



**CESPU**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

# TESTE ELÉCTRICO NO DIAGNÓSTICO DA VITALIDADE PULPAR. REVISÃO SISTEMÁTICA INTEGRATIVA

Eugenio Roberto Acosta Macenlle

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

Gandra, 09 de Setembro de 2021



**CESPU**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Eugenio Roberto Acosta Macenlle

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

**TESTE ELÉCTRICO NO DIAGNÓSTICO DA VITALIDADE PULPAR.  
REVISÃO SISTEMÁTICA INTEGRATIVA**

Trabalho realizado sob a Orientação de Especialista Dr. António Augusto Melo Ferraz



## Declaração de Integridade

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração 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). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

Eugenio Roberto Acosta Macenlle.

## DEDICATÓRIA

À minha família, a Montse , minha mulher, pelo apoio incondicional que sempre tive dela, “isto é para ti”; e aos meus filhos , Xoel e Clara, pois todos estes anos, não pude estar com eles o tempo que gostaria de ter estado , e , claro, aos meus sobrinhos , Alfonso e Antón.

A todos eles , a minha gratidão pela força dada .

Ao meu filho Xoel , uma mensagem especial : não importa a sua idade , os anos que tem, tudo é possível, nós nunca podemos desistir.

Aos meus queridos pais, Jesus e MariCarmen, à minha irmã Susi pelo apoio incondicional que recebi deles ao longo da minha vida.

Ao meu cunhado Alfonso, sem dúvida , também pelo seu apoio.

Aos meus avós , Camilo e Carmen; à minha sogra Nieves que lá onde estão, sei que me ajudaram divinamente.

Aos restos dos meus familiares, ao meu sogro Lolo, aos meus tios Camilo e Marisol e aos meus primos Camilochi e Carol.

Uma memória especial ao Doutor Manuel Santos, que já nos deixou , que me encorajou e me impulsionou a dar este grande passo que é voltar a estudar e ser como ele, Médico Dentista .

Tudo isto , sem a preciosa ajuda de todos eles , nunca teria acontecido .

Obrigado!!!

## COMUNICAÇÕES CIENTÍFICAS EM CONGRESSOS NA FORMA DE POSTER OU ORAIS

Apresentação de trabalhos científicos - Jornadas Ciências Dentárias 2020/2021 nas XXIX Jornadas de Medicina Dentária do IUCS.

### ELECTRIC PULP TESTS IN PULP VITALITY DIAGNOSIS



Acosta Macenlle E. R.<sup>1</sup>, Melo-Ferraz A.<sup>2</sup>; Miller P.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Aluno do 5º ano do curso de M.I.M.D no IUCS

<sup>2</sup> Assistente Convidado do IUCS

<sup>3</sup> Professor Auxiliar do IUCS

**Introdução:** O diagnóstico pulpar é extremamente importante na identificação do estado de normalidade ou doença baseado na perspectiva dos dados obtidos durante o exame do paciente e de suma importância para a determinação do tratamento a ser realizado. A polpa dentária pode ser afetada por eventos inflamatórios ou infecciosos que resultam na destabilização, entre outros, da sua microcirculação, afetando a sua integridade, função e normalidade. Os testes de sensibilidade pulpar (térmicos e elétricos) são utilizados para determinar indiretamente o estado de saúde da polpa, indicando a probabilidade da mesma estar vital ou não vital uma vez que avaliam a resposta das fibras nervosas sensoriais pulpares aos estímulos aplicados sobre o dente, mas não são capazes de verificar a existência de circulação vascular. Porém, a literatura indica que clinicamente estes são os testes mais utilizados para verificar o status pulpar devido à simplicidade e ao baixo custo da técnica. A técnica de diagnóstico em Endodontia exige uma abordagem sistemática do paciente incluindo anamnese, exames físicos e exames complementares. A interpretação e o cruzamento dos resultados obtidos através destas etapas permitirão o estabelecimento de um diagnóstico com consequente elaboração de um plano de tratamento.

**Objetivos:** Avaliar a eficácia dos testes de sensibilidade elétricos no diagnóstico do estado pulpar.

**Materiais e Métodos:** A pesquisa bibliográfica foi realizada até Abril de 2021, nos últimos 10 anos, em inglês, na plataforma PubMed. As palavras-chave utilizadas foram: "electric pulp test", "dental pulp", "pulp vitality", "pulp diagnosis", "dentin hypersensitivity".

**Resultados:** Foram encontrados 93 artigos e destes, 44 artigos lidos na íntegra, 26 deles foram incluídos por apresentarem informação relevante para o trabalho de dissertação e destes, 5 foram selecionados para as jornadas científicas. Observou-se a taxa de precisão dos teste térmicos, elétricos e de oximetria de pulso em dentes permanentes vitais e não vitais.

**Discussão:** Os testes de vitalidade avaliados nos estudos comparam testes elétricos versus outros testes, tais como testes térmicos, oximetria de pulso e fluxometria laser Doppler. O teste de sensibilidade eléctrico (EPT) é um método convencional para avaliar a sensibilidade da polpa, já que se baseia nas propriedades de condutividade dos tecidos dentários, indica a presença de neurónios funcionais, mas não indica o estado de saúde pulpar. Consiste na aplicação de uma corrente de baixa voltagem e intensidade crescente, utilizando o pulpómetro, com o objetivo de avaliar a vitalidade da polpa, estimulando fundamentalmente fibras mielinizadas A $\delta$  situadas perifericamente no complexo dentino-pulpar. O EPT demonstrou ser superior ao teste de frio em dentes mais velhos ou dentes que sofreram obliteração/mineralização do canal pulpar, porque não depende do fluxo de fluido dentinário para provocar uma resposta pulpar. Com a idade, os túbulos dentinários diminuem de tamanho e a quantidade de fluido dentinário é reduzida, tornando os dentes menos sensíveis às mudanças térmicas. As mesmas alterações podem ser esperadas no dente mais jovem traumatizado em que ocorreu a mineralização do canal pulpar. Assim, na avaliação de um trauma "antigo" onde houve mineralização do canal pulpar, o EPT pode ser o teste mais preciso. No entanto "vitalidade da polpa" implica fornecimento de sangue, o que os testes térmicos e elétricos não confirmam.



Pulpómetro



Oxímetro de Pulso



Spray de frio



IMAGEM DE GOOGLE



**Conclusões:** É fundamental uma correta seleção do tipo de testes pulpares. Os mais precisos são: Laser Doppler e Oxímetro de pulso. Na maioria dos estudos, a especificidade do EPT é consistentemente alta, sendo a sensibilidade mais variável. O EPT tem menor confiabilidade para detecção de polpa necrótica, mas a capacidade de confirmar a vitalidade é a mesma do teste de frio. As informações obtidas pelo EPT indicam a presença ou ausência de vitalidade, mas não informam sobre o estado de saúde da polpa. Uma leitura EPT não permite diferenciar entre pulpite reversível ou irreversível. Nenhuma técnica pode diagnosticar com segurança todas as condições da polpa. A recolha cuidadosa da história médica e dentária e o uso prudente de radiografias apropriadas são de extrema importância.

#### Referências Bibliográficas:

1. Alghathay RA, Qualtrough AJ. Pulp sensibility and vitality tests for diagnosing pulpal health in permanent teeth: a critical review. *Int Endod J*. 2017 Feb;50(2):135-142.
2. Lima TRR, Dos Santos SL, da Silva Fidalgo TK, Silva EML. Vitality Tests for Pulp Diagnosis of Traumatized Teeth: A Systematic Review. *J Endod*. 2019 May;45(5):490-499.
3. Elham K, Sepwleh S, Zakiyeh D, Nazarian S. Evaluation of Sensibility Threshold of Dental Pulp to Electric Pulp Test (EPT) in the Teeth under Fixed Orthodontic Treatment with O.014 and O.012 Initial NITI Archwire. *Journal of Clinical & Diagnostic Research*. 2019; 13 (1):16-19.
4. Sharma DS, Mishra S, Bantia NR, Yashwani S. In Vivo Evaluation of Customized Pulse Oximeter and Sensitivity Pulp Tests for Assessment of Pulp Vitality. *J Clin Pediatr Dent*. 2019;63(1):11-15.
5. Mankar A, Kim SG. Diagnostic Accuracy of 5 Dental Pulp Tests: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod*. 2018 May;44(5):694-702.

 EVENTOS CIENTÍFICOS IUCS

JORNADAS CIENTÍFICAS AEIUCS

XXIX JORNADAS CIENTÍFICAS DE CIÊNCIAS DENTÁRIAS

# DIPLOMA

O Presidente das XXIX Jornadas Científicas de Ciências Dentárias certifica que:

**Acosta Macenlle E. R.1, Melo Ferraz A. A.2; Cruz Miller P. M.2**

apresentaram um trabalho científico sob a forma de poster intitulado, "Electric Pulp Tests in Pulp Vitality Diagnosis" no âmbito das XXIX Jornadas subordinadas ao tema "Abordagens multidisciplinares da Medicina Dentária", que decorreram nos dias 14 e 15 de maio de 2021.

  
PROF. DOUTOR JOAQUIM MOREIRA  
PRESIDENTE DAS XXIX JORNADAS CIENTÍFICAS DE CIÊNCIAS DENTÁRIAS

 **CESPU**  
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

 **AEIUCS**  
ASSOCIAÇÃO DE INSTITUTOS UNIVERSITÁRIOS DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

 **NMD AEIUCS**  
NÚCLEO MEDICINA DENTÁRIA AEIUCS

## AGRADECIMENTOS

Aos meus companheiros de apartamento e de estudos na CespU, Carlos Colino e Felix Vaquerizo, aos meus outros companheiros de estudos Guillermo Arancibia, Rubén Vicente e Emílio Rodriguez; pela amizade e pelo apoio que sempre existiram entre nós, e claro, ao meu binómio , Rocio Ogando.

A todos eles, pelos bons momentos partilhados , que sempre irei recordar , quer na minha vida académica como na minha vida pessoal.

Um especial obrigado ao meu orientador Dr. António Ferraz e a todos os Docentes da CespU, pelo apoio e por todo o conhecimento que me transmitiram para tornar-me Médico Dentista ao longo destes 5 anos.

Ao Secretariado , pela sua paciência e um especial carinho , às trabalhadoras da Secretaria.

Muito Obrigado!!!!



## RESUMO

**Introdução:** A polpa dentária é um tipo de tecido conjuntivo laxo que, graças aos seus componentes, pode cumprir uma série de funções vitais para a unidade dentária; conseguir avaliar este tecido representa uma dificuldade para o médico dentista, das diferentes técnicas disponíveis, irá ser abordada neste trabalho os testes de estimulação eléctrica (EPT);

**Objectivo:** avaliar a eficácia dos testes eléctricos pulpare para o diagnóstico da vitalidade da polpa através de uma revisão sistemática integrativa das publicações científicas entre 2011 e 2021.

**Metodologia:** esta é uma revisão bibliográfica de maneira transversal dos estudos publicados de janeiro de 2011 a janeiro de 2021.

Estes serão comparados analiticamente com os resultados obtidos a partir de uma série de casos em que o pulpómetro foi aplicado como estratégia para a avaliação da vitalidade da polpa.

**Resultados:** dos 502 resultados da pesquisa, 44 foram seleccionados para serem lidos em detalhe, e destes 20 artigos foram incluídos para análise qualitativa e 7 artigos foram incluídos como parte da secção introdutória. Os dados obtidos nesta revisão ilustram como a doença da polpa pode ser detectada por várias técnicas, com sensibilidade e especificidade variáveis. O teste eléctrico pulpar foi comparado com os testes térmicos de frio e calor, testes de oximetria de pulso, fluxometria laser doppler e fluxometria doppler por ultra-som.

**Conclusões:** Os testes de estimulação eléctrica provam ser fiáveis, reproduzíveis, fáceis de aplicar e económicos, pelo que, com base no acima mencionado, representa um teste de diagnóstico recomendado para este fim.

## PALAVRAS-CHAVE

Teste de polpa eléctrica, Polpa dentária, Vitalidade pulpar, Diagnóstico pulpar, Hipersensibilidade dentinária.

## ABSTRACT

**Introduction:** The dental pulp is a type of loose connective tissue that, thanks to its components, can fulfill a series of vital functions for the dental unit, classically evaluating this tissue has represented a difficulty for the dentist, for this different techniques have been designed one of these is electrical stimulation tests (EPT);

**Objective:** evaluate the efficacy of electrical pulp tests for the diagnosis of pulp vitality through a systematic review of scientific publications between 2011 and 2021.

**Methodology:** it is a Systematic Scoping bibliographic review, the studies published from January 2011 to January 2021 are compiled in a cross-sectional manner. They are compared analytically with the findings obtained from a series of cases where the EPT was applied as a strategy for the assessment of pulp vitality.

**Results:** out of 502 search results, 44 were selected to be read in detail, and of these 20 articles were finally included for qualitative analysis and 7 articles that were part of the introductory section. The data obtained in this review illustrate how pulp disease can be detected by various techniques, with varying sensitivity and specificity. Pulpal electrical testing was compared with cold and heat thermal tests, pulse oximetry tests, laser doppler flowmetry and ultrasound doppler flowmetry.

**Conclusions:** electrical stimulation tests turn out to be reliable, reproducible, easy to apply and inexpensive, therefore, based on the aforementioned, it represents a recommended diagnostic test for this purpose.

## KEY WORDS

Electric pulp test, Dental pulp, Pulp vitality, Pulp diagnosis, Dentin hypersensitivity.

## ÍNDICE GERAL

1.	Introdução.....	1
1.1.	Polpa dentária.....	1
1.2.	Testes elétricos pulpares (EPT) para avaliar a vitalidade da pulpa.....	1
1.3.	Limitações nos testes elétricos pulpares relativamente á medição da vitalidade da polpa .....	2
1.4.	Falsos positivos e falsos negativos.....	2
1.5.	Procedimento de utilização.....	2
2.	Objectivos.....	3
2.1.	Objectivos.....	3
2.1.1.	Geral .....	3
2.1.2.	Específicos.....	3
3.	Metodologia.....	4
3.1.	Tipo de investigação .....	4
3.1.1.	Desenvolvimento do protocolo.....	4
3.1.2.	Questão em foco.....	4
3.2.	Método de pesquisa.....	4
3.3.	Procura de informação.....	5
3.4.	Critérios de inclusão e exclusão.....	5
3.4.1.	Critérios de inclusão.....	5
3.4.2.	Critérios de exclusão.....	6
3.5.	Fluxograma dos processos e resultados da pesquisa .....	7
4.	Resultados .....	8
4.1.	Características dos resultados incluídos.....	8
4.2.	Método de triagem .....	8
4.3.	Resumo dos resultados da revisão.....	9
5.	Discussão .....	13

6.	Conclusão.....	20
7.	Referências bibliográficas.....	21
8.	Anexos.....	24
8.1.	Tabelas de resumo dos resultados de revisão.....	24
8.1.	Tabelas.....	39
8.3.	Autorizações.....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS E IMAGEM

3.5.	Figura 1. Fluxograma dos processos e resultados da pesquisa .....	7
5.	Imagem 1. Teste polpa eléctrica.....	15
5.	Imagem 2. Isolamento com dique.....	15
5.	Imagem 3. Frost Spray ou Aerosol refrigerante de frio e rolo de algodão.....	17

## ÍNDICE DE TABELAS

3.1.1. Tabela 1 Picos.....	4
8.1. Tabelas Quadros resumo dos resultados da revisão .....	23
8.2. Tabela 2 Processo de selecção de artigos.....	39
8.2. Tabela 3 Pesquisa por estratégia.....	39
8.2. Tabela 4 Ensaio clínico recuperados por pesquisa .....	40
8.2. Tabela 5 Artigos incluídos de acordo com a sua metodologia .....	40
8.2. Tabela 6 Artigos por ano de publicação.....	40

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

UD: Unidade dentária.

EPT: Testes electricos pulpares.

A $\delta$ : Fibras de condução rápida ou mielínicas A $\delta$ .

NCBI: Centro Nacional de Informação Biotecnológica.

NLM: Biblioteca Nacional de Medicina.

MeSH: Medical Subject Headings.

PUBMED: Plataforma Public Medline.

MEDLINE: Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos.

PMID: Acrónimo de PubMed Identifier o PubMed Unique Identifier.

CPO: Oxímetro de pulso personalizado.

PAL: Perda de fixação periodontal.

GR: Recessão gengival.

PP: Bolsa periodontal.

FIS: Escala de Imagem Facial.

LDF: Doppler Flowmetry Laser.

FLUXO: Fluxo médio de sangue de polpa.

UDF: Dopplerometria por ultra-sons.

PPV: Valor preditivo positivo ajustado.

NPV: Valor preditivo negativo ajustado.

CPT: Teste de polpa térmico ao frio.

HPT: Teste de polpa térmica.

PO: Oximetria de pulso.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Polpa dentária.

A polpa dentária é um tipo de tecido conjuntivo laxo que pode desempenhar uma série de funções vitais para a unidade dentária. Faz parte do complexo dentina-polpa, que tem a sua origem embriológica na papila dentária (tecido ectomesenquimático). Está alojado na câmara pulpar e é a forma madura da papila e tem a particularidade de ser o único tecido mole do dente (1). Pode ser afectado por processos inflamatórios ou infecciosos que resultam na desestabilização da microcirculação da polpa dentária, quebrando a sua integridade e saúde. É adoptado que a avaliação do fornecimento de sangue na polpa dá uma indicação precoce do verdadeiro estado de saúde da polpa (2).

Alghaithy-Qualtrough, em 2017 (2), consideram que o diagnóstico da vitalidade da polpa é um desafio na prática dentária e refere-se ao estado não necrótico da polpa dentária, sem ser necessariamente sinónimo de saúde, para o qual são utilizados testes mecânicos, térmicos e eléctricos, que se baseiam na estimulação de terminações nervosas, portanto, não dão informação directa sobre a circulação sanguínea dentro da polpa (3). No entanto, um único teste não é suficiente para se fazer um diagnóstico preciso.

### 1.2. Testes eléctricos pulpares (EPT) para avaliar a vitalidade da polpa.

É um método convencional para avaliar a vitalidade da polpa (4), e baseia-se nas propriedades de condutividade dos tecidos dentários que não garantem a saúde e integridade da polpa, mas sim indicam a existência de fibras sensoriais no tecido, mas não a informação sobre o fornecimento vascular, que é a variável real que indica a vitalidade da polpa (2). Este teste é utilizado quando outros testes não dão resultados definitivos. O instrumento utilizado é o pulpómetro ou pulpovitalómetro para estimular as fibras sensoriais pulpares, especificamente as fibras de condução rápida ou mielínicas (A $\delta$ ) na junção polpa-dentina por excitação eléctrica, pode ou não responder também a este teste, as fibras amielínicas C (5),(6). Este instrumento utiliza uma corrente eléctrica de alta frequência e tem uma leitura digital que mostra a intensidade da corrente gerada pelo instrumento (2).



### **1.3. Limitações nos testes elétricos pulpares relativamente à medição da vitalidade da polpa.**

O dispositivo é operado regulado em 0, aumentando a intensidade em impulsos únicos até que o paciente sinta um ligeiro desconforto. É aconselhável repetir o teste duas ou três vezes. Os dentes permanentes jovens podem dar respostas erráticas. A polpa pode responder de forma diferente de acordo com o estado emocional do paciente e dependendo da causa da lesão da polpa (3). Também podem ocorrer variações quando o paciente se encontra sob ação de sedativos, antidepressivos ou analgésicos. (7).

Embora não tenha sido totalmente comprovado está descrito que a acção do Pulpómetro pode constituir-se como um fator irritante e contribuir para o desenvolvimento de pulpite. (4).

Mesmo sem contaminação por saliva, é possível obter uma resposta vital por estimulação do ligamento periodontal. (3),(7).

### **1.4. Falsos positivos e falsos negativos.**

Em geral, um teste de diagnóstico apropriado é aquele que mostra baixos valores de falsos positivos e falsos negativos. O falso negativo é considerado como a proporção de indivíduos doentes que têm um resultado negativo no teste e o falso positivo é a proporção de indivíduos saudáveis que têm um resultado positivo no teste (7).

### **1.5. Procedimento de utilização (5).**

Informação e instruções aos pacientes.

- Isolamento relativo.
- Secar a Superfície coronal.
- Colocação de condutor viscoso, gel de flúor ou pasta dentrífica.
- Colocação do clip labial.
- Colocação da ponta condutora no terço médio da superfície vestibular (5).

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivos.

#### 2.1.1. Objetivo geral.

Avaliar a eficácia dos testes eléctricos pulpares para o diagnóstico da vitalidade da polpa através de uma revisão sistemática das publicações científicas entre os anos 2011 e 2021.

#### 2.1.2. Objetivos específicos.

Identificar artigos onde são utilizados testes para o diagnóstico da vitalidade da polpa no período de 2011 a 2021.

Sintetizar os resultados dos artigos seleccionados, especificando a eficácia dos testes eléctricos na medição da sensibilidade e a sua comparação com outras técnicas semelhantes.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Tipo de investigação.

Revisão sistemática Integrativa.

##### 3.1.1. Desenvolvimento Do Protocolo.

Esta revisão foi conduzida e relatada de acordo com o PRISMA. Um protocolo incluindo todos os aspetos de uma metodologia de revisão sistemática foi desenvolvido antes do início desta revisão. Isso incluiu a definição da questão em foco, uma pergunta PICO.

Os estudos incluídos na presente revisão sistemática integrativa foram seleccionados segundo a estratégia PICOS (PICOS Strategy) (*Tabela 1*).

População	Pacientes humanos com dentes vitais, não vitais e traumatizados.
Intervenção	Teste Elétrico no diagnóstico pulpar
Comparação	Outros testes de diagnóstico pulpar
Resultados	Eficácia deste método, vantagens e desvantagens. Análise comparativa
Desenho do estudo	Revisão sistemática de ensaios clínicos

*Tabela 1*) PICOS.

##### 3.1.2. Questão Em Foco.

A questão definida foi: “Qual a definição e método do Teste Elétrico pulpar, as suas vantagens e desvantagens, comparando a outros testes para diagnóstico pulpar?”.

#### 3.2. Método de pesquisa.

Para cumprir o objectivo proposto neste estudo, foi concebida uma revisão bibliográfica sistemática integrativa, da qual foi compilada uma colecção transversal de estudos publicados de Janeiro de 2011 a Janeiro de 2021. Usando a plataforma PubMed para a

pesquisa, que foi concebida pelo Centro Nacional de Informação Biotecnológica (NCBI), e é livremente acessível, permitindo a visualização de artigos das bases de dados Medline, e outras bases de dados integradas na Biblioteca Nacional de Medicina (NLM) dos Estados Unidos da América (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>).

A presente busca de estudos foi realizada de acordo com artigos anteriores de revisão integrativa ou sistemática.

Foi concebida uma estratégia de pesquisa, utilizando termos em linguagem natural e descritores padronizados nos Medical Subject Headings (MeSH) (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/>), tendo estes aspectos em consideração, foi realizada uma pesquisa otimizada utilizando os seguintes termos: electric pulp test, dental pulp, pulp vitality, pulp diagnosis, dentin hypersensitivity quando combinado com o operador booleano AND para agrupar os resultados de cada descritor, são obtidos os seguintes termos: electric pulp test AND dental Pulp; electric pulp test AND pulp vitality, electric pulp test AND pulp diagnosis, electric pulp test AND dentin hypersensitivity.

### **3.3. Procura de informação.**

Os resultados das estratégias de pesquisa electrónica de literatura efetuada, foram agrupados nas seguintes tabelas que se encontram na secção Anexos (Anexos 8.1.):

- (Tabela 2). Resumo do processo de pesquisa;
- (Tabela 3). Pesquisa por estratégia;
- (Tabela 4). Publicações encontradas por pesquisa.

### **3.4. Critérios de inclusão e exclusão.**

#### **3.4.1. Critérios de inclusão.**

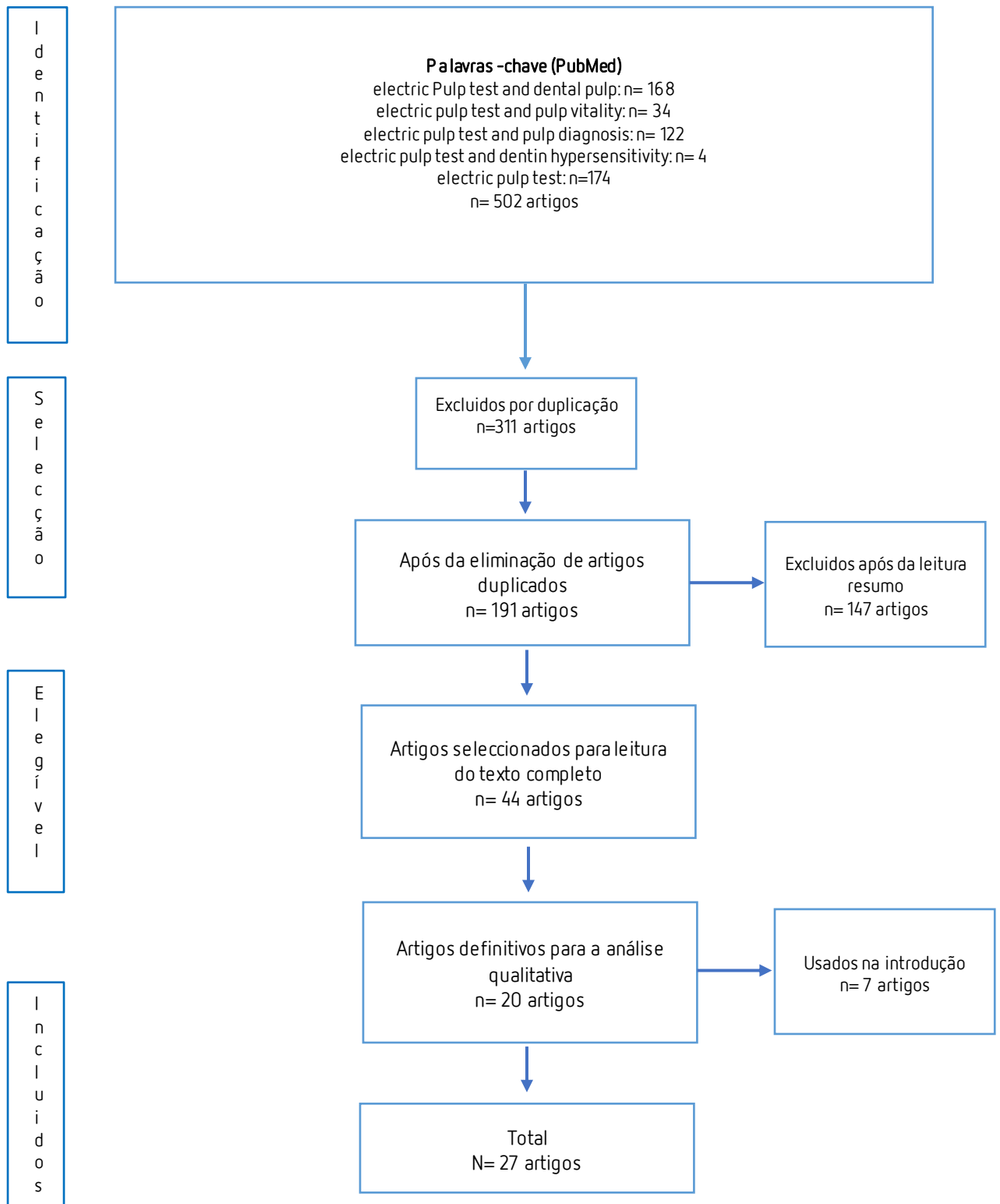
- Estudos em humanos;
- Publicações em língua inglesa.

- Investigação publicadas entre os anos de 2011 e 2021.
- Estudos do tipo de ensaios clínicos.

#### **3.4.2. Critérios de exclusão.**

- Estudos *in vitro*.
- Publicações com pouca relevância para os objectivos propostos.

### 3.5. Fluxograma dos processos e resultados da pesquisa.



(Figura 1). Fluxograma dos processos e resultados da pesquisa.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Características dos resultados incluídos.

A pesquisa inicial identificou 502 artigos potenciais. Depois de remover os artigos duplicados obtiveram-se 311 artigos; destes foram lidos títulos e respetivo resumo, dos quais foram seleccionados 44 para a leitura do texto completo, destes foram seleccionados 27 artigos para revisão, sendo 20 artigos incluídos para análise qualitativa e 7 artigos incluídos como parte da secção introdutória.

A (Figura 1) mostra o fluxograma dos processos e resultados da pesquisa.

As (Tabelas 2, 3, 4, 5 e 6) descrevem o processo de selecção de artigos e o tipo de pesquisa por estratégia para obter os artigos e na secção em anexos (Anexos 8.1.), podemos ver o quadro resumo dos resultados da revisão.

### 4.2. Método de triagem

Os artigos obtidos pelo processo de busca que foram avaliados em três etapas. Inicialmente, os estudos foram analisados quanto à relevância por título, e os resumos daqueles que não foram excluídos nessa etapa foram avaliados. Dois avaliadores analisaram independentemente os títulos e resumos dos artigos potencialmente relevantes, que respondiam à questão em foco e respeitavam os critérios de inclusão. O total de artigos foi compilado para cada combinação de termos-chave, sendo os duplicados removidos usando o gestor de citações Mendeley (Ed. Elsevier). A segunda etapa compreendeu a avaliação dos resumos e artigos não excluídos, de acordo com os critérios de elegibilidade na revisão dos resumos. Os artigos seleccionados foram lidos e analisados individualmente de acordo com o objetivo deste estudo. Por fim, os artigos elegíveis receberam um rótulo de nomenclatura de estudo, combinando os nomes dos primeiros autores e o ano de publicação. As seguintes variáveis foram recolhidas para esta revisão: nome dos autores, ano de publicação, objectivos dos estudos, materiais e métodos e os resultados obtidos. A questão PICO foi ajustada para o problema em que "P" se referia aos pacientes ou espécimes, enquanto "I" se referia aos métodos de análise. Os dados dos relatórios foram registados diretamente numa tabela com dados

específicos para evitar vários registos de dados relativos a vários relatórios dentro do mesmo estudo (por exemplo, relatórios com configurações diferentes). Essa avaliação foi realizada individualmente por dois pesquisadores, seguida de discussão conjunta para seleção dos estudos relevantes.

#### **4.3. Resumo dos resultados da revisão.**

Nos estudos seleccionados de artigos de ensaios clínicos, Sharma compara resultados produzidos por testes elétricos pulpares versus oxímetro de pulso personalizado (CPO) em dentes primários e permanentes intactos de incisivos vitais centrais ou laterais (IC, LI); não vitais não tratados e; com obturação radicular de crianças dos 4 aos 12 anos de idade e tendo como resultados que a taxa de precisão do teste de polpa térmica e oximetria de pulso foi de 100% e que no teste elétrico e pulpar foi de 90% para dentes permanentes e 86,67% para dentes decíduos (8).

Šimović tenta determinar a gama limite de respostas de polpas dentárias saudáveis e testar a reprodutibilidade do EPT em 49 participantes com dentes saudáveis, sem quaisquer alterações patológicas incluídas. Foi demonstrado que a técnica é reprodutível para todos os dentes analisados, com excepção dos incisivos mandibulares, nos quais houve diferenças significativas entre os sujeitos do estudo (9).

Gupta avalia a sensibilidade da polpa dos dentes posteriores aos 4, 6 e 12 meses em pacientes que foram submetidos a radioterapia. O estudo incluiu 288 dentes seleccionados de 69 pacientes diagnosticados com cancro oral ou orofaríngeo, que deveriam submeter-se a radioterapia. Foi observado que houve uma diminuição progressiva na sensibilidade antes e depois da radioterapia (10).

Mejare demonstra como as variações da polpa podem influenciar a sensibilidade e a especificidade no diagnóstico do estado da polpa. No estudo foram avaliados 59 dentes programados para procedimentos endodônticos obtendo resultados em que a sensibilidade diagnóstica foi de 72% e a especificidade de 90% (11).

Giovanella tenta determinar o nível de saturação de oxigénio na polpa dentária de dentes permanentes intactos com perda de fixação periodontal (PAL) e recessão gengival (GR), para isso 67 dentes anteriores de 35 pacientes, de ambos os sexos, foram incluídos no estudo, os



quais foram avaliados por um exame periodontal que incluiu, entre outros testes, o teste elétrico pulpar pelo que confirma que este teste não é um teste ideal para doenças periodontais de saturação de oxigénio mas que pode ser utilizado para detectar doenças periodontais (12).

Nagarathna avaliou a eficácia e fiabilidade dos testes de polpa térmica e eléctrica nos dentes primários. Foram incluídas 30 crianças com idades compreendidas entre os 6 e os 8 anos. Foram utilizados três tipos de testes de polpa aleatoriamente em cada dente (teste a frio, teste a calor, teste elétrico pulpar), não foi encontrada nenhuma associação significativa entre os 3 testes, e foi determinado que o teste a frio é o mais fiável devido à sua simplicidade e facilidade de aplicação na população estudada (13).

Jespersen avalia o desempenho dos testes de sensibilidade da polpa dentária com Endo Ice (tetrafluoroetano) e um pulpómetro. O estudo incluiu 656 pacientes e verificou-se que o teste Endo Ice e o EPT têm precisão e fiabilidade semelhantes para identificar lesões pulpares (14).

Filipatos determina a variabilidade do limiar de resposta do teste elétrico pulpar nos pré-molares. Neste estudo foram efectuadas 1.965 medições, em pré-molares de 97 pacientes entre o limiar de idade, por conseguinte foi observado que torna evidente que a idade está relacionada com valores limiares de resposta mais elevados e que o local ideal para examinar os pré-molares inferiores é a ponta da cúspide bucal (15).

Kontakiotis procura determinar a incidência de necrose pulpar assintomática em 120 dentes supostamente com polpa saudável. Conclui que o teste elétrico pulpar continua a ser uma ferramenta de diagnóstico útil para determinar o estado da polpa (16).

Ghouth procura avaliar se a fluxometria Doppler a laser é mais precisa do que os testes convencionais de sensibilidade pulpar. Selecciona 74 indivíduos com idades compreendidas entre os 8 e 16 anos, que tinham 1 incisivo central ou lateral superior com tratamento endodóntico concluído ou apenas com a polpa removida. Conclui que a Doppler flowmetry a laser não foi capaz de diferenciar entre dentes com polpas vitais e não vitais, sendo o EPT o teste de sensibilidade mais eficaz na avaliação do estado da polpa (17).

Chunhacheevachaloke e Ajcharanukul tentam determinar os limiares sensoriais pulpares com EPT em 20 homens e 20 mulheres, com idades compreendidas entre os 19 e os 25 anos num incisivo central maxilar saudável, pelo que determinam que os limiares sensoriais para estímulos eléctricos nos dentes humanos são influenciados pelo tipo de meio condutor e género (18).

Chen e Abbott compararam a fiabilidade e repetibilidade da Doppler Flowmetry Laser (LDF), EPT, e vários testes de sensibilidade de polpa térmica num total de 121 dentes de 20 sujeitos. Conclui que o mais rápido de todos foi o EPT e o teste mais reprodutível foi o teste do frio, mas ao mesmo tempo foi o menos exacto (19).

Dastmalchi avalia a eficácia do oxímetro de pulso em comparação ao EPT. Foram avaliados 25 pré-molares mandibulares de 24 pacientes entre os 18 e os 50 anos de idade. Determinando, na sua comparação, que o oxímetro é um método eficaz e objectivo para a avaliação da vitalidade da polpa, bem como o EPT (20).

Karayilmaz e Kirzioğlu avaliaram e compararam a fiabilidade da fluxometria Doppler a laser (LDF), da oximetria de pulso (PO) e do EPT, calculando a sua sensibilidade, especificidade e valores preditivos. Foram retirados dados de 59 pares de dentes anteriores superiores (76 incisivos centrais e 42 incisivos laterais) de 51 pacientes com idades compreendidas entre os 12 e os 18 anos. Pelo que determina a Doppler flowmetry, foi um método mais fiável e eficaz do que os seus equivalentes, tornando-o um dos testes mais fiáveis para avaliar a polpa em comparação com o teste eléctrico pulpar sendo possível identificar adequadamente o estado da polpa nos dentes humanos. (21).

Alomari investiga o efeito do movimento dentário ortodôntico, com testes térmicos e eléctricos durante o tratamento ortodôntico em 47 indivíduos de ambos os sexos que necessitaram de aparelhos ortodônticos fixos. Segundo os dados obtidos, os testes eléctricos pulpares parecem ser menos fiáveis do que a estimulação térmica para avaliar a vitalidade da polpa (22).

Hori avalia a capacidade dos testes de polpa térmica e eléctrica em dentes primários em 78 molares de 36 crianças e determina que a técnica com maior precisão de diagnóstico foi a EPT, seguida do teste de calor e frio (23).

Ahn avalia e compara a eficácia da Doppler Dopplerometria por ultra-sons (UDF) com os testes elétricos pulpares (EPT), em dentes traumatizados num total de 246 dentes de 78 pacientes. Finalmente determina que o Doppler flowmetry foi o teste mais sensível para a população estudada em comparação com o EPT (24).

Barczak tenta determinar a sensibilidade eléctrica da polpa na população caucasiana. Avalia um total de 2.640 dentes de 279 pacientes e verifica que no grupo de estudo havia um limiar significativamente mais baixo, o que confere uma maior sensibilidade da polpa aos pacientes (25).

Villa-Chávez pretendeu identificar a sensibilidade e a especificidade dos testes de sensibilidade de polpa térmica e eléctrica. Avalia um total de 110 dentes de 110 indivíduos com idades compreendidas entre os 17 e os 70 anos. Conclui que dos métodos estudados, o teste a frio provou ser o método mais exacto (26).

Sy investiga resultados de seguimento a longo prazo durante um período superior a 3 anos entre os testes de sensibilidade da polpa (teste de polpa térmica ou eléctrica) e a fluxometria Doppler por ultra-sons (UDF) em 347 dentes de 147 pacientes pelo que determina que as técnicas utilizadas são viáveis para a avaliação da polpa nos testes em geral (27).

## 5. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nesta revisão ilustram como a patologia ou alterações pulpares podem ser detectadas por várias técnicas, com sensibilidade e especificidade variáveis. Para melhor compreensão do seu potencial valor, o teste elétrico pulpar foi comparado com os testes de oximetria de pulso, fluxometria laser doppler e fluxometria doppler por ultra-som.

A literatura identificada para abordar o tema do diagnóstico da vitalidade da polpa é extensa, contudo, através de pesquisa e de revisão, foi identificado que a maioria das publicações são, na realidade, artigos narrativos que descrevem métodos, técnicas ou revisão da informação dos testes, pelo que os ensaios clínicos sobre o tema não são particularmente abundantes, encontrando apenas alguns estudos que foram especificamente concebidos para avaliar a eficácia, exactidão, sensibilidade e outros parâmetros dos testes de diagnóstico.

A maioria dos artigos incluídos nesta revisão (11, equivalente a 55%) foram publicados antes de 2015, pelo que é evidente que o tema perdeu alguma da sua relevância nos últimos cinco anos.

Dos artigos incluídos, poucos conceberam estratégias inovadoras aplicadas ao contexto clínico, pelo que a grande maioria são estudos com metodologias semelhantes; uma explicação provável para alguma falta de relevância nos artigos incluídos é a grande dificuldade em obter testes de referência para a vitalidade da polpa.

Na prática dentária diária não é habitual inspeccionar tecido pulpar, a menos que haja alguma patologia que justifique a sua exploração. E com o avanço das estratégias de tratamento, o número de extracções diminuiu, o que se traduz num menor número de dentes disponíveis para a inspecção directa do tecido pulpar, a nível macroscópico ou microscópico.

Outro facto importante a considerar é o número limitado de estudos longitudinais, já que apenas um dos estudos incluídos foi concebido desta forma e que foi Sy et al, 2018 (27).

Os estudos também precisam de considerar a utilização de agentes que possam modificar a sensibilidade da polpa, tais como analgésicos, que podem afectar o estado da polpa e modificar os resultados de um teste de diagnóstico.

Em todos os artigos incluídos houve a dificuldade de ter uma comparação sobre a vitalidade do tecido pulpar em estudo, isto torna-se especialmente importante quando se consideram várias situações que poderiam modificar o tecido pulpar, tais como pulpíte aguda, ou cáries, que, em alguns casos, poderiam passar despercebidas.

Dos estudos incluídos, nenhum pôde ser identificado de qualidade suficientemente elevada para relacionar adequadamente marcadores pulpares de infecção e alterações na vitalidade. Apenas foram incluídas publicações que avaliaram com precisão os métodos de diagnóstico para a vitalidade da polpa, e na grande maioria foram identificadas pela resposta do paciente a estímulos dolorosos desconfortáveis eléctricos ou térmicos, com dentes aparentemente saudáveis a serem utilizados como dentes de referência. No entanto, como mencionado acima, esta prática pode fazer com que o investigador subestime lesões que passam despercebidas, o que torna difícil avaliar adequadamente os estudos incluídos, uma vez que existe uma elevada probabilidade de sobrestimar a exactidão do diagnóstico. Além disso, na maioria dos estudos incluídos, as amostras eram constituídas por pacientes com tecido pulpar com inflamação ou necrose grave, incluindo pacientes com dentes referidos a programas de extracção (uma vez que apenas através do exame do dente extraído, poderia ser realizada uma inspecção detalhada do tecido pulpar), de modo que algumas lesões ligeiras ou lesões com poucos danos pudessem ter sido subestimadas.

Os resultados destes estudos têm um risco de espectro inerente, uma vez que a população, nestes estudos, pode ser diferente da prática clínica diária, onde as lesões necróticas ou avançadas no tecido pulpar não são particularmente comuns.

Também se deve considerar que muitos destes pacientes foram avaliados antes de entrarem em remissão, pelo que o valor das provas é largamente limitado, e pode ser influenciado pelo preconceito de processamento.

Šimović et al, 2018, e Filippatos et al, 2012 declaram que a medição eléctrica directa é um teste altamente sensível, com um limiar de estimulação que é modificado de acordo com o dente e varia de 10,77  $\mu$ A em incisivos, a 34,07  $\mu$ A em molares (9)(15)(25), estas modificações

no limiar de estimulação são lógicas quando se considera que os dentes anteriores são menos volumosos, pelo que a polpa está mais exposta, e portanto, mais sensível do que nos molares, e isto poderia ser explicado pelas variações da polpa que poderiam influenciar o diagnóstico (11). Estes dados estão de acordo com os de Gupta et al, 2018, que afirmam que nos dentes posteriores, a sensibilidade avaliada pela estimulação eléctrica tende a ter limiares mais elevados (10). É nestes dentes posteriores que outros testes podem ter um bom valor preditivo. Além disso, outro factor que influencia directamente a sensibilidade é o local de medição, sendo a cúspide dentária a mais sensível (15). Chunnacheevachaloke e Ajcharanukul, 2016, propõem o sexo como um factor que poderia modificar o limiar de estimulação, propõem que os dentes femininos sejam mais sensíveis e tenham uma maior capacidade de condução eléctrica, pelo que o seu limiar de estimulação é significativamente mais baixo (18), no entanto esta informação é contrastada pela proposta de Barczak et al 2020 (25), que afirmam que o sexo não tem qualquer relação com o limiar.



Imagem 1. Teste Polpa Eléctrico



Imagem 2. Isolamento com dique

Por outro lado, Alomari et al, 2011 propõem que o tempo de estimulação não tem qualquer efeito sobre o limiar (22), mas a ortodontia poderia ter uma influência.

Sharma et al, 2019 afirma que a precisão do teste de oximetria aumenta exponencialmente quando é feito em conjunto com o teste pulpar eléctrico. (8).

Um dos factores que tem maior influência no limiar sensível é a idade, relatado por Filippatos et al, 2012 (15), existe uma relação directa entre a idade e a presença de um limiar de sensibilidade elevado. Isto poderia ser explicado pelo facto da degeneração nervosa natural, que é evidente nas pessoas mais velhas, e que é um produto da deterioração orgânica normal associada ao envelhecimento. Assim, nos adultos mais velhos, a estimulação aplicada deve ser elevada.

Relativamente aos dados de sensibilidade e especificidade Mejàre et al., 2015 (11), estabelecem que para a estimulação eléctrica, utilizada para o diagnóstico da vitalidade, a sensibilidade diagnóstica foi de 72% e a especificidade de 90%. Valor semelhante ao relatado por outros autores como Nagarathna et al, 2015 e Mejàre et al 2012 (6),(13).

A sensibilidade é também altamente susceptível a erros nos casos em que a patologia está presente, e o teste nestes casos torna-se muito mais específico (6).

Kontakiotis et al, 2015, mencionam que a elevada sensibilidade do teste pode estar associada à deterioração dos tecidos, pelo que pode subestimar lesões ligeiras nos dentes com poucos danos (16).

A comparação destes dados com outras técnicas contrasta fortemente, como Sharma et al, 2019 mostraram que nos dentes com tratamento endodóntico completo, há 0% de saturação em todos os casos (8), e em algumas situações estes pacientes podem reportar sensibilidade após estimulação eléctrica. Estes dados concordam com os propostos por Giovanella et al, 2014 que demonstraram uma correlação entre a baixa saturação de oxigénio e a alteração da vitalidade da polpa (12). E concorda também com o proposto por Dastmalchi et al, 2012 e Karayilmaz e Kirzioğlu, 2011, que sugerem que a oximetria é o método mais fiável para avaliar a polpa, tornando-o um dos testes mais fiáveis para avaliar a polpa em comparação com o teste eléctrico pulpar. (20),(21). A estimulação do frio tem melhores resultados em doentes jovens ou doentes com cáries (14),(26).

Não foi demonstrada uma associação directa entre a saturação de oxigénio e a sensibilidade eléctrica (8),(12),(23), nem com testes de estimulação térmica (quente e frio) (13). No entanto, um grande número dos autores citados concorda que as técnicas mencionadas (estimulação eléctrica, estimulação térmica, oximetria e doppler) podem ser utilizadas sozinhas ou em conjunto para o diagnóstico da doença da polpa (6),(8),(12),(13),(14),(16),(19),(21),(22),(23),(24),(25),(26),(27).

Há estudos em que a maior precisão diagnóstica é proporcionada pela estimulação dos testes eléctricos pulpares, testes térmicos de frio e calor, como demonstrado por Nagarathna et al, 2015 (13), Hori et al, 2011 (23), Chen e Abbott, 2011 (19).

Mainkar e Kim, 2018 (5), que relatam um nível de precisão muito elevado dos testes elétricos pulpares (superior a 90%), isto contrasta com o relatado por outros autores como Jespersen et al, 2014, que relatam valores muito inferiores aos dos testes de estimulação térmica a frio (que são cerca de 90%), e para estimulação eléctrica relatam dados de precisão de cerca de 75% (14), estas variações de precisão entre estudos poderiam ser explicadas por factores como a idade, uma vez que Jespersen et al. trabalharam com uma população consideravelmente mais jovem do que os outros estudos mencionados.

Ghouth et al, 2019, compararam o teste eléctrico pulpar com o doppler, sendo o teste eléctrico pulpar quase duas vezes mais sensível e específico para determinar a necrose pulpar e com valores semelhantes aos de outros testes estimulantes, tais como o uso de cloreto de etilo (17). Dados que estão em forte contraste com os de Karayilmaz e Kirzioğlu, 2011, e Ahn et al, 2018 e que propõem o Doppler como o método de escolha em adultos em comparação com o teste polpar eléctrico (21),(24), especialmente este último método torna-se mais importante nos casos de traumatismos dentários, como declarado por Sy et al 2018 (27).

Em comparação com outros testes como o Endo Frost ou a estimulação térmica, a estimulação eléctrica é mais rápida, mais reprodutível e mais fiável (19), e está também entre as mais fiáveis (19),(20).



Imagem 3. Frost Spray ou Aerosol refrigerante de frio a temperatura -50 °C e rolo de algodão

Alomari et al, 2011 propõem que a estimulação eléctrica pode ser útil para a monitorização progressiva de um paciente, mas deixam claro que a técnica deve ser considerada útil dentro das limitações que tem (22).

Nos estudos incluídos, é evidente que a sensibilidade diagnóstica aumenta consideravelmente quanto mais grave for a doença em estudo, bem como nas populações onde há uma maior prevalência da doença. Ao analisar os resultados dos artigos incluídos, torna-se evidente que ao conceber a investigação sobre este tópico, é necessário incluir pacientes com um amplo espectro de patologias pulpares, a fim de identificar a eficácia dos



testes de diagnóstico numa gama variável de manifestações. Os testes acima mencionados para avaliar a vitalidade têm uma sensibilidade e especificidade que depende em grande parte dos danos da polpa, da idade, e da forma como a técnica é aplicada. É por isso que são necessárias técnicas para determinar adequadamente modificações em polpas com vitalidade ambígua. Nestes casos, são necessários testes com elevada especificidade, sendo a sensibilidade um factor secundário. Os testes que fazem parte deste tipo de espectro permitem a detecção adequada de alterações necróticas específicas da polpa, o que significa que os dentes identificados como danificados podem ser referidos atempadamente para tratamento endodôntico. Isto é particularmente importante tendo em conta que na prática clínica diária os pacientes apresentam frequentemente um espectro variável de alterações dentárias e de polpa.

Utilizando a técnica de diagnóstico apropriada, é possível categorizar o doente de forma apropriada, e estabelecer valores de prevalência específicos, que também podem ser utilizados para o planeamento de políticas de saúde.

A heterogeneidade dos resultados torna obrigatório que os futuros estudos sigam critérios de inclusão normalizados para este tipo de investigação a fim de reduzir o preconceito, e é necessário conceber mais estudos que abordem amostras da população identificada a partir da prática endodôntica geral, e que possam representar, adequadamente, a população estudada.

Após revisão de todos os dados obtidos, pode-se considerar que os testes de diagnóstico utilizados para determinar a vitalidade da polpa fornecem resultados realistas que permitem a criação de modelos teóricos para inferir a magnitude dos danos da polpa em um ou vários dentes. Contudo, os resultados obtidos permitem-nos considerar que, para determinar o impacto real dos danos, devem ser utilizados empiricamente estudos que permitam a identificação de um amplo espectro de modificações da polpa e que sejam sensíveis a alterações em polpas saudáveis e doentes.

É evidente que o ajustamento covariável foi necessário nos estudos incluídos, a fim de analisar adequadamente como as características de cada subgrupo podem representar modificações particularmente importantes que podem influenciar a capacidade de

diagnóstico de um estudo, especialmente em testes onde existe aleatoriedade, como foi o caso do estudo de Ghouth et al, 2019 (17).

Por conseguinte, em todos os estudos incluídos era evidente que havia um relatório detalhado do espectro de doentes que foi abordado, servindo como estratégia para assegurar a precisão do diagnóstico.

Dos dentes estudados, aqueles com cárie profunda, onde havia necrose pulpar acentuada (independentemente das características clínicas), era evidente que havia uma análise rigorosa da qualidade da informação obtida através de testes elétricos pulpares e outras técnicas de diagnóstico.

Este estudo foi limitado pelo facto de se tratar de uma revisão sistemática, pelo que os resultados dependem das publicações de terceiros, para além do facto de muitos dos artigos incluídos terem trabalhado com populações altamente díspares, pelo que a extrapolação dos dados obtidos deve ser feita com cautela considerando a população do estudo de cada um dos artigos citados. Ao abordar o tema levantado, cria-se uma base teórica que pode servir de base principal para o desenvolvimento de novas pesquisas na área, onde o uso de testes de estimulação eléctrica para definir uma lesão de polpa é abordado de forma prática, portanto, sugere-se continuar esta linha de pesquisa com trabalhos que abordem este tema.

## 6. CONCLUSÕES

Após avaliar a eficácia dos testes elétricos pulpares para o diagnóstico da vitalidade pulpar através de uma revisão sistemática das publicações científicas entre 2011 e 2021, determinase que este tipo de teste pode ser um complemento valioso para diagnosticar a sensibilidade e a vitalidade pulpar por meios objectivos. Conclui-se portanto que:

- 27 artigos foram identificados para fazer parte do estudo, dos quais foram utilizados 20 porque tratavam especificamente da utilização de testes elétricos pulpares para avaliar a vitalidade da polpa em várias situações. Destes artigos, a grande maioria eram ensaios clínicos 9 (45%), mostrando poucos casos de aleatorização e estudos longitudinais. Uma grande parte das publicações incluídas foram feitas no período de 2011 a 2015, 11 (55%).
- Actualmente, as provas científicas que apoiam a utilização de testes para avaliar a vitalidade da polpa permitem-nos considerar que as estratégias que avaliam a sensibilidade térmica, ou eléctrica, têm uma sensibilidade suficientemente elevada para serem capazes de identificar lesões profundas. A eficácia da estimulação dos testes elétricos pulpares na medição da vitalidade da polpa é variável. Um limiar de estimulação inferior foi descrito nos dentes anteriores, com sensibilidade e especificidade moderada a elevada (superior a 70% na maioria dos estudos), salientando que, ao comparar testes elétricos pulpares e outras estratégias de diagnóstico da vitalidade da polpa, o primeiro é fiável, reprodutível, fácil de aplicar e económico, pelo que, com base no acima exposto, é um teste de diagnóstico recomendado para este fim.

O critério clínico mais importante para determinar a vitalidade da polpa é a evolução do tecido pulpar danificado ou necrótico por inspecção directa ou microscopia, no entanto, isto só é feito na prática clínica de rotina após a extracção de um dente.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zanini M, Meyer E, Simon S. Pulp Inflammation Diagnosis from Clinical to Inflammatory Mediators: A Systematic Review. *J Endod*. 2017;43(7):1033 – 51.
2. Alghaithy RA, Qualtrough AJE. Pulp sensibility and vitality tests for diagnosing pulpal health in permanent teeth: a critical review. *Int Endod J*. 2017;50(2):135 – 42.
3. Lima TFR, dos Santos SL, da Silva Fidalgo TK, Silva EJNL. Vitality Tests for Pulp Diagnosis of Traumatized Teeth: A Systematic Review. *J Endod*. 2019;45(5):490 – 9.
4. Khoshbin E, Soheilifar S, Donyavi Z, Shahsavand N. Evaluation of Sensibility Threshold of Dental Pulp to Electric Pulp Test (EPT) in the Teeth under Fixed Orthodontic Treatment with 0.014 and 0.012 Initial NiTi Archwire. *J Clin Diagnostic Res*. 2019;13(November 2015):14 – 7.
5. Mainkar A, Kim SG. Diagnostic Accuracy of 5 Dental Pulp Tests: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod [Internet]*. 2018;44(5):694 – 702. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.01.021>
6. Mejåre IA, Axelsson S, Davidson T, Frisk F, Hakeberg M, Kvist T, et al. Diagnosis of the condition of the dental pulp: A systematic review. *Int Endod J*. 2012;45(7):597 – 613.
7. Jafarzadeh H, Abbott P V. Review of pulp sensibility tests. Part I: general information and thermal tests. *Int Endod J*. 2010;43(9):738 – 62.
8. Sharma DS, Mishra S, Banda NR, Vaswani S. In vivo evaluation of customized pulse oximeter and sensitivity pulp tests for assessment of pulp vitality. *J Clin Pediatr Dent*. 2019;43(1):11 – 5.
9. Šimović M, Pavušek I, Ivanišević Malčić A, Jukić S, Prpić Mehičić G, Matijević J. Electric pulp test threshold responses in healthy incisors, canines, premolars and molars. *Aust Endod J*. 2018;44(1):54 – 9.
10. Gupta N, Grewal MS, Gairola M, Grewal S, Ahlawat P. Dental Pulp Status of Posterior Teeth in Patients with Oral and Oropharyngeal Cancer Treated with

- Radiotherapy: 1-year Follow-up. *J Endod* [Internet]. 2018;44(4):549–54. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.12.017>
11. Mejàre IA, Bergenholtz G, Petersson K, Tranæus S. Estimates of sensitivity and specificity of electric pulp testing depend on pulp disease spectrum: A modelling study. *Int Endod J*. 2015;48(1):74–8.
  12. Giovanella LB, Barletta FB, Felipe WT, Bruno KF, De Alencar AHG, Estrela C. Assessment of oxygen saturation in dental pulp of permanent teeth with periodontal disease. *J Endod*. 2014;40(12):1927–31.
  13. Nagarathna C, Shakuntala BS, Jaiganesh I. Efficiency and reliability of thermal and electrical tests to evaluate pulp status in primary teeth with assessment of anxiety levels in children. *J Clin Pediatr Dent*. 2015;39(5):447–51.
  14. Jespersen JJ, Hellstein J, Williamson A, Johnson WT, Qian F. Evaluation of Dental Pulp Sensibility Tests in a Clinical Setting. *J Endod* [Internet]. 2014;40(3):351–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2013.11.009>
  15. Filippatos CG, Tsatsoulis IN, Floratos S, Kontakiotis EG. The variability of electric pulp response threshold in premolars: A clinical study. *J Endod* [Internet]. 2012;38(2):144–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2011.10.016>
  16. Kontakiotis EG, Filippatos CG, Stefopoulos S, Tzanetakis GN. A prospective study of the incidence of asymptomatic pulp necrosis following crown preparation. *Int Endod J*. 2015;48(6):512–7.
  17. Ghouth N, Duggal MS, Kang J, Nazzal H. A Diagnostic Accuracy Study of Laser Doppler Flowmetry for the Assessment of Pulpal Status in Children’s Permanent Incisor Teeth. *J Endod* [Internet]. 2019;45(5):543–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.01.017>
  18. Chunchacheevachaloke E, Ajcharanukul O. Effects of conducting media and gender on an electric pulp test. *Int Endod J*. 2016;49(3):237–44.
  19. Chen E, Abbott P V. Evaluation of accuracy, reliability, and repeatability of five dental pulp tests. *J Endod* [Internet]. 2011;37(12):1619–23. Available from:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2011.07.004>

20. Dastmalchi N, Jafarzadeh H, Moradi S. Comparison of the efficacy of a custom - made pulse oximeter probe with digital electric pulp tester, cold spray, and rubber cup for assessing pulp vitality. *J Endod* [Internet]. 2012;38(9):1182 – 6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2012.06.012>
21. Karayilmaz H, Kirzioğlu Z. Comparison of the reliability of laser Doppler flowmetry, pulse oximetry and electric pulp tester in assessing the pulp vitality of human teeth. *J Oral Rehabil*. 2011;38(5):340 – 7.
22. Kader Alomari FA, Al-Habahbeh R, Alsakarna BK. Responses of pulp sensibility tests during orthodontic treatment and retention. *Int Endod J*. 2011;44(7):635 – 43.
23. Hori A, Poureslami HR, Parirokh M, Mirzazadeh A, Abbott P. The ability of pulp sensibility tests to evaluate the pulp status in primary teeth. *Int J Paediatr Dent*. 2011;21(6):441 – 5.
24. Ahn SY, Kim D, Park SH. Efficacy of Ultrasound Doppler Flowmetry in Assessing Pulp Vitality of Traumatized Teeth: A Propensity Score Matching Analysis. *J Endod* [Internet]. 2018;44(3):379 – 83. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.10.004>
25. Barczak K, Palczewska-Komsa M, Wilk A, Nowicka A, Buczkowska-Radlińska J, Wiszniewska B, et al. Pulp sensibility to electric stimuli in the Caucasian population. *Aust Endod J*. 2020;46(1):26 – 32.
26. Villa-Chávez CE, Patiño-Marín N, Loyola-Rodríguez JP, Zavala-Alonso N V., Martínez-Castañón GA, Medina-Solís CE. Predictive values of thermal and electrical dental pulp tests: A clinical study. *J Endod*. 2013;39(8):965 – 9.
27. Ahn SY, Kim D, Park SH. Long-term Prognosis of Pulpal Status of Traumatized Teeth Exhibiting Contradictory Results between Pulp Sensibility Test and Ultrasound Doppler Flowmetry: A Retrospective Study. *J Endod* [Internet]. 2018;44(3):395 – 404. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.12.001>

## 8. ANEXOS

### 8.1. Quadro resumo dos resultados da revisão.

Autor/ ano	Tipo de investigação	Objectivos	Material e método	Resultados
Sharma et al, 2019  (8)	Ensaio Clínico.	-Para comparar os resultados produzidos por testes eléctricos versus um oxímetro de pulso personalizado (CPO) na avaliação da vitalidade da polpa nos dentes primários e permanentes.	<p>-A amostra foi representada: dentes primários e permanentes intactos de incisivos vitais centrais ou laterais (IC, LI) (grupo 1, 20 n cada); não vitais não tratados (grupo 2, 10 n cada) e; com enchimento de raiz não vital (grupo 3, 10 n cada) de crianças dos 4 aos 12 anos de idade.</p> <p>-Para o teste eléctrico, o teste do Digitest Tester, Parkell Pulp. Testador de Vitalidade, Parkell, INC., Edgewood, New York, EE.UU.).</p> <p>-Procedimento: secar e isolar a superfície do dente com rolos de algodão; o eléctrodo foi colocado na superfície labial no terço médio da coroa, aumentando gradualmente a intensidade (a resposta dolorosa tardia ou precoce foi considerada +).</p> <p>-Para o teste CPO foi utilizado o CPO 04, Morepen Laboratories Limited, Delhi, Índia modificado para aplicação dentária.</p> <p>Procedimento: O PO foi colocado no dedo indicador da mão e a leitura foi feita no mesmo dente do teste anterior, utilizando o sensor que permite o posicionamento paralelo do díodo emissor com o receptor fotoeléctrico.</p> <p>-Os valores foram registados após 30 segundos de monitorização. Três leituras digitais mostradas no visor LED do CPO após um intervalo de 5 segundos para cada dente foram observados LEDs em Formato.</p> <p>-Foi feita uma média de três leituras para a leitura final de cada dente.</p> <p>Para o teste térmico, o bastão de guta-percha foi aquecido num bunsen queimador e aplicado no terço médio da superfície labial do dente, (não mais do que 7 segundos) para examinar.</p> <p>-Os resultados foram assinalados como positivo (vital) ou negativo (não-vital) para o dente responder/não-responder, respectivamente.</p> <p>-Um valor de P &lt;,05 foi considerado estatisticamente significativo. A análise de dados foi realizada utilizando um pacote estatístico para as ciências sociais (MSF).</p>	<p>-A saturação média de oxigénio (% SpO2) nos dentes permanentes e primários foi de 88,78% e 87,77% respectivamente; dentes não vitais eram 74,67% e 75,00% respectivamente; e em todos os dentes obturação com raiz era 0%. Os valores de saturação de oxigénio dos dentes e dedos mostraram uma forte relação positiva nos dentes vitais primários ou permanentes e; sem correlação nos dentes primários não vitais não tratados ou permanentes não vitais. A taxa de precisão do teste de polpa térmica e oximetria de pulso foi de 100% e para o teste de polpa eléctrica foi de 90% para dentes permanentes e 86,67% para dentes deciduos.</p>

Autor/ ano	Tipo de investigação	Objectivos	Material e método	Resultados
Šimović et al, 2018  (9)	Ensaio Clínico.	-Determinar a gama limite de respostas de polpas dentárias saudáveis e testar a reprodutibilidade do teste da polpa eléctrica (EPT).	-49 participantes com dentes saudáveis sem quaisquer alterações patológicas foram incluídos. Os terceiros molares foram excluídos. -As peças a estudar foram isoladas e secas in-vivo, e o limiar de resposta foi recolhido através de registo durante o estímulo. -Os sujeitos do estudo foram capazes de interromper o estudo à primeira sensação de desconforto. -Os dados foram recolhidos em duas entradas separadas com 30 dias de intervalo, e analisados pelo software estatístico SPSS.	-O limiar médio em $\mu A$ era o seguinte: . Incisivos superiores: 10,77 . Caninos: 21,07 . Premolares 21,88 . molares 34,07 . Incisivos mandibulares: 9,81 - Caninos 18,7 - Pré-molares 19,24 - Molares 30,1 -Foi demonstrado que a técnica é reprodutível para todos os dentes analisados, com excepção dos incisivos mandibulares, nos quais houve diferenças significativas entre os sujeitos do estudo
Gupta et al, 2018  (10)	Ensaio Clínico.	-Avaliar a sensibilidade da polpa dos dentes posteriores aos 4, 6 e 12 meses em pacientes que foram submetidos a radioterapia para neoplasias orofaríngeas e orais.	-O estudo incluiu 288 dentes seleccionados de 69 pacientes diagnosticados com cancro oral ou orofaríngeo, que deveriam submeter-se a 66-70 Gy radioterapia. Foram seleccionados quatro dentes por paciente (pelo menos um de cada quadrante). -A sensibilidade da polpa foi avaliada por teste térmico a frio e teste eléctrico. O tempo de resposta foi avaliado 5 vezes: TP1: antes da radioterapia. TP2: imediatamente após a primeira sessão. TP3: 4 meses após o fim da radioterapia. TP4: 6 meses após o fim da radioterapia. TP5: 1 ano após o fim da radioterapia.	-TP1: 100% dos dentes mostraram sensibilidade da polpa térmica ao frio e por estimulação eléctrica. -TP4 e TP5: Foram observados valores de tempo de sensibilidade mais elevados. -Houve uma diminuição progressiva na sensibilidade de TP1 para TP5. -O teste do frio foi útil para avaliar a sensibilidade da população estudada, sendo cada vez necessário um estímulo mais intenso para se conseguir uma resposta.



Autor/ ano	Tipo de investigação	Objectivos	Material e método	Resultados
Mejãre et al., 2015  (11)	Ensaio Clínico.	-Para demonstrar como as variações da polpa podem influenciar a sensibilidade e a especificidade no diagnóstico do estado da polpa.	-Um estudo em que foram avaliados 59 dentes programados para procedimentos endodónticos, em que a inspecção e os testes de polpa eléctrica foram utilizados como métodos de diagnóstico para a avaliação do estado da polpa. -Uma amostra hipotética de dentes assintomáticos com cárie profunda foi deliberadamente acrescentada. -Para comparar a sensibilidade e especificidade das duas amostras.	-A sensibilidade diagnóstica foi de 72% e a especificidade de 90%. -Quando o espectro das polpas doentes foi modificado, a sensibilidade diminuiu para 67%, mas a especificidade aumentou para 97% (o teste tornou-se mais reactivo na presença hipotética de cáries). -A modificação do espectro diminuiu a prevalência diagnóstica da doença da polpa necrótica. -Assim, o espectro da polpa doente pode influenciar o diagnóstico da doença necrótica, e também modificar as estimativas de sensibilidade e especificidade nos testes de estimulação da polpa eléctrica. -Isto implica que as estimativas de precisão diagnóstica de um estudo com um espectro de população dentária podem não se aplicar a outra população de dentes com um espectro de doença diferente.

Autor/ ano	Tipo de investigação	Objectivos	Material e método	Resultados
Giovannella et al., 2014  (12)	Ensaio Clínico.	-Determinar o nível de saturação de oxigénio na polpa dentária de dentes permanentes intactos com perda de fixação periodontal (PAL) e recessão gengival (GR) e avaliar a correlação entre a doença periodontal e o nível de saturação de oxigénio na polpa.	-67 dentes anteriores de 35 pacientes de ambos os sexos foram incluídos no estudo. Os dentes foram seleccionados de acordo com os seguintes critérios: . Presença de coroa intacta. . PAL . Bolsa periodontal (PP) . GR -Os dentes foram avaliados por exame periodontal que incluiu: . Testes de polpa fria . Medição de oximetria de pulso modificada. -Os dados foram correlacionados através do índice de Pearson, e através de um coeficiente de correlação linear para os diferentes marcadores da doença periodontal (PAL, PP e GR), comparando estes dados com os valores da oximetria de pulso.	-PAL, PP e GR tinham correlações negativas com a saturação de oxigénio na polpa dentária. -Não houve correlação estatisticamente significativa entre níveis de saturação de oxigénio e resposta à sensibilidade eléctrica. -O teste de saturação de oxigénio pode ser utilizado para detectar doenças periodontais. Devido à relação entre esta patologia e a diminuição do nível de oxigénio na polpa do dente.
Nagarathna et al., 2015  (13)	Ensaio Clínico.	-Avaliar a eficácia e fiabilidade dos testes de polpa térmica e eléctrica nos dentes primários e descartar o nível de ansiedade envolvido em cada teste.	-Foram incluídas 30 crianças com idades compreendidas entre os 6 e os 8 anos. Foram identificados molares primários cariosos que exigiam uma terapia de polpa conservadora. -Foram utilizados três tipos de testes de polpa aleatoriamente em cada dente (teste a frio, teste a calor, teste eléctrico). -Os resultados destes testes foram comparados com a inspecção clínica na abertura do acesso, servindo para obter os valores de sensibilidade e especificidade de cada teste, bem como o valor preditivo (negativo e positivo). -A Escala de Imagem Facial (FIS) foi utilizada para identificar a ansiedade do paciente.	-A maior taxa de precisão de diagnóstico foi para o EPT com 81,4%, seguida pelo teste a frio com 77,7% e o teste a quente com 75,9%. -Ao comparar os casos, não foi encontrada nenhuma associação significativa entre os 3 testes, e foi determinado que o teste a frio é o mais fiável devido à sua simplicidade e facilidade de aplicação na população estudada.

Autor/ ano	Tipo de investigação	Objectivos	Material e método	Resultados
Jespersen et al, 2014  (14)	Ensaio Clínico.	<p>-Avaliar o desempenho dos testes de sensibilidade da polpa dentária com Endo Ice (1,1,1,2-tetrafluoroetano) e um testador de polpa eléctrica (EPT) e determinar o efeito de várias variáveis sobre a fiabilidade destes testes.</p>	<p>-O estudo incluiu 656 pacientes que foram vistos na clínica de pós-graduação endodôntica da Faculdade de Odontologia da Universidade de Iowa. Todos os doentes foram submetidos a testes de vitalidade da polpa.</p> <p>-Para cada caso, foram registados os resultados dos testes, idade, sexo, número de superfícies restauradas, presença de cáries por exame clínico ou radiográfico, e uso recente de analgésicos.</p> <p>-Os dados de vitalidade foram comparados com a visualização do tecido vital dentro da câmara de polpa.</p>	<p>-Os resultados de Endo Ice mostraram uma precisão de diagnóstico de 90,4%, especificidade de 89,6%, sensibilidade de 91,6%, um valor preditivo positivo de 0,862 e um valor preditivo negativo de 0,937.</p> <p>-Os resultados do EPT mostraram uma precisão de diagnóstico de 75%, especificidade de 74%, sensibilidade de 84%, um valor preditivo positivo de 0,58 e um valor preditivo negativo de 0,90.</p> <p>-Quando os pacientes foram categorizados por idade, verificou-se que os pacientes com idades compreendidas entre os 21 e os 50 anos relataram uma resposta mais precisa à estimulação do frio. - Os doentes com cáries também relataram uma resposta mais precisa.</p> <p>Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas com qualquer outra variável examinada.</p> <p>-Assim, verificou-se que o teste Endo Ice e o EPT têm precisão e fiabilidade semelhantes para identificar lesões pulpares.</p>

Autor/ ano	Tipo de investigação	Objectivos	Material e método	Resultados
Filippatos et al, 2012  (15)	Ensaio Clínico.	-Para determinar a variabilidade do limiar de resposta da polpa eléctrica nos pré-molares e a relação entre o limiar de resposta e a idade.	-O estudo consistiu em medições de 1965 retiradas dos pré-molares de 97 pacientes que participaram voluntariamente, com idades compreendidas entre os 20 e os 72 anos. Os pacientes foram agrupados em 6 faixas etárias em grupos de intervalos de 10 anos, dos 20 aos 29 anos aos 70 aos 79 anos. Nomear cada grupo sucessivamente de 1 a 6. -Foram efectuados testes de vitalidade em todos os pré-molares intactos de cada arcada dentária. Avaliação em 3 zonas: ponta da cúspide bucal, centro médio, porção cervical da superfície bucal, em cada coroa.	-O limiar sensível aumentou progressivamente e de forma constante e significativa em cada faixa etária. -A idade teve uma influência directa sobre a sensibilidade dos pré-molares mandibulares. Sendo a ponta dos segundos pré-molares mandibulares o local que necessitava de menos electricidade para evocar uma resposta no paciente. -Nos pré-molares inferiores não houve diferença significativa entre o local de estimulação eléctrica. -Na mandíbula, o limiar de estimulação era mais baixo mesmo em sujeitos da mesma idade. A dica foi o sítio que gerou a resposta mais rápida em todos os grupos de doentes. -Isto torna evidente que a idade está relacionada com valores limiares de resposta mais elevados. E que o local ideal para examinar os pré-molares inferiores é a ponta da cúspide bucal.

Autor/ ano	Tipo de investigação	Objectivos	Material e método	Resultados
Kontakiotis et al., 2015  (16)	Ensaio Clínico.	-Para determinar a incidência de necrose assintomática da polpa após a preparação da coroa e o valor preditivo positivo do teste da polpa eléctrica.	-120 dentes com polpa saudável que foram programados para receber coroas fixas fizeram parte da investigação. -Os dentes foram classificados de acordo com os seguintes critérios: . Dente intacto. . Dente com decadência pré-operatória ou com restaurações ou coroas. -Cada grupo foi também classificado de acordo com o tipo de dente (antenas mandibulares, posteriores mandibulares, antenas superiores e posteriores superiores). -Testes para avaliar a vitalidade da polpa foram aplicados a todos os dentes em 3 alturas diferentes. . Etapa 0: antes do tratamento. . Etapa 1: antes da sessão de impressão. . Etapa 2: antes da cimentação final da coroa. -Um grupo de dentes em que foram considerados os danos da polpa necrótica. Foi realizado o tratamento do canal radicular. -A ausência de hemorragia no momento do acesso foi considerada necrose. -Os dados obtidos foram correlacionados através do qui-quadrado e da regressão logística. Com um nível de significância de 5%.	-9% dos dentes tinham necrose pulpar confirmada pelo acesso dentário. -Nos dentes intactos, a prevalência de necrose era significativamente menor (5%). -Os dentes com maior prevalência de necrose foram aqueles com comprometimento estrutural pré-operatório (13%) [(OR: 9,113, P = 0,035)]. -Os resultados não variaram de acordo com o tipo de dente. -O valor preditivo positivo do teste da polpa eléctrica foi de 1,00. -O teste da polpa eléctrica continua a ser uma ferramenta de diagnóstico útil para determinar o estado da polpa.

Autor/ ano	Tipo de investigação	Objectivos	Material e método	Resultados
Ghouth et al, 2019  (17)	Ensaio clínico aleatório	-Para avaliar se a fluxometria Doppler a laser é mais precisa do que os testes convencionais de sensibilidade da polpa (teste de polpa eléctrica e cloreto de etilo) para avaliar o estado da polpa dos dentes anteriores permanentes em crianças e para identificar o fluxo da fluxometria Doppler a laser de limiar de corte.	-Foram seleccionados 74 indivíduos com idades compreendidas entre os 8 e 16 anos, que tinham 1 incisivo central ou lateral superior com um canal radicular completo, ou com a polpa completamente removida, que também tinham um dente contralateral com polpa vital. -Foi realizado um estudo transversal de precisão diagnóstica com randomização envolvendo 74 participantes (crianças dos 8 aos 16 anos de idade). Os participantes tiveram 1 incisivo central ou lateral maxilar com um canal radicular completo ou polpa removida e um dente contralateral com polpa vital. As medidas de resultados incluíram sensibilidade, especificidade e valores preditivos, e repetibilidade de todos os testes.	-Houve uma diferença significativa nos valores do Fluxo quando se comparou o dente afectado com o dente contralateral saudável. -O quociente de corte para a fluxometria Doppler a laser foi de 0,6. Após análise estatística, verificou-se que a técnica tinha 53% de sensibilidade e 33% de especificidade para a necrose da polpa. -Estes resultados contrastam dramaticamente com os dados obtidos pelo teste da polpa eléctrica (sensibilidade de 83,8% - 94,6% e especificidade de 89,2% - 97,6%) e também com o teste do cloreto de etilo (sensibilidade de 81,1% a 91,9% e especificidade de 73% a 81,1%). -A repetibilidade da fluxometria é praticamente idêntica à das outras técnicas testadas. -Neste estudo, a Doppler flowmetry a laser não foi capaz de diferenciar entre dentes com polpas vitais e não vitais. -Sugere-se que a técnica seja especializada antes de padronizar o seu uso clínico, especialmente em crianças.



Autor/ ano	Tipo de investigação	Objectivos	Material e método	Resultados
Chunhache evachaloke e Ajcharanuk ul, 2016  (18)	Ensaio clínico de caso e controles	-Para determinar os limiares sensoriais pulpaes em dentes humanos obtidos através de vários meios de condução de EPT, 2 para determinar se existem diferenças de género.	-20 homens e 20 mulheres, com idades compreendidas entre 19 e 25 anos. Um incisivo central maxilar saudável foi seleccionado aleatoriamente. -A electricidade foi aplicada por meio de um estimulador eléctrico de corrente contínua, com diferentes meios de condução: géis à base de água (KY UltraGel; Xilocaína 2% Gel, gel de eléctrodo, gel de flúor) e pastas de dentes (Colgate Total; Sensodyne Repair & Protect; Dentiste'Plus White; SparkleBlanco). -A electricidade era administrada a intervalos de 1 minuto, no meio da coroa. -A ponta do eléctrodo foi revestida. A pontuação da dor e o nível de estimulação foram medidos simultaneamente. -Cada dente era estimulado duas vezes por dia, aumentando gradualmente a intensidade até que os participantes relatassem sensibilidade. -Os dados foram avaliados utilizando o teste ANOVA e Tukey de duas vias.	-Todos os meios de condução geraram limiares semelhantes, com excepção de 2% de gel de xilocaína e gel de fluoreto, que produziram valores limiares significativamente mais baixos ( $P < 0,001$ ). -A sensibilidade nas mulheres era significativamente menor nas mulheres do que nos homes ( $P < 0,001$ ). -Os limiares sensoriais para estímulos eléctricos nos dentes humanos são influenciados pelo tipo de meio condutor e género.
Chen e Abbott, 2011  (19)	Ensaio clínico comparativo	-Para comparar a exactidão clínica, fiabilidade e repetibilidade da Doppler Flowmetry Laser (LDF), um teste de polpa eléctrica (EPT), e vários testes de sensibilidade da polpa térmica.	-Um total de 121 dentes de 20 sujeitos foram avaliados usando LDF, EPT, e testes de polpa térmica com CO2 e Endo Frost. -A estimulação foi realizada em 2 ou 3 sessões separadas por um período de 1 semana. A ordem dos testes foi invertida em cada sessão. -Com Doppler, o fluxo médio de sangue de polpa (Fluxo) foi medido e calibrado contra um meio de movimento Browniano e contra um reflector estático. -O laser utilizado tinha uma fonte de 780 nanómetros, com uma separação de fibra de 0,5 mm na sonda, largura de banda de 3,1 kHz, estabelecendo 0,1 segundos de tempo de saída constante. -Foram fabricadas talas personalizadas de poliviniloxano para cada participante. -A gravação de cada paciente teve uma duração mínima de 90 segundos. Sem limite máximo. Os dados foram analisados utilizando medidas repetidas de variância, e comparados em pares e correlações interclasses.	-Em termos de precisão, os testes EFA, CO2 e LDF excederam os 96%, sendo o EFA o mais exacto. -O Endo Frost e o gelo tinham uma precisão inferior (menos de 91%), sendo o teste menos exacto o gelo com 84,5%. No entanto, todos os testes eram fiáveis. -O gelo (ICC = 0,677) e o LDF (ICC = 0,654) foram os mais reprodutíveis, o EPT (ICC = 0,434) e o CO2 (ICC = 0,432) foram os menos reprodutíveis. -Assim, embora EPT e LDF fossem mais fiáveis e mais precisos, -O mais rápido de todos foi o EPT. -O teste mais reprodutível foi o teste do gelo, mas ao mesmo tempo foi o menos exacto.

Autor/ ano	Tipo de investigação	Objectivos	Material e método	Resultados
Dastmalchi et al., 2012  (20)	Ensaio clínico comparativo	-Conceber e construir uma sonda dentária a partir de um oxímetro de pulso e avaliar a sua eficácia em comparação com o aparelho de teste de polpa eléctrica, spray frio e um copo de borracha em teste de vitalidade da polpa.	-Foram avaliados 25 pré-molares mandibulares de 24 pacientes entre os 18 e 50 anos de idade, sem comorbilidades e sem consumo de drogas. Foram incluídos os doentes que seriam submetidos a tratamento endodôntico, mas que não apresentavam sinais clínicos de necrose pulpar. -Foram aplicados quatro tipos de testes aos dentes incluídos: . Oximetria de pulso. . Teste eléctrico. . Pulverização a frio. . Copo de borracha. -Após a realização do tratamento endodôntico, o estado real da polpa do paciente foi corroborado. Foi feita uma análise estatística utilizando o teste kappa para mostrar a eficácia de cada um dos testes de diagnóstico realizados.	-Ao comparar a oximetria de pulso, calor, frio, e testes eléctricos com endodontia, o coeficiente de concordância kappa foi de 18%, 18%, 14%, e 91%, respectivamente. -A sensibilidade da oximetria de pulso, copo de borracha, teste eléctrico e pulverização a frio foi de 0,93, 0,60, 0,60 e 0,53, respectivamente. -E a sua especificidade era de 1,00; 0,55; 0,22 e 0,66 respectivamente. -Assim, a oximetria de pulso é mais fiável do que o copo eléctrico de borracha e o teste de pulverização a frio. -O oxímetro adaptado à sonda dentária do medidor é um método eficaz e objectivo para a avaliação da vitalidade da polpa.



Autor/ ano	Tipo de investigação	Objectivos	Material e método	Resultados
Karayilmaz e Kirzioğlu, 2011  (21)	Ensaio clínico comparativo	<p>-Para avaliar e comparar a fiabilidade da fluxometria Doppler a laser (LDF), oximetria de pulso (PO) e testador de polpa eléctrica (EPT) para avaliar o estado da polpa como um método de teste de vitalidade, calculando a sua sensibilidade, especificidade e valores preditivos.</p>	<p>-Foram retirados dados de 59 pares de dentes anteriores superiores (76 incisivos centrais e 42 incisivos laterais) de 51 pacientes com idades compreendidas entre os 12 e os 18 anos de ambos os sexos. -Os dentes seleccionados eram aqueles com obturações endodónticas completas, e a sua contraparte contralateral do mesmo paciente tinha de ser saudável e estes formavam o grupo de controlo.</p>	<p>-A sensibilidade foi proporcionalmente 12,85% mais elevada usando oximetria de pulso em comparação com o PTE. Embora a especificidade fosse de 94,9% com oximetria, e de 88,1% com PTE. -A diferença entre estes valores em comparação com o laser era estatisticamente significativa, sendo este último capaz de discriminar de forma fiável a vitalidade de um dente. -Pelo menos na população estudada, a Doppler flowmetry foi um método mais fiável e eficaz do que os seus equivalentes, tornando possível identificar adequadamente o estado da polpa nos dentes humanos.</p>

Autor/ ano	Tipo de investigação	Objectivos	Material e método	Resultados
Alomari et al, 2011  (22)	Ensaio clínico comparativo	-Investigar o efeito do movimento dentário ortodôntico envolvendo os seis dentes anteriores superiores na resposta pulpar a estímulos tanto térmicos como eléctricos durante o tratamento ortodôntico activo e retenção.	-47 indivíduos de ambos os sexos que necessitaram de aparelhos ortodônticos fixos foram incluídos como sujeitos de estudo. Além disso, foi utilizado um grupo de controlo de 223 sujeitos não ortodônticos. -Em ambos os grupos, foram realizados testes para avaliar a vitalidade da polpa, especificamente: . Aplicação de estímulos ao frio. . Aplicação de estímulos eléctricos nos incisivos superiores e caninos. Ambos os testes foram realizados antes e depois da colocação do aparelho fixo. -Depois as mesmas técnicas foram aplicadas a intervalos regulares durante o tratamento activo. E finalmente aos 12 meses após a retenção. -Os dados foram comunicados individualmente para cada dente, utilizando o teste do qui-quadrado como estatística para determinar as diferenças entre as respostas negativas.	-No controlo, todos os pacientes relataram um resultado positivo nos testes de estimulação térmica e EPT, independentemente do intervalo de tempo. -Nos pacientes que foram submetidos à ortodontia, dois dentes não responderam aos estímulos eléctricos, independentemente do intervalo de estudo. -E de todos eles apenas um dente respondeu ao teste térmico no início da investigação. -As respostas negativas a cada estimulação aumentaram progressiva, significativa e gradualmente, o relatório de pico máximo foi reportado aos 2 meses de tratamento activo, e a partir deste ponto começou a diminuir até ao final do estudo. -O limiar de resposta à estimulação eléctrica era mais elevado em pacientes ortodônticos, especificamente no incisivo lateral superior. -No grupo de controlo, a resposta foi constante ao longo do tempo. -Assim, em pacientes ortodônticos, os testes eléctricos parecem ser menos fiáveis do que a estimulação térmica para avaliar a vitalidade da polpa.

Autor/ ano	Tipo de investigação	Objectivos	Material e método	Resultados
Hori et al., 2011  (23)	Ensaio clínico comparativo	-Avaliar a capacidade dos testes de polpa térmica e eléctrica para avaliar o estado da polpa nos dentes primários.	-78 molares de 36 crianças foram incluídos na investigação. Destes, 56 eram de pasta desconhecida, mas mereciam um tratamento endodôntico. E 22 eram aparentemente dentes saudáveis. -Todos os dentes foram testados quanto à vitalidade da polpa (frio, calor e testes EPT). -Os resultados foram comparados por inspecção directa da polpa dentária quando foi feita a cavidade de acesso endodôntico. -A comparação entre o que foi visualizado e o que foi relatado pelas técnicas de vitalidade serviu para determinar os valores de especificidade, valores preditivos positivos e negativos para cada teste. -Os testes foram realizados em diferentes sequências, adaptando a estratégia a cada paciente.	-A técnica com maior precisão de diagnóstico foi a EPT, seguida do teste de calor e frio. -Contudo, não houve diferença significativa entre os dois primeiros mencionados ( $P > 0,05$ ); e o EPT foi significativamente mais elevado do que o do teste a frio (valor de $P < 0,05$ ). -Isto permite-nos considerar o EPT como um teste fiável para avaliar o estado da polpa nos dentes primários das crianças.
Ahn et al., 2018  (24)	Ensaio clínico com recolha de dados retrospectiva	-Avaliar e comparar a eficácia da Doppler Dopplerometria por ultra-sons (UDF) com os testes de polpa eléctrica (EPT) na avaliação da vitalidade da polpa em dentes traumatizados.	-Um total de 246 dentes de 78 pacientes foram seleccionados para o estudo, aplicando uma amostragem de conveniência a todos os que frequentaram o Oral Science Research Center, School of Dentistry, Universidade de Yonsei, no período de fevereiro de 2012 a maio de 2015 com traumatismo dentário. -Os pacientes incluídos foram agrupados em 2 grupos de acordo com o método utilizado para avaliar a vitalidade da polpa. . Um grupo de controlo: onde foi utilizado o EPT. . Um grupo onde tanto UDF como EPT foram utilizados: A análise de Kaplan-Meier e o teste de log-rank foram utilizados como estatísticas. Estes foram aplicados depois de agrupar os pacientes de acordo com a sua pontuação de propensão. -Para os fins do estudo, a sobrevivência dos dentes foi definida como a ausência da necessidade de tratamento de canal radicular. Além disso, o teste de McNemar foi utilizado para comparar os resultados do UDF com os do EPT no grupo UDF.	-Os dentes foram combinados de acordo com a pontuação de propensão, configurando grupos com 69 dentes cada. -Com um ano, a taxa de sobrevivência dos dentes de polpa foi de 74% para o grupo de controlo e 90% para o UDF. -No grupo UDF, houve uma diferença significativa entre os resultados UDF e EPT em todas as avaliações de acompanhamento ( $p < 0,001$ ). -Doppler flowmetry foi o teste mais sensível para a população estudada.

Autor/ ano	Tipo de investigação	Objectivos	Material e método	Resultados
Barczak et al 2020  (25)	Ensaio clínico de caso-controlo.	-Para determinar a sensibilidade eléctrica da polpa na população caucasiana de acordo com o morfótipo dentário, idade e sexo.	-Foi avaliado um total de 2640 dentes, correspondentes a (279 pacientes), distribuídos em dois grupos. O grupo de estudo consistiu em 1296 dentes (226 pacientes), 110 homens e 116 mulheres, com idades compreendidas entre os 55 e os 101 anos. O grupo de controlo consistiu em 1344 dentes de 53 pacientes, 23 homens e 30 mulheres com idades compreendidas entre os 20 e 30 anos.	-Verificou-se que no grupo de estudo havia um limiar significativamente mais baixo, o que dá uma maior sensibilidade da polpa aos pacientes. -As principais diferenças na sensibilidade da polpa foram encontradas na região central da maxila, ao nível dos incisivos, pré-molares superiores e mandibulares. -Não havia correlação entre sensibilidade e sexo.
Villa-Chávez et al 2020  (26)	Ensaio clínico de caso-controlo.	-Identificar a sensibilidade, especificidade, valores preditivos positivos e negativos, sensibilidade e reprodutibilidade dos testes de sensibilidade de polpa térmica e eléctrica.	-Foi avaliado um total de 110 dentes de 110 indivíduos com idades compreendidas entre os 17 e os 70 anos. Para este fim, foram utilizados testes térmicos, estudados com 1, 1, 1, 1, 2-tetrafluoroetano (frio) e gutta-percha (quente) e testes eléctricos. -Os dentes em estudo foram categorizados em dois grupos, 60 com boa vitalidade de polpa e 50 com polpas necróticas por simples inspecção.	-Uma sensibilidade de 88% para o teste a frio, 86% para o teste a calor e 76% para o teste eléctrico. Com uma especificidade de 100% para os 3 testes. -A máxima precisão (0,94) e reprodutibilidade (0,88) foram observadas para o teste a frio. -Assim, dos métodos estudados, o teste a frio provou ser o método mais exacto.

Autor/ ano	Tipo de investigação	Objectivos	Material e método	Resultados
Sy et al 2018  (27)	Descrição de ensaios clínicos de séries de casos longitudinais.	-Investigar os resultados de seguimento a longo prazo (mais de 3 anos) dos dentes que mostraram resultados contraditórios entre os testes de sensibilidade da polpa (teste de polpa térmica ou eléctrica) e a fluxometria Doppler por ultrasons (UDF) até 1 ano mais tarde.	-A população do estudo era de 347 dentes de 147 pacientes. Foram recolhidos dados dos que foram tratados entre 2012 e 2015 no Centro de Investigação em Ciências Oraís da Faculdade de Odontologia da Universidade de Yonsei, para traumas dentários, seleccionando os dentes que tiveram resultados contrastantes na sensibilidade da polpa e testes UDF até 1 ano após terem sofrido traumas. -13 dentes de 7 pacientes foram seleccionados para um acompanhamento a longo prazo. -Estes foram seguidos durante mais de 3 anos para uma revisão retrospectiva da história clínica.	-Todos os sujeitos estudados apresentaram resultados negativos nos testes de sensibilidade da polpa, com resultados positivos no teste Doppler até 1 ano após o trauma. Após um ano, 61,53% dos dentes recuperaram a sua sensibilidade, sofrendo de sintomas relacionados com danos na polpa. -O tratamento do canal radicular foi realizado nestes casos. -Em 3 dos pacientes, houve danos nos nervos; porque o teste de sensibilidade da polpa não era viável. -As técnicas utilizadas são viáveis para a avaliação da polpa.



## 8.2. Tabelas.

*Tabela 2, Processo de selecção de artigos.*

<b>"ELECTRIC PULP TESTS IN PULP VITALITY DIAGNOSIS". SCOPING REVIEW</b>
Total Inclusões Potenciais: 502
Duplicados: 311
Artigos Seleccionáveis: 191
Excluído Após Leitura Sumária: 147
Seleccionado Para Leitura Completa: 44
Artigos Descartados Para Uma Leitura Completa: 24
Artigos Definitivos Para Tese: 27
Artigos Incluídos Nos Resultados: 20
Artigos Incluídos Na Introdução: 7

Fonte elaboração própria.

*Tabela 3, Pesquisa por estratégia.*

<b>Electric pulp test (palavra-chave principal)</b>	Total: 174	Duplicados: 166	Novos: 8	Seleccionados: 2
Dental pulp	-	-	-	-
Pulp vitality	-	-	-	-
Pulp diagnosis	-	-	-	-
Dentin hypersensitivity	-	-	-	-
<b>Electric pulp test and dental pulp</b>	Total: 168	Duplicados: 0	Novos: 168	Seleccionados: 36
<b>Electric pulp test and pulp vitality</b>	Total: 34	Duplicados: 25	Novos: 9	Seleccionados: 2
<b>Electric pulp test and dentin hypersensitivity</b>	Total: 4	Duplicados: 2	Novos: 2	Seleccionados: 1
<b>Electric pulp test and pulp diagnosis</b>	Total: 122	Duplicados: 118	Novos: 4	Seleccionados: 3
	502	311	191	44

Fonte elaboração própria.



Tabela 4, Ensaios clínicos recuperados por pesquisa.

ARTIGOS DE ENSAIOS CLÍNICOS	
ELECTRIC PULP TEST and DENTAL PULP	TOTAL: 53
ELECTRIC PULP TEST and PULP VITALITY	TOTAL: 1
ELECTRIC PULP TEST and DENTIN HYPERSENSITIVITY	TOTAL: 34
ELECTRIC PULP TEST and PULP DIAGNOSIS	TOTAL: 2
ELECTRIC PULP TEST	TOTAL: 54
<b>TOTAL</b>	<b>144</b>

Fonte elaboração própria.

Tabela 5, Artigos incluído de acordo com a sua metodologia.

Tipo de estudo	Total	%
Ensaio clínico	9	45
Ensaio clínico aleatorizado	1	5
Ensaio clínico casos e controlos	3	15
Ensaio clínico comparativo	5	25
Ensaio clínico com recolha de dados retrospectiva	1	5
Ensaio clínico descrição da série de casos longitudinais	1	5
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

Fonte elaboração própria.

Tabela 6, Artigos por ano de publicação.

Tipo de estudo	Total	%
2011	4	20
2012	2	10
2014	2	10
2015	3	15
2016	1	5
2017	1	5
2018	3	15
2019	2	10
2020	2	10
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

Fonte elaboração própria.

### 8.3. Autorizações

Acerca das imagens que aparecem nesta dissertação.

Eu, Eugenio Roberto Acosta Macenlle declaro que tenho as permissões de cessão de direitos de imagen.





**CESPU**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE