

Tiago Alexandre Ribeiro Amaral

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2014

Tiago Alexandre Ribeiro Amaral

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2014

Tiago Alexandre Ribeiro Amaral

***Avaliação in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.**

Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

(Tiago Alexandre Ribeiro Amaral)

Resumo

Os implantes dentários são, cada vez mais aceite, uma opção reabilitadora para pacientes edentulos, parciais e totais. Consequentemente a peri-implantite, ou seja, a infecção da zona peri-implantar, tem vindo a aumentar.

Com uma prevalência que varia, de acordo com a literatura, entre 28% e 51%, a Peri-implantite é um problema atual e com potencial de crescimento nos próximos anos.

Assim como a doença periodontal, a mucosite peri-implantar e a peri-implantite são doenças infecciosas, de origem inflamatória que têm como resultado a perda do osso que suporta o implante. A mucosite peri-implantar é definida como a inflamação da mucosa adjacente ao implante, enquanto que no caso da peri-implantite, para além da mucosa, o osso de suporte também se encontra afectado.

Deste modo, é do interesse de todos os Médicos Dentistas saber controlar estas doenças visando o sucesso dos implantes a longo prazo e a prevenção/tratamento das infecções orais.

Atualmente, existe pouca evidência científica sobre as modalidades de tratamento das doenças peri-implantares, sendo que a maioria é adaptada das usadas no tratamento da doença periodontal.

A primeira abordagem terapêutica tem por objectivo o controlo da infeção, o que pode envolver o ajuste protético de forma a promover uma melhor higiene oral e a remoção do biofilme da superfície do implante.

Em casos mais avançados, o acesso cirúrgico pode ser necessário para remoção do biofilme, assim como, a utilização de materiais regeneradores.

O desbridamento mecânico da superfície do implante contaminada está implicado no tratamento da peri-implantite, tendo sido já alguns instrumentos descritos para esse propósito.

O método de descontaminação deve ter por base a remoção da placa bacteriana da superfície do implante, no entanto, não pode provocar alterações significativas na topografia do mesmo, de modo a não condicionar a re-osteointegração.

Partindo destes pressupostos foi realizado um estudo *in vitro*, com o objectivo de avaliar, através do exame SEM/EDS com recurso ao Microscópio Electrónico de Varrimento de alta resolução, com Microanálise por Raios X: JEOL JSM 6301F/Oxford INCA Energy 350, as alterações na superfície dos implantes de superfície maquinada e rugosa, quando sujeitas às modalidades de tratamento descritas na literatura, como as curetas de aço (Cu), o perio-flow (PF) e o Cavitron Softip(Ca), comparando-as com as superfícies inalteradas lisas/maquinadas e rugosas – controlos (CL – controlo superfícies lisas/maquinadas, CR – controlo superfícies rugosas).

Abstract

Dental implants has been becoming a more and more popular restorable option for partial and total edentulous patients worldwide. Thus, peri-implantitis, which is the inflammation of the peri-implantar zone, consequently has been increasing.

According to literature, its prevalence is between 28% and 51%, peri-implantitis is an actual problem with a raise potential in the following years.

As in periodontal disease, peri-implantar mucositis and peri-implantitis, are infectious diseases of inflammatory origin that result in the loss of the bone around implants. Peri-implant mucositis is defined as the inflammation of the tissues surrounding implants, while in peri-implantitis there is also resorption of peri-implant bone.

Therefore, Dentists that aim long term implant success and the prevention/treatment of the oral infections should have the interest to know how to control this diseases.

Nowadays, there isn't lots of scientific information about the treatment modalities to treat peri-implantitis, and most of them are primarily based on the evidence available for treatment of periodontitis.

The first treatment approach aims to control the infection, which could involve the prosthetic adjustment to improve oral hygiene and facilitate the remotion of plaque from the implant surface.

In advanced cases, the surgical approach could be necessary to remove the biofilm, as the use of regenerative materials.

The treatment of peri-implantitis implies the mechanical debridement of the contaminated implant surface, and there are in the literature some described for that purpose.

Decontamination methods should aim plaque removal of the implant surface, however, they must not cause any significant modifications on the implant topography, so that it doesn't limit the potential for re-osseointegration.

Assuming all this, an in vitro study was performed with the objective of evaluating, through SEM / EDS exam using a high resolution scanning electron microscope with x-ray microanalysis: JEOL JSM 6301F/ Oxford INCA Energy 350, the modifications on both smooth and rough implant surfaces, after treated with some treatment modalities described in the literature — steel curettes (Cu), Perio-Flow (PF) e Cavitron Softip (Ca), comparing them with those untreated both smooth and rough — Controls (CoL -smooth surface control, CoR rough surface control)

Dedicatórias

A todos os presentes na minha vida que me ajudaram de uma forma ou outra a querer sempre mais.

Em especial à minha mãe e namorada pelo apoio incondicional nos altos e baixos desta montanha russa.

Agradecimentos

À minha Orientadora, Dra. Mónica Morado Pinho e ao meu co-Orientador Prof. Doutor Ricardo Faria Almeida por me mostrarem o caminho.

À Dra. Ana Lemos, por toda a ajuda no processo, tanto durante o estudo como durante a realização a tese em si.

Ao Dr. Francisco Correia pela a ajuda na realização do estudo.

Ao colega e amigo Dr. Hugo Leitão, por toda a ajuda e “mentoring”.

Ao Sr. Manuel Armando, por me ter disponibilizado o sistema Cavitron e todos os consumíveis.

Aos meus pais pelo apoio.

À minha mãe por ter estado sempre presente.

À Filipa por tudo.

E a mim por ter chegado ao início da corrida.

Índice

| | |
|--|----|
| Siglas e abreviaturas..... | ix |
| Índice de Figuras..... | x |
| I - INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1 - Contexto & Objectivos..... | 1 |
| II – DESENVOLVIMENTO..... | 3 |
| 1 – Definição das doenças peri-Implantares..... | 3 |
| 2 – Prevalência e Incidência..... | 4 |
| 3 – Métodos de Diagnóstico..... | 6 |
| 3.1 – Avaliação da placa..... | 6 |
| 3.2 – Condição da mucosa..... | 7 |
| 3.3 – Profundidade de sondagem peri-implantar..... | 7 |
| 3.4 – Mucosa peri-implantar queratinizada..... | 8 |
| 3.5 – Análise dos fluidos do sulco peri-implantar..... | 9 |
| 3.6 – Supuração..... | 9 |
| 3.7 – Avaliação da interface osso/implante..... | 9 |
| 3.7.1 – Mobilidade do implante..... | 9 |
| 3.7.2 – Avaliação radiográfica..... | 10 |
| 3.7.3 – Análise da frequência de radiação..... | 10 |
| 4 – Tratamento das Doenças Peri-Implantares..... | 11 |
| 4.1 – Abordagem não cirúrgica..... | 14 |
| 4.2 – Abordagem cirúrgica..... | 15 |
| 5 – Características Físico-Químicas dos Implantes Dentários..... | 17 |
| 5.1 – Topografia dos Implantes Dentários..... | 18 |
| 5.1.1 – Superfícies Lisas/Maquinadas..... | 19 |
| 5.1.2 – Superfícies Jateadas..... | 19 |
| 6 – Osteointegração, perda de Osteointegração e Re-osteointegração..... | 21 |
| 6.1 – Conceito de Osteointegração..... | 21 |
| 6.2 – Conceito de Re-osteointegração..... | 22 |
| 6.3 – Influencia das alterações de superfície na re-osteointegração..... | 23 |
| 7 – Materiais e Métodos..... | 24 |

| | |
|---|----|
| 7.1 – Amostra..... | 24 |
| 7.2 – Preparação da Amostra..... | 24 |
| 7.3 – Análise dos Implantes Dentários..... | 29 |
| 7.3.1 – Análise electrónica de varrimento (SEM)..... | 29 |
| 8 – Resultados..... | 33 |
| 8.1 – Avaliação macroscópica da superfície do Implante..... | 33 |
| 8.2 – Avaliação dos resultados obtidos pelo microscópio electrónico de varrimento (SEM)..... | 34 |
| 9 – Discussão..... | 48 |
| III – CONCLUSÃO..... | 52 |
| IV – BIBLIOGRAFIA..... | 53 |

Siglas e abreviaturas

CEMUP – Centro de Materiais da Universidade do Porto

PS – Profundidade de sondagem peri-implantar

SAS – Sangramento à sondagem

FSPI – Fluidos do sulco peri-implantar

Ticp – Titânio comercialmente puro

Cu – Curetas de aço

PF – Perio-Flow

Ca – Cavitron SofTip

CoL – Controlo de implante de superfície lisa

CoR – Controlo de implante de superfície rugosa

CuL – Cureta sobre implante de superfície lisa

CuR – Cureta sobre implante de superfície rugosa

CaL – Cavitron sobre implante de superfície lisa

CaR – Cavitron sobre implante de superfície rugosa

PFL – Perio-Flow sobre implante de superfície lisa

PFR – Perio-Flow sobre implante de superfície rugosa

SEM – Microscopia electrónica de Varrimento

EDS – Espectrometria dispersão de energia

Índice de figuras

- Figura 1 – Esquema representativo do tratamento de suporte interceptivo acumulativo. Retirado de Lindhe, Lang, & Karring, 2008.....Pág.14
- Figura 2 – Esquema dos tipos de tratamento consoante o tipo/morfologia do defeito ósseo, para um implante e para dois implantes proximais. Retirado de Renvert & Giovannoli, 2012.....Pág.17
- Figura 3 – Curetas 5/6 em aço inoxidável da marca ASA DENTAL.....Pág.25
- Figura 4 – Perio-Flow[®] - EMS.....Pág.26
- Figura 5 – Cavitron Softip Ultrassons da Dentsply com ponta não metálica.....Pág.27
- Figura 6 – Implantes organizados após tratamento da superfície.....Pág.28
- Figura 7 – Microscópio eletrónico de varrimento de alta resolução: JEOL JSM 6301F/Oxford INCA Energy 350.....Pág.30
- Figura 8 – Leitores e processadores de imagem no Laboratório CEMUP.....Pág.31
- Figura 9 – Amostras fixas no suporte de alumínio antes de serem analisadas.....Pág.32
- Figura 10 – Imagem macroscópica da superfície dos implantes.....Pág.33
- Figura 11 – Ampliações de 25x obtidas a partir de eletrões secundários.....Pág.35
- Figura 12 – Ampliações de 100x, obtidas a partir de eletrões secundários.....Pág.36
- Figura 13 – Ampliações de 500x obtidas a partir de eletrões secundários.....Pág.37

| | |
|--|--------|
| Figura 14 – Imagem obtida do grupo CoL a partir de elétrons retrodifundidos com uma ampliação de 500x..... | Pág.38 |
| Figura 15 – Análise EDS para a zona escolhida..... | Pág.38 |
| Figura 16 – Imagem obtida do grupo CoR a partir de elétrons retrodifundidos com uma ampliação de 500x..... | Pág.39 |
| Figura 17 – Análise EDS para a zona 1 - CoR..... | Pág.39 |
| Figura 18 – Análise EDS para a zona 2 - CoR..... | Pág.40 |
| Figura 19 – Imagem obtida do grupo CuL a partir de elétrons retrodifundidos com uma ampliação de 500x..... | Pág.41 |
| Figura 20 – Análise EDS para a zona 1 – CuL..... | Pág.41 |
| Figura 21 – Análise EDS para a zona 2 – CuL..... | Pág.41 |
| Figura 22 – Imagem obtida do grupo CuR a partir de elétrons retrodifundidos com uma ampliação de 500x..... | Pág.42 |
| Figura 23 – Análise EDS para a zona 1 - CuR..... | Pág.42 |
| Figura 24 – Imagem obtida do grupo CaL a partir de elétrons retrodifundidos com uma ampliação de 500x..... | Pág.43 |
| Figura 25 – Análise EDS para a zona 1 – CaL..... | Pág.43 |
| Figura 26 – Imagem obtida do grupo CaR a partir de elétrons retrodifundidos com uma ampliação de 500x..... | Pág.44 |

| | |
|--|--------|
| Figura 27 – Análise EDS para a zona 1 – CaR..... | Pág.44 |
| Figura 28 – Análise EDS para a zona 2 – CaR..... | Pág.45 |
| Figura 29 – Imagem obtida do grupo PFL a partir de elétrons retrodifundidos com uma ampliação de 500x..... | Pág.45 |
| Figura 30 – Análise EDS para a zona 2 - PFL..... | Pág.46 |
| Figura 31 – Imagem obtida do grupo PFR a partir de elétrons retrodifundidos com uma ampliação de 500x..... | Pág.46 |
| Figura 32 – Análise EDS para a zona 1 – PFR..... | Pág.47 |
| Figura 33 – Análise EDS para a zona 2 – PFR..... | Pág.47 |

I - INTRODUÇÃO

1 - Contexto & Objectivos

A paixão pela Periodontologia e a óbvia curiosidade pela mundo da Implantologia começou a crescer desde muito cedo. Na procura dos motivos pelos quais os implantes falhavam rapidamente surgiu o tópico *major* deste trabalho – peri-implantites.

Atualmente existe ainda alguma heterogeneidade relativamente à informação clínica disponível e aos critérios utilizados no diagnóstico e tratamento das peri-implantites. De acordo com Stefan Renvert “As intervenções terapêuticas feitas em casos de peri-implantite são, em muitas situações, baseadas apenas na experiência clínica.”(Renvert & Giovannoli 2012).

O presente estudo *in vitro* tem por objectivo avaliar qualitativa e quantitativamente a superfície de implantes maquinados e rugosos quando sujeitos a diferentes modalidades de tratamento mecânico, descritos na literatura, para a resolução da peri-implantite.

A amostra, constituída por 24 implantes, 12 com superfícies maquinadas e 12 com superfícies rugosas. Sendo divididos pelos seguintes grupos, 6 controlos (3 superfícies maquinadas e 3 superfícies rugosas). Ambas as superfícies são utilizadas na prática clínica, atualmente, sendo que, nos últimos anos as superfícies rugosas têm sido as mais utilizadas, dado que, está comprovada a sua superior eficácia na adesão, proliferação e diferenciação dos osteoblastos.(Bowers et al., 1992).

A análise qualitativa foi realizada no Centro de Materiais da Universidade do Porto (CEMUP), recorrendo à microscópia electrónica de varrimento.

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

Este estudo sugere ainda a necessidade de estudar a resposta à colonização bacteriana posterior ao tratamento mecânico, assim como o potencial de reosteointegração.

II - DESENVOLVIMENTO

1 - Definição das doenças peri-implantares

O termo “implant survival” foi inicialmente introduzido por Alberktsson & Isidor (1994) para indicar a estabilidade mecânica do implante. Uma vez que os implantes com infecção e reabsorção óssea se podem manter estáveis mecanicamente, este método de definir sucesso pode levar a uma má interpretação por parte do clínico. Podem surgir várias complicações, tanto de natureza mecânica como biológica. Se o implante tiver de ser removido, considera-se um fracasso. A distinção entre fracassos primários ou complicações primárias, que ocorrem durante a fase de osteointegração, e fracassos secundários ou complicações secundárias, que ocorrem durante a fase de manutenção, é feita frequentemente. As doenças peri-implantares encontram-se dentro das complicações secundárias. (Alberktsson & Isidor 1994 *cit. in* Renvert & Giovannoli 2012)

Estas lesões inflamatórias que se desenvolvem nos tecidos adjacentes aos implantes, são conhecidas no seu conjunto como doenças peri-implantares.(Zitzmann & Berglundh 2008)

O termo peri-implantite foi introduzido em 1965 por Levignac, para descrever as condições patológicas que surgiam em redor dos implantes. (Levignac 1965)

A doença peri-implantar que aparece após uma completa integração de um implante osteointegrado, é resultado de um desequilíbrio entre a carga bacteriana e a defesa do hospedeiro.(Zitzmann & Berglundh 2008 *cit. in* Heitz-Mayfield 2008)

Tal como acontece com as doenças periodontais, as doenças peri-implantares podem ser divididas em duas categorias: mucosite peri-implantar que corresponde à gengivite e peri-implantite que corresponde à periodontite.(Zitzmann & Berglundh 2008)

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

A mucosite peri-implantar é definida como a reação inflamatória reversível que afecta os tecidos moles adjacentes ao implante em função. A peri-implantite é descrita como a reação inflamatória com perda do osso de suporte associada, no implante em função.(Zitzmann & Berglundh 2008)

É imperativo que as definições de mucosite peri-implantar e peri-implantite sejam simples de modo a poderem ser usadas na prática clínica e na investigação.(Zitzmann & Berglundh 2008)

2 – Prevalência e Incidência

Durante as últimas décadas, os implantes dentários tornaram-se numa alternativa comum às próteses removíveis e próteses fixas parciais convencionais. O prognóstico do tratamento com implantes, é muitas vezes relatado como taxa de sobrevivência (i.e. o implante ainda se encontra em boca, podendo ou não ter problemas).(Lindahl et al., 2006)

No entanto, infeções descritas como mucosite peri-implantar e peri-implantite têm sido documentadas e consideradas como comuns em implantes que estão em boca há 5-10 anos.(Renvert & Giovannoli 2012)

De acordo com o dicionário médico, a prevalência é definida como “o número de casos de uma doença que está presente numa população, num tempo determinado”, por outro lado, a incidência representa “o ritmo a que um determinado evento decorre, como por exemplo, o número de novos casos de uma doença específica a ocorrer durante um certo período de tempo”. Consequentemente, a análise da prevalência das doenças peri-implantares requerem a recolha de dados de estudos transversais, enquanto que os estudos longitudinais nos dão informações sobre a incidência.(Zitzmann & Berglundh 2008)

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

A prevalência de uma doença deve ser determinada a partir de dados dos indivíduos e não de dados relativos aos implantes. Existe ainda a necessidade de descrever a extensão da doença peri-implantar, como por exemplo, quantos implantes estão afectados em cada indivíduo assim como a sua severidade, ou a quantidade de perda óssea.(Zitzmann & Berglundh 2008)

O sangramento à sondagem, um critério clínico de diagnóstico para a mucosite peri-implantar, parece ser uma característica comum em torno dos implantes, e altas taxas de prevalência - 90% têm sido relatadas. Em estudos com longos períodos de seguimento (9-14 anos), 77% dos indivíduos, apresentaram mucosite peri-implantar. (Lindahl et al., , 2006 *cit. in* Renvert & Giovannoli, 2012)

Roos-Jansåker et al., (2006) relatou que a mucosite peri-implantar (sangramento à sondagem e sem perda óssea) aconteceu em 79% dos indivíduos e em 50% dos implantes, num espaço temporal de 10,8 anos. Já Fransson et al., (2008) encontrou sangramento à sondagem em mais de 90% dos implantes sem história de perda óssea, num espaço temporal de 9,4 anos. (Zitzmann & Berglundh 2008)

Ainda existe pouca informação relativa à prevalência da doença peri-implantar, no entanto, no Sexto Workshop Europeu de Periodontologia verificou-se que a prevalência de peri-implantite – identificada por sangramento à sondagem e perda óssea (após um ano em função) e a representar apenas um sistema de implantes – ocorre entre 28% e 56% dos indivíduos e em 12% a 43% dos implantes.(Lindhe & Meyle 2008)

Atualmente, existe alguma discussão sobre a influencia, ou não, do tipo de superfície do implante para a incidência de peri-implantite. Sabe-se que superfícies rugosas apresentam maior contacto osso-implante quando comparado com implantes de superfície maquinada. (Karoussis et al., 2003 *cit. in* Renvert & Giovannoli 2012) Se a porção coronal do implante fica exposta ao ambiente oral , as vantagens que a superfície rugosa têm em relação ao osso, pode tornar-se numa

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

desvantagem uma vez que a superfície rugosa pode aumentar a colonização bacteriana.(Renvert & Giovannoli 2012)

Em resumo parece que cerca de 80% dos pacientes com implantes demonstraram mucosite peri-implantar. Após 10 anos, 1 em 5 pacientes desenvolveu peri-implantite. A doença peri-implantar aparece normalmente em mais do que um implante por indivíduo. Apesar de existir informação limitada sobre a influência do tipo de superfície do implante no aparecimento de peri-implantite, a literatura sugere que os implantes com superfície rugosa retêm mais placa quando expostos à cavidade oral. (Renvert & Giovannoli 2012)

3 – Métodos de Diagnóstico

Uma avaliação contínua e sistemática dos tecidos peri-implantares é recomendada para um diagnóstico precoce da doença peri-implantar.(Lang et al., 2004)

Os métodos de diagnóstico convencionalmente usados em periodontia, como os exames clínico, radiográfico e exames laboratoriais, podem também ser usados para o diagnóstico de doenças relacionadas com os implantes dentários de forma a avaliar a saúde dos tecidos peri-implantares.(Renvert & Giovannoli 2012)

Os parâmetros que podem ser usados para avaliar a presença e severidade da doença incluem a avaliação da acumulação de placa, o exame minucioso da mucosa, profundidade de sondagem peri-implantar (PS), largura da mucosa peri-implantar queratinizada, análise do fluido do sulco, monitorização da supuração e avaliação da interface osso-implante assim como a mobilidade do implante, interpretação radiográfica e a avaliação da frequência de ressonância.(Lang et al., 2004)

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

3.1 - Avaliação de placa

Assim como com os dentes, os implantes também estão sujeitos à formação de biofilme bacteriano. Para avaliar o nível de higiene oral durante a consulta de manutenção, os depósitos de placa devem ser visualizados com ajuda de soluções corantes, e, se indicado o paciente deve ser re-instruído para o correcto uso dos dispositivos de higienização.(Lang et al., 2004)

3.2 - Condição da Mucosa

Como consequência da formação do biofilme bacteriano desenvolve-se uma resposta inflamatória ao nível do tecido peri-implantar.(Lang et al., 2004)

Além da alteração de cor e da inflamação dos tecidos marginais, o sangramento à sondagem (SAS), a formação de bolsas e a supuração têm sido referidas como resultado das infeções peri-implantares. A avaliação destes sinais clínicos tem sido importante no diagnóstico das doenças periodontais.

Com os implantes, no entanto, a textura dos tecidos moles e a sua cor dependem da aparência normal dos tecidos recipientes antes da colocação do implante. Além disso têm sido registadas algumas dificuldades em avaliar a inflamação da mucosa, como por exemplo, da mucosa peri-implantar não queratinizada que aparece mais vermelha do que o tecido queratinizado.(Salvi et al., 2004)

3.3 - Profundidade de Sondagem Peri-implantar (PS)

A sondagem peri-implantar é essencial para o diagnóstico das doenças peri-implantares.(Lindhe & Meyle 2008)

O uso de uma sonda periodontal permite a avaliação do estado clínico, da profundidade da bolsa e do nível da crista marginal. Qualquer sangramento ou

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

supuração após a sondagem deve ser registrada. Os pacientes podem não experienciar nenhuns, ou muito limitados, sinais de doença em torno dos implantes. Podendo, portanto, ignorar a existência de um problema. A aparência clínica da doença pode variar, e por vezes, os sinais clínicos da doença são facilmente negligenciados, a não ser que um exame completo, auxiliado por uma sonda periodontal, seja realizado.(Renvert & Giovannoli 2012)

O sangramento à sondagem indica presença de inflamação na mucosa peri-implantar e pode ser usado para prever perda dos tecidos de suporte.(Lindhe & Meyle 2008)

A sondagem peri-implantar deve ser realizada com forças leves (0.2 a 0.25 N) para evitar trauma tecidular. A profundidade de sondagem em implantes colocados geralmente varia entre 2 a 4 mm em condições de saúde peri-implantar. Em situações de prioridade estética, onde os implantes são colocados numa posição submucosa, ou onde a mucosa é grossa, podemos observar maiores profundidades de sondagem. No entanto, profundidades de sondagem maiores que as anteriormente referidas, devem ser consideradas como sinal de doença peri-implantar.(Lang et al., 2004)

3.4 - Mucosa peri-implantar queratinizada

Não existe uma recomendação definitiva no que diz respeito à necessidade de existir mucosa queratinizada em redor dos implantes em humanos. Não obstante, a preservação da mucosa queratinizada é defendida.(Lang et al., 2004)

Segundo Salvi et al., 2004, a ausência de mucosa queratinizada em volta dos implantes parece aumentar a susceptibilidade para a destruição do tecido peri-implantar induzido por placa. Outros estudos sugerem ainda que a presença de mucosa queratinizada à volta dos implantes está fortemente relacionada com a saúde dos tecidos moles e duros em redor dos implantes.(Salvi et al., 2004)

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

Ainda assim, na ausência de mucosa queratinizada em redor dos implantes, as indicações para a realização de enxerto gengival não são claras.(Lang et al., 2004)

3.5 - Análise dos fluidos do sulco peri-implantar

Segundo Lindhe & Meyle 2008, a análise do FSPI (fluidos do sulco peri-implantar) não é um parâmetro clinicamente útil para o diagnóstico das doenças peri-implantares.

3.6 - Supuração

Pode ser definida como sendo a presença de pus resultante de uma lesão inflamatória e infecciosa (Heitz-Mayfield 2008) e tem sido associada à peri-implantite. No entanto, este método não tem sensibilidade e especificidade suficiente, para considerar a supuração como um marcador para a detecção de peri-implantite inicial ou da sua progressão.(Lang et al., 2004)

Várias análises histopatológicas e imunohistoquímicas dos tecidos que circundam os implantes com sinais de inflamação e perda óssea avançada, têm revelado a presença de grandes infiltrados de células inflamatórias.(Salvi et al., 2004)

3.7 - Avaliação da interface osso-implante

3.7.1 - Mobilidade do implante

A mobilidade do implante é indicativo de falta de osteointegração. No entanto, não é um parâmetro sensível para a detecção da doença peri-implantar.(Lang et al., 2004)

Mesmo que a doença peri-implantar tenha avançado substancialmente, os implantes ainda podem estar imóveis, isto devido há existência de algum contacto osso-

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

implante residual. Este parâmetro vai identificar mais provavelmente o estágio final da osteo-desintegração e, portanto, representa a perda do implante tardia. Além disto, a mobilidade do implante tem associada algum desconforto e pode ser uns dos primeiros sinais de que o implante vai fracassar. (Salvi et al., 2004)

3.7.2 - Avaliação Radiográfica

A preservação a longo prazo da altura da crista óssea que envolve os implantes osteointegrados é muitas vezes utilizada como um critério de sucesso primário para diferentes sistemas de implantes. (Salvi et al., 2004)

As técnicas radiográficas incluindo a ortopantomografia e a radiografia intra-oral auxiliada pelas técnicas de paralelismo de cone longo, têm sido vastamente utilizadas para monitorizar os níveis de osso marginal em implantes e no diagnóstico de perda óssea interproximal. (Kullman et al., 2007 cit in. Heitz-Mayfield 2008)

Originalmente uma perda da crista óssea média de 1,5mm ou superior durante o primeiro ano depois de estar em carga e 0,2mm/ano ou superior a partir daí, tinha sido proposto como um dos critérios de sucesso *major*. Este critério de sucesso, no entanto, tem sido recentemente questionado, visto que estudos longitudinais têm fornecido evidência de que a perda da crista óssea em volta dos implantes osteointegrados de pacientes bem conservados, pode ser mínima. (Salvi et al., 2004)

A informação radiográfica deve ser combinada com as medições clínicas para se observar a morfologia dos defeitos ósseos em volta dos implantes. Na maioria dos casos, a informação relativa à morfologia do defeito não se consegue obter sem cirurgia de retalho. (Renvert & Giovannoli 2012)

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

3.7.3 - Análise da frequência de radiação

Através de um dispositivo não invasivo, baseado nos princípios da análise da frequência de ressonância, é possível medir a estabilidade primária do implante e monitorizar a estabilidade do implante ao longo do tempo.(Salvi et al., 2004)

4 - Tratamento das doenças peri-implantares

O tratamento proposto para o controlo das doenças peri-implantares é, principalmente, baseado na evidência que existe para o tratamento das periodontites. Uma vez que as peri-implantites são uma doença iniciada por microrganismos, é vital controlar a infeção. Assim, a eliminação do biofilme bacteriano da superfície do implante é o principal objectivo do tratamento da mucosite peri-implantar e da peri-implantite.(Renvert & Giovannoli 2012)

A decisão pela estratégia de tratamento está baseada no diagnóstico e na gravidade da lesão peri-implantar. A mucosite peri-implantar e formas incipientes de peri-implantites necessitam de medidas menos extensas do que doenças peri-implantares avançadas com perdas ósseas graves. Em todas as situações das doenças peri-implantares, a estratégia de tratamento deve incluir um procedimento de limpeza mecânica (controlo da infeção).(Lindhe et al., 2008)

Uma diferença importante entre o tratamento da periodontite e peri-implantite, está relacionada com a dificuldade do tratamento das superfícies dos implantes abaixo da margem da mucosa visto que existem diferenças na geometria dos implantes e nas suas roscas, que podem limitar a capacidade do clínico em detectar e remover o tártaro e placa bacteriana localizados abaixo da margem da mucosa. (Lindhe et al., 2008)

Para facilitar a osteointegração, a maioria dos implantes usados hoje em dia têm uma superfície moderadamente rugosa. Esta textura pode tornar-se numa

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

desvantagem se esta for exposta ao biofilme bacteriano, visto que o aumento da área de superfície facilita a colonização microbiana. Tanto a rugosidade da superfície como a sua constituição química têm um impacto significativo na acumulação de placa. (Renvert & Giovannoli 2012)

Outro problema no tratamento das peri-implantites está no desenho da prótese, que em alguns casos pode impedir uma eficaz limpeza mecânica e por sua vez o tratamento dos implantes infectados. Assim, um componente fundamental no tratamento da mucosite peri-implantar e da peri-implantite é o ajuste da restauração protética, para desta forma permitir ao paciente uma higienização adequada e permitir também ao clínico um acesso e limpeza facilitado do local infectado. (Renvert & Giovannoli 2012)

Os instrumentos usados na descontaminação da superfície não devem tornar a superfície do implante mais retentiva ao biofilme mas devem ter como objectivo minimizar ao máximo a formação do novo biofilme bacteriano. O principal problema associado à remoção do placa bacteriana, é a possível lesão da superfície do mesmo. Qualquer dano provocado na superfície do implante vai induzir alterações na camada de óxido de titânio, o que pode resultar num aumento da corrosão do implante. Este processo diminui a adesão dos fibroblastos e, conseqüentemente, a sua biocompatibilidade. Estes resultados levaram à procura de instrumentos de remoção de biofilme e placa bacteriana que provoquem muito pouco ou até mesmo nenhum dano na superfície do implante. (Louropoulou et al., 2012)

O efeito dos diferentes instrumentos mecânicos nas superfícies de titânio, no que diz respeito a alterações de superfície, à eficácia de limpeza e à adesão celular (biocompatibilidade) têm vindo a ser avaliadas em vários estudos *in vitro*. Alguns destes instrumentos, como por exemplo as curetas metálicas e instrumentos ultrassónicos, têm mostrado danificar severamente a superfície do implante. Outros instrumentos, como por exemplo instrumentos não metálicos e jactos abrasivos, ainda que menos agressivos, têm sido associados a uma menor capacidade de

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

remoção da placa, produtos potencialmente perigosos e possíveis complicações cirúrgicas, como o enfisema.(Louropoulou et al., 2012). Um novo tratamento usado para o controlo da infeção subgengival, Perio-Flow (EMS), usa um jacto abrasivo. Uma fina peça descartável é colocada na zona infectada. O biofilme é removido através da irrigação com um pó à base de glicina, sendo assim um tratamento seguro e com resultados clínicos comparados com o desbridamento subgengival. (Moëne et al., 2010).

Por outro lado, estudos *in vitro* têm também mostrado que o uso de jactos abrasivos podem alterar as características da superfície dos implantes.(Renvert & Giovannoli 2012)

Até agora nenhuma modalidade de tratamento da peri-implantite foi descrita como sendo “gold standard”. O tratamento da peri-implantite preconiza duas fases:

- (a) fase não cirúrgica, que inclui o desbridamento mecânico, ultrassons e laser, isoladamente ou acompanhados por agentes antissépticos e/ou antibióticos;
 - (b) fase cirúrgica, que utiliza tanto técnicas resetivas como regenerativas.
- (Kotsovilis et al., 2008)

Todos os pacientes que forem sujeitos a reabilitação com implantes devem ser inseridos num programa de tratamento de suporte que envolva visitas repetidas a intervalos regulares. Cada visita deve começar por um exame clínico avaliando se os locais com implantes se encontram saudáveis ou exibem sinais de inflamação. A figura(1) seguinte apresenta o tratamento de suporte interceptivo acumulativo (CIST), que inclui uma série de quatro protocolos para utilizar quando os exames e/ou diagnóstico estiverem completos.

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

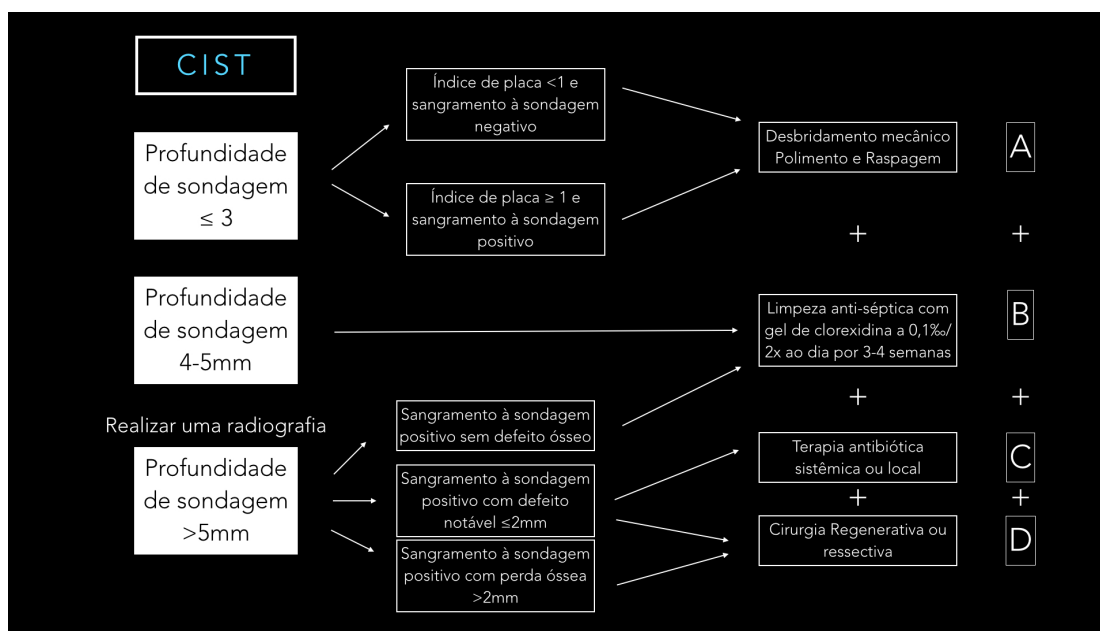


Figura 1 – Esquema representativo do tratamento de suporte interceptivo acumulativo.(Lindhe et al. 2008)

4.1 – Abordagem não cirúrgica

Ainda que tenham sido obtidas algumas melhorias após o tratamento mecânico não cirúrgico das peri-implantites, com o uso de raspadores especialmente desenhados ou pontas de ultrassom não metálicas (plásticas ou teflon), não se observaram alterações significativas no sangramento à sondagem ou na profundidade de sondagem. (Renvert & Giovannoli 2012)

O desbridamento mecânico constitui o elemento básico para o tratamento da mucosite peri-implantar e da peri-implantite. A redução da carga bacteriana através de meios unicamente mecânicos é difícil. Assim, técnicas como os lasers, antissépticos e os antibióticos, foram propostos para melhorar os resultados da abordagem não cirúrgica do tratamento das mucosites e peri-implantites. (Renvert et al., 2008)

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

Foi observado que o tratamento mecânico não cirúrgico pode ser eficaz no tratamento das doenças peri-implantares. Além disso, tratamento co-adjuvantes como soluções de bochecho antimicrobianas aumentam o resultado do tratamento mecânico dessas mucosites. (Renvert et al., 2008)

Já no estudo de Lang et al., 2004, as evidências de que o tratamento antimicrobiano das doenças peri-implantares são limitadas, e, portanto, segundo o autor existe necessidade de determinar se os antimicrobianos são eficazes ou não no tratamento das doenças peri-implantares.

Segundo Schwarz et al., 2006, foram observadas algumas melhorias clínicas após o uso de laser (Er:YAG) quando comparadas com o desbridamento mecânico tradicional. No entanto, são necessários mais ensaios clínicos randomizados bem desenhados para clarificar se estes resultados são possíveis de manter ao longo do tempo. (Kotsovilis et al., 2008)

4.2 Abordagem cirúrgica

Os principais objectivos do tratamento são eliminar a lesão inflamatória, parar a progressão da doença e manter o implante em função com os tecidos peri-implantares saudáveis. Além disso, deseja-se que os tratamentos levem à regeneração dos tecidos peri-implantares perdidos. (Schou et al., 2004)

Os métodos de tratamento resetivos e regenerativos para tratar defeitos ósseos mais avançados requerem uma abordagem cirúrgica. O objectivo do tratamento passa por descontaminar a superfície do implante, remover o tecido de granulação e regularizar o defeito ósseo (tratamento resetivo), ou para restabelecer o osso perdido após a descontaminação da superfície através de diferentes métodos (tratamento regenerativo). (Baron et al., 2000)

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

Segundo o Relatório do Sexto Workshop de Periodontologia Europeu, Lindhe & Meyle (2008), nos estudos animais, verificaram que o desbridamento mecânico e descontaminação da superfície cirúrgica, foi mais eficaz no tratamento da peri-implantite do que o desbridamento não cirúrgico. Comprovou-se também que foi possível tratar a peri-implantite, promover o preenchimento ósseo e eventual re-osteointegração. Sendo que a re-osteointegração foi mais pronunciada nos implantes de superfícies rugosas do que nos de superfície lisa.

Têm sido relatados tecidos peri-implantares clinicamente saudáveis após o tratamento, no entanto, a quantidade de osso regenerado e de re-osteointegração variam substancialmente. Recentemente estudos animais utilizando implantes de titânio jateados com plasma ou com areia e aplicação de ácido na sua superfície, indicam que uma considerável regeneração óssea e re-osteointegração podem ser obtidas. (Lang et al., 2004)

No que diz respeito aos métodos de descontaminação das superfícies dos implantes, parece não existir diferenças estatisticamente significantes no resultado dos tratamentos entre os métodos referidos. (Lang et al., 2004)

Quando estamos na presença de defeitos ósseos do tipo cratera, as técnicas regenerativas são indicadas. Para se obter preenchimento ósseo dos defeitos algumas modalidades de tratamento regenerativas envolvendo a colocação de osso autogeno ou um substituto ósseo podem ser usados. (Renvert & Giovannoli 2012)

O uso de osso autogeno e de outros substituídos ósseos pode ser associado ao uso de membrana. Se o procedimento cirúrgico for não submergido, está indicada a utilização de uma membrana reabsorvível. (Renvert & Giovannoli 2012)

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

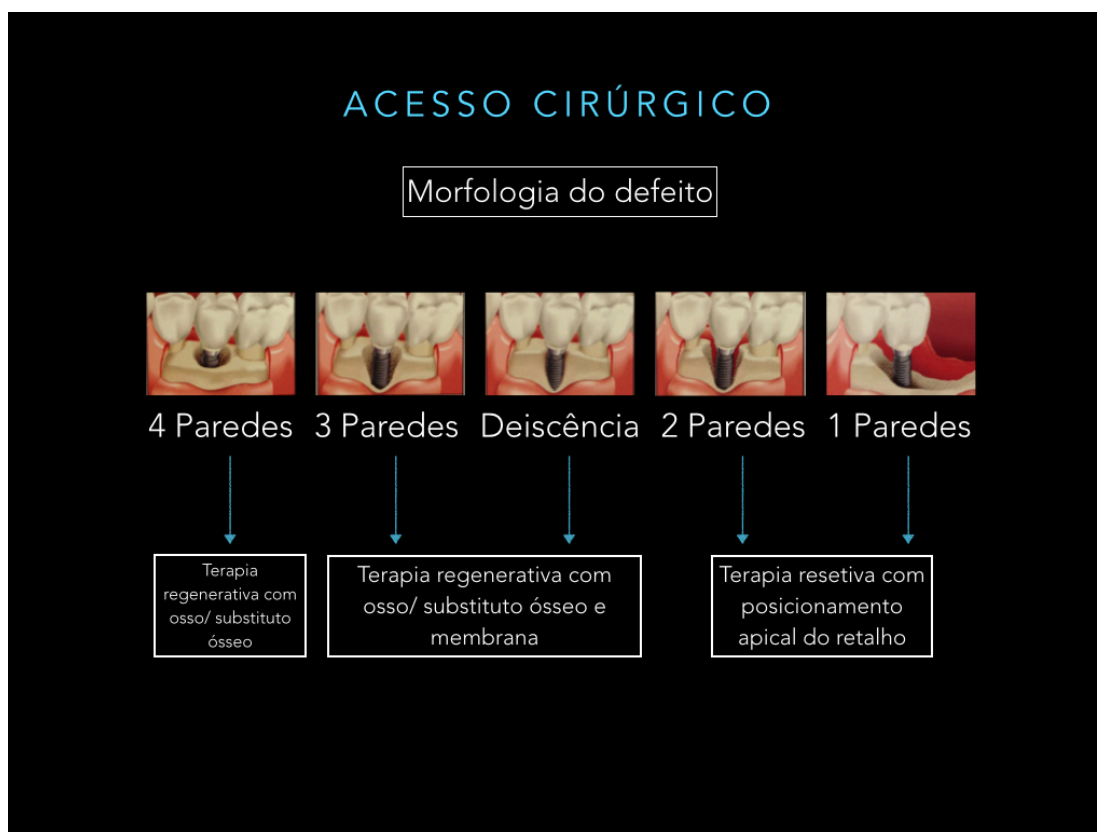


Figura 2 - Esquema dos tipos de tratamento consoante o tipo/morfologia do defeito ósseo, para um implante e para dois implantes proximais. (Renvert & Giovannoli 2012)

5 – Características Físico-Químicas dos Implantes Dentários

O sucesso dos implantes dentários depende da combinação da ótima estética e dos parâmetros mecânicos. Ambos, por sua vez, dependem das características e estabilidade da ligação criada entre o implante e o osso que o envolve. (Hernández et al., 2013)

Existe um esforço contínuo em se tentar melhorar a interface osso/implante, com o objectivo de se acelerar o processo de osteointegração e melhorar a sua qualidade. Estes esforços têm-se concentrado essencialmente em melhorá-los quimicamente

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

(ao incorporar fases inorgânicas nas camadas de titânio ou fisicamente, aumentando a sua rugosidade. (Renvert et al., 2011)

5.1 – Topografia dos Implantes Dentários

O titânio é um metal que apresenta baixo peso, alta proporção de resistência/peso, baixo módulo de elasticidade, excelente resistência à corrosão, excelente biocompatibilidade, e facilidade de corte e acabamento. Devido a estas características, é o metal mais utilizado no fabrico dos implantes dentários, na forma titânio comercialmente puro (Ticp), ou como liga metálica. A liga mais utilizada (titânio-6 alumínio-4 vanádio [Ti6Al4V]), é composta por 90% de titânio, 6% de alumínio (diminui o peso específico e aumenta o módulo de elasticidade) e 4% de vanádio (diminui a condutividade térmica e aumenta a dureza). (Misch 2008)

A topografia dos implantes pode ser caracterizada como macro, micro ou nanorugosidade dependendo da escala de avaliação. As características dos implantes a cada um destes níveis tem consequências na cicatrização e na osteointegração.(Hernández et al., 2013)

As propriedades da superfície, incluindo hidrofília, rugosidade, textura e morfologia afectam consideravelmente os comportamentos celulares como a adesão, mudanças morfológicas, alterações funcionais e proliferação. As modificações na superfície de titânio têm mostrado aumentar a aposição óssea, a adesão de tecido e migração.(Lim et al., 2001)

Tendo em conta a rugosidade da superfície, tem sido proposta a seguinte categorização de implantes: (Lang & Berglundh 2011)

Lisos $Sa < 0.5\mu m$

Mínimamente rugosos $Sa: 0.5-1.0 \mu m$

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

Moderadamente rugosos Sa: 1.1-2.0 μm

Rugosos Sa > 2.0 μm

Sa é parâmetro de avaliação mais frequentemente usado e mede o desvio médio aritmético de uma superfície, assim como o Ra (desvio médio aritmético médio de um perfil).

5.1.1 – Superfícies Lisas/Maquinadas

As superfícies lisas/maquinadas têm sido usadas geralmente como controles para outras superfícies, como as superfícies rugosas. (Wennerberg & Albrektsson 2009)

No entanto, no passado estas superfícies foram bastante utilizadas, sendo que eram sujeitas apenas a um processo de descontaminação após o processo de manufatura. (Misch 2008)

Ainda que chamadas de lisas/maquinadas, estas superfícies, após observação em microscópio mostram alguma rugosidade devido aos sulcos e ranhuras produzidas durante o processo de manufatura. Sendo que uma das principais características deste tipo de superfícies é o facto de se poder observar a osteogénese à distancia.(Misch 2008)

5.1.2 – Superfícies Jateadas

Existem vários relatórios a demonstrar a influencia da rugosidade da superfície do implante de titânio no rácio de osteointegração e na fixação biomecânica. A rugosidade da superfície pode ser dividida em 3 níveis, dependendo da escala das características: topografia de tamanho macro, micro e nano. O nível macro é definido por ter características topográficas na ordem dos milímetros ou dezenas de microns. Esta escala está por isso diretamente relacionada com a geometria dos

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

implantes, com o tipo de rosca e os tratamentos de superfície de que dão rugosidade de mais de 10 μm . Diversos relatórios têm mencionado que tanto a fixação primária como a estabilidade mecânica a longo prazo da prótese pode ser melhorada através do aumento da rugosidade do implante quando comparado com superfícies menos rugosas. A alta rugosidade resulta no bloqueio mecânico entre a superfície do implante e o osso em crescimento. (Le Guéhennec et al., 2007)

No entanto, um grande risco associado ao aumento da rugosidade do implante pode ser um aumento nas peri-implantites, assim como um aumento na libertação de iões. Uma rugosidade moderada entre os 1-2 μm limita estes dois parâmetros. (Le Guéhennec et al., 2007)

O perfil microtopográfico dos implantes dentários é definido na escala dos 1-10 μm . Uma abordagem teórica diz que a superfície deve ser coberta por poços hemisféricos de 1,5 μm de profundidade e 4 μm de diâmetro. (Le Guéhennec et al., 2007)

No que diz respeito à escala do perfil nanotopográfico, este desempenha um papel muito importante na osteointegração. No entanto, é difícil de produzir com os tratamentos químicos. Para além disto, a topografia nanométrica ideal para uma adsorção de proteínas, seguida da adesão de células osteoblasticas e rápida aposição óssea ainda é hoje desconhecida. (Le Guéhennec et al., 2007)

Alguns estudos mostram que o jateamento dos implantes pode ser responsável por permitir a adesão, proliferação e diferenciação dos osteoblastos. (Misch 2008)

Assim, a principal indicação para o uso de implantes com superfície rugosa será a pobre qualidade ou baixo volume do osso hospedeiro. (Le Guéhennec et al., 2007)

Existem várias técnicas para alterar a topografia da superfície dos implantes, algumas adicionam material ao metal, criando uma superfície com perfil convexo.

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

Por outro lado, existem técnicas que vão remover partículas da superfície, criando poços ou poros na superfície (perfil côncavo). (Wennerberg & Albrektsson 2009)

Alguns exemplos de processos subtrativos são: o electropolimento, polimento mecânico, jateamento, ataque ácido e oxidação, por outro lado os exemplos de processos aditivos são: hidroxiapatite e outros revestimentos de fosfato de cálcio, “titanium plasma-sprayed surfaces” e ainda depósitos de iões. (Wennerberg & Albrektsson 2009)

Estes tratamentos alteram a sua micro e nano topografia, o que vai levar a modificações na sua rugosidade.

6 – Osteointegração, perda de Osteointegração e Re-osteointegração

6.1 – Conceito de Osteointegração

O sucesso nos implantes dentários têm vindo a ser associado à interface osso-implante histologicamente visível e é normalmente chamada de osteointegração. (Masuda et al., 1998)

Diferentes tipos de sistemas de implantes têm sido usados para substituir dentes perdidos, como por exemplo, implantes subperiosteais, com encapsulação fibrosa e implantes com contacto direto ao osso, ou seja, osteointegrados. Uma definição de osteointegração proposta por Brånemark e estabelecida por Albrektsson é: “uma conexão directa entre osso vivo e a superfície de um implante submetido à carga funcional”. (Lindhe et al., 2008)

Zarb e Albrektsson (1991) *cit in.* (Lindhe et al., 2008) Estabeleceram uma definição clínica, onde osteointegração seria “um processo pelo qual uma fixação rígida e assintomática de um material aloplástico é alcançada e mantida em contacto ósseo durante as cargas funcionais.

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

Este processo, observado após a colocação do implante, pode ser comparado à reparação de uma fractura óssea. A preparação da loca cirúrgica onde o implante vai ser colocado (lesão no osso), dá início a uma série de eventos, incluindo reação inflamatória, reabsorção óssea, libertação de factores de crescimento e atração, através da quimiotáxia, de células osteoprogenitoras para o local. A diferenciação das células progenitoras em osteoblastos leva à formação óssea na superfície do implante. (Canzarras 2011)

Assim, após a sua colocação, os implantes de titânio interagem com fluídos biológicos e os tecidos. Logo após os primeiros estágios da osteointegração, tanto os factores biomecânicos protéticos como a higiene oral do paciente, são fulcrais para o sucesso a longo prazo dos implantes. (Le Guéhennec et al., 2007)

6.2 – Conceito de Re-osteointegração

Como referido anteriormente, a peri-implantite é um processo inflamatório progressivo que envolve a mucosa e o tecido ósseo ao redor de um implante osteointegrado em função, sendo que este processo leva à perda da osteointegração e do osso marginal de suporte. (Lindhe et al., 2008)

Para além do desbridamento mecânico da superfície do implante e do subsequente tratamento de suporte interceptivo referido anteriormente, um outro objectivo óbvio do tratamento das peri-implantites passa por regenerar e formar novo osso em volta do implante – re-osteointegração. (Lindhe et al., 2008)

Este conceito pode ser definido como o estabelecimento de uma nova formação óssea e uma nova osteointegração na porção óssea que, durante o desenvolvimento da peri-implantite, perdeu o contacto osso-implante e ficou exposta à colonização microbiana. (Lindhe et al., 2008)

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

No entanto a existência de re-osteointegração é uma questão controversa. (Persson et al., 2001)

Segundo, Persson et al., (2001), foi observada uma substancial re-osteointegração em implantes com superfície rugosa, no entanto em superfícies lisas, previamente expostas, o crescimento ósseo foi mínimo.

6.3 – Influencia das alterações de superfície na re-osteointegração

Parlar et al., (2009) concluíram que a qualidade da superfície do implante é decisiva para uma boa osteointegração e re-osteointegração e que a limpeza da superfície do implante previamente contaminada com placa bacteriana, é suficiente para que ocorra re-osteointegração.

O tipo de superfície do implante influencia a regeneração óssea e a re-osteointegração, sendo os implantes com superfícies: SLA (jateados com areia e sujeitos a ataque ácido), TPS (spray de plasma) e HA-coated (revestimento de hidroxiapatite), foram os que apresentaram melhores resultados, e os implantes com superfícies lisas/maquinadas, foram os que apresentaram piores resultados.(Claffey et al., 2008)

No entanto, num estudo mais recente concluiu-se que os estudos variam muito dentro e entre eles e, portanto, o processo de re-osteointegração continua a ser imprevisível. (Lang & Jepsen 2009)

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

7 - Materiais e Métodos

7.1 - Amostra

Para a realização deste trabalho foi utilizada uma amostra de 24 implantes da marca Bioner (modelo IKELT375), feitos em titânio comercialmente puro de grau 5, de desenho cônico com espiras e hexágono externo.

Os implantes tinham todos 3,75mm de diâmetro e 10mm de comprimento.

7.2 - Preparação da amostra

Dos 24 implantes foram selecionados 6 controlos (3 de superfícies lisas e 3 de superfícies rugosas), sendo que estes não sofreram qualquer tipo de tratamento e serviram de referencia para o resto dos grupos.

Os 24 implantes foram inseridos em cubos de madeira (estrutura rígida), todos à mesma altura e paralelos entre si, para que as condições de tratamento fossem as mesmas. Cada implante foi tratado em 4 faces.

De seguida foram criados os grupos teste correspondentes a cada tipo de tratamento:

1. curetas sobre superfícies lisas (CuL), curetas sobre superfícies rugosas (CuR), onde curetas ASADENTAL número 5/6 com pontas em aço, em alternativa às curetas de titânio. (Figura 3)

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.



Figura 3 – Curetas 5/6 em aço inoxidável da marca ASA DENTAL

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

2. Perio-Flow sobre superfícies lisas (PFL), Perio-Flow sobre superfícies rugosas (PFR), que é um agente abrasivo da marca EMS, à base de glicina e de uso subgingival. Tamanho das partículas aprox. 25µm. (Figura 4)



Figura 4 – Perio-Flow - EMS

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

3. Cavitron Softip sobre superfícies lisas (CaL), Cavitron Softip sobre superfícies rugosas (CaR). O Cavitron Softip é um aparelho de ultrassons que tem uma capa de acrílico (não metálica) e que segundo o fabricante provoca menos dano na superfície do implante. (Figura 5)



Figura 5 – Cavitron Softip Ultrassons da Dentsply com ponta não metálica.

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

Cada um destes grupos foram tratados individualmente e nas mesmas condições, seguindo as indicações de fabrica de cada instrumento. Todos os grupos foram tratados pelo mesmo operador.

A figura seguinte (figura 6) mostra a disposição dos implantes nos seus respectivos grupos e já depois de tratados:

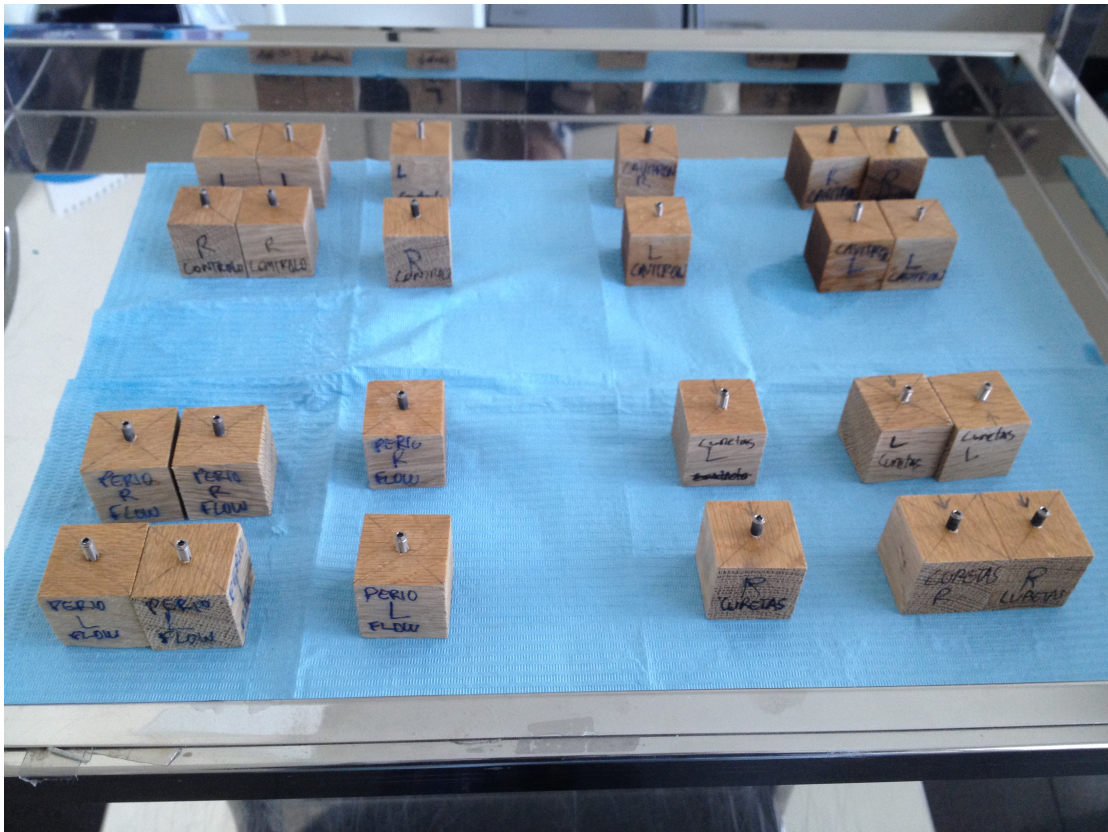


Figura 6 – Implantes organizados após tratamento da superfície.

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

7.3 – Análise dos Implantes Dentários

Depois de realizados todos os tratamentos em cada um dos grupos de teste, avaliou-se topograficamente cada um dos implantes.

Procedeu-se à análise qualitativa da topografia dos implantes, tendo sido escolhido, aleatoriamente, um implante de cada grupo: CoL, CoR, CuL, CuR, PFL, PFR, CaR e CaL, num total de 8 unidades.

Após a análise, foi possível observar diferenças entre os grupos controlo de superfícies lisas e rugosas e os grupos testados.

7.3.1 – Análise por microscopia electrónica de varrimento (SEM/EDS)

A análise foi realizada no CEMUP e o exame SEM/EDS foi realizado com recurso ao microscópio electrónico de varrimento de alta resolução, com Microanálise por Raio-X: JEOL JSM 6301F/ Oxford INCA Energy 350. (Figura 7)

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.



Figura 7 - Microscópio eletrônico de varrimento de alta resolução: JEOL JSM 6301F/ Oxford INCA Energy 350

Na figura 8 pode-se observar os leitores e processadores de imagens, onde a técnica do laboratório conseguiu orientar e dispor os implantes da melhor forma.

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.



Figura 8 – Leitores e processadores de imagem no Laboratório CEMUP

Avaliou-se a microtopografia dos implantes selecionados, conseguimos analisar as irregularidades nas superfícies dos mesmo após estes serem sujeitos ao tratamento pelas modalidades de tratamento.

Os implantes selecionados foram lavados com soro e colocados num suporte de alumínio com recurso ao uso de fita de carbono de face dupla. (figura 9)

Através da análise por espectrometria de dispersão de energia de raio-x (EDS), analisou-se quais os constituintes químicos presentes na superfície do implante.

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

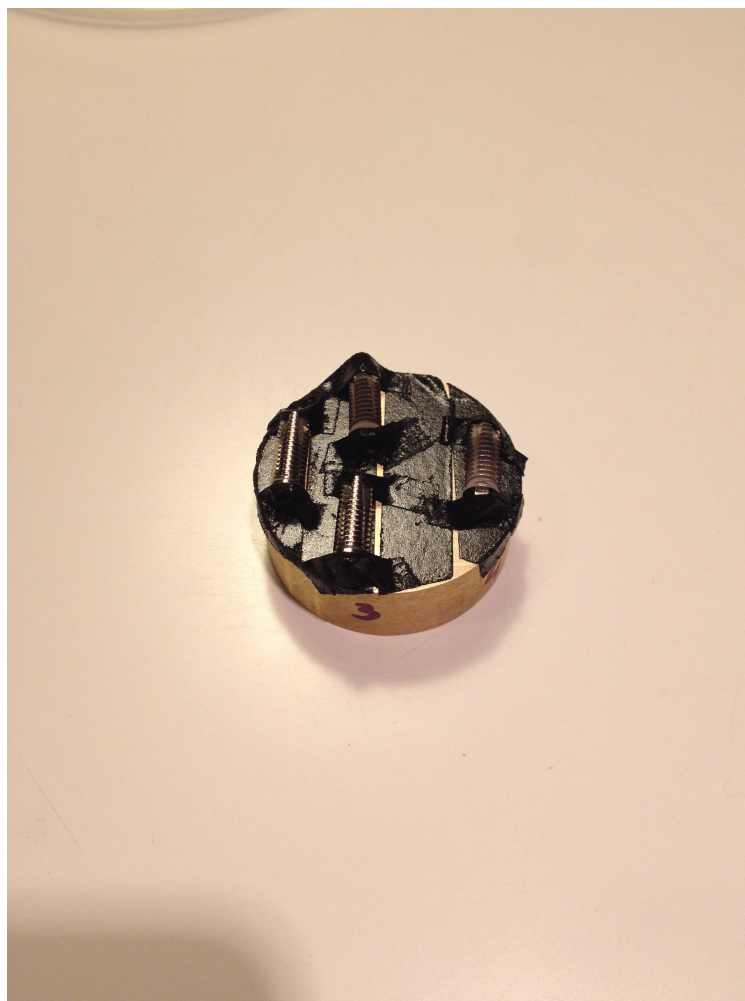


Figura 9 – Amostras fixas no suporte de alumínio antes de serem analisadas.

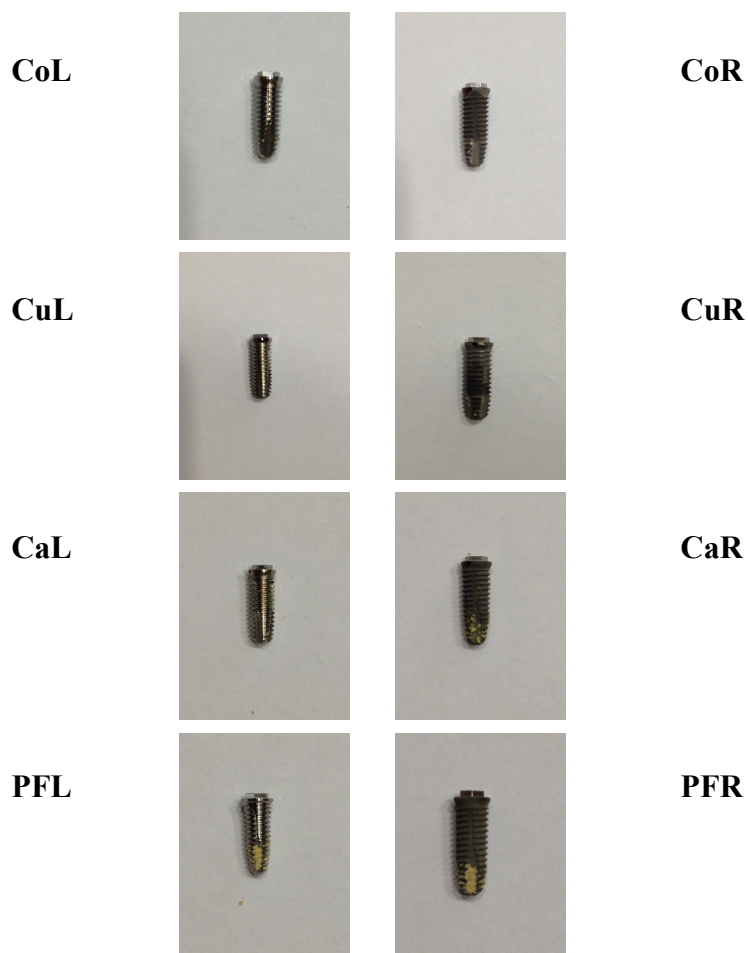
8 – Resultados

8.1 – Avaliação macroscópica da superfície do Implante

Os 8 implantes selecionados aleatoriamente e representativos de cada grupo foram fotografados e avaliados macroscopicamente (olho nu) considerando-se as alterações mais grosseiras produzidas na superfície de cada um dos implantes, quando comparados com os controlos.

Nas fotografias seguintes (Figura 10) é possível notar as diferenças entre os grupos controlo e os grupos tratados com curetas, onde o dano causado nas espiras dos implantes foi substancialmente superior ao de qualquer um dos outros grupos.

Importante salientar também que nesse mesmo grupo, o dano foi causado unicamente nas espiras, ficando o espaço entre estas por tratar.



Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

Figura 10 – Imagem macroscópica da superfície dos implantes

8.2 – Avaliação dos resultados obtidos pelo microscópio electrónico de varrimento e por microanálise de raio-x

Cada um dos implantes analisados foi sujeito a ampliações de 25x, 100x, 500x e em alguns casos, para esclarecer algumas duvidas na estrutura recorreu-se à ampliação de 1000x. As imagens obtidas foram conseguidas por disparo de eletrões secundários e por eletrões retrodifundidos contra a superfície dos implantes.

Os eletrões secundários permitem-nos observar o aspecto morfológico da superfície, e neste caso, as zonas mais claras representam as irregularidades e as zonas mais escuras, as zonas mais lisas. Por outro lado, através dos eletrões retrodifundidos, determinou-se qual a composição química da superfície do implante e detectou-se a presença de eventuais compostos/resíduos das modalidades de tratamento, sendo que as zonas mais claras e brilhantes têm um numero atómico mais alto e próximo do titânio, enquanto que as zonas mais escuras apresentam um número atómico mais baixo.

Nas imagens seguintes, podemos encontrar as ampliações de 25x para os eletrões secundários. (figura 11)

Já neste ampliação (25x), é possível observar que o grupo CuL e CuR foram os grupos que sofreram mais dano com o tratamento, as curetas de aço removeram algumas raspas, inclusive da espira do implante. Por outro lado, nesta ampliação nem os grupos CaL e CaR nem os PFL e PFR, sofreram alterações significativas na superfície do implante, podendo-se observar apenas algumas marcas mais escuras devido a uma possível contaminação da superfície.

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

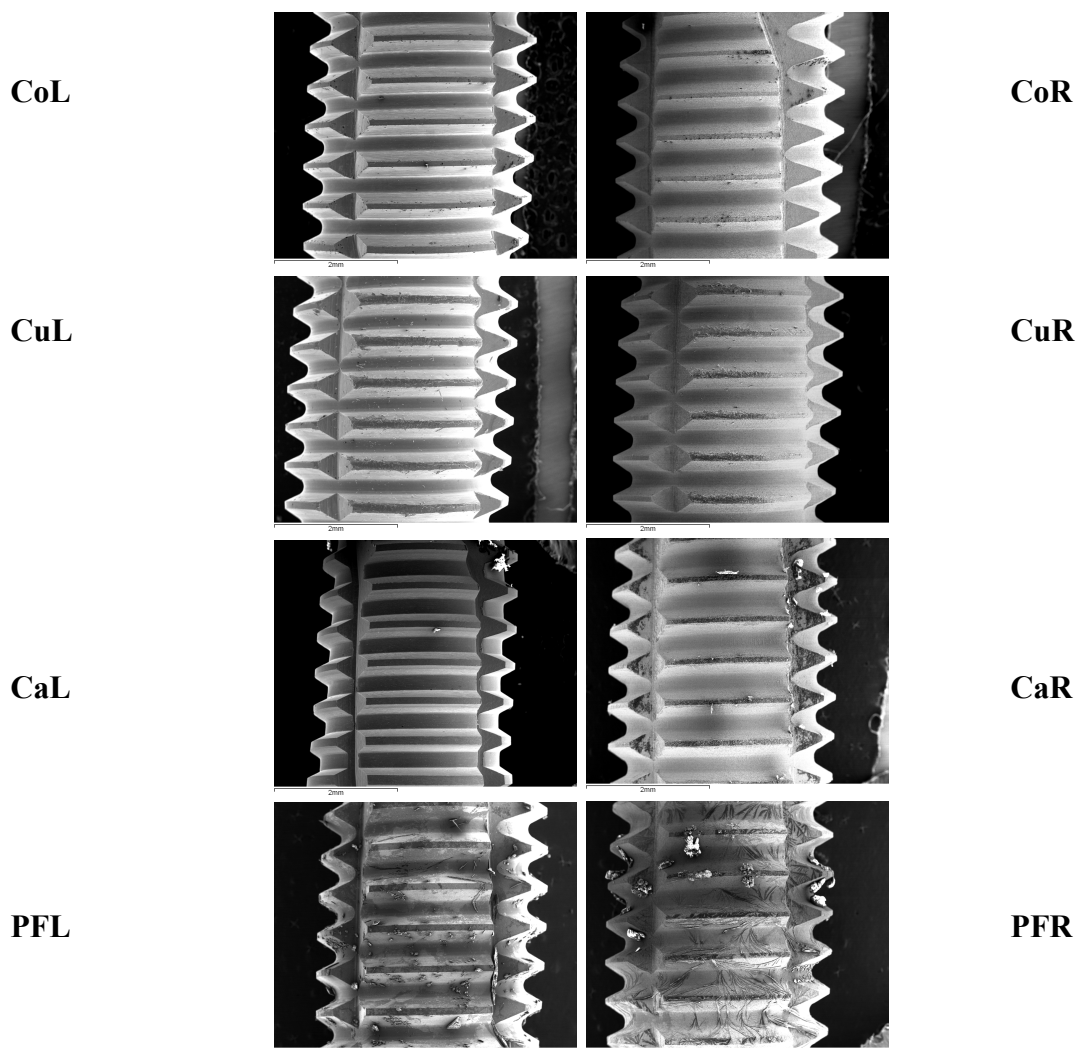


Figura 11 – Ampliações de 25x obtidas a partir de elétrons secundários.

Nas imagens seguintes encontram-se as ampliações de 100x. A ampliação foi direcionada para as espiras dos implantes, uma vez que terá sido a zona mais sujeita ao tratamento.

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

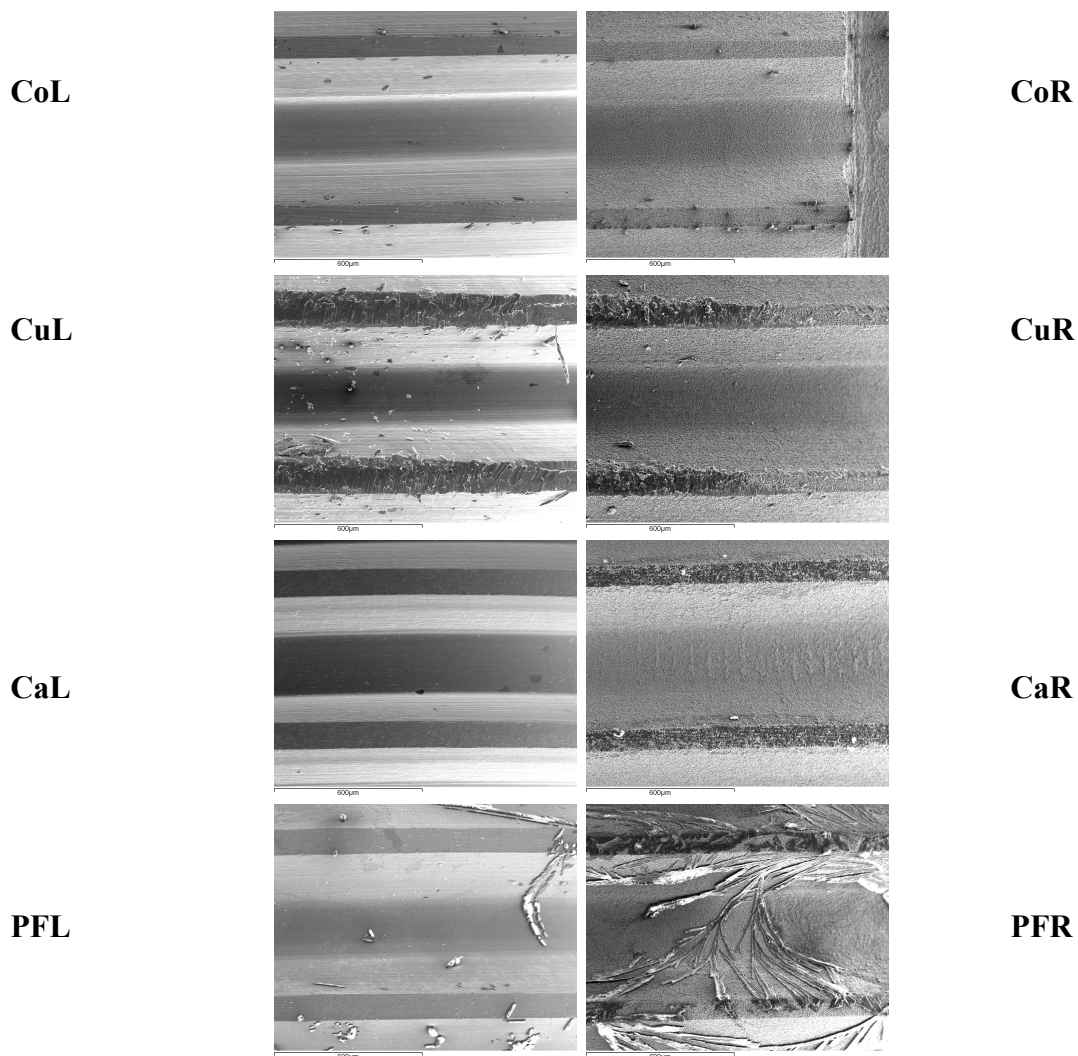


Figura 12 – Ampliações de 100x, obtidas a partir de elétrons secundários.

Por último, as ampliações de 500x, onde se pode observar com mais detalhadamente as modificações causadas nas superfícies dos implantes após estes serem tratados. Consegue-se visualizar com ainda mais clareza as alterações causadas nas espiras dos implantes pelas curetas de aço, no grupo CuL, CuR.

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

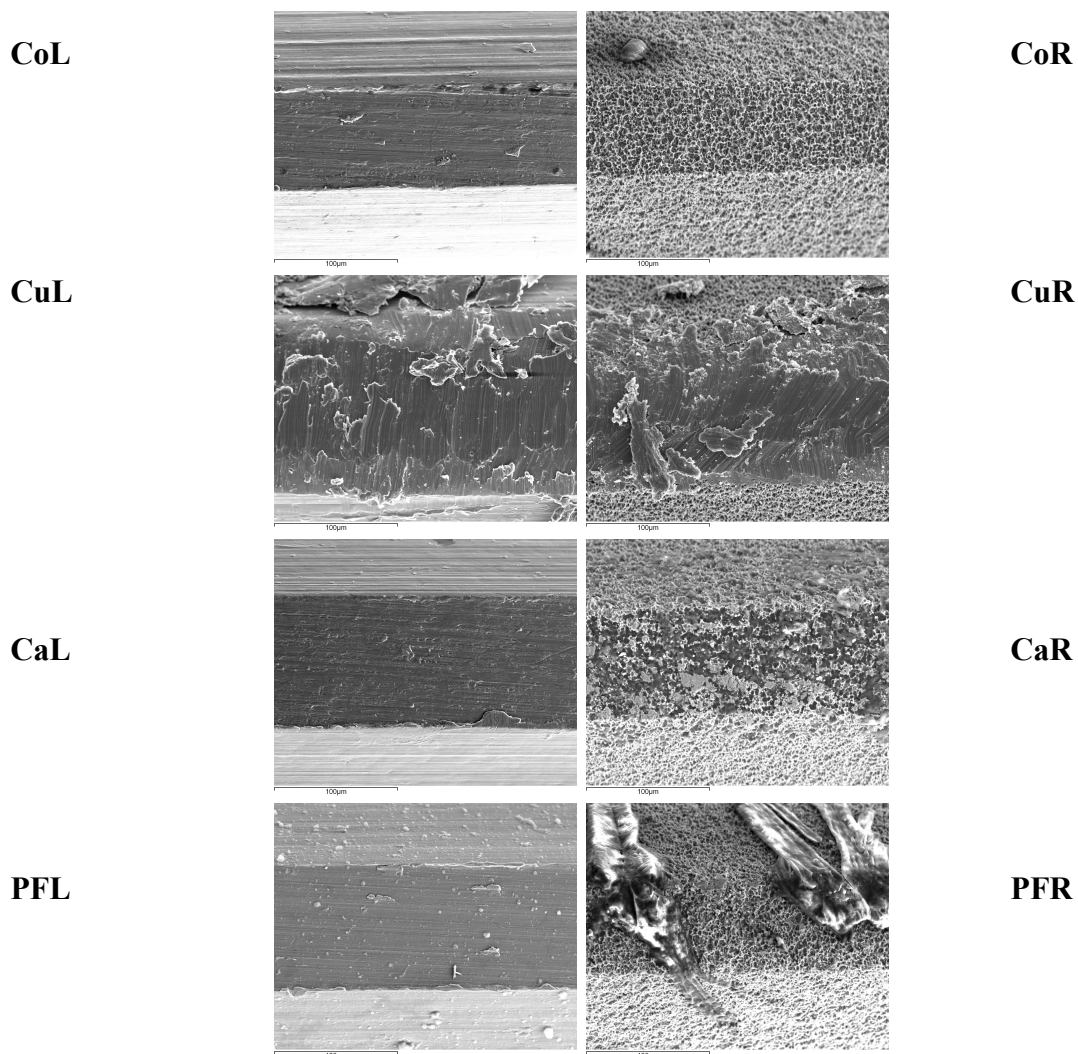


Figura 13 – Ampliações de 500x obtidas a partir de elétrons secundários.

A última figura, com ampliações de 500x, permitiu visualizar que o grupo das curetas de aço (Cu), foi o grupo mais danificado, sendo que, as espiras foram as únicas zonas do implante a serem tratadas e por sua vez danificadas.

Conseguimos também observar nos outro dois grupos, Perio-Flow e Cavitron Softip (Ca e PF) que a superfície do implante apresenta alguns componentes mais escuros, sendo estes potencialmente causados por contaminação.

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

A análise por EDS, a partir de elétrons retrodifundidos permitiu avaliar quais os constituintes mais presentes na superfície dos implantes.

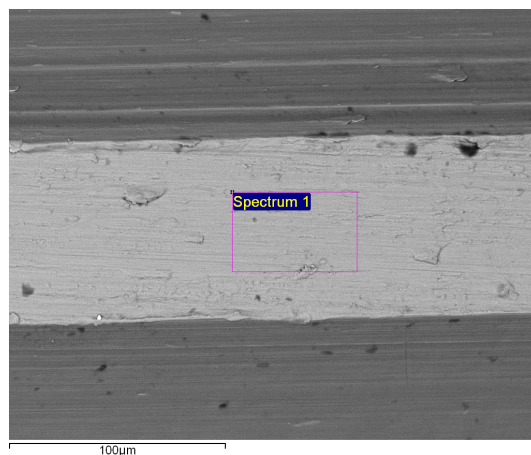


Figura 14 – Imagem obtida do grupo CoL a partir de elétrons retrodifundidos com uma ampliação de 500x.

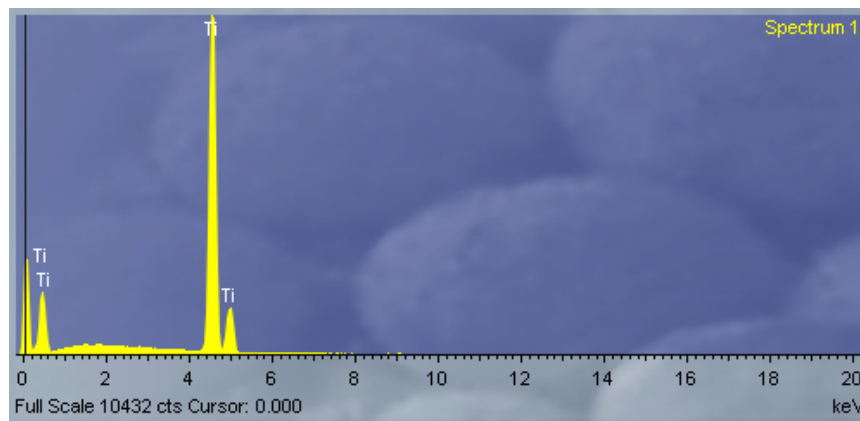


Figura 15 – Análise EDS para a zona escolhida.

Nesta análise ao controlo de superfícies lisas podemos observar predominantemente o titânio.

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

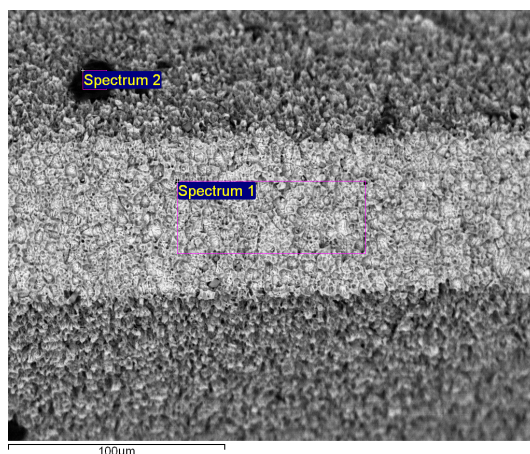


Figura 16 – Imagem obtida do grupo CoR a partir de elétrons retrodifundidos com uma ampliação de 500x

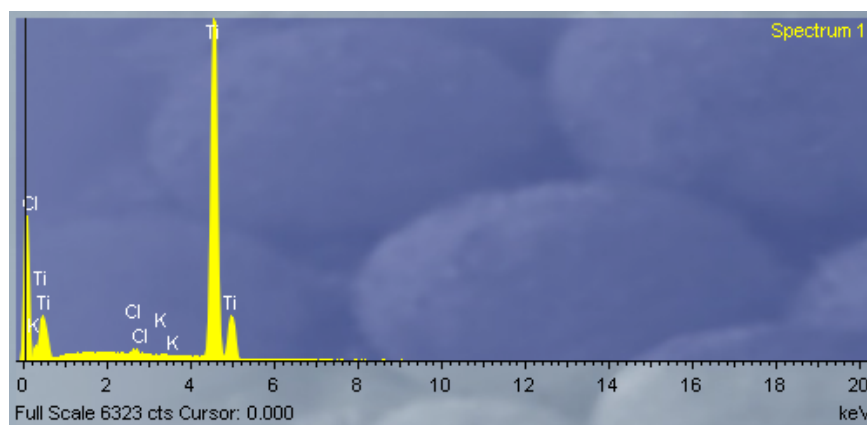


Figura 17 – Análise EDS para a zona 1.

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

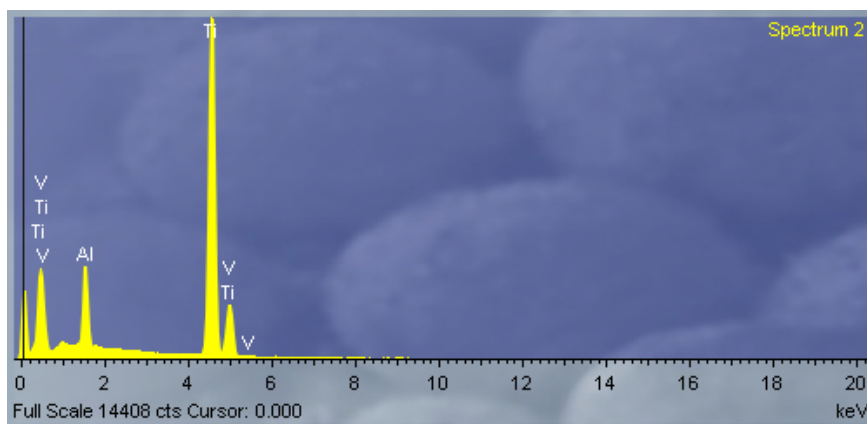


Figura 18 – Análise EDS para a zona 2.

No controlo de superfície rugosa, por um lado, na zona 1 podemos observar uma zona mais clara e, portanto, com um número atómico mais elevado, como se veio a comprovar na análise por EDS, onde podemos observar maioritariamente o titânio e também alguns resíduos de cloro. Por outro lado, na zona 2 (spectrum 2) sendo uma zona mais escura seria de esperar algo com peso molecular inferior ao titânio, o que se comprova, visto que foi encontrado alumínio e vestígios de vanádio, que segundo testes da marca também foram encontrados por eles.

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

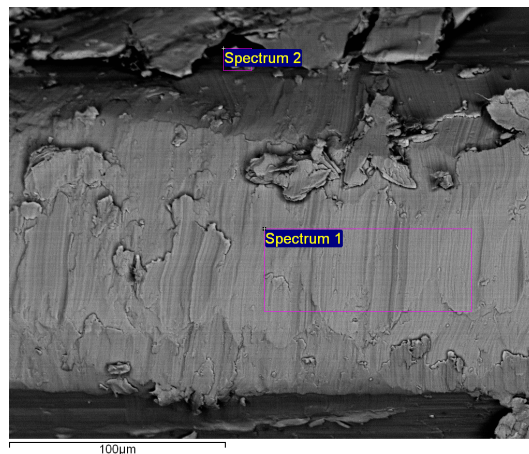


Figura 19 – Imagem obtida do grupo CuL a partir de elétrons retrodifundidos com uma ampliação de 500x

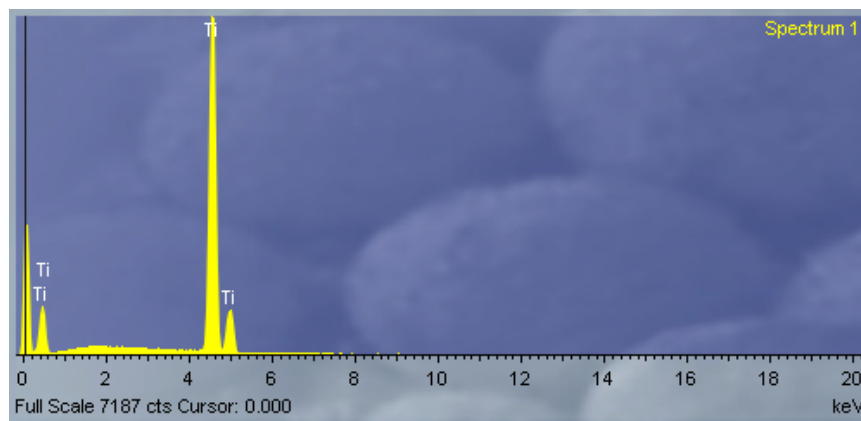


Figura 20 – Análise EDS para a zona 1

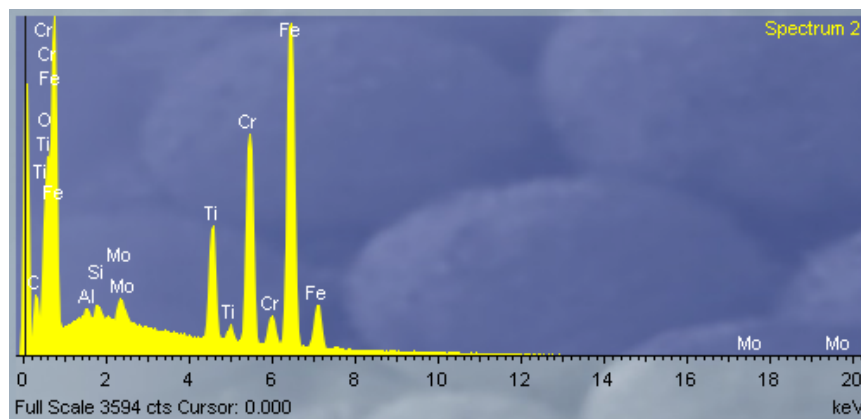


Figura 21 – Análise EDS para a zona 2

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

Observou-se ainda alguma presença relevante de ferro, crômio e sílica.

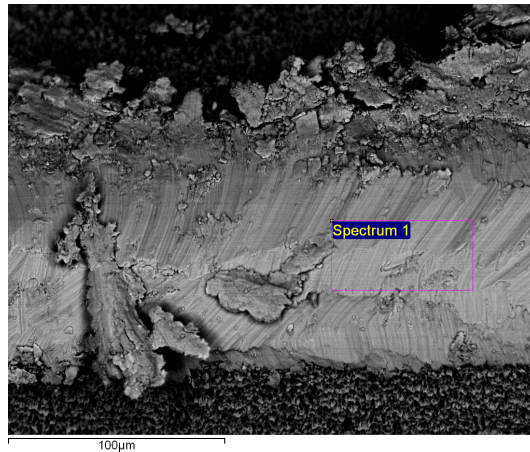


Figura 22 – Imagem obtida do grupo CuR a partir de elétrons retrodifundidos com uma ampliação de 500x

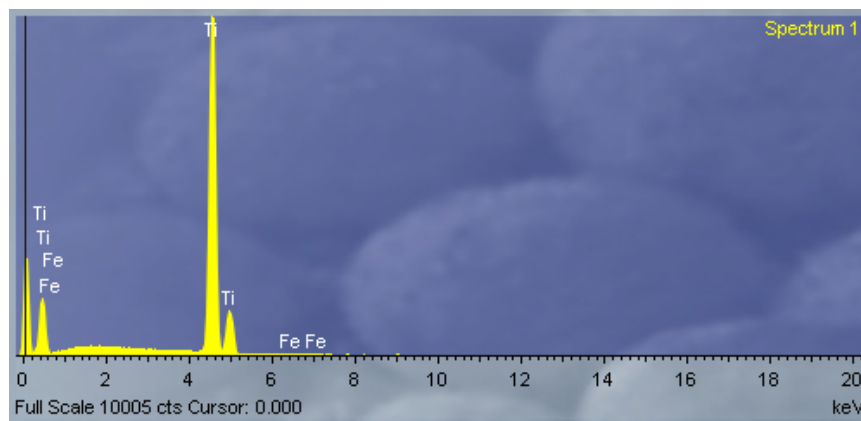


Figura 23 – Análise EDS para a zona 1

Além do titânio, o ferro está também presente.

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

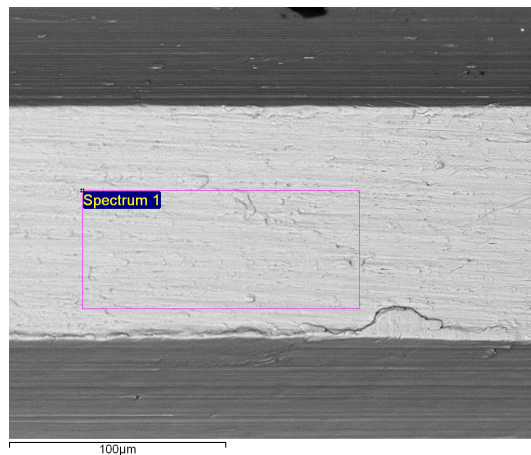


Figura 24 – Imagem obtida do grupo CaL a partir de elétrons retrodifundidos com uma ampliação de 500x

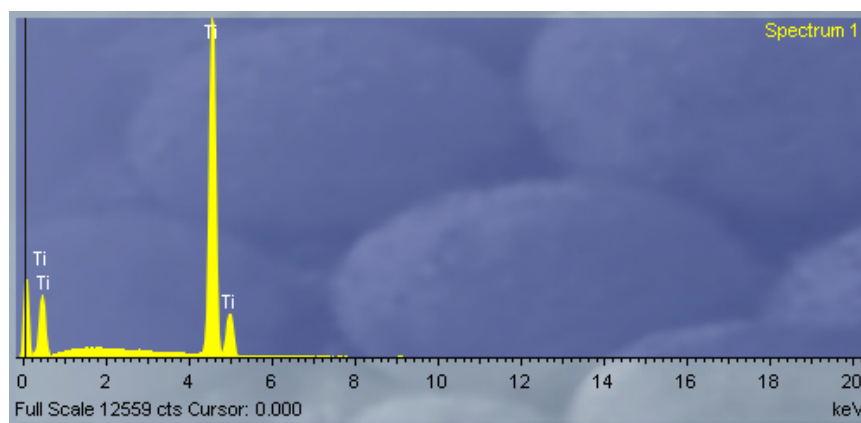


Figura 25 – Análise EDS para a zona 1

A análise apenas mostra presença de titânio.

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

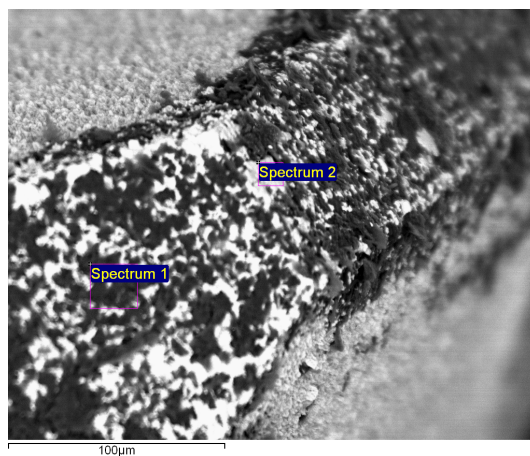


Figura 26 – Imagem obtida do grupo CaR a partir de elétrons retrodifundidos com uma ampliação de 500x

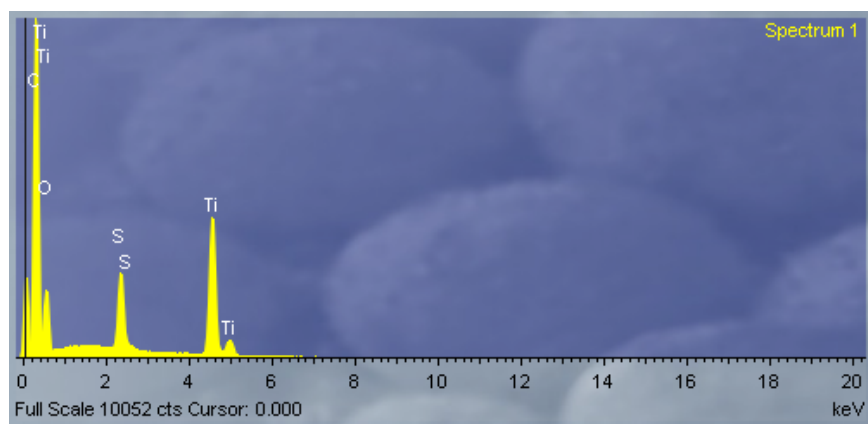


Figura 27 – Análise EDS para a zona 1

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

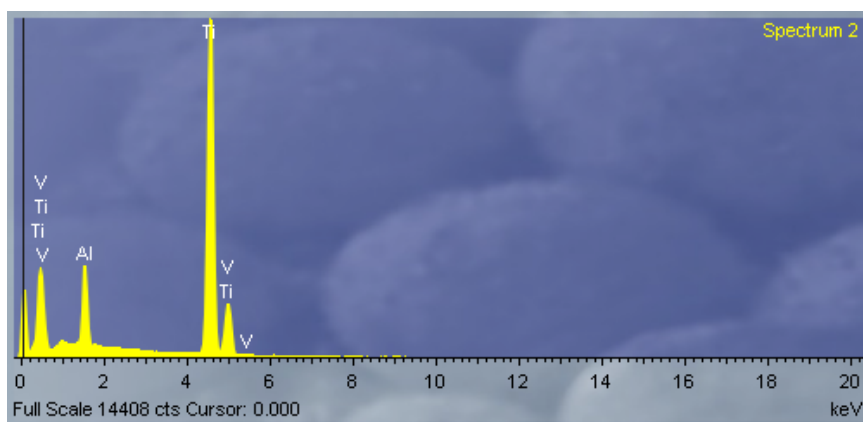


Figura 28 – Análise EDS para a zona 2

Na análise da zona 1 (mais escura) podemos encontrar de facto a abundante presença de carbono e também de enxofre. Enquanto que na zona 2 (mais clara) encontramos, para além do titânio, alumínio e vanádio.

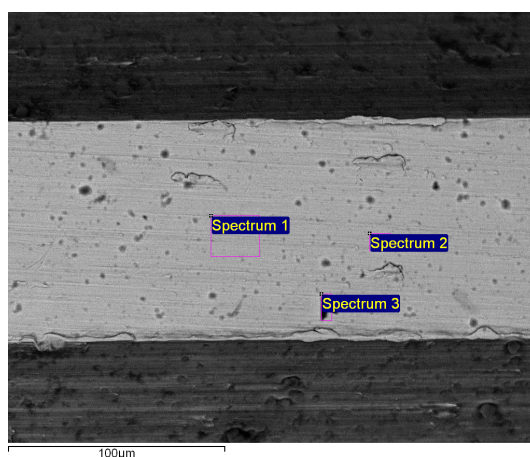


Figura 29 – Imagem obtida do grupo PFL a partir de elétrons retrodifundidos com uma ampliação de 500x

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

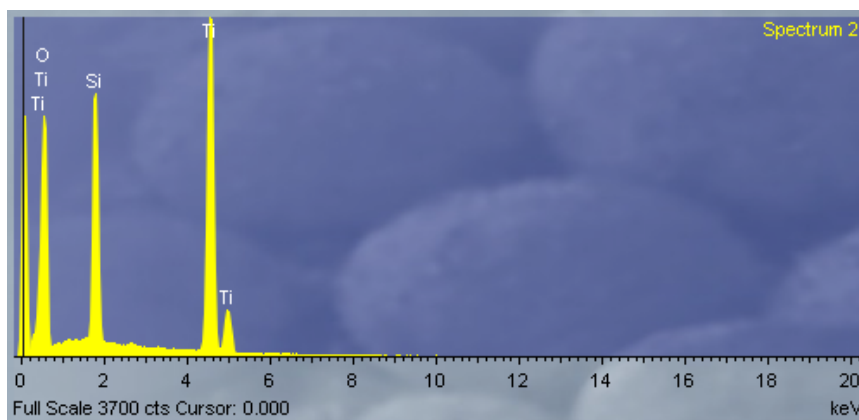


Figura 30 – Análise EDS para a zona 2

Ao nível da zona 2 foi possível observar bastante quantidade sílica e oxigênio. A zona 1 e 3 não foram colocadas pelos resultados obtidos não terem resultados significativamente diferentes da zona 2.

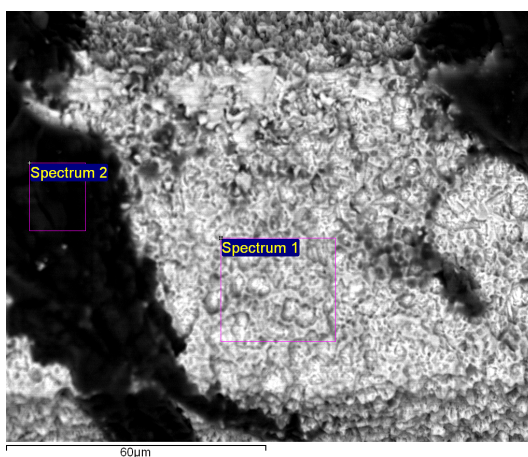


Figura 31 – Imagem obtida do grupo PFR a partir de elétrons retrodifundidos com uma ampliação de 500x

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

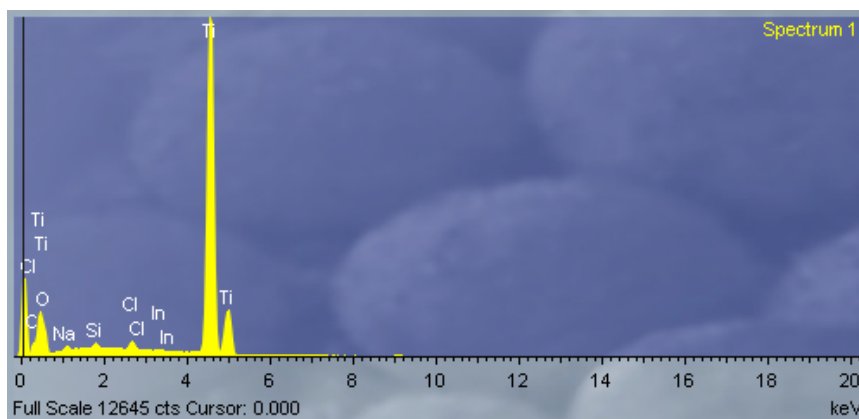


Figura 32 – Análise EDS para a zona 1

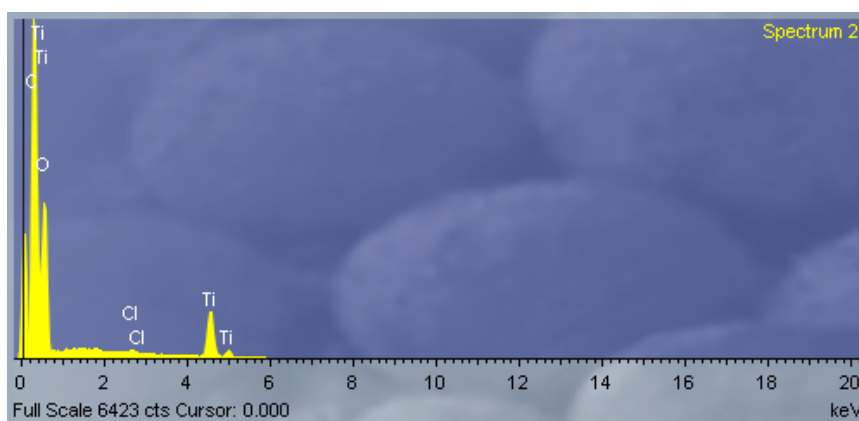


Figura 33 – Análise EDS para a zona 2

No grupo do PFR, observaram-se zonas mais claras (zona 1) e zonas mais escuras (zona 2). Na zona 1 e 2 observam-se a predominância do titânio e na zona 2 bastante oxigénio e algum carbono. Encontram-se também em ambas alguns vestígios de cloro e sílica. Na zona 1 alguns vestígios de sódio também foram encontrados

9 – Discussão

A peri-implantite que é causada por microrganismos, começa com inflamação da mucosa peri-implantar (mucosite), que normalmente é reversível. No entanto, quando não tratada, esta inflamação pode evoluir para uma zona mais apical, resultando na perda de osso horizontal e vertical e eventualmente na perda do implante. (Baron et al., 2000)

No que diz respeito ao tratamento desta patologia, continuam a existir algumas incertezas. (Roos-Jansåker et al., 2003) No entanto, este trabalho baseou-se nas premissas:

- A colonização bacteriana na superfície do implante ocorre logo após o contacto com o meio oral e que essa colonização parece ser influenciada pela rugosidade da mesma (Louropoulou & Slot 2011);

- Para facilitar a osteointegração, a maioria dos implantes têm uma superfície moderadamente rugosa, (Renvert & Giovannoli 2012);

- Qualquer dano provocado irá promover alterações na camada oxidada de titânio, o que pode resultar numa corrosão aumentada da superfície.(Louropoulou & Slot 2011)

No presente estudo compararam-se diferentes modalidades de tratamento da peri-implantite sobre implantes de superfícies rugosas e lisas, permitindo avaliar qualitativamente e quantitativamente quais as alterações provocadas na superfície dos mesmos.

Inicialmente estava programado fazer a análise qualitativa, onde se avaliaria o dano provocado em cada implante, através da visualização da topografia dos mesmos com recurso a meios de magnificação, e a análise quantitativa, neste caso, com

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

recurso à perfilometria mecânica, onde observou variações na microtopografia do implante.

A avaliação quantitativa foi iniciada na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, no entanto, não foi possível concretizar essa avaliação, uma vez que a distância entre espiras dos implantes estudados (marca Bioner), não era compatível com o diâmetro da ponta diamantada do perfilómetro, sendo assim impossível fazer uma leitura correta e verdadeira. Assim, a referida limitação do nosso estudo aponta para a necessidade de se utilizar um outro meio de análise topográfica em superfícies como as dos implantes testados.

Relativamente à análise qualitativa, que foi realizada no Centro de Materiais da Universidade do Porto, com financiamento próprio, conseguiu-se avaliar qual das superfícies aparentava ter sofrido mais dano, sendo as curetas de aço, as que mais dano causaram, tanto nas superfícies lisas como rugosas, o que corrobora o estudo de Renvert et al., 2012, onde é afirmado que tanto as curetas de aço como as pontas de ultrassom, ainda que mais eficazes no desbridamento da placa do que as alternativas não metálicas, acabam por provocar mais dano na superfície do implante.

No entanto, foi também observado neste estudo que as curetas de aço são incapazes de trabalhar o espaço entre espiras dos implantes o que aponta para a necessidade de comparar a eficácia dos vários meios de descontaminação de superfície.

Tanto o Cavitron Softip como o Perio-Flow demonstraram causar pouco ou nenhum dano na superfície dos implantes, tanto nas rugosas como nas lisas. As únicas diferenças observadas entre implantes foi na contaminação das superfícies rugosas, uma vez que, no Cavitron Softip observou-se presença abundante de carbono e algum enxofre e no Perio-Flow para além do carbono foi encontrado cloro e sílica.

No caso do Cavitron Softip, ou pontas de ultrassom não metálicas (ponta em acrílico), como dito acima, o dano provocado tanto nas superfícies rugosas como lisas, dentro dos limites da observação microscópica foi nulo. No entanto, no caso das superfícies rugosas houve contaminação das espiras do implante, o que nos leva a duas observações: parte das pontas não metálicas do sistema, durante a sua utilização (30 segundos a uma angulação de 90 graus – de acordo com o recomendado pelo fabricante), acabam por se desintegrar e se “aderir” à superfície do implante, e que, mais uma vez, assim como nas curetas de aço, somente as espiras dos implantes acabam por ser tratadas, ficando o fundo dos implantes por desbridar mecanicamente.

Por último, o Perio-Flow, acaba por ser uma das modalidades que menos dano causou e que aparentemente tanto nas superfícies lisas como rugosas, menos contaminação propriamente dita causou, sendo que os carbonos observados na superfície rugosa se deve ao facto de ser um jacto e de ter água na sua constituição. Por outro lado, é referido na literatura que os sistemas abrasivos com pó, como é o caso do Perio-Flow, ainda que pouco lesivos para a superfície, têm potencial para induzir enfisema cirúrgico, (Renvert et al., 2012), o que deve ser tido em conta aquando da escolha da modalidade de tratamento.

Na análise por EDS, onde foi possível analisar a composição da superfície dos implantes testados, observou-se:

- No grupo CoL predominantemente titânio, o que seria de esperar visto ser uma superfície inalterada;

- No grupo CoR algum cloro que terá sido provocado por uma eventual contaminação ao manipular o implante, e algum alumínio, titânio e vanádio que fazem parte da constituição do implante;

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

- No grupo CuL presença de ferro, muito provavelmente devido ao tratamento com as curetas de aço, o crómio e a sílica, também presentes, considera-se que seja contaminação;

- No grupo CuR para além do titânio, o ferro também estava presente como seria espectável, devido ao seu tratamento com as curetas de aço;

- No grupo CaL unicamente titânio, não havendo qualquer tipo de contaminação na zona analisada;

- No grupo CaR uma zona mais escura de carbono e algum enxofre no topo da espira que representa provavelmente os vestígios da ponta não metálica do sistema Cavitron SofTip que se terá desintegrado e aderido à superfície do implante;

- No grupo PFL sílica provavelmente proveniente do Perio-Flow e oxigénio como constituinte do implante.

- No grupo PFR bastantes depósitos de carbono provavelmente proveniente do Perio-Flow.

No que diz respeito à escolha da abordagem terapêutica, o tipo de defeito ósseo também é determinante. Parece ser importante avaliar se o implante poderá ou não ficar exposto à cavidade oral, uma vez que, se ficar, a abordagem poderá ter de ser mais agressiva de forma a tornar a superfície do implante mais lisa, para que não aumente o potencial de adesão do novo biofilme.

Assim sendo, são necessários mais estudos *in vitro* e *in vivo*, através de ensaios clínicos randomizados sobre a eficácia das modalidades de tratamento da peri-implantite na remoção da placa bacteriana e na resposta tecidual à superfície alterada após o tratamento. Só assim será possível caminhar na direção da existência de um protocolo simples, exequível e previsível a longo prazo.

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

III - Conclusão

Dentro das limitações impostas pelo tipo de estudo efectuado foi possível concluir que:

- A modalidade de tratamento que causou mais dano na superfície foi a das curetas de aço.
- Aparentemente o dano causado foi igual tanto na superfície rugosa como lisa
- Tanto o Cavitron SofTip como o PerioFlow causaram pouco ou até mesmo nenhum dano na superfície
- O Cavitron SofTip foi a modalidade que mais depósitos deixou na superfície do implante

É necessário encontrar uma solução para avaliar quantitativamente a topografia de implantes com distancias entre espiras/roscas mais pequenas que a ponta do perfilómetro.

Mais estudos devem ser feitos no sentido de avaliar de que forma estas modificações na superfície dos implantes vão *à posteriori* influenciar a adesão da nova placa bacteriana e todo o processo de re-osteointegração.

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

IV - Bibliografia

Baron, M. et al., 2000. Experimentally induced peri-implantitis: a review of different treatment methods described in the literature. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 15(4), pp.533–44.

Bowers, K.T. et al., 1992. Optimization of surface micromorphology for enhanced osteoblast responses in vitro. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 7, pp.302–310.

Canzarras, N.M., 2011. *Clinical Periodontology*. 11th ed. Missouri, Elsevier Saunders.

Claffey, N. et al., 2008. Surgical treatment of peri-implantitis. *Journal of Clinical Periodontology*, 35(8 Suppl), pp.316–32.

Le Guéhennec, L. et al., 2007. Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration. *Dental materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 23(7), pp.844–54.

Heitz-Mayfield, L.J. a, 2008. Peri-implant diseases: diagnosis and risk indicators. *Journal of Clinical Periodontology*, 35(8 Suppl), pp.292–304.

Hernández, A. F., Campos, L. H., Porta, F. C., & Ruiz, M. V., 2013. *Controversial Issues in Implant Dentistry*. Chicago, Quintessence Publishing.

Kotsovilis, S. et al., 2008. Therapy of peri-implantitis: a systematic review. *Journal of Clinical Periodontology*, 35(7), pp.621–9.

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

Lang, N.P. & Berglundh, T., 2011. Periimplant diseases: where are we now?-- Consensus of the Seventh European Workshop on Periodontology. *Journal of Clinical Periodontology*, 38 Suppl 1, pp.178–81.

Lang, N.P., Berglundh, T. & Heitz-mayfield, L.J., 2004. Consensus Statements and Recommended Clinical Procedures Regarding Implant Survival and Complications. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 19, pp.150–154.

Lang, N.P. & Jepsen, S., 2009. Implant surfaces and design (Working Group 4). *Clinical Oral Implants Research*, 20 Suppl 4, pp.228–31.

Lim, Y.J. et al., 2001. Surface Characterizations of Variously Treated Titanium Materials. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, pp.333–342.

Lindahl, C., Renvert, H. & Nine-to, R.S., 2006. Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment . Part II : presence of peri-implant lesions. *Journal of Clinical Periodontology*, pp.290–295.

Lindhe, J., Lang, N.P. & Karring, T., 2008. *Clinical Periodontology and Implant Dentistry, 2 Volumes - 5Th Edition*, Oxford, Wiley-Blackwell.

Lindhe, J. & Meyle, J., 2008. Peri-implantdiseases : Consensus Report of the Sixth European Workshop on Periodontology. *Journal of Clinical Periodontology*, 35, pp.282–285.

Louropoulou, A. & Slot, D.E., 2011. Titanium surface alterations following the use of different mechanical instruments : a systematic review. *Clinical Oral Implants Research*, pp.1-13.

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

Louropoulou, A., Slot, D.E. & Van der Weijden, F. a, 2012. Titanium surface alterations following the use of different mechanical instruments: a systematic review. *Clinical Oral Implants Research*, 23(6), pp.643–658.

Masuda, T. et al., 1998. Generalizations Regarding the Process and Phenomenon of Osseointegration. Part I . In Vivo Studies. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, pp.17–29.

Misch, C.E., 2008. *Implantes Dentais Contemporâneos*, 3^a ed. Rio de Janeiro, Brasil, Elsevier Editora Ltda.

Moëne, R. et al., 2010. Subgingival plaque removal using a new air-polishing device. *The Journal of Periodontology*, 81, pp.79–88.

Parlar, A. et al., 2009. Effects of decontamination and implant surface characteristics on re-osseointegration following treatment of peri-implantitis. *Clinical Oral Implants Research*, 20(4), pp.391–9.

Persson, L.G. et al., 2001. Re-osseointegration after treatment of peri-implantitis at different implant surfaces. An experimental study in the dog. *Clinical Oral Implants Research*, 12(6), pp.595–603.

Renvert, S. & Giovannoli, J-L., 2012. *Peri-implantitis*. 1st ed. Paris, Quintessence International.

Renvert, S., Polyzois, I. & Claffey, N., 2011. How do implant surface characteristics influence peri-implant disease? *Journal of Clinical Periodontology*, 38, pp.214–222.

Renvert, S., Polyzois, I. & Claffey, N., 2012. Surgical therapy for the control of peri-implantitis. *Clinical Oral Implant Research*, pp.84–94.

Avaliação *in vitro* do efeito sobre a superfície dos implantes de superfícies lisas vs. rugosas quando sujeitas a diferentes modalidades de tratamento mecânico.

Renvert, S., Roos-Jansåker, A.-M. & Claffey, N., 2008. Non-surgical treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis: a literature review. *Journal of Clinical Periodontology*, 35(8 Suppl), pp.305–15.

Roos-Jansåker, A.-M., Renvert, S. & Egelberg, J., 2003. Treatment of peri-implant infections : a literature review. *Journal of Clinical Periodontology*, pp.467–485.

Salvi, G.E. et al., 2004. Diagnostic Parameters for Monitoring Peri-implant Conditions. *The International Journal of Maxillofacial & Oral Implants*, 19(Suppl), pp.116-127.

Schou, S., Berglundh, T. & Lang, N.P., 2004. Surgical treatment of peri-implantitis. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 19 Suppl, pp.140–9.

Schwarz, F. et al., 2006. Clinical and histological healing pattern of peri-implantitis lesions following non-surgical Treatment with an Er:YAG laser. *Lasers in Surgery and Medicine*, 38, pp.663–671.

Wennerberg, A. & Albrektsson, T., 2009. Effects of titanium surface topography on bone integration: a systematic review. *Clinical Oral Implants Research*, 20 Suppl 4, pp.172–84.

Zitzmann, N.U. & Berglundh, T., 2008. Definition and prevalence of peri-implant diseases. *Journal of Clinical Periodontology*, 35(8 Suppl), pp.286–91.