

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS**  
**Programa de Pós-graduação em Odontologia**

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA FRICCIONAL  
DE IMPLANTES TIPO CONE MORSE  
EM FUNÇÃO DA CARGA DE ATIVAÇÃO**

**STÊNIO CARDOSO RABELO**

**Belo Horizonte**  
**2011**

**Stênio Cardoso Rabelo**

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA FRICCIONAL  
DE IMPLANTES TIPO CONE MORSE  
EM FUNÇÃO DA CARGA DE ATIVAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de concentração em Clínicas Odontológicas - Ênfase: Prótese Dentária.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Isaias Seraidarian  
Co-orientador: Prof. Dr. Perrin Smith Neto

**Belo Horizonte**

**2011**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

R114 Rabelo, Stênio Cardoso  
Avaliação da resistência friccional de implantes tipo cone morse em função da carga de ativação / Stênio Cardoso Rabelo – Belo Horizonte, 2011  
71 f.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Isaias Seraidarian  
Co-orientador: Prof. Dr. Perrin Smith Neto  
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia.  
Bibliografias.

1. Implantes dentários. 2. Prótese dentária. I. Seraidarian, Paulo Isaias. II. Smith Neto, Perrin. III. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

CDU 616.314-089

## FOLHA DE APROVAÇÃO

À minha mãe, **Margarida** (*in memoriam*), que foi, está e sempre estará presente, me orientando e me conduzindo, como sempre fez.

À minha esposa, **Áurea**, pelo amor, pelo carinho, pela compreensão e pelo incentivo, em todos os momentos.

Aos meus filhos, **Rafael** e **Thales**, sempre motivo de orgulho.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por estar sempre ao meu lado.

Ao meu pai, Carlitinho, por quem eu me espelho sempre, com sua retidão e com seu caráter.

Aos meus irmãos, Cléo, Carla e Luciano, pela nossa união e amizade tão forte e sincera.

Aos meus cunhados e sobrinhos, tão presentes na minha vida.

Aos professores Oswaldo Costa Filho e Ricardo Resende P. da Silva, que sempre depositaram confiança em mim e me tornaram cada vez mais um profissional apaixonado pela odontologia e pela sala de aula.

Aos professores José Mondelli e Aquira Ishikiriama, que me fizeram enxergar a odontologia como algo mais belo do que realmente é.

Aos professores e amigos da equipe de Dentística da Universidade de Itaúna: Adaulton Corradi, Marlúcio de Oliveira, Paulo Pedro Ferreira e Wilson Ferreira do Amaral, o meu reconhecimento por segurar as pontas quando estava ausente.

Ao Prof. Paulo Isaias Seraidarian, meu orientador, que me fez descobrir que mais que orientar, é mostrar que podemos mais. Obrigado pela confiança e amizade que construímos.

Ao Prof. Wellington Corrêa Jansen, pelos conhecimentos transmitidos, pela dedicação, competência e amizade demonstrada ao longo destes dois anos.

Ao Prof. Marcos Dias Lanza, pela intensa troca de informações, pela competência e simplicidade como exerce a odontologia.

Ao Prof. Perrin Smith Neto, meu co-orientador, pela disponibilidade e pelo conhecimento extraordinário na engenharia, que nos possibilitou a desenvolvermos a metodologia usada neste trabalho.

Aos professores da área conexa, em especial ao Prof. Frank Ferreira, Prof. Martinho e Prof<sup>a</sup>. Maria Ilma, pelo carinho, amizade e conhecimentos transmitidos.

Aos colegas do mestrado, Belmiro, Lucília, Juliana, Paulo Henrique e Fernanda, pela cumplicidade e amizade conquistada nestes dois anos.

Ao colega e Professor da Universidade Estadual de Montes Claros – MG, Deícola Coelho Filho, pela ajuda fundamental na realização desta pesquisa.

Ao professor da Universidade Positivo de Curitiba-PR e consultor científico da Kopp<sup>®</sup>, Paulo Tomazinho, pelo auxílio em confeccionar e disponibilizar junto à empresa, materiais para a realização desta pesquisa.

Aos alunos da graduação e pós-graduação da Engenharia Mecânica da PUC Minas: Osvaldo Abadia, Gabriel Goulart Mendes Marra e Carlos Eduardo dos Santos, pela ajuda constante no desenvolvimento dos ensaios no Laboratório de Análise Estrutural.

Ao Prof. János Landre Júnior, pela colaboração em informações e esclarecimentos tão relevantes para as conclusões desta pesquisa.

Aos funcionários da PUC Minas, Silvania, Maria Ângela, Toninha, Lú, Cristina e Marli, pela prestabilidade durante estes dois anos de convivência.

À minha auxiliar do consultório, Elza, pela sua competência, eficácia e confiança de muitos anos.

**Não tenho medo de mudar de opinião,  
porque tenho a capacidade de raciocinar”**

**Blaise Pascal**

## RESUMO

A possibilidade de afrouxamento do parafuso que une o implante ao intermediário levou as indústrias a desenvolverem sistemas de união pelo sistema Cone Morse. A fim de verificar se a ausência do parafuso promoveria resistência suficiente à tração entre o implante e o intermediário, e ainda, se a quantidade de força entre os mesmos influenciaria nos valores de tração, optou-se por desenvolver esta pesquisa. Desta maneira, foram selecionadas duas marcas comerciais de implantes, com os intermediários unidos exclusivamente pelo sistema Cone Morse. Para tal, selecionou-se o Implante Friccional Biológico produzido pela empresa brasileira Kopp® e o implante fabricado pela empresa americana Bicon™. Tendo em vista o fato de que, durante a construção das próteses, por vezes pode ocorrer o deslocamento do intermediário, foi ainda considerado se a possibilidade da remoção e recolocação do mesmo teria influência na força de tração. No sistema Bicon™ não existe nenhum dado referente à força de compressão necessária. Já no sistema Kopp®, existe um dispositivo denominado “BCP - Bate-Conexão e Prótese” para promover a união entre os componentes. Neste sistema, o fabricante disponibilizou para esta pesquisa cinco dispositivos, cada um com pesos diferentes, de forma que possibilitou aplicar valores de cargas distintos. Sendo assim, foi possível realizar testes em máquina de ensaio universal (DL 500 Emic), com célula de carga, que mensurou compressão e tração (Modelo CCE5KN; EMIC). Inicialmente, foram aplicados cinco diferentes valores de carga de compressão, em cinco conjuntos idênticos, compostos por intermediário e implante da marca Kopp®, com o objetivo de mensurar o valor de carga que cada dispositivo BCP propiciou. Em seguida, cada conjunto recebeu mais três ativações (carga de compressão), de modo que ao final os cinco conjuntos receberam a mesma carga por quatro vezes. O passo seguinte foi submeter estes conjuntos à força de tração. Foi possível identificar que quanto maior o valor de carga aplicada, maior o valor de resistência à tração. Assim, o dispositivo BCP mais pesado (0,188kg) promoveu a maior carga de resistência à tração, que foi de 246N. O próximo teste foi aplicar o mesmo valor de compressão, nas mesmas condições, em dois novos conjuntos compostos por implante e intermediário, sendo um no sistema Bicon™ e outro no sistema Kopp®. Verificou-se que o sistema Bicon™ ofereceu resistência de 208N contra 194N no sistema Kopp®.

Finalmente, no último teste, foram aplicadas novas cargas de compressão seguida de tração, por mais três vezes, quando foi possível mensurar valores de tração, no sistema Bicon™ de 367N, 500N, 756N, respectivamente; no sistema Kopp® os valores foram 336N, 360N e 420N, respectivamente. Sendo assim, concluiu-se que quanto maior o valor de compressão aplicada, maior foi o valor de resistência à tração, e que quando os conjuntos foram submetidos à tração e compressão novamente, quanto maior foram os números de ensaio de recolocação, maiores foram os valores de tração observados. Também foi possível identificar que o sistema Bicon™ apresentou maiores valores de resistência à tração, do primeiro até o último ensaio.

**Palavras chave:** Implantes dentários. Prótese dentária. Biomecânica. Força compressiva. Resistência à tração.

## ABSTRACT

The possibility of slackening the screw which bonds the implant to the intermediary led companies to develop bonding systems using the Morse Taper system. In order to verify whether or not the absence of the screw would offer enough strength to the traction between the implant and the intermediary, and if the activation force between them would influence the amounts of traction, it was chosen to do this research. Therefore, two commercial implant trademarks were chosen, and the intermediaries were bonded exclusively by the Morse Taper system. To this end, the Frictional Biological Implant produced by Brazilian company Kopp™ was chosen, and the implant manufactured by North American company Bicon™. Owing to the fact that, while creating the prostheses, the intermediary can sometimes be displaced, it was also considered whether or not the possibility of its removal and replacement would influence the traction force. In the Bicon™ system, there is no data concerning the necessary compression force. Nevertheless, in the Kopp™ system, there is a device called “BCP - Connection and Prosthesis Striker” - so as to promote bonding between the components. Using such a system, the manufacturer has supplied the research with five devices, each one with different weights, so as to enable the use of different loading amounts. Thus, it was possible to run simulations in a Universal Testing Machine (Emic DL 500), with a load cell, which measured compression and traction (Model CCE5KN; EMIC). At first, five different compression loading amounts were used, in five identical sets, consisting of intermediary and implant of the Kopp™ trademark, with the intent of measuring the loading amounts each BCP device provided. Afterwards, each set was given three more activations (compression load), so that in the end, the five sets received the same loading amount four times. The next step was to submit these sets to the traction force. It was possible to identify that, the higher the loading amount, the higher the amount of the tensile strength. Then, the heaviest BCP device (0,188 kg) offered the highest loading resistance to the traction, which was 246 N. The next test was to apply the same amount of compression, in the same conditions, to two new sets consisting of implant and intermediary, one of them in the Bicon™ system, and the other one in the Kopp™ system. It was verified that the Bicon™ system offered strength of 208 N, and that the Kopp™ system offered strength of 194 N. Finally, for the last test, new

compression loads followed by traction were applied, three more times, when it was possible to measure amounts of traction, in the Bicon™ system of 367 N, 500 N and 756 N, respectively; whereas in the Kopp™ system, the amounts were 336 N, 360 N and 420 N, respectively. In this way, it was concluded that the higher the amount of compression applied, the higher the amount of strength to the traction, and when the sets were subjected to traction and compression once again, the higher the numbers of test replacement, the higher the amounts of traction observed. It was also possible to identify that the Bicon™ system showed higher amounts of tensile strength, from the first test until the last one.

**Key words:** Dental implants. Dental prosthesis. Biomechanics. Compressive strength. Tensile strength.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Objetivo geral .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Objetivo específico .....</b>	<b>14</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>15</b>
<b>ARTIGO 1 .....</b>	<b>19</b>
<b>ARTIGO 2 .....</b>	<b>36</b>
<b>ARTIGO 3 .....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS GERAIS .....</b>	<b>70</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde o momento em que o desenho das plataformas com hexágono externo deixou de ser utilizado exclusivamente para próteses sobre implantes do tipo protocolo, e passou a se construir, sobre implantes, próteses unitárias ou próteses parciais fixas, começaram a surgir as dificuldades e necessidades de alcançar configurações de implantes e intermediários com geometrias distintas, com o intuito de diminuir os principais problemas, tais como fadiga e afrouxamento do parafuso passante, altos valores de tensão no parafuso, além das necessidades de promover melhor vedação biológica, resistência mecânica, estética ao paciente, entre outras características favoráveis, Soares, M.A.D. et al. (2009) e Zielak, J. et al. (2010).

Neste aspecto, existem sistemas de implantes dentários, com intermediários que se unem ao implante pelo sistema denominado Cone Morse. Apesar de este sistema promover embricamento entre os componentes, existe a possibilidade de o profissional precisar remover o intermediário, por alguma razão, e havendo este fato, fica a dúvida se este procedimento comprometeria ou não a retenção do intermediário ao implante.

Há que se destacar ainda que os sistemas que apresentam este tipo de conexão sugerem que o intermediário seja posicionado inicialmente sobre o implante e, em seguida, seja aplicada uma carga, na forma de impacto, para que ocorra o embricamento das partes, assim desejado.

Sutter, F. et al. (1993) relataram que o ângulo interno do implante e também o externo do intermediário deveria ser no máximo de 8 graus, para manter uma fricção de retenção idêntica ao Cone Morse utilizado há muitos anos na engenharia mecânica. Descreve ainda que qualquer material metálico cônico com paredes que possuem menos de 8 graus de angulação, promoverá retenção mecânica friccional. Ainda em relação ao ângulo interno das paredes do implante, de acordo com Urdaneta, R. et al. (2008), quando a inclinação das paredes internas do implante fosse de 1,5 grau ocorreria encaixe friccional de comportamento semelhante à soldagem a frio.

Observa-se, no entanto, que diferentemente do que ocorre nos sistemas em que existe aparafusamento, no qual há a orientação do fabricante quanto ao torque que o mesmo deve receber nos sistemas em que a união é do tipo Cone Morse, sem

parafuso passante, não se encontra na literatura qual a força de impacto ideal para que aconteça o embricamento na intensidade desejada.

Diante do exposto questiona-se:

- a) a força de impacto ou de ativação, que gera força de compressão, influenciaria ou não na força de resistência à tração?
- b) haveria diferença desses valores entre diferentes marcas que utilizam esse tipo de sistema?
- c) havendo a necessidade de remoção, ou eventual deslocamento do intermediário, a recolocação do mesmo aumentaria, manteria ou diminuiria a resistência à tração?

Acredita-se, segundo Dibart, S. et al. (2005), que os implantes de conexão interna, do tipo Cone Morse, possuem interface reforçada entre implante e intermediário, gerando encaixe entre esses elementos, ausência de fendas e aumento da resistência aos micromovimentos, proporcionando uma união mais estável.

Levando-se em conta que as forças mastigatórias a que os implantes são submetidos podem ocasionar deslocamento, ou ainda, a necessidade de se remover o intermediário após a sua adaptação, se faz necessário obter algum tipo de referência que sirva de parâmetro no uso de sistemas com retenção friccional (sem parafusos). Diante destas dúvidas optou-se por desenvolver este estudo com a finalidade de contribuir na obtenção destas referências.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar se diferentes valores de carga de compressão influenciaram os valores de resistência à tração em dois distintos sistemas de implantes, em que o intermediário é retido pelo implante, exclusivamente pelo sistema friccional do tipo cone Morse.

### **2.2 Objetivo específico**

Este trabalho objetivou verificar se diferentes intensidades de carga de compressão, aplicadas para a união dos componentes, implante e intermediário, influenciaram, ou não, na intensidade da força de tração necessária para separação dos elementos em questão.

Estudar, por meio de ensaios realizados em Máquina de Ensaio Universal (DL 500 Emic), se os mesmos valores de carga de compressão aplicados em duas marcas diferentes de implantes, que utilizam do sistema com retenção friccional do tipo Cone Morse, influenciaram na retenção dos intermediários.

Foi ainda objeto desta pesquisa verificar se o fato de colocar o intermediário e removê-lo, seguidas vezes, promoveu alteração na intensidade da retenção friccional entre os elementos em estudo.

### 3 METODOLOGIA

Neste trabalho foram avaliadas duas marcas de implantes do sistema tipo Cone Morse, a saber: Kopp® (Curitiba -PR, Brasil) (figura 1) e Bicon™ ( Bicon Inc, Boston, MA, EUA) (figura 2) sendo ambos com sistema de retenção do conjunto implante e intermediário, por embricamento mecânico e fricção. Os dois sistemas não utilizam parafusos no processo de união entre intermediário e implante.



**Figura 1** - Implante e intermediário Kopp®  
(Kopp®, Curitiba-PR, Brasil)  
**Fonte:** (Kopp®, Curitiba-PR, Brasil)



**Figura 2** - Implante e intermediário Bicon™  
(Bicon Inc, Boston- MA, EUA)  
**Fonte:** (Bicon Inc, Boston- MA, EUA)

No primeiro ensaio foram selecionados cinco implantes e cinco intermediários modelo FII da empresa brasileira Kopp® (Implante Friccional Biológico Kopp® - Curitiba-PR, Brasil) de (4,3 x 13mm) e (4,5 x 13mm) respectivamente com angulação interna de 1,5 grau (figura 3). Para cada conjunto que foi numerado de 1 a 5, foi desenvolvida uma base rígida que consistiu de cinco parafusos (M 12 x 1,25mm), que foram perfurados na cabeça, em torno mecânico com diâmetro igual a dos implantes. Para obtenção da maior resistência possível utilizou-se de um adesivo anaeróbico para metal Threebond 1375 (ThreeBond do Brasil Ind. e Com. Ltda) e assim ficaram fixados.

Na Máquina de Ensaio Universal (DL 500 Emic - Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda, Paraná, Brasil) (figura 4), esses conjuntos foram fixados individualmente e conectados a uma célula de carga (Modelo CCE5KN; Emic – Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda, Paraná, Brasil) (figura 5), com capacidade de 5000 N, na parte inferior da máquina.

Um instrumento desenvolvido especialmente para esta pesquisa, para gerar distintas cargas de compressão, denominado pelo fabricante de “Bate Conexão e Prótese” (BCP - Kopp<sup>®</sup>, Curitiba - PR, Brasil) (figura 6) foi fixado em um suporte adaptado em posição concêntrica à trajetória do corpo de impacto, para promover a adaptação do intermediário ao implante. Com cinco pesos diferentes no dispositivo BCP, os conjuntos, implante e intermediário, foram ativados por uma força de compressão por quatro vezes cada, e os valores da força de ativação mensurados pela célula de carga foram transmitidos e registrados em um computador, a partir de um software próprio (TESC<sup>®</sup>) e registrados (figura 7).

No ensaio seguinte, o intermediário de cada um dos cinco conjuntos foi fixado a um dispositivo em forma de uma pinça ou mandril (figura 8), acoplado à mesma célula de carga, porém em posição invertida, ou seja, na parte superior da Máquina de Ensaio Universal (DL 500 Emic) (figura 9). Os conjuntos agora foram submetidos à força de tração na mesma máquina, até que o conjunto, intermediário e implante, se deslocasse. Os valores de tração necessários para a remoção do intermediário foram anotados.

O melhor resultado de força de tração, necessária para a remoção do intermediário do implante Kopp<sup>®</sup>, foi referência para o próximo ensaio. Foi feita a comparação entre um novo conjunto Implante e Intermediário Kopp<sup>®</sup>, com um conjunto Bicon<sup>™</sup> (Bicon Inc, Boston, MA, EUA), (Implante 4,0 x 11mm e intermediário 4,0 x 6,5mm). Naquele momento foram feitos os mesmos testes de ativação, por quatro vezes consecutivas.

Em seguida, foi feita uma nova mensuração do valor de tração, tanto do conjunto Kopp<sup>®</sup> como do conjunto Bicon<sup>™</sup>, com intuito de comparar os resultados entre as duas marcas.

No próximo passo, os mesmos intermediários, de ambas as empresas aqui pesquisadas, foram reposicionados e ativados novamente, numa sequência de mais três ativações, perfazendo um total de quatro ativações e quatro remoções, sendo que em cada etapa da remoção, feita na máquina de ensaio, foram registradas as

forças de tração necessárias para remover os intermediários. Os dados foram anotados, possibilitando avaliar se a força de tração exercida foi maior, igual ou menor do que a obtida da primeira vez, com a intenção de verificar se o fato de remover e recolocar os intermediários aumentou a fricção, e conseqüentemente a retenção, ou se houve perda de fricção e conseqüente perda de retenção.

A Máquina de Ensaio Universal, na qual foram realizados os testes, fica instalada no Laboratório de Análise Estrutural do curso de Engenharia Mecânica da PUC Minas, *Campus Coração Eucarístico*.



**Figura 3** - Conjuntos implante e intermediário fixados em uma base rígida  
n<sup>os</sup>. 1 a 5 - Implantes Kopp®  
n<sup>o</sup> 7 - Implante Kopp®  
n<sup>o</sup> 8 - Implante Bicon®  
**Fonte:** Elaborado pelo autor



**Figura 4** – Máquina de Ensaio Universal (DL 500 EMIC)  
**Fonte:** Elaborado pelo autor

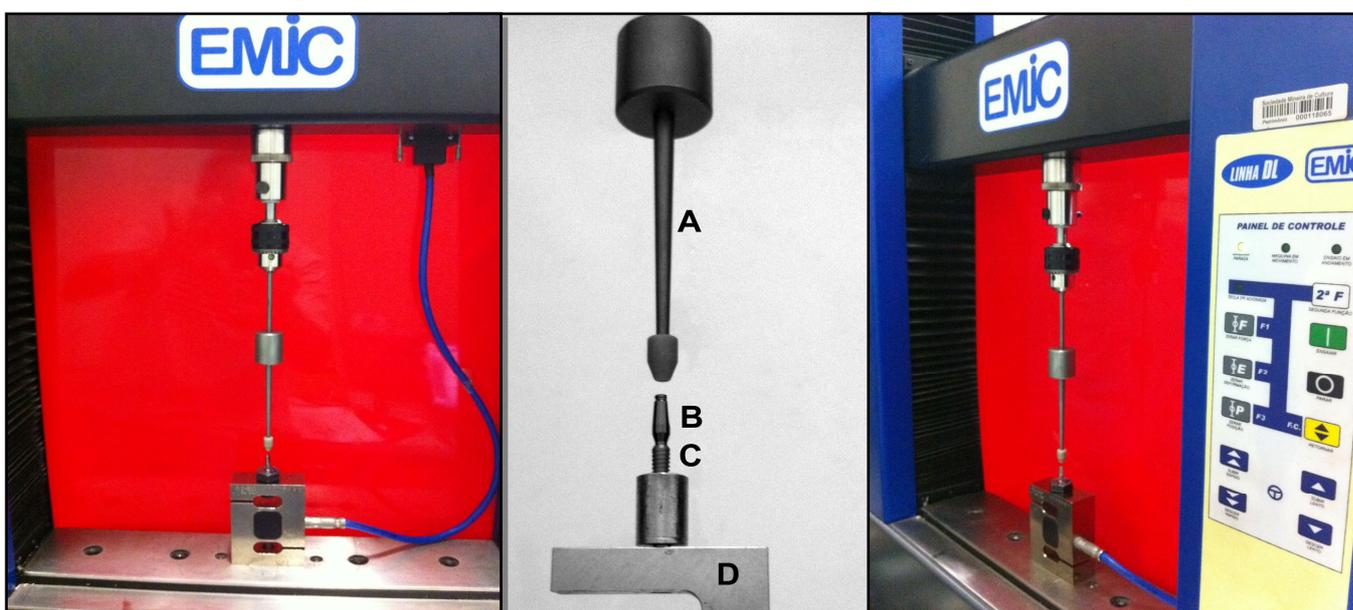


**Figura 5** - Célula de carga  
(Modelo CCE5KN; Emic)



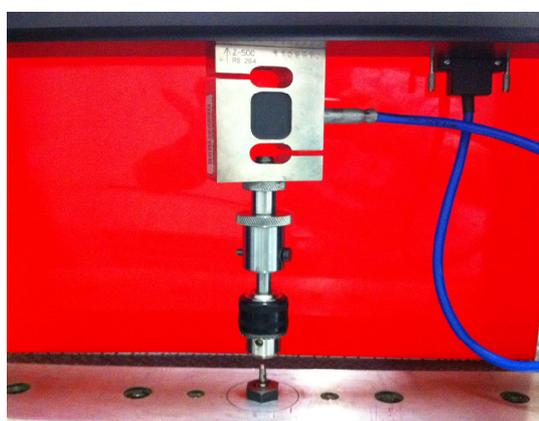
**Figura 6** - Dispositivos "BCP-bate conexão"  
com 5 pesos diferentes  
(Kopp®, Curitiba, Brasil)

Fonte: Elaborado pelo autor

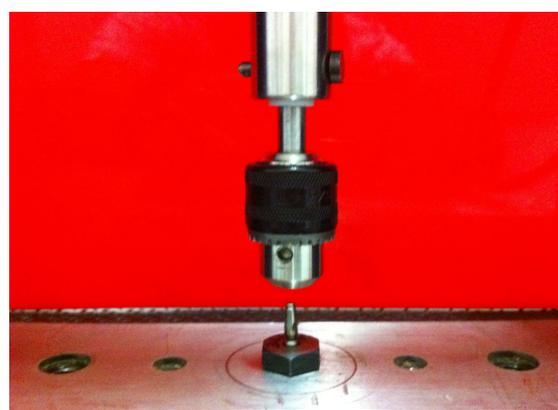


**Figura 7** - Conjunto implante e intermediário em posição de ativação na Máquina de Ensaio Universal  
A: corpo de impacto do "bate- conexão"      B: intermediário  
C: implante      D: Célula de carga

Fonte: Elaborado pelo autor



**Figura 8** - Pinça ou mandril adaptado  
à célula de carga



**Figura 9** - Conjunto implante e  
intermediário em posição de tração

Fonte: Elaborado pelo autor

## ARTIGO 1

### **ANÁLISE DA FORÇA DE ATIVAÇÃO E RESISTÊNCIA À TRAÇÃO ENTRE O PILAR PROTÉTICO E O IMPLANTE FIXADOS EXCLUSIVAMENTE PELO SISTEMA CONE MORSE**

Stênio Cardoso Rabelo<sup>1</sup>

Marcos Dias Lanza<sup>2</sup>

Wellington Corrêa Jansen<sup>3</sup>

Perrin Smith Neto<sup>4</sup>

Paulo Isaias Seraidarian<sup>5</sup>

## RESUMO

A possibilidade de afrouxamento do parafuso que une o implante ao intermediário levou indústrias a desenvolverem sistemas de união que não utilizam parafusos e a fixação dos mesmos ocorre pelo sistema Morse. A fim de verificar se a ausência do parafuso promoveria resistência suficiente à tração entre o implante e o intermediário, e ainda, se a força de ativação entre os mesmos influenciaria nos valores de tração, optou-se por desenvolver esta pesquisa. Foi avaliada a resistência mecânica, quanto à força de tração necessária para separar o pilar protético do implante, em um modelo produzido pela empresa brasileira Kopp® (Kopp®, Curitiba -

---

<sup>1</sup> Titulação: Especialista em Dentística Restauradora (USP-Bauru), Mestrando em Clinicas Odontológicas com ênfase em Prótese Dentária na PUC Minas

Endereço para correspondência: Rua Minas Gerais 445 apt. 401, Centro, CEP 35500-007, Divinópolis-MG, Brasil - Telefone: (37) 3222.9070 / E-mail: [steniorabelo@neeo.com.br](mailto:steniorabelo@neeo.com.br).

<sup>2</sup> Titulação: Doutor em Reabilitação Oral - USP; Professor Adjunto III da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

<sup>3</sup> Titulação: Doutor em Materiais Dentários -USP; Professor Adjunto III da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

<sup>4</sup> Titulação: Doutor em Engenharia Mecânica - USP; Professor Titular da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

<sup>5</sup> Titulação: Doutor em Odontologia Restauradora - UNESP; Professor Adjunto III da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

PR, Brasil), que tem o sistema de retenção exclusivamente o tipo friccional denominado Cone Morse. Foram selecionados cinco conjuntos compostos por implantes e intermediários, modelo FII, com a mesma configuração (4,3 x 13mm) e (4,5 x 13mm) respectivamente. Cada conjunto foi submetido a forças de compressão, com cinco pesos e cargas distintas por meio do dispositivo denominado BCP (“bate-conexão e prótese”) da empresa Kopp® (Curitiba-PR, Brasil), acoplado a uma célula de carga. A força de cada ativação foi mensurada em cada conjunto. Por meio de Máquina de Ensaio Universal (DL 500 Emic – Curitiba-PR, Brasil), foi avaliada a força necessária para deslocamento destes conjuntos. O conjunto implante e intermediário submetido à maior força de compressão (conjunto nº 5) foi o que apresentou o maior valor de força de tração (246N). Diante dos resultados encontrados concluiu-se que os conjuntos compostos pelos implantes e pilares protéticos que receberam maior quantidade de carga para ativação foram os que apresentaram a maior resistência à força de tração.

**Palavras chave:** Implantes dentários. Prótese dentária. Biomecânica. Força compressiva. Resistência à tração.

## ABSTRACT

The possibility of slackening the screw which bonds the implant to the intermediary led companies to develop bonding systems which do not use screws and their fixation occurs through the Morse system. In order to verify whether or not the absence of the screw would offer enough strength to the traction between the implant and the intermediary, and if the activation force between them would influence the amounts of traction, it was chosen to do this research. The mechanical strength was evaluated, regarding the traction force required to separate the prosthetic pillar from the implant, in a model manufactured by Brazilian company Kopp™, (Kopp™, Curitiba - PR, Brazil), which has the retention system exclusively of the frictional type called Morse Taper. Five sets consisting of implants and intermediaries were chosen, FII model, with the same configuration (4,3 x 13 mm) and (4,5 x 13 mm), respectively. Each set was subjected to compression forces, with five different weights and loads, through a device called "BCP - Connection and Prosthesis Striker" from Kopp™ company (Curitiba – PR – Brazil), coupled with a load cell. The force of each activation was measured in each set. Through a Universal Testing Machine (Emic DL 500 – Curitiba – PR, Brazil), the required force to displace these sets was evaluated. The implant and intermediary set which was subjected to a higher compression force (set five) was the one showing the highest tensile force (246 N). Given the results, it was concluded that the sets consisting of implants and prosthetic pillars which were given the highest loading amount for activation were the ones showing the highest strength to the tensile force.

**Key words:** Dental implants. Dental prosthesis. Biomechanics. Compressive Strength. Tensile Strength.

## 1 INTRODUÇÃO

A procura de uma configuração ideal dos implantes levou ao aparecimento de diversas geometrias, externas e internas, com conexões protéticas diferentes, visando diminuir a fadiga gerada nos parafusos de fixação, além de buscar melhor vedação biológica, resistência mecânica, estética, entre outras características favoráveis.

Um tipo de conexão entre implante e intermediário, que corresponda satisfatoriamente aos princípios biomecânicos, é um problema na implantodontia atual. Isto se deve, muitas vezes, ao afrouxamento, ou até mesmo à ruptura do parafuso de fixação.

Acredita-se que os implantes de conexão interna, do tipo Cone Morse, apresentem interface maior e reforçada entre implante e intermediário, gerando melhor encaixe entre estes elementos, propiciando diminuição de fendas, aumento da resistência aos micromovimentos e proporcionando uniões mais estáveis.

Se por um lado tal estabilidade dever-se-ia às forças de fixação do intermediário ao implante, característica do sistema Cone Morse, devido à alteração elástica que ocorreria nos dois componentes, por outro existe a possibilidade de haver o deslocamento do intermediário, por alguma razão, tal como fixação inadequada e, havendo este fato, ficaria a dúvida se este procedimento iria comprometer a retenção do sistema.

Levando-se em conta que as forças mastigatórias a que os implantes são submetidos e a possibilidade da necessidade de se remover o intermediário, após sua adaptação, faz-se necessário obter algum tipo de referência disponível que possa servir como orientação, na aplicação da força de ativação, no uso de sistemas com retenção exclusivamente friccional (sem parafusos).

Há que se destacar ainda que os sistemas que apresentam este tipo de conexão sugerem que o intermediário seja posicionado e em seguida seja aplicada uma carga de compressão, na forma de impacto, para que ocorra o embricamento das partes, assim desejado.

Observa-se, no entanto, que diferentemente do que ocorre nos sistemas em que existe aparafusamento, no qual há a orientação do fabricante quanto ao torque

que o mesmo deva receber não se sabe qual a força de compressão ideal para que aconteça o embricamento na intensidade ideal.

Diante do exposto questiona-se:

- a) a intensidade da força de impacto influenciaria ou não na resistência à tração?

Diante destas considerações optou-se por desenvolver um estudo com a finalidade de contribuir para obtenção deste questionamento.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram selecionados cinco implantes e cinco intermediários modelo FII da empresa brasileira Kopp® (Implante Friccional Biológico Kopp® - Curitiba-PR, Brasil) de (4,3 x 13mm) e (4,5 x 13mm) respectivamente com angulação interna de 1,5 graus (figura1). Para cada conjunto que foi numerado de 1 a 5, foi desenvolvida uma base rígida que consistiu de cinco parafusos (M 12 x 1,25mm), que foram perfurados na cabeça, em torno mecânico com diâmetro igual a dos implantes. Para obtenção da maior resistência possível utilizou-se de um adesivo anaeróbico para metal Threebond 1375 (ThreeBond do Brasil Ind.e Com. Ltda) e assim ficaram fixados.

Na Máquina de Ensaio Universal (DL 500 Emic – Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda, Paraná, Brasil) (figura 2), estes conjuntos foram fixados individualmente e conectados a uma célula de carga (Modelo CCE5KN; Emic – Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda, Paraná, Brasil) (figura 3), com capacidade de 5000 N, na parte inferior da máquina.

Um instrumento desenvolvido especialmente para esta pesquisa, para gerar carga de compressão, denominado pelo fabricante de “Bate-conexão e Prótese” (BCP - Kopp®, Curitiba - PR, Brasil) (figura 4), que consta de uma haste metálica de comprimento constante (0,065m), com cinco pesos diferentes, também numerados de 1 a 5. Este instrumento, BCP, foi fixado na parte superior da máquina, em um suporte, em posição concêntrica à trajetória do corpo de impacto, para promover a adaptação do intermediário ao implante.

Os conjuntos implante e intermediário foram ativados por força de compressão por quatro vezes cada um deles e os valores da força de ativação mensurados pela célula de carga, foram transmitidos a um computador a partir de um software próprio (TESC®) e registrados (figura 5).

Para esclarecer tais procedimentos, um mesmo operador, posicionava o intermediário sobre o implante sem realizar nenhuma pressão. Em seguida este mesmo operador posicionava o dispositivo BCP sobre o intermediário e manualmente levantava o peso até a porção mais alta possível e soltava-o de modo que agia sob a ação da gravidade. Ainda em relação às ativações, acredita-se ser importante mencionar que em todos os trabalhos estudados nesta pesquisa, e o fabricante do implante objeto deste estudo, orientam que sejam aplicadas algumas

cargas de impacto. Baseado em estudo piloto, uma única aplicação de força de impacto mostrou valor resistência à tração muito pequena e quando foram realizadas mais do que seis ativações, este valor não sofreu variação relevante.

No ensaio seguinte, o intermediário de cada um dos cinco conjuntos foi fixado a um dispositivo em forma de uma pinça ou mandril (figura 6), acoplado à mesma célula de carga, porém agora em posição invertida, ou seja, na parte superior da Máquina de Ensaio Universal (figura 7). Os conjuntos foram então, submetidos à força de tração na mesma máquina, até que o conjunto intermediário e implante se deslocasse e então foi anotado o valor que foi necessário para a remoção do intermediário.

A Máquina de Ensaio Universal, na qual foram realizados os testes, fica instalada no Laboratório de Análise Estrutural do curso de Engenharia Mecânica da PUC Minas, *Campus* Coração Eucarístico.

### 3 RESULTADOS

Quando se aplicou a carga de compressão com o BCP número 1 com massa de 0,048 kg no conjunto Kopp<sup>®</sup> 1, verificou-se que o maior valor de compressão (4N) foi na segunda ativação e os menores na primeira e quarta ativações (2N). No conjunto Kopp<sup>®</sup> 2 foi aplicada carga de compressão com o BCP número 2 com massa de 0,076 kg e foi avaliada a maior força de compressão (6N) na segunda ativação e a menor na primeira e quarta ativações (4N). No conjunto Kopp<sup>®</sup> 3 foi aplicada carga de compressão com o BCP número 3 com massa de 0,102 kg, onde foi verificado carga de compressão maior (6N) na segunda e terceira ativações e a menor (4N) na quarta e última ativações. No conjunto Kopp<sup>®</sup> 4 foi aplicada carga de compressão com o BCP número 4 com massa de 0,132 kg e foi avaliada a maior força de compressão (7N) na primeira e segunda ativações e a menor (4N) na quarta ativação. E no último conjunto, o de número 5, foi aplicada carga de compressão com o BCP número 5 com massa de 0,188 kg, onde foi avaliada a maior força de compressão (8N) na primeira e segunda ativações e a menor (4N) na quarta ativação. Todas as ativações e as respectivas forças de compressão aplicadas nos cinco conjuntos Kopp<sup>®</sup> estão discriminadas na tabela 1.

Quando se submeteu estes conjuntos à força de tração, de acordo como descrito na metodologia, foi possível identificar que quanto maior o valor de carga aplicada, maior foi o valor de resistência à tração.

Assim, o conjunto Kopp<sup>®</sup> 1 que foi submetido a uma carga de compressão com o dispositivo BCP número 1 com menor peso (0,048 Kg) promoveu a menor carga de resistência à tração que foi de 39N e o conjunto Kopp<sup>®</sup> 5 que foi submetido a uma carga de compressão com o dispositivo BCP número 5, com maior peso (0,188 Kg) promoveu a maior carga de resistência à tração que foi de 246N conforme demonstrado na tabela 2.

## 4 DISCUSSÃO

No intuito de aumentar a estabilidade do conjunto composto pelo implante dentário e pelo intermediário, novos modelos destes componentes, apareceram no mercado com objetivo de propiciar maior estabilidade às próteses, além de benefícios técnicos e estéticos.

Algumas inovações introduzidas nos implantes e nos componentes protéticos produziram resultados significativos, avaliando implantes dentários com intermediários cônicos, em que foi observada menor perda óssea, em relação aos que apresentam desenhos com a plataforma no formato de hexágono externo.

O uso de intermediários que não utilizam parafusos possui algumas vantagens, tais como: possibilidade de estética adequada na região cervical, além de menor número de componentes protéticos com conseqüente diminuição de custos, facilidade nos procedimentos clínicos e aumento na resistência à fratura do componente protético.

Os resultados de estudos sobre afrouxamentos de componentes com diversas conexões mostraram que nos conjuntos com conexões cônicas internas são menores que nos conjuntos com outras conexões.

O sistema friccional Kopp<sup>®</sup> consiste em um pilar cilíndrico com menos de 2 graus entre as paredes internas do implante e as externas do pilar intermediário, que quando intuído no implante exigem uma força de remoção maior que a força de inserção.

Em estudo do sistema friccional realizado por Urdaneta et al., os autores concluíram que houve pouco fracasso na união entre o intermediário e o implante após um ano, e que este sistema foi comparado favoravelmente com a configuração interna cônica, com parafuso, naquele período.

De acordo com a tabela 1, verificou-se que, das quatro ativações em cada conjunto de implante e intermediário, houve um aumento da força de compressão nas primeiras ativações, e depois esta força foi diminuindo, como por exemplo, no conjunto Kopp número 5: a primeira e segunda ativações foram de 8N, a terceira de 7N, enquanto que na quarta e última ativações, a força de compressão limitou-se a 4N.

Os resultados obtidos na força de compressão foram em principio estranhos, uma vez que se tratava da mesma massa que partiu da mesma altura, conseqüentemente, mesma aceleração; por isso, pensou-se que seriam iguais. Poderia se imaginar como falha na metodologia empregada, fato que não ocorreu.

Na verdade, tais resultados podem ser explicados da seguinte forma: pelo fenômeno de encruamento superficial, que é o aumento de endurecimento das superfícies externa e interna do implante e intermediário, que varia de acordo com o módulo de elasticidade de cada liga metálica; isto é, com o aumento da força de impacto, há uma tendência de o intermediário sofrer deformação plástica superficial em sua plataforma (figura 8a).

Ainda neste aspecto, pelo fenômeno da flambagem no intermediário, isto é, ao se comprimir uma haste de grande dimensão em relação ao seu diâmetro, produz-se uma leve inclinação ao longo do eixo (figura 8b).

Finalmente, ainda justificando os resultados, o fato de a tensão entre as superfícies tender a ser assintótica, em virtude da angulação das mesmas, gera uma distribuição não uniforme dos esforços de compressão e, conseqüentemente, alteração na rigidez transversal (figura 8c).

Portanto, a força de resistência à tração deveria ser maior à medida que se aumenta a força de compressão. Ocorrendo tais fenômenos, a força de compressão individual pode não ser concêntrica e gerar carga de compressão variável.

Cabe ainda enfatizar que, se por um lado este aumento de rigidez superficial pode ser interessante, por outro existe a possibilidade de ocorrerem trincas no material em questão, fenômeno este não desejado.

Foi possível identificar nos resultados que, mesmo considerando os fenômenos acima citados, houve aumento da força de compressão na somatória da quatro ativações e ainda que quanto maior foi o peso do BCP, conseqüentemente com maior massa, maior foi a somatória da força de compressão e o inverso verdadeiro.

Em relação à força de tração, os resultados encontrados neste estudo mostraram que a resistência no sistema Kopp<sup>®</sup> foi proporcional à magnitude da força de ativação do intermediário. Nos conjuntos implante e intermediário, de número 1, em que a somatória da força de impacto foi menor (11 N), a força necessária para deslocar o intermediário foi de apenas 39 N, enquanto que no conjunto de número 5,

em que a somatória da força de ativação foi maior (27 N), a força necessária para tracionar o intermediário, nas mesmas condições foi de 246 N.

Acredita-se ser fundamental ao término deste capítulo, chamar a atenção da comunidade odontológica para o fato de que não foi encontrado na literatura, um único trabalho que demonstrasse qual a força ideal de compressão, que deve ser aplicada neste tipo de sistema de retenção. Nesta pesquisa, foi verificado que maiores valores de compressão geraram maiores forças de resistência à tração, no entanto, não se estabeleceu qual seria o valor de compressão máxima que o sistema comportaria, tampouco, qual seria o valor ideal de resistência à tração.

Ainda neste aspecto, foi possível constatar que mesmo nos sistemas de fixação Cone Morse mais tradicionais, mais especificamente, o sistema fabricado pela empresa americana Bicon<sup>TM</sup> (Bicon Inc, Boston, MA, EUA) não existe referência em relação à intensidade de força que deve ser aplicada para fixação do intermediário ao implante.

Mais estudos devem ser conduzidos, com objetivo de estabelecer, para cada marca comercial de sistemas que utilizam a fixação entre implante e intermediário exclusivamente do tipo Cone Morse, qual a força ideal de compressão e qual a resistência que este sistema deve ter à tração.

## 5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos nestes ensaios, pode-se afirmar que:

- a) quanto maior a força de ativação para introduzir o intermediário ao implante, maior foi a força de tração para promover a remoção do mesmo, conseqüentemente maior retenção;
- b) quando se analisou a intensidade da força de compressão, foi possível concluir que as últimas ativações resultaram em menor força de compressão mensurada em virtude dos fenômenos de flambagem e encruamento.

## REFERÊNCIAS

BEER, F.P., et al. Mechanics of Materials. **Mcgraw-Hill College**; 5 ed. 2009

CEHRELI, M., et al. Dynamic fatigue resistance of implant-abutment junction in an internally notched morse-taper oral implant: influence of abutment design. **Clinical Oral Implants Research**, v.15, n.4, p. 459-465, Aug. 2004.

CHAPMAN, R.; GRIPPO, W. The locking taper attachment for implant abutments: use and reliability. **Implant Dentistry**, v.5, n.4, p. 257-261, 1996.

DIBART, S., et al. In vitro evaluation of the implant-abutment bacterial seal: the locking taper system. **The International Journal of Oral Maxillofacial Implants**, v.20, n.5, p. 732-737, Sep-Oct. 2005.

ERAKAT, M., et al. Immediate loading of splinted locking-taper implants: 1-year survival estimates and risk factors for failure. **The International Journal of Oral Maxillofacial Implants**, v.23, n.1, p. 105-110, Jan-Feb. 2008.

GERE, J.M.; TIMOSHENKO, S.P. Mechanics of Materials, 4a ed. Boston, **PWS Publishing Company**, 1997.

NORTON, M.R. 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**, v.8, p. 290-298, 1997.

SHEPHERD, N. Affordable implant prosthetics using a screwless implant system. **The Journal of the American Dental Association**, v.129, n.12, p. 1732-1738, Dec. 1998.

SOARES, M.A.D.; PEREIRA, V.A.; LUIS, N.E. Implantes odontológicos com diferentes conexões protéticas: Resistencia máxima ao torque aplicado **Innovations Implant Journal: Biomaterials and Esthetics**, v.4, n.2, p. 42-47, Mai-Ago. 2009.

URDANETA, R., et al. A screwless and cementless technique for the restoration of single-tooth implants: a retrospective cohort study. **The International Journal of Prosthodontics**, v.17, n.7, p. 562-571, Oct. 2008.

## ANEXOS



**Figura 1** - Conjuntos de implantes e intermediários Kopp®  
**Fonte:** Elaborado pelo autor



**Figura 2** - Máquina de Ensaio Universal (DL 500 EMIC)  
**Fonte:** Elaborado pelo autor

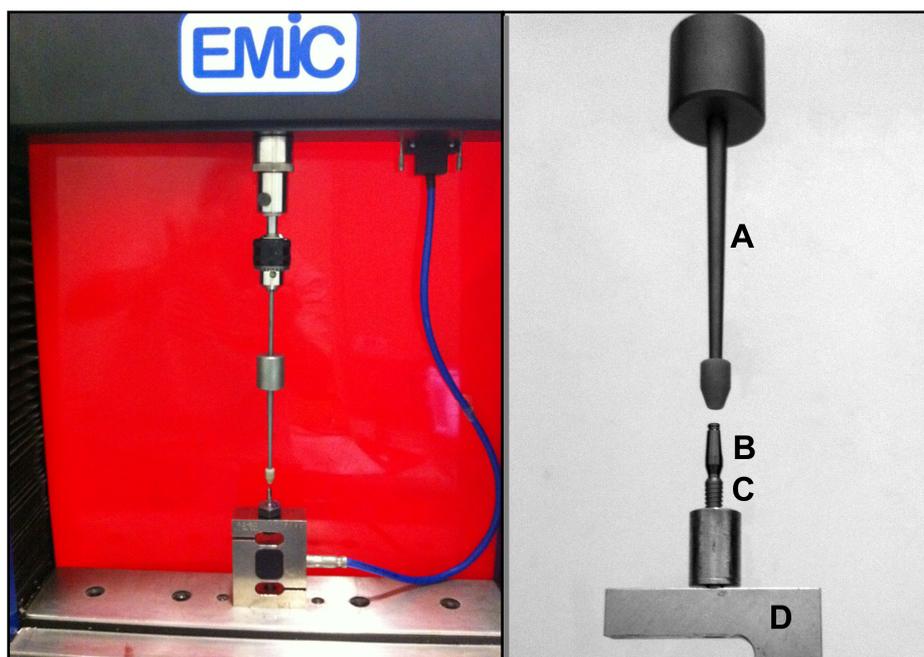


**Figura 3** - Célula de carga (Modelo CCE5KN; Emic)



**Figura 4** – Dispositivos BCP-bate conexão com 5 pesos diferentes (Kopp®, Curitiba, Brasil)

**Fonte:** Elaborado pelo autor



**Figura 5** - Conjunto implante e intermediário em posição de ativação na Máquina de Ensaio Universal

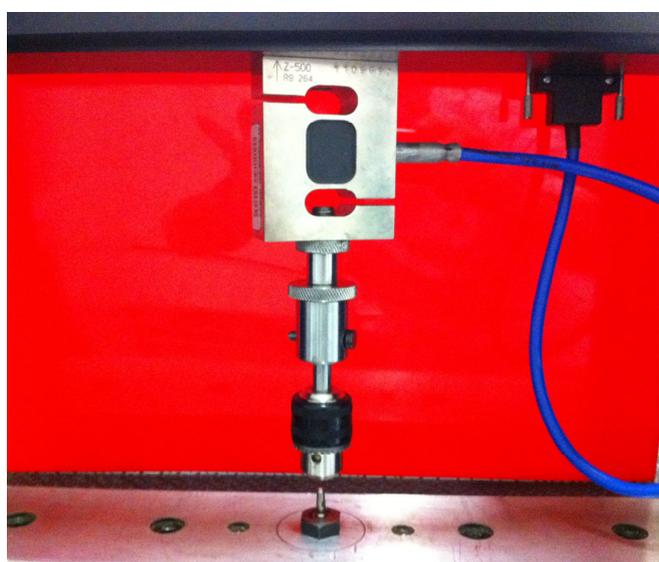
**A:** corpo de impacto do "bate- conexão";  
**B:** Intermediário;  
**C:** Implante;  
**D:** Célula de carga

**Fonte:** Elaborado pelo autor



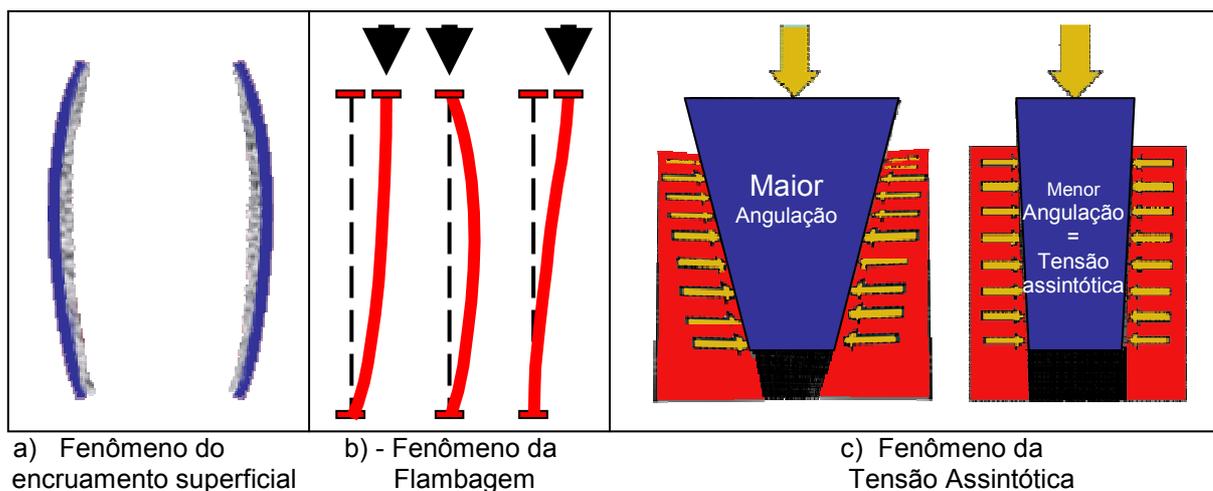
**Figura 6** - Pinça ou mandril adaptado à célula de carga

**Fonte:** Elaborado pelo autor



**Figura 7** - Conjunto implante e intermediário em posição de tração

**Fonte:** Elaborado pelo autor

**Figura 8 – Desenhos esquemáticos – Fenômenos**

Fonte: Elaborado pelo autor

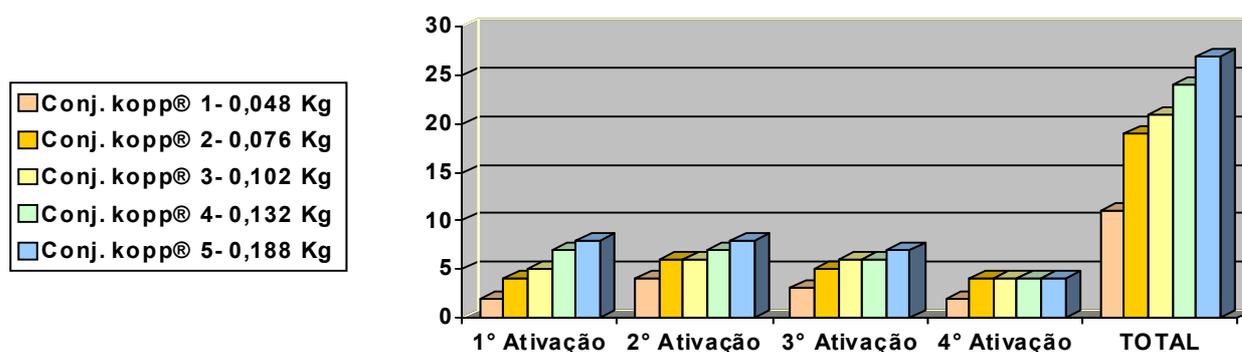
**Tabela 1 – Valores da força (N) de ativação**

Fonte: Elaborado pelo autor

TESTE DE COMPRESSAO - IMPLANTES KOPP®						
CONJUNTOS	PESO	FORÇA (N)	FORÇA (N)	FORÇA (N)	FORÇA (N)	TOTAL
		1ª Ativação	2ª Ativação	3ª Ativação	4ª Ativação	
Conj. kopp® 1	1 - 0,048 Kg	2N	4N	3N	2N	11N
Conj. kopp® 2	2 - 0,076 Kg	4N	6N	5N	4N	19N
Conj. kopp® 3	3 - 0,102 Kg	5N	6N	6N	4N	21N
Conj. kopp® 4	4 - 0,132 Kg	7N	7N	6N	4N	24N
Conj. kopp® 5	5 - 0,188 Kg	8N	8N	7N	4N	27N

**Grafico1 – Valores da força (N) de ativação**

Força (N)



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 2 – Valores da força (N) de tração

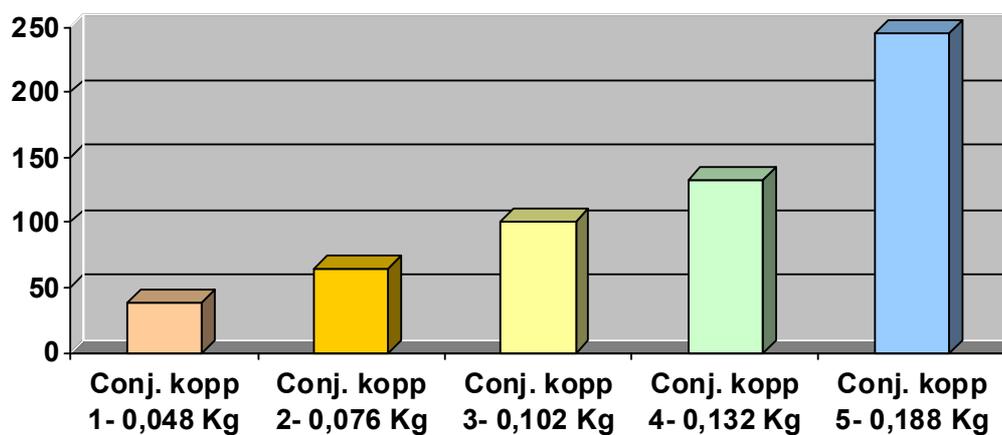
Força (N)

TESTE DE TRAÇÃO - IMPLANTES KOPP (Após 4 ativações)		
CONJUNTOS	PESO	FORÇA (N)
Conj. kopp 1	1 - 0,048 Kg	39 N
Conj. kopp 2	2 - 0,076 Kg	64 N
Conj. kopp 3	3 - 0,102 Kg	101 N
Conj. kopp 4	4 - 0,132 Kg	132 N
Conj. kopp 5	5 - 0,188 Kg	246 N

Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 2 – Valores da força (N) de tração

Força (N)



Fonte: Elaborado pelo autor

## ARTIGO 2

# ANÁLISE DA COMPARAÇÃO DA FORÇA DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO ENTRE O PILAR PROTÉTICO E O IMPLANTE DE SISTEMAS DE CONEXÃO POR FRICÇÃO ENTRE DUAS MARCAS COMERCIAIS

Stênio Cardoso Rabelo<sup>1</sup>

Marcos Dias Lanza<sup>2</sup>

Wellington Corrêa Jansen<sup>3</sup>

Perrin Smith Neto<sup>4</sup>

Paulo Isaias Seraidarian<sup>5</sup>

## RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a resistência à tração entre o implante e o intermediário de duas marcas comerciais de implantes, cujo princípio de retenção é um sistema friccional do tipo Cone Morse. Para tal, selecionou-se o sistema de Implante fabricado pela empresa americana Bicon<sup>TM</sup> (Bicon Inc, Boston, MA, EUA) e o sistema de Implante Friccional Biológico produzido pela empresa brasileira Kopp<sup>®</sup> (Kopp<sup>®</sup>, Curitiba-PR, Brasil). Para ativar o intermediário ao implante, foi aplicado o mesmo valor de compressão em ambos os sistemas, por meio de um dispositivo denominado “BCP – bate-conexão e prótese”, desenvolvido pela empresa brasileira.

---

<sup>1</sup> Titulação: Especialista em Dentística Restauradora (USP-Bauru), Mestrando em Clínicas Odontológicas com ênfase em Prótese Dentária na PUC Minas.  
Endereço para correspondência: Rua Minas Gerais 445 apt. 401, Centro, CEP 35500-007, Divinópolis-MG, Brasil –  
Telefone: (37) 3222.9070 / E-mail: [steniorabelo@neeo.com.br](mailto:steniorabelo@neeo.com.br)

<sup>2</sup> Titulação: Doutor em Reabilitação Oral - USP; Professor Adjunto III da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

<sup>3</sup> Titulação: Doutor em Materiais Dentários-USP; Professor Adjunto III da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

<sup>4</sup> Titulação: Doutor em Engenharia Mecânica - USP; Professor Titular da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

<sup>5</sup> Titulação: Doutor em Odontologia Restauradora - UNESP; Professor Adjunto III da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

Em uma célula de carga (Modelo CCE5KN; Emic S.José dos Pinhais-PR, Brasil) conectada a uma máquina de ensaio universal (DL 500; Emic S. José dos Pinhais-PR, Brasil), foi avaliada a força de compressão para unir o conjunto implante e intermediário e a força de tração necessária para deslocamento destes conjuntos. A força de compressão foi mensurada por quatro ativações em cada conjunto e a somatória destas forças foi de 21N, no sistema Bicon<sup>TM</sup>, e 17N no sistema Kopp<sup>®</sup>. Em seguida, foi feito o teste de tração, em que verificou-se que o sistema Bicon<sup>TM</sup> ofereceu resistência de 208N, contra 194N no sistema Kopp<sup>®</sup>. Diante dos resultados encontrados, concluiu-se que os conjuntos compostos pelos implantes e pilares protéticos que receberam maior quantidade de carga para ativação foram os que apresentaram a maior resistência à força de tração.

**Palavras chave:** Implantes dentários. Prótese dentária. Biomecânica. Força compressiva. Resistência à tração.

## ABSTRACT

This research aimed to evaluate the tensile strength between the implant and the intermediary of two implant commercial trademarks, whose principle of retention is a frictional system of the type Morse Taper. To this end, the implant system manufactured by North American company Bicon™ (Bicon S.A. Boston – MA, USA) and the Biological Frictional Implant System produced by Brazilian company Kopp™ were chosen. To link the intermediary to the implant, the same amount of compression was used in both systems, through a device called “BCP - Connection and Prosthesis Striker”, developed by the Brazilian company. In a loading cell (Model CCE5KN; Emic S. José dos Pinhais – PR, Brazil) connected to a Universal Testing Machine (500 DL; Emic S. José dos Pinhais – PR, Brazil), the compression force was evaluated to link the implant set and the intermediary set and the required tensile force to displace such sets. The compression force was measured by four activations in each set, and the sum of such forces was 21 N in the Bicon™ system, and 17 N in the Kopp™ system. Afterwards, the traction test was run, where it was verified that the Bicon™ system offered strength of 208 N, against 194 N in the Kopp™ system. Given the results, it was concluded that the sets consisting of the implants and prosthetic pillars which were given the highest loading amount were the ones showing the highest strength to the tensile force.

**Key words:** Dental implants. Dental prosthesis. Biomechanics. Compressive strength. Tensile strength.

## 1 INTRODUÇÃO

A procura de uma configuração ideal dos implantes levou ao aparecimento de diversas geometrias, externas e internas, com conexões protéticas diferentes, visando diminuir a fadiga gerada nos parafusos de fixação, além de buscar melhor vedação biológica, resistência mecânica, estética, entre outras características favoráveis.

Os implantes do tipo aparafusado podem sofrer influência no desempenho biomecânico devido ao nível de torque a que o parafuso para retenção do intermediário é submetido. No intuito de aumentar a estabilidade do conjunto implante-intermediário, novos modelos de plataformas protéticas entre o implante e a coroa apareceram no mercado, para buscar objetivos funcionais, de estética e também técnicos.

Acredita-se que os implantes de conexão interna, do tipo Cone Morse, apresentem interface maior e reforçada entre implante e intermediário, gerando melhor encaixe entre estes elementos, propiciando diminuição de fendas, aumento da resistência aos micromovimentos e proporcionando uniões mais estáveis.

A força de fixação do intermediário ao implante no sistema Cone Morse deve-se a uma alteração elástica nos dois componentes.

Em estudo do desenho de configuração interna cônica, o ângulo interno do implante e, conseqüentemente, o externo do pilar protético, deveria ser no máximo de 8 graus, de forma a criar fricção de travamento similar ao Cone Morse, usado por décadas na engenharia mecânica. Ainda segundo os autores, qualquer material metálico cônico com paredes que tenham a angulação acima mencionada ou menos, irá criar um travamento mecânico friccional.

Nos sistemas de implante dentário, existe intermediários que se unem ao implante por um sistema friccional de união do tipo Cone Morse. Apesar de este sistema promover embricamento entre os componentes, existe a possibilidade de haver um deslocamento do intermediário, por alguma razão, e acontecendo isso, fica a dúvida se este procedimento compromete a retenção do sistema.

Levando-se em conta que as forças mastigatórias a que os implantes são submetidos e a possível necessidade de se remover o intermediário após sua

adaptação é preciso obter algum tipo de referência disponível que possa servir como auxílio no uso de sistemas com retenção friccional (sem parafusos).

Há que se destacar ainda que os sistemas que apresentam este tipo de conexão sugerem que o intermediário seja posicionado e em seguida seja aplicada uma carga de compressão, na forma de impacto, para que ocorra o embricamento das partes, assim desejado.

O tipo de união entre intermediário e implante com conexão que se utiliza do sistema Cone Morse, quando o travamento das partes ocorre através de sistema friccional, gera um grau de embricamento desconhecido, no entanto é sabido que este embricamento pode ser desfeito, pois existe a possibilidade de remover o intermediário, mesmo depois de posicionado. Diante desta possibilidade, surge o questionamento: se valores de carga aplicados nas mesmas condições na introdução do intermediário no implante, influenciarão na retenção friccional entre ambos, em duas marcas diferentes de implantes que se utilizam do sistema de conexão tipo Cone Morse.

Assim, com essas considerações optou-se por desenvolver um estudo com a finalidade de contribuir para dar uma possível resposta a este questionamento.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foram avaliadas duas marcas de implantes do sistema tipo Cone Morse, a saber: Kopp<sup>®</sup> (Kopp<sup>®</sup>, Curitiba-PR, Brasil) e Bicon<sup>™</sup> (Bicon Inc, Boston, MA, EUA) (figura 1) ambas com sistema de retenção do conjunto implante e intermediário, por embricamento mecânico e fricção. Os dois sistemas não utilizam parafusos no processo de união entre intermediário e implante.

Foram selecionados um implante e um intermediário modelo F II da empresa Kopp<sup>®</sup> (4,3 x 13mm) e (4,5 x 13mm) respectivamente e um implante e um intermediário Bicon<sup>™</sup> de (4,0 x 11mm) e (4,0 x 6,5mm) respectivamente .

Para cada conjunto, foi desenvolvida uma base rígida que consistiu de um parafuso (M 12 x 1,25mm), que foi perfurado na cabeça, em torno mecânico com diâmetro igual ao dos implantes. Para obtenção da maior resistência possível utilizou-se de um adesivo anaeróbico para metal Threebond 1375 (ThreeBond do Brasil Ind. e Com. Ltda) e assim ficaram fixados.

Na Máquina de Ensaio Universal (DL 500 Emic - Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda, Paraná, Brasil) (figura 2), os conjuntos foram fixados individualmente e conectados a uma célula de carga (Modelo CCE5KN; Emic - Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda, Paraná, Brasil) (figura 3), com capacidade de 5000N, na parte inferior da máquina.

Um instrumento desenvolvido especialmente para esta pesquisa, foi utilizado, para gerar carga de compressão, denominado pelo fabricante de “bate-conexão e prótese” (BCP - Kopp<sup>®</sup>, Curitiba - PR, Brasil) (figura 4), que constava de uma haste metálica de comprimento constante (0,065m), com peso de 0,188 kg O BCP, foi fixado na parte superior da máquina, em um suporte, em posição concêntrica à trajetória do corpo de impacto, para promover a adaptação do intermediário ao implante.

Os conjuntos implante e intermediário foram ativados por força de compressão por quatro vezes cada um deles e os valores da força de ativação mensurados pela célula de carga, foram transmitidos a um computador, a partir de um software próprio (TESC<sup>®</sup>) e registrados (figura 5).

Para esclarecer tais procedimentos, um mesmo operador, posicionava o intermediário sobre o implante sem realizar nenhuma pressão. Em seguida este

mesmo operador posicionava o dispositivo BCP sobre o intermediário e manualmente levantava o peso até a porção mais alta possível e soltava-o de modo que agia sob a ação da gravidade. Ainda em relação às ativações, acredita-se ser importante mencionar que em todos os trabalhos estudados nesta pesquisa, e o fabricante do implante objeto deste estudo, orientam que sejam aplicadas algumas cargas de impacto. Baseado em estudo piloto, foi identificado que uma única aplicação de força de impacto mostrou valor de resistência à tração muito pequena e quando foram realizados mais do que seis ativações, este valor não sofreu variação relevante.

No ensaio seguinte, o intermediário de cada conjunto foi fixado a um dispositivo em forma de uma pinça (figura 6), acoplada à mesma célula de carga, porém agora em posição invertida, ou seja, na parte superior da Máquina de Ensaio Universal (figura 7). Os conjuntos foram então, submetidos à força de tração na mesma máquina, até que o conjunto intermediário e implante se deslocassem e então foi anotado o valor que foi necessário para a remoção do intermediário.

A Máquina de Ensaio Universal, na qual foram feitos os testes, fica instalada no Laboratório de Análise Estrutural do curso de Engenharia Mecânica da PUC Minas, *Campus* Coração Eucarístico.

### 3 RESULTADOS

A carga de compressão avaliada por meio do dispositivo BCP de massa 0,188 kg nos conjuntos Kopp<sup>®</sup> e Bicon<sup>™</sup>, compostos por intermediário e implante, foi padronizada e mensurada pela célula de carga nas mesmas condições para os duas marcas comerciais. Foram quatro ativações em cada conjunto e os resultados totalizados foram de 17N no conjunto Kopp<sup>®</sup> e 21N no conjunto Bicon<sup>™</sup> (tabela 1). Nos testes de tração a que os conjuntos foram submetidos, os resultados foram 194N para deslocar o intermediário da Kopp<sup>®</sup> e 208N para desadaptar o intermediário da Bicon<sup>™</sup> ( tabela 2).

## 4 DISCUSSÃO

No intuito de aumentar a estabilidade do conjunto composto pelo implante dentário e pelo intermediário, novos modelos de plataformas e de intermediários, entre os implantes e as coroas protéticas, apareceram no mercado com objetivo de propiciar maior estabilidade às próteses, além de benefícios técnicos e estéticos.

Algumas inovações introduzidas nos implantes dentais e nos componentes protéticos produziram resultados significativos, avaliando implantes dentários com intermediários cônicos, em que foi observada menor perda óssea, em relação ao que apresentam desenho com a plataforma no formato de hexágono externo.

A utilização de intermediários que não empregam parafusos possuem algumas vantagens, tais como: possibilidade de estética adequada na região cervical, além de menor número de componentes protéticos com conseqüente diminuição de custos, facilidade nos procedimentos clínicos e aumento na resistência à fratura do componente protético.

Os resultados de estudos sobre afrouxamentos de componentes com diversas conexões mostraram que o afrouxamento nos conjuntos com conexões cônicas internas são menores que nos conjuntos com outras conexões.

Os sistemas friccionais Kopp<sup>®</sup> e Bicon<sup>™</sup> consistem em um pilar cilíndrico com menos de dois graus entre as paredes internas do implante e as externas do pilar intermediário, que quando intuído no implante exige uma força de remoção maior que a força de inserção<sup>9</sup>.

Em estudo do sistema friccional realizado por Urdaneta et al., os autores concluíram que houve pouco fracasso na união entre o intermediário e o implante após um ano, e que este sistema foi comparado favoravelmente com a configuração interna cônica, com parafuso, naquele período.

Os resultados encontrados neste estudo mostraram que a resistência à tração foi proporcional à magnitude da força de ativação aplicada ao intermediário. Nos conjuntos implante e intermediário no sistema Kopp<sup>®</sup>, em que a força de impacto foi menor (17N), a força necessária para deslocar o intermediário foi de 194N, e no conjunto Bicon<sup>™</sup> no qual a força de ativação foi maior (21N), a força necessária para tracionar o intermediário, nas mesmas condições foi de 208N (tabelas 1 e 2).

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que, o sistema de implantes da Kopp® e da Bicon™, submetidos às mesmas condições de carga de compressão, teve um comportamento diferentes quando foram submetidos à força de tração.

Os resultados verificados na força de compressão foram em princípio estranhos, uma vez que se tratava da mesma massa que partiu da mesma altura, conseqüentemente, mesma aceleração, pensou-se que seriam iguais. Poderia se imaginar como falha na metodologia empregada, fato que não ocorreu.

Na verdade, tais resultados podem ser explicados da seguinte forma: pelo fenômeno de encruamento superficial, que é o aumento de endurecimento das superfícies externa e interna do implante e intermediário, que varia de acordo com o módulo de elasticidade de cada liga metálica; isto é, com o aumento da força de impacto, há uma tendência de o intermediário sofrer deformação plástica superficial em sua plataforma (figura 8a).

Ainda neste aspecto, pelo fenômeno da flambagem no intermediário, isto é, ao se comprimir uma haste de grande comprimento em relação ao seu diâmetro, produz-se uma leve inclinação ao longo do eixo (figura 8b).

Finalmente, ainda justificando os resultados, o fato de a tensão entre as superfícies tender a ser assintótica, em virtude da angulação das mesmas, gera uma distribuição não uniforme dos esforços de compressão e, conseqüentemente, alteração na rigidez transversal (figura 8c).

Portanto, a força de resistência à tração deveria ser maior à medida que se aumenta a força de compressão. Ocorrendo tais fenômenos, a força de compressão individual pode não ser concêntrica, e gerar carga de compressão variável.

Cabe ainda enfatizar que, se por um lado, este aumento de rigidez superficial pode ser interessante, por outro, existe a possibilidade de ocorrerem trincas no material em questão, fenômeno este não desejado.

Acredita-se ser fundamental, ao término deste capítulo, chamar a atenção da comunidade odontológica para o fato de que não foi encontrado na literatura, um único trabalho que demonstrasse qual a força ideal de compressão, que deve ser aplicada neste tipo de sistema de retenção. Nesta pesquisa, verificou-se que maiores valores de compressão geraram maiores forças de resistência à tração, no entanto, não se estabeleceu qual seria o valor de compressão máxima que o sistema comportaria, tampouco, qual seria o valor ideal de resistência à tração.

Mais estudos devem ser conduzidos com objetivo de estabelecer, para cada marca comercial de sistemas que utilizam a fixação entre implante e intermediário exclusivamente do tipo Cone Morse, qual a força ideal de compressão e qual a resistência que este sistema deve ter à tração.

## 5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos nestes ensaios, pode-se afirmar que:

- a) quanto maior a força de ativação para introduzir o intermediário ao implante, maior foi a força de tração para promover a remoção do mesmo, conseqüentemente maior retenção;
- b) a força de tração para remover o intermediário do sistema de implantes Bicon™ foi maior que o sistema Kopp®;
- c) mais estudos se fazem necessários para padronizar o tipo e o modo de utilização de instrumentos clínicos para promover a ativação dos intermediários utilizados neste sistema.

## REFERÊNCIAS

BEER, F.P., et al. Mechanics of Materials. **Mcgraw-Hill College**; 5 ed. 2009

CEHRELI, M., et al. Dynamic fatigue resistance of implant-abutment junction in an internally notched morse-taper oral implant: influence of abutment design. **Clinical Oral Implants Research**, v.15, n.4, p. 459-465, Aug. 2004.

CHAPMAN, R.; GRIPPO, W. The locking taper attachment for implant abutments: use and reliability. **Implant Dentistry**, v.5, n.4, p. 257-261, 1996.

DIBART, S., et al. In vitro evaluation of the implant-abutment bacterial seal: the locking taper system. **The International Journal of Oral Maxillofacial Implants**, v.20, n.5, p. 732-737, Sep-Oct. 2005.

ERAKAT, M., et al. Immediate loading of splinted locking-taper implants: 1-year survival estimates and risk factors for failure. **The International Journal of Oral Maxillofacial Implants**, v.23, n.1, p. 105-110, Jan-Feb. 2008.

GERE, J.M.; TIMOSHENKO, S.P. Mechanics of Materials, 4a ed. Boston, **PWS Publishing Company**, 1997.

MERZ, B.R.; HUNENBART, S.; BELSER, U.C. Mechanics of the implant-abutment connection: An 8-Degree taper compared to a butt joint connection. **The International Journal of Oral Maxillofacial Implants**, v.15, p. 519-526, 2000.

NORTON, M.R. 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**, v.8, p. 290-298, 1997.

OLIVEIRA, B.R.G. Biomecânica dos implantes dentários de conexão externa, interna e cone morse [monografia]. **Escola Brasileira de Odontologia**, 2007.

SCHWARZ, M.S. Mechanical complications of dental implants. **Clinical Oral Implants Research**, v.11p. 156-158, 2000.

SHEPHERD, N. Affordable implant prosthetics using a screwless implant system. **The Journal of the American Dental Association**, v.129, n.12, p. 1732-1738, Dec. 1998.

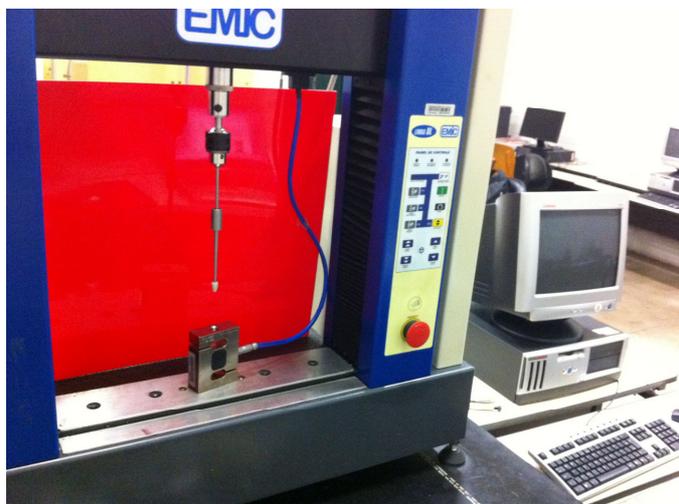
SUTTER, F., et al. The new restorative concept of the ITI dental implant system: Design and Engineering. **International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry**, v.13, p. 409-431, 1993.

URDANETA, R., et al. A screwless and cementless technique for the restoration of single-tooth implants: a retrospective cohort study. **The International Journal of Prosthodontics**, v.17, n.7, p. 562-571, Oct. 2008.

## ANEXOS



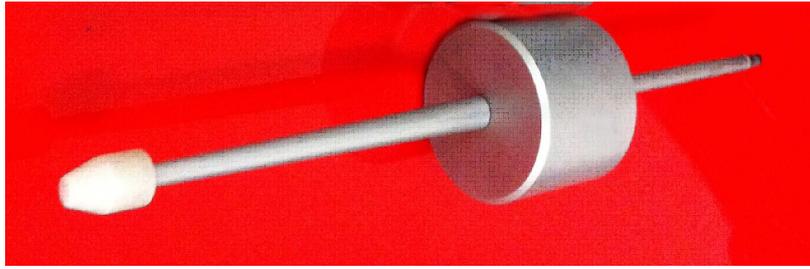
**Figura 1** - Implante e intermediário Kopp<sup>®</sup> e Bicon<sup>™</sup> fixados em uma base rígida  
**Fonte:** Elaborado pelo autor



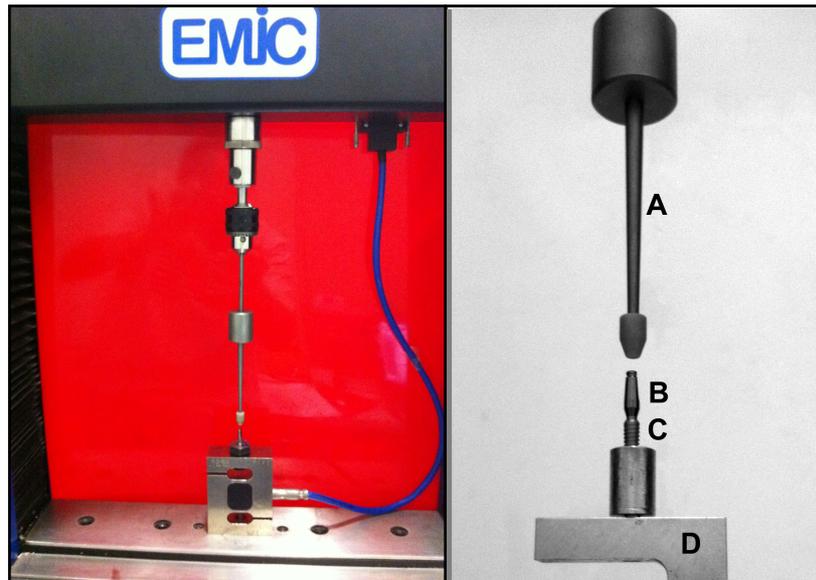
**Figura 2** – Máquina de Ensaio Universal (DL 500 Emic)  
**Fonte:** Elaborado pelo autor



**Figura 3** - Célula de carga (Modelo CCE5KN; Emic)  
**Fonte:** Elaborado pelo autor



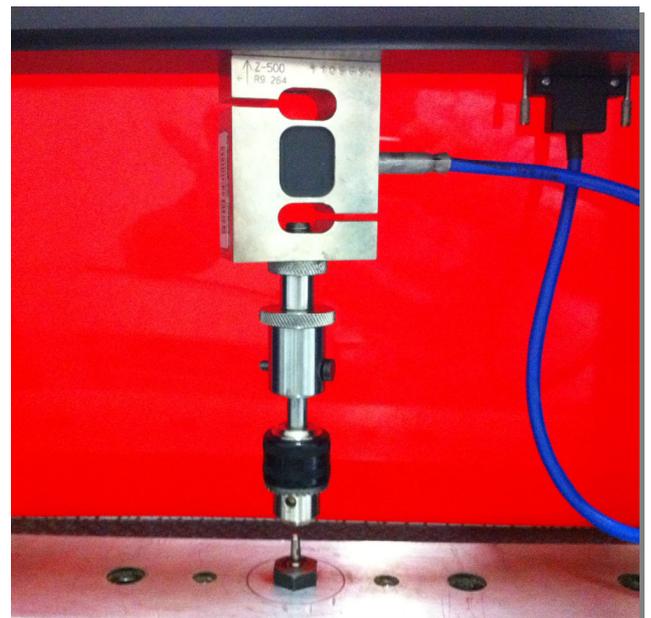
**Figura 4** - "BCP- Bate conexão e prótese" com peso 0,188kg  
**Fonte:** Elaborado pelo autor



**Figura 5** - Conjunto implante e intermediário em posição de ativação na Máquina de Ensaio Universal  
**A:** corpo de impacto do "bate- conexão"    **B:** intermediário  
**C:** implante    **D:** Célula de carga  
**Fonte:** Elaborado pelo autor



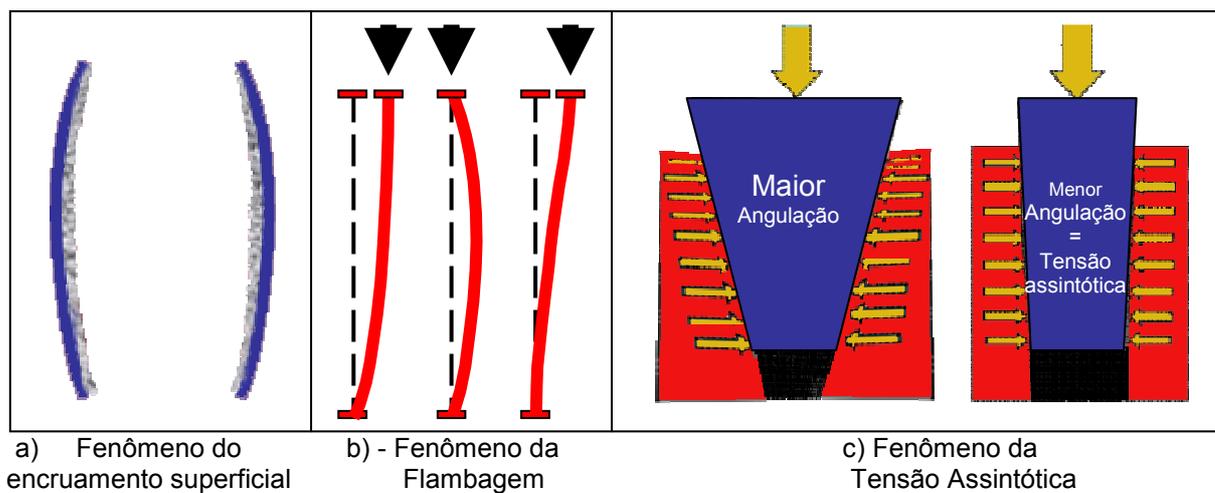
**Figura 6** - Conjunto implante e intermediário em posição de tração



**Figura 7** - Pinça ou mandril adaptado à célula de carga

**Fonte:** Elaborado pelo autor

**Figura 8** – Desenhos esquemáticos – Fenômenos



Fonte: Elaborado pelo autor

**Tabela 1** - Teste de compressão – Implantes Bicon™ e Kopp®

TESTE DE COMPRESSÃO - IMPLANTES BICON e KOPP	
Após 4 ativações com peso 5 ( 0,188 kg)	
CONJUNTOS	FORÇA (N)
Conj. Bicon	21 N
Conj. kopp	17 N

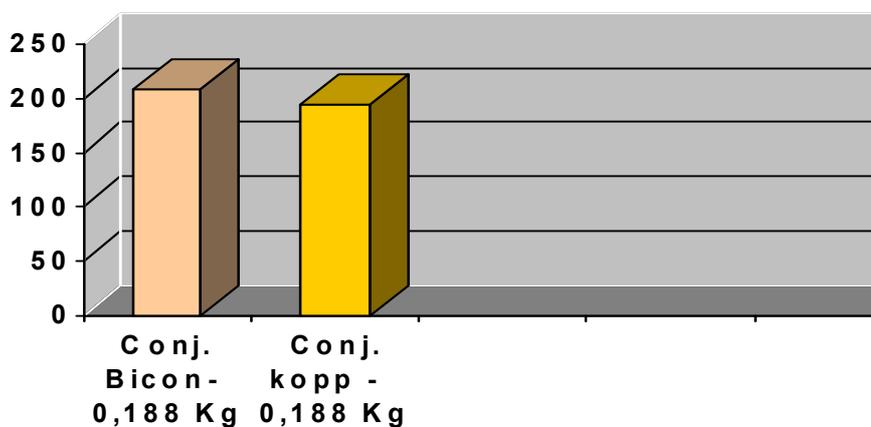
Fonte: Elaborado pelo autor

**Tabela 2** – Teste de tração – Implantes Bicon™ e Koop®

TESTE DE TRAÇÃO - IMPLANTES BICON e KOPP	
Após 4 ativações com peso 5 ( 0,188 kg)	
CONJUNTOS	FORÇA (N)
Conj. Bicon	208 N
Conj. kopp	194 N

Fonte: Elaborado pelo autor

**Gráfico 1** - Teste de tração – Implantes Bicon™ e Koop®



Força (N)  
Fonte: Elaborado pelo autor

## ARTIGO 3

### ANÁLISE DA FORÇA DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO ENTRE O PILAR PROTÉTICO E O IMPLANTE DE SISTEMAS DE CONEXÃO POR FRICÇÃO ENTRE 2 MARCAS COMERCIAIS APÓS MÚLTIPLAS REPETIÇÕES

Stênio Cardoso Rabelo<sup>1</sup>

Marcos Dias Lanza<sup>2</sup>

Wellington Corrêa Jansen<sup>3</sup>

Perrin Smith Neto<sup>4</sup>

Paulo Isaias Seraidarian<sup>5</sup>

## RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a resistência à tração entre o implante e o intermediário de duas marcas comerciais de implantes, que têm como princípio de retenção um sistema friccional do tipo Cone Morse. Para tal, selecionou-se o sistema de Implante fabricado pela empresa americana Bicon<sup>TM</sup> (Bicon Inc, Boston, MA, EUA) e o sistema de Implante Friccional Biológico produzido pela empresa brasileira Kopp<sup>®</sup> (Kopp<sup>®</sup>, Curitiba -PR, Brasil). Para ativar o intermediário ao implante, foi aplicado o mesmo valor de compressão em ambos os sistemas, por meio de um dispositivo denominado “BCP- bate conexão e prótese”, desenvolvido pela empresa

---

<sup>1</sup> Titulação: Especialista em Dentística Restauradora (USP-Bauru), Mestrando em Clínicas Odontológicas com ênfase em Prótese Dentária na PUC Minas  
Endereço para correspondência: Rua Minas Gerais 445 apt. 401, Centro, CEP 35500-007, Divinópolis-MG, Brasil - Telefone: (37) 3222.9070 / E-mail: [steniorabelo@neeo.com.br](mailto:steniorabelo@neeo.com.br)

<sup>2</sup> Titulação: Doutor em Reabilitação Oral - USP; Professor Adjunto III da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

<sup>3</sup> Titulação: Doutor em Materiais Dentários-USP; Professor Adjunto III da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

<sup>4</sup> Titulação: Doutor em Engenharia Mecânica - USP; Professor Titular da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

<sup>5</sup> Titulação: Doutor em Odontologia Restauradora - UNESP; Professor Adjunto III da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

brasileira. Em uma célula de carga (Modelo CCE5KN; Emic S.José dos Pinhais-PR, Brasil), conectada a uma máquina de ensaio universal (DL 500; Emic- S.José dos Pinhais-PR, Brasil), foi avaliada a força de compressão para unir o conjunto implante e intermediário e a força de tração necessária para deslocamento destes conjuntos. A força de compressão foi mensurada por quatro ativações em cada conjunto e a somatória destas forças foi de 21N no sistema Bicon<sup>TM</sup> e 17N no sistema Kopp<sup>®</sup>. Em seguida foi feito o teste de tração, no qual verificou-se que o sistema Bicon<sup>TM</sup> ofereceu resistência de 208N contra 194N no sistema Kopp<sup>®</sup>. Foram aplicadas novas cargas de compressão seguidas de tração, por mais três vezes, e mensurados os seguintes valores de tração: no sistema Bicon<sup>TM</sup> 367N, 500N e 756N, respectivamente; no sistema Kopp<sup>®</sup>, 336N, 360N e 420N respectivamente. Concluiu-se que quanto maior o valor de compressão aplicado, maior foi o valor de resistência à tração, e que quando os conjuntos foram submetidos à compressão e tração novamente, observou-se que quanto maior foram os números de ensaio de recolocação, maiores os valores de tração. Também foi possível identificar que o sistema Bicon<sup>TM</sup> apresentou maiores valores de resistência à tração, desde o primeiro até o último ensaio.

**Palavras chave:** Implantes dentários. Prótese dentária. Biomecânica. Força compressiva. Resistência à tração.

## ABSTRACT

This research aimed to evaluate the tensile strength between the implant and the intermediary of two implant commercial trademarks, which have a frictional system of the type Morse Taper as a retention principle. To this end, the implant system manufactured by North American company Bicon™ was chosen (Bicon S.A. Boston - MA, USA), and the Biological Frictional implant system manufactured by Brazilian company Kopp™ (Kopp™, Curitiba - PR, Brazil). To link the intermediary to the implant, the same amount of compression was used in both systems, through a device called “BCP - Connection and Prosthesis Striker”, developed by the Brazilian company. In a loading cell (Model CCE5KN; Emic S. José dos Pinhais - PR, Brazil) connected to a Universal Testing Machine (500 DL; Emic S. José dos Pinhais - PR, Brazil), the compression force was evaluated to link the implant set and the intermediary set and the required tensile force to displace such sets. The compression force was measured by four activations in each set, and the sum of such forces was 21 N in the Bicon™ system, and 17 N in the Kopp™ system. Having done that, the traction test was run, where it was verified that the Bicon™ system offered strength of 208 N, against 194 N in the Kopp™ system. New compression loads were applied, three more times, and the following tensile values were measured: in the Bicon™ system, 367 N, 500 N and 756 N, respectively. It was concluded that the higher the amount of compression applied, the higher the amount of tensile strength, and that when the sets were subjected to compression and traction once again, it was observed that the higher the numbers of replacement tests, the higher the tensile amounts. It was also possible to identify that the Bicon™ system showed higher amounts of tensile strength, from the first until the last one.

**Key words:** Dental implants. Dental prosthesis. Biomechanics. Compressive strength. Tensile strength.

## 1 INTRODUÇÃO

A procura de uma configuração ideal dos implantes levou ao aparecimento de diversas geometrias internas, com conexões protéticas diferentes, visando diminuir a fadiga gerada nos parafusos de fixação, além de buscar melhor vedação biológica, resistência mecânica, estética, entre outras características favoráveis.

Um tipo de conexão entre implante e intermediário que corresponda satisfatoriamente aos princípios biomecânicos, é um grande problema na implantodontia atual. Isto se deve, muitas vezes, ao afrouxamento, ou até mesmo à ruptura do parafuso de fixação.

Acredita-se, que os implantes de conexão interna, do tipo Cone Morse, apresentem interface maior e reforçada entre implante e intermediário, gerando melhor encaixe entre estes elementos, propiciando diminuição de fendas, aumento da resistência aos micromovimentos e proporcionando uniões mais estáveis.

Se por um lado, acredita-se que tal estabilidade dever-se-ia às forças de fixação do intermediário ao implante, característica do sistema cone Morse, devido a alteração elástica que ocorreria nos dois componentes, por outro, existe a possibilidade de haver o deslocamento do intermediário, por alguma razão, e ocorrendo isso ficaria a dúvida se este procedimento iria comprometer a retenção do sistema.

Levando-se em conta que as forças mastigatórias a que os implantes são submetidos, e a possível necessidade de se remover o intermediário, após sua adaptação, é preciso obter algum tipo de referência disponível que oriente na aplicação da força de ativação, no uso de sistemas com retenção exclusivamente friccional (sem parafusos).

Há que se destacar ainda que os sistemas que apresentam este tipo de conexão sugerem que o intermediário seja posicionado e em seguida seja aplicada uma carga de compressão, na forma de impacto, para que ocorra o embricamento das partes, assim desejado.

Observa-se, no entanto, que diferentemente do que ocorre nos sistemas Cone Morse em que existe aparafusamento, no qual há a orientação do fabricante quanto ao torque que o mesmo deva receber, não se sabe qual a força de compressão ideal para que aconteça o embricamento na intensidade desejada.

Diante do exposto questiona-se:

- a) a intensidade da força de impacto ou compressão modificaria ou não, o valor da resistência à tração?
- b) desenhos distintos de intermediários interfeririam na resistência à tração?
- c) o fato de remover o intermediário e reposicioná-lo novamente influenciaria ou não, na retenção do mesmo?

Diante destas considerações optou-se por desenvolver um estudo com a finalidade de contribuir para obtenção de respostas.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foram avaliadas duas marcas de implantes do sistema tipo cone Morse, a saber: Kopp<sup>®</sup> (Kopp<sup>®</sup>, Curitiba-PR, Brasil) (figura 1) e Bicon<sup>™</sup> (Bicon Inc, Boston, MA, EUA) (figura 2) sendo ambos com sistema de retenção do conjunto implante e intermediário, por embricamento mecânico e fricção. Os dois sistemas não utilizam parafusos no processo de união entre intermediário e implante.

Foram selecionados um implante e um intermediário modelo F II da empresa brasileira Kopp<sup>®</sup> (4,3 x 13mm) e (4,5 x 13mm) respectivamente e um implante e um intermediário Bicon<sup>™</sup> de (4,0 x 11mm) e (4,0 x 6,5mm) respectivamente (figura 3).

Para cada conjunto, foi desenvolvida uma base rígida que consistiu de cinco parafusos (M 12 x 1,25mm), que foram perfurados na cabeça, em torno mecânico com diâmetro igual ao dos implantes. Para obtenção da maior resistência possível utilizou-se de um adesivo anaeróbico para metal Threebond 1375 (ThreeBond do Brasil Ind. e Com. Ltda) e assim ficaram fixados.

Na Máquina de Ensaio Universal (DL 500 Emic - Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda, Paraná, Brasil) (figura 2), os conjuntos foram fixados individualmente e conectados a uma célula de carga (Modelo CCE5KN; Emic – Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda, Paraná, Brasil) (figura 3), com capacidade de 5000 N, na parte inferior da máquina.

Um instrumento desenvolvido especialmente para esta pesquisa, foi utilizado, para gerar carga de compressão, denominado pelo fabricante de “bate-conexão e prótese” (BCP - Kopp<sup>®</sup>, Curitiba - PR, Brasil) (figura 4), que constava de uma haste metálica de comprimento constante (0,065m), com peso de 0,188 kg. O BCP, foi fixado na parte superior da máquina, em um suporte, em posição concêntrica à trajetória do corpo de impacto, para promover a adaptação do intermediário ao implante.

Os conjuntos implante e intermediário foram ativados por força de compressão por quatro vezes cada um deles. Para esclarecer tais procedimentos, um mesmo operador, posicionava o intermediário sobre o implante, sem fazer nenhuma pressão. Em seguida o operador posicionava o dispositivo BCP sobre o intermediário, e manualmente levantava o peso até a porção mais alta possível e soltava-o, de modo que agia sob a ação da gravidade. Ainda em relação às

ativações, é importante mencionar que em todos os trabalhos estudados nesta pesquisa, e o fabricante do implante objeto deste estudo, orientam que sejam utilizadas algumas cargas de impacto. Baseado em estudo piloto, uma única aplicação de força de impacto mostrou valor de resistência à tração muito pequeno, e quando foram realizadas mais do que seis ativações, este valor não sofreu variação relevante.

No ensaio seguinte, o intermediário de cada conjunto foi fixado a um dispositivo em forma de uma pinça ou mandril (figura 6), acoplado à mesma célula de carga, porém agora em posição invertida, ou seja, na parte superior da Máquina de Ensaio Universal (figura 7). Os conjuntos foram então, submetidos à força de tração na mesma máquina, até que o conjunto intermediário e implante se deslocasse. Os valores de tração necessários para a remoção do intermediário foram anotados.

No próximo passo, os mesmos intermediários de ambas as empresas pesquisadas foram reposicionados e ativados novamente, numa sequência de mais três ativações, perfazendo um total de quatro ativações e quatro remoções. Em cada etapa da remoção, feita na máquina de ensaio, foram registradas as forças de tração necessárias para remover os intermediários, e os dados anotados, o que possibilitou avaliar se a força de tração exercida foi maior, igual ou menor do que a obtida da primeira vez. Assim, verificou-se se o fato de remover e recolocar os intermediários aumentou a fricção e conseqüentemente aumentou a retenção, ou se houve perda de fricção e conseqüente perda de retenção.

A Máquina de Ensaio Universal, na qual foram realizados os testes, fica instalada no Laboratório de Análise Estrutural do curso de Engenharia Mecânica da PUC Minas, *Campus* Coração Eucarístico

### 3 RESULTADOS

A carga de compressão avaliada por meio do dispositivo BCP de massa 0,188 kg nos conjuntos Kopp<sup>®</sup> e Bicon<sup>™</sup>, compostos por intermediário e implante, foi padronizada e mensurada pela célula de carga nas mesmas condições para os duas marcas comerciais. Foram quatro ativações em cada conjunto e os resultados totalizados foram de 17N no conjunto Kopp<sup>®</sup> e 21N no conjunto Bicon<sup>™</sup> (tabela 1).

Quando foram aplicadas cargas de compressão nas mesmas condições, nos dois conjuntos compostos por implante e intermediário, verificou-se que o sistema Bicon<sup>™</sup> ofereceu resistência de 208N contra 194N no sistema Kopp<sup>®</sup>. Finalmente, no ultimo teste, quando foram aplicadas novas cargas de compressão seguidas de tração, por mais três vezes, foi possível mensurar os seguintes valores de tração: no sistema Bicon<sup>™</sup> 367N, 500N, 756N respectivamente; no sistema Kopp<sup>®</sup>, 336N, 360N e 420N respectivamente (tabela 2).

## 4 DISCUSSÃO

Com a finalidade de aumentar a estabilidade do conjunto composto pelo implante dentário e pelo intermediário, novos modelos de plataformas e de intermediários, entre os implantes e as coroas protéticas apareceram no mercado, para propiciar maior estabilidade às próteses, além de benefícios técnicos e estéticos.

Algumas inovações introduzidas nos implantes dentais e nos componentes protéticos produziram resultados significativos, avaliando implantes dentários com intermediários cônicos, em que foi observada menor perda óssea, em relação aos que apresentam desenho com a plataforma no formato de hexágono externo.

Os intermediários que não utilizam parafusos têm algumas vantagens, tais como: possibilidade de estética adequada na região cervical, além de menor número de componentes protéticos, com conseqüente diminuição de custos, facilidade nos procedimentos clínicos e aumento na resistência à fratura do componente protético.

Os resultados de estudos sobre afrouxamentos de componentes com diversas conexões mostraram que o afrouxamento nos conjuntos com conexões cônicas internas são menores que nos conjuntos com outras conexões.

Os sistemas friccionais Kopp<sup>®</sup> e Bicon<sup>™</sup> consistem em um pilar cilíndrico com menos de dois graus entre as paredes internas do implante e as externas do pilar intermediário, que quando intuído no implante exige uma força de remoção maior que a força de inserção.

Em estudo do sistema friccional, os autores Urdaneta et al., concluíram que houve pouco fracasso na união entre o intermediário e o implante após um ano, e que este sistema foi comparado favoravelmente com a configuração interna cônica, com parafuso, naquele período.

Os resultados encontrados neste estudo mostraram que a resistência à tração foi proporcional à magnitude da força de ativação aplicada ao intermediário. Nos conjuntos implante e intermediário no sistema Kopp<sup>®</sup>, em que a força de impacto foi menor (17N), a força necessária para deslocar o intermediário foi de 194N e no conjunto Bicon<sup>™</sup> com força de ativação maior (21N), a força necessária para tracionar o intermediário, nas mesmas condições foi de 208N (tabelas 1e 2).

No último teste, quando foram aplicadas novas cargas de compressão seguida de tração, por mais três vezes, obteve-se os valores de tração no sistema Bicon™ : 367N, 500N, 756N, respectivamente; no sistema Kopp®, valores de 336N, 360N e 420N, respectivamente (tabela 2).

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que, o sistema de implantes da Kopp® e da Bicon™ , submetidos às mesmas condições de carga de compressão , tiveram comportamento semelhante, ou seja, quanto maior a quantidade de compressão aplicada, maior a força de resistência a tração, embora os valores obtidos tenham sido diferentes .

Os resultados obtidos na força de compressão em princípio pareceram estranhos, uma vez que se tratava da mesma massa que partiu da mesma altura, conseqüentemente, mesma aceleração, acreditava-se que seriam iguais. Poderia se imaginar como falha na metodologia empregada, fato que não ocorreu.

Na verdade, tais resultados podem ser explicados da seguinte forma: pelo fenômeno de encruamento superficial, que é o aumento de endurecimento das superfícies externa e interna do implante e intermediário, que varia de acordo com o módulo de elasticidade de cada liga metálica, isto é, com o aumento da força de impacto, há uma tendência de o intermediário sofrer deformação plástica superficial em sua plataforma (figura 8a).

Ainda neste aspecto, pelo fenômeno da flambagem no intermediário, isto é, ao se comprimir uma haste de grande dimensão em relação ao seu diâmetro, produz-se uma leve inclinação ao longo do eixo (figura 8b).

Finalmente, ainda justificando os resultados, o fato de a tensão entre as superfícies tender a ser assintótica, em virtude da angulação das mesmas, gera uma distribuição não uniforme dos esforços de compressão e, conseqüentemente, alteração na rigidez transversal (figura 8c).

Portanto, a força de resistência à tração deveria ser maior à medida que se aumenta a força de compressão. Ocorrendo tais fenômenos, a força de compressão individual pode não ser concêntrica, gerando carga de compressão variável.

Cabe ainda enfatizar que, se por um lado, este aumento de rigidez superficial pode ser interessante, por outro, existe a possibilidade de ocorrerem trincas no material em questão, fenômeno este não desejado.

Acredita-se ser fundamental, ao término deste capítulo, chamar a atenção da comunidade odontológica para o fato de que não foi encontrado na literatura, um

único trabalho que demonstrasse qual a força ideal de compressão, que deve ser aplicada neste tipo de sistema de retenção. Nesta pesquisa, foi verificado que maiores valores de compressão geraram maiores forças de resistência à tração, no entanto, não se estabeleceu qual seria o valor de compressão máxima que o sistema comportaria, tampouco, qual seria o valor ideal de resistência à tração. Verificou-se ainda que quando os conjuntos foram submetidos à compressão e tração novamente, que quanto maior foram os números de ensaio de recolocação, maiores foram os valores de tração. Também foi possível identificar que o sistema Bicon<sup>TM</sup> apresentou maiores valores de resistência à tração, do primeiro ao último ensaio.

Mais estudos devem ser conduzidos, com o objetivo de estabelecer, para cada marca comercial de sistemas que utilizam a fixação entre implante e intermediário exclusivamente do tipo Cone Morse, qual a força ideal de compressão e qual a resistência que este sistema deve ter à tração.

## 5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos nos ensaios desta pesquisa, pode-se afirmar que:

- a) quanto maior a força de ativação para introduzir o intermediário ao implante, maior será a força de tração para promover a remoção do mesmo, e conseqüentemente uma maior retenção;
- b) o fato de remover o intermediário pela força de tração e recolocá-lo novamente por mais três vezes, fez com que a cada reposição do intermediário, a tração fosse maior para removê-lo, aumentando a retenção friccional do mesmo;
- c) mais estudos se fazem necessários para padronizar o tipo e o modo de utilização de instrumentos clínicos para promover a ativação dos intermediários utilizados neste sistema.

## REFERÊNCIAS

BEER, F.P., et al. Mechanics of Materials. **Mcgraw-Hill College**; 5 ed. 2009

CEHRELI, M., et al. Dynamic fatigue resistance of implant-abutment junction in an internally notched morse-taper oral implant: influence of abutment design. **Clinical Oral Implants Research**, v.15, n.4, p. 459-465, Aug. 2004.

CHAPMAN, R.; GRIPPO, W. The locking taper attachment for implant abutments: use and reliability. **Implant Dentistry**, v.5, n.4, p. 257-261, 1996.

DIBART, S., et al. In vitro evaluation of the implant-abutment bacterial seal: the locking taper system. **The International Journal of Oral Maxillofacial Implants**, v.20, n.5, p. 732-737, Sep-Oct. 2005.

ERAKAT, M., et al. Immediate loading of splinted locking-taper implants: 1-year survival estimates and risk factors for failure. **The International Journal of Oral Maxillofacial Implants**, v.23, n.1, p. 105-110, Jan-Feb. 2008.

GERE, J.M.; TIMOSHENKO, S.P. Mechanics of Materials, 4a ed. Boston, **PWS Publishing Company**, 1997.

NORTON, M.R. 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**, v.8, p. 290-298, 1997.

OLIVEIRA, B.R.G. Biomecânica dos implantes dentários de conexão externa, interna e cone morse [monografia]. **Escola Brasileira de Odontologia**; 2007.

SHEPHERD, N. Affordable implant prosthetics using a screwless implant system. **The Journal of the American Dental Association**, v.129, n.12, p. 1732-1738, Dec. 1998.

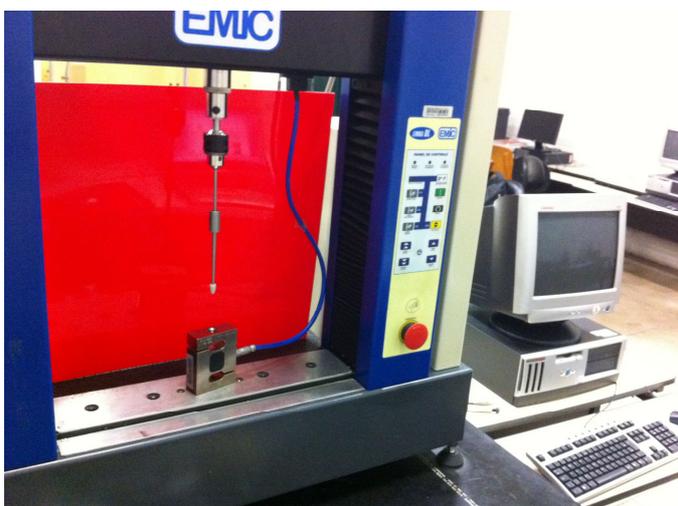
SOARES, M.A.D.; PEREIRA, V.A.; LUIS, N.E. Implantes odontológicos com diferentes conexões protéticas: Resistencia máxima ao torque aplicado. **Innovations Implant Journal: Biomaterials and Esthetics**, v.4, n.2, p. 42-47, Mai-Ago. 2009.

URDANETA, R., et al. A screwless and cementless technique for the restoration of single-tooth implants: a retrospective cohort study. **The International Journal of Prosthodontics**, v.17, n.7, p. 562-571, Oct. 2008.

## ANEXOS



**Figura 1** - Implante e intermediário Kopp<sup>®</sup> e Bicon<sup>™</sup> fixados em uma base Rígida  
**Fonte:** Elaborado pelo autor



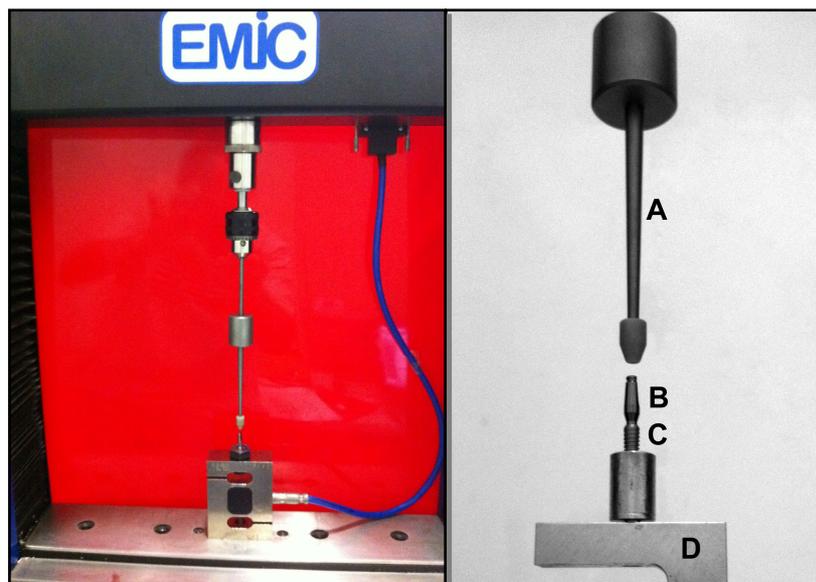
**Figura 2** – Máquina de Ensaio Universal (DL 500 Emic)  
**Fonte:** Elaborado pelo autor



**Figura 3** - Célula de carga (Modelo CCE5KN; Emic)  
**Fonte:** Elaborado pelo autor



**Figura 4** - "BCP- Bate conexão e prótese" com peso 0,188kg  
**Fonte:** Elaborado pelo autor



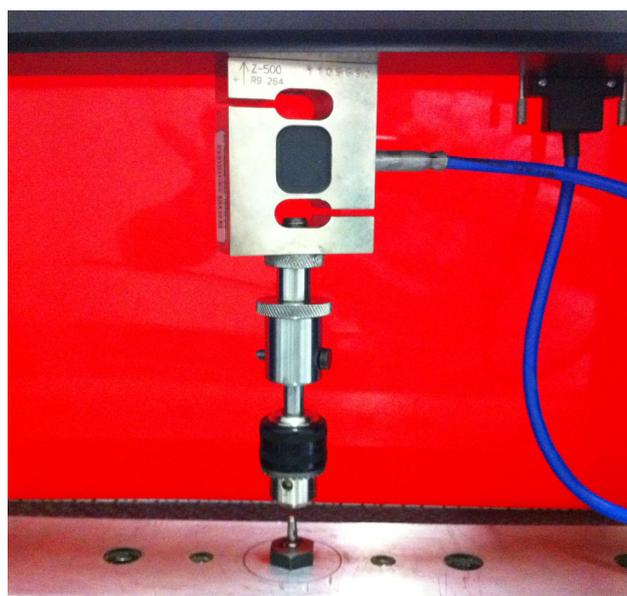
**Figura 5** - Conjunto implante e intermediário em posição de ativação na Máquina de Ensaio Universal  
**A:** corpo de impacto do "bate- conexão"    **B:** intermediário  
**C:** implante    **D:** Célula de carga

**Fonte:** Elaborado pelo autor

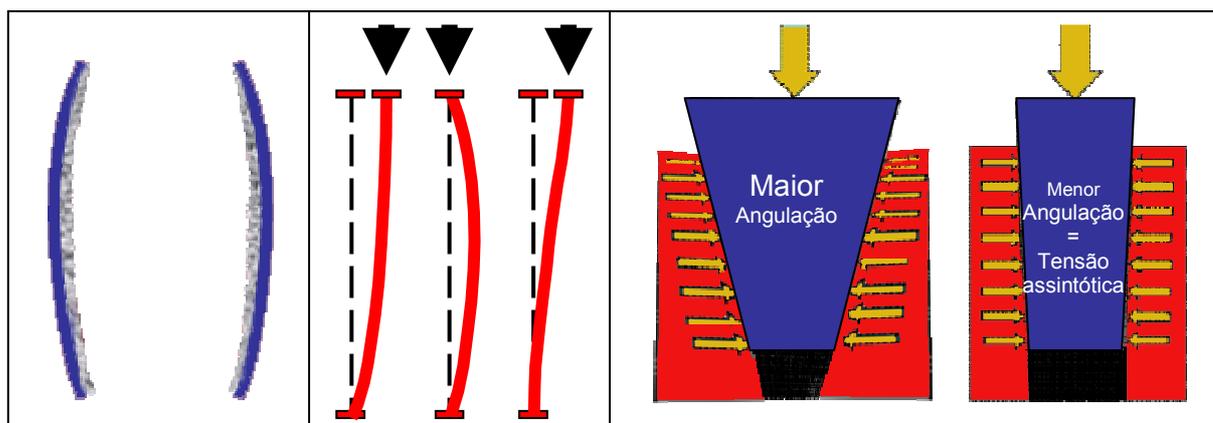


**Figura 6** - Conjunto implante e intermediário em posição de tração

**Fonte:** Elaborado pelo autor



**Figura 7** - Pinça ou mandril adaptado à célula de carga

**Figura 8** – Desenhos esquemáticos – Fenômenos

a) Fenômeno do encruamento superficial

b) Fenômeno da Flambagem

c) Fenômeno da Tensão Assintótica

Fonte: Elaborado pelo autor

**Tabela 1** - Teste de compressão – Implantes Bicon™ e Kopp®

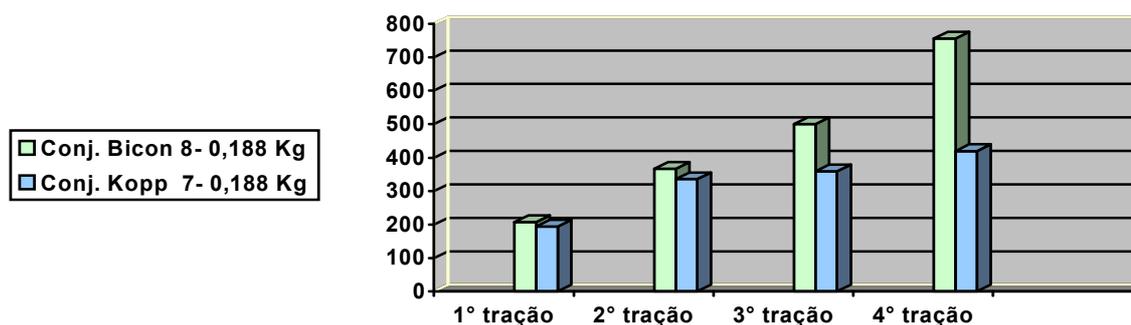
TESTE DE COMPRESSÃO - IMPLANTES BICON e KOPP	
Após 4 ativações com peso 5 ( 0,188 kg)	
CONJUNTOS	FORÇA (N)
Conj. Bicon	21 N
Conj. kopp	17 N

Fonte: Elaborado pelo autor

**Tabela 2** – Teste de tração e recolocação – Implantes Bicon™ e Kopp®

TESTE DE TRAÇÃO e RECOLOCAÇÃO- IMPLANTE BICON e KOPP				
(Após 4 ativações alternadas com peso 5)				
CONJUNTOS	1a. TRAÇÃO	2a. TRAÇÃO	3a. TRAÇÃO	4a. TRAÇÃO
Conj. Bicon 8	208 N	367 N	500 N	756 N
Conj. kopp 7	194 N	336 N	360 N	420 N

Fonte: Elaborado pelo autor

**Gráfico 1** – Teste de tração e recolocação – Implantes Bicon™ e Kopp®

## REFERÊNCIAS GERAIS

BEER, F.P.; JOHNSTON E.R.; DEWOLF, J.T.; MAZUREK, D.F. Mechanics of Materials, **Mcgraw-Hill College**; 5ed, 2009

CEHRELI, M. et al. Dynamic fatigue resistance of implant-abutment junction in an internally notched morse-taper oral implant: influence of abutment design. **Clinical Oral Implants Research**, v.15, n.4, p. 459-465, Aug. 2004.

CEHRELI, M.; AKÇA, K.; TÖNÜK, E. Accuracy of a manual torque application device for morse-taper implants: a technical note. **International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v.19, n.5, p.743-748, Sep-Oct. 2004.

CHAPMAN, R.; GRIPPO, W. The locking taper attachment for implant abutments: use and reliability. **Implant Dentistry**, v.5, n.4, p. 257-261, 1996.

DIBART, S. et al. In vitro evaluation of the implant-abutment bacterial seal: the locking taper system. **International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v.20, n.5, p. 732-737, Sep-Oct. 2005.

ERAKAT, M. et al. Immediate loading of splinted locking-taper implants: 1-year survival estimates and risk factors for failure. **International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v.23, n.1, p. 105-110, Jan-Feb. 2008.

GERE, J.M. ;TIMOSHENKO, S.P. Mechanics of Materials, 4a ed. Boston, PWS Publishing Company, 1997

MERZ, B.R.; HUNENBART, S.; BELSER, U.C. Mechanics of the implant-abutment connection: An 8-Degree taper compared to a butt joint connection. **International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v.15, p. 519-526, 2000.

NORTON, M.R. 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**, v.8, p. 290-298, 1997.

OLIVEIRA, B.R.G. Biomecânica dos implantes dentários de conexão externa, interna e cone Morse. Monografia. **Escola Brasileira de Odontologia**, 2007.

SCHWARZ, M.S. Mechanical complications of dental implants. **Clinical Oral Implants Research**, v.11, p. 156-158, 2000.

SHEPHERD, N. Affordable implant prosthetics using a screwless implant system. **Journal of the American Dental Association**. v.129, n.12, p. 1732-1738, Dec. 1998.

SOARES, M.A.D.; PEREIRA, V.A.; LUIS, N.E. Implantes odontológicos com diferentes conexões protéticas: Resistência máxima ao torque aplicado. **Implant Journal: Biomaterials and Esthetics**, v.4, n.2, p. 42-47, Mai-Ago 2009.

SUTTER, F. et al. The new restorative concept of the ITI dental Implant System: Design and Engineering. **International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry**, v.13, p. 409-431, 1993.

URDANETA, R. et al. A screwless and cementless technique for the restoration of single-tooth implants: a retrospective cohort study. **Journal of Prosthodontics**, v.17, n.7, p. 562-571, Oct. 2008.

ZIELAK, J. et al. In vitro evaluation of the removal force of abutments in frictional dental implants. **Journal of Oral Implantology**, Jun. 2010.