

Trabalho de Conclusão de Curso

Estímulo Elétrico na Osseointegração em Implantes Dentários: Uma Revisão da Literatura

Lucas Carlos de Medeiros



**Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Odontologia**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

Lucas Carlos de Medeiros

**ESTÍMULO ELÉTRICO NA OSSEOINTEGRAÇÃO EM
IMPLANTES DENTÁRIOS:
UMA REVISÃO DA LITERATURA**

Trabalho apresentado à Universidade
Federal de Santa Catarina, como
requisito para a conclusão do Curso de
Graduação em Odontologia
Orientador: Prof. Dr. Ricardo Magini
Co-orientador: Dr. Letícia Bins Ely

Florianópolis

2016

Lucas Carlos de Medeiros

**ESTÍMULO ELÉTRICO NA OSSEOINTEGRAÇÃO EM
IMPLANTES DENTÁRIOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado, adequado para obtenção do título de cirurgião-dentista e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 19 de Maio de 2016.

Banca Examinadora:

Prof., Dr. Ricardo Magini
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Miguel Noronha
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof., Dr. Cesar Benfatti
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que possibilitaram a realização deste trabalho.

Se você já construiu castelos no ar, não tenha vergonha deles. Estão onde devem estar. Agora dê-lhes alicerces.

(Henry D. Thoreau, 1849)

RESUMO

Introdução: Os implantes dentários são utilizados, através de pinos de titânio, visando a reabilitação de elementos dentários perdidos. A osseointegração, parte desse processo, envolve diversos fatores, como Biocompatibilidade, macroestrutura, entre outros. Recentemente, a utilização de estímulos elétricos mostrou obter melhores resultados para a osseointegração, fundamental para o sucesso do implante dentário. **Objetivos:** Este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão de literatura científica acerca dos efeitos da estimulação elétrica na terapia com implantes dentários **Metodologia:** Para essa revisão de literatura, adotaram-se os termos *Electric Stimulation; Titanium; Osteogenesis; Dental Implants; Osseointegrations*, com os operadores booleanos AND e OR, nas plataformas PubMed, Lilacs, Bireme. De forma complementar, a literatura cinzenta foi utilizada. **Resultados:** Esta revisão de literatura possibilitou a identificação de diversos artigos sobre a área. Entre os estudos, identifica-se uma melhora na capacidade de crescimento ósseo ao redor de implantes, após a estimulação elétrica, especialmente em estudos em animais. Entretanto, outros autores apresentam pouca ou nenhuma variação nos resultados, sem vantagens claras na utilização desta técnica. **Conclusão:** Embora a maior parte dos artigos apresentem resultados benéficos da utilização de estímulos elétricos na osseointegração, são necessários mais estudos, objetivando a padronização das técnicas e metodologias.

Palavras-chave: Implante Dentário; Osseointegração; Estimulação Elétrica.

ABSTRACT

Introduction: Dental implants are used by titanium pins for the rehabilitation of dental loss. Osseointegration, part of this process, involves several factors such as biocompatibility, macrostructure, among others. Recently, the use of electrical stimulation showed better results for osseointegration, fundamental to the success of dental implant. **Objectives:** This study aims to conduct a scientific literature review on the effects of electrical stimulation therapy with dental implants. **Methodology:** For this literature review we adopted the Electric Stimulation terms; Titanium; osteogenesis; Dental Implants; Osseointegrations with the Boolean operators AND and OR, the PubMed platforms, Lilacs, Bireme. Complementarily, the gray literature was used. **Results:** This literature review enabled the identification of several articles on the area. Among the studies, identifies an improvement in bone growth capacity around implants after electrical stimulation, especially in animal studies. However, other authors have little or no variation in the results without clear benefits in using this technique. **Conclusion:** Although most of the articles have presented beneficial results from the use of electrical stimulation in osseointegration, more studies are needed, aiming at standardization of techniques and methodologies.

Keywords: Dental Implant; osseointegration; Electrical stimulation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama explicativo quanto às palavras-chaves e operadores booleanos utilizados na metodologia da revisão de literatura. Florianópolis, 2016.....	29
Figura 2. Esquema comparativo entre estruturas e tecidos periodontais e peri-implantares. Florianópolis, 2016.....	35
Figura 3. Exemplo de um Protótipo Estimulador.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Critérios de Inclusão e de Exclusão adotados para a análise dos artigos para esta revisão de literatura narrativa. Florianópolis, 2016.....	30
--	-----------

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	27
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	27
1.2 OBJETIVOS.....	28
1.2.1 Objetivo Geral.....	28
1.2.2 Objetivos Específicos.....	28
2 METODOLOGIA.....	29
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	31
3.1 PERDA DENTÁRIA.....	31
3.2 IMPLANTODONTIA.....	33
3.3 ESTÍMULO ELÉTRICO NA OSSEOINTEGRAÇÃO.....	35
4. DISCUSSÃO.....	39
5. CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O implante dentário, desejável em relação às próteses removíveis por suas características de integração óssea, tem se tornado cada vez mais uma alternativa acessível para pacientes edêntulos totais ou parciais, consequência de infecção bacteriana, o mais recorrente, assim como por acidentes, anomalia congênita, entre outros.

Após décadas de pesquisa e desenvolvimento laboratorial e clínico, Brånemark e seu grupo de pesquisadores nos ofereceram um sistema de implante que pôde substituir os dentes naturais perdidos e atingir essa osseointegração. A descoberta aconteceu ao acaso após a tentativa da retirada de uma peça de titânio utilizada em tibia de uma cobaia. Foi observado que a peça se integrou ao osso e a partir deste fenômeno começaram outros estudos, pesquisas e experimentos enfocando osso e titânio. (BRANEMARK, 1983 apud MARTINS, et al. 2011).

Para que este método se desenvolva adequadamente é necessário que o implante se osseointegre ao tecido ósseo receptor, já que a integração óssea é a chave do sucesso clínico cirúrgico que, posteriormente, será completado após o término da fase protética. (MARTINS, et al. 2011).

A carga mecânica provoca micro deformações ósseas, que estimulam células osteoblásticas e, conseqüentemente, promovem adaptações nos ossos, muitas vezes relacionadas com uma menor reabsorção óssea e um aumento na formação óssea local. Concomitantemente aos estímulos ósseos providos pelas cargas

mecânicas, é importante uma dieta rica em cálcio, a qual também beneficia o aumento da massa óssea. Entretanto, existem também outros métodos não farmacológicos, como o ultrassom pulsado de baixa intensidade, a estimulação elétrica e o laser, que já mostraram efeitos positivos na promoção da osteogênese. (CARVALHO, et al. 2002).

O espaço de tempo entre a inserção de implantes e reabilitação funcional é, muitas vezes, inconveniente para o paciente. Acelerar o crescimento ósseo ao redor de implantes dentários pode encurtar este período de tempo, de benefício indiscutível ao paciente.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Este estudo teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre os estímulos elétricos e suas influências para com a osseointegração e os implantes dentários.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar na literatura estudos *in vitro* e *in vivo* que demonstrem as propriedades positivas da estimulação elétrica na osteointegração implante e osso.
- Identificar na literatura estudos *in vitro* e *in vivo* que apresentem contraponto ao item anterior.
- Desenvolver um referencial teórico contextualizando o uso da estimulação elétrica no processo de osseointegração.

2 METODOLOGIA

Para esta revisão da literatura foram buscados artigos nas bases de dados PubMed, Bireme, Scielo e Lilacs. Para isso, foram adotados descritores específicos encontrados em DeCS Server, site de descritores em Ciências da Saúde, os quais seguem: 1) Electric Stimulation, 2) Dental Implants, 3) Osseointegration, 4) Osteogenesis, 5) Titanium.

Um sistema de busca avançado foi utilizado, com todos os descritores na pesquisa de forma inclusiva, depois, com o intuito de randomização, apenas os itens 1 e 2 mais 3 ou 4 ou 5, através dos operadores booleanos “AND” e “OR”, conforme pode ser observado no diagrama da Figura 1.

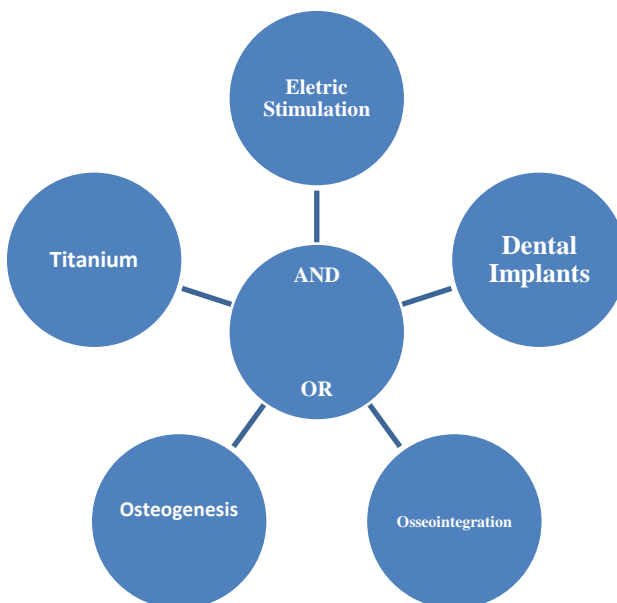


Figura 1. Diagrama explicativo quanto às palavras-chaves e operadores booleanos utilizados na metodologia da revisão de literatura. Florianópolis, 2016.

Adotou-se como critério de inclusão: 1) *Idioma de publicação*: artigos publicados nas línguas portuguesa, inglesa e espanhola; 2) *Data de publicação*: foram incluídas neste estudo as pesquisas publicadas após 1995, objetivando obter estudos recentes da literatura.

Os critérios de exclusão basearam-se em: 1) Relação do artigo com o tema de estudo; 2) Relevância do estudo para a área. A Tabela 1 apresenta um resumo dos critérios utilizados para esta pesquisa.

Tabela 1. Critérios de Inclusão e de Exclusão adotados para a análise dos artigos para esta revisão de literatura narrativa. Florianópolis, 2016.

Critérios	
Inclusão	Publicação em inglês, português ou espanhol. Publicação posterior a 1995.
Exclusão	Publicação não relacionada ao tema de estudo. Publicação não relevante para o tema de estudo.

Além das bases de dados, este estudo inclui buscas na literatura cinza. Destaca-se a utilização da base bibliográfica do artigo “Avaliação da Formação Óssea em Implantes Usinados de Titânio Estimulados Eletricamente: Estudo em Cães”, de Ernesto Barquero Cordero, ex-aluno de doutorado do Centro de Ensino e Pesquisas em Implantes Dentários (CEPID).

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 PERDA DENTÁRIA

O edentulismo sempre foi um problema para a população mundial, e suas formas de tratamento evoluíram a passos lentos durante séculos, com variações diversas de tratamento protético. Apesar da evolução na área de prevenção da cárie dental, assim como nos processos curativos restauradores dentários, ainda hoje a infecção bacteriana dental é grande responsável pelas perdas dentárias na população

Como apontam Frazão e colaboradores (2003):

“A cárie dentária é uma doença crônica e infecciosa que provoca a destruição dos tecidos dentários. Nos estágios avançados de sua progressão, produz a necrose da polpa dentária, órgão onde se localizam terminações nervosas e capilares sanguíneos. Nessa fase podem ocorrer processos infecciosos agudos nos tecidos ao redor do ápice da raiz, dores e fraturas da coroa dentária enfraquecida. Em regiões ou países onde uma proporção significativa da população não tem acesso regular a ações de promoção da saúde bucal e a serviços odontológicos profissionais, o tratamento dessa enfermidade, nesse estágio tardio, é realizado através da exodontia dos dentes afetados[...]” (FRAZÃO et al. 2003).

Quando se considera o levantamento epidemiológico, em uma pesquisa realizada em 1986, 16 capitais brasileiras, e um grupo etário de 35 a 44 anos, onde a prevalência de cárie era de 22,5 dentes atacados, e, a cada três dentes atacados por cárie, ao menos dois foram extraídos, em uma média de 15 dentes pedidos por adulto (FRAZÃO et al., 2003).

O avanço da idade ligado ao edentulismo foi geralmente apresentado como uma ideia socialmente aceita, sendo natural e imutável. Porém, como cita Moreira (2011), “a perda dentária nos grupos mais velhos, expressa o resultado do processo cumulativo da cárie e doença periodontal e não apenas o efeito cronológico”. Ou seja, o processo contínuo de envelhecimento e enfraquecimento das estruturas de suporte dentário, não é exclusivamente determinante.

Há de se ter em vista toda a gama de fatores envolvidos, que geralmente são preponderantes para se chegar a uma condição de edentulismo, seja ele parcial ou total. Para Moreira, Nico e Tomita (2011), não perceber a necessidade de tratamento, o acesso ao serviço e o tempo de três anos, são mais associadas a uma maior prevalência de edentulismo.

Entre os mais jovens, além da contaminação dentária bacteriana, destaca-se o trauma como importante fator etiológico de perda dentária precoce. Num estudo epidemiológico realizado entre 2003 e 2006, no Centro de trauma dental da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Unicamp, sobre avaliação de injúrias dentárias, Souza-Filho e colaboradores (2009) concluíram que as injúrias mais frequentes são a avulsão dentária dos tecidos de suporte e a fratura de esmalte-dentina dos tecidos dentários.

O uso pediátrico da reabilitação protética normalmente está associado a pacientes que sofrem de alguma anomalia genética como displasia ectodérmica, porém não se tem uma posição definitiva da literatura em relação a essa intervenção poder ser feita junto à implantodontia. Alguns autores como Scholz et al. (1984), Mackie et al.

(1993), defendem a ideia de que implantes não sejam colocados antes que o paciente tenha 15 anos de idade.

3.2 IMPLANTODONTIA

O advento da implantodontia se deu no início dos anos 60, quando o médico ortopedista sueco Per-Ingvar Brånemark investigava a microcirculação sanguínea em tíbias de coelho, ao usar uma câmara de observação em titânio percebeu que tinha dificuldades de retirá-las, o metal e o osso se integravam perfeitamente sem rejeição. Surgia ali o vislumbre da reabilitação protética para a odontologia que conhecemos como Implantodontia. Muitas pesquisas foram realizadas após a descoberta muito antes que o primeiro implante fosse instalado em algum paciente, pois a real possibilidade para tal ainda não era clara (BRÅNEMARK, 1983).

Com o resultado positivo sendo apresentado por várias pesquisas, muitas inclusive, do próprio Branemark, a implantodontia começava a se apresentar como a alternativa mais moderna e definitiva de reabilitação, inclusive cobrindo casos onde a prótese, removível ou fixa, se mostrava falha ou incompleta na reabilitação funcional e estética. “Diferentes procedimentos têm sido defendidos para ancorar próteses dentárias nos tecidos macios ou duros da boca edêntula. No entanto, longos períodos de *follow-up clínico* indicam que tais procedimentos não fornecem função previsível e boa a longo prazo” (BRÅNEMARK, 1983).

A perda tecidual do paciente, tanto em tecidos moles como estrutura óssea de ancoragem, podem ser fatores prejudiciais na reabilitação através da Prótese Dentária, seja ela fixa ou removível.

Conforme Branemark, 1983:

Desdentados mandibulares são um exemplo típico de um defeito tecidual que causa diferentes graus de perturbações funcionais. Uma prótese bem ajustada parece ser uma alternativa aceitável para dentes naturais, desde que a anatomia dos tecidos duros e moles residuais proporcione uma boa retenção para a prótese. Perda progressiva de osso alveolar tende a minar a relativa estabilidade da prótese e pode criar graves problemas de natureza funcional e psicossocial.” (BRÅNEMARK, 1983).

Outras técnicas figuravam o cenário desta época de nascimento da implantodontia, Brånemark, (1983) cita que as tentativas de ancoragem de um implante por meio de uma camada de tecido fibroso regenerado formando um ligamento periodontal simulado, também não tiveram sucesso, assim como “Tem sido afirmado na literatura sobre reconstrução óssea que ancoragem direta de osso vivo de implantes de suporte de carga não funciona à longo prazo. Contrariamente a este conceito, atualmente sugere-se que o maxilar desdentado pode ser reabilitado com próteses ancoradas em osso da mandíbula de acordo com o princípio da osseointegração com bom prognóstico e previsível à longo prazo.” (BRÅNEMARK, 1983).

Smith (1993) define o implante (Figura 2) como uma estrutura posicionada cirurgicamente nos ossos maxilares, que por meio da osseointegração estabelece íntimo contato com o osso. O pilar protético (Figura 1) é um componente conectado ao implante sobre o qual as próteses dentárias são cimentadas ou parafusadas. Atualmente os materiais mais utilizados na fabricação de sistemas de implantes dentários são o titânio comercialmente puro (Ti-cp) para o implante propriamente dito (Figura 2), e a liga titânio-alumínio-vanádio

(Ti6Al4V) para os pilares protéticos (SMITH, 1993; ANUSAVICE et al., 2013).

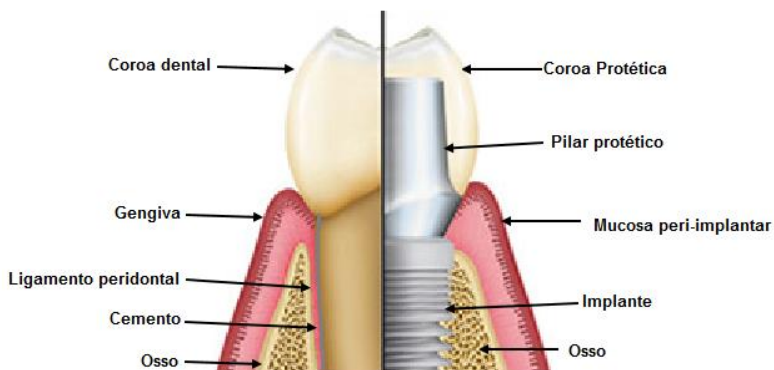


Figura 2. Esquema comparativo entre estruturas e tecidos periodontais e perimplantares (adaptado de: glidewelldental.com). Florianópolis, 2016.

3.3 ESTÍMULO ELÉTRICO NA OSSEOINTEGRAÇÃO

O espaço de tempo entre a inserção de implantes e reabilitação funcional, muitas vezes causa incômodo ao paciente. A reabilitação depende principalmente da osseointegração e, como tal, formas de encurtar o tempo deste processo seriam então extremamente benéficas para o paciente. O estímulo elétrico, sendo uma das alternativas possivelmente viáveis na osteointegração, ainda passa por pesquisas e avaliações na literatura.

Shafer et al. (1995), num estudo *in vivo*, partindo do pressuposto que o sucesso na osseointegração de implantes dentários de titânio é diminuído em áreas pobres em volume ósseo e densidade, realizou uma pesquisa onde dois sítios de implante foram preparados no

corpo da mandíbula de cinco coelhos por abordagem extra-oral. Um implante de titânio de $3,75 \times 7$ mm com estimulador LADC (Corrente contínua de baixa amperagem) produzindo $7,5 \pm 0,2$ uA e $1,35 \pm 0,01$ V, foi colocado em um lado, e um implante de controle idêntico foi inserido no lado contralateral. Condutores inativos foram igualmente ligados ao implante de controle. Vinte e oito dias após a colocação, os implantes foram removidos com uma chave de torque, e o osso ao redor dos implantes foi examinado tanto microscopicamente como radiograficamente. O autor concluiu, ao final, que, LADC, da forma como foi utilizada neste estudo, não afeta positivamente a regeneração óssea. “Sua capacidade de aumentar o crescimento ósseo ao redor de implantes dentários de titânio precisa de uma investigação mais aprofundada.” (SHAFER et al, 1995).

Shigino e colaboradores (2000), também em um estudo com animais, visando avaliar o efeito da aplicação de um campo elétrico capacitivamente acoplado (CCEF) sobre a osteogênese peri-implantar na mandíbula de cães, utilizou doze cães beagle machos adultos, onde os pré-molares de ambos os lados da mandíbula foram removidos de cada cão e implantes, cuja superfície foi tratada com oxidação anódica, foram colocados em cada local de teste por auto-rosqueamento. A aplicação diária de estímulo CCEF (8 h / dia) foi iniciada no dia seguinte à cirurgia e continuou durante o dia de sacrifício. Um dos lados da mandíbula de cada cão foi tratado com CCEF, enquanto o outro lado não. O autor concluiu que a aplicação diária de estímulo de CCEF aumentou significativamente a proporção de contato ósseo nos 14, 21 e 30 dias após a colocação do implante, em comparação com os respectivos controles. As razões de área óssea entre os grupos tratados

com CCEF em 14- e 21- dias foram significativamente maiores do que os dos seus respectivos controles e foram semelhantes aos do grupo de controle de 90 dias. “O tratamento com estímulo CCEF aumenta a osteogênese peri-implantar na mandíbula do cão, confirmando sua utilidade em implantologia oral.” (SHIGINO, et al. 2000).

Ainda dando suporte a aplicação do estímulo elétrico na osseointegração, Ochi e colaboradores (2003), num estudo em que, além de um campo elétrico, se utilizou também o agente estimulador de respiração dos tecidos Solcoseryl na promoção da formação óssea ao redor de implantes dentários, instalou implantes dentários em cada fêmur de coelhos brancos japoneses. Solcoseryl (2 ml / kg) foi administrado por via intravenosa na veia da orelha; e um CCEF (Campo Elétrico Capacitivamente Acoplado) foi aplicado durante 4 horas por dia durante 14 dias. O grau de formação de osso em observação microscópica, a razão de área de superfície do osso, e o nível de torque de remoção do implante no grupo tratado com Solcoseryl e o CCEF foram significativamente maiores do que o respectivo valor no grupo controle, que não foram tratados nem com Solcoseryl nem com estimulação CCEF. O autor concluiu no estudo que “[...] A combinação de estimulação CCEF e Solcoseryl efetivamente promove nova formação óssea. Sugere-se que o uso clínico de uma combinação de estimulação CCEF e Solcoseryl para implantes dentários promove a osseointegração.” (OCHI, et al. 2003).

Shayesteh e colaboradores, (2007), num estudo *in vivo*, avaliou o efeito de um campo elétrico constante no crescimento ósseo em torno dos implantes dentários. Quatro cães sem raça definida foram utilizados neste estudo. Dezesesseis implantes dentários foram instalados

imediatamente após a extração do primeiro pré-molar e dentes molares. Os autores constataram que uma corrente contínua mínima, o que pode produzir um campo elétrico em torno do implante, pode aumentar a quantidade de formação óssea e diminuir o tempo de integração óssea.

Deve-se notar que o modo como são realizados os estudos, a quantidade e o tipo de estímulo elétrico fornecido, assim como o tempo de exposição influenciam nos resultados.

Estudos mais recentes também confrontam opiniões. Dergin e colaboradores (2013), em um experimento realizado em 12 ovelhas, instalou implantes nas tíbias direitas e esquerdas dos animais, sendo os esquerdos estimulados eletricamente por um dispositivo, e os direitos o grupo controle. Analisaram através de testes histológicos nos períodos de 4, 8 e 12 semanas. Os autores concluíram que com um estímulo de $7,5 \mu\text{A}$, em corrente contínua, não apresentou evidências de osseointegração.

4 DISCUSSÃO

Ao analisarmos a literatura recente sobre o tema proposto, é possível observar o predomínio de artigos apontando um respaldo positivo na relação entre o estímulo elétrico e a osseointegração em implantes dentários. Embora existam também trabalhos que demonstram a não-efetividade no procedimento, Shafer et al.(1995), Dergin et al.(2013), bem como possíveis falhas nas metodologias de alguns estudos. Gittens et al. (2011) aponta que:

“Células ósseas também são sensíveis aos produtos químicos gerados durante eventos de corrosão, mas pouco se sabe sobre como os sinais elétricos associados à corrosão podem afetar a osseointegração.” (GITTENS, et al. 2011).

Narkhede (1998), já nos chamava a atenção para o fato de as pesquisas no assunto terem falhas no seu processo, o que dificulta na acepção de resultados. Ao realizar um estudo in vivo, usando coelhos neozelandeses, buscou proporcionar uma estimulação elétrica, através do desenvolvimento do “Dispositivo PN”, de corrente contínua constante, dentro de uma gama de 0-100 μA , cuja fonte uma bateria de 6V. Os níveis de corrente escolhidos foram 20, 40, e 100 μA . Obteve resultados de 12 espécimes que foram incluídos nas análises histológicas. Concluiu que os trabalhos experimentais realizados em animais tem demonstrado que a estimulação elétrica resulta na aceleração da formação óssea, porém, esta não é ainda considerada pelo autor uma rotina aceitável para pacientes humanos, pelas seguintes razões: “(1) Possível dano iatrogênico aos tecidos locais e sistêmicos deve ser investigado. (2) Uma dose ideal de estimulação elétrica tem de ser calculada, especialmente tendo em conta a variação na densidade

óssea em indivíduos diferentes; (3) Os estudos experimentais em animais não seguem qualquer técnica padronizada, o que dificulta a comparação entre os estudos ou tirar conclusões para a aplicação adequada em situações humanas”.

A busca pelo cálculo de uma dose ideal de estímulo elétrico já era abordado muito antes, assim como apontado por Friedenbergl et al. (1970), em um estudo concluíram que 5 a 20 microamperes é o nível mais eficiente; posteriormente, Friedenbergl et al. (1971) relataram que as correntes constantes de 10 microamperes aceleraria a cicatrização de fraturas em coelhos.

Outro ponto a ser levantado, é o fato de que, tratamentos de superfície, como apontam alguns trabalhos, são congruentes com uma melhor terapia e recuperação pós-implante. Assim como pesquisas em termos de ligas metálicas e estimulação elétrica buscam uma melhor terapia e recuperação ao paciente. Elias e colaboradores (2008) citam que as propriedades biológicas do titânio dependerão de sua película de óxido da superfície e que vários tratamentos mecânicos e químicos têm sido usados para alterar a morfologia da superfície e as propriedades dos implantes dentários de titânio. “Um método possível para melhorar a biocompatibilidade do implante dentário é aumentar a rugosidade da superfície e diminuir o ângulo de contato.”.

Uma preocupação não só com a padronização das pesquisas, mas também com aplicabilidade da terapia, deve existir sempre. Chan (2008), num estudo com testes baseados na presença de fosfatase alcalina (que é secretada em grande quantidade pelo osteoblasto quando produz matriz óssea), conclui que embora não tenha havido significativa atividade osseoblástica afirma que há um forte indício de que o uso de

campo eletromagnético pode influir positivamente na mineralização (CHAN, 2008).

E nos atenta para a importância do design e funcionalidade do dispositivo que se usa, pontuando alguns requisitos essenciais na concepção do protótipo (Figura 3). Assim, conforme Chan (2008), o produto final deve apresentar funcionalidade com segurança dentro da cavidade oral, possibilitando ao paciente a aplicação e a remoção do dispositivo, sem ajuda.

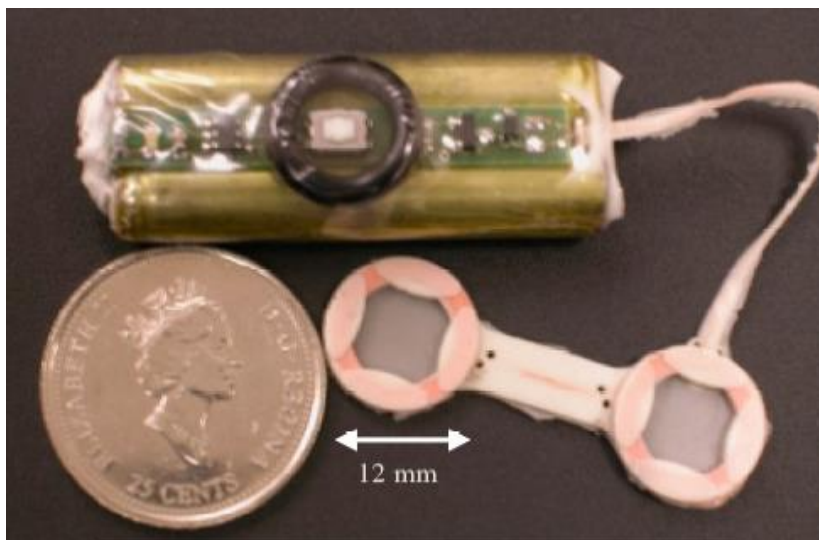


Figura 3. Exemplo de um Protótipo Estimulador. Fonte: (CHAN, 2008).

5 CONCLUSÃO

Este trabalho possibilitou, através de uma revisão da literatura, identificar o estado atual da utilização de estímulo elétrico no processo de osseointegração.

De forma geral, majoritariamente a literatura aponta aspectos positivos na utilização de estímulos elétricos. É, portanto, uma potencial técnica a ser explorada pela Implantodontia. Entretanto, não poder-se-á negligenciar os estudos que, em posição contrária a esta, apontam evidentes fragilidades relacionadas à técnica, bem como às metodologias adotadas pelos estudos.

Observa-se assim a emergente necessidade de aprofundamento científico na área, através de estudos que possibilitem a padronização metodológica, e objetivem desta maneira obterem-se parâmetros técnicos confiáveis, como de potencial elétrico, de corrente e de tempo.

REFERÊNCIAS

ANUSAVICE, J. K., SHEN, C., RAWLS, H. R., Phillips **Materiais Dentários**, 12ed, 715-736, 2013.

BRANEMARK, Per-ingvar. Osseointegration and its experimental background. **Research And Education**. Gothenburg, p. 399-410. set. 1983.

CARVALHO, Daniela Cl et al. Tratamentos não farmacológicos na estimulação da osteogênese. **Rev Saúde Pública**, São Carlos - Sp, v. 5, n. 36, p.647-654, maio 2002.

CHAN, Anthony Y.k.; BERGMAN, Harold. Performance Verification of a Prototype Non-invasive Intra-Oral Bone Growth Stimulator for Titanium Dental Implants. In: 30Th Annual International IEEE Embs Conference, 30, 2008, Vancouver, British Columbia, Canada. IEEE, 2008. p. 5624 - 5627.

CORDERO, Ernesto Barquero. **AVALIAÇÃO DA FORMAÇÃO ÓSSEA EM IMPLANTES USINADOS DE TITÂNIO ESTIMULADOS ELETRICAMENTE: ESTUDO EM CÃES**. 2012. 67 f. Tese (Doutorado) - Curso de Odontologia, Implantodontia - Cepid, Ufsc, Florianópolis, 2012.

DERGIN, Guhan et al. Direct Current Electric Stimulation in liiiplant Osseointegration: An Experimental Animal Study With Sheep. **Journal Of Oral Implantology**. Istambul, p. 671-679. 2013.

ELIAS, Carlos Nelson et al. Relationship between surface properties (roughness, wettability and morphology) of titanium and dental implant removal torque. **Jornal Of The Mechanical Behavior Of Biomedical Materials**. Rio de Janeiro, Rj, Brazil, p. 234-242. 01 jan. 2008.

FRAZÃO, Paulo; ANTUNES, José Leopoldo Ferreira; NARVAI, Paulo Capel. Perda dentária precoce em adultos de 35 a 44 anos de idade.: Estado de São Paulo, Brasil, 1998. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 6, n. 1, p.49-57, 04 abr. 2003.

FRIEDENBERG, Z. B., Andrews, E. T., Smolenski, B. I., Pearl, B. W. & Brighton, C. T. (1970) Bone reaction to varying amounts of direct current. *Surg. Gynecol. Obstet.* 131, 894-899.

FRIEDENBERG, Z. B., Roberts, P. G., Didizian, N. H. & Brighton, C. T. (1971) Stimulation of fracture healing by direct current in the rabbit fibula. *J. Bone Joint Surg.* 53-A, 1400-1408.

GITTENS, R.a. et al. Electrical Implications of Corrosion for Osseointegration of Titanium Implants. **Journal Of Dental Research.** Atlanta, p. 1389-1397. 09 mar. 2011.

MACKIE IC, et al. Implants in children: a case report. **Endod Traumatol** 1993; 9:124-126.

MARTINS, Vinícius et al. OSSEOINTEGRAÇÃO: ANÁLISE DE FATORES CLÍNICOS DE SUCESSO E INSUCESSO. **Revista Odontológica de Araçatuba**, Araçatuba, v. 32, n. 1, p.26-31, Não é um mês valido! 2011. Semestral.

MOREIRA, Rafael da Silveira; NICO, Lucélia Silva; TOMITA, Nilce Emy. O risco espacial e fatores associados ao edentulismo em idosos em município do Sudeste do Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 27, p.2041-2053, 01 out. 2011.

NARKHEDE, Pankaj R.. A Histologic evaluation of the effect of electrical stimulation on osteogenic changes following placement of bladevent implants in the mandible of rabbits. **Journal Of Oral Implantology.** Moreno Valley, Ca, p. 185-195. 01 jan. 1998.

OCHI, Morio et al. Solcoseryl, a tissue respiration stimulating agent, significantly enhances the effect of capacitively coupled electric field on the promotion of bone formation around dental implants. **Clin. Oral Impl. Res.** Hokkaido, p. 294-302. 2003.

SHAFER, David M. et al. The Effect of Electrical Perturbation on Osseointegration of Titanium Dental Implants: A Preliminary Study. **Jornal Oral Maxillofac Surg.** Connecticut, p. 1063-1068. out. 1995.

SHAYESTEH, Yadollah Soleymani et al. The Effect of a Constant Electrical Field on Osseointegration after Immediate Implantation in Dog Mandibles: A Preliminary Study. **Journal Of Prosthodontics**, Teerã, Irã, v. 16, n. 5, p.337-342, set. 2007.

SHIGINO, Takahiro et al. Application of Capacitively Coupled Electric Field Enhances Periimplant Osteogenesis in the Dog Mandible. **The International Journal Of Prosthodontics**. Hokkaido, p. 365-372. 2000.

SMITH D. C. Dental implants: materials and design considerations. **Int J Prosthodont**, 6:106–117, 1993.

SOUZA-FILHO, Francisco José de et al. Avaliação das injúrias dentárias observadas no Centro de Trauma Dental da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Unicamp. **RFO**, Campinas, Sp, v. 14, n. 2, p.111-116, 01 maio 2009.