

Dircilene Colares de Souza

**Avaliação do padrão superficial e
geométrico de parafusos para retenção
de próteses implanto-suportadas**

Florianópolis-SC

Fevereiro, 2004

Dircilene Colares de Souza

**Avaliação do padrão superficial e
geométrico de parafusos para retenção
de próteses implanto-suportadas**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Odontologia, da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração Implantodontia.

Orientador

Prof.Dr. Antônio Carlos Cardoso

Florianópolis-SC

Fevereiro, 2004

DIRCILENE COLARES DE SOUZA

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de “Mestre em Odontologia”, área de concentração Implantodontia, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Odontologia.

Florianópolis, 20 de fevereiro de 2004.

Prof.Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrada
-Coordenador do Programa-

BANCA EXAMINADORA:

Prof.Dr. Antônio Carlos Cardoso
-Orientador-

Prof.Dr. Ivan Ribeiro de Faria
-Membro-

Prof.Dr. Hamilton Pires Maia
-Membro-

Dedico este trabalho

Aos meus queridos pais Agostinho e Virginia, que dedicam as suas vidas em prol de seus filhos.

Às minhas queridas irmãs Daisy, Denise, Darlene, Dilza e Dione, que são para mim como espelhos e fontes de inspiração.

Ao meu querido irmão Guto, companheiro de infância e adolescência, que é para mim um exemplo de amor pela vida.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador professor Antônio Carlos Cardoso, que desde o início do curso despertou em mim grande admiração pela sua pessoa, e por ter acreditado em meu trabalho e confiado a mim grandes tarefas. Obrigada também pelo inestimável conhecimento transmitido.

Ao coordenador do curso de mestrado em implantodontia, professor Ricardo de Souza Magini, pelos ensinamentos transmitidos sobre o mundo da docência e pesquisa, e pelas sinceras demonstrações de apoio e amizade.

Ao coordenador do programa de Pós-graduação em Odontologia, professor Mauro Amaral Caldeira de Andrada, pelo apoio financeiro durante a execução da pesquisa.

Às empresas Conexão Sistemas de Prótese, INP, 3i Implant Innovations e Nobel Biocare, pela doação de parafusos para a pesquisa.

Ao Sr. Ivo Tiegs, pela contribuição para a confecção dos parafusos experimentais.

Ao Dr. José Scarso Filho, pela ajuda na solicitação de parafusos perante as empresas.

Ao LabMat da Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, através dos operadores do microscópio eletrônico de Varredura, Mislene, Rafael e Priscila, que sempre foram atenciosos e dedicados para a execução das imagens.

Às funcionárias do CEPID, Rose, Gisella e Dolores, pela disposição de sempre quererem ajudar.

À funcionária da Pós-graduação, Ana, pela dedicação em sua função.

Aos meus alunos da 9ª fase, especialização e atualização, pela contribuição na minha formação de professora.

Aos meus pacientes do CEPID, pela confiança depositada em mim.

Aos colegas de mestrado e doutorado em implantodontia, que compartilharam comigo grandes momentos do curso.

À minha ex-professora do Centrinho, Dra. Malu Rezende, por ter estado ao meu lado em todos os meus momentos iniciais dentro da área da implantodontia. Obrigada pelo apoio.

Ao estatístico Caio Sena de Paula, pela execução da análise estatística do trabalho.

À minha família, que apesar da distância, está sempre presente em minha vida e com amor conseguimos superar a saudade.

À Jesus Cristo, que na sua graça, colocou todas as pessoas acima citadas em meu caminho para ajudar-me nesta fase de minha vida. Que Deus as abençoe, Amém.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fotografia de parafusos de ouro e de titânio para retenção de próteses implanto-suportadas.	38
Figura 2: Parafusos posicionados sobre dispositivos apropriados (stubs) para avaliação no MEV.	39
Figura 3: Vista aproximada (superior e lateral) de um parafuso posicionado sobre uma base de maneira que a cabeça do parafuso ficasse totalmente apoiada no adesivo (retângulo preto) e as roscas suspensas.	40
Figuras 4A/ 4B: Imagens da cabeça do parafuso. Ausência de irregularidades em 4A. Presença de irregularidades em 4B.	41
Figuras 4C/ 4D: Imagens da cabeça do parafuso. Presença de irregularidades em 4C (base da cabeça), e com maior aumento em 4D.	42
Figuras 5 A e 5B: Imagens do pescoço do parafuso. Ausência (5A) e presença de irregularidades (5B).	43
Figura 6 : Ausência de irregularidades nas roscas do parafuso.	44
Figuras 7A: Presença de irregularidades (rebarbas de metal) nas roscas dos parafusos.	44
Figuras 7B / 7C: Presença de irregularidades (rebarbas de metal) nas roscas dos parafusos.	45
Figuras 8A e 8B: Presença de irregularidades no vale de uma rosca de parafuso com aumento de 800x (8A) e de 3200x (8B).	46

Figuras 9A / 9B / 9C / 9D: Exemplos de imagens obtidas da cabeça (9A e 9B) e das roscas (9C e 9D). As imagens 9A e 9C foram primeiramente geradas. As imagens 9B e 9D foram geradas através do Detector BSE, onde os pontos mais escuros registram a presença de detritos não metálicos nas superfícies dos parafusos.

Figura 10: Imagem do MEV mostrando a localização das medidas realizadas dos parâmetros A, B, C e D.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Média da variável passo de rosca dos lotes estudados para o Grupo I.	50
Gráfico 2: Média da variável largura dos picos de rosca dos lotes estudados para o Grupo I.	52
Gráfico 3: Média da variável largura dos vales de rosca dos lotes estudados para o Grupo I.	54
Gráfico 4: Média da variável diâmetro do corpo dos lotes estudados para o Grupo I.	56
Gráfico 5: Média da variável passo de rosca dos lotes estudados para o Grupo II.	60
Gráfico 6: Média da variável largura dos picos de rosca dos lotes estudados para o Grupo II.	62
Gráfico 7: Média da variável largura dos vales de rosca dos lotes estudados para o Grupo II.	63
Gráfico 8: Média da variável diâmetro do corpo dos lotes estudados para o Grupo II.	66
Gráfico 9: Histograma da variável passo de rosca dos parafusos do Grupo III.	69
Gráfico 10: Histograma da variável largura dos picos de rosca dos parafusos do Grupo III.	70
Gráfico 11: Histograma da variável largura dos vales de rosca dos parafusos do Grupo III.	71
Gráfico 12: Histograma da variável diâmetro do corpo dos parafusos do Grupo III.	72
Gráfico 13: Média da variável passo de rosca dos lotes estudados para o Grupo IV.	73

Gráfico 14: Média da variável largura dos picos de rosca dos lotes estudados para o Grupo IV.	75
Gráfico 15: Média da variável largura dos vales de rosca dos lotes estudados para o Grupo IV.	77
Gráfico 16: Média da variável diâmetro do corpo dos lotes estudados para o Grupo IV.	79
Gráfico 17: Histograma da variável passo de rosca dos parafusos do Grupo V.	82
Gráfico 18: Histograma da variável largura dos vales de rosca dos parafusos do Grupo V.	83
Gráfico 19: Histograma da variável diâmetro do corpo dos parafusos do Grupo V.	84
Gráfico 20: Histograma da variável passo de rosca dos parafusos do Grupo VI.	85
Gráfico 21: Histograma da variável largura dos picos de rosca dos parafusos do Grupo VI.	86
Gráfico 22: Histograma da variável largura dos vales de rosca dos parafusos do Grupo VI.	87
Gráfico 23: Histograma da variável diâmetro do corpo dos parafusos do Grupo VI.	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas do passo de rosca do Grupo I.	50
Tabela 2: Resultados obtidos- ANOVA - da variável passo de rosca dos lotes estudados para o Grupo I.	51
Tabela 3: Resultado da comparação múltipla de Tukey do passo de rosca do Grupo I (para grupos ligados, não foram observadas diferenças estatísticas entre as médias).	51
Tabela 4: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas da largura dos picos de rosca do Grupo I.	52
Tabela 5: Resultados obtidos- ANOVA - da variável largura dos picos de rosca dos lotes estudados para o Grupo I.	53
Tabela 6: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas da largura dos vales de rosca do Grupo I.	54
Tabela 7: Resultados obtidos- ANOVA - da variável largura dos vales de rosca dos lotes estudados para o Grupo I.	55
Tabela 8: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas do diâmetro do corpo do Grupo I.	56
Tabela 9: Resultados obtidos- ANOVA - da variável diâmetro do corpo dos lotes estudados para o Grupo I.	57
Tabela 10: Resultados obtidos- Teste de Proporção- do padrão superficial do parafuso dos lotes estudados para o Grupo I.	58

Tabela 11: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas do passo de rosca do Grupo II.	60
Tabela 12: Resultados obtidos- ANOVA - da variável passo de rosca dos lotes estudados para o Grupo II.	61
Tabela 13: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas da largura dos picos de rosca do Grupo II.	62
Tabela 14: Resultados obtidos- ANOVA - da variável largura dos picos de rosca dos lotes estudados para o Grupo II.	63
Tabela 15: Resultado da comparação múltipla de Tukey da largura dos picos de rosca do Grupo II (para grupos ligados, não foram observadas diferenças estatísticas entre as médias).	63
Tabela 16: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas da largura dos vales de rosca do Grupo II.	64
Tabela 17: Resultados obtidos- ANOVA - da variável largura dos vales de rosca dos lotes estudados para o Grupo II.	65
Tabela 18: Resultado da comparação múltipla de Tukey da largura dos vales de rosca do Grupo II (para grupos ligados, não foram observadas diferenças estatísticas entre as médias).	65
Tabela 19: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas do diâmetro do corpo do Grupo II.	66
Tabela 20: Resultados obtidos- ANOVA - da variável diâmetro do corpo dos lotes estudados para o Grupo II.	67
Tabela 21: Resultados obtidos- Teste de Proporção- do padrão superficial dos lotes estudados para o Grupo II.	68

Tabela 22: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas do passo de rosca do Grupo III.	69
Tabela 23: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação da largura dos picos de rosca do Grupo III.	70
Tabela 24: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação da largura dos vales de rosca do Grupo III.	71
Tabela 25: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação do diâmetro do corpo do Grupo III.	72
Tabela 26: Freqüência de irregularidades dos parafusos de lotes desconhecidos da marca Conexão.	72
Tabela 27: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação do passo de rosca do Grupo IV.	73
Tabela 28: Resultados obtidos- ANOVA - da variável passo de rosca dos lotes estudados para o Grupo IV.	74
Tabela 29: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação da largura dos picos de rosca do Grupo IV.	75
Tabela 30: Resultados obtidos- ANOVA - da variável largura dos picos de rosca dos lotes estudados para o Grupo IV.	76
Tabela 31: Resultado da comparação múltipla de Tukey da largura dos picos de rosca do Grupo IV (para grupos ligados, não foram observadas diferenças estatísticas entre as médias).	76
Tabela 32: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação da largura dos vales de rosca do Grupo IV.	77

Tabela 33: Resultados obtidos- ANOVA - da variável largura dos vales de rosca dos lotes estudados para o Grupo IV.	78
Tabela 34: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação do diâmetro do corpo do Grupo IV.	79
Tabela 35: Resultados obtidos- ANOVA - da variável diâmetro do corpo dos lotes estudados para o Grupo IV.	80
Tabela 36: Resultados obtidos- Teste de Proporção- da variável presença de irregularidades dos lotes estudados para o Grupo IV.	81
Tabela 37: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas do passo de rosca do Grupo V.	82
Tabela 38: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas da largura dos vales de rosca do Grupo V.	83
Tabela 39: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas do diâmetro do corpo do Grupo V.	84
Tabela 40: Frequência de irregularidades dos parafusos da marca INP.	84
Tabela 41: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas do passo de rosca do Grupo VI.	85
Tabela 42: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas da largura dos picos de rosca do Grupo VI.	86
Tabela 43: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas da largura dos vales de rosca do Grupo VI.	87

Tabela 44: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas do diâmetro do corpo do Grupo VI.	88
Tabela 45: Frequência de irregularidades dos parafusos Experimentais.	88
Tabela 46: Resultados obtidos- Teste de Proporção- do padrão superficial das marcas avaliadas.	89

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUÇÃO	18
2. REVISÃO DA LITERATURA	21
2.1. Tipos de retenção para próteses sobre implantes	21
2.2. Definição de pré-carga	22
2.3. Componentes protéticos	22
2.3.1. Mecanismo do parafuso	24
2.3.2. Afrouxamento do parafuso	28
2.3.3. Geometria dos parafusos de retenção protética	35
3. PROPOSIÇÃO	37
4. MATERIAL E MÉTODOS	38
4.1. Obtenção dos grupos de estudo	38
4.2. Avaliação microscópica dos parafusos	39
4.3. Análise Estatística	49
5. RESULTADOS	50
5.1. Avaliação do padrão superficial e geométrico do Grupo I	50
5.2. Avaliação do padrão superficial e geométrico do Grupo II	60
5.3. Avaliação do padrão superficial e geométrico do Grupo III	69
5.4. Avaliação do padrão superficial e geométrico do Grupo IV	73
5.5. Avaliação do padrão superficial e geométrico do Grupo V	82
5.6. Avaliação do padrão superficial e geométrico do Grupo VI	85
5.7. Avaliação do padrão superficial entre os Grupos	89
6. DISCUSSÃO	91
7. CONCLUSÕES	98
REFERÊNCIAS	99
APÊNDICES	103

SOUZA, Dircilene Colares de. **Avaliação do padrão superficial e geométrico de parafusos para retenção de próteses implanto-suportadas.** 2004. 108 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Curso de Pós-graduação em Odontologia – Opção Implantodontia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar através de microscopia eletrônica de varredura (MEV) o padrão de fabricação de parafusos de ouro e de titânio para retenção de próteses implanto-suportadas. Quatro parâmetros geométricos foram mensurados em 87 parafusos: A- passo de rosca; B- diâmetro do corpo do parafuso; C- largura do pico de rosca; D- largura do vale de rosca. Os parafusos foram divididos em 6 grupos: Grupo I- 15 parafusos de ouro da marca 3i Implant Innovations; Grupo II- 15 parafusos de titânio da marca Nobel Biocare; Grupo III- 15 parafusos de titânio da marca Conexão Sistema de Prótese; Grupo IV- 15 parafusos de titânio da marca Neodent; Grupo V- 15 parafusos de titânio da marca INP e Grupo VI- 12 parafusos experimentais de titânio. A presença de irregularidades na cabeça, no pescoço e nas roscas dos parafusos também foi observada. Os dados coletados foram submetidos a tratamento estatístico de análise de variância (ANOVA), Teste de Tukey para comparação entre os grupos e Teste de Proporção. Os resultados revelaram que todos os grupos apresentavam diferença estatisticamente significativa em pelo menos um dos parâmetros observados dentro da sua amostra. Concluiu-se que todos os grupos avaliados apresentaram irregularidades e diferenças geométricas nos parafusos.

Palavras-Chaves: Parafuso. Odontologia. Próteses e implantes. Retenção em prótese dentária. Microscopia eletrônica de varredura.

SOUZA, Dircilene Colares de. **Avaliação do padrão superficial e geométrico de parafusos para retenção de próteses implanto-suportadas.** 2004. 108 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Curso de Pós-graduação em Odontologia – Opção Implantodontia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze in scanning electron microscope (SEM) geometric parameters of 87 prosthetic retaining screws from the following companies: Group I- 3i Implant Innovations-gold; Group II- Nobel Biocare-titanium; Group III- *Conexão*-titanium; Group IV- *Neodent*-titanium; Group V- *INP*-titanium; and Group VI- Experimental Screws- titanium. The parameters A-thread pitch; B- diameter of the body; C-crest width; and D-root width were obtained in micrometers (μm) and the presence of manufacturing defects was observed at the head, neck and thread of the screws. The collected data was submitted to analysis of variance (ANOVA) and to the Tukey Test. The results revealed significant differences in at least one of the observed parameters of each group. It was concluded that all groups showed manufacturing defects and geometric differences.

Key-Words: Screw. Dentistry. Prosthesis and implants. Dental prosthesis retention. Microscopy, Electron, Scanning.

FICHA CATALOGRÁFICA

S729a

Souza, Dircilene Colares de

Avaliação do padrão superficial e geométrico de parafusos para retenção de próteses implanto-suportadas / Dircilene Colares de Souza; orientador Antonio Carlos Cardoso. - Florianópolis : 2003.
108 f. : il.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Odontologia, 2003.

Inclui bibliografia.

1. Parafusos - Odontologia. 2. Microscopia eletrônica de varredura
3. Próteses e implantes. I. Cardoso, Antônio Carlos. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

CDU 616.314-089.28

Catálogo na fonte por : Vera Ingrid Hobold Sovernigo CRB-14/009

1. INTRODUÇÃO

O tratamento com implantes dentários vem se tornando cada vez mais acessivo a população, registrando um significativo aumento nos últimos anos. Isso pode ser atribuído não só ao surgimento de vários fabricantes de implantes nacionais, bem como ao número de profissionais realizando tais trabalhos, o que acarretou na diminuição acentuada dos preços dos procedimentos clínicos e dos próprios implantes intraósseos e seus componentes protéticos.

Tais componentes protéticos, entretanto, ainda continuam com o custo de certa forma elevado. Os parafusos de retenção para próteses implanto-retidas, tanto os de ouro como os de titânio, são exemplos disto e, além de serem componentes muito utilizados, necessitam de substituições periódicas nas consultas de controle e manutenção das próteses.

Os parafusos de retenção protética também são denominados parafusos de fixação protética, parafusos protéticos ou, simplesmente, parafusos oclusais.

Embora a principal vantagem da retenção por parafusos sobre a cimentação seja a reversibilidade da prótese, a ocorrência de afrouxamento e fratura desses dispositivos tornam-se complicações para o tratamento.

Os fatores que contribuem para falhas de componentes protéticos são complexos, já que envolvem ciclos de fadiga, fluidos orais, e uma variedade de padrões de mastigação e cargas oclusais (SAKAGUCHI; BORGENSEN, 1995).

Do ponto de vista odontológico e da engenharia, o afrouxamento e/ou fratura de parafusos têm sido atribuídos à vários fatores, tais como: desajustes de componentes, má-adaptação das próteses e à tolerâncias mecânicas (JÖRNÉUS; JEMT; CARLSSON, 1992), ao material dos componentes (BREEDING et al., 1993), irregularidades das superfícies, fadiga e deformação plástica do metal, micromovimentos durante função, parafunção, carga fora do longo eixo do implante, torque e pré-carga aplicados (FOX Jr.; GRUNOR, 1993; JAARDA; RAZZOOG; GRATTON, 1994), elasticidade óssea e ao assentamento do parafuso (HAACK et al., 1995; BINON et al., 1994).

Alguns elementos constituintes das ligas com as quais são confeccionados os parafusos, tornam-os susceptíveis à corrosão, o que também contribui para a ocorrência de falhas clínicas. Além disso, diferenças estruturais e processos de fabricação inconsistentes dos parafusos são relatados na literatura (BOTTINO et al., 1999; RAMBHIA et al., 2002). Por estes motivos, comportamentos clínicos diferentes podem ocorrer e ficam fora do controle do profissional.

Teoricamente, o parafuso de retenção é a parte mais “fraca” entre os componentes de implante e, por isso, afrouxa ou fratura antes dos outros. Entretanto, ocorrem também falhas de outros componentes do conjunto, como os parafusos dos intermediários.

Em 1991, Jemt avaliou 391 próteses fixas em maxilas e mandíbulas desdentadas e observou que duas semanas após a inserção, 120 próteses (30,6%) apresentaram junções de parafusos frouxas. No acompanhamento de 3 meses, as 120 próteses que exigiram apertamento de parafuso apresentaram 94% de parafusos estáveis.

Em 1994, Kallus e Bessing avaliaram a ocorrência de afrouxamento de parafusos de ouro em próteses fixas totais implanto-suportadas após 5 anos de

instalação e relataram que 26% dos parafusos estavam frouxos. Resultados semelhantes foram encontrados para próteses unitárias e parciais fixas (JEMT et al., 1991; JEMT; LINDÉN; LEKHOLM, 1992; JOHANSSON; EKFLD, 2003).

O afrouxamento do parafuso oclusal ocorre com mais freqüência no primeiro ano e reduz sua incidência nos anos subseqüentes. Este fenômeno pode ser justificado pelo período de adaptação que os parafusos apresentam após a instalação inicial da prótese (SAKAGUCHI; BORGERSEN, 1995; LEE et al., 2002).

Para analisar possíveis aspectos da geometria dos parafusos protéticos que possam estar influenciando no comportamento clínico e diminuindo a vida útil destes dispositivos, este estudo foi idealizado para avaliar através de microscopia eletrônica de varredura, parafusos de titânio de fabricantes nacionais e de ouro de uma marca importada quanto à regularidade de superfície e padronização de dimensões, bem como viabilizar a produção de parafusos de boa qualidade por empresa não vinculada a odontologia, na tentativa de redução de custos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Tipos de retenção para próteses sobre implantes:

A fixação de uma prótese implanto-suportada pode ser feita através de parafusos, cimentação ou da combinação de ambos (DRAGO, 2003). A principal vantagem da retenção por parafusos sobre a por cimentação é a reversibilidade da prótese. Entretanto, nas próteses retidas por parafusos, a parte mais fraca do sistema é o parafuso de retenção do cilindro protético devido ao seu tamanho diminuto. A substituição desses parafusos costuma ser menos complicada do que a dos parafusos dos intermediários (McGLUMPHY; MENDEL; HOLLOWAY, 1998).

Mesmo apresentando problemas de afrouxamento, as próteses retidas por parafusos têm sido preferidas no lugar das próteses cimentadas porque podem ser removidas da boca a qualquer momento, conferindo o caráter reversível (BINON et al., 1994; McGLUMPHY; MENDEL; HOLLOWAY, 1998; CHEE et al., 1999).

Segundo McGlumphy, Mendel e Holloway (1998), a reversibilidade das próteses retidas por parafusos facilita a avaliação individual do implante, a inspeção dos tecidos moles, o debridamento de cálculos e qualquer modificação protética, como reparos de porcelana e criação de acessos adicionais para a higienização.

Eckert et al. (2000), relataram que o problema de afrouxamento de parafuso ainda não foi eliminado completamente e que pode causar perda óssea e a falha total do sistema com a fratura do implante.

De acordo com Taylor e Agar (2002), apesar da reversibilidade ser uma das vantagens das próteses parafusadas, a escolha por uma prótese cimentada pode ser feita em função dos seguintes aspectos: resultado estético superior; melhor estabelecimento da oclusão pela ausência de orifícios de acesso aos parafusos; custo relativamente menor; ausência de complicações de parafusos oclusais; ausência da força de união gerada entre vários sistemas de parafusos da prótese, o que diminui o estresse sobre o implante e; simplificação técnica.

2.2. Definição de pré-carga:

A palavra pré-carga vem da tradução da palavra inglesa “preload” e pode ser definida como um torque ideal para manter apertados os parafusos de retenção de próteses sobre implantes, de modo a prevenir a separação dos componentes e fratura de parafusos (JAARDA; RAZZOOG; GRATTON,1994; HAACK et al, 1995; GENG; TAN; LIU, 2001).

Korioth, Cardoso e Versluis (1999) relataram que quando um parafuso oclusal é apertado no componente protético, a força gerada no parafuso é denominada *pré-carga*. A pré-carga foi, então, definida também como uma carga de tensão inicial, que gera como reação, uma força de compressão entre os componentes da prótese que permanecem engrenados entre si.

2.3. Componentes protéticos:

A prótese sobre implante possui uma seqüência de componentes protéticos composta pelo intermediário, parafuso do intermediário, cilindro e parafuso de retenção. Segundo Jaarda, Razzoog e Gratton (1994), esses componentes unidos formam seis interfaces: 1)parafuso do intermediário/implante; 2)intermediário/implante; 3)parafuso do intermediário/intermediário; 4)parafuso do

intermediário/parafuso de retenção protética; 5) cilindro protético/intermediário; 6) cilindro protético/parafuso de retenção protética. Essas interfaces atuam como pontos de transmissão de estresse, e são determinantes no controle da direção e distribuição de forças.

Burguete et al. (1994) relataram o potencial dessas interfaces, cujas superfícies de contato influenciam na relação torque / pré-carga e no tempo máximo de fadiga do parafuso. O torque aplicado e a pré-carga gerada são indiretamente proporcionais devido às forças friccionais que agem nas interfaces. Essas forças dependem da geometria e das propriedades dos materiais dos componentes. O tamanho e a área de superfície das roscas em contato, o passo de rosca, o raio do parafuso e o diâmetro da cabeça do parafuso têm um papel na relação torque / pré-carga. O comprimento do parafuso também influencia a área dos flancos em contato, pois um parafuso mais comprido apresenta mais superfícies de roscas em contato. Considerando os princípios de engenharia, cada parafuso tem sua própria relação torque / pré-carga de acordo com a sua geometria.

Para Jaarda, Razzoog e Gratton (1994) e Carr (1998), os estudos devem visar não apenas a interface osso/implante, mas também a interface protética unida por parafuso. Assim como a primeira é vital para o sucesso fisiológico, pois está relacionada à transmissão de forças para o osso, a segunda atua na transmissão de forças da prótese para o implante. Essa integração mecânica da prótese pode ser vital também para o sucesso da reabilitação.

Esse sucesso clínico a longo prazo depende, em parte, da estabilidade da conexão de seus componentes protéticos no implante. Entretanto, diversos estudos têm demonstrado falhas nos sistemas de retenção de próteses sobre implantes devido a fatores como fadiga de metal, micro-movimentos entre os componentes protéticos, torque inadequado de parafusos, desenho inadequado de parafuso, elasticidade óssea, problemas oclusais e processos corrosivos de

metais (BINON et al., 1994; DIXON et al., 1995; BINON, 1996; McGLUMPHY;MENDEL;HOLLOWAY, 1998; BOTTINO et al., 1999; HOYER et al., 2001; GRATTON;AQUILINO;STANFORD, 2001; LANG;WANG;MAY, 2002; RAMBHIA et al., 2002).

Dispositivos e métodos alternativos têm sido testados para a prevenção da soltura e fratura de parafusos protéticos e dos intermediários, como arruelas, parafusos de pressão transversais, selantes adesivos e elastômeros de impressão para vedamento de espaços vazios e tratamento da superfície dos parafusos, a fim de minimizar tais transtornos para o paciente e o clínico (FOX Jr.; GRUNOR, 1993; BREEDING et al., 1993; CAVAZOS, BELL,1996; BINON,1998; KORIOTH, CARDOSO, VERSLUIS, 1999; KRUMHOLZ, 1999; VERSLUIS, KORIOTH, CARDOSO, 1999; MARTIN, et al., 2001).

2.3.1. Mecanismo do parafuso:

Todos os materiais possuem um certo grau de elasticidade, o que também acontece com os metais dos parafusos que devem funcionar dentro de sua capacidade elástica durante o torque aplicado e a mastigação. A pré-carga causa o alongamento dos parafusos, provocando tensão da cabeça em direção às roscas. Quanto maior a capacidade elástica do parafuso, maior a sua estabilidade. À medida que os componentes protéticos permanecem unidos por compressão, as irregularidades superficiais sob a cabeça do parafuso, nas roscas, e na superfície de contato entre o cilindro protético e o intermediário começam a se aplainar. Se houver a deformação plástica dos parafusos, ocorrem perda de contato e deslocamento entre as roscas, a pré-carga é perdida e a prótese tende a soltar (JÖRNÉUS; JEMT; CARLSSON, 1992; BINON te al., 1994; DIXON et al., 1995; SAKAGUCHI; BORGERSEN,1995; SIAMOS; WINKLER; BOBERICK, 2002).

A pré-carga conseguida nos componentes protéticos depende, então, do acabamento das interfaces, da fricção entre os componentes, da geometria, e das propriedades do material. Mesmo componentes do mesmo lote apresentam diferenças na pré-carga devido aos fatores citados acima. Assim, a pré-carga da união parafuso-cilindro-intermediário pode ser afetada por propriedades mecânicas e pelo acabamento das superfícies dos componentes (JÖRNÉUS; JEMT; CARLSSON, 1992).

O estudo de Jaarda, Razzoog e Gratton (1994) determinou se uma pré-carga inadequada sobre os parafusos de retenção protética pode afetar sua resistência ao cisalhamento. Trinta parafusos de ouro com encaixe de fenda, oriundos de 2 lotes distintos, foram submetidos a diferentes torques. Os resultados não demonstraram diferença estatística na resistência ao cisalhamento entre os torques aplicados a 6,10,15 N/cm e 0,10,20 N/cm. Entretanto, houve diferença estatística entre os dois lotes analisados quando o torque aplicado foi de 10 N/cm. Este resultado sugere que diferenças entre as especificações dos parafusos existem e não são anunciadas pelos fabricantes.

Segundo Binon et al. (1994), para a estabilidade do sistema, a pré-carga deve atingir o seu valor máximo quando é aplicado o torque no parafuso. O valor ótimo para o torque de parafuso é estabelecido em 75% do torque necessário para a fratura do mesmo. Assim, uma força de travamento entre os componentes protéticos pode ser estabelecida com uma margem de segurança para o risco de fratura do parafuso.

Uma análise por elemento finito foi realizada por Sakaguchi e Borgersen (1995) para estudar o mecanismo de transferência de carga entre os componentes protéticos gerado pela aplicação de torque. Os resultados demonstraram que quando o parafuso de ouro é apertado dentro do parafuso do intermediário, a força de união no implante é aumentada em 50% às custas da diminuição da força de união na interface entre o parafuso do intermediário e a base do intermediário.

Ainda os mesmos autores relataram que o torque de apertamento recomendado sobre o parafuso do intermediário é de 20 Ncm e sobre o parafuso protético de ouro é 10 Ncm. O parafuso de ouro é apertado nas roscas internas do parafuso do intermediário. Devido a isto, a pré-carga no parafuso de ouro deve ser menor que a pré-carga no parafuso do intermediário, de modo que não reduza a força de união na interface intermediário/implante (SAKAGUCHI; BORGERSEN ,1995).

O apertamento dos parafusos de retenção de próteses sobre implantes gera uma pré-carga imediata mesmo antes da prótese entrar em função. Quando um parafuso é apertado, a força de tensão gerada comprime o cilindro contra o intermediário do implante. Para evitar o afrouxamento do parafuso, o torque aplicado deve ser o maior possível (McGLUMPHY; MENDEL; HOLLOWAY, 1998).

Em 2000, Binon relatou que a pré-carga gerada em um parafuso de ouro é diferente daquela gerada em parafuso de titânio. Isso ocorre porque há uma perda de torque devido a resistência friccional entre os metais. Quando ocorre o contato entre dois metais iguais, é estabelecida uma união adesiva que aumenta a resistência a fricção, como a que acontece durante o aparafusamento de um parafuso de titânio nas roscas internas também de titânio de um implante ou intermediário protético. Por este fenômeno, a pré-carga conseguida em um parafuso de titânio é menor que a conseguida em um parafuso de ouro.

Simultaneamente ao aperto dos parafusos e ao estabelecimento da pré-carga interna pela força de compressão dos componentes entre si, é gerada uma força para tentar separá-los. Essas forças devem permanecer abaixo do limiar estabelecido pela força de apertamento e depende de vários fatores, como a deformação entre o parafuso e os componentes conectados em resposta as forças externas (BAKAEEN; WINKLER; NEFF, 2001; SIAMOS; WINKLER; BOBERICK, 2002).

Como a pré-carga interna ideal só ocorre em caso de perfeito contato entre os componentes protéticos e, por outro lado sabe-se que a verdadeira adaptação passiva é praticamente impossível de ser alcançada, o grau de distorção de uma prótese sobre implantes pode interferir na longevidade do tratamento de acordo com a capacidade de adaptação do paciente. Nem mesmo os cilindros pré-fabricados em ouro apresentam adaptação passiva quando apertados nos intermediários. Então, quando uma prótese sem adaptação passiva é fixada por parafusos, uma pré-carga externa é gerada. Forças de cisalhamento passam também a carregar os implantes constantemente. Em decorrência dessas distorções, as próteses múltiplas sobre implantes apresentam áreas de íntimo contato entre os componentes e outras com espaços (gaps). Quando ocorre o apertamento dos parafusos, a pré-carga interna é primeiramente induzida nos intermediários que apresentam íntimo contato com a prótese, e posteriormente nos outros intermediários à medida que os espaços são reduzidos pelo apertamento dos parafusos. Assim, alguns intermediários apresentam pré-carga alta e outros não (DUYCK et al, 2001).

Duyck et al. (2001) realizaram em um mesmo trabalho uma avaliação *in vivo* e *in vitro*. A primeira quantificou e qualificou a pré-carga sobre implantes que suportavam próteses fixas totais e a segunda investigou a influência da seqüência de torque dos parafusos de retenção das próteses na pré-carga final. Um total de 13 pacientes portadores de próteses fixas totais suportadas por 5 a 6 implantes foram selecionados. Seus intermediários foram trocados por outros com sensores de força para registro da pré-carga. Adicionalmente, foram testados cilindros de ouro pré-fabricados sobre os intermediários para simular uma condição de adaptação passiva. Os resultados demonstraram que a força axial induzida após o apertamento dos parafusos das próteses diminuiu enquanto que a força de cisalhamento aumentou. Em outras palavras, a pré-carga interna diminuiu e a externa aumentou após a fixação das próteses, o que não acarretou em problemas clínicos relevantes durante o período médio de observação de quase 5 anos. No estudo *in vitro*, os resultados demonstraram que a seqüência de torque

dos parafusos durante a fixação das próteses não foi fator determinante para a pré-carga final de próteses fixas totais clinicamente adaptadas.

2.3.2. Afrouxamento do parafuso:

Em 1991, Jemt publicou um estudo de 1 ano de acompanhamento, avaliando 391 próteses fixas suportadas por 2.199 implantes em maxilas e mandíbulas desdentadas. O autor observou que duas semanas após a inserção, 120 próteses (30,6%) demonstraram junções de parafusos frouxas. No acompanhamento de 3 meses, as 120 próteses que exigiram aperto de parafuso apresentaram 94% de parafusos estáveis. Numa avaliação geral, a taxa de sucesso para as próteses foi de 99,5% após o primeiro ano em função.

No mesmo ano, Jemt et al. publicaram um estudo prospectivo de 1 ano de 107 próteses unitárias implanto-retidas, e relataram que 26% dos parafusos de retenção protética necessitaram de reaperto durante o período de avaliação, mas que a frequência dos afrouxamentos diminuiu no decorrer do estudo.

Em 1992, Jemt, Lindén e Lekholm publicaram um estudo de acompanhamento de 1 ano de 127 próteses fixas parciais implanto-suportadas. Não houve perda de nenhuma prótese e os problemas mais freqüentemente relatados foram o afrouxamento de parafusos de retenção protética (49% na maxila e 20,8% na mandíbula) e a insatisfação estética como resultado do tratamento.

Em 1994, Kallus e Bessing avaliaram a ocorrência de afrouxamento de parafusos de ouro em próteses fixas totais implanto-suportadas após 5 anos de instalação e relataram que 26% dos parafusos estavam frouxos. Neste estudo, os parafusos de encaixe de fenda apresentaram maior ocorrência de afrouxamento (40%), enquanto que os de encaixe hexagonal interno apresentaram uma taxa de

10%. Para os autores, o afrouxamento de parafusos de ouro está relacionado a desadaptações das próteses e ao profissional que as executam, pois variáveis como destreza manual e força muscular também estão presentes nos trabalhos. Entretanto, os autores admitem que os resultados não são totalmente conclusivos, pois próteses adaptadas podem apresentar parafusos frouxos, assim como próteses desadaptadas podem não apresentar tal ocorrência.

Binon et al (1994), também relatou que o encaixe de hexágono interno possibilita um travamento mais positivo da chave com a cabeça do parafuso e a transferência de torque mais eficiente, mesmo em áreas de difícil acesso. Segundo os autores, para obter-se uma junção estável, os valores de torque recomendados para apertamento dos vários componentes devem ser seguidos. Dispositivos manuais disponíveis parecem ser mais limitados, enquanto os dispositivos mecânicos oferecem uma alternativa mais consistente e previsível para apertar os parafusos em todas as áreas da cavidade bucal.

Os autores relataram que se um torque de 10 Ncm é aplicado em um parafuso de ouro, uma pré-carga de 300 N é gerada nos componentes protéticos. Esta pré-carga foi alterada intencionalmente quando os autores inseriram irregularidades metálicas no parafuso, fazendo com que caísse para 220 N. Além de irregularidades na superfície dos parafusos, o tipo de liga metálica em que são fundidos os cilindros protéticos também influencia o afrouxamento de parafusos devido a diferentes graus de imperfeições decorrentes do processo de fundição.

Lee et al. (2002) relataram que um torque superior a 12 Ncm causa danos na fenda e nas roscas dos parafusos de retenção de ouro.

Nas próteses unitárias, um fator que influencia no afrouxamento de parafusos é a rotação que pode ocorrer entre os componentes protéticos, devido a ligeira diferença de tamanho entre os dispositivos anti-rotacionais dos cilindros. Em próteses múltiplas, deve haver um eixo rígido para evitar o movimento relativo

entre o cilindro protético e o intermediário. Os parafusos essencialmente sustentam os componentes unidos por compressão. Quando superfícies torneadas não se adaptam passivamente e o parafuso é assentado, as roscas sofrem uma inclinação e o resultado é o contato desigual entre as superfícies, além do dano à rosca interna, do efeito de acomodação (aplainamento das irregularidades), afrouxamento do parafuso, e possível fratura com perda do implante (BINON et al., 1994; ECKERT et al., 2000; VELÁSQUEZ-PLATA et al., 2002).

Binon et al. (1994) relataram detalhadamente os motivos pelos quais os parafusos de retenção protética soltam e os fatores abordados foram os seguintes:

“Apertamento inadequado

- *Pré-carga baixa na junção do parafuso;*
- *Força de compressão inadequada;*
- *Falha no reaperto dos parafusos após a inserção e ajustes iniciais da prótese;*
- *A variável operador resulta em variações amplas da aplicação de torque;*
- *Acesso difícil na parte posterior da boca para apertar adequadamente os parafusos;*
- *Variação na saída de torque de torquímetros diversos.*

Adaptação inadequada da prótese

- *Adaptação não passiva e assentamento incompleto das partes;*
- *Uso de componentes não torneados e fundidos à partir de componentes plásticos;*
- *Superfícies sobre-polidas ou sobre-instrumentadas durante as fases laboratoriais de confecção da prótese;*

- ❑ *Intermediários protéticos não completamente assentados e não verificados com exames radiográficos antes da moldagem final;*
- ❑ *Uso de componentes incorretos ou com combinação inadequada.*

Componentes torneados de má-qualidade

- ❑ *Controle de qualidade ruim dos fabricantes;*
- ❑ *Tolerâncias de torneamento amplas demais para evitar movimento e rotação;*
- ❑ *Contato inadequado das superfícies resultantes de mau alinhamento dos biseis, achatamentos e inclinações;*
- ❑ *Incompatibilidade de componentes de diferentes marcas comerciais.*

Carga excessiva

- ❑ *Número inadequado de implantes para a carga funcional exigida;*
- ❑ *Controle inadequado da relação oclusal;*
- ❑ *Hábitos parafuncionais.*

Desenho do parafuso

- ❑ *Parafuso com baixa resistência à tração e apertamento mais difícil de parafusos com encaixe de fenda, os quais limitam a pré-carga gerada;*
- ❑ *Comprimento, diâmetro, rosca e pescoço inadequados para a carga aplicada.*

Elasticidade Óssea

- ❑ *Instabilidade da junção por parafuso na arcada superior, devido a maior deformação funcional do osso medular;*
- ❑ *Necessidade de número maior de implantes na maxila;*

- *Carga incremental e progressiva com restaurações provisórias de resina na maxila para estimular a corticalização das áreas receptoras.”*

Bakaeen, Winkler e Neff (2001) fizeram um estudo in vitro com duas finalidades: determinar o efeito do estreitamento da mesa oclusal no sentido vestibulo-lingual de próteses unitárias implanto-suportadas sobre o torque necessário para soltar o parafuso de ouro após carga oclusal e comparar a incidência deste afrouxamento e seus valores de torque entre próteses suportadas por um implante de largo diâmetro ou por dois implantes regulares após carga funcional. Na metodologia do trabalho, foram confeccionados corpos de prova com um implante de largo diâmetro e com dois de plataforma regular. Próteses com coroas clínicas largas e estreitas foram submetidas a ciclos mastigatórios reproduzidos através de um aparelho de simulação da mastigação. Os autores adotaram um torque inicial de 10 Ncm dos parafusos de ouro e outro no mesmo valor após 10 minutos, como tentativa de minimização do efeito de acomodação dos componentes protéticos. Os resultados demonstraram que as reposições de molares com um implante de largo diâmetro tiveram maior incidência de soltura de parafuso quando comparado com as reposições de molares suportadas por dois implantes regulares. Conseqüentemente, o estreitamento da mesa oclusal torna-se crítico quando apenas um implante é utilizado. Entretanto, a largura da mesa oclusal não interfere no torque de afrouxamento dos parafusos de ouro quando dois implantes são utilizados para suportar a prótese.

O afrouxamento de parafusos serve como sinal de alerta para problemas biomecânicos da prótese ou para sobrecarga oclusal. Em implantes unitários, a não ser que a carga esteja diretamente centralizada e paralela ao implante, sempre ocorre a flexão da prótese, mesmo com braços de alavancas curtos (ABOYOUSSEF; WEINER; EHRENBORG, 2000).

O aumento da força de compressão axial induzida pelo operador durante o apertamento de parafuso pode diminuir a tensão sobre o mesmo, reduzir a fricção

entre as roscas, e permitir o aumento do torque de apertamento. Pesun et al. (2001) avaliaram a força de compressão axial e o torque aplicados sobre parafusos de ouro por pessoas com diferentes graus de experiência em prótese sobre implante. Os resultados demonstraram que a quantidade de força aplicada durante o apertamento e afrouxamento de parafuso foi mais consistente entre os profissionais de maior experiência. A maior força de compressão axial aplicada em parafuso de ouro foi durante o seu afrouxamento. Isso pode ser explicado pelo fato de que a força de compressão axial remove parte da pré-carga, resultando na diminuição do torque necessário para remover o parafuso.

Os mesmos autores relataram ainda que o aperfeiçoamento dos torquímetros na tentativa de viabilizar torques mais precisos é uma constante entre as empresas de implante. Os torquímetros manuais e mecânicos disponíveis não proporcionam torques consistentes e constantemente necessitam de calibração. Este problema pode resultar em torques inadequados em parafusos protéticos, o que pode provocar falhas de componentes.

A calibração de 10 torquímetros eletrônicos com no mínimo 5 anos de uso foram testados por Mitrani et al. (2001). Os resultados demonstraram que os aparelhos avaliados mantiveram os valores dos torques de 10, 20 e 32Ncm equivalentes aos dos aparelhos novos.

O efeito de acomodação também tem um papel importante no afrouxamento de parafusos. Ocorre quando as irregularidades do metal sofrem achatamento após carga, levando a perda de 2 a 10% da pré-carga inicial. Isso significa que o torque de remoção do parafuso será menor que o torque aplicado inicialmente para colocar o parafuso. O atrito entre as roscas é maior no primeiro apertamento e no primeiro afrouxamento do parafuso e tende a diminuir após repetidos ciclos. Por isso, é recomendado o apertamento periódico dos parafusos (BAKAEEN; WINKLER; NEFF, 2001).

Williamson e Robinson (2001) relataram 9 passos para se prevenir fraturas de parafusos: 1) confirmar a adaptação adequada da prótese; 2) evitar sobrecarga oclusal; 3) ter número adequado de implantes; 4) evitar angulação excessiva dos implantes; 5) aplicar torque recomendado nos parafusos com torquímetros; 6) usar o parafusos corretos; 7) substituir parafusos frouxos ao invés de reapertá-los; 8) reforçar a manutenção das próteses e; 9) agendar consulta de emergência para pacientes com próteses frouxas.

Para Lee et al. (2002), o mecanismo de afrouxamento de parafusos de implante ainda não é bem compreendido dentro da área odontológica. Com o propósito de avaliar o efeito da mastigação sobre os componentes de prótese, os autores realizaram um estudo *in vitro* sobre a soltura de parafuso através da análise de ondas geradas por aparelho de carga por ciclos de ar. De 10 parafusos de retenção de coroas unitárias, 4 afrouxaram antes de 1 milhão de ciclos, o que corresponde a aproximadamente 1 ano de carga funcional. O valor do torque teve efeito significativo nos resultados, o que levou os autores a recomendarem um torque de 12 Ncm sobre os parafusos de ouro, 2 Ncm a mais do que o recomendado pela maioria dos fabricantes.

Al Rafee et al. (2002) avaliaram o efeito de torques sucessivos e de contaminação salivar sobre a resistência máxima à tensão de parafusos de ouro para retenção protética da marca 3i Implant Innovations. Os resultados demonstraram que os parafusos podem ser apertados e afrouxados até 20 vezes sem qualquer alteração de sua resistência máxima à tensão e que a condição de lubrificação dos parafusos não reduziu a resistência à tensão. Os autores também relataram que defeitos volumétricos dos parafusos fraturados observados em microscopia eletrônica de varredura podem ter afetado os resultados.

Tzenakis et al. (2002) realizaram um trabalho semelhante sobre o efeito de sucessivos torques e da contaminação salivar sobre a pré-carga de parafusos de ouro para retenção protética. Os resultados demonstraram que pré-cargas

maiores foram alcançadas com a lubrificação de saliva e depois de repetidos torques.

2.3.3. Geometria dos parafusos de retenção protética:

Com relação ao desenho dos parafusos, a cabeça tem influência significativa sobre o torque conseguido. O formato cônico provoca a perda de grande parte do torque aplicado à medida que ocorre o atrito entre a cabeça do parafuso e a base de apoio, diminuindo a força gerada nas roscas. O formato achatado da cabeça dos parafusos reduz a ocorrência de afrouxamento (JÖRNÉUS; JEMT; CARLSSON, 1992).

Os encaixes de fenda e de hexágono interno são os tipos de encaixes mais utilizados. Os parafusos de retenção protética podem ser torneados em ligas de ouro e em titânio comercialmente puro grau I,II,III e liga de titânio. As propriedades físicas melhoram progressivamente do titânio CP grau I em diante, apresentando vantagens como resistência aumentada, rigidez, qualidade de torneamento melhorada, cantos e roscas mais agudas e resistentes (BINON et al., 1994).

O estudo de Jaarda, Razzoog e Gratton (1995) avaliou, através de microscopia eletrônica de varredura, cinco parafusos de retenção protética considerados intercambiáveis de 3 marcas comerciais. Oito parâmetros geométricos foram considerados para determinar possíveis diferenças entre os parafusos: diâmetro da cabeça do parafuso; comprimento do parafuso; passo de rosca; máximo diâmetro do corpo de parafuso; diâmetro do pescoço; comprimento do pescoço; largura dos picos de roscas; e largura dos vales de roscas. Os parafusos de ouro da marca Nobel Pharma (Gotemburg, Suécia) serviram como grupo controle. Os resultados revelaram diferenças significantes entre os parafusos testados e o grupo controle em todos os parâmetros, exceto o passo de rosca e a largura dos picos de roscas. Os autores concluíram que os parafusos intercambiáveis podem introduzir variáveis desconhecidas nos tratamentos dos

pacientes e que o torque de apertamento recomendado para os parafusos do grupo controle não deve ser aceito como o ideal para todos os tipos de parafusos.

A redução ou eliminação de defeitos estruturais pode minimizar as falhas por fadiga e conseqüente fratura de parafusos. Defeitos volumétricos e não-volumétricos podem afetar não apenas a resistência à tensão como também a resistência à fadiga de parafusos de ouro. Para determinar as conseqüências de defeitos internos de parafusos de retenção de ouro sobre a resistência à tração e para examinar a microestrutura, microdureza e principais constituintes das ligas de ouro testadas, Rambhia et al. (2002) realizaram um estudo com 36 parafusos das marcas comerciais Nobel Biocare (NB) e Implant Innovations (3i), que foram submetidos a teste de resistência a fratura. Posteriormente, os parafusos foram analisados em microscopia eletrônica de varredura na busca de possíveis defeitos estruturais nos sítios das fraturas que pudessem ter contribuído para a falha. Quatro parafusos (2 de cada marca comercial) foram analisados separadamente pela técnica de metalografia. Os resultados não mostraram defeitos significantes nos parafusos testados, porém diferenças na microestrutura, microdureza, composição da liga e valores da carga de fratura entre ambas as marcas comerciais e entre lotes do mesmo fabricante foram registradas, o que caracteriza diferenças no processo de fabricação. A carga de fratura variou de $850 \pm 20\text{N}$ à $1093 \pm 64\text{N}$. A fratura do tipo dúctil foi o módulo de falha registrado. Esses resultados sugerem que tais diferenças entre parafusos de ouro similares ou do mesmo fabricante podem afetar o comportamento clínico.

3. PROPOSIÇÃO

Com base na Revisão da Literatura, é proposta desta pesquisa:

1. Comparar o padrão superficial dentro da mesma marca comercial e entre as marcas comerciais, considerando-se os parafusos do tipo experimental como uma marca comercial para efeito de comparação;
2. Comparar o padrão geométrico dentro da mesma marca comercial, considerando-se os parafusos do tipo experimental como marca comercial para efeito de comparação.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Obtenção dos grupos de estudo.

Parafusos de ouro e de titânio para retenção de próteses implanto-suportadas foram analisados e divididos em seis grupos (Figura 1).



Figura 1: Fotografia de parafusos de ouro e de titânio para retenção de próteses implanto-suportadas.

Os grupos foram distribuídos da seguinte forma:

Grupo I : constituído por 15 parafusos de ouro da marca 3i® (3i Implant Innovations, Inc.- Flórida, USA), Ref. GSH30;

Grupo II : constituído por 15 parafusos de titânio da marca Nobel® (Nobel Biocare- Göteborg, Suécia), Ref. 29285;

Grupo III : constituído por 15 parafusos de titânio da marca Conexão® (Conexão Sistemas de Prótese- São Paulo, Brasil), código 011004;

Grupo IV : constituído por 15 parafusos de titânio da marca Neodent® (Neodent Implante Osteointegrável- Curitiba, Brasil), código 16037;

Grupo V : constituído por 15 parafusos de titânio da marca INP® (Sistema de Implantes e Próteses Nacionais INP, São Paulo, Brasil), código 37450;

Grupo VI : constituído por 12 parafusos experimentais de titânio de indústria não vinculada a odontologia (Usinagem Timbó- Timbó-SC, Brasil).

4.2. Avaliação microscópica dos parafusos.

Todos os parafusos foram avaliados em microscópio eletrônico de varredura (MEV), modelo Philips XL30, em dois momentos (Figuras 2 e 3):

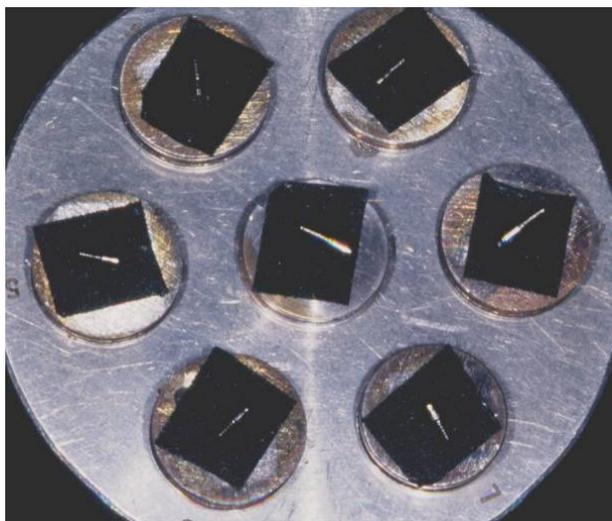


Figura 2: Parafusos posicionados sobre dispositivos apropriados (stubs) para avaliação no MEV.

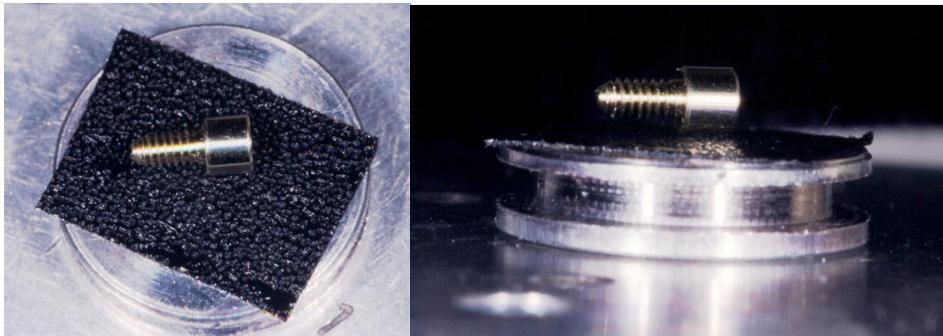
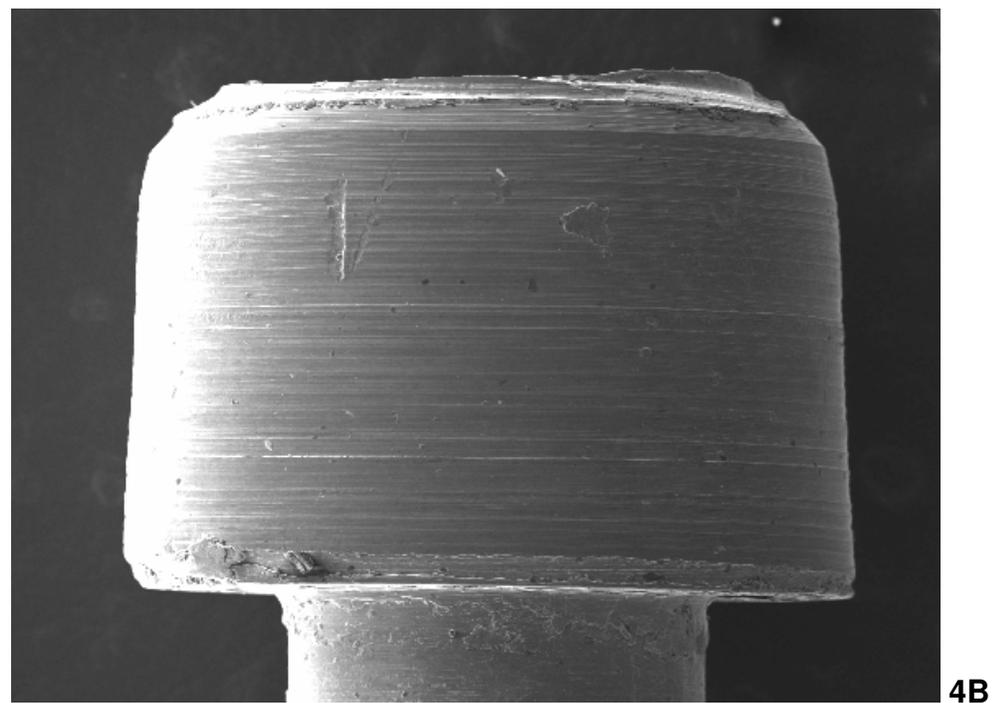
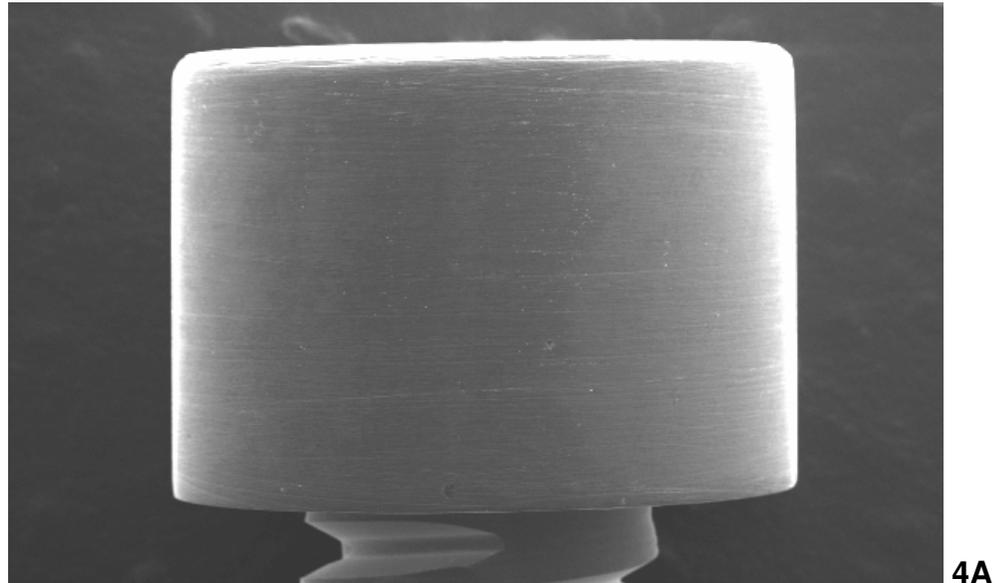


Figura 3: Vista aproximada (superior e lateral) de um parafuso posicionado sobre uma base de maneira que a cabeça do parafuso ficasse totalmente apoiada no adesivo (retângulo preto) e as roscas suspensas.

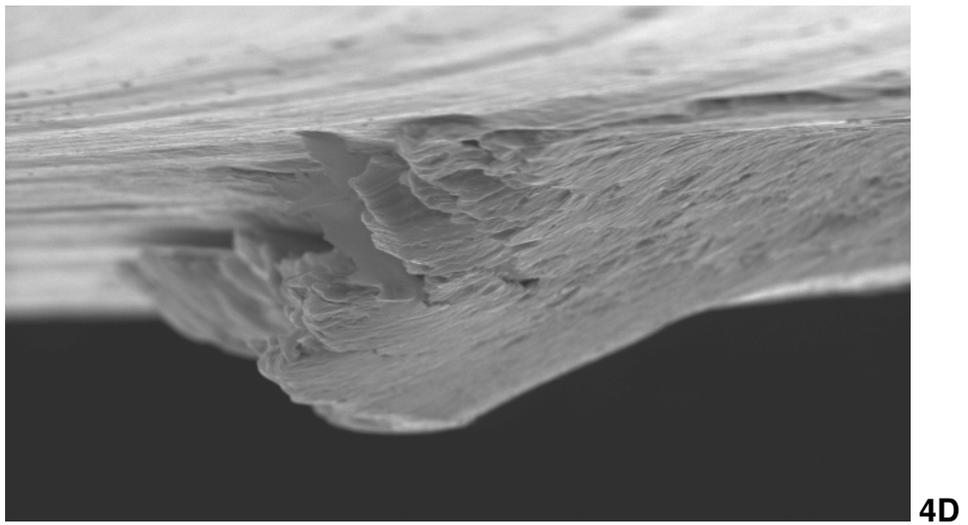
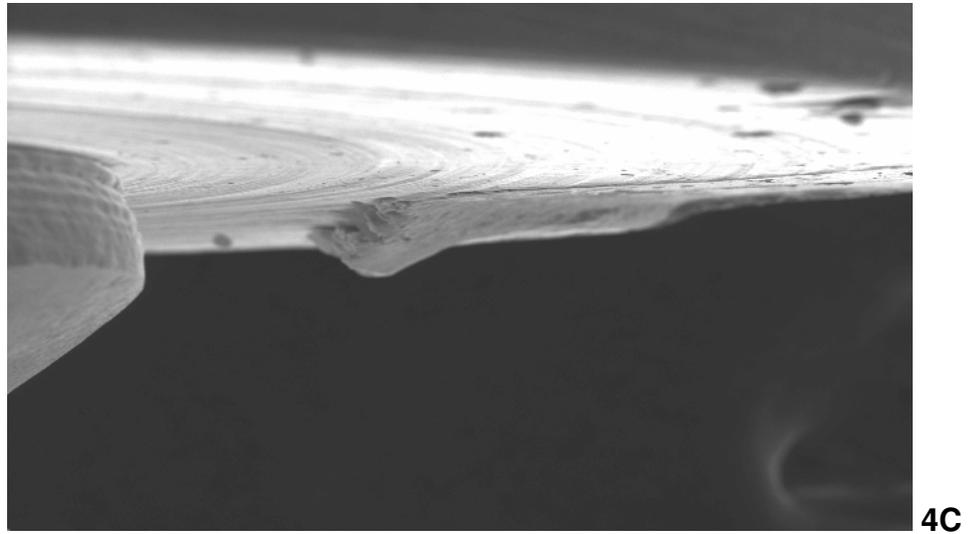
1º Momento – Padrão Superficial

Observação da superfície do parafuso com aumento de 25x a 3200x, nas seguintes localizações:

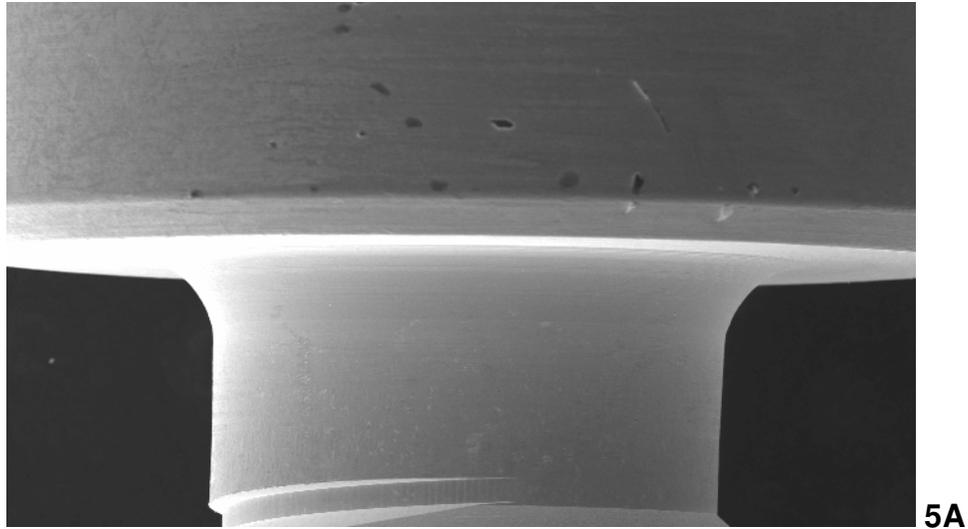
- A) cabeça do parafuso;
- B) pescoço do parafuso;
- C) roscas dos parafusos.

A) Cabeça do Parafuso:

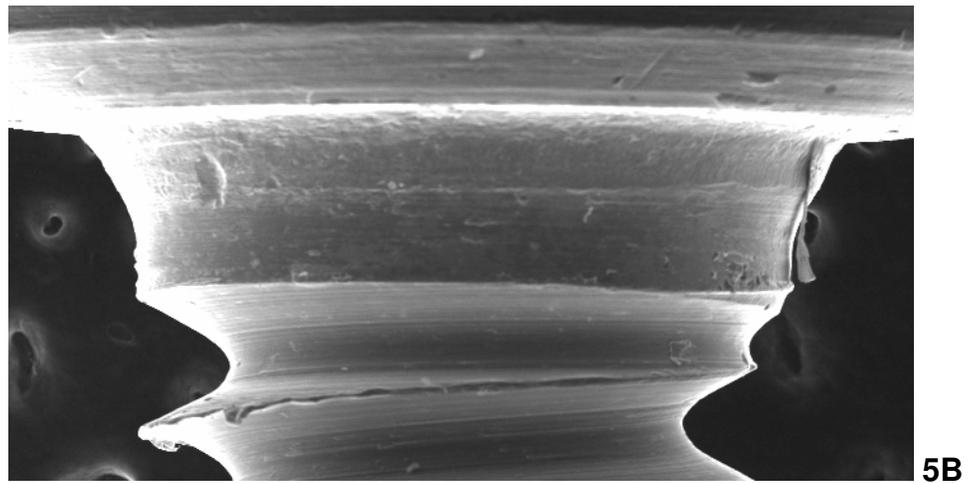
Figuras 4A e 4B: Imagens da cabeça do parafuso. Ausência de irregularidades em 4A. Presença de irregularidades em 4B.



Figuras 4C e 4D: Imagens da cabeça do parafuso. Presença de irregularidades em 4C (base da cabeça), e com maior aumento em 4D.

B) Pescoço do Parafuso:

5A



5B

Figuras 5 A e 5B: Imagens do pescoço do parafuso. Ausência (5A) e presença de irregularidades (5B).

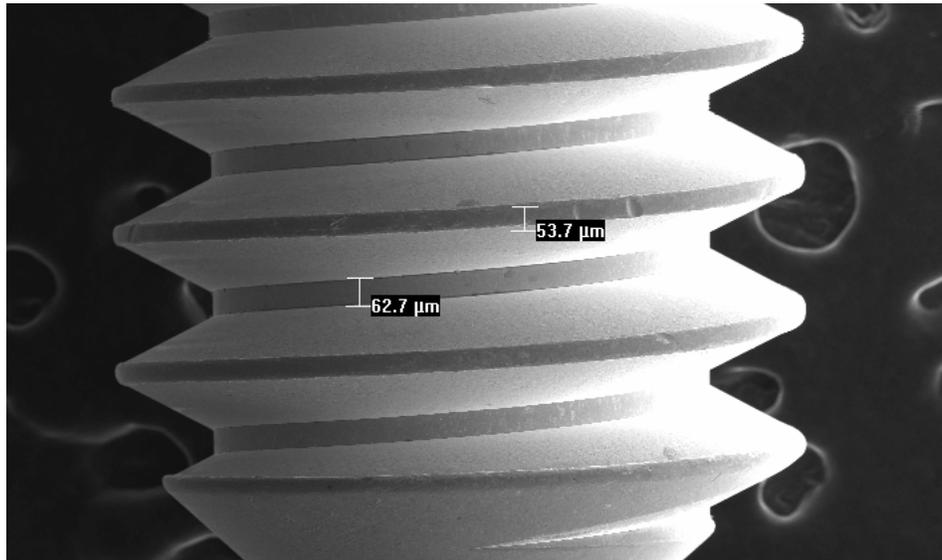
C) Roscas do Parafuso:

Figura 6: Ausência de irregularidades nas roscas do parafuso.

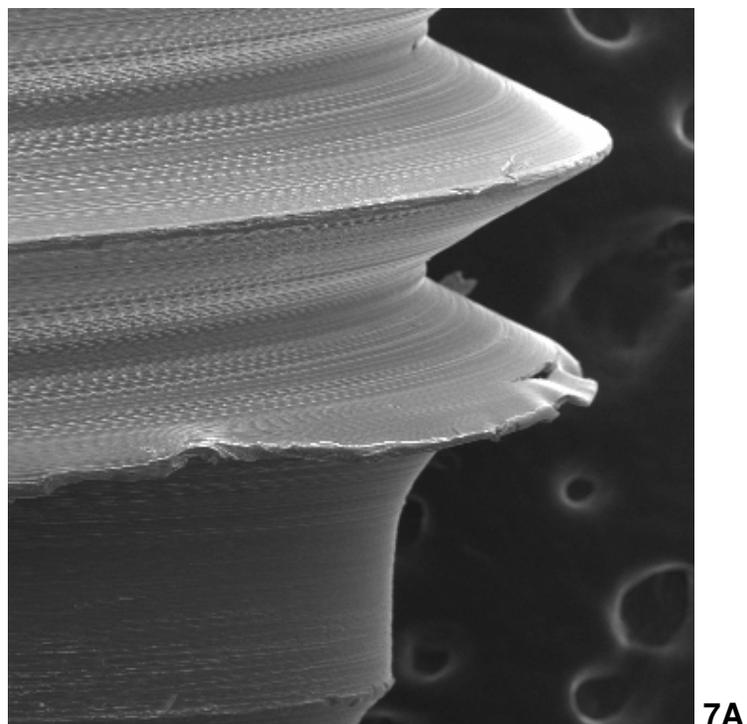
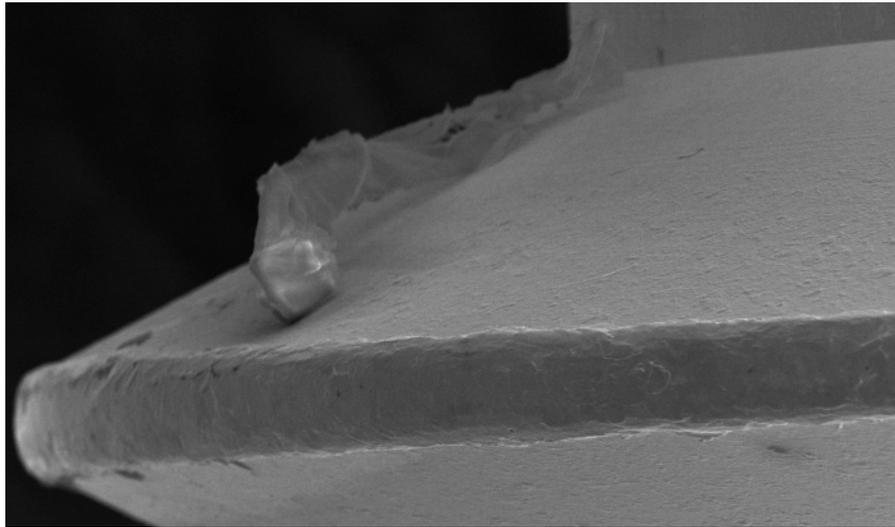
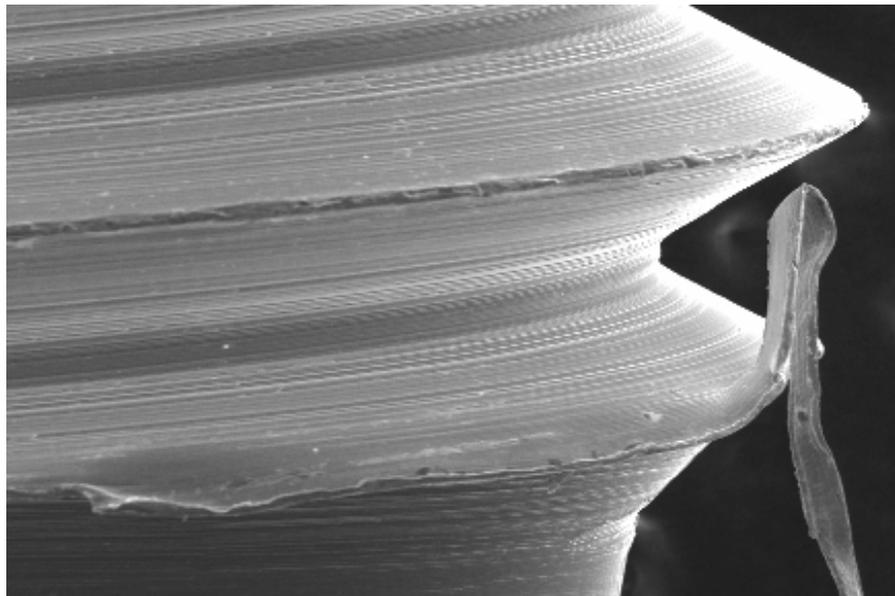


Figura 7A: Presença de irregularidades (rebarbas de metal) na rosca do parafuso.

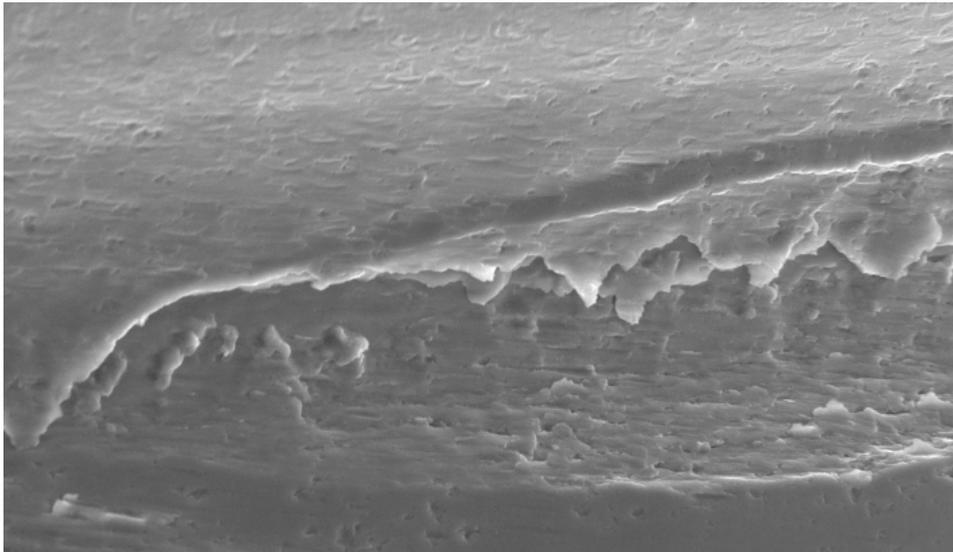


7B

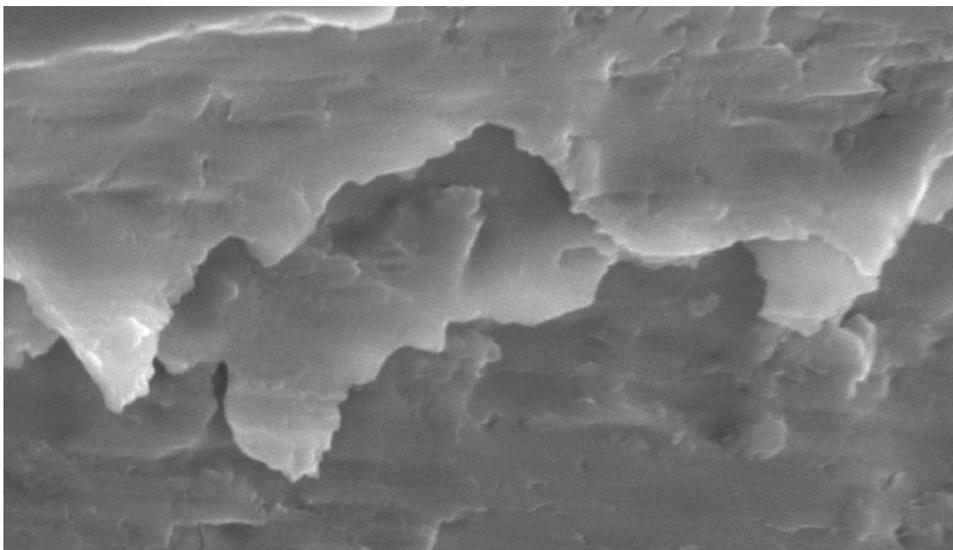


7C

Figuras 7B e 7C: Presença de irregularidades (rebarbas de metal) nas roscas dos parafusos.



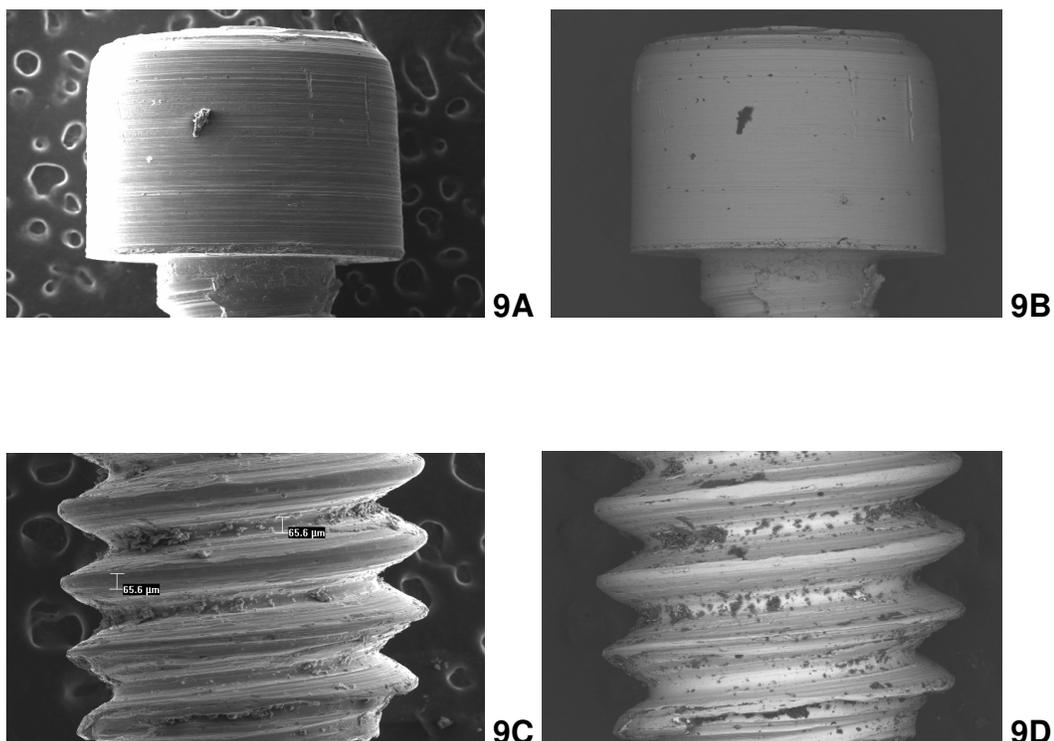
8A



8B

Figuras 8A e 8B: Presença de irregularidades no vale de uma rosca de parafuso com aumento de 800x (8A) e de 3200x (8B).

Para eliminar a possibilidade de restos de detritos soltos serem registrados como irregularidades metálicas dos parafusos, foi utilizado um recurso do MEV denominado Detector BSE nos casos de dúvida durante a avaliação. Este recurso permite que a imagem gerada mostre variações de densidade dos materiais (Figuras 9A , 9B, 9C e 9D).



Figuras 9A / 9B / 9C / 9D: Exemplos de imagens obtidas da cabeça (9A e 9B) e das roscas (9C e 9D). As imagens 9A e 9C foram primeiramente geradas. As imagens 9B e 9D foram geradas através do Detector BSE, onde os pontos mais escuros registram a presença de detritos não metálicos nas superfícies dos parafusos.

2º Momento - Padrão Geométrico

Com base no estudo de Jaarda, Razzoog e Gratton (1995), quatro parâmetros geométricos foram considerados e medidos em micrômetros (μm), com aumentos de 8 a 50x (Figura 10):

- A) passo de rosca;
- B) diâmetro do corpo;
- C) largura dos picos de roscas;
- D) largura dos vales de roscas.

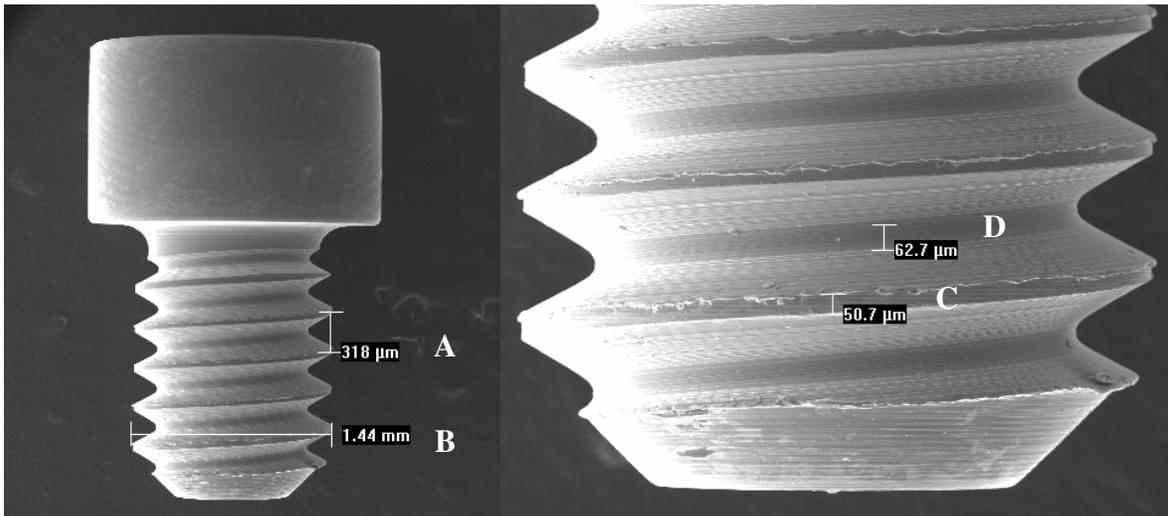


Figura 10: Imagem do MEV mostrando a localização das medidas realizadas dos parâmetros A, B, C e D.

4.3. Análise Estatística.

Do Padrão Superficial:

 Teste de proporção.

Do Padrão Geométrico:

 Análise de variância ANOVA .

 Comparação múltipla de Tukey.

5. RESULTADOS

As medidas originais obtidas através do MEV estão relacionadas nos Apêndices deste trabalho. Com base nos dados coletados, realizou-se a análise estatística das variáveis.

5.1. Avaliação do padrão superficial e geométrico do Grupo I – 3i Implant Innovations

Tabela 1: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas do passo de rosca do Grupo I.

Lote de parafuso	Nº Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
215717	4	298.25	27.16	273.00	336.00	9.11
215716	5	340.60	18.60	311.00	360.00	5.46
200692	1	298.00	-	298.00	298.00	-
206146	5	343.20	18.86	323.00	373.00	5.50

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

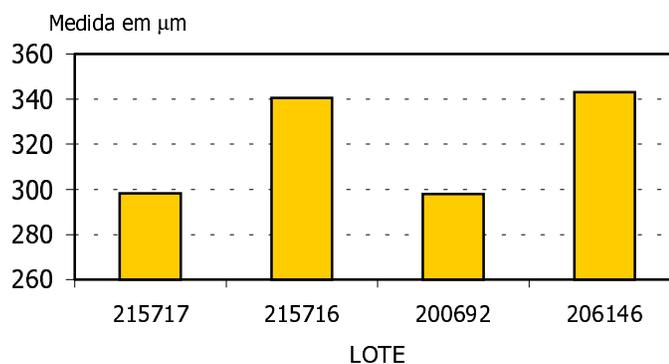


Gráfico 1: Média da variável passo de rosca dos lotes estudados para o Grupo I.

Hipótese a ser testada:

H_0 : Não há diferença entre as médias das medidas do passo de rosca dos lotes do Grupo I.

H_1 : Existe diferença entre os lotes considerados.

O teste de ANOVA é aplicado a um nível de 5% de significância (p-value). Assim, se p-value for menor que 5% (0,05) a hipótese inicial será rejeitada, ou seja, a probabilidade de rejeitarmos a hipótese inicial, sendo ela verdadeira (causando um erro na decisão de hipótese chamado “erro tipo I”), deve ser menor que 5%.

Tabela 2: Resultados obtidos- ANOVA - da variável passo de rosca dos lotes estudados para o Grupo I.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Soma de Quadrados Médios	F	p-value
Modelo	2	5460.67857	2730.33929	5.98	0.0174
Erro	11	5018.75000	456.25000		
Total	13	10479.42857			

Obs: O lote “200692” não foi incluído na análise, por ter apenas um único parafuso na amostra.

Conclusão estatística ANOVA: rejeita a hipótese de igualdade entre os lotes.

Tabela 3: Resultado da comparação múltipla de Tukey do passo de rosca do Grupo I (para grupos ligados, não foram observadas diferenças estatísticas entre as médias).

3i Implant Innovations Passo de Rosca	Média (em μm)
206146	343,20
215716	340,60
215717	298,25

Conclusão estatística: Existe diferença entre os lotes da marca 3i Implant Innovations.

Tabela 4: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas da largura dos picos de rosca do Grupo I.

Lote de parafuso	Nº Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
215717	4	49.98	6.14	41.80	56.70	12.29
215716	5	45.36	5.72	38.80	53.70	12.62
200692	1	23.90	.	23.90	23.90	.
206146	5	46.54	16.67	23.90	65.60	35.82

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

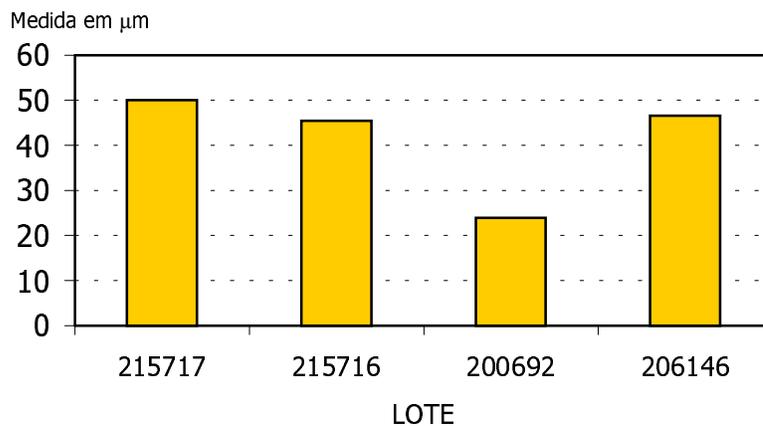


Gráfico 2: Média da variável largura dos picos de rosca dos lotes estudados para o Grupo I.

Hipótese a ser testada:

H_0 : Não há diferença entre as médias das medidas da largura dos picos de rosca dos lotes do Grupo I.

H_1 : Existe diferença entre os lotes considerados.

Tabela 5: Resultados obtidos- ANOVA - da variável largura dos picos de rosca dos lotes estudados para o Grupo I.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Soma de Quadrados Médios	F	p-value
Modelo	2	49.768500	24.884250	0.20	0.8202
Erro	11	1355.891500	123.262864		
Total	13	1405.660000			

Obs: O lote "200692" não foi incluído na análise, por ter apenas um único parafuso na amostra.

Conclusão estatística ANOVA: não rejeita a hipótese de igualdade entre os lotes.

Conclusão estatística: Não existe diferença entre os lotes quanto às dimensões da largura dos picos de rosca do Grupo I.

Tabela 6: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas da largura dos vales de rosca do Grupo I.

Lote de parafuso	Nº Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
215717	4	50.70	3.46	47.70	53.70	6.83
215716	5	54.90	4.55	50.70	62.70	8.29
200692	1	47.70	.	47.70	47.70	.
206146	5	53.70	4.24	47.70	56.70	7.90

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

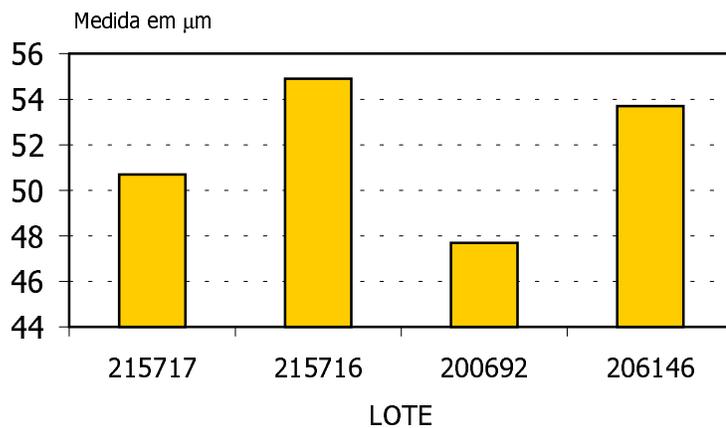


Gráfico 3: Média da variável largura dos vales de rosca dos lotes estudados para o Grupo I.

Hipótese a ser testada:

H_0 : Não há diferença entre as médias da medida da largura dos vales de rosca dos lotes do Grupo I.

H_1 : Existe diferença entre os lotes considerados.

Tabela 7: Resultados obtidos- ANOVA - da variável largura dos vales de rosca dos lotes estudados para o Grupo I.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Soma de Quadrados Médios	F	p-value
Modelo	2	40.6285714	20.3142857	1.17	0.3458
Erro	11	190.8000000	17.3454545		
Total	13	231.4285714			

Obs: O lote "200692" não foi incluso na análise, por ter apenas um único parafuso na amostra.

Conclusão estatística ANOVA: não rejeita a hipótese de igualdade entre os lotes.

Conclusão estatística: Não existe diferença entre os lotes quanto às dimensões da largura dos vales de rosca do Grupo I.

Tabela 8: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas do diâmetro do corpo do Grupo I.

Lote de parafuso	N ^o Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
215717	4	1402.50	15.00	1380.00	1410.00	1.07
215716	5	1390.00	18.71	1370.00	1420.00	1.35
200692	1	1410.00	.	1410.00	1410.00	.
206146	5	1388.00	48.68	1310.00	1420.00	3.51

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

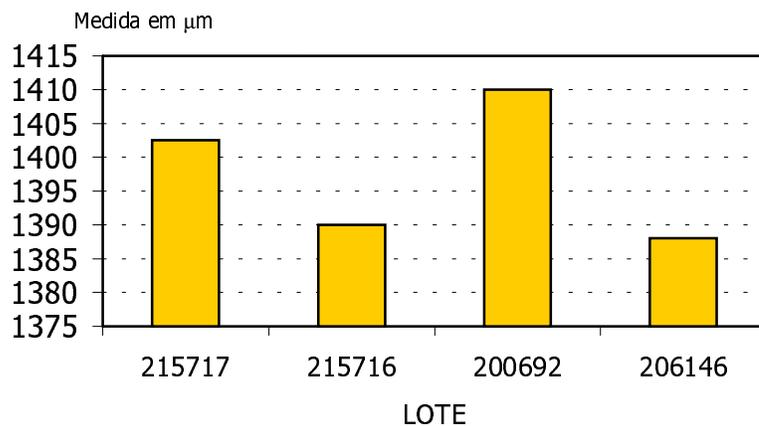


Gráfico 4: Média da variável diâmetro do corpo dos lotes estudados para o Grupo I.

Hipótese a ser testada:

H_0 : Não há diferença entre as médias das medidas do diâmetro do corpo dos lotes do Grupo I.

H_1 : Existe diferença entre os lotes considerados.

Tabela 9: Resultados obtidos- ANOVA - da variável diâmetro do corpo dos lotes estudados para o Grupo I.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Soma de Quadrados Médios	F	p-value
Modelo	2	530.71429	265.35714	0.25	0.7812
Erro	11	11555.00000	1050.45455		
Total	13	12085.71429			

Obs: O lote "200692" não foi incluído na análise, por ter apenas um único parafuso na amostra.

Conclusão estatística ANOVA: não rejeita a hipótese de igualdade entre os lotes.

Conclusão estatística: Não existe diferença entre os lotes quanto às dimensões do diâmetro do corpo do parafuso do Grupo I.

O Teste de Proporção para os dados observados quanto ao padrão superficial do parafuso foi aplicado de modo que as variáveis dicotômicas “cabeça”, “pescoço” e “roscas” fornecessem uma avaliação geral sobre a presença de irregularidades no parafuso. Se todos os resultados da “cabeça”, “pescoço” e “roscas” tivessem como resposta “não”, então o padrão superficial quanto a presença de irregularidades seria “não”, caso contrário, se alguma das variáveis citadas fosse “sim” então, o resultado final seria “sim”.

Hipótese a ser testada:

H_0 : Não há diferença entre os lotes do Grupo I segundo a proporção de presença de irregularidades no parafuso (existe igualdade entre os lotes)

H_1 : Existe diferença entre os lotes.

O nível de significância para o teste de Proporção, tem a mesma interpretação que o teste de ANOVA, é aplicado a um nível de 5% de significância. Se o valor de significância (p-value) for menor que 5% (0,05) a hipótese inicial será rejeitada, ou seja, a probabilidade de rejeitarmos a hipótese inicial deve ser menor que 5%.

Tabela 10: Resultados obtidos- Teste de Proporção- do padrão superficial do parafuso dos lotes estudados para o Grupo I.

Lote	Total Amostra	Característica observada: presença de irregularidades no parafuso	
		Presença de Irregularidade	Proporção
200692	1	0	0,0
206146	5	1	20,0
215717	4	1	25,0
215716	5	2	40,0

O teste de proporção para os dados observados quanto ao padrão superficial do parafuso, considerando os lotes da marca 3I Implant Innovations, teve como resultado as seguintes estatísticas (para grupos ligados significa não rejeição a hipótese de igualdade de proporções):

- ⇒ Comparando os lotes “200692” e “206146”, a estatística do teste foi de $-0,84$ e um valor p maior que $0,3682$, ou seja, não rejeita H_0 (não possui diferença estatística significativa).
- ⇒ Comparando os lotes “200692” e “215717”, a estatística do teste foi de $-0,56$ e um valor p maior que $0,5486$, ou seja, não rejeita H_0 (não possui diferença estatística significativa).
- ⇒ Comparando os lotes “200692” e “215716”, a estatística do teste foi de $-0,77$ e um valor p maior que $0,4238$, ou seja, não rejeita H_0 (não possui diferença estatística significativa).
- ⇒ Comparando os lotes “206146” e “215717”, a estatística do teste foi de $-0,33$ e um valor p maior que $0,6892$, ou seja, não rejeita H_0 (não possui diferença estatística significativa).
- ⇒ Comparando os lotes “206146” e “215716”, a estatística do teste foi de $-1,05$ e um valor p igual a $0,3174$, ou seja, não rejeita H_0 (não possui diferença estatística significativa).
- ⇒ Comparando os lotes “215717” e “215716”, a estatística do teste foi de $-0,63$ e um valor p maior que $0,4840$, ou seja, não rejeita H_0 (não possui diferença estatística significativa).

Conclusão estatística: Não existe diferença entre os lotes do Grupo I.

5.2. Avaliação do padrão superficial e geométrico do Grupo II – Nobel Biocare

Tabela 11: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas do passo de rosca do Grupo II.

Lote de parafuso	Nº Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
31448	5	310.80	19.77	286.00	336.00	6.36
31447	5	318.40	20.89	286.00	336.00	6.56
637991	3	310.00	25.51	291.00	339.00	8.23
641182	2	328.00	14.14	318.00	338.00	4.31

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

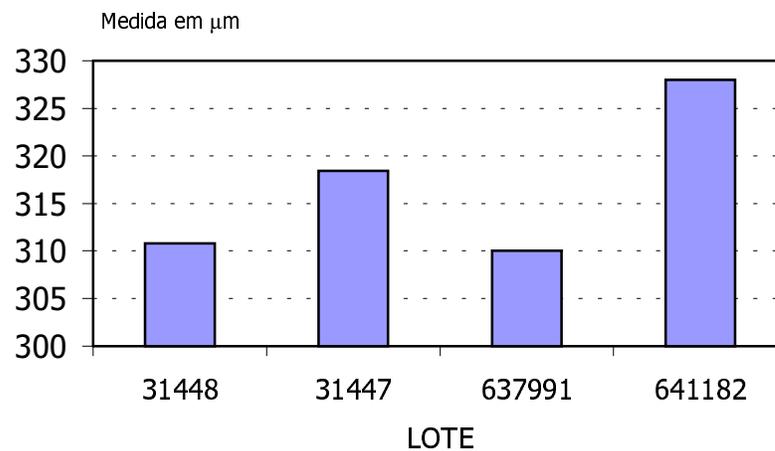


Gráfico 5: Média da variável passo de rosca dos lotes estudados para o Grupo II.

Hipótese a ser testada:

H_0 : Não há diferença entre as médias do passo de rosca dos lotes do Grupo II.

H_1 : Existe diferença entre os lotes considerados.

Tabela 12: Resultados obtidos- ANOVA - da variável passo de rosca dos lotes estudados para o Grupo II.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Soma de Quadrados Médios	F	p-value
Modelo	3	555.733333	185.244444	0.42	0.7399
Erro	11	4810.000000	437.272727		
Total	14	5365.733333			

Conclusão estatística ANOVA: não rejeita a hipótese de igualdade entre os lotes.

Conclusão estatística: Não existe diferença entre os lotes quanto às dimensões do passo de rosca do Grupo II.

Tabela 13: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas da largura dos picos de rosca do Grupo II.

Lote de parafuso	Nº Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
31448	5	59.36	15.01	38.60	80.40	25.28
31447	5	58.48	10.49	47.70	71.60	17.94
637991	3	32.80	3.00	29.80	35.80	9.15
641182	2	49.25	6.29	44.80	53.70	12.78

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

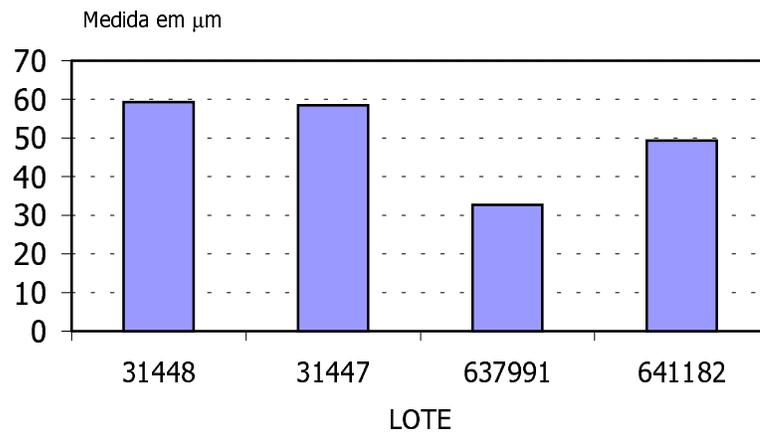


Gráfico 6: Média da variável largura dos picos de rosca dos lotes estudados para o Grupo II.

Hipótese a ser testada:

H_0 : Não há diferença entre as médias da largura dos picos de rosca dos lotes do Grupo II.

H_1 : Existe diferença entre os lotes considerados.

Tabela 14: Resultados obtidos- ANOVA - da variável largura dos picos de rosca dos lotes estudados para o Grupo II.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Soma de Quadrados Médios	F	p-value
Modelo	3	1599.364333	533.121444	4.19	0.0331
Erro	11	1398.385000	127.125909		
Total	14	2997.749333			

Conclusão estatística ANOVA: rejeita a hipótese de igualdade entre os lotes.

Tabela 15: Resultado da comparação múltipla de Tukey da largura dos picos de rosca do Grupo II (para grupos ligados, não foram observadas diferenças estatísticas entre as médias).

NOBEL BIOCARE Largura dos picos de rosca	Média (em μm)
31448	59,36
31447	58,48
641182	49,25
637991	32,80

Conclusão estatística: Existe diferença entre os lotes da marca Nobel Biocare.

Tabela 16: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas da largura dos vales de rosca do Grupo II.

Lote de parafuso	Nº Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
31448	5	60.68	9.56	49.90	68.60	15.75
31447	5	63.24	6.79	53.70	71.60	10.74
637991	3	79.57	3.41	77.60	83.50	4.28
641182	2	64.15	2.05	62.70	65.60	3.20

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

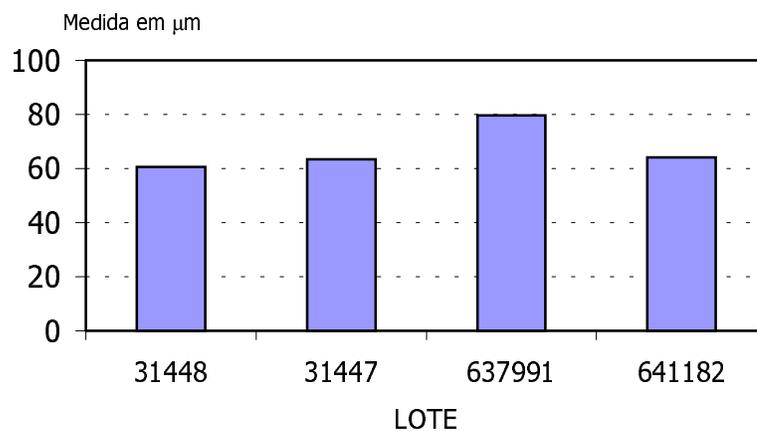


Gráfico 7: Média da variável largura dos vales de rosca dos lotes estudados para o Grupo II.

Hipótese a ser testada:

H_0 : Não há diferença entre as médias da largura dos vales de rosca dos lotes do Grupo II.

H_1 : Existe diferença entre os lotes considerados.

Tabela 17: Resultados obtidos- ANOVA - da variável largura dos vales de rosca dos lotes estudados para o Grupo II.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Soma de Quadrados Médios	F	p-value
Modelo	3	737.837667	245.945889	4.69	0.0242
Erro	11	577.451667	52.495606		
Total	14	1315.289333			

Conclusão estatística ANOVA: rejeita a hipótese de igualdade entre os lotes.

Tabela 18: Resultado da comparação múltipla de Tukey da largura dos vales de rosca do Grupo II (para grupos ligados, não foram observadas diferenças estatísticas entre as médias).

NOBEL BIOCARE Largura dos vales de rosca	Média (em μm)
637991	79,57
641182	64,15
31447	63,24
31448	60,68

Conclusão estatística: Existe diferença entre os lotes da marca Nobel Biocare.

Tabela 19: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas do diâmetro do corpo do Grupo II.

Lote de parafuso	Nº Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
31448	5	1390.00	46.37	1320.00	1450.00	3.34
31447	5	1418.00	92.57	1290.00	1530.00	6.53
637991	3	1416.67	15.28	1400.00	1430.00	1.08
641182	2	1430.00	14.14	1420.00	1440.00	0.99

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

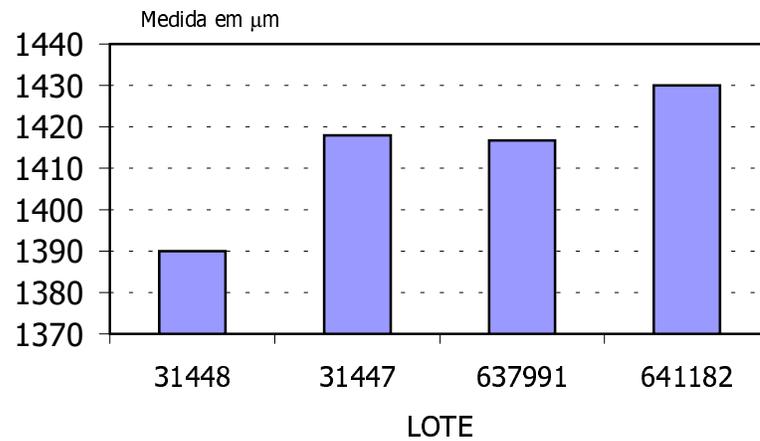


Gráfico 8: Média da variável diâmetro do corpo dos lotes estudados para o Grupo II.

Hipótese a ser testada:

H_0 : Não há diferença entre as médias do diâmetro do corpo dos lotes do Grupo II.

H_1 : Existe diferença entre os lotes considerados.

Tabela 20: Resultados obtidos- ANOVA - da variável diâmetro do corpo dos lotes estudados para o Grupo II.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Soma de Quadrados Médios	F	p-value
Modelo	3	3253.33333	1084.44444	0.27	0.8430
Erro	11	43546.66667	3958.78788		
Total	14	46800.00000			

Conclusão estatística ANOVA: não rejeita a hipótese de igualdade entre os lotes.

Conclusão estatística: Não existe diferença entre os lotes quanto as dimensões do diâmetro do corpo do Grupo II.

Hipótese a ser testada:

H_0 : Não há diferença entre os lotes do Grupo II segundo a proporção de presença de irregularidades no parafuso (existe igualdade entre os lotes).

H_1 : Existe diferença entre os lotes.

Tabela 21: Resultados obtidos- Teste de Proporção- do padrão superficial dos lotes estudados para o Grupo II.

Lote	Total Amostra	Característica observada: presença de irregularidades no parafuso	
		Presença de Irregularidade	Proporção
31448	5	5	100,0
31447	5	5	100,0
637991	3	3	100,0
641182	2	2	100,0

O teste de proporção para os dados observados quanto ao padrão superficial do parafuso, considerando os lotes da marca Nobel Biocare, teve como resultado as seguintes estatísticas (para grupos ligados significa não rejeição a hipótese de igualdade de proporções):

⇒ Comparando os lotes “31448”, “31447”, “637991” e “641182”, os mesmos possuem a mesma proporção de irregularidade nos parafusos pesquisados, assim eles não possuem diferença estatística.

Conclusão estatística: Não existe diferença entre os lotes do Grupo II.

5.3. Avaliação do padrão superficial e geométrico do Grupo III – Conexão

Tabela 22: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas do passo de rosca do Grupo III.

Lote de parafuso	Nº Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
Não conhecido	15	350.80	26.25	313.00	405.00	7.48

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

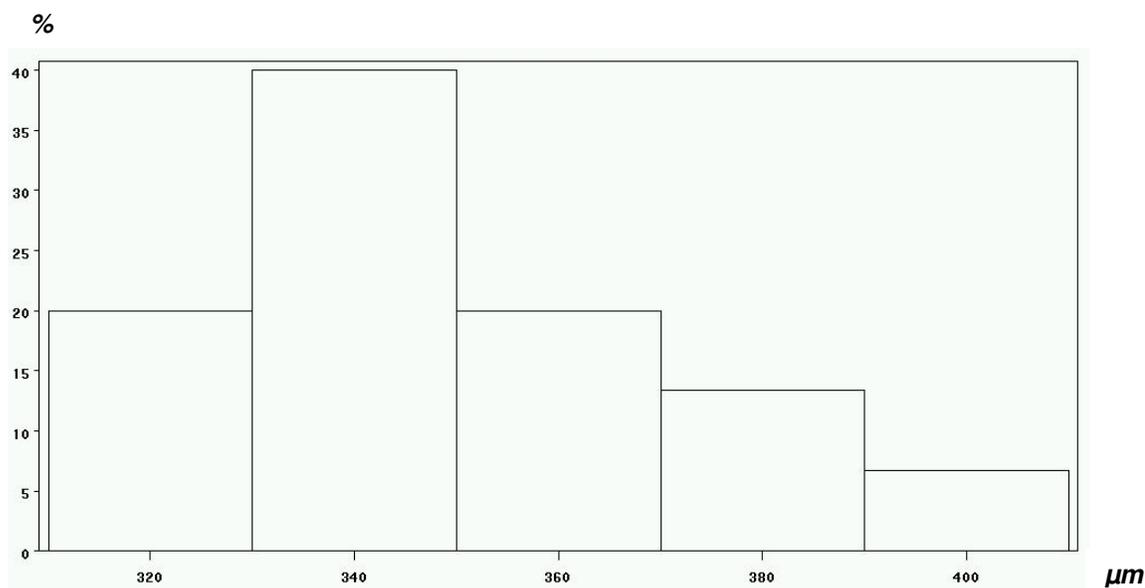


Gráfico 9: Histograma da variável passo de rosca dos parafusos do Grupo III.

O gráfico de histograma é uma maneira de visualizar a frequência de observações coletadas. Cada barra vertical representa a porcentagem obtida de cada intervalo de medida. Os intervalos de medida para o passo de rosca foram divididos em intervalos de 20 μm onde os valores indicados no eixo horizontal são referentes ao número médio entre cada intervalo. Exemplo: cerca de 15% dos valores encontrados do passo de rosca da marca CONEXÃO estão entre 370μm e 390μm representado no histograma pela barra de 380μm.

Tabela 23: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação da largura dos picos de rosca do Grupo III.

Lote de parafuso	Nº Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
Não conhecido	15	52.34	6.95	38.80	59.70	13.28

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

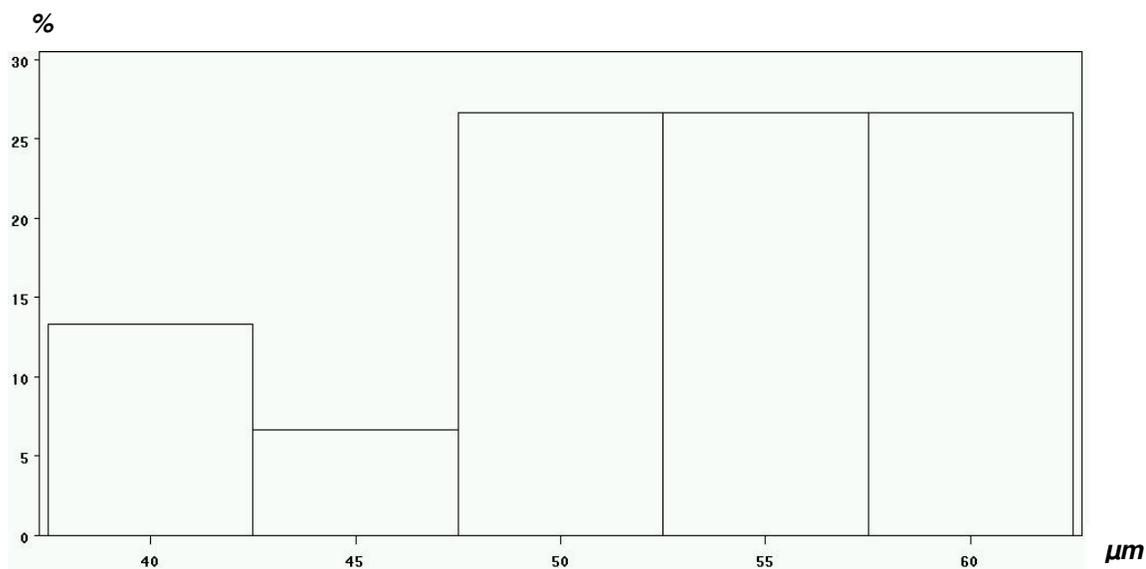


Gráfico 10: Histograma da variável largura dos picos de rosca dos parafusos do Grupo III.

Tabela 24: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação da largura dos vales de rosca do Grupo III.

Lote de parafuso	Nº Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
Não conhecido	15	47.97	6.82	38.80	59.70	14.23

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

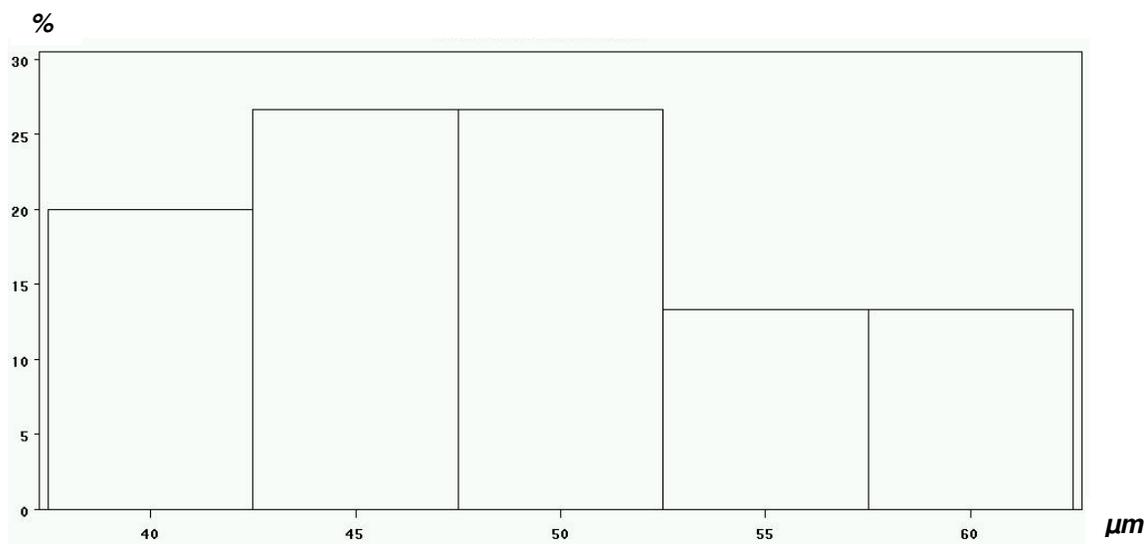


Gráfico 11: Histograma da variável largura dos vales de rosca dos parafusos do Grupo III.

Tabela 25: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação do diâmetro do corpo do Grupo III.

Lote de parafuso	Nº Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
Não conhecido	15	1498.67	84.33	1350.00	1630.00	5.63

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

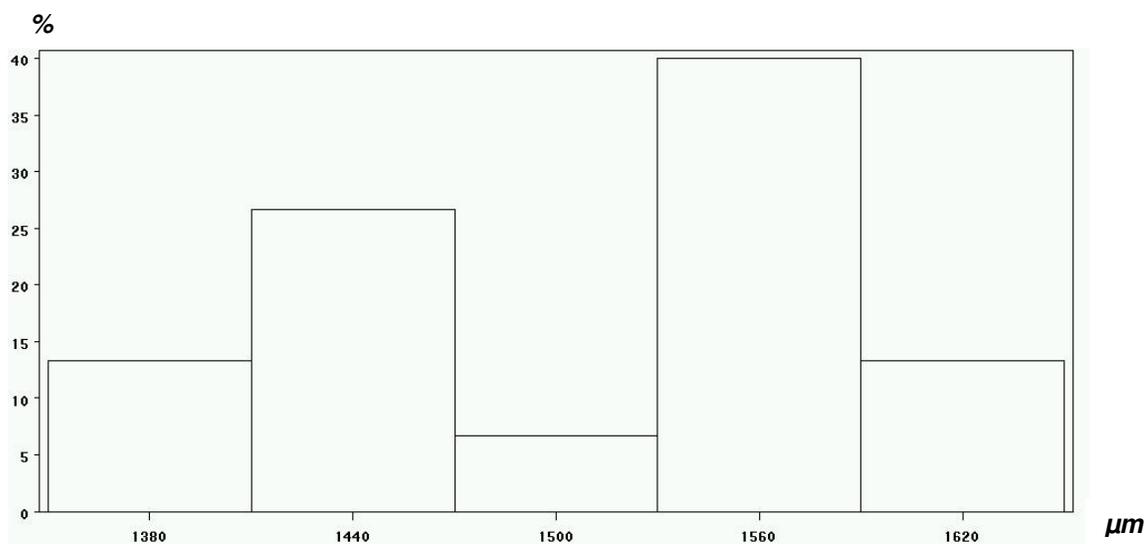


Gráfico 12: Histograma da variável diâmetro do corpo dos parafusos do Grupo III.

Tabela 26: Frequência de irregularidades dos parafusos de lotes desconhecidos da marca Conexão.

Presença de Irregularidades	Quantidade	Porcentagem
Sim	15	100,0
Não	0	0,0
Total	15	100,0

5.4. Avaliação do padrão superficial e geométrico do Grupo IV – Neodent

Tabela 27: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação do passo de rosca do Grupo IV.

Lote de parafuso	Nº Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
10059-111103	7	305.43	27.81	261.00	336.00	9.10
9584-171003	3	327.33	18.88	311.00	348.00	5.77
9395-300903	5	315.80	14.34	298.00	336.00	4.54

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

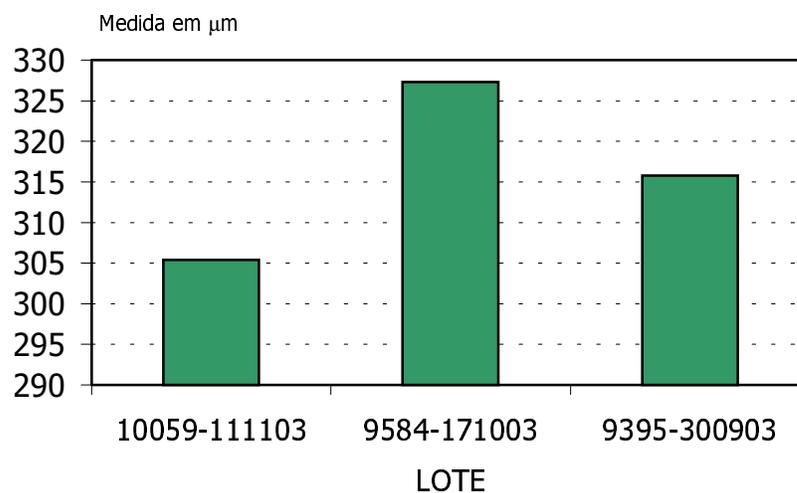


Gráfico 13: Média da variável passo de rosca dos lotes estudados para o Grupo IV.

Hipótese a ser testada:

H_0 : Não há diferença entre as médias do passo de rosca dos lotes do Grupo IV.

H_1 : Existe diferença entre os lotes considerados.

Tabela 28: Resultados obtidos- ANOVA - da variável passo de rosca dos lotes estudados para o Grupo IV.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Soma de Quadrados Médios	F	p-value
Modelo	2	1055.752381	527.876190	1.03	0.3879
Erro	12	6175.180952	514.598413		
Total	14	7230.933333			

Conclusão estatística ANOVA: não rejeita a hipótese de igualdade entre os lotes.

Conclusão estatística: Não existe diferença entre o passo de rosca dos lotes do Grupo IV.

Tabela 29: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação da largura dos picos de rosca do Grupo IV.

Lote de parafuso	Nº Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
10059-111103	7	36.67	6.62	26.90	44.80	18.05
9584-171003	3	38.77	15.53	29.80	56.70	40.06
9395-300903	5	23.30	2.51	20.90	26.90	10.77

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

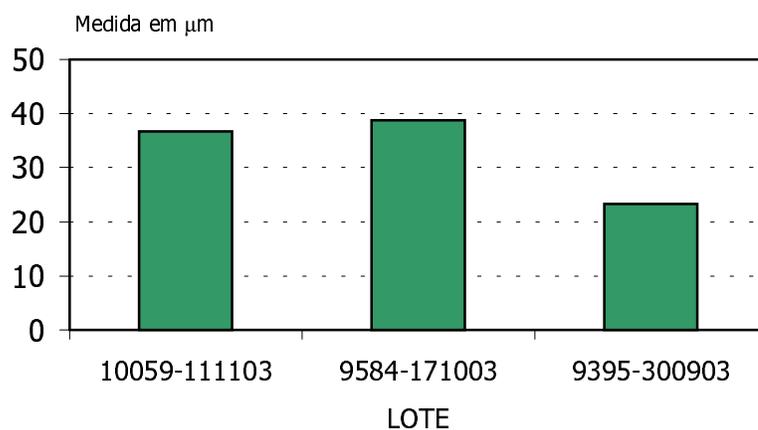


Gráfico 14: Média da variável largura dos picos de rosca dos lotes estudados para o Grupo IV.

Hipótese a ser testada:

H_0 : Não há diferença entre as médias da largura dos picos de rosca dos lotes do Grupo IV.

H_1 : Existe diferença entre os lotes considerados.

Tabela 30: Resultados obtidos- ANOVA - da variável largura dos picos de rosca dos lotes estudados para o Grupo IV.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Soma de Quadrados Médios	F	p-value
Modelo	2	662.552381	331.276190	5.16	0.0242
Erro	12	770.500952	64.208413		
Total	14	1433.053333			

Conclusão estatística ANOVA: rejeita a hipótese de igualdade entre os lotes.

Tabela 31: Resultado da comparação múltipla de Tukey da largura dos picos de rosca do Grupo IV (para grupos ligados, não foram observadas diferenças estatísticas entre as médias).

NEODENT Largura dos picos de rosca	Média (em μm)
9584-171003	38.77
10059-111103	36.67
9395-300903	23.30

Conclusão estatística: Existe diferença entre os lotes da marca NEODENT, quanto a variável em análise.

Tabela 32: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação da largura dos vales de rosca do Grupo IV.

Lote de parafuso	Nº Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
10059-111103	7	47.76	5.69	41.80	53.70	11.92
9584-171003	3	44.73	7.88	35.80	50.70	17.62
9395-300903	5	44.16	6.45	38.80	53.70	14.61

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

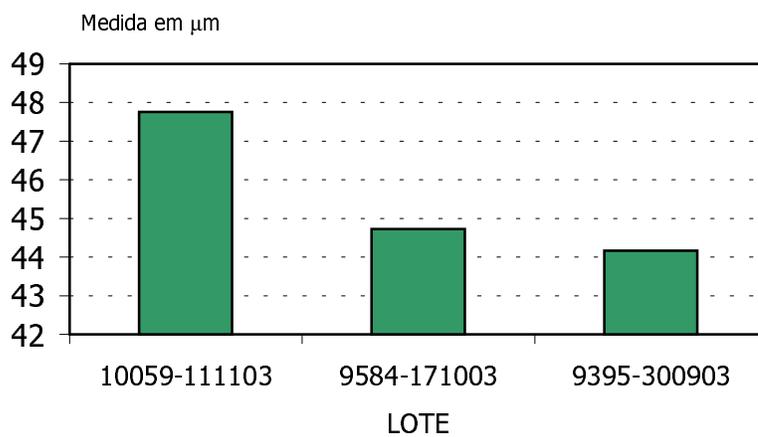


Gráfico 15: Média da variável largura dos vales de rosca dos lotes estudados para o Grupo IV.

Hipótese a ser testada:

H_0 : Não há diferença entre as médias da largura dos vales de rosca dos lotes do Grupo IV.

H_1 : Existe diferença entre os lotes considerados.

Tabela 33: Resultados obtidos- ANOVA - da variável largura dos vales de rosca dos lotes estudados para o Grupo IV.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Soma de Quadrados Médios	F	p-value
Modelo	2	43.3215238	21.6607619	0.54	0.5986
Erro	12	485.1958095	40.4329841		
Total	14	528.5173333			

Conclusão estatística ANOVA: não rejeita a hipótese de igualdade entre os lotes.

Conclusão estatística: Não existe diferença entre a largura dos vales de rosca dos lotes do Grupo IV.

Tabela 34: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação do diâmetro do corpo do Grupo IV.

Lote de parafuso	Nº Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
10059-111103	7	1434.29	132.40	1330.00	1720.00	9.23
9584-171003	3	1416.67	40.41	1380.00	1460.00	2.85
9395-300903	5	1406.00	32.09	1380.00	1460.00	2.28

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

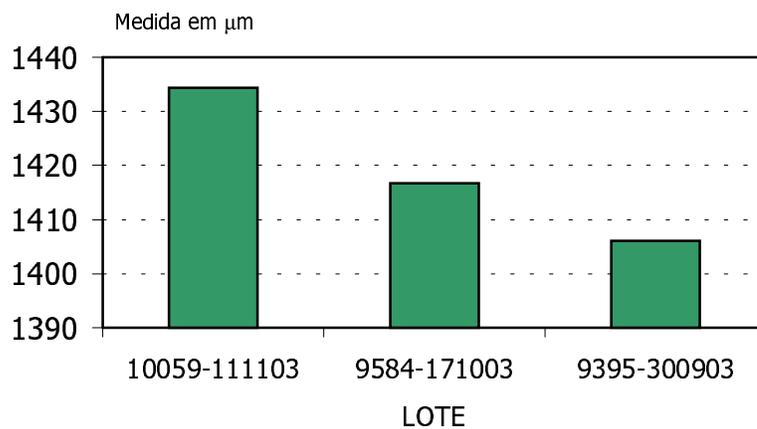


Gráfico 16: Média da variável diâmetro do corpo dos lotes estudados para o Grupo IV.

Hipótese a ser testada:

H_0 : Não há diferença entre as médias do diâmetro do corpo dos lotes do Grupo IV.

H_1 : Existe diferença entre os lotes considerados.

Tabela 35: Resultados obtidos- ANOVA - da variável diâmetro do corpo dos lotes estudados para o Grupo IV.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Soma de Quadrados Médios	F	p-value
Modelo	2	2415.2381	1207.6190	0.13	0.8804
Erro	12	112558.0952	9379.8413		
Total	14	114973.3333			

Conclusão estatística ANOVA: não rejeita a hipótese de igualdade entre os lotes.

Conclusão estatística: Não existe diferença entre o diâmetro do corpo dos lotes do Grupo IV.

Hipótese a ser testada:

H_0 : Não há diferença entre os lotes da marca NEODENT segundo a proporção de presença de irregularidades no parafuso (existe igualdade entre os lotes).

H_1 : Existe diferença entre os lotes.

Tabela 36: Resultados obtidos- Teste de Proporção- da variável presença de irregularidades dos lotes estudados para o Grupo IV.

Lote	Total Amostra	Característica observada: presença de irregularidades no parafuso	
		Presença de Irregularidade	Proporção
10059-111103	7	7	100,0
9584-171003	3	3	100,0
9395-300903	5	5	100,0

O teste de proporção para os dados observados quanto ao padrão superficial do parafuso, considerando os lotes da marca NEODENT, teve como resultado as seguintes estatísticas (para grupos ligados significa não rejeição a hipótese de igualdade de proporções):

⇒ Comparando os lotes “9584-171003”, “10059-111103” e “9395-300903”, os mesmos possuem a mesma proporção de irregularidade no parafuso pesquisado, assim eles não possuem diferença estatística.

Conclusão estatística: Não existe diferença entre os lotes do Grupo IV, quanto a variável em análise.

5.5. Avaliação do padrão superficial e geométrico do Grupo V – INP

Tabela 37: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas do passo de rosca do Grupo V.

Lote de parafuso	Nº Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
031121	15	402.13	50.87	315.00	543.00	12.65

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

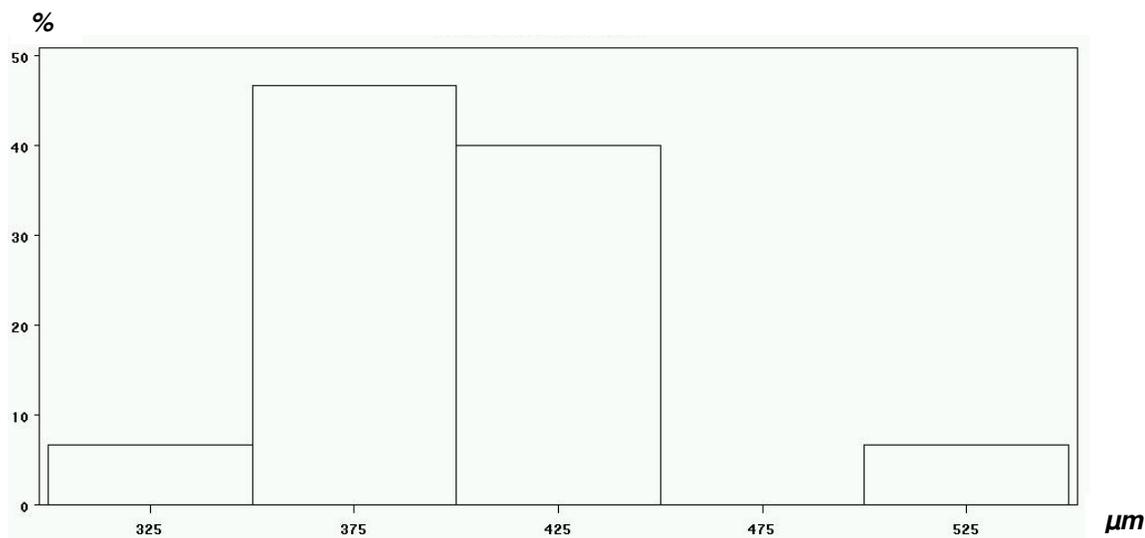


Gráfico 17: Histograma da variável passo de rosca dos parafusos do Grupo V.

Os intervalos de medida para o passo de rosca foram divididos em intervalos de 50 μm onde os valores indicados no eixo horizontal são referentes ao número médio entre cada intervalo. Exemplo: cerca de 40% dos valores encontrados no passo de rosca da marca INP estão entre 400μm e 450μm representado no histograma pela barra de 425 μm.

A variável largura dos picos de rosca não teve seus dados mensurados, devido a dificuldades de visualização e presença de defeitos nesta localização dos parafusos.

Tabela 38: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas da largura dos vales de rosca do Grupo V.

Lote de parafuso	Nº Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
031121	15	52.27	16.86	23.90	74.10	32.25

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

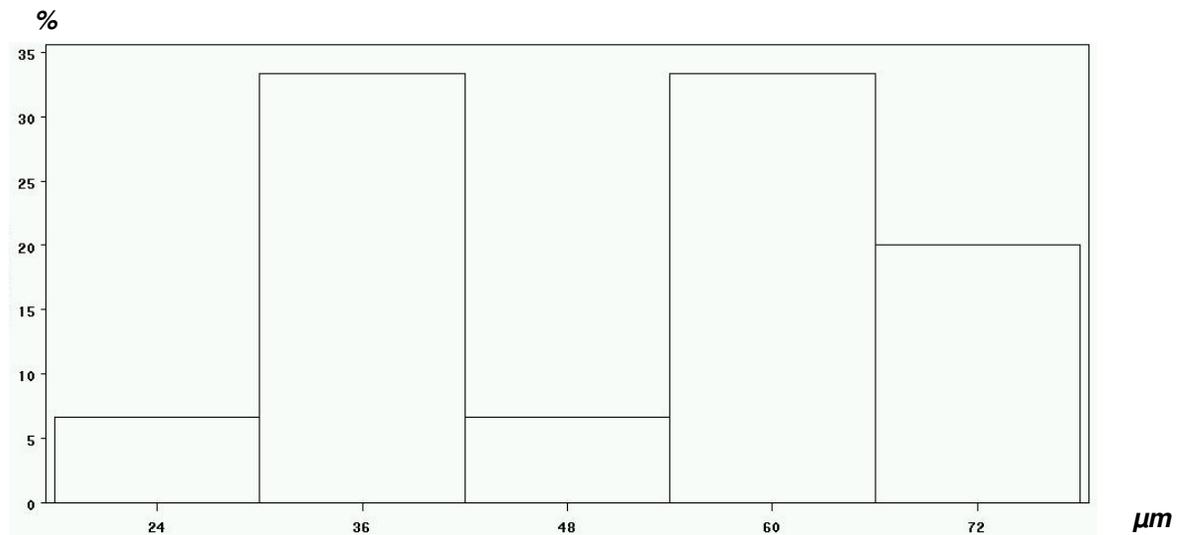


Gráfico 18: Histograma da variável largura dos vales de rosca dos parafusos do Grupo V.

Tabela 39: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas do diâmetro do corpo do Grupo V.

Lote de parafuso	Nº Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
031121	15	1934.00	158.92	1580.00	2360.00	8.22

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

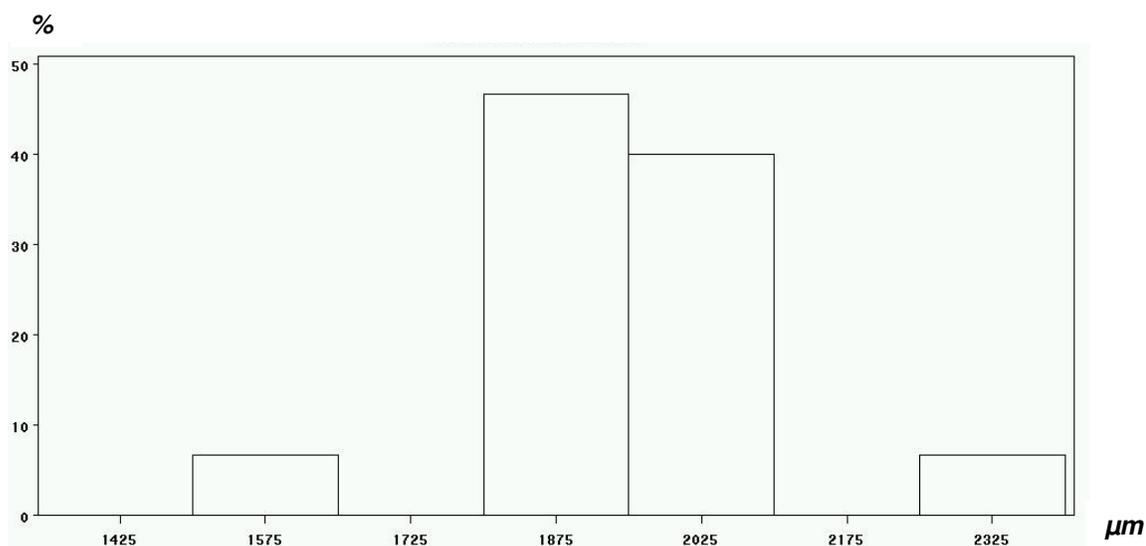


Gráfico 19: Histograma da variável diâmetro do corpo dos parafusos do Grupo V.

Tabela 40: Frequência de irregularidades dos parafusos da marca INP.

Presença de Irregularidades	Quantidade	Porcentagem
Sim	15	100,0
Não	0	0,0
Total	15	100,0

5.6. Avaliação do padrão superficial e geométrico do Grupo VI – Parafuso Experimental

Tabela 41: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas do passo de rosca do Grupo VI.

Lote de parafuso	Nº Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
Não conhecido	12	348.75	26.31	305.00	393.00	7.54

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

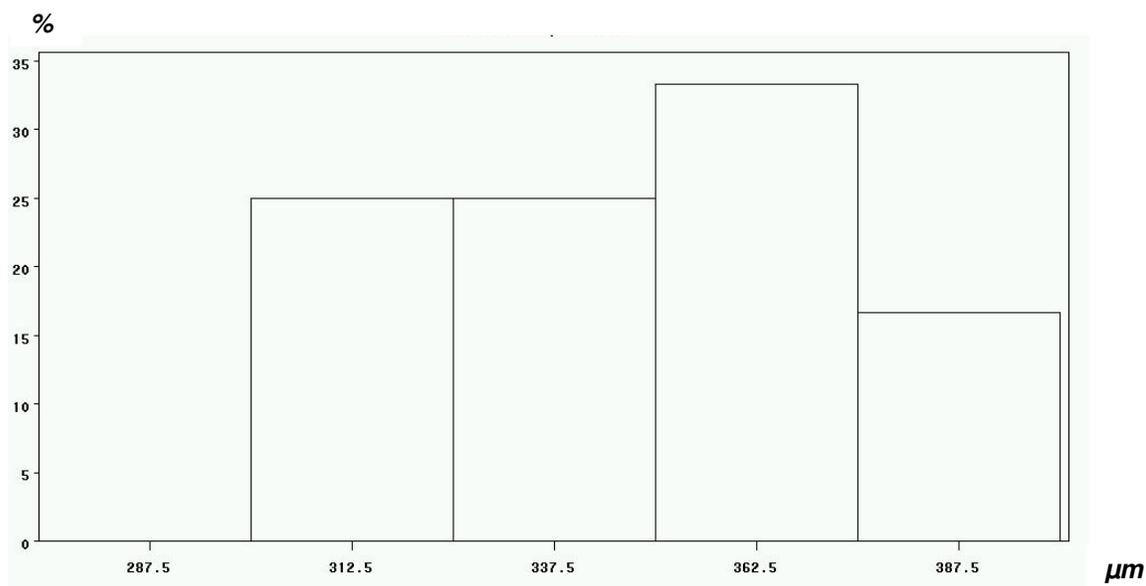


Gráfico 20: Histograma da variável passo de rosca dos parafusos do Grupo VI.

Os intervalos de medida para o passo de rosca foram divididos em intervalos de 25μm onde os valores indicados no eixo horizontal são referentes ao número médio entre cada intervalo. Exemplo: cerca de 15% dos valores encontrados no passo de rosca dos parafusos experimentais estão entre 375μm e 400μm representado no histograma pela barra de 387,5μm.

Tabela 42: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas da largura dos picos de rosca do Grupo VI.

Lote de parafuso	Nº Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
Não conhecido	12	60.80	20.73	26.90	95.50	34.09

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

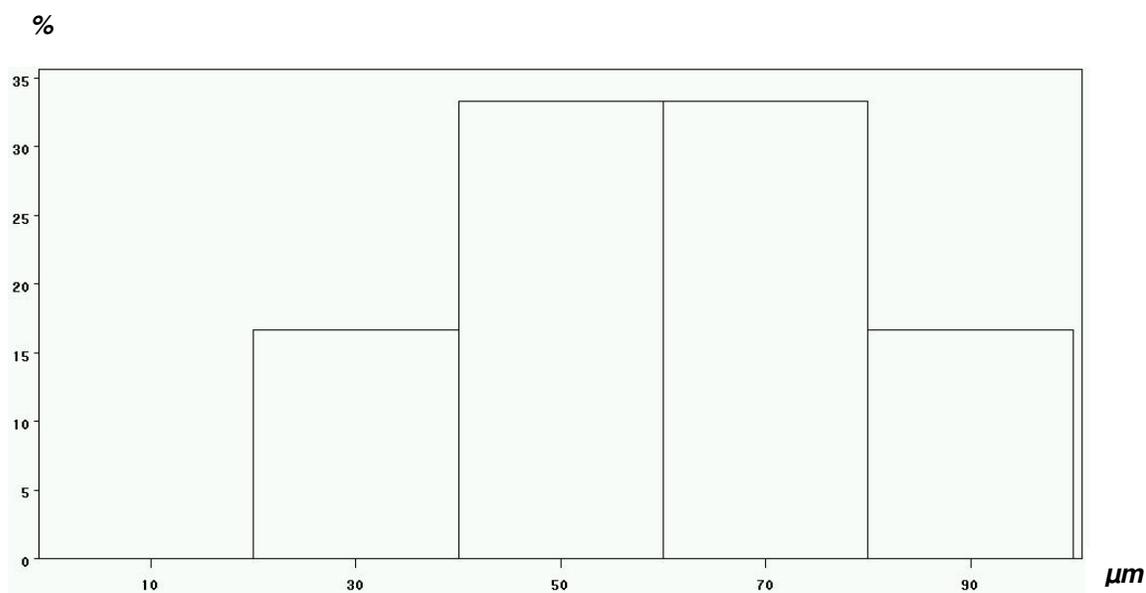


Gráfico 21: Histograma da variável largura dos picos de rosca dos parafusos do Grupo VI.

Tabela 43: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas da largura dos vales de rosca do Grupo VI.

Lote de parafuso	Nº Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
Não conhecidos	12	55.74	10.78	41.80	77.60	19.35

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

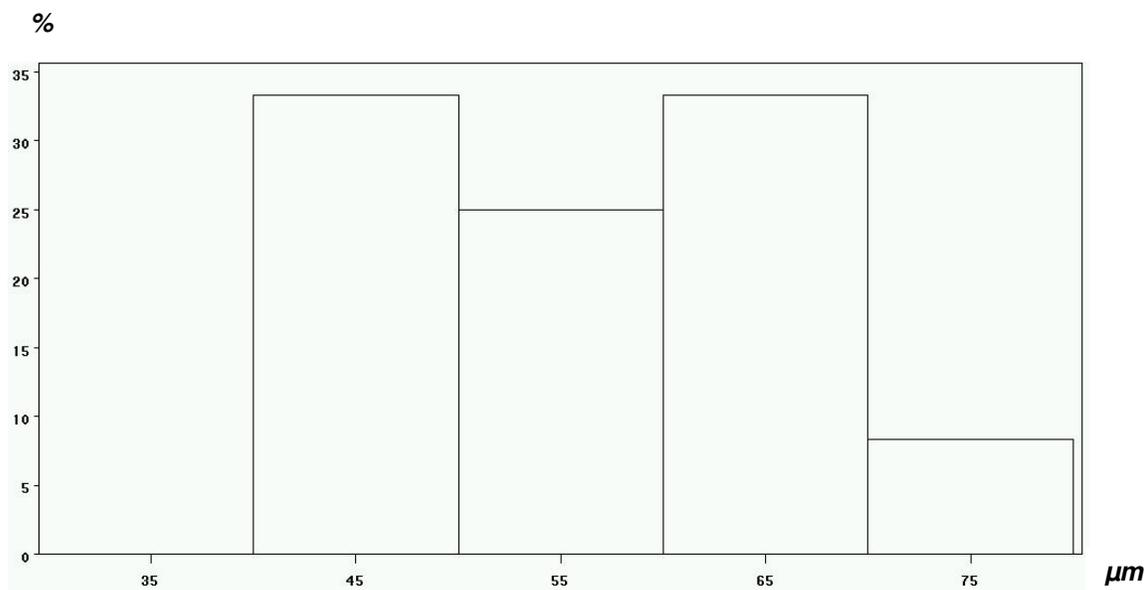


Gráfico 22: Histograma da variável largura dos vales de rosca dos parafusos do Grupo VI.

Tabela 44: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação das medidas do diâmetro do corpo do Grupo VI.

Lote de parafuso	Nº Obs	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾
Não conhecido	12	1430.83	68.42	1280.00	1550.00	4.78

⁽¹⁾ Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão que calcula o quanto a dispersão (desvio padrão) é muito grande em relação à média. É o valor do desvio padrão dividido pela média.

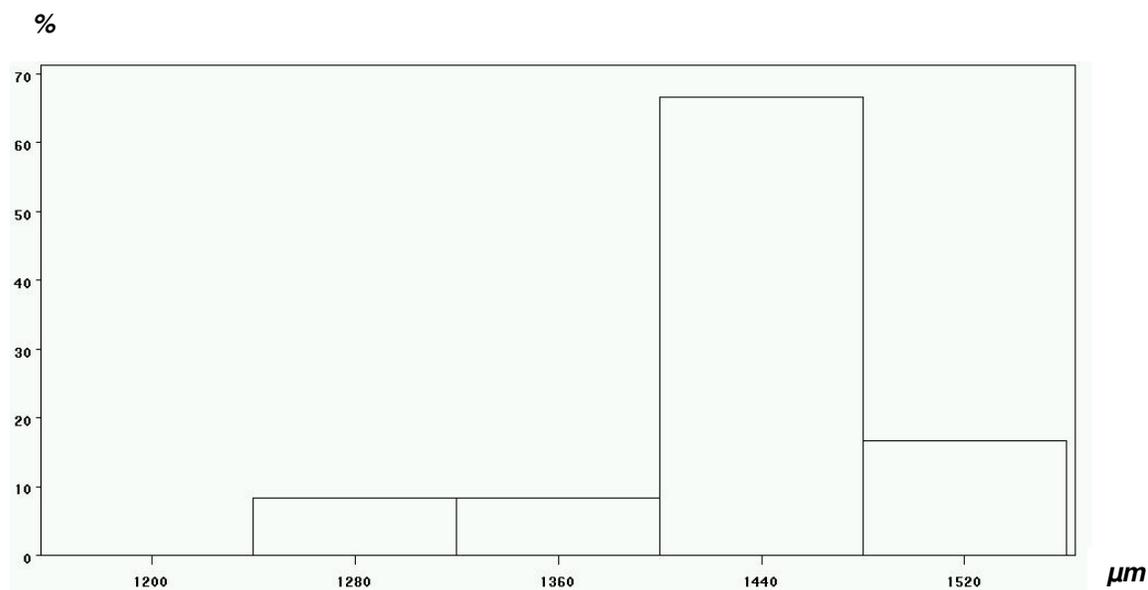


Gráfico 23: Histograma da variável diâmetro do corpo dos parafusos do Grupo VI.

Tabela 45: Freqüência de irregularidades dos parafusos Experimentais.

Presença de Irregularidades	Quantidade	Porcentagem
Sim	12	100,0
Não	0	0,0
Total	12	100,0

5.7. Avaliação do padrão superficial entre os Grupos

Hipótese a ser testada:

H_0 : Não há diferença entre as marcas segundo a proporção de alguma presença de irregularidades do parafuso de maneira geral (existe igualdade entre as marcas).

H_1 : Existe diferença entre as marcas.

Tabela 46: Resultados obtidos- Teste de Proporção- do padrão superficial das marcas avaliadas.

Marcas	Total Amostra	Característica observada: presença de irregularidades no parafuso	
		Presença de Irregularidade	Proporção
3i IMPLANT INNOVATIONS	15	4	26,7
NOBEL BIOCARE	15	15	100,0
CONEXÃO	15	15	100,0
NEODENT	15	15	100,0
INP	15	15	100,0
EXPERIMENTAL	12	12	100,0

O teste de proporção para os dados observados quanto ao padrão superficial dos parafusos, considerando as marcas estudadas, teve como resultado as seguintes estatísticas (para grupos ligados significa não rejeição a hipótese de igualdade de proporções):

⇒ As marcas Nobel Biocare, Conexão, Neodent, INP e “Experimental” possuem a mesma proporção de irregularidade no parafuso pesquisado, assim eles não possuem diferença estatística significativa.

⇒ Comparando as marcas 3i Implant Innovations com as demais marcas, a estatística do teste foi de $-4,17$ e um valor p menor que $0,0026$, ou seja, rejeita H_0 (possui diferença estatística significativa).

Conclusão estatística: Existe diferença entre as marcas. A marca 3i Implant Innovations possui diferença estatística significativa com as demais marcas pesquisadas e apresentou a menor proporção de irregularidade no parafuso. Todas as demais marcas possuem a mesma significância estatística, sendo observado a maior presença de irregularidades no parafuso.

6. DISCUSSÃO

Carr (1998) relatou que nenhuma avaliação de sucesso pode ser aceita sem as devidas considerações protéticas. Muitas falhas mecânicas de próteses implanto-suportadas podem ser atribuídas a fatores de fabricação dos componentes protéticos. Este fato deve ser considerado quando se avalia o sucesso em tratamentos com implantes osseointegrados.

A natureza do afrouxamento de componentes protéticos é complexa e envolve causas diversas como apertamento insuficiente dos parafusos, adaptação protética inadequada, usinagem deficiente de componentes, desenho dos parafusos e aspectos inerentes a cada paciente, como as parafunções.

Teoricamente, o parafuso de retenção protética deveria ser a parte mais “fraca” entre os componentes de implante e, por isso, deveria afrouxar ou fraturar antes dos outros. Entretanto, segundo Binon (1996) e Eckert et al. (2000), ocorrem também falhas de outros componentes do conjunto e até do próprio implante.

“Mesmo superfícies cuidadosamente usinadas apresentam irregularidades microscópicas”. Com base nesta afirmação, Jörnégus, Jemt e Carlsson (1992) relataram que duas superfícies não conseguem ficar em íntimo contato em toda a sua extensão. Quando a interface do parafuso é submetida à carga externa, ocorrem micromovimentos entre as superfícies. As áreas de contato resultantes destes movimentos aproximam as duas superfícies. A força de acomodação depende, neste momento, da dureza e irregularidades iniciais das superfícies e da magnitude da carga externa. Quando o efeito de acomodação é maior que a capacidade elástica do parafuso, ocorre afrouxamento devido à falta de força de contato entre as superfícies. Os autores ainda relataram que mesmo componentes

do mesmo lote apresentam diferenças de fabricação que afetam a pré-carga conseguida no momento de sua instalação no paciente. Binon et al. (1994) e Al Rafee et al. (2002) também relataram problemas na fabricação e defeitos volumétricos de parafusos protéticos.

Neste trabalho, constatou-se que problemas no padrão de fabricação também estão presentes nos parafusos nacionais e importados avaliados. Tais diferenças entre os parafusos podem introduzir variáveis desconhecidas nos tratamentos dos pacientes.

Quanto aos fatores que podem contribuir para a diminuição do risco de soltura de parafusos, Binon et al. (1994) foram de opinião que o planejamento da instalação de implantes em posição e número ideais e o uso de intermediários cônicos no lugar de intermediários achatados, como o standard, são cuidados essenciais. Jörnégus, Jemt e Carlsson (1992), também relataram que o formato achatado da cabeça dos parafusos pode reduzir a ocorrência de afrouxamento. Entretanto, Kallus e Bessing (1994) não observaram melhora clínica na estabilidade dos parafusos de ouro com este formato.

Com relação à existência de diversas marcas comerciais de componentes protéticos considerados compatíveis entre si, Jaarda, Razzoog e Gratton (1995) foram de opinião que o simples fato de um parafuso de uma marca poder ser apertado em um intermediário protético de outra marca, não significa que seja intercambiável, pois para a implantodontia, a palavra “intercambiável” implica dizer que qualquer substituição de componentes não afeta o desempenho do sistema e a taxa de sucesso do tratamento. Com base neste aspecto, os autores comentaram que o torque de apertamento recomendado para os parafusos da marca Nobel Biocare, por exemplo, não deve ser aceito como o ideal para todas as marcas de parafusos.

Neste trabalho, os resultados demonstraram diferenças do padrão geométrico dos parafusos analisados dentro da mesma marca comercial, o que realmente pode afetar o desempenho do sistema.

Todos os parâmetros geométricos dos parafusos avaliados no trabalho de Jaarda, Razzoog e Gratton (1995) influenciam, por exemplo, a relação torque / pré-carga. Os autores mostraram que os parafusos de ouro da marca Implia-Med apresentaram o diâmetro do corpo de parafuso menor que o do grupo controle (Nobel Pharma), o que resultaria na diminuição da área de superfícies de contato, menor resistência friccional ao apertamento e, conseqüentemente, menor pré-carga. Os parafusos da marca 3i Implant Innovations apresentaram maior diâmetro da cabeça dos parafusos, o que resultaria em uma área superficial de contato maior na interface parafuso / cilindro protético. Os autores relataram ainda que, o comprimento do parafuso influencia diretamente na área de superfícies de contato. Quanto maior esta área, maior a resistência friccional ao torque de apertamento e menor a pré-carga conseguida. Parafusos mais curtos quando apertados com o mesmo torque que parafusos mais longos, resultam em maior alongamento do corpo do parafuso devido a menor área da interface parafuso de intermediário / parafuso de retenção protética. Além do efeito sobre a pré-carga, as variações geométricas afetam também as propriedades mecânicas dos parafusos. Variações no comprimento do pescoço e no diâmetro do parafuso alteram, por exemplo, a sua resistência máxima à tensão.

Analisando os resultados deste trabalho, percebeu-se que não há diferença estatística do diâmetro do corpo entre os parafusos dos lotes das marcas 3i Implant Innovations, Nobel Biocare e Neodent, o que é um fator positivo para o padrão de fabricação destes dispositivos.

O desenho ótimo do parafuso na maior parte dos sistemas não foi completamente estabelecido. Uma variedade de tamanhos, roscas e diâmetros diferentes é utilizada pelos sistemas. Para Lee et al. (2002), muitos parafusos

protéticos são inadequados, devido a diversos fatores como a rugosidade de superfície excessiva, equipamento ruim e seleção das ligas com resistência e alongamentos insuficientes.

Binon et al. (1994) foram da mesma opinião e relataram que uma ligeira mudança no desenho das roscas pode aumentar em mais de 60% a resistência ao torque de fratura de parafusos e que a geometria do pescoço dos parafusos tem grande influência na concentração de estresse no local.

Outro aspecto importante a ser considerado foi citado por Tzenakis et al. (2002), quando relataram que as propriedades mecânicas estruturais englobam tanto as propriedades intrínsecas do material como a forma geométrica do dispositivo e que o processo de fabricação em si pode causar diferenças nas propriedades da matéria-prima para o produto final.

Neste trabalho, os parafusos analisados da marca 3i Implant Innovations foram de ouro, os do grupo experimental foram de titânio comercialmente puro grau II e os das demais marcas foram de diferentes ligas, a base de titânio e alumínio ou titânio, alumínio e vanádio.

Algumas considerações sobre o apertamento de parafusos foram feitas por Breeding et al. (1993) quando observaram que uma vez aplicado o torque, o mesmo é distribuído ao sistema de três formas: por fricção entre a cabeça do parafuso e o cilindro protético; por fricção entre as roscas do parafuso oclusal e as roscas internas do intermediário; e pela pré-carga gerada. Assim, a aplicação do torque pode aumentar a pré-carga apenas se a fricção entre os componentes for diminuída. Este fato pode justificar os resultados da pesquisa de Tzenakis et al. (2002), onde a pré-carga gerada foi maior após sucessivos torques dos parafusos, que devido ao fenômeno da acomodação das espículas metálicas, a resistência friccional decresceu gradualmente, possibilitando maior área superficial de contato.

Bakaeen, Winkler e Neff (2001) também relataram que o efeito de acomodação contribui para o afrouxamento de parafusos protéticos, principalmente no primeiro apertamento e tende a diminuir depois de repetidos ciclos de apertamento e afrouxamento devido à diminuição do atrito entre as roscas. Assim como Rambhia et al. (2002) relataram que a redução ou eliminação de defeitos estruturais pode minimizar as falhas de parafusos oclusais.

Este trabalho está em concordância com os autores, pois com base na revisão da literatura, pôde-se observar que o padrão superficial desses parafusos influencia o seu mecanismo de funcionamento. Neste estudo, todos os grupos avaliados apresentaram um certo grau de irregularidades em suas superfícies.

Analisando os resultados do grupo I deste trabalho, 3i Implant Innovations, o parâmetro passo de rosca apresentou diferença entre os lotes. Entretanto, quanto aos demais parâmetros, a marca não apresentou diferença entre os lotes, ou seja, obteve as mesmas dimensões da largura dos picos de rosca, largura dos vales de rosca e diâmetro do corpo e possui a mesma proporção de irregularidades encontradas nas superfícies dos parafusos.

Verificando os resultados do grupo II, Nobel Biocare, os parâmetros passo de rosca e diâmetro do corpo apresentaram as mesmas dimensões para cada lote avaliado. Entretanto, as variáveis “largura dos picos de rosca” e “largura dos vales de rosca” apresentaram diferença entre os lotes. Os lotes da marca Nobel Biocare possuem a mesma proporção de irregularidades encontradas nos parafusos.

Observando os resultados do grupo III, Conexão, os parafusos avaliados não possuíam a discriminação do número do lote nas embalagens. Os dados de todas as variáveis puderam ser coletados e visualizados através da frequência das medidas nos gráficos de histograma. Todos os parafusos apresentaram parâmetros com dimensões diferentes e presença de irregularidades.

Analisando o grupo IV, Neodent, os parâmetros passo de rosca, largura dos vales de rosca e diâmetro do corpo apresentam as mesmas dimensões para cada lote avaliado. Entretanto, a variável largura dos picos de rosca apresentou diferença entre os lotes. Todos os lotes apresentaram a mesma proporção de irregularidades nos parafusos.

Os parafusos avaliados do grupo V, INP, foram todos do mesmo lote. Os dados da variável “largura dos picos de rosca” não puderam ser coletados devido a dificuldades de visualização e presença de defeitos nesta localização dos parafusos. As medidas das demais variáveis foram coletadas e visualizadas nos gráficos de histograma. Todos os parafusos apresentaram parâmetros com dimensões diferentes e presença de irregularidades.

Ao fazer a análise dos resultados do grupo VI, Experimental, os parafusos avaliados não possuíam lote por não serem comercializados, já que foram confeccionados como estudo piloto para esta pesquisa e em torno mecânico de uma indústria não vinculada à odontologia. Mesmo sem a tecnologia de ponta dos tornos computadorizados disponíveis nas empresas de implantes, os dados de todas as variáveis puderam ser coletados e visualizados através da frequência das medidas nos gráficos de histograma. Todos os parafusos apresentaram parâmetros com dimensões diferentes e presença de irregularidades. Este resultado pode também ser justificado pelo fato dos parafusos terem sido usinados em titânio comercialmente puro Grau II e não em liga de titânio, considerada de mais fácil usinagem segundo os fabricantes.

No estudo de Jaarda, Razzoog e Gratton (1995), houve diferenças estatisticamente significantes entre os parâmetros diâmetro do corpo e largura dos vales de rosca dos parafusos avaliados das marcas 3i, Impli-Med, Nobel Pharma e Implant Support Systems. Entretanto, os parâmetros passo de rosca e a largura dos picos de rosca não apresentaram diferenças entre os grupos.

Neste trabalho, diferenças no padrão geométrico entre os grupos não foram avaliadas pois a maioria dos parafusos oclusais era indicada para pilares específicos de cada marca comercial, não devendo ser classificados como compatíveis.

Ao avaliar o padrão superficial dos parafusos, a marca 3i Implant Innovations obteve melhores resultados quanto a presença de irregularidades e possui diferença estatística significativa com as demais marcas pesquisadas. Todas as demais marcas possuem a mesma significância estatística, sendo observado a maior presença de irregularidades nos parafusos. Este resultado pode ser justificado pelo fato dos parafusos avaliados da marca 3i Implant Innovations serem de ouro e os das demais marcas serem de titânio ou liga de titânio.

Neste trabalho, foi demonstrado que realmente existe diferenças geométricas entre parafusos de diferentes marcas comerciais. Este resultado significa que tais diferenças produzirão pré-cargas diferentes quando os parafusos forem apertados. Sugerimos, então, que cada empresa execute ensaios mecânicos para saberem qual o torque ideal para o seu parafuso de acordo com a sua geometria.

Considerando que a literatura é limitada quando se refere à interferência da qualidade dos parafusos de retenção de prótese implanto-suportada sobre a incidência de afrouxamento dos mesmos, este trabalho visou exclusivamente analisar as diferenças geométricas e presença de irregularidades entre esses dispositivos.

Outras pesquisas são necessárias para avaliar a importância da qualidade da usinagem da superfície do parafuso sobre o tempo de retenção de uma prótese implanto-suportada.

7. CONCLUSÕES

Com base na metodologia desta pesquisa e na análise estatística dos dados, concluiu-se que:

1. As seis marcas analisadas apresentaram defeitos de superfícies nos parafusos.
2. Houve diferença estatisticamente significativa quanto as dimensões dos parafusos estudados do mesmo grupo.
3. Os parafusos de ouro 3i foram os que apresentaram menor número de irregularidades de superfície e de diferenças geométricas.
4. Sob as condições em que foram fabricados, os parafusos experimentais apresentaram irregularidades de superfície e diferenças nas dimensões entre os dispositivos analisados.

REFERÊNCIAS

ABOYOUSSEF, H.; WEINER, S.; EHRENBURG, D. Effect of an antirotation resistance form on screw loosening for single implant-supported crowns. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.83, n.4, p.450-455, Apr. 2000.

AL RAFEE, M.A. et al. The effect of repeated torque on the ultimate tensile strength of slotted gold prosthetic screws. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.88, n.2, p.176-82, Aug. 2002.

BAKAEEN, L.G.; WINKLER, S.; NEFF, P.A. The effect of implant diameter, restoration design, and occlusal table variations on screw loosening of posterior single-tooth implant restorations. **J Oral Implantology**, v.27, n.2, p.63-72, 2001.

BINON, P. The effect of implant-abutment hexagonal misfit on screw joint stability. **Int J Prosthodont**, Lombard, v.9, n.2, p.149-160, 1996.

BINON, P. Evaluation of the effectiveness of a technique to prevent screw loosening. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.79, n.4, p.430-432, Apr. 1998.

BINON, P. Implants and components: entering the new millennium. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.15, n.1, p.76-94, 2000.

BINON, P. et al. The role of screws in implant systems. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.9, p.48-63, 1994.supplement.

BOTTINO, M.A. et al. Oxidação e corrosão na união dos implantes osseointegrados com diferentes ligas metálicas. **Pós-Grad.Rev.Fac.Odontol.São José dos Campos**, v.2,n.1,p.76-84, jan./jun., 1999.

BREEDING, L.C. et al. Torque required to loosen single-tooth implant abutment screws before and after simulated function. **Int J Prosthodont**, Lombard, v.6, n.5, p.435-439, 1993.

BURGUETE, R.L.; JOHNS, R.B.; KING, T.; PATTERSON, E.A. Tightening characteristics for screwed joints in osseointegrated dental implants. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.71, n.6, p.592-9, June 1994.

CARR, A.B. Successful long-term treatment outcomes in the field of osseointegrated implants:Prosthodontic determinants. **Int J Prosthodont**, Lombard, v.11, n.5, p.502-12, Sep.-Oct. 1998.

CAVAZOS, E.; BELL, F.A. Preventing loosening of implant abutment screws. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.75, n.5, p.566-569, May 1996.

CHEE, W. et al.. Cemented versus screw-retained implant prostheses: Which is better?. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.14, n.1, p.137-141, 1999.

DIXON, D.L. et al. Comparison of screw loosening, rotation, and deflection among three implant designs. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.74, n.3, p.270-8, Sept. 1995.

DRAGO, C.J. A clinical study of the efficacy of gold-tite square abutment screws in cement-retained implant restorations. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.18, n.2, p.273-278, 2003.

DUYCK, J. et al. Pre-load on oral implants after screw tightening fixed full prostheses: an *in vivo* study. **J Oral Rehabilitation**, v.28, p.226-233, 2001.

ECKERT, S.E. et al. Analysis of incidence and associated factors with fractured implants: A retrospective study. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.15, n.5, p.662-667, Sep-Oct. 2000.

FOX Jr., P.W.; GRUNOR, J. Keeping sheet metal together. **Machine Design**, v.10, p. 43-45, Dec. 1993.

GENG, J-P.; TAN, K.B.C.; LIU, G-R. Application of finite element analysis in implant dentistry: A review of the literature. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.85, n.6, p.585-598, Jun. 2001.

GRATTON, D.G.; AQUILINO, S.A.; STANFORD, C.M. Micromotion and dynamic fatigue properties of the dental implant-abutment interface. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.85, n.1, p.47-52, Jan. 2001.

HAACK, J.E. et al. Elongation and preload stress in dental implant abutment screws. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.10, n.5, p.529-536, 1995.

HOYER, S.A. et al. Dynamic fatigue properties of the dental implant-abutment interface: Joint opening in wide-diameter versus standard-diameter hex-type implants. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.85, n.6, p.599-607, Jun. 2001.

JAARDA, M.J.; RAZZOOG, M.E.; GRATTON, D.G. Effect of preload torque on the ultimate tensile strength of implant prosthetic retaining screws. **Implant Dent**, v.3, n.1, p.17-21, Spring 1994.

JAARDA, M.J.; RAZZOOG, M.E.; GRATTON, D.G. Geometric comparison of five interchangeable implant prosthetic retaining screws. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.74, n.4, p.373-379, Oct. 1995.

JEMT, T. Failures and complications in 391 consecutively inserted fixed prostheses supported by Brånemark implants in edentulous jaws: a study of treatment from the time of prosthesis placement to the first annual checkup. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.6, n.3, p.270-276, 1991.

JEMT, T.; LINDÉN, B.; LEKHOLM, U. Failures and complications in 127 consecutively placed fixed partial prostheses supported by Brånemark Implants: from prosthetic treatment to first annual checkup. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.7, n.1, p.40-44, 1992.

JEMT, T. et al. Osseointegrated implants for single tooth replacement: a 1-year report from a multicenter prospective study. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.6, n.1, p.29-36, 1991.

JOHANSSON, L-A.; EKFEJDT, A. Implant-supported fixed partial prostheses: a retrospective study. **Int J Prosthodont**, Lombard, v.16, n.2, p.172-176, 2003.

JÖRNÉUS, L.; JEMT, T.; CARLSSON, L. Loads and designs of screw joints for single crowns supported by osseointegrated implants. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.7, n.3, p.353-359, 1992.

KALLUS, T.; BESSING, C. Loose gold screws frequently occur in full-arch fixed prostheses supported by osseointegrated implants after 5 years. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.9, n.2, p.169-178, 1994.

KORIOETH, T.W.P.; CARDOSO, A.C.; VERSLUIS, A. Effect of washers on reverse torque displacement of dental implant gold retaining screws. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.82, n.3, p.312-316, Sept. 1999.

KRUMHOLZ, M.L. A technique for compensating for the loose CeraOne screw. **Int J Periodontics Restorative Dent**, Chicago, v.19, n.2, p.183-87, 1999.

LANG, L.A.; WANG, R-F; MAY, K.B. The influence of abutment screw tightening on screw joint configuration. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.87, n.1, p.74-9, Jan. 2002.

LEE, J. et al. Wave analysis of implant screw loosening using an air cylindrical cyclic loading device. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.88, n.4, p.402-408, Oct. 2002.

MARTIN, W.C. et al. Implant abutment screw rotations and preloads for four different screw materials and surfaces. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.86, n.6, p.24-32, July 2001.

McGLUMPHY, E.A.; MENDEL, D.A.; HOLLOWAY, J.A. Implant screw mechanics. **Dental Clinics of North America**, v.42, n.1, p.71-89, Jan. 1998.

MITRANI, R. et al. Accuracy of electronic implant torque controllers following time in clinical service. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.16, n.3, p.394-399, May-Jun. 2001.

PESUN, I.J. et al.. Operator-induced compressive axial forces during implant gold screw fastening. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.86, n.1, p.15-19, July 2001.

RAMBHIA, S.K. et al. Defects in hexed gold prosthetic screws: A metallographic and tensile analysis. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.87, n.1, p.30-39, Jan. 2002.

SAKAGUCHI, R.L.; BORGERSEN, S.E. Nonlinear contact analysis of preload in dental implant screws. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.10, n.3, p.295-302, 1995.

SIAMOS, G.; WINKLER, S.; BOBERICK, K. The relationship between implant preload and screw loosening on implant-supported prostheses. **J Oral Implantology**, v.28, n.2, p.67-73, 2002.

TAYLOR, T.D.; AGAR, J.R. Twenty years of progress in implant prosthodontics. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.88, n.1, p.89-95, July 2002.

TZENAKIS,G.K. et al. The effect of repeated torque and salivary contamination on the preload of slotted gold implant prosthetic screws. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.88, n.2, p.183-191, Aug. 2002.

VELÁSQUEZ-PLATA, D. et al. A close-up look at an implant fracture: a case report. **Int J Periodontics Restorative Dent**, Chicago, v.22, n.5, p.483-91, 2002.

VERSLUIS, A.; KORIOETH, T.W.P.; CARDOSO, A.C. Numerical Analysis of a dental implant system preloaded with a washer. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.14, n.3, p.337-341, 1999.

WILLIAMSON,R.T.; ROBINSON, F.G. Retrieval technique for fractured implant screws. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.86, n.5, p.549-550, Nov. 2001.

APÊNDICE A

Dados originais obtidos da marca 3i Implant Innovations.

Grupo I: 3i Implant Innovations		DIMENSÕES (µm)				PRESENÇA DE IRREGULARIDADES		
Parafuso	Lote	Passo de Rosca	Largura dos picos de roscas	Largura dos vales de roscas	Diâmetro do corpo	CABEÇA	PESCOÇO	ROSCAS
1	215717	286	50,7	47,7	1410	não	não	sim
2	215717	273	50,7	53,7	1380	não	não	não
3	215717	336	56,7	53,7	1410	não	não	não
4	215717	298	41,8	47,7	1410	não	não	não
5	215716	336	38,8	53,7	1390	não	não	sim
6	215716	348	44,8	53,7	1420	não	não	sim
7	215716	360	47,7	53,7	1370	não	não	não
8	215716	348	53,7	62,7	1390	não	não	não
9	215716	311	41,8	50,7	1380	não	não	não
10	200692	298	23,9	47,7	1410	não	não	não
11	206146	348	56,7	47,7	1420	não	não	não
12	206146	336	35,8	50,7	1370	não	não	não
13	206146	323	23,9	56,7	1310	sim	não	sim
14	206146	373	65,6	56,7	1420	não	não	não
15	206146	336	50,7	56,7	1420	não	não	não

APÊNDICE B

Dados originais obtidos da marca Nobel Biocare.

Grupo II: Nobel Biocare		DIMENSÕES (µm)				PRESENÇA DE IRREGULARIDADES		
Parafuso	Lote	Passo de Rosca	Largura dos picos de roscas	Largura dos vales de roscas	Diâmetro do corpo	CABEÇA	PESCOÇO	ROSCAS
1	31448	323	55,4	49,9	1400	não	não	sim
2	31448	298	80,4	50,7	1390	não	não	sim
3	31448	286	62,7	65,6	1320	não	não	sim
4	31448	336	38,6	68,6	1390	não	não	sim
5	31448	311	59,7	68,6	1450	não	não	sim
6	31447	311	47,7	71,6	1410	não	não	sim
7	31447	336	47,7	53,7	1480	não	não	sim
8	31447	323	62,7	59,7	1530	não	não	sim
9	31447	286	62,7	65,6	1290	não	não	sim
10	31447	336	71,6	65,6	1380	não	não	sim
11	637991	291	32,8	77,6	1420	não	não	sim
12	637991	339	35,8	83,5	1400	não	não	sim
13	637991	300	29,8	77,6	1430	não	não	sim
14	641182	338	53,7	65,6	1420	não	não	sim
15	641182	318	44,8	62,7	1440	não	não	sim

APÊNDICE C

Dados originais obtidos da marca Conexão.

Grupo III: Conexão		DIMENSÕES (µm)				PRESENÇA DE IRREGULARIDADES		
Parafuso	Lote	Passo de Rosca	Largura dos picos de roscas	Largura dos vales de roscas	Diâmetro do corpo	CABEÇA	PESCOÇO	ROSCAS
1		314	59,7	59,7	1490	não	não	sim
2		337	59,7	50,7	1430	não	não	sim
3		313	41,8	50,7	1530	não	sim	sim
4		332	38,8	44,8	1350	sim	não	sim
5		346	56,7	38,8	1420	não	não	sim
6		326	56,7	47,7	1420	não	não	sim
7		369	59,7	44,8	1560	não	sim	sim
8		385	50,7	44,8	1530	não	sim	sim
9		381	47,7	47,7	1580	sim	não	sim
10		358	44,8	53,7	1630	sim	não	sim
11		363	56,7	44,8	1570	não	não	sim
12		346	54	54	1460	sim	não	sim
13		342	50,7	38,8	1380	não	sim	sim
14		405	47,7	38,8	1590	não	não	sim
15		345	59,7	59,7	1540	sim	não	sim

APÊNDICE D

Dados originais obtidos da marca Neodent.

Grupo IV: Neodent		DIMENSÕES (μm)				PRESENÇA DE IRREGULARIDADES		
Parafuso	Lote	Passo de Rosca	Largura dos picos de roscas	Largura dos vales de roscas	Diâmetro do corpo	CABEÇA	PESCOÇO	ROSCAS
1	10059-111103	336	44,8	41,8	1450	não	não	sim
2	10059-111103	336	32,8	53,7	1720	não	não	sim
3	10059-111103	261	32,8	44,8	1410	não	não	sim
4	10059-111103	323	35,8	44,8	1410	sim	não	sim
5	10059-111103	286	44,8	53,7	1330	não	não	sim
6	10059-111103	298	26,9	41,8	1350	sim	não	sim
7	10059-111103	298	38,8	53,7	1370	não	não	sim
8	9584-171003	311	56,7	50,7	1460	não	não	sim
9	9584-171003	348	29,8	47,7	1410	não	não	sim
10	9584-171003	323	29,8	35,8	1380	não	não	sim
11	9395-300903	298	20,9	38,8	1390	sim	não	sim
12	9395-300903	323	23,9	41,8	1380	sim	não	sim
13	9395-300903	336	20,9	38,8	1410	sim	não	sim
14	9395-300903	311	26,9	53,7	1390	não	não	sim
15	9395-300903	311	23,9	47,7	1460	não	sim	sim

APÊNDICE E

Dados originais obtidos da marca INP.

Grupo V: INP		DIMENSÕES (µm)				PRESENÇA DE IRREGULARIDADES		
Parafuso	Lote	Passo de Rosca	Largura dos picos de roscas	Largura dos vales de roscas	Diâmetro do corpo	CABEÇA	PESCOÇO	ROSCAS
1	031121	315	NM*	62,7	1580	não	não	sim
2	031121	419	NM*	47,7	2000	não	não	sim
3	031121	434	NM*	68,6	2020	não	não	sim
4	031121	416	NM*	68,6	1990	não	não	sim
5	031121	397	NM*	62,7	1960	não	não	sim
6	031121	434	NM*	65,6	1970	não	não	sim
7	031121	357	NM*	74,1	1850	não	não	sim
8	031121	543	NM*	32,8	2360	não	não	sim
9	031121	388	NM*	65,6	1860	não	não	sim
10	031121	373	NM*	38,8	1840	não	não	sim
11	031121	357	NM*	23,9	1960	não	não	sim
12	031121	404	NM*	38,8	1920	não	não	sim
13	031121	388	NM*	35,8	1910	não	não	sim
14	031121	382	NM*	65,6	1850	não	não	sim
15	031121	425	NM*	32,8	1940	não	não	sim

*NM= não mensurável

APÊNDICE F

Dados originais obtidos dos parafusos Experimentais.

Grupo VI: Parafusos Experimentais		DIMENSÕES (µm)				PRESENÇA DE IRREGULARIDADES		
Parafuso	Lote	Passo de Rosca	Largura dos picos de roscas	Largura dos vales de roscas	Diâmetro do corpo	CABEÇA	PESCOÇO	ROSCAS
1		317	71,6	53,7	1280	sim	sim	sim
2		305	95,5	50,7	1350	sim	sim	sim
3		337	33,8	53,7	1550	sim	sim	sim
4		385	71,6	62,7	1450	sim	sim	sim
5		352	59,7	41,8	1470	sim	sim	sim
6		393	89,5	62,7	1430	sim	sim	sim
7		342	66,2	63,2	1430	sim	sim	sim
8		359	41,8	47,7	1450	sim	sim	sim
9		322	26,9	41,8	1400	sim	sim	sim
10		348	59,7	47,7	1460	sim	sim	sim
11		359	47,7	77,6	1410	sim	sim	sim
12		366	65,6	65,6	1490	sim	sim	sim