

PAULO RICARDO MENEZES BENTO

**AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO CONTRA-TORQUE DE PARAFUSOS DE
COMPONENTES PROTÉTICOS EM IMPLANTES HEXÁGONOS EXTERNOS E
INTERNOS UTILIZANDO O POLITRAFLUORETILENO**

CAMPINAS

2014

PAULO RICARDO MENEZES BENTO

**AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO CONTRA -TORQUE DE PARAFUSOS DE
COMPONENTES PROTÉTICOS EM IMPLANTES HEXÁGONOS EXTERNOS E
INTERNOS UTILIZANDO O POLITETRAFLUORETILENO**

Dissertação apresentada ao Centro de Pós-Graduação / CPO São Leopoldo Mandic, para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Área de Concentração: Implantodontia

Orientadora: Profa. Dra. Andresa Borges Soares

CAMPINAS

2014



ATA DE DEFESA DA DISSERTAÇÃO

Titular: Paulo Ricardo Menezes Bento

Curso: Odontologia, nível: Mestrado, área de concentração: Implantodontia

Titulação: Mestre, na área de concentração de Implantodontia

Tema submetido à Comissão Organizadora: **“AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO CONTRA-TORQUE DE PARAFUSOS DE COMPONENTES PROTÉTICOS EM IMPLANTES HEXÁGONOS EXTERNOS E INTERNOS UTILIZANDO O POLITETRAFLUORETILENO”**

Aos de _____ de 2014, às _____ h, realizou-se nas dependências do Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic, a sessão pública de Defesa da Dissertação cujo o tema está indicado acima e apresentada por seu Titular, que concluiu os créditos exigidos para a obtenção da titulação correspondente seguindo os registros constantes na Secretaria de Pós-Graduação. Os trabalhos foram iniciados com a instalação da Comissão examinadora cujos membros constam abaixo, cada um deles com a titulação de Doutor, cuja Presidência também orientou o titular arguido. A Comissão Examinadora, tendo decidido aceitar a Dissertação, passou à competente arguição pública. Encerrados os trabalhos de arguição, os examinadores deram parecer final sobre a Dissertação, tendo sido atribuído o resultado: _____. Proclamado o resultado pela Presidência da Comissão Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, foi lavrada a presente Ata que vai assinada juntamente com os membros da citada Comissão. Cópia desta Ata poderá ser disponibilizada após a pessoa arguida entregar os documentos formais exigidos em tal situação, pelo Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic, no prazo máximo de 60 dias. “O último credenciamento concedido pela CAPES foi homologado pela Portaria MEC nº 524, publicada no D.O.U. de 30/04/2008”.

Profa. Dra. Andresa Borges Soares
Orientadora

Prof. (a) Dr (a)
1º Membro

Prof. (a) Dr (a)
2º Membro

Dedico esta conquista à minha esposa Luciane Marchiori pelo seu apoio.

Ao meu amado filho Lorenzo Ricardo Marchiori Bento, minha razão de viver onde senti muito a sua falta nas vezes que tive que me ausentar para vir à Campinas.

Ao meu pai Manoel Ricardo Bento pelo seu exemplo de honestidade que me influenciou na minha conduta de vida.

À minha mãe Cerenita Menezes Bento que sempre vibrou e torceu por seus filhos.

À minha irmã Dra Fátima Menezes Bento cujos estudos científicos contribuem para o desenvolvimento do mundo.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia e Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic, na pessoa do Presidente do Conselho Superior, Prof. Dr. José Luiz Cintra Junqueira, da Profa. Dra. Vera Cavalcanti de Araújo, Pró-reitora de Pesquisa e do Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Prof. Dr. Marcelo Henrique Napimoga, pela oportunidade que me foi oferecida de desenvolver este trabalho e pela coordenação do curso.

Ao Prof. Henrique Smanio Neto e sua equipe por tão grata oportunidade de ampliar meus conhecimentos

A Profa. Dra. Fabiana Mantovani Gomes França, pela preciosa orientação deste trabalho e seu engrandecimento.

Aos funcionários desta nobre instituição sempre atentos e prestativos para o desenvolvimento do nosso dia-a-dia durante esta jornada.

As meus colegas de mestrado; Alexei Gama de Albuquerque Cavalcanti, Camila D'Acampora Reis Zago e Davidson Vidal, que muito me ajudaram nesta pesquisa.

“A mente que se abre a uma nova ideia
jamais voltará ao seu tamanho original”

Albert Einstein

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar comparativamente a força de contra-torque de parafusos de fixação de componente protético não tratados ou revestidos com politetrafluoretileno (PTFE) e torqueados em implantes com hexágono externo e interno. Para a análise comparativa de aparafusamento *in vitro*, foram utilizados 40 implantes (Titanium Fix, São Jose do Campos, São Paulo, Brasil) sendo, 20 implantes de hexágono externo, plataforma regular 4.1 X 13 mm e 20 implantes de hexágono interno plataforma regular 4.1 X 13 mm. Os implantes de cada conexão foram divididos em dois grupos, utilizando PTFE ao redor do parafuso de fixação do componente protético e dois grupos sem a utilização do PTFE, todas as unidades receberam o torque com torquímetro manual (Titanium Fix), de acordo com a indicação do fabricante, para implantes de hexágono externo (32 N) e implante de hexágono interno (32N), com chave hexagonal 1.2. Após o término do envolvimento do PTFE nas roscas dos parafusos de fixação os mesmos foram contra-torqueados com um torquímetro manual, aferidos os valores, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a dois critérios, ao nível de significância de 5% , ANOVA a dois critérios, não revelou efeito significativo da interação entre o tipo de implante (hexágono interno ou externo) e aparafusamento (presença ou não de PTFE)(p - 0,999) Não houve efeito significativo da presença ou não de PTFE . Observou-se diferença na força de contra-torque para os implantes do tipo hexágono externo e interno (p=0,027), sendo que os últimos apresentaram valores de média (em N-cm) estatisticamente inferiores (16 ± 3) àqueles mensurados nos implantes do tipo hexágono externo (18 ± 2). Conclui-se que o envolvimento do parafuso protético com a fita de PTFE não interferiu no contra-torque dos mesmos; e que os implantes com hexágono externo apresentaram maior força de contra- torque comparados aos implantes de hexágono interno.

Palavras-chave: Politetrafluoretileno (PTFE). Hexágono Interno. Hexágono Externo. Torque.

ABSTRACT

The aim of this study was to comparatively evaluate the strength of counter torque bolts without an with prosthetic polytetrafluoroethylene (PTFE) involving the screw threads. For comparative analysis of bolting in vitro, were used 40 Titanium implants company Titanium Fix (Sao Jose dos Campos, São Paulo , Brazil), 20 external hex implants Ti, platform regular 4.1 X 13 mm and 20 internal hexagon implant platform HI regular 4.1 X 13 mm. Each type of implant was divided into two groups, using polytetrafluoroethylene (PTFE) around to the screw of the prosthetic component and two groups and without the use of polytetrafluoroethylene. All units receive the manual torque wrench (Figure Titanium Fix-1-) according to the manufacturer, for external hex implants (32 N) and internal hexagon implant (32N) with hexagonal wrench 1.2. Upon completion of the preparation, the screws were counter-torqued with a torque wrench brand Titanium Fix manual and measured values, the data were subjected to analysis of variance (ANOVA) to two criteria, the significance level of 5% and statistical calculations were performed with the software BioEstat 5.0. A two-way ANOVA revealed no significant interaction between the factors studied type of implant and Screwing ($p = 0.999$). For both types of implants, there was no significant difference between the values of strength against torque when using PTFE or not the thread for fixing the prosthetic component ($p = 0.472$). Regardless of whether or not sealing with PTFE, observed difference in strength against torque for implants hexagonal and internal ($p = 0.027$), and the latter showed statistically lower values (mean and standard deviation 16 N: 3 N) to those measured for hexagonal implants (mean and standard deviation 18 N: 2 N). It is concluded that the prosthetic screw engagement with polytetrafluoroethylene tape did not affect the torque and detorque the same, however, regardless of the presence of polytetrafluoroethylene implants with external hexagon had a higher strength against torque compared to implants internal hexagon.

Keywords: PTFE. Internal Hexagon. External hexagon. Torque.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Grupos Experimentais	36
Figura 1 - Conjunto dos implantes HE e HI utilizados no estudo	36
Figura 2 - Fita de politetrafluoretileno	36
Figura 3 - Posicionamento da fita de PTFE para mensuração e corte dos fragmentos utilizados para envolver os parafusos protéticos	37
Figura 4 - Envolvimento do parafuso com PTFE	38
Figura 5 - Torque aplicado com implante suportado por morsa de mesa. A) Torque de 32N para implantes HE; B) Torque de 32N para implantes HI	38
Figura 6 - Contra-torque com um torquímetro manual	39
Tabela 1 - Força de contra-torque (N) segundo o tipo de implante e a presença ou não de PTFE	40
Gráfico 1 - Diagrama de colunas quanto à força de contra-torque (N), segundo o tipo de implante e a realização ou não de vedamento da rosca de parafusos de fixação do componente protético com PTFE	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	13
3 PROPOSIÇÃO	34
4 MATERIAIS E MÉTODOS	35
4.1 Delineamento Experimental	35
4.2 Obtenção da Amostra	35
4.3 Análise força de contra torque	39
4.4 Análise Estatística	39
5 RESULTADOS	40
6 DISCUSSÃO	42
7 CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS	47
ANEXO A - COMUNICADO DE DISPENSA DE SUBMISSÃO AO COMITÊ	50

1 INTRODUÇÃO

Dentre os pontos relevantes relacionados ao sucesso clínico das próteses implanto-suportadas, encontra-se a frequente perda (fratura e/ou afrouxamento) de parafusos protéticos e parafusos para fixação de pilares (Hoyer et al., 2001). Além disso, a peri-implantite pode acarretar a perda de suporte ósseo ao redor dos implantes (Shibli et al., 2002). A sobrecarga oclusal é considerada um fator importante na etiologia da perda óssea. No entanto a perda do tecido ósseo peri-implantar também pode estar associada à infecção dos tecidos peri-implantares (mucosa peri-implantar) (Hoshaw et al., 1994).

A parte interna dos implantes é suscetível à penetração de fluidos e bactérias (Quirynen, van Steenberghe, 1993; Jansen et al., 1997; Orsini et al., 2000). Para minimizar esta contaminação sugeriu-se a utilização de uma arruela de silicone instalada na interface implante-pilar, a qual foi capaz de reduzir significativamente a infiltração bacteriana (Jansen et al., 1997). Na mesma linha, o politetrafluoretileno (PTFE) também foi utilizado para vedar a câmara de acesso do parafuso protético (Moraguez; Belser, 2010), da câmara interna do implante.

A diferença no desenho dos implantes, assim como das diferentes conexões protéticas, podem interferir no grau de contaminação através do *microgap*, como constataram Tesmer et al. (2009) e Koutouzis et al. (2011) comparando os implantes de hexágono interno e cone Morse. Sabe-se que o torque do parafuso determina a carga inicial sendo que a tensão gerada leva a uma força compressiva entre os componentes da prótese e estabiliza a conjunto protético (Feitosa et al., 2014). Além do torque inicial outro fator importante para a estabilidade do sistema

prótese/implante é a configuração geométrica cônica da conexão entre o implante e o componente protético que pode ser hexagonal externa ou interna (Feitosa et al., 2013).

A aplicação de PTFE junto ao parafuso do pilar poderia diminuir o atrito entre o parafuso e a câmara interna do implante, contudo a influência da utilização do PTFE junto ao parafuso do pilar em relação ao afrouxamento do mesmo não foi avaliada, Considerando a alta frequência do afrouxamento de parafusos de pilar, o objetivo deste trabalho foi avaliar a interferência do PTFE no afrouxamento de parafusos de pilar em implantes de hexágono interno e externo .

2 REVISÃO DA LITERATURA

Segundo Bickford (1981), a aplicação de torque em um parafuso implica no desenvolvimento de uma força compressiva denominada pré-carga, que será responsável pela manutenção da estabilidade entre as partes parafusadas.

Quirynen & van Steenberghe (1993), através de microscopia, observaram a presença de microorganismos na rosca interna de implantes tipo Branemark em nove pacientes após três meses de instalação, os autores concluíram que a origem mais provável desta contaminação seria a permeabilidade bacteriana da interface entre pilar/implante.

Goheen et al. (1994) analisaram o torque empregado para a colocação dos conectores protéticos, comparando o uso de um torquímetro calibrado com o uso de um torquímetro manual. Desta forma, verificaram que o torque promovido por um torquímetro manual é três vezes menor que o de torquímetro calibrado. Assim é possível que o uso de torquímetro manuais resulte em aumento da interface implante e conector protético, permitindo assim troca de fluidos e bactérias entre a parte interna do implante e o meio bucal.

Jansen et al. (1997) avaliaram combinações diferentes em treze conjuntos implante-pilar submetidas a um experimento *in vitro*, em que a penetração de bactérias *Escherichia coli* (E.Coli) foi observada em 10 grupos de cada tipo. Todos os sistemas de implantes apresentaram infiltração microbiana, no entanto quando fornecido com uma arruela de silicone o implante Frialit, este apresentou menos casos de microinfiltração. A largura da fenda marginal entre os componentes pré-fabricados,

medida com um microscópio eletrônico de varredura, foi inferior a 10 microns em todos os sistemas.

Gross et al. (1999) avaliaram comparativamente o grau de microinfiltração na interface pilar-implante de cinco sistemas de implantes em diferentes torques. Usando rastreamento de sondas coloridas, impulsionado por um sistema de pressão 2 atm, a microinfiltração na interface dos sistemas de implantes Brånemark, Calcitek Sulzer, 3i, ITI, e Steri-Oss foram determinados por espectrofotometria. A microinfiltração através da interface do pilar-implante ocorreu em todos os sistemas, com a variabilidade entre os sistemas, as amostras, e torques de fechamento. Com o aumento do torque de fechamento 10 N-cm a 20 N-cm para torques recomendados pelo fabricante, a microinfiltração diminuiu significativamente ($P < 0,005$) para todos os sistemas. Análise de variância mostrou interação significativa entre torques de fechamento e o tempo de curso da microinfiltração, e entre os sistemas e a evolução no tempo da microinfiltração ($P < 0,001$). Os resultados indicam que substâncias líquidas e pequenas moléculas são capazes de passar através da interface de todas as junções pilar-implante estudada. Presumivelmente em uma situação *in situ*, fluidos contendo subprodutos de bactérias e nutrientes necessários para o crescimento bacteriano pode passar através da abertura interface, contribuindo em parte para malodor clinicamente observados e peri-implantite.

Weiss et al. (2000) realizaram um estudo com o propósito de comparar mudanças no valor de remoção em sucessivas aberturas e fechamento, a um torque constante, em sete sistemas de cinco fabricantes. Em média, foram registrados 200 fechamentos sucessivos a 20Ncm. Os resultados mostraram redução progressiva nos valores de contra-torque para todos os sistemas. No entanto, a conexão tipo cone morse manteve uma maior resistência à força de abertura. Os autores concluíram que,

sendo o torque de apertamento aumentado, onde todas as partes correspondentes estão em contato, a pré-carga também aumenta fazendo com que a união do parafuso torne-se gradativamente mais resistentes a cargas externas.

Rimondini et al. (2001) avaliaram em estudo *in vivo* a contaminação interna do parafuso de retenção do pilar-implante, após o carregamento oclusal em reconstrução provisoriamente cimentada com ou sem um dispositivo de arruela. A maior contaminação microbiana foi observada no grupo sem lacre e não houve diferenças nos morfotipos bacterianos que foram observados entre os implantes com e sem lacre. Em situações clínicas, a microinfiltração ocorre na interface implante-pilar. Embora a contaminação bacteriana seja de pequena magnitude em pacientes com elevados padrões de higiene oral, ela pode ser reduzida com o uso dispositivos de vedação.

Cibirka et al. (2001) avaliaram a diferença de valores de torque de remoção de parafusos após fadiga. Os parafusos foram apertados manualmente até apresentar à primeira resistência e com um torquímetro digital foi dado o torque final. A carga dinâmica aplicada foi de 20 a 200N a 8 ciclos por segundo até 5.000.000 ciclos, o que representa cinco anos em função mastigatória. Após cada teste a amostra era removida e o torque de remoção medido por um torquímetro digital. Os resultados mostraram que não houve sinal clínico de desaperto do parafuso, porém os valores do torque de remoção tiveram grandes variações, sendo inferiores aos de inserção para todos os grupos estudados. Os autores observaram como fator relevante para a avaliação da estabilidade dos pilares protéticos, o valor de torque reverso ou remoção, considerado como sendo o valor de pré-carga remanescente no parafuso após ensaio de fadiga e função. Afirmaram ainda que valores próximos ou superiores aos valores de torque inicial indicam um bom prognóstico para as junções em questão.

Lee et al. (2002) investigaram os efeitos da mastigação simulada sobre os componentes de implantes e utilizaram a análise de ondas para documentar os mecanismos básicos de afrouxamento do parafuso em um ambiente oral. Um dispositivo de carregamento pneumático cilíndrico cíclico foi fabricado para simular o movimento mastigatório. Treze *abutments* padrão foram conectados em implantes hexagonais externos com parafusos de pilares de titânio apertados com 20 Ncm e coroas unitárias foram mantidas com parafusos de ouro apertados a 10 Ncm em cada pilar, respectivamente. Dez implantes com coroas unitárias foram carregados com o uso de um dispositivo de carregamento cíclico com 100 N de força e ângulo de 30 graus para o longo eixo por 0,2 segundos de tempo de contacto com uma frequência de 1 Hz. Três coroas foram colocados verticalmente sob as mesmas condições para servir como grupo de controle. Os efeitos de até um milhão de cargas cíclicas e várias forças de torque de aperto (2, 4, 6, 8, 10 e 12 Ncm) sobre afrouxamento do parafuso foram avaliados por análise de onda. Um programa de software foi escrito para gravar cada modo de onda e para parar a máquina automaticamente se a quantidade de deslocamento horizontal da coroa era mais do que 0,5 mm, que foi designada para representar a mobilidade perceptível do afrouxamento da coroa/implante clinicamente. Os padrões gerais de onda e as características dos afrouxamentos e da estabilidade dos parafusos ao efeito de vários torques de aperto foram analisados comparando as diferenças nos padrões de onda. O modo de onda foi dividido em quatro etapas para parafusos de ouro soltos: deslocamento inicial, a vibração inicial, deformação elástica, e fase de recuperação. No entanto, o deslocamento inicial e as fases de vibração iniciais não eram discerníveis para parafusos de ouro estáveis. Dos 10 parafusos de ouro oclusais, quatro soltaram-se antes de um milhão de cargas cíclicas nas 10 coroas unitárias testadas. Não houve afrouxamento do parafuso no

grupo de controle. Não houve efeito de afrouxamento do parafuso na fase de deformação elástica. Dentro das limitações deste estudo, o torque de aperto teve um efeito significativo sobre o afrouxamento do parafuso. O torque preconizado é de mais de 10Ncm de aperto para os parafusos de ouro neste sistema externo hexágono do implante.

Tzenakis et al. (2002) avaliaram o efeito do torque pré-carga repetidamente e a contaminação salivar na pré-carga do parafuso de ouro em pilar sobre implante, 15 parafusos protéticos de ouro tipo fenda foram usados na interface implante-pilar cilíndrico. Os componentes foram lubrificados com saliva humana e cada parafuso recebeu um torque de 10Ncm com torquímetro manual conectado a um medidor de tensão eletrônico, o qual foi repetido. Os resultados mostraram que entre a primeira (Grupo 1x- 184.3N+/-28.9), a quinta (Grupo 5x- 202.5N+/- 27.7) e a décima (Grupo 10x-220.2N+/-29.0) repetição do torque o valor médio da pré-carga aumentou significativamente ($P=0,004$). Os autores concluíram que dentro das limitações deste estudo, maior pré-carga foi obtida após o uso repetido do parafuso de ouro lubrificado em saliva.

Tavarez (2003) avaliou as alterações na interface implante/pilar em sistemas de conexão interna e externa, através das medidas do desajuste, e a condição de torque e contra-torque dos parafusos de fixação quando submetidos a ensaios de fadiga. Foram estudados 50 corpos de prova com suas respectivas dimensões avaliados nas bases de assentamento entre os implantes e pilares. Os corpos de prova foram submetidos a ensaios de fadiga até 500.000 ciclos, utilizando-se de uma máquina de ensaio, foram realizados testes de torque e contra-torque nos parafusos de fixação e análise do desajuste da interface implante/pilar antes e depois da aplicação das cargas, pode observar que houve redução estatisticamente

significante da condição de torque dos grupos estudados após o ensaio de fadiga onde a menor redução foi encontrada no grupo hexágono interno 5,3Ncm (17,67%), e a maior no grupo hexágono externo 20Ncm (68,33%). Concluiu que houve um aumento no desajuste entre o implante e o pilar, após o ensaio de fadiga bem como uma redução do contra-torque. Além disso, encontrou-se uma forte correlação entre a condição de cargas cíclicas aplicadas e as diminuições dos valores de torque.

Steinebrunner et al. (2005) avaliaram a infiltração microbiana na interface implante-pilar com um novo modelo *in vitro*. A infiltração bacteriana foi testada durante o carregamento dinâmico em um simulador da mastigação de dois eixos. Os autores teorizaram que a carga dinâmica diminuiria a estabilidade das ligações implante-pilar conduzindo assim à penetração bacteriana ao longo da abertura. Cinco diferentes sistemas de implantes com oito combinações padrão pilar-implante para coroas unitárias de molares foram testados. O interior dos implantes foi inoculado com uma suspensão bacteriana, e conectado a superestrutura com o torque recomendado. Os espécimes foram imersos em solução nutriente e carregado com 1.200.000 ciclos de 120 N no simulador de mastigação. Diferenças estatisticamente significativa, ($P>0,05$) entre os sistemas de implantes em relação ao número de ciclos mastigatórios até a penetração bacteriana foram encontrados. O grau de infiltração num sistema de implante específico presumivelmente é uma condição multifatorial dependente da precisão de encaixe entre o implante e o pilar, o grau de micro movimento entre os componentes, e do torque de forças utilizadas para ligá-los. Os autores concluíram que o modelo de teste recentemente desenvolvido é uma ferramenta sensível para a detecção de diferenças entre os sistemas de implante atuais com respeito à sua capacidade para evitar a penetração bacteriana na interface implante-pilar sob condições de carga dinâmica.

Coelho et al. (2008) estudaram a capacidade de vedação da conexão pilar/implante de diferentes sistemas de implantes dentários. Cinco implantes Nobel Replace Select, Straumann e Intra-lock de aproximadamente 4,5 mm de diâmetro com seus respectivos pilares foram fornecidos pelos fabricantes. Uma curva de calibração foi determinada pela colocação de incrementos de azul de toluidina (AT) de 0,1µL em 1,5 mL de água destilada e gravando a sua absorvância num espectrofotômetro até atingir 0,7 µL. Em seguida, 0,7µL de AT foram colocadas na porção mais profunda do parafuso interno de cada implante, os pilares foram adaptados ao implante de acordo com as instruções do fabricante e as amostras foram colocadas em frascos com 1,5 mL de água destilada. A análise espectrofotométrica foi realizada em 1, 3, 6, 24, 48, 72, 96 e 144 h. A análise estatística foi realizada por ANOVA de uma via no nível 95% de significância. A curva de calibração foi linear com respeito à quantidade de AT em 1,5 água destilada µL ($R^2 = 0,9961$). Todos os sistemas de pilar/implante apresentaram um aumento na absorvância como uma função do tempo. Como o tempo decorrido in vitro, valores significativamente mais elevados de AT foram observados nos sistemas da Straumann e Nobel Replece Select Apesar do torque controlado, a vedação entre o corpo do implante e do pilar não pode ser mantida nos sistemas testados.

Martins (2009) caracterizou alguns compostos de materiais viscoelásticos, analisando seu comportamento mecânico macroscópico e procurando sua associação com modelos fenomenológicos. Dentre eles, citou o Tealon, um material compósito constituído de uma matriz de PTFE com inclusões de partículas de sílica (que objetiva aumentar a rigidez do material e reduzir o escoamento do PTFE, sob compressão e alta temperatura). Citou como vantagens do PTFE ser um material semirrígido polimérico estável, inerte, atóxico, formado por longas cadeias de carbono,

individualmente ligados a dois átomos de flúor, tendo excelentes propriedades referentes a estabilidade química, capacidade de isolamento elétrico, estabilidade térmica, baixo coeficiente de atrito e resistência a agentes corrosivos. O PTFE tem sido utilizado a décadas, não muito tempo depois da sua invenção em 1938. Como desvantagem crítica do PTFE virgem, ou seja, forma original (sem aditivos ou processamento adicional para alterar as propriedades) citou a sua falta de resistência sob tensão. Concluiu que esta propriedade tem limitado seu uso porque, sob compressão constante, sofre a perda contínua de espessura, levando à deterioração da selagem.

Coppedê et al. (2009) avaliaram os efeitos da carga mecânica sobre a perda de torque de pilares com conexões internas em ciclos repetidos de inserção / remoção. Sessenta e oito implantes cônicos e 68 pilares de dois tipos foram usados. Eles foram divididos em quatro grupos: os grupos 1 e 3 receberam pilares sólidos, e os grupos 2 e 4 receberam pilares de duas peças. Nos grupos 1 e 2, pilares foram simplesmente instalados e desinstalados, torque e contra-torque no limite de valores foram medidos. Nos grupos 3 e 4, os pilares foram instalados, mecanicamente carregados e desinstalados; torque e contra-torque no limite de valores foram medidos. Os dados foram analisados com um modelo misto linear ($P = 0,05$). Os resultados mostraram que a perda de torque foi maior nos grupos 2 e 4a (mais de 30% de perda), seguido pelo grupo 1 (10,5% de perda), grupo 3 (5,4% de perda) e grupo 4b (ganho de torque 39%). Todos os resultados foram significativamente diferentes. Como o número de inserção / remoção ciclos aumentada, torques de remoção tenderam a ser menor. Concluiu-se que a carga mecânica aumentou o torque de remoção de pilares carregados em comparação com os pilares descarregados, e os

valores de torque de remoção tenderam a diminuir à medida que o número de ciclos de inserção/remoção aumentou.

Nascimento et al. (2009), em um estudo *in vitro*, investigaram a influência do aperto repetido do parafuso do pilar sobre a infiltração de *Streptococcus mutans* (S. Mutans) ao longo da interface entre implantes e pilares pré-usinados. Vinte pilares pré-usinados com uma manga de plástico foram utilizados. Os parafusos dos pilares foram apertados com 32 Ncm para o grupo 1 (n = 10 - controle) e 32 Ncm de contra-torque. Assim foram afrouxados e re-apertados com o mesmo torque duas vezes no grupo 2 (n = 10). As montagens foram completamente imersas em 5 ml de meio de Caldo de Soja Tríplico e inoculadas com *S. mutans* e incubados durante 14 dias. Após este período, a contaminação do implante câmara interna roscada foi avaliada usando o método do tabuleiro de damas DNA. Os microrganismos foram encontrados nas superfícies internas de ambos os grupos avaliados. No entanto, as contagens bacterianas do grupo 2 foram significativamente mais elevadas do que no grupo de controle ($P < 0,05$). Estes resultados sugeriram que a infiltração bacteriana entre os implantes e pilares ocorre mesmo sob condições sem carga e em maior intensidade quando o parafuso do pilar é apertado e solto várias vezes.

Tesmer et al. (2009) avaliaram a infiltração bacteriana no interior dos implantes através do microgap entre pilares e implantes. Foram obtidos três grupos experimentais (n=10): grupos 1 e 2: implantes tipo Cone-morse conectados a pilares standard e o grupo 3 foi composto por implantes de conexão interna (tri-channel). Os corpos de prova foram montados e incubados em uma solução bacteriana de *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (*A. actinomyces teamelans*) e *Porphyromonas gingivalis* (*P. gingivalis*). Como resultado, puderam observar que 3 das 10 amostras do grupo 1 desenvolveram unidades formadoras de colônias para *A.*

actinomycetecomitans e nenhuma das 10 amostras apresentou unidades formadoras de *P. gingivalis*, enquanto que 10 e 9 amostras dos grupos 2 e 3, respectivamente, desenvolveram múltiplas unidades para o desenvolvimento de *A. actinomycetecomitans* e *P. gingivalis*. Concluíram que as diferenças nas conexões protéticas dos implantes podem interferir no que diz respeito ao risco de contaminação pelo microgap na interface pilar/implante.

Panza et al. (2010) avaliaram a manutenção do pré-aparafusamento em pilar e parafuso protético de implantes com hexágono interno e externo, com pilares retos e angulados. Quatro grupos de implantes e pilares foram avaliados, combinando-se o hexágono interno ou externo e o pilar reto ou angulado, os quais foram retidos por parafusos de titânio aparafusados 20 Ncm. As coroas foram retidas com parafusos de ouro aparafusados a 10 Ncm. Uma linha vertical foi delineada sobre a interface implante-pilar-coroa para verificar o deslocamento vertical com uso de microscópio ótico. Os testes de fadiga foram realizados em uma máquina servo-hidráulica, que promoveu forças entre 100 e 120 N por 250.000 ciclos. O parafuso foi removido e o valor de contra-torque foi registrado. Os dados foram analisados por ANOVA de dois fatores e teste de Tukey. Os resultados mostraram que nenhum deslocamento horizontal foi observado na interface implante-pilar ou pilar-coroa. Observou-se uma diferença significativa para o parafuso protético entre os tipos de conexão do implante, mas sem interação com o pilar. Porém, para o parafuso do pilar houve diferença entre tipos de conexão e pilar, com interação entre pilar e implante. O pilar reto mostrou melhor desempenho que o pilar angulado a 17°. Os autores concluíram que tipos de conexão do implante ou pilar afetaram a manutenção do pré-aparafusamento. As conexões de hexágono interno e externo foram efetivas para evitar o deslocamento horizontal das coroas.

Moraguez & Belser (2010) descreveram o uso do politetrafluoretileno (PTFE) no vedamento do canal de acesso ao parafuso das próteses sobre implante, sendo o PTFE possível de ser esterilizado e facilmente manipulado, radiopaco e produz menos cheiro quando retirado. Concluíram que esta técnica permite uma remoção rápida do material evitando-se demoras quando manutenções são necessárias.

Santafé (2010) realizou um estudo *in vitro* com o objetivo de verificar a influência do tipo de conexão pilar/implante, nos valores de pré-carga em próteses cimentadas unitárias, e nos valores de torque de remoção, após ciclagem mecânica. Foram usados um total de 30 implantes divididos em três sistemas, hexagono externo (HE), hexagono interno (HI) e cone morse (CM) e seus munhões universais. No fechamento de cada implante foram aplicados torques de 32Ncm para os grupos HE e CM, e 20Ncm para o grupo HI. Cada grupo foi submetido à ciclagem mecânica, com aplicação de uma carga de 120N por 500.000 ciclos em saliva artificial, ao final, os torques de remoção foram mensurados com o auxílio de um torquímetro digital. Os resultados mostraram diferenças significativas entre os três grupos tanto para os valores de pré-carga como para os torques de remoção. Quando comparados os valores de torque inicial e torque de remoção para cada sistema separadamente, observou-se que todos os grupos apresentaram redução dos valores de torque de fechamento no momento do torque de remoção. Apesar dos valores de pré-carga maiores terem sido obtidos pelo grupo CM, o estudo mostrou que a conexão HI foi a mais estável, seguida do sistema HE, também com resultados aceitáveis, após a ciclagem mecânica. A autora observou que pelo sistema cone morse não apresentar dispositivo anti-rotacional entre implante e pilar isto talvez possa ter contribuído para o mau desempenho após a ciclagem mecânica.

Fernandes et al. (2011) avaliaram e compararam o torque de afrouxamento de munhões retos de duas peças conectados a implantes com conexão de hexágono interno (grupo 1) e de pilares sólidos retos conectados a implantes de Cone Morse (grupo 2), após ensaio de ciclagem mecânica. Foram testados 10 conjuntos de cada grupo. Para a realização dos ensaios de ciclagem mecânica, os pilares de conexão Morse foram apertados com torque de 25 N-cm, e os pilares de conexão HI foram apertados com torque de 32 N-cm, com o torquímetro analógico, sendo que todos os pilares foram reapertados após 10 minutos. As amostras foram submetidas aos testes de fadiga a 360.000 ciclos, com carga axial aplicada de 80 N e frequência de 4 Hz. Após o término dos ciclos, o torque necessário para o afrouxamento dos componentes protéticos de cada grupo foi aferido, através de torquímetro analógico. Os resultados demonstraram que diante das condições experimentais deste estudo houve diferença significativa nos valores de contra-torque entre os grupos 1 e 2; e que a média de contra-torque do grupo 1 foi de 61,98% e do grupo 2 foi de 102,87%, sendo possível afirmar que o contra-torque dos implantes Cone Morse após a ciclagem é maior do que nos implantes de hexágono interno. Concluiu-se que os resultados encontrados para as amostras do grupo 2 mostraram que houve um aumento expressivo nos valores de destorque quando comparado aos valores iniciais de torque de apertamento, demonstrando uma melhora significativa no desempenho, após a ciclagem mecânica.

Delben et al. (2011) avaliaram o efeito dos ciclos carga mecânica e reaperto na manutenção da pré-carga nos parafusos de retenção de coroas suportadas por implantes. Utilizaram cinco grupos (n = 12 em cada grupo) associando implante e coroa foram criados com diferentes pilares e diferentes tipos de materiais para as coroas: pilares UCLA de ouro e coroa revestida com cerâmica (grupo 1);

pilares UCLA de ouro e coroa de resina fotopolimerizável (grupo 2), pilares UCLA de titânio e coroa revestida com cerâmica (grupo 3); pilares UCLA de titânio e coroa de resina fotopolimerizável (grupo 4); e os pilares de zircônia com coroa e revestimento cerâmico (grupo 5). As coroas foram fixadas aos implantes através de parafusos de retenção de ouro. Os conjuntos foram submetidos à ciclagem mecânica para um total de 1 milhão de ciclos. Medições de torque de remoção foram realizadas inicialmente e depois de cada período de 100.000 ciclos, o que foi seguido por reaperto do parafuso com 35 Ncm de torque. Os dados foram avaliados com análise de variância, o teste t pareado e o teste t de Student. Todos os grupos apresentaram valores de torque de remoção reduzidos em comparação com o torque de inserção inicialmente e depois de todos os períodos de ciclagem mecânica. A análise de variância revelou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, mas não houve diferenças entre os períodos de ciclagem mecânica ou para a interação entre grupos e ciclismo. O grupo 1 foi o único grupo que não mostrou diferença entre os valores do torque de remoção durante os vários períodos de ciclagem mecânica testados. O teste t de Student não revelou diferenças estatisticamente significativas entre os valores médios de remoção de torque obtidos antes e após ciclagem mecânica, exceto para o grupo 4. Concluíram que a manutenção do torque permitiu uma estabilidade do parafuso no presente estudo. Ciclagem mecânica associada com o reaperto de parafusos dos pilares não influenciou a manutenção do torque de inserção.

Anjos et al. (2011) afirmaram que a presença de micro fenda entre o implante e o pilar protético pode ser responsável pelo acúmulo do biofilme peri-implantar, composto por várias cepas bacterianas. Quando descrito como fator etiológico de processos inflamatórios, apresentam como consequência a desorganização dos tecidos, podendo interferir na saúde peri-implantar em longo

prazo. Em um estudo para avaliar se a micro fenda existente entre implantes com plataforma cone-morse e pilares protéticos permitiria a ocorrência de infiltração de uma cepa bacteriana específica, 30 conjuntos implantes/pilares protéticos de dois sistemas de implantes com interface tipo cone-morse comercializados no Brasil foram testados. No espaço interno dos implantes foi inoculado com 0,1 µl de uma suspensão de *Escherichia coli*, e em seguida, os pilares foram instalados utilizando-se o torque recomendado pelos fabricantes. Os resultados demonstraram que nenhum dos corpos de prova apresentou turvamento do meio de cultura, sendo a viabilidade da bactéria comprovada através de teste controle positivo. Concluiu-se que as interfaces tipo cone-morse estudadas, impediram a migração de *Escherichia coli* entre os componentes de prótese e os implantes utilizados.

Rezende et al. (2011) avaliaram a eficácia de uma pasta composta de polimetilmetacrilato (PMMA) e politetrafluoretileno (PTFE) no travamento de parafusos de pilares em reposições unitárias sobre implantes, após ensaios de ciclagem mecânica. Para isso utilizaram 20 implantes de hexágono externo, divididos igualmente em dois grupos: grupo C-grupo controle (n=10) que consistiam em implantes conectados a pilares UCLA e parafuso de titânio com encaixe para chave quadrada; grupo T- teste (n=10) neste caso foi aplicado à pasta de vedação de PMMA e PTFE nas roscas do parafuso de titânio do pilar. Os parafusos de ambos os grupos foram torqueados a 32 Ncm utilizando um torquímetro digital. A ciclagem mecânica foi realizada para simular a função mastigatória, com força excêntrica de 112,8N, a uma frequência de 2,5Hz, em um total de 350.000 ciclos para cada grupo. Após a ciclagem foi realizada a medição do torque de afrouxamento dos parafusos dos pilares com torquímetro digital e os resultados dos dois grupos analisados e comparados estatisticamente por teste *t de Student*. Na comparação entre os grupos, o contra-

torque final apresentado pelo grupo C ($16,07 \pm 10\text{Ncm}$) foi significativamente menor ($p=0,009$) ao apresentado pelo grupo T com pasta de vedação de PMMA e PTFE ($25,37 \pm 3,325\text{Ncm}$).

Koutouzis et al. (2011) utilizaram um modelo *in vitro* de carregamento dinâmico para avaliar o risco de invasão de microorganismos orais para o interior do *microgap* da interface da fixação pilar/implante em implantes dentários com diferentes características de fixação do pilar de conexão. Vinte e oito implantes foram divididos em dois grupos ($n = 14$) com base em sua dinâmica de *microgap*. O grupo 1 foi composto por implantes com conexão interna tipo cone Morse, conectados a pilares standard. O grupo 2 foi composto por implantes com uma conexão de quatro superfícies cônica interna conectada a pilares múltiplos. As amostras foram imersas em solução bacteriana de *Escherichia coli* (*E. coli*) e carregados com 500.000 ciclos de 15 N em um simulador de desgaste. Após desrosquear os implantes e pilares, as amostras microbianas foram retiradas das roscas dos pilares, banhados, e cultivadas em condições adequadas. A diferença entre o afrouxamento e valor de torque de aperto também foi medido. Uma das 14 amostras do grupo 1 e 12 das 14 amostras no grupo 2 desenvolveram múltiplas unidades formadoras de colônias que formam para *E. coli*. Os implantes do grupo 1 exibiram um aumento no valor de torque, em contraste com os implantes do grupo 2, que exibiram um decréscimo. Segundo os autores, este estudo indicou que as diferenças no desenho do implante pode afetar o risco potencial para a invasão de microorganismos orais para o *microgap* da interface do pilar/implante em condições dinâmicas de carregamento.

Teixeira et al. (2011), em um estudo *in vitro*, investigaram a infiltração de *Staphylococcus aureus* (*S.aureus*) na interface implante-pilar pelo método de cultura bacteriana, em dois tipos diferentes de conexão implante-pilar. Vinte implantes cone

Morse com pilares foram divididos em dois grupos: grupo A, que foram avaliados quanto à infiltração na parte interior dos implantes, e o grupo B, que foram avaliados quanto à infiltração a partir da parte exterior dos implantes. Vinte implantes com pilares com hexágono interno também foram divididos em dois grupos: o grupo C que foram avaliados quanto à infiltração na parte interior dos implantes, e o grupo D, os quais foram avaliados quanto à infiltração a partir da parte exterior dos implantes. Para a avaliação de vazamento a partir dos implantes, os conjuntos tinham as partes internas inoculados com *S. aureus*, e cada conjunto foi incubado em caldo estéril de infusão de cérebro e coração durante uma semana. Para a avaliação de vazamento para dentro dos implantes, cada conjunto foi submerso em 4 ml de cultura *S aureus* e incubadas durante duas semanas. A infiltração das duas conexões de implante foi comparada. O vazamento microbiano foi observado em todos os grupos, e não houve nenhuma diferença estatisticamente significativa entre os grupos A e C ou entre os grupos B e D. Concluíram que a infiltração de *S aureus* pela interface do implante - pilar ocorreu tanto em implantes do tipo Cone Morse, como em implantes de hexágono interno .

Barbosa et al. (2011) avaliaram a perda do torque inicial após o aperto sucessivo de parafusos de pilares. Quatro infraestruturas (IE), utilizando pilar tipo UCLA calcinável, foram fundidas em cobalto-cromo e parafusos de pilares novos (G1) foram utilizados em um primeiro momento. Em seguida, os parafusos dos mesmos pilares foram utilizados uma segunda vez (G2) e por mais duas vezes (G3). Os valores do torque e detorques foram medidos com uma chave dinamométrica digital para obter os valores de perda de aperto inicial (%). Os dados foram analisados por ANOVA e teste de Tukey. Foram observadas diferenças significativas entre o G1 (50,71% ± 11,36) e G2 (24,01% ± 3,33) ($p = 0,000$) e entre G1 (50,71% ± 11,36) e G3

(25,60% \pm 4,64) ($p = 0,000$). Não houve diferença significativa entre G2 e G3 ($p = 0,774$). Dentro das limitações do estudo, pode concluir-se que a percentagem de perda de torque inicial é inferior quando parafusos que já sofreram a aplicação de um torque inicial foram utilizados, mantendo-se estável após aplicação de torques sucessivos.

Saboury et al. (2012) avaliaram a porcentagem de valores de contra-torque em pilares usinados de titânio e pilares calcináveis em implantes de diâmetro reduzido. Três grupos de cinco amostras foram avaliados: grupo 1 (G1), pilares pré-fabricados de titânio, grupo 2 (G2), pilares calcináveis retos fundidos com ouro-paládio, e grupo 3 (G3), pilares calcináveis angulados fundidos com ouro-paládio. Em cada pilar foi dado torque de 24 Ncm de acordo com as instruções do fabricante, após 3 minutos os pilares foram removidos, essa sequência foi repetida 5 vezes para cada amostra. Os valores de contra-torque e de torque em todos os grupos foram anotados. A média da perda de torque em cada grupo foi calculada como percentagem do valor inicial de torque. Os dados para todos os grupos foram comparados e calculados utilizando análise de variância (ANOVA) e t-teste. As médias de contra-torque em G1, G2 e G3 foram $88,1 \pm 1,69$; $93,1 \pm 2,68$ e $80,9 \pm 4,95\%$, respectivamente. A ANOVA mostrou diferenças significativas na média de contra-torque aplicado ($p < 0.001$) e torque ($p < 0,6$) de aperto entre os diferentes grupos. G2 apresentaram valores contra-torque significativamente maior ($p < 0,5$). Não foram encontradas diferenças significativas entre G1 e G2. Surpreendentemente, fratura do parafuso do pilar ocorreu em três amostras de G3. Concluíram que G3 apresentou redução de torque significativo em percentual ($p < 0,05$) e apresentou fratura parafuso do pilar durante a avaliação. G2 apresentou a menor redução de torque.

Cavalcanti (2012) avaliou a capacidade de selamento da guta-percha e da fita de politetrafluoretileno (PTFE), contra a penetração de *E. coli* através do conduto de pilares protéticos com encaixes de hexágono externo (HE) e cone Morse (CM) através de um modelo *in vitro*. Foram utilizados 120 conjuntos de análogos associados aos seus respectivos pilares protéticos, sendo metade de cada sistema, divididos em quatro grupos, com guta percha, com PTFE, sem selamento e um grupo controle negativo. A análise microbiológica foi realizada utilizando-se colônias de *E. Coli* transportadas diretamente da placa de cultivo para o interior dos pilares protéticos de titânio, contaminando-se sua porção mais apical pela base, antes de serem aparafusados em seus respectivos análogos. Cada conjunto de análogo/pilar protético foi imerso em tubos de ensaio contendo 5 ml de caldo Brain-Hert infusion (BHI) e incubados a 37 graus centígrados durante 14 dias com verificação diária de presença de contaminação, de acordo com o turvamento do meio nutriente. Os resultados revelaram que a capacidade de vedamento dos componentes selados com PTFE foram os mesmos do grupo em que nenhum material foi colocado no vedamento do conduto. O grupo selado com guta percha foi o que demonstrou maior capacidade de vedamento.

Zago (2012) avaliou a microinfiltração do corante azul de metileno através da interface pilar/implante, acumulado na câmara interna de 20 implantes de hexágono externo e 20 implantes de hexágono interno (Titanium Fix, São Jose do Campos, São Paulo, Brasil) utilizando ou não um agente de vedamento politetrafluoretileno (PTFE) em torno do parafuso de fixação do componente protético. Cada unidade recebeu 4 mm de cone de papel absorvente na câmara interna dos implantes com o objetivo de reter o corante. Os corpos de prova foram inseridos em mufla adaptada para receber pressão, e embebidos em 300 ml de solução tamponada

de azul de metileno 0,5% e submetidos a uma pressão 2.2 Kgf/cm² por um período de 24 horas. Nos implantes de hexágono interno, os parafusos envoltos pelo PTFE, reduziram a penetração do azul de metileno. Os implantes de hexágono externo não apresentaram redução de microinfiltração quando nas situações em que se realizou o não vedamento com PTFE.

Feitosa et al. (2013) compararam o torque e os valores de destorque de parafusos protéticos de hexágono externo, hexágono interno, e implantes Cone Morse em restaurações unitárias antes e depois de ciclagem mecânica. Para isso uma amostra de 30 implantes foi dividida em três grupos (n=10) da seguinte forma: grupo HE - implante hexágono externo, grupo HI - hexágono interno implante, e o grupo CM – Cone Morse. Pilares universais foram parafusados sobre os implantes e coroas metálicas foram cimentadas sobre o pilar. As amostras foram submetidas a um teste mecânico de 1 milhão de ciclos, com uma frequência de oito ciclos por segundo sob uma carga de 400N. A aplicação e registro do torque do parafuso (T0) e destorque (T1) foram realizadas antes e depois do teste. Os resultados foram avaliados estatisticamente por análise de variância (ANOVA) e Teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Os resultados demonstraram que não houve diferença significativa entre os valores de T0 e T1 antes e depois da aplicação de cargas, nas amostras dentro de um grupo. Contudo os implantes com conexões internas, particularmente CM, mostraram melhor estabilidade.

Carvalho et al. (2014) investigaram o efeito de diferentes materiais de pilares e conexões na distribuição de tensões em restaurações implanto-suportadas unitárias anteriores com o método dos elementos finitos. Nove grupos experimentais foram modelados a partir da combinação de três tipos plataforma (hexágono externo, hexágono interno e Cone Morse) e três materiais de pilares (titânio, zircônia, e híbrido).

O carregamento oclusal 49 N foi aplicada em 6 passos para simular a orientação incisal. A tensão equivalente de von Mises (σ_M) foi usado, para a avaliação qualitativa e quantitativa do implante e pilar em todos os grupos e o máximo (σ_{max}) e mínimo (σ_{min}) tensões principais para a comparação numérica das peças de zircônia. Os resultados demonstraram a maior σ_M nos grupos de Cone Morse e os mais baixos do hexágono externo - híbrido, hexágono interno em titânio e grupos de hexágono interno e híbrido. Os valores σ_{max} e σ_{min} foram menores nos grupos de híbridos do que nos grupos de zircônia. A distribuição de tensões foi concentrada na interface pilar-implante em todos os grupos, independentemente da conexão ou do material do pilar. Os autores concluíram que o tipo de conexão provoca mais tensão do que o material do pilar. Os valores de tensão para os implantes foram semelhantes entre as diferentes conexões de plataforma, mas maiores concentrações de tensões foram observadas em conexões internas.

Kim et al. (2014) avaliaram e compararam pilares em implantes com diferentes conexões protéticas e os valores de torque de remoção (VTR) antes e após o carregamento cíclico. Foram selecionadas cinco conexões implante-pilar: Externo = hexágono externo + pilar com duas peças; Interno- H2 = hexágono interno + duas peças de pilar; Interno- H1 = hexágono interno + pilar unitário; Int-O2 = octágono interno + duas peças de pilar; e Interno-O1 = octágono interno + uma peça pilar. Dez pilares de cada grupo foram garantidos aos seus respectivos implantes (total n=50). Todas as amostras foram testadas em uma máquina universal de ensaios com uma carga vertical de 250 N para 100.000 ciclos de 14 Hz. A quantidade de sedimentação do pilar no implante foi calculada a partir da alteração no comprimento total do implante e pilar de amostra antes e depois do carregamento, como medida com um micrometro digital. O VTR após carga cíclica foi comparado com o VTR inicial com um

torquímetro digital. A análise estatística foi realizada com nível de significância de 5%. Um teste de comparações múltiplas mostrou diferenças específicas significativas na resolução de valores em cada grupo após 250 N cargas cíclicas (Interno-H1, Ext < Interno-H2 < Interno-O2 < Interno- O1). Houve diminuição estatisticamente significativa da VTRs depois de carregar em comparação com as VTRs iniciais nos grupos Int-O2 e Int- H2. Não houve diferenças estatisticamente significativas foram encontradas na Ext, Int-H1, e grupos Int- O1. Os resultados deste estudo demonstraram que a quantidade de sedimentação e VTR (perda de pré-carga) após carga cíclica eram específicas para o tipo de pilar e relacionado com as características do projeto da conexão implante-pilar.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar comparativamente a força de contra-torque de parafusos de componentes protéticos envolvidos ou não pelo politetrafluoretileno (PTFE) sobre implantes de hexágono externo e interno.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Essa pesquisa recebeu dispensa do Comitê de Ética em Pesquisa por não se tratar de pesquisa com seres humanos (protocolo nº 2011/0332).

4.1 Delineamento Experimental

Unidades experimentais: 40 implantes+ 40pilares

Variável de resposta: Força de contra-torque (N) avaliada através de torquímetro manual e mensurada em Ncm.

Fatores em estudo: Implantes em dois níveis: Hexágono Externo (HE), Hexágono Interno (HI); Aparafusamento em dois níveis: Com e sem Politetrafluoretileno (PTFE).

Os fatores em estudo foram designados às unidades experimentais por processo aleatório.

4.2 Obtenção da Amostra

Para a análise comparativa de aparafusamento *in vitro*, foram utilizados 40 implantes (Titanium Fix, São Jose dos Campos, São Paulo, Brasil), sendo 20 implantes de hexágono externo (HE) Ti, plataforma regular 4,1 X 13 mm e 20 implantes de hexágono interno (HI) Ti plataforma regular 4,1 X 13 mm.

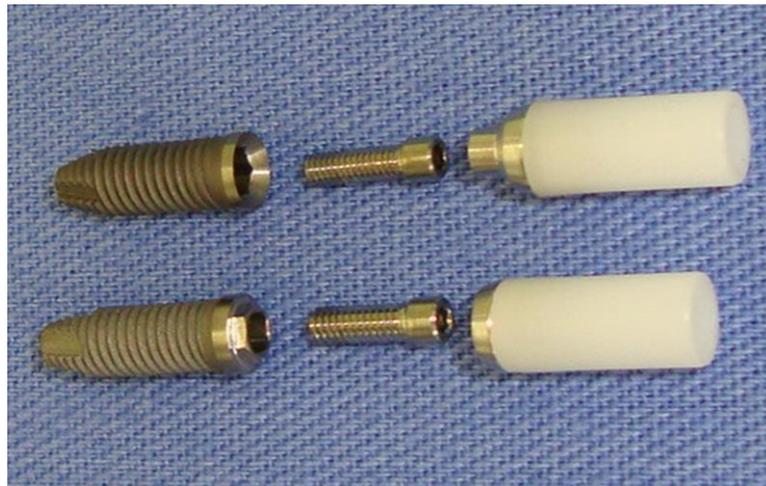
Cada tipo de implante (HE e HI – figura 1) foi dividido em dois grupos, utilizando ou não politetrafluoretileno (PTFE, Amanco, Joinville, SC, Brasil – figura 2) ao redor do parafuso de fixação do componente protético (n=10 - quadro 1).

Quadro 1 - Grupos Experimentais (n=10)

Implantes de Hexágono Externo Ti	Implantes de Hexágono Interno Ti
Com PTFE	Com PTFE
Sem PTFE	Sem PTFE

Fonte: Autoria própria.

Figura 1 - Conjunto de dos implantes HE e HI utilizados no estudo.



Fonte: Autoria própria.

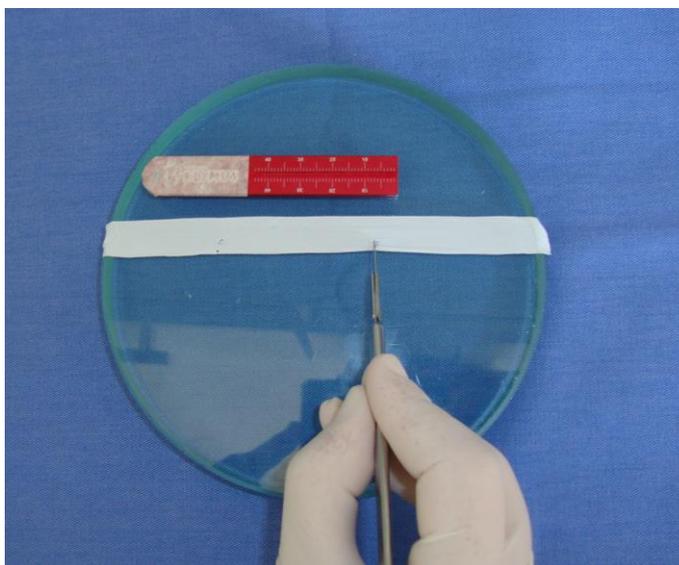
Figura 2 - Fita de politetrafluoretileno.



Fonte: Autoria própria.

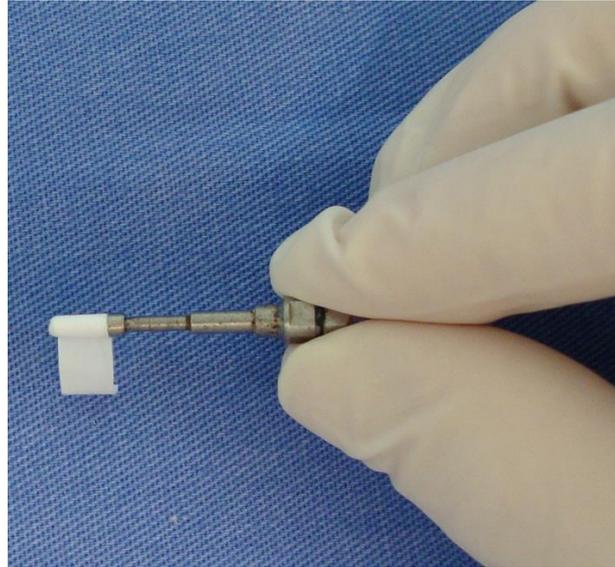
Um estudo piloto utilizando cinco amostras foi realizado previamente ao experimento para definir o comprimento de PTFE a ser utilizado em torno do parafuso de fixação protética. A fita de PTFE (AMANCO, Joinville, SC, Brasil) foi posicionada em uma placa de vidro e tiras de 5 mm de comprimento por 4mm de largura foram obtidas com uma lâmina de bisturi (figura 3). Em seguida esta tira foi posicionada sobre o parafuso de modo a envolvê-lo totalmente (figura 4).

Figura 3 - Posicionamento da fita de PTFE para mensuração e corte dos fragmentos utilizados para envolver os parafusos protéticos.



Fonte: Autoria própria.

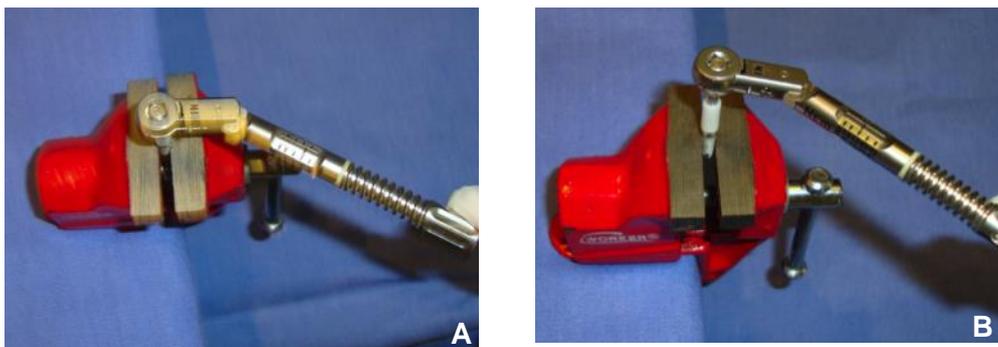
Figura 4 - Envolvimento do parafuso com PTFE.



Fonte: Autoria própria.

Todas as unidades receberam o torque com torquímetro manual (Titanium Fix, São Jose do Campos, São Paulo, Brasil) de acordo com o fabricante, para implantes de hexágono externo (32 N - figura 5A) e implante de hexágono interno (32N - figura 5B), com o auxílio de uma chave hexagonal 1.2.

Figura 5 - Torque sendo dado com implante suportado por morsa de mesa.



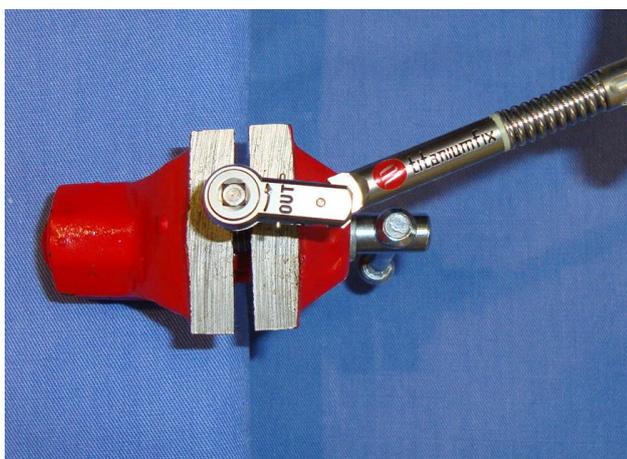
Legenda: A) Torque de 32N para implantes HE; B) Torque de 32N para implantes HI.

Fonte: Autoria própria.

4.3 Análise força de contra-torque

Após o torque dos parafusos de fixação protética, os parafusos foram contra-torqueados com um torquímetro manual (Titanium Fix-São Jose dos Campos, São Paulo, Brasil - figura 6), e os valores foram aferidos os valores em Newtons.

Figura 6 - Contra-torque com um torquímetro manual.



Fonte: Autoria própria.

4.4 Análise Estatística

Após ter sido verificado o atendimento às pressuposições de normalidade e de homogeneidade de variância, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a dois critérios, ao nível de significância de 5%. Os cálculos estatísticos foram realizados com o software BioEstat 5.0.

5 RESULTADOS

A ANOVA a dois critérios não revelou efeito significativo da interação entre os fatores em estudo *Tipo de implante e Aparafusamento* ($p = 0,999$). Para ambos os tipos de implante, não se verificou diferença significativa entre os valores de força de contra-torque quando se utilizou o PTFE na rosca de fixação do componente protético ($p=0,472$). Independentemente do vedamento ou não com PTFE, observou-se diferença na força de contra-torque para os implantes do tipo hexágono externo e interno ($p=0,027$), sendo que os últimos apresentaram valores estatisticamente inferiores (média: 16 N e desvio padrão: 3 N) àqueles mensurados para os implantes do tipo hexágono externo (média: 18 N e desvio padrão: 2 N).

A tabela 1 e o gráfico 1 revelam a média e desvios padrão dos valores de força de contra-torque para cada grupo.

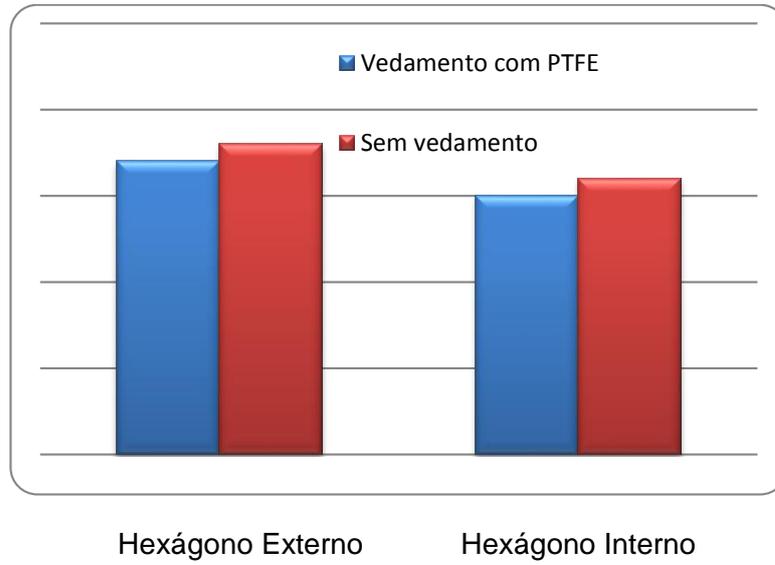
Tabela 1 - Média e desvio padrão da força de contra-torque (N) segundo o tipo de implante e a presença ou não de PTFE.

Tipo de implante	Com PTFE	Sem PTFE	Média Geral
Hexágono externo	17(3)	18(1)	18(2) A
Hexágono interno	15(4)	16(2)	16(3) B

Médias seguidas por letras distintas na coluna indicam diferença estatística significativa

Fonte: Autoria própria.

Gráfico 1 - Diagrama de colunas quanto à força de contra-torque (N), segundo o tipo de implante e o vedamento da rosca de parafusos de fixação do componente protético com PTFE.



Fonte: Autoria própria.

6 DISCUSSÃO

A presença de micro fenda entre o implante e o pilar protético pode ser responsável pelo acúmulo do biofilme peri-implantar, composto por várias cepas bacterianas. Esta desadaptação é descrita como fator etiológico de processos inflamatórios, apresentando como consequência a desorganização dos tecidos, podendo interferir na saúde peri-implantar em longo prazo (Anjos et al., 2011).

As diferenças no desenho do implante podem afetar o risco potencial para a invasão de microorganismos orais para o *microgap* da interface do pilar/implante em condições dinâmicas de carregamento (Koutouzis et al., 2011), e tipos de conexão do implante ou pilar também influenciam a manutenção do pré-aparafusamento (Panza et al., 2010). O grau de infiltração num sistema de implante específico presumivelmente é uma condição multifatorial dependente da precisão de encaixe entre o implante e o pilar, o grau de micro movimento entre os componentes, e do torque de forças utilizadas para ligá-los (Steinebrunner et al., 2005). Este trabalho mostrou diferenças de torque e contra-torque entre conexões HI e HE, que foram selecionadas por serem continuamente estudadas em relação às desadaptações que apresentam o que pode contribuir para o aumento da infiltração bacteriana que ocorre em todos os sistemas através da interface do pilar-implante, com a variabilidade entre torques de fechamento, onde o uso do PTFE poderia diminuir a infiltração na interface parafuso/pilar.

Para minimizar esta contaminação, Jansen et al. (1997) sugeriram a utilização de uma arruela de silicone instalada na interface implante/pilar, que reduziu significativamente a infiltração bacteriana quando comparada ao modelo padrão. Baseado neste estudo e na utilização de materiais poliméricos que reduziram a

contaminação em diferentes sistemas (Rimondini et al., 2001), o politetrafluoretileno (PTFE) surge como uma possibilidade de vedamento da câmara de acesso e do parafuso protético (Moraguez, Belser, 2010). Nesse sentido, Zago (2012) demonstrou menor microinfiltração de corante para o interior da câmara do implante quando o parafuso protético foi envolvido com PTFE associado a conexões do tipo hexágono interno. Neste estudo observou-se que o PTFE não interferiu no contra torque dos parafusos de fixação protética nos implantes HE e HI. Isto pode ter ocorrido por ser este material praticamente inerte, que não reage com outras substâncias químicas, e isto se deve basicamente a proteção dos átomos de flúor sobre a cadeia carbonada (Martins, 2009). Esta reduzida reatividade permite que a sua toxicidade seja praticamente nula sendo, também, o material com o terceiro mais baixo coeficiente de atrito de todos os materiais sólidos conhecidos. Outra qualidade característica é sua impermeabilidade mantendo, portanto, suas qualidades em ambientes úmidos. Sendo assim, mesmo interpondo o PTFE nas roscas do parafuso não houve influência no contra-torque o que não impossibilitaria sua utilização considerando a característica de manter o torque inicial.

Rezende et al. (2011) avaliaram a eficácia de uma pasta composta de polimetilmetacrilato (PMMA) e politetrafluoretileno (PTFE) no travamento de parafusos de pilares em reposições unitárias sobre implantes, após ensaios de ciclagem mecânica. Na comparação entre os grupos, o contra-torque final apresentado pelo grupo controle foi significativamente menor ao apresentado pelo grupo com pasta de vedação de PMMA e PTFE. Contudo, segundo Santafé (2010), os valores de pré-carga maiores são obtidos em conexões cone morse, e a conexão hexágono interno é a mais estável, seguida do sistema com hexágono externo, também com resultados aceitáveis, após a ciclagem mecânica.

A carga mecânica aumenta o torque de remoção de pilares sob carregamentos mecânicos em comparação com os pilares não submetidos ao carregamento, e os valores de torque de remoção tendem a diminuir à medida que o número de ciclos de inserção/remoção aumenta (Tavarez, 2003; Coppedê et al., 2009). Alguns estudos relatam uma redução estatisticamente significativa da condição de torque após o ensaio de fadiga onde a menor redução é encontrada no grupo hexágono interno, e a maior no grupo hexágono externo (Tavarez, 2003) Porém, neste trabalho, os dados mostraram que independentemente do tipo de implante, não houve diferença na força de contra-torque com o uso ou não do PTFE ($p>0,05$), provavelmente em razão dos implantes de hexágono interno não terem sido submetidos à ensaios de fadiga e também por ser de espessura extremamente fina da fita de PTFE e ajustar-se totalmente aos parafusos, pois o propósito deste é a vedação.

Segundo Weiss et al. (2000), o torque de apertamento é aumentado, onde todas as partes correspondentes estão em contato, a pré-carga também aumenta fazendo com que a união do parafuso torne-se gradativamente mais resistentes a carga, porém foi demonstrado neste estudo que independentemente do uso ou não do PTFE, os implantes do tipo hexágono interno apresentam força de contra-torque estatisticamente inferior àquela observada para os implantes do tipo hexágono externo. Isto pôde ocorrer porque, concordando com a afirmação de Weiss et al. (2000), o sistema de hexágono interno apresenta menor superfície (quantidade rosca) de contato, devido ao espaço do hexágono no interior do implante. Também Carvalho et al. (2014) sugeriram em seu estudo de elementos finitos que maiores tensões são geradas na região da cabeça do implante em conexões internas comparado ao hexágono externo. Por outro lado, Feitosa et al. (2013) encontraram maior

estabilidade de torque após fadiga para conexões internas e Kim et al. (2014) não encontraram diferenças no contra-torque de HE e HI após ciclagem mecânica.

Dessa maneira, a utilização do PTFE não interferiu no contra-torque dos parafusos protéticos, sendo possível sua indicação clínica sabendo que o mesmo não teria influência na estabilidade do parafuso.

7 CONCLUSÃO

Conclui-se que o envolvimento do parafuso protético com a fita de politetrafluoretileno não interferiu no valor da força de contra-torque dos mesmos; no entanto, independentemente da presença do politetrafluoretileno os implantes com hexágono externo apresentaram maior força de contra-torque comparados aos implantes de hexágono interno.

REFERÊNCIAS¹

Anjos CM, Harari ND, Reis RSA, Vidigal Jr GM. Análise in vitro da infiltração bacteriana na interface de pilares protéticos e implantes cone-morse. *ImplantNews*. 2011;8(2):239-43.

Barbosa GS, Silva-Neto JP, Simamoto-Júnior PC, Neves FD, Mattos MG, Ribeiro RF. Evaluation of screw loosening on new abutment screws and after successive tightening. *Braz Dent J*. 2011;22(1):51-5.

Bickford JH. An introduction to the design and behavior of bolted joint. New York: Marcel Decker; 1981.

Carvalho MA, Sotto-Maior BS, Del Bel Cury AA, Pessanha Henriques GE. Effect of platform connection and abutment material on stress distribution in single anterior implant-supported restorations: A nonlinear 3-dimensional finite element analysis. *J Prosthet Dent*. 2014 May 12. [Epub ahead of print].

Cavalcanti AGA. Eficácia da guta-percha e da fita de politetrafluoretileno no selamento microbiológico do conduto de pilares protéticos sobre hexagon externo e cone morse. Campinas: [s.n]; 2012 123f.:il.

Cibirka RM, Nelson SK, Lang BR, Rueggeberg FA. Examination of the implant-abutment interface after fatigue testing. *J Prosthet Dent*. 2001 Mar;85(3):268-75

Coelho PG, Sudack P, Suzuki M, Kurtz KS, Romanos GE, Silva NR. In vitro evaluation of the implant abutment connection sealing capability of different implant systems. *J Oral Rehabil*. 2008 Dec;35(12):917-24. Epub 2008 Oct 29.

Coppedê AR, Mattos MG, Rodrigues RC, Ribeiro RF. Effect of repeated torque/mechanical loading cycles on two different abutment types in implants with internal tapered connections: an in vitro study. *Clin Oral Implants Res*. 2009 June;20(6):624-32. Epub 2009 Mar 4.

Delben JA, Gomes EA, Barão VA, Kuboki Y, Assunção WG. Evaluation of the effect of retightening and mechanical cycling on preload maintenance of retention screws. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011 Mar-Apr;26(2):251-6.

Feitosa PC, de Lima AP, Silva-Concílio LR, Brandt WC, Neves AC. Stability of external and internal implant connections after a fatigue test. *Eur J Dent*. 2013 July;7(3):267-71.

Fernandes TROF, Gehrke AS, Mardegan FEC, De Bortoli Jr N, Tritto MA. Estudo comparativo do torque de remoção dos parafusos de conexão. *J Health Sci Inst*. 2011;29(3):161-5.

¹ De acordo com o Manual de Normalização para Dissertações e Teses da Faculdade São Leopoldo Mandic de 2014, baseado no estilo Vancouver e abreviatura dos títulos de periódicos em conformidade com o Index Medicus.

Goheen KL, Vermilyea SG, Vossoughi J, Agar JR. Torque generated by handheld screwdrivers and mechanical torquing devices for osseointegrated implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1994 Mar-Apr;9(2):149-55.

Gross M, Abramovich I, Weiss EI. Microleakage at the abutment-implant interface of osseointegrated implants: a comparative study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1999 Jan-Feb;14(1):94-100.

Hoshaw SJ, Brunski JB, Cochran GV. Mechanical loading of Branemark implants affects interfacial bone modeling and remodeling. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1994 Mar;9:345-60.

Hoyer SA, Stanford CM, Buranadham S, Fridrich T, Wagner J, Gratton D. Dynamic fatigue properties of the dental implant-abutment interface: joint opening in wide-diameter versus standard-diameter hex-type implants. *J Prosthet Dent*. 2001 June;85(6):599-607.

Jansen VK, Conrads G, Richter EJ. Microbial leakage and marginal fit of the implant-abutment interface. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1997 July-Aug;12(4):527-40.

Kim KS, Han JS, Lim YJ. Settling of abutments into implants and changes in removal torque in five different implant-abutment connections. Part 1: cyclic loading. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014 Sep-Oct;29(5):1079-84

Koutouzis T, Wallet S, Calderon N, Lundgren T. Bacterial colonization of the implant-abutment interface using an in vitro dynamic loading model. *J Periodontol*. 2011 Apr;82(4):613-8. Epub 2010 Nov 2.

Lee J, Kim YS, Kim CW, Han JS. Wave analysis of implant screw loosening using an air cylindrical cyclic loading device. *J Prosthet Dent*. 2002 Oct;88(4):402-8.

Martins SA. Identificação e caracterização de compósitos poliméricos [dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2009.

Moráguez OD, Belser UC. The use of polytetrafluorethylene tape for the management of screw access channels in implant-supported prostheses. *J Prosthet Dent*. 2010 Mar;103(3):189-91.

Nascimento C, Pedrazzi V, Miani PK, Moreira LD, Albuquerque RF. Influence of repeated screw tightening on bacterial leakage along the implant-abutment interface. *Clin Oral Implants Res*. 2009 Dec;20(12):1394-7. Epub 2009 Aug 26.

Orsini G, Farnal S, Sarano A, Petrone G, di Silvestro S, Piattelli A. Tissue reactions, fluids, and bacterial infiltration in implants retrieved at autopsy: a case report. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2000 Mar-Apr;15(2):283-6.

Panza L, Boscatto N, Cury AA Del Bel. Avaliação do pré-aparafusamento em pilares e parafusos protéticos em diferentes conexões de implante. *Rev Odonto Ciênc*. 2010;25(3):292-5.

Quirynen M, van Steenberghe D. Bacterial Colonization of the internal part of two-stage implants. An in vivo study. *Clin Oral Impl Res*. 1993 Sept;4(3):158-61.

Rezende CEE, Lopes AC, Sendyk WR, Kairalla RA. Eficácia de uma pasta de vedação no travamento dos parafusos de pilares protéticos em implantes com hexágono externo. *ImplantNews*. 2011;8(3):100-6.

Rimondini L, Marin C, Brunella F, Fini M. Internal Contamination of a 2-component Implant System after occlusal loading and provisionally luted reconstruction with or without a washer device. *J Periodontol*. 2001 Dec;72(12):1652-7.

Saboury A, Neshandar Asli H, Vaziri S. The effect of repeated torque in small diameter implants with machined and premachined abutments. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2012 May;14 Suppl 1:e224-30. Epub 2012 Feb 29.

Santafé S. Avaliação da pré-carga e do torque de remoção pós ciclagem mecânica de três sistemas de conexão implante-pilar protético [dissertação]. Rio Grande do Sul: Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2010.

Shibli JA, Martins MC, Rossa JRC, Marcantonio JRC, Ito IY. Microbiota relacionada à periimplantite. *Rev CROMG*. 2002;8(1):60-4.

Steinebrunner L, Wolfart S, Bössmann K, Kern M. In vitro evaluation of bacterial leakage along the implant-abutment interface of different implant systems. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2005 Nov-Dec;20(6):875-81.

Tavarez RRJ. Análise comparativa da interface de implantes de conexão externa e interna em restaurações unitárias cimentadas e parafusadas, antes e após ensaios de fadiga [tese]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo; 2003.

Teixeira W, Ribeiro RF, Sato S, Pedrazzi V. Microleakage into and from two-stage implants: an in vitro comparative study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011 Jan-Feb;26(1):56-62.

Tesmer M, Wallet S, Koutouzis T, Lundgren T. Bacterial colonization of the dental implant fixture-abutment interface: an in vitro study. *J Periodontol*. 2009 Dec;80(12):1991-7.

Tzenakis GK, Nagy WW, Fournelle RA, Dhuru VB. The effect of repeated torque and salivary contamination on the preload of slotted gold implant prosthetic screws. *J Prosthet Dent*. 2002 Aug;88(2):183-91.

Weiss EL, Kosak D, Gross MD. Effect of repeated closures on opening torque values in seven abutment implant systems. *J Prosthet Dent*. 2000 Aug;84(2):194-9.

Zago CDR. Avaliação Quantitativa da microinfiltração na interface pilar/implante utilizando ou não um agente de vedamento envolvido no parafuso de fixação do componente protético [dissertação]. Campinas: Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic; 2012.

ANEXO A - COMUNICADO DE DISPENSA DE SUBMISSÃO AO COMITÊ

São Leopoldo Mandic
Centro de Pós-Graduação
Comunicado de Dispensa de Submissão ao Comitê

Campinas, terça-feira, 23 de abril de 2013

Ao(a)

RA

C.D. Paulo Ricardo Menezes Bento

0915800

Curso: Implantodontia

Comitê: Comitê de Ética e Pesquisa

Prezado(a) Aluno(a):

O projeto abaixo descrito, apresentado ao respectivo Comitê de Ética, nesta Instituição, foi dispensado de ser submetido à análise, por tratar-se exclusivamente de pesquisa laboratorial, sem envolvimento de seres humanos ou materiais.

Número do Protocolo: 2011/0332

Data entrada do Projeto: 31/10/2011

Data da Reunião do Comitê: 7/11/2011

Orientação por: Fabiana Mantovani Gomes França

Projeto: *Avaliação Quantitativa do Contra-Torque de Componentes Utilizando ou não PTFE na osca dos Parafusos de Fixação.*

Cordialmente,

Profa Dra Fernanda Lopes da Cunha
Presidente do Comitê de Ética e Pesquisa