

EFEITO DA INTERFERÊNCIA ELETROMAGNÉTICA DO EQUIPAMENTO DENTÁRIO EM DISPOSITIVOS CARDÍACOS ELÉTRICOS

Marcos Toribio Acebedo

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária
(Ciclo Integrado)

Gandra, 21 de Junho de 2022



CESPU
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Marcos Toribio Acebedo

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária
(Ciclo Integrado)

EFEITO DA INTERFERÊNCIA ELETROMAGNÉTICA DO EQUIPAMENTO DENTÁRIO EM DISPOSITIVOS CARDÍACOS ELÉTRICOS

Trabalho realizado sob a Orientação de **Mestre José Adriano Costa**

Declaração de Integridade

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Declaro que todas as frases retiradas de trabalhos anteriores, pertencentes a outros autores, foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

Comunicação Científica em Congresso na Forma de Comunicação Oral



“Defender la alegría como una
trinchera, defenderla del
escándalo y la rutina, de la
miseria y los miserables, de las
ausencias transitorias y las
definitivas”

Mario Benedetti

1920-2009

Agradecimentos

Dedico esta Dissertação à minha família, por todo o amor, apoio, educação e valores que me transmitiram ao longo da minha vida. Mãe, obrigada pela tua generosidade, felicidade e por insistir que estudasse e não desistisse. Ao meu Pai, por ser a minha referência, pela paciência que tem para nos ensinar e pela tranquilidade que transmite quando estamos ao seu lado. Ao meu irmão por ser o meu companheiro de viagem desde sempre, meu antídoto contra o estresse e conselheiro da calma. À minha cunhada pela paciência comigo, por estar presente nos momentos difíceis e por trazer à tona a criança que tenho dentro de mim.

Também aos que já não estão aqui, mas sinto que me acompanham em todos os momentos.

A minha namorada, por estar sempre ao meu lado, pela paciência, pelo seu carinho e alegria, e por me dar *a pessoinha* mais linda do mundo, a minha filha.

A Tribu201, companheiros de sorrisos e de penas nesta jornada de quatro anos. Sem vocês, acho que isto seria um caminho duro. Obrigada por me presentear com tantos e tantos momentos que sempre me tiraram um sorriso, mesmo que eu estivesse longe de vocês. Sem dúvida de que me ensinaram que à amizade não concerne somente o tempo, mas o carinho e a compreensão.

Agradeço também ao meu orientador, o professor José Adriano Costa, obrigado por toda a dedicação, disponibilidade e ajuda desde o primeiro momento.

RESUMO

A informação disponível sobre a interferência eletromagnética (EMI), produzida pelos equipamentos odontológicos sobre os dispositivos eletrônicos cardíacos implantáveis (CIEDs), é atualmente limitada. Inclusive dentro do ambiente de trabalho. Na medicina dentária é preciso adotar novos protocolos e fomentar a colaboração com o cardiologista ou o médico assistente. Posto isto, é necessário atualizar os conhecimentos relativos a esta interferência e as possíveis soluções que os fabricantes oferecem.

O objetivo deste estudo é a realização de uma revisão sistemática integrativa, com o fim de saber se é seguro usar equipamentos odontológicos em pacientes com dispositivos eletrônicos cardíacos implantáveis.

Foi realizada uma revisão bibliográfica na plataforma *PubMed* (via *National Library of Medicine*) porque considera-se que esta base de dados inclui os principais artigos nas áreas de interesse as quais se está a pesquisar, em particular entre os anos de 2012 a 2022.

Formulou-se uma questão a partir da estratégia *PICOS* que foi orientada de acordo com o método de pesquisa *PRISMA*.

Apenas foram considerados os resultados em inglês. Por conseguinte, usou-se os operadores booleanos em uma sequência concreta, na qual obtivemos 44 resultados, dos quais apenas 18 cumprem com os critérios de inclusão e exclusão. Outras fontes foram consultadas, posto isto foram somados mais quatro documentos ao valor total de artigos analisados.

Os resultados sugerem que o uso de equipamentos odontológicos não interfere no funcionamento de nenhum dos CIEDs desde que as regras sejam respeitadas. Na maioria dos testes; *in vitro* e *in vivo* foram observadas interferências no eletrocardiograma.

Embora os estudos *in vitro* e *in vivo* concluam que o uso dos equipamentos odontológicos é seguro, devemos abrir as portas para que novos estudos *in vivo* possam ter uma análise mais detalhada.

Palavras Chave:

*Pacemaker – Defibrillator – Interference – Electrosurgery – Dental Equipment – Electronic
Apex locators*

ABSTRACT

Currently available information on electromagnetic interference (EMI) produced by dental equipment on implantable electronic cardiac devices (CIEDs) in the work environment is limited. In dentistry, it is necessary to adopt new protocols and encourage collaboration with the cardiologist or assistant physician. Therefore, it is necessary to update the knowledge regarding this interference and the possible solutions that the manufacturers offer.

The objective of this study is to carry out an integrative systematic review in order to know if it is safe to use dental equipment in patients with implantable electronic cardiac devices.

A literature review was carried out on the PubMed platform (via the National Library of Medicine) considering that this database includes the main articles in the areas of interest involved from 2012 to 2022.

A question was formulated, according to the PICOS strategy and PRISMA as a guideline.

Only results in English were considered. Using Boolean operators in a concrete sequence we obtained 44 results, of which only 18 meet the inclusion and exclusion criteria. Other sources were consulted, adding up to a total of four more documents.

The results suggest that the use of dental equipment does not interfere with the functioning of any of the CIEDs as long as the rules are respected. In most of the *in vitro* and *in vivo* tests, interference was observed in the electrocardiogram.

Since the *in vitro* and *in vivo* studies conclude that the use of dental equipment is safe, we must open the doors for new *in vivo* studies for a more detailed analysis.

Keywords

Pacemaker - Defibrillator – Interference - Electrosurgery - Dental Equipment - Electronic Apex locators

Índice Geral

1	Introdução	1
1.1	Por que este tópico foi selecionado?	1
1.2	História	!Error! Marcador no definido.
1.3	CIEDs	2
1.4	Interferência Eletromagnética (EMI)	5
2	Objetivos	6
3	Materiais e Métodos	6
3.1	Critérios de Elegibilidade	6
3.2	Critérios de inclusão e exclusão:	7
3.3	Fontes de Informação	7
3.4	Seleção dos Artigos	8
4	Resultados	8
5	Discussão	18
6	Conclusão	23
7	Bibliografia	24

Índice de figuras e Gráficos

Figura 1 - Unidades pacemaker por milhões de habitantes.

Figura 2 - Circuito PMs

Figura 3 – Câmara Única

Figura 4 – Câmara Dupla

Figura 5 – Diagrama de fluxo PRISMA

Figura 6 – Nº Artigos /Anos Vitro

Figura 7 – Nº Artigos /Anos Vivo

Figura 8 – Nº Artigos /Anos Totais

Figura 9 – Check List/Procedimento com CIEDs

Figura 10 – Efeitos dos EMI/CIEDs

Índice de tabelas

Tabela 1 – Estratégia PICOS

Tabela 2 – Critérios de Exclusão e Inclusão

Tabela 3 – Análise Artigos *In Vitro*

Tabela 4 – Análise Artigos *In Vivo*

Tabela 5 – Análise Artigos *Ex Vivo*

Lista de SIGLAS e abreviaturas em Inglês

CIEDs *Cardiac Implantable Electronic Devices*

PMs *Cardiac Pacemakers*

ICPs *Implantable Cardiac Pacemakers*

ICDs *Implantable Cardioverter Defibrillators*

CRT *Cardiac Resynchronization Therapy*

EMFs *Electromagnetic Fields*

EMI *Electromagnetic Interference*

EMD *Electromagnetic Disturbance*

MRI *Magnetic Resonance Imaging*

EAL *Electric Pulp Tester*

EAL *Electronic Apex Locators*

VT *Ventricular Tachycardia*

VF *Ventricular Fibrillation*

1 Introdução

1.1 Por que este tópico foi selecionado?

Por causa da escassa informação sobre o tema sempre foi difícil tratar pacientes com pacemaker, pois dizia-se que o uso de ultrassom era desencorajado. (1,2)

À medida que a tecnologia estava a avançar, novos equipamentos dentários surgiram, como exemplo, aponta-se os localizadores de ápice e os eletrobisturi, nestes pouco ou nada se sabia sobre a possível interferência eletromagnética com relação aos dispositivos eletrônicos cardíacos implantáveis (CIEDs).

Algumas das questões e perguntas que devemos trazer para nós enquanto profissionais são: Teremos tratado pacientes com CIEDs com ultrassom sem conhecimento prévio?; Tivemos algum problema com eles?; Temo-nos atualizado o suficiente?; Sabemos se há protocolos?; Entendemos a terminologia usada?; Temos uma relação com o cardiologista ou o médico assistente?.

Depois de responder a algumas destas questões, entendi que era necessário debruçar-me sobre este assunto e que melhor maneira do que levar a cabo a divulgação sobre este assunto com uma revisão sistemática integrativa.

1.2 História

Em 8 de outubro de 1958, no Instituto Karolinska em Estocolmo (Suécia), o cirurgião cardíaco Ake Senning implantou o primeiro pacemaker interno da história, sendo o paciente recetor o sueco Arne Larsson, de 43 anos. (3)

Desde esse momento até aos dias de hoje, tem ocorrido um aumento na utilização dos CIEDs (2,4), como mostra a tabela estatística (Figura 1).

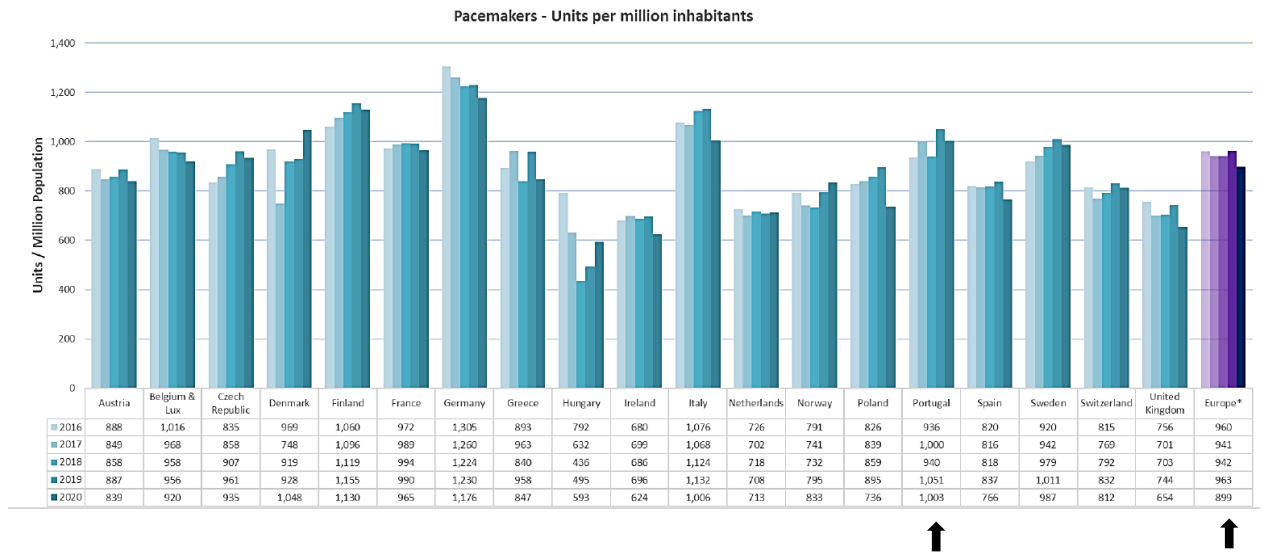


Figura 2 - Unidades pacemaker por milhões de habitantes.

// <https://www.medtecheurope.org/resource-library/statistics-for-cardiac-rhythm-management-products/>

1.3 CIEDs

Como mencionámos anteriormente os CIEDs são dispositivos eletrónicos cardíacos implantáveis (5), os principais tipos são:

PMs Pacemakers

ICDs Implantable Cardioverter Defibrillators

CRT Cardiac Resynchronization Therapy

ILRs Implantable Loop Recorders

Para este estudo, vamos focar-nos em PMs e ICDs para não nos aprofundarmos tanto, uma vez que iremos apenas falar de conceitos básicos, serão referidos os componentes dos PMs, uma vez que partilham muitas características com o ICDs.

Os PMs são compostos por:

- Gerador de impulsos implantáveis (IPG) com bateria, circuito e conector ou conectores (Fig. 2).
- Eletrocateres ou fios de estimulação com cátodo (elétrodo negativo) e ânodo (elétrodo positivo).
- Tecido Corporal

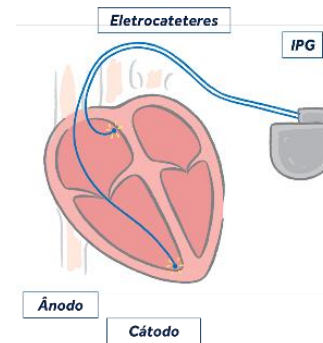


Figura 2 - Circuito PMs

// <https://www.medtronicacademy.com/>

Os tipos de PMs são geralmente descritos pelo número de câmaras em que o dispositivo faz a terapia. Um sistema de câmara única faz a terapia na aurícula ou no ventrículo (Fig. 3).

Os sistemas de dupla câmara, como o nome indica, consistem em 2 eletrocateres, um atua na aurícula e o outro no ventrículo (Fig. 4).

Os sistemas de tripla câmara, mais frequentemente designados por pacemaker biventricular, também são designados pela Terapia de Ressincronização Cardíaca (CRT). Estes são compostos por três eletrocateres que estão localizados um na aurícula direita, outro no ventrículo direito e outro no ventrículo esquerdo (através da veia do seio coronário). Posto isto, ressalta-se que existe uma proporcionalidade direta, isto é, quanto mais eletrocateres tiver, em pior estado estará o coração. Assim como, quantos mais eletrocateres tiver, maior a possibilidade de existirem interferências. (6)



Figura 3 – Câmara Única

// <https://www.medtronicacademy.com/>



Figura 4 – Câmara Dupla

// <https://www.medtronicacademy.com/>

1.4 Interferência Eletromagnética (EMI)

A definição de interferência nos dispositivos implantáveis cardíacos pode ser muito ampla porque pode-se incluir fatores externos como fármacos, ações mecânicas e outros múltiplos tipos de sinais de origens diversas. Assim sendo, temos o conhecimento de que todos os fatores externos são capazes de modificar o comportamento normal dos dispositivos ao ponto de danificá-los e podem chegar a produzir danos irreversíveis no paciente. No entanto, vamos apenas focar-nos nas interferências eletromagnéticas.(5)

A interferência eletromagnética (EMI) é a mais conhecida, ao ponto de ter dado o seu nome a todas as outras interferências elétricas ou magnéticas. Usando o termo EMI na maioria dos artigos científicos*.

* Juan B. Tur - Relatório Técnico "Interferência e eletromagnética em pacemakers e desfibrilhadores automáticos implantáveis" 2012

2 Objetivos

Objetivo Principal

Realizar uma revisão da literatura para determinar se é seguro usar equipamentos odontológicos em pacientes com CIEDs.

Objetivo Secundário

Criar algumas regras gerais de segurança com base na literatura atual.

3 Materiais e Métodos

Para a realização desta revisão foi utilizado como orientação o *checklist* do método *PRISMA*. (<http://www.prisma-statement.org/>)

3.1 Critérios de Elegibilidade

Os critérios de inclusão englobaram artigos publicados na língua inglesa, nos últimos 10 anos, de janeiro de 2012 a janeiro 2022, estes deveriam abordar a possível relação com o título da dissertação.

Como ponto de partida desta revisão sistemática integrativa, formularam-se questões norteadoras, segundo a estratégia PICOS "*Population, Intervention, Comparison, Outcomes and Study design*". (Tabela 1)

Tabela 1 – Estratégia PICO

População	Pacientes com CIEDs
Intervenção	Intervenção com equipamento dentário
Controlo	-
Resultados	Avaliar a existência ou não das Interferências
Desenho dos estudos	Estudos <i>in vivo</i> , <i>ex vivo</i> , <i>in vitro</i> , ensaios clínicos controlados aleatoriamente e não aleatórios

Questão norteadora:

De acordo com a literatura, acredita-se que é seguro usar equipamentos odontológicos em pacientes com dispositivos eletrônicos cardíacos implantados.

3.2 Critérios de inclusão e exclusão dos artigos:

Tabela 2 - Inclusão e Exclusão

Inclusão	Exclusão
Idioma Inglês	Não relacionado com a Medicina Dentária
Artigos entre 01/01/2012 até 01/01/2022	Artigos que não permitam o acesso ao texto completo
Artigos que estavam relacionados aos temas em questão	Artigos de revisão
	Testes em animais

3.3 Fontes de Informação

Foi realizada uma revisão bibliográfica na plataforma Pubmed, por meio da Library of Medicine, pois considera-se que tal base de dados inclui os principais artigos nas áreas de interesse que englobam o presente trabalho.

As seguintes combinações de palavras-chave foram aplicadas na pesquisa: *((pacemaker or defibrillator) and (interference) and (electrosurgery or dental equipment or electronic apex locators))*

Além disso, uma pesquisa manual foi realizada nas listas de referência de todas as fontes primárias e estudos elegíveis desta revisão, com fim de obter publicações adicionais relevantes.

3.4 Seleção dos Artigos

Os artigos selecionados foram introduzidos no Mendeley, programa de computador utilizado para a realização de citações. Assim, foram excluídos aqueles que possivelmente estariam duplicados. Os estudos foram selecionados em primeiro lugar pela relevância do título, e os resumos selecionados nesta fase foram avaliados, de modo a verificar se os mesmos se enquadravam no tema de estudo.

Finalmente, todos os artigos selecionados foram lidos e analisados individualmente.

4 Resultados

Na pesquisa realizada foram identificados 44 artigos no total, sendo que, após a remoção de um que estava duplicado restaram 43. Ao seguir o trabalho de leitura e revisão dos títulos identificados, apenas foram selecionados 22 de interesse, dos quais, após a leitura do *abstract* este total foi reduzido para uma quantidade de 19 artigos, estes foram lidos e analisados integralmente. Deste modo, foi então excluído 1 artigo por não apresentar informações relevantes para o estudo em questão, de facto permaneceram 18, aos quais foram adicionados 4 novos artigos encontrados após a pesquisa manual entre as bibliografias das fontes primárias, tendo-se obtido como resultado final 22 artigos (Fig. 1).

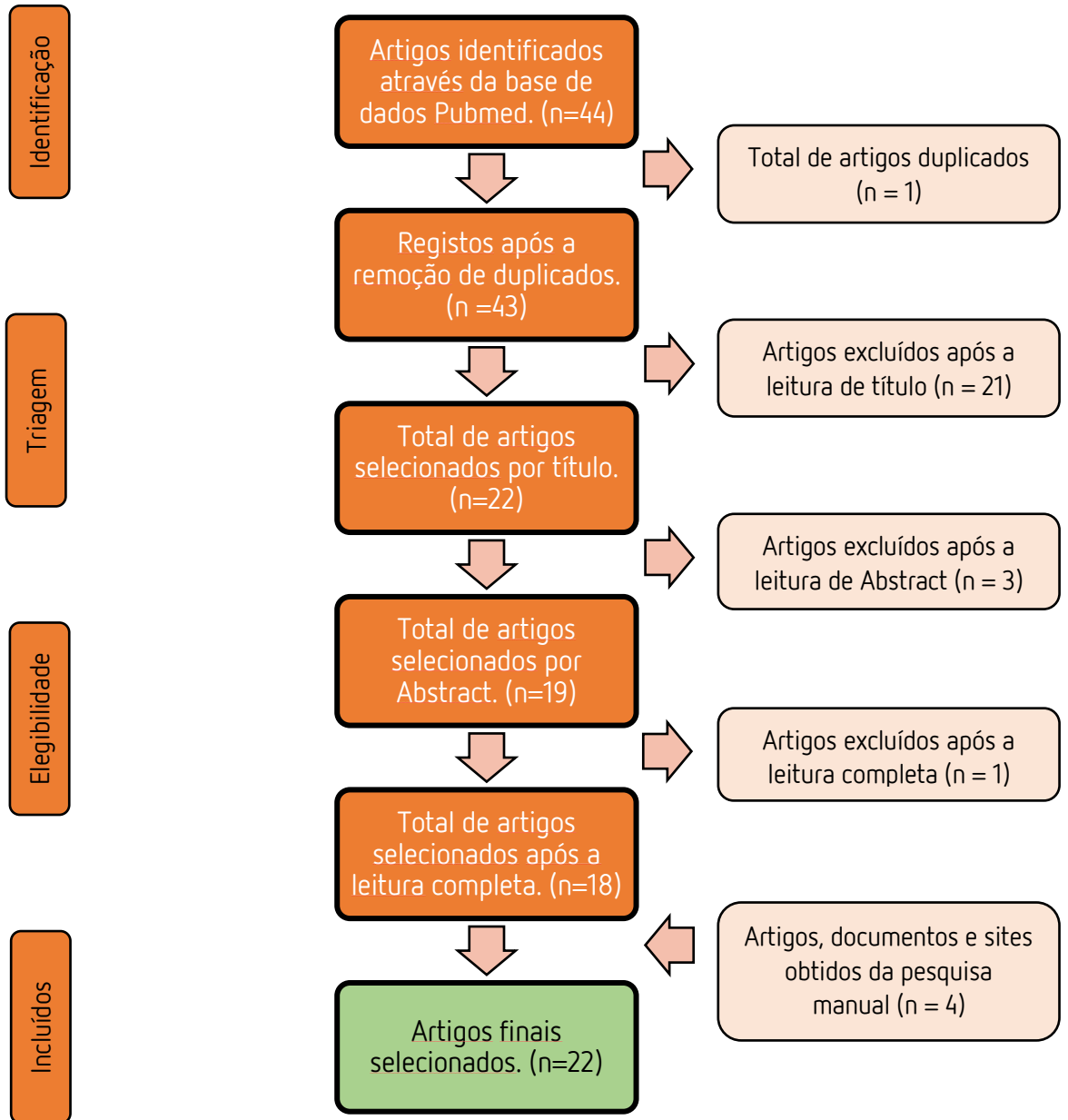


Figura 5 - Diagrama de fluxo da metodologia de pesquisa usada neste estudo.

Os 22 artigos consistiram em: 9 estudos *in vitro*, 8 estudos *in vivo*, 1 *ex vivo*, 1 documento de consenso, 2 relatórios técnicos e 1 sobre a história do pacemaker.

A distribuição por ano é mostrada nestes gráficos abaixo (Fig. 6, 7 e 8).

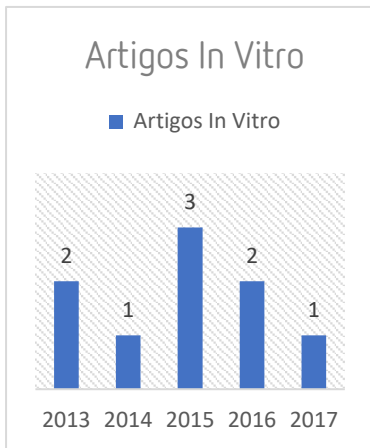


Figura 6 – Nº Artigos /Anos



Figura 7 Nº Artigos/Anos

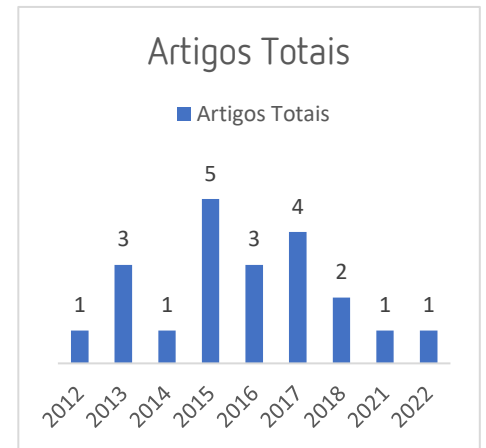


Figura 8 Nº Arigos/Anos

De todos os artigos seleccionados, foram incluídos numa tabela dados como autores e ano de publicação, número de pacientes, equipamento dentário, tipo de CIEDs e resultados (Tabela 3, Tabela 4 e Tabela 5).

Tabela 3 – Análise Artigos <i>In Vitro</i>				
Autor	Ano	Equipamento Dentário	CIEDs	Resultado
Gomez et al. (1)	2013	4 Piezoelectric units 2 Magnetostriction units	Medtronic Pacemaker	Não EMI
Gomez et al. (10)	2013	6 EALs	Saint Jude Medical Pacemaker	Não EMI 15 cm, arco de deteção
Idzahi et al. (12)	2014	4 EALs Root ZX Mini Apit 11 Root ZX II VDW Gold	Medtronic Protecta XT CRT -D Boston Scientific Cognis 100-D Biotronik Lumax 540 VR-T	Não EMI
Sriman et al. (15)	2015	3 EALs Root ZX Propex Mini Apex Locator 1 EPT Parkell Pulp Vitaly 1 Diathermy Neomed 250B	Medtronic KAPPA KVDD901	Não EMI EALs Não EMI EPT A diatermia interfere com o ritmo normal
Maheshwari et al. (9)	2015	1 Curing light - Ultradent 1 EPT - Sybron Endo 1 Electric motor – Adec	4 Medtronic ICDs 2 Single Chambered	EMI sem alterações funcionais em ICDs Lâmpadas de polimerização,

Tabela 3 – Análise Artigos <i>In Vitro</i>				
Autor	Ano	Equipamento Dentário	CIEDs	Resultado
		1 Gutta-percha heat carrier - B&L Biotech 3 Gutta-percha guns: B&L - B&L Biotech Calamus Flow – Dentsply Obtura - Obtura Spartan 1 EAL - J. Morita 1 Electrosurgery unit – Ellman	Protecta VR Virtuoso 2 Dual Chambered Protecta – CRTD Consulta – CRTD	EPT, Motores elétricos, transportador Gutta-Percha quente e pistolas de Gutta- percha. Unidades electrocirúrgicas interferem com ICDs e afetam a função do ICD.
Lahor-Soler et al (13)	2015	1 Electrosurge - XO Odontosurge 1 EPT - Denlux B 1000 Pulppen 1 Ultrasonic Piezoelectric Dental Scaler - Satelec Suprasson P5 Booster 1 EAL - Morita Root ZX 2 Osseointegration Monitoring Tools: Periotest M Osstell ISQ	3 PMs Medtronic Adapta DR ADDR01 Boston Scientific Insignia I Ultra Biotronik Estella SR-T 3 ICDs Medtronic Secura DR Boston Scientific Teligen 100 Biotronik Lumax 540 VR-T DX	O equipamento odontológico eletrónico testado apenas provocou ruído elétrico nos CIEDs. Os equipamentos odontológicos não causariam alterações funcionais nos CIEDs na distância de aplicação clínica de 20 cm.
Miranda-Rius et al. (14)	2016	1 Electrosurge - XO Odontosurge 1 EPT - Denlux B 1000 Pulppen	3 PMs Medtronic Adapta DR ADDR01	O risco de todas as formas de EMI nos PMs foi 37%,

Tabela 3 – Análise Artigos <i>In Vitro</i>				
Autor	Ano	Equipamento Dentário	CIEDs	Resultado
		<p>1 Ultrasonic Piezoelectric Dental Scaler - Satelec Suprasson P5 Booster</p> <p>1 EAL - Morita Root ZX</p> <p>2 Osseointegration Monitoring Tools:</p> <p style="padding-left: 40px;">Periotest M</p> <p style="padding-left: 40px;">Osstell ISQ</p>	<p>Boston Scientific Insignia I Ultra</p> <p>Biotronik Estella SR-T</p> <p>3 ICDs</p> <p>Medtronic Secura DR</p> <p>Boston Scientific Teligen 100</p> <p>Biotronik Lumax 540 VR-T DX</p>	<p>menor do que o dos ICDs, enquanto o risco de EMI grave causado pelos PMs foi 3,5 vezes maior do que os ICDs.</p>
Dadaltí et al. (11)	2016	<p>1 Laser Device TwinFlex</p> <p>4 EAL</p> <p style="padding-left: 40px;">Bingo 1012</p> <p style="padding-left: 40px;">Novapex</p> <p style="padding-left: 40px;">NSK</p> <p style="padding-left: 40px;">RomiApex A-14</p> <p>1 Optical microscope - D.F. Vasconcelos</p> <p>3 Endodontic rotary motor:</p> <p style="padding-left: 40px;">Easy Endo</p> <p style="padding-left: 40px;">Smart Plus</p> <p style="padding-left: 40px;">VDW</p> <p>1 Gutta-Percha Heat Carrier - System B</p> <p>1 Gutta-Percha Gun - Obtura II</p> <p>1 Ultrasonic device - Nac Plus</p>	<p>2 PMs</p> <p>Medtronic Adapta ADR</p> <p>Biotronik Entovis</p> <p>1 ICDs Medtronic Secura VR</p>	<p>Sem EMI, motores rotativos endodônticos, microscópio ótico, dispositivo a laser, pistola de gutapercha e ultra-som piezoelétrico. Os localizadores apicais e o transportador de calor de gutta-percha causaram EMI, que variou dependendo da distância, tipo e configuração de sensibilidade dos CIEDs.</p>

Tabela 3 – Análise Artigos <i>In Vitro</i>				
Autor	Ano	Equipamento Dentário	CIEDs	Resultado
Dadaltí et al. (8)	2017	1 High-speed handpiece Kavo 1 Low-speed handpiece Kavo 1 Electric Brush Oral B 1 Implant motor Nouvag AG 7/8000 2 Ultrasonic device Cavitron Delsonic	Medtronic Secura VR	Não EMI

Tabela 4 – Análise Artigos <i>In Vivo</i>					
Autor	Ano	Paciente (n=)	Equipamento Dentário	CIEDs	Resultado
Maiorana et al. (2)	2013	12	EMS MiniMaster	5 ICDs 3 St. Jude Atlas VR 3 St. Jude Current VR 3 Medtronic Consulta CRT 2 Medtronic Concerto CRT 1 Ela Medical Ovatio DR	Não EMI
Elayi et al. (17)	2015	32	Sonicare battery-operated, Electric Toothbrush (Philips). Quantrex Q140H Ultrasonic Cleaning System (L&R Ultrasonics). Cavitron Select SPS Ultrasonic Scaler (Dentsply). #D-20845 Digitest battery-operated Electric pulp tester (Parkell). Optilux 380 electric operated Curing light (Kerr).	20 ICDs – 12 PMs St. Judes Medtronic Boitronik Boston Scientific	Não EMI Funcionamento normal do CIEDs Interferência mínima do Scaler e Ultrasonic Cleaning <30cm.

Moraes et al. (7)	2016	12	2 Electronic apex locator Romiapex A-15 Novapex 1 Gutta-percha heating device Touch'n Heat	2 ICDs – 10 ICPs St. Judes Medtronic	Detecção de ruído de fundo 3 Pacientes com EMIs severa
Friedman et al. (4)	2017	103	Electrocautery Monopolar Bipolar	ICDs 46 Câmera única 30 Câmera dupla 27 Biventricular	Ruído de fundo Monopolar 11 Pacientes Não EMI Bipolar 92 Pacientes
Gifford et al. (20)	2017	331	Electrosurgery	CIEDs	69 % Sem necessidade de reprogramação ou aplicação de íman
Gifford et al. (19)	2018	6	Electrosurgery - Biopsy	Medtronic Micra Single-Chamber Transcatheter Pacing System	Não EMI A programação assíncrona pode não ser necessária
Conde-Mir et al. (16)	2018	66	Ultrasonic Dental Scaler Pure Newtron P5xs Electric Pulp Tester Pulppen B1000 Analogue Electronic Apex Locator Root ZX Mini	PMs Medtronic Abbott Boston Scientific Biotronik Livanova	Não EMI no eletrocardiograma intracardíaco mas sim no eletrocardiograma externo

Gajendran et al. (18)	2021	1	Electrosurgery	ICD - Abbot	Administração adequada de terapia anti taquiarritmia apesar da colocação do ímã no implante. O ímã estava mal posicionado
-----------------------	------	---	----------------	-------------	---

Tabela 5 – Análise Artigos <i>Ex Vivo</i>					
Autor	Ano	Dente (n=)	Equipamento Dentário	CIEDs	Resultado
Khandewal et al. (6)	2015	25	Electronic Apex Locator Raypex 5 Apex NRG XFR Radiogrphy	Não	Não há diferenças significativas entre os dois EALs, nem em relação à radiografia.

5 Discussão

Uma explicação importante, antes de discutir os resultados desta revisão sistemática, é valorizar sempre alternativas não eletrônicas para os pacientes com CIEDs. Embora seja mais desconfortável e necessitemos de mais tempo, a sua eficácia pode ser semelhante aos dispositivos centrais eletrônicos atuais. Exemplo disto são os EALs usados para verificar o cumprimento do trabalho, uma alternativa não eletrônica seria utilizar o RX convencional com resultados muito parecidos.(7)

Testamos um total de 19 instrumentos dentários ao longo deste trabalho de revisão sistemática. Foram estes: Unidades piezelétricas, unidades de magnetostricção, EALs, EPTs, diatermia, fotopolimerizador, motor elétrico, aquecedor de guta percha, pistola de guta-percha, unidade de electrocirurgia, instrumentos de monitorização de osteointegração, laser, microscópio óptico, motor endodôntico rotatório, dispositivo de ultrassom, turbina, contra-ângulo, escova eléctrica e motor de implante.

Por conseguinte, deve-se considerar que a fibrilação ventricular é uma causa frequente de morte cardíaca, às vezes precedida por uma taquicardia ventricular. Uma descarga elétrica administrada até ao coração pode restabelecer o ritmo cardíaco. (2)

Os CIEDS produzem um sinal elétrico preciso que termina com a arritmia e restaura o ritmo e a velocidade normal do coração. (8) São formados por um gerador que está fechado num invólucro de titânio e que comporta um sistema eletrónico e alguns eléctodos. (9)

Os PMs e os ICDs são sensíveis aos EMIs. Estes podem interpretá-las como ruído elétrico que pode provocar uma inibição ou uma mudança de forma assíncrona ao ritmo. O EMI ocorre quando os ICDS detetam ruído de fundo, o que não está a afetar a sua função. Assim sendo, não é clinicamente significativo. O EMD é quando a função do ICD é afetada, resultando na ocorrência de choques indesejados. (10)

Já a sobredetecção ou perceção exacerbada (*Oversensing*) por EMI pode resultar numa variedade de comportamentos de CIEDs, são estes: os sistemas de estimulação; a

sobredetecção de ruído no canal auricular, isto resultará na estimulação ventricular desencadeada; ou a detecção inadequada de eventos auriculares de alta frequência e a alteração de modo de funcionamento.

A sobredetecção no canal ventricular será interpretada como ondas R intrínsecas e normalmente resultará na inibição da estimulação ventricular, o que pode causar assistolia e síncope em pacientes dependentes de PM. Em um ICDs, a superdetecção no canal ventricular não causará apenas a inibição da estimulação ventricular, mas provavelmente também resultará na terapia de choque para a fibrilação ventricular, se durar o tempo suficiente.(5)

Dos 9 estudos *In Vitro*, quatro usaram alguns dos modelos de simulação e estimulação propostos por Miller *et al.*, Brand *et al.*, Roeding *et al.* y Luker *et al.* (1,9,11,12). Outros dois usaram um recipiente de PVC com solução salina (10,13) e um estudo conectou, diretamente entre si, os dispositivos. (13). Dois estudos usaram um modelo fabricado pela empresa FOREX em PVC que representa zonas anatómicas tórax, pescoço e mandíbula inferior em solução salina a 0,4%. (14,15)

Utilizou-se 1,5 litros de solução salina (cloreto de sódio e água destilada) (12), para simular a resistência elétrica do corpo humano (400-800 Ohmios) (1,9–16).

Algumas considerações a partir dos estudos estão refletidas nas tabelas, são estas (15):

- Distância de aplicação do equipamento dentário.
- Tempo de aplicação do equipamento dentário.
- Tipo do equipamento dentário.
- Potência do equipamento dentário.
- Tipo de CIEDs
- Sensibilidade do CIEDs
- Tipo de isolamento da cabeça do eletrodo.

Além disso, os PMs têm elétrodos monopolares ou bipolares, estes últimos são menos suscetíveis que os EMIs já que a distância entre o ânodo e o cátodo é menor. (1)

Estas considerações e a sua possível variação podem influenciar no resultado de diferentes estudos, ainda sendo o mesmo equipamento dentário. (8,17,18)

A maneira de classificar as EMIs foi diferente.

Assim, por exemplo, Conde-Mir *et al.* (17) classificou-as de uma maneira dicotômica, ou seja, em ruído não detetado e em ruído detetado. Dentro dos detetados voltou a dividi-las em: sem consequências e com consequências no PMs como por exemplo *reset* elétrico, desprogramação ou inibição do ritmo.

Maheshwari *et al.* (10) classificou-as da seguinte maneira: Quando é $EMI=0$ não há interferência detetada, quando é $EMI=1$ há Interferência detetada, já quando é $EMD=0$ Não há distúrbio detetado e quando é $EMD=1$ há Distúrbio detetado.

Dadalti *et al.* 13 (12) entretanto classificou-as em: $EMI=0$ quando há ausência de EMI; $EMI=1$ quando há presença de EMI, mas sem mudanças no funcionamento do CIED; e $EMI=2$ quando há presença de EMI, mas com mudanças no funcionamento do CIED.

A distância entre o CIED localizado infraclavicular e a cavidade oral é de aproximadamente 20 cm., a recomendação é de que deve-se fazer a EHRA de acordo com o seu consenso. (5)

Em situações especiais pode-se utilizar, no âmbito hospitalar, ímãs sobre os CIEDs que inibem temporariamente algumas das suas funções. Atuam de maneira diferente, dependendo de se tratar de um PM, ou de um ICD. (19)

À medida que analisamos artigos mais recentes, estamos a verificar que os EMIs estão a ficar menores, uma vez que os dispositivos são mais isolados e não têm elétrodos, como ocorre no caso do micra (Medtronic). (20). E, por vezes, não é necessária nenhuma ação de programação para uma intervenção. (21).

Após fazer uma revisão da literatura, achamos que alguns dispositivos podem vir a produzir EMI, de facto é improvável que possam causar mau funcionamento nos CIEDs se forem respeitadas as regras, procedimentos ou a lista de verificação que foi estabelecida no consenso da EHRA. (5)

Posto isso, ao longo desta revisão sistemática foram encontradas algumas limitações, a primeira delas é a baixa quantidade de estudos *in vivo* que há nesta área de pesquisa. Além disso, foram encontradas também algumas discrepâncias entre os estudos *in vivo e in vitro* por causa dos diferentes parâmetros utilizados, foram eles: a distância do CIEDs ao instrumento dentário; a configuração da sensibilidade do CIEDs; os tipos de CIEDs; o instrumento dentário utilizado, entre outras. Assim sendo, espera-se que futuros estudos *in vivo* com melhores condições para o experimento e com mostra maiores possam dar resultados mais conclusivos.

Understanding of the planned procedure (e.g. target zone of radiotherapy, indication, and anatomic location of surgical procedure, prone patient position during intervention, etc.)	✓
Identification of device (CIED type, manufacturer, battery status, settings, etc.)	✓
Evaluation of PM-dependency	✓
Risk stratification for periprocedural (ventricular) arrhythmias	✓
Estimation of likelihood of electromagnetic (or other) interference	✓
Determination of needs and means of CIED function (i.e. magnet application vs. reprogramming)	✓

Figura 9 - Check List/Procedimento com CIEDs

Fin: EHRA consensus on prevention and management of terference due to medical procedures in atients with cardiac implantable electronic devices. (5)

Se as regras não forem respeitadas, pode haver consequências durante o funcionamento dos CIEDs, como mostra a (Fig 9).

Pacemakers (PM)	Effect (T/P)
Pacing inhibition in the ipsilateral chamber (e.g. ventricular pacing inhibition due to oversensing on the ventricular channel)	T
Cross-chamber pacing in the contralateral chamber (e.g. ventricular pacing due to oversensing on the atrial channel)	T
Alteration of rate responsive behaviours (e.g. activation of CIED sensor by monitoring equipment) ^{7,8}	T
Asynchronous pacing, loss of AV (atrioventricular) synchrony in dual-chamber devices, e.g. due to noise reversion mode	T
Inappropriate automatic mode switching or atrial anti-tachycardia pacing due to oversensing in the atrial channel	T
Modification of measured pacing/sensing thresholds	T
Run-away PM (PM-induced tachycardia as a result of EMI)	P
Power on reset and backup mode	P
Implantable defibrillators (ICD)	Effect (T/P)
Modified anti-bradycardia function (as in PM above)	T
Inappropriate shocks or anti-tachycardia pacing, if oversensing in the ventricular channel occurs due to EMI	T
Long-short-long sequence pacing or inappropriate pacing related pro-arrhythmia	T
Truncation of pacing output when EMI is sensed on the defibrillation circuits ⁹	P
Sudden battery depletion	P
Implantable loop recorders (ILR)	Effect (T/P)
Artefacts mimicking tachyarrhythmias ¹⁰	T

P, permanent effect on CIED; T, transient effect on CIED.

Figura 10 – Efeitos dos EMI/CIEDs

// EHRA (5)

6 Conclusão

Os pacientes portadores de CIEDs possuem, como demonstrado, particularidades intrínsecas sendo que devemos analisar e atribuir sempre que possível alternativas não eletrônicas.

Adicionalmente a utilização do eletrobisturi não é recomendada, sendo que caso seja imprescindível, deve ser bipolar e com contatos inferiores a 2 segundos e espaçados num intervalo de três segundos entre si, mantendo-se uma distância mínima entre o CIED e o eletrobisturi de 20 cm.

Sem dúvida, estamos perante uma situação sem precedentes e promissora onde quatro grandes sociedades, European Heart Rhythm Association (EHRA), Heart Rhythm Society (HRS), Latin America Heart Rhythm Society (LAHRS) e Asian Pacific Heart Rhythm Society (APHRS) criaram um documento de consenso onde temos um ponto de partida para nos guiar.

Embora os estudos *in vitro* e *in vivo* concluam que o uso dos equipamentos odontológicos é seguro, devemos abrir as portas para novos estudos *in vivo* para uma análise mais detalhada.

7 Bibliografia

1. Gomez G, Jara F, Sánchez B, Roig M, Duran-Sindreu F. Effects of piezoelectric units on pacemaker function: an in vitro study. *J Endod* [Internet]. 2013 Oct [cited 2022 Mar 18];39(10):1296–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24041395/>
2. Maiorana C, Grossi GB, Garramone RA, Manfredini R, Santoro F. Do ultrasonic dental scalers interfere with implantable cardioverter defibrillators? An in vivo investigation. *Journal of Dentistry*. 2013 Nov;41(11):955–9.
3. Aquilina O. A brief history of cardiac pacing. *Images Paediatr Cardiol* [Internet]. 2006 Apr [cited 2022 May 25];8(2):17–81. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22368662>
4. Friedman H, Higgins J v., Ryan JD, Konecny T, Asirvatham SJ, Cha YM. Predictors of intraoperative electrosurgery-induced implantable cardioverter defibrillator (ICD) detection. *Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology*. 2017 Jan 1;48(1):21–6.
5. (EHRA) F the EHRA, (HRS) HRS, (LAHRS) LAHRS, (APHRS) APHRS, Stühlinger M, Burri H, et al. EHRA consensus on prevention and management of interference due to medical procedures in patients with cardiac implantable electronic devices. *EP Europace* [Internet]. 2022 Apr 3;euac040. Available from: <https://doi.org/10.1093/europace/euac040>
6. Medtronic Academy [Internet]. [cited 2022 Jun 21]. Available from: www.medtronicacademy.com
7. Khandewal D, Ballal NV, Saraswathi MV. Comparative evaluation of accuracy of 2 electronic apex locators with conventional radiography: An ex vivo study. *Journal of Endodontics*. 2015 Feb 1;41(2):201–4.
8. Moraes AP, Silva EJ, Lamas CC, Portugal PH, Neves AA. Influence of electronic apex locators and a gutta-percha heating device on implanted cardiac devices: An in vivo study. *International Endodontic Journal*. 2016 Jun 1;49(6):526–32.
9. Dadalti MT de S, da Cunha AJLA, Araújo MCP de, Moraes LGB de, Risso P de A. Electromagnetic interference of dental equipment with implantable cardioverter defibrillators. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2017 Nov 17;75(8):584–7.
10. Maheshwari KR, Nikdel K, Guillaume G, Letra AM, Silva RM, Dorn SO. Evaluating the Effects of Different Dental Devices on Implantable Cardioverter Defibrillators. *Journal of Endodontics*. 2015 May 1;41(5):692–5.



11. Gomez G, Duran-Sindreu F, Jara Clemente F, Garofalo RR, Garcia M, Bueno R, et al. The effects of six electronic apex locators on pacemaker function: An in vitro study. *International Endodontic Journal*. 2013 May;46(5):399–405.
12. de Sant'Anna Dadalti MT, da Cunha AJLA, de Araújo MCP, de Moraes LGB, de Andrade Risso P. Electromagnetic interference of endodontic equipments with cardiovascular implantable electronic device. *Journal of Dentistry*. 2016 Mar 1;46:68–72.
13. Idzahi K, de Cock CC, Shemesh H, Brand HS. Interference of electronic apex locators with implantable cardioverter defibrillators. *Journal of Endodontics*. 2014 Feb;40(2):277–80.
14. Lahor-Soler E, Miranda-Rius J, Brunet-Llobet L, Sabaté de la Cruz X. Capacity of dental equipment to interfere with cardiac implantable electrical devices. *European Journal of Oral Sciences*. 2015 Jun 1;123(3):194–201.
15. Miranda-Rius J, Lahor-Soler E, Brunet-Llobet L, Sabaté de la Cruz X. Risk of electromagnetic interference induced by dental equipment on cardiac implantable electrical devices. *European Journal of Oral Sciences*. 2016 Dec 1;124(6):559–65.
16. Sriman N, Prabhakar V, Bhuvaneshwaran JS, Subha N. Interference of apex locator, pulp tester and diathermy on pacemaker function. *J Conserv Dent [Internet]*. 2015 Jan 1 [cited 2022 Feb 12];18(1):15–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25657520>
17. Conde-Mir I, Miranda-Rius J, Trucco E, Lahor-Soler E, Brunet-Llobet L, Domingo R, et al. In-vivo compatibility between pacemakers and dental equipment. *European Journal of Oral Sciences*. 2018 Aug 1;126(4):307–15.
18. Elayi CS, Lusher S, Meeks Nyquist JL, Darrat Y, Morales GX, Miller CS. Interference between dental electrical devices and pacemakers or defibrillators: Results from a prospective clinical study. *Journal of the American Dental Association*. 2015 Feb 1;146(2):121–8.
19. Gajendran VK, Contractor T, Tone RC, Mascetti CR, McCabe MD. Appropriate Delivery of Antitachyarrhythmia Therapy Despite Magnet Placement Over Implanted Cardioverter-Defibrillator: A Case Report. *A A Pract*. 2021 May 17;15(5):e01465.
20. Gifford J, Saleem M. Evaluation of surgical electromagnetic interference in leadless pacemakers. *HeartRhythm Case Rep [Internet]*. 2018 Dec 1 [cited 2022 May 7];4(12):570–1. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30581734>
21. Gifford J, Larimer K, Thomas C, May P. ICD-ON Registry for Perioperative Management of CIEDs: Most Require No Change. *Pacing Clin Electrophysiol [Internet]*. 2017 Feb 1 [cited 2022 May 7];40(2):128–34. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27943391/>