizados.

Foram confeccionados blocos fotoelásticos com o conjunto implante/pilar inserido. Os implantes tinham 12mm de seu comprimento imersos na resina fotoelástica (Polipox Indústria e Comércio Ltda, São Paulo, Brasil). Depois de pronto cada modelo foi avaliado em um polaroscópio adaptado em um projetor de perfil da marca Mitutoyo (Tóquio, Japão) a fim de se verificar a possível presença de tensão decorrente de um processo denominado “efeito de borda” (Dally and Rilley, 1978). Sobre o pilar foi encaixada uma mesa para aplicação de carregamento. Cada modelo fotoelástico foi montado em um dispositivo para aplicação de carga. Este dispositivo possuía uma ponta ativa unida a uma célula de carga Kratos (São Paulo, Brasil) de 50 Kgf. Todo o aparato foi montado no polaroscópio adaptado ao projetor de perfil. A seguir foram aplicados dois tipos de carga compressiva sobre os modelos: um axial ao implante no centro da mesa, com valor de 1,5 Kgf (carga tipo 1) e outra paralela ao longo eixo do implante, porém deslocada 6,5mm do centro da mesa, com valor de 0,75 Kgf (carga tipo 2). Os valores de carga utilizados são compatíveis com a resina utilizada e estão em níveis que possibilitaram melhor leitura das ordens de franjas.

Sobre a tela do projetor de perfil foi colada uma grade impressa em folha de transparência com o perfil do implante desenhado que se manteve no mesmo lugar durante todo o experimento para guiar o posicionamento dos implantes. Esta estava gradeada com 61 pontos localizados ao longo do corpo para leitura e posterior comparação do fenômeno (Figura^o2). Quando era aplicado o carregamento tipo 1 realizavam-se as leituras das ordens de franja nos primeiro 46 pontos, visto que a imagem obtida era simétrica do lado superior e inferior e para carga 2 foi feita a leitura de todos os 61 pontos.

	40	39	36	33	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3
	41	38	35	32	29	26	23	20	17	14	11	8	5	2
	42	37	34	31	28	25	22	19	16	13	10	7	4	1
43	44													
46	45													
48	47													
50	49													
52	51											59	56	53
												60	57	54
												61	58	55

Figura 2: Grade com pontos analisados.

Para cada ponto de leitura dos diversos modelos foram encontradas e medidas as franjas isocromáticas (N) através do método de compensação de Tardy (Dally and Rilley 1978). A partir destas foram encontrados a tensão cisalhante máxima (τ) individual de cada pontos contando com a constante ótica do material utilizado (0,25 N/mm) e a espessura do modelo. Os valores de tensão cisalhante máxima de todos pontos analisados, nas duas situações de carga, dos quatro modelos de cada grupo (HE, HI, CI, PU) se apresentaram semelhantes. Assim, criaram-se tabelas e gráficos, que tinham os valores médios de cada grupo: HE, HI, CI, PU para cada carregamento aplicado e ponto analisado. Foi desenvolvido um programa em ambiente *Matlab* com a finalidade de se calcular a área do gráfico de cada grupo com objetivo de comparar os resultados. Os valores obtidos foram agrupados nas tabelas finais em que o valor mínimo foi dividido pelos valores restantes possibilitando comparações entre os valores encontrados.

Por fim, também foram criados gráficos, calculada a área e feita a comparação dos valores médios dos grupos entre os pontos 1 à 9, no intuito de se conhecer a diferença da distribuição de tensão ao redor dos implantes na região que seria relativa a crista óssea. Tanto para o carregamento tipo 1, quanto para o tipo 2. Exemplos das imagens obtidas para cada grupo podem ser vistos nas figuras^o3 e 4, sendo A hexágono externo, B hexágono interno, C cônica interna e D peça única.

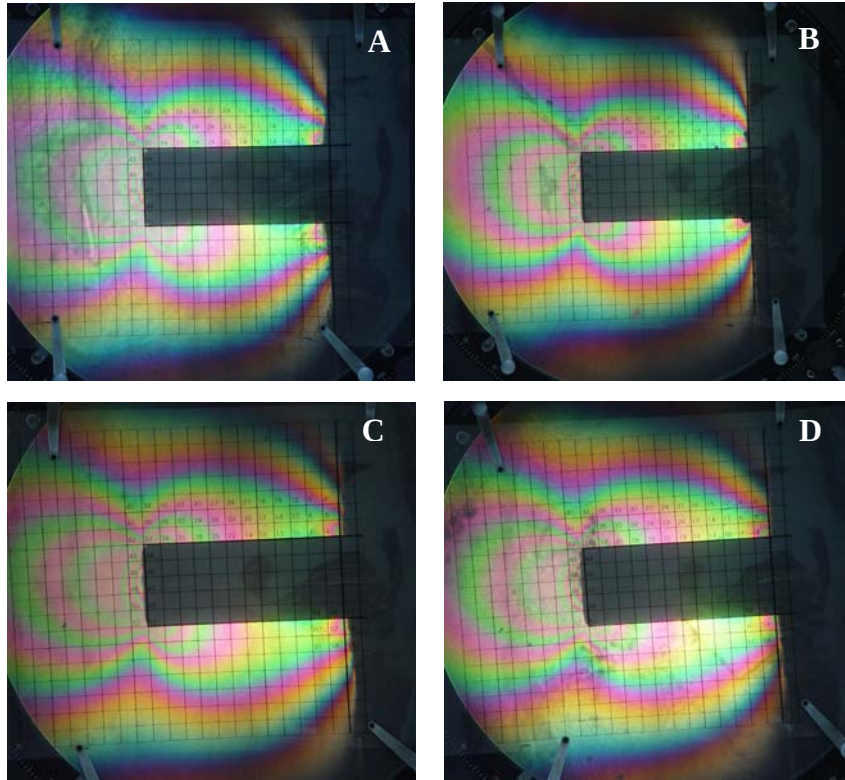


Figura 3: Peças com diferentes junções sobre carga axial.

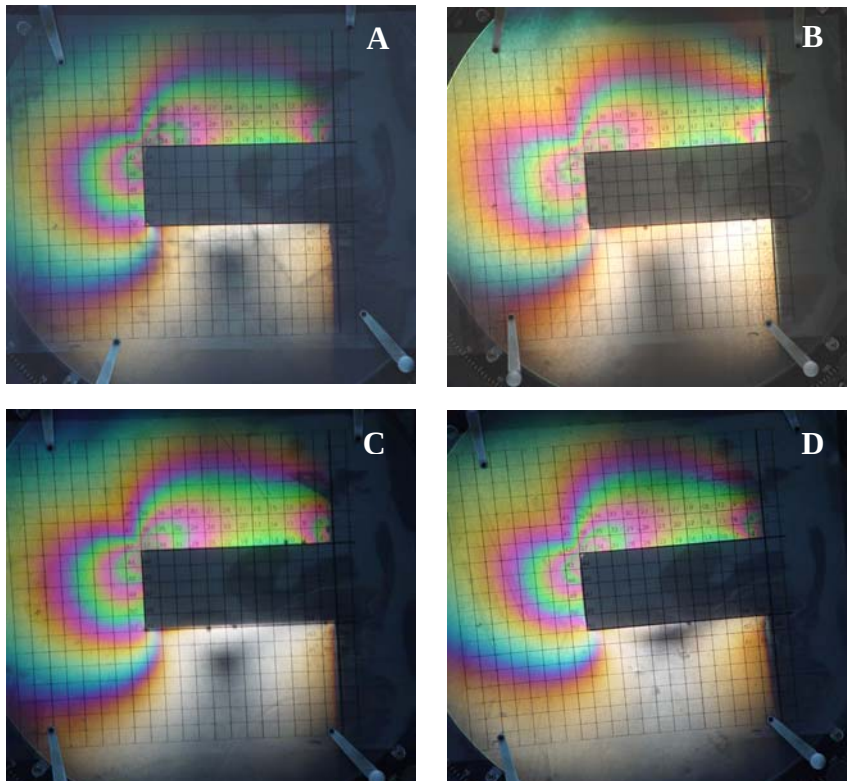


Figura 4: Peças com diferentes junções sobre carga não axial.

3. RESULTADOS:

O gráfico da Figura^o5 mostra os resultados obtidos para o carregamento tipo 1 e o gráfico da Figura^o6 mostra os resultados obtidos para o carregamento tipo 2. A medida da área dos gráficos de cada tipo de implante foi dividida do maior valor pelo menor. A tabela 1 mostra os valores de quanto uma conexão gerou mais tensão que outra para a carga axial.

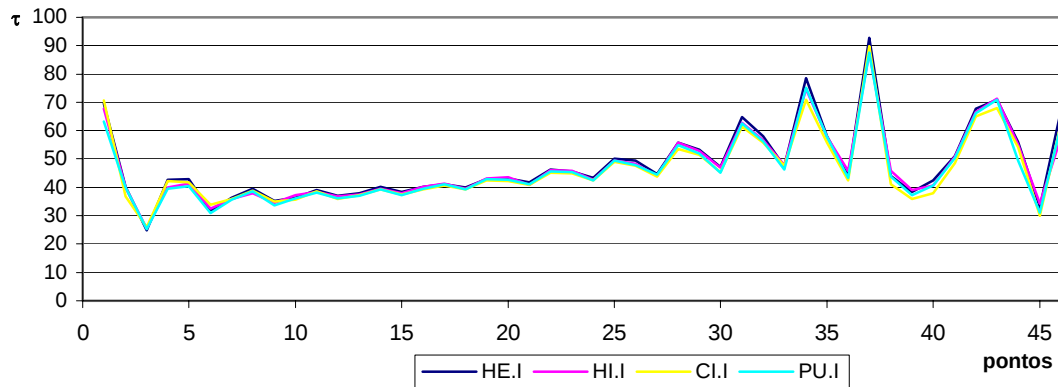


Figura 5: Comparação entre as diferentes uniões pilar/implante para carga 1.

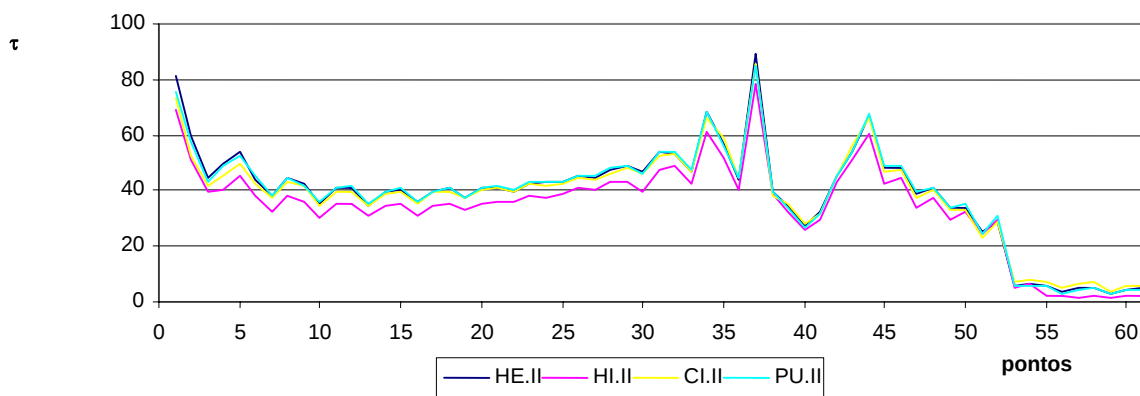


Figura 6: Comparação entre as diferentes uniões pilar/implante para carga II.

Tabela1: Comparação dos resultados para a carga axial.

HE	HI	CI	PU
1,0333	1,0202	1	1,004
3,33%	2,02%	0%	0,40%

Segundo a Tabela 1, sobre carga axial os implantes com encaixe cônico interno apresentaram os menores valores e o hexágono externo gerou 3,33% de níveis de tensão a mais que a cônica. A Tabela 2 apresenta os resultados na região dos pontos de 1 à 9.

Tabela 2: Comparação dos resultados para a carga axial dos pontos 1 à 9.

HE	HI	CI	PU
1,0295	1,0394	1,0278	1
2,95%	3,94%	2,78%	0%

Nesta o implante de peça única apresentou os menores gradientes de tensão e o hexágono interno mostrou ser 3,94% maior. A Tabela 3 apresenta os resultados sobre carga não-axial em todo o corpo do implante.

Tabela 3: Comparação dos resultados para a carga não-axial.

HE	HI	CI	PU
1,1293	1	1,109	1,1293
12,93%	0%	10,90%	12,93%

Para a carga não-axial os implantes tipo hexágono interno pareceram acumular menos tensão ao seu redor. Os implantes de hexágono externo e peça única apresentaram os mesmos valores e foram 12,93% maiores. A Tabela 4 detalha os resultados na região correspondente a crista óssea.

Tabela 4. Comparação dos resultados para a carga não-axial nos pontos 1 à 9.

HE	HI	CI	PU
1,1369	1	1,2317	1,1397
13,69%	0%	23,17%	13,97%

Esta situação apresenta menores gradientes de tensão para o grupo de implantes de hexágono interno e maiores 23,17% para o cônico interno.

4. DISCUSSÃO

Existem várias metodologias para análises de tensões. Atualmente, acredita-se que o emprego de modelos numéricos junto a técnicas experimentais possibilita visualização de todo fenômeno. No presente trabalho foi utilizada a técnica experimental da fotoelasticidade de transmissão, metodologia que vem sendo empregada na odontologia desde 1935 por Zak. Em 1980, Haraldson empregou a técnica pela primeira vez com implantes osseointegrados. Iplikçioğlu et al. (2003) observaram diferenças nos resultados quando utilizando análise de elementos finitos versus análise com extensômetros (*strain gauge*) de um mesmo ensaio mecânico com implantes osseointegrados, demonstrando que análises numéricas por si só dificilmente irão conseguir representar completamente as deformações sofridas, principalmente, na região da junção intermediário/implante, área crítica do presente estudo. Um fator complicador na análise numérica é a especificação das condições de interação entre as partes (Çeherli et al., 2004). Além disso, perfeita união do implante com o intermediário não é a realidade vivida na implantodontia dos dias de hoje (Iplikçioğlu et al., 2003; Çeherli et al., 2004). Outra complicação é que, atualmente, a digitalização de imagem para análises de elementos finitos dos implantes orais é limitada, isso porque as roscas normalmente são representadas por anéis simétricos e não de forma helicoidal como na realidade

(Iplikçioğlu et al., 2003, Çehreli et al., 2004) resultando na modelação de roscas como anéis independentes, sem relacionamento entre elas.

Baseado nos resultados a geometria da interface pilar/implante parece influenciar de alguma forma na distribuição, magnitude e transferência de tensão ao osso circundante. Principalmente quando sobre a carga tipo II, pois este tipo de esforço faz com que o pilar seja jogado contra a parede do implante. Os implantes de hexágono interno apresentaram os menores gradientes de tensão ao longo de todo seu corpo, seguidos dos implantes com junção cônica interna que apresentou ser 10,9% maior que aquela e os com hexágono externo e peça única mostraram-se iguais em peso (12,93%). Porém, quando levamos estes resultados para os nove primeiros pontos observa-se que, para carga II, os hexagonais internos permaneceram-se menores, seguidos dos hexagonais externos, 13,69% maiores, peça única 13,97% maior e o implante com conexão cônica interna se mostrou menos favorável, com um acúmulo de tensão 23,17% maior que o com hexágono interno.

A influência das junções para carga tipo I não se mostrou grande. Este tipo de esforço parece não ser importante na distribuição de tensão sobre os implantes, pois independente da conexão o pilar vai empurrar o implante da mesma maneira. Quando analisando todo o corpo dos implantes os implantes com junção cônica interna apresentaram menores índices de tensão, os de peça única mostraram ser 0,4% maiores, os de hexágono interno 2,02% e os hexagonais externos 3,33%. Quando analisando os pontos 1 à 9 os implantes de peça única mostraram os menores valores de tensão, depois os de conexão cônica interna, 2,78% maiores que aqueles, seguidos pelos hexagonais externos, 2,95% maiores e por fim os hexagonais internos (3,94%).

Quando os implantes estudados estavam submetidos ao carregamento tipo I a maior concentração de tensão foi observada junto as bordas no ápice da peça (ponto 37), também foram encontrados grandes valores na região junto a plataforma dos implantes, na região cervical (pontos um a três). Foram observadas, também, pequenas áreas de alívio (pontos 45 e 47) no ápice das peças. Quando no carregamento II, o ponto de maior tensão também foi o 37 e com valores maiores em relação a carga I, bem como nos pontos 1 à 3, e a imagem obtida não era simétrica como a obtida para carga tipo I. Na medida que se caminhava do ponto 1 ao 3 os valores de tensão diminuía para as duas cargas, ou seja, quanto mais lateral ao implante, menores os valores, que se acumularam principalmente na interface implante/resina, observações similares foram encontradas também por Meirelles (2003) e Çehreli et al.(2004). Afirmações de que as junções exerceriam um papel importante na distribuição de esforços ao redor das fixações podem ser encontradas na literatura (Norton, 1997; Çehreli; Iplikçioğlu, 2002; Hansson, 2003, Meirelles, 2003). Os comentários de Norton (1997) e Hansson (2003) não entraram de acordo com os resultados do presente trabalho, pois esses autores acreditam que junções cônicas internas distribuiriam menos tensões que as demais, divergindo dos resultados deste estudo, que mostra que essas junções não apresentaram tais características. Porém Çehreli, Iplikçioğlu (2002) e Meirelles (2003) analisaram implantes com conexões hexagonais internas e encontraram melhores resultados para esta de acordo com este trabalho.

Trabalhos revisados (Norton, 1997; Çehreli and Iplikçioğlu, 2002) sugeriram que junções internas seriam capazes de manter o intermediário mais unido ao implante, e isso manteria a conexão mais estável, com menos perdas e desapertos de parafusos e, desta forma, essa peça rígida não transferiria tensões para o tecido circundante como as junções de hexágono externo, que seriam mais frágeis. Então as conexões internas teriam a capacidade de ‘absorver’ forças externas. Autores inclusive sugerem ser melhor uso de dois implantes com junções internas suportando três próteses fixas posteriores a três fixações de hexágono externo. Porém no presente trabalho todas as diferentes conexões, bem como o corpo único não apresentaram resultados tão diferentes de distribuição de tensão.

Em outro trabalho (Meirelles, 2003) observou menores índices de tensões resultantes de igual carregamento em implantes com hexágono interno, em relação ao hexágono externo. Nesta

análise o autor atribui parte do seu resultado a forma diferenciada do pescoço destes dois tipos de implantes, como sugerido por Norton em 1998. No presente trabalho a única diferença entre os implantes eram as conexões e o padrão de distribuição de tensão ao redor das fixações não alteraram muito, pois o implante de hexágono externo apresentou no máximo 13,96% a mais que o com hexágono interno (carga II, nos nove primeiros pontos). Isso pode nos sugerir que outro fator determinante para distribuição de tensões possa ser a forma externa do implante, não apenas o tipo de união ao intermediário.

Hansson (2003) sugere que implantes com conexão cônica interna deveriam ser inseridos ao nível da crista óssea, para assim, graças a esse tipo de junção, serem reduzidos os valores de tensão máxima encontrada ao redor das fixações. Neste mesmo trabalho o autor encontra valores maiores de tensão em implantes de peça única e relata que quanto mais delgada a parede interna dos implantes, menores os valores de tensão máxima. O autor se contradiz com trabalho realizado por ele mesmo em 1999, no qual ele observa que aumento da espessura da parede interna do implante resultaria em menores valores de tensão. Na publicação de 2003 o autor relata que essa incompatibilidade dos resultados foi devido ao fato do trabalho de 1999 ter sido feito com um modelo de elementos finitos mais simples e por isso esse resultado teria sido equivocado. No presente estudo as plataformas dos implantes estavam a um milímetro de distância da superfície superior da resina fotoelástica e os implantes de hexágono externo e peça única tinham paredes laterais menos delgadas que os de hexágono interno e cônico interno, porém não foi encontrada nenhuma correlação entre a espessura de parede interna do implante e distribuição de tensão. Os implantes de conexão hexagonal interna se apresentaram 23,17% menos tensão que os de junção cônica interna em relação aos valores de tensão cisalhante máxima.

Outros resultados não entraram em total concordância com o do presente estudo, como o realizado por Çehreli et al. (2004). Neste, apesar de terem sido usados implantes originais, sem modificações e por isso com a forma externa diferente (Implantes Bränemark cônicos e cilíndricos, implantes cilíndricos Astra Tech e parafusos sólidos ITI) podendo influenciar nos resultados, não foi achada nenhuma evidência de que o tipo de conexão teria grande influência sobre a qualidade e distribuição de tensões ao redor dos implantes osseointegrados. No presente estudo foram encontrados valores diferentes para as conexões avaliadas, porém em valores relativamente pequenos. Çehreli et al (2004) também realizaram uma análise de elementos finitos comparando dois implantes iguais, diferindo apenas no fato de um possuir conexão cônica interna e outro ser peça única, não encontrando, também, nenhuma diferença estatística na distribuição de tensão ao redor dos dois desenhos, não concordando com parte dos resultados do presente estudo, pois os implantes com conexões cônicas internas apresentaram valores maiores que os de peça única sobre carga deslocada. Nestas duas últimas citações os autores realizaram esforços sobre os implantes com situações parecidas com a deste.

O hexágono externo dos implantes originais foi desenvolvido com objetivo de auxiliar na instalação cirúrgica dos implantes osseointegrados, até então, a única forma de tratamento protético disponível eram as próteses totais fixas e as conexões não tinham a finalidade anti-rotacional (Finger et al., 2003). Com o aumento da aplicabilidade dos implantes orais para restaurações unitárias as conexões passaram a desenvolver outro papel, o de impedir a rotação da prótese. Isso estimulou os fabricantes a desenvolverem maiores valores de torque sobre o parafuso, alterações no tipo de material do parafuso, maior precisão no encaixe do hexágono e criação de novos desenhos de interface pilar/implante. Junções internas seriam conexões mais estáveis que os do hexágono externo (Norton 1997; Çehreli and Iplikcioglu, 2002; Taylor and Agar, 2002; Finger et al., 2003). Porém, o crescimento do mercado da Implantodontia (Binon, 2000; Taylor and Agar, 2002; Taylor 2003) e estratégias de propaganda (Binon, 2000) devem ser acompanhados de maneira crítica. Até que ponto seria necessário para os clínicos mudanças e investimentos com objetivo de ser aumentada taxa de sucesso no consultório. As reais necessidades deveriam ser sanadas e não possíveis problemas sugeridos pelas empresas justificando, assim, a troca de sistema de implantes.

Antes da decisão de investir na mudança de sistemas de implantes devido as conexões, deveríamos refletir se a estabilidade das junções hexagonais externas poderiam se equiparar com a das conexões internas apenas com uma pequena mudança de propriedade dos parafusos de união (material e torque utilizado). Seria melhor para o clínico investir em um sistema mais caro ou manter o sistema original com uma simples alteração no protocolo? Até que ponto nós desejamos a estabilidade desta união: a um nível sustentável da fisiologia oral ou em valores muito superiores ao encontrados nos limites da mastigação humana? Mais investigações deveriam ser feitas para esclarecer totalmente as verdades e estratégias empresariais que envolvem o mercado da Implodontia moderna.

No presente trabalho implantes de mesmo formato, com diferentes junções - hexágono externo, hexágono interno, cônico interno e peça única - apresentam gradientes diferentes ao longo do seu corpo sobre blocos fotoelásticos em situações de mesmos esforços, principalmente sobre carga deslocada. A principal diferença no campo de tensões que pudessem indicar um comportamento mais adequado de um tipo específico de implante, no que diz respeito a distribuição de tensão ao longo do corpo do implante, foi entre os pontos localizados próximos ao pescoço do implantes de junção hexagonal interna, que se mostrou melhor, e cônica interna.

5. REFERÊNCIAS

- Binon, P., 2000, "Implants and components: entering the new millennium." *International Journal of Oral Maxillofacial Implants*, vol. 15, p. 76-94.
- Cehreli, M., et al., 2004, "Implant design and interface force transfer. A photoelastic and strain-gauge analysis." *Clinical Oral Implants Research*, vol. 15, p. 249-257.
- Çehreli, M. C., Akça, K. and Iplikcioglu, H., 2004, "Force transmission of one- and two- piece Morse-taper oral implants: a nonlinear finite element analysis." *Clinical Oral Implants Research*, vol. 15, p. 481-489.
- Çehreli, M. C. and Iplikcioglu, H., 2002, "*In vitro* strain gauge analysis of axial and off-axial loading on implant supported fixed partial dentures." *Implant Dentistry*, vol. 11, p. 286-292.
- Dally, J. W. and Riley, W. F., 1978 "Experimental stress analysis." 2nd edition, New York: McGraw-Hill.
- Finger, I. M., Castellon, P. and Elian, N., 2003 "The evolution of external and internal implant/abutment connections." *Practice Procedure Aesthetic Dentistry*, vol. 8, p. 625-634.
- Hansson, S., 1999, "The implant neck: smooth or provided with retention elements. A biomechanical approach." *Clinical Oral Implants Research*, vol. 10, p. 394-405.
- Hansson, S., 2003, "A conical implant-abutment interface at the level of the marginal bone improve the distribution of stress in the supporting bone. An axisymmetric finite element analysis." *Clinical Oral Implants Research*, v. 14, p. 286-293.
- Haraldson, T., 1980, "A photoelastic study of some biomechanical factors affecting the anchorage of osseointegrated implants in the jaw." *Scandinavian Journal of Plastic Reconstruction Surgery*, vol. 14, p. 209-214.
- Iplikcioglu, H., et al., 2003, "Comparison of non-linear finite element stress analysis with *in vitro* strain gauge measurements on a morse taper implant." *International Journal Oral Maxillofacial Implants*, vol. 18, p. 258-265.
- Norton, M. R., 1997, "An *in vitro* evaluation of the strength of an internal conical interface compared to a butt joint interface in implant design." *Clinical Oral Implants Research*, vol. 8, p. 290-298.
- Meirelles, L. A., "Análise fotoelástica da distribuição de tensões em implantes cilíndricos rosqueados com hexágono externo e interno." 2003. 73 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2003.
- Taylor T. D., 2003, "The changing face of implant dentistry." *International Journal Oral of*

Maxillofacial Implants, vol. 18, p. 793.

Taylor, T. D., Agar, J. R., 2002, "Twenty years of progress in implant prosthodontics." Journal of Prosthetic Dentistry, vol. 88, p. 793.

6. DIREITOS AUTORAIS

Caso não seja declarado o possuidor dos direitos autorais desta publicação (empresas, detentores de patentes, etc), os autores serão os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho. A não inclusão desta seção no texto acarretará na segunda prerrogativa.

Experimental analysis of strain in implants with three different connection types and one piece using photoelasticity.

Sérgio Rocha Bernardes

Faculty of dentistry, Federal University of Uberlândia.

Av. Pará 1720 - Bloco 2B, sala 2B01, Campus Umuarama, Uberlândia, Minas Gerais, CEP: 38400-902.
sergiorb@rediffmail.com

Flávio Domingues das Neves

Faculty of dentistry, Federal University of Uberlândia.

Av. Pará 1720 - Bloco 2B, sala 2B01, Campus Umuarama, Uberlândia, Minas Gerais, CEP: 38400-902.
neves@triang.com.br

Cleudmar Amaral de Araújo

Faculty of mechanical engineering, Federal university of Uberlândia.

Campus Santa Mônica, Av. João Naves de Ávila, 2160.
cleudmar@mecanica.ufu.br

Abstract: *Since 1965s, when the first oral rehabilitation was made in human beings, dental implants have been demonstrating higher levels of success in longitudinal articles. But, in those years the original implants – with a external platform – have been showing a rate of bone loss of 0.9 mm in the first year and 0.1 mm in succeeding years. It could be happening because of strain concentrations surrounding the implants resulted by a overload in prosthesis causing local microfractures. Companies put on the market different designs of connections implant/abutment looking to minimize or even then resolve this problem. Examples of these new connections could be the internal hexagon and the internal conical. At the present connection types: external hexagon, internal hexagon, internal conical and one implant without connection to the abutment, called one piece were evaluated. Abutments and implants were fabricated with different connections between them. When they were united they had the same external design, each of the samples were fixed in photoelastic blocks with same design. Over each sample were applied two different loads, one axial to the implant and other dislocated. The strain gradients of those models were evaluated in quality and quantity in 61 points over the implant's body. There were found to be small differences between the analyzed models in values of maximum shear strain.*

Key words: Biomechanical, oral implants, connection, photoelasticity, strain.