



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**FACULDADE DE MEDICINA**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM FISIOTERAPIA E FUNCIONALIDADE

**CAROLINE NUNES PINTO FERNANDES**

**PROPRIEDADES DE MEDIDA E VIABILIDADE DOS EQUIPAMENTOS DE  
DIAGNÓSTICO ELÉTRICO SENSORIAL NÃO INVASIVO EM INDIVÍDUOS COM  
DESORDENS NEUROLÓGICAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

**FORTALEZA/CE**  
**2022**

CAROLINE NUNES PINTO FERNANDES

PROPRIEDADES DE MEDIDA E VIABILIDADE DOS EQUIPAMENTOS  
DIAGNÓSTICO ELÉTRICO SENSORIAL NÃO INVASIVO EM INDIVÍDUOS COM  
DESORDENS NEUROLÓGICAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

**FORTALEZA**

**2022**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- F399p Fernandes, Caroline Nunes Pinto.  
Propriedades de medida e viabilidade dos equipamentos de diagnóstico elétrico sensorial não invasivo em indivíduos com distúrbios neurológicos : uma revisão sistemática / Caroline Nunes Pinto Fernandes. – 2022.  
54 f.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia e Funcionalidade, Fortaleza, 2022.  
Orientação: Prof. Dr. Lidiane Andrea Oliveira Lima.
1. Função sensorial. 2. Limiar sensorial. 3. Polineuropatias. 4. Equipamentos para diagnóstico. I. Título.  
CDD 615.82
-

**CAROLINE NUNES PINTO FERNANDES**

**PROPRIEDADES DE MEDIDA E VIABILIDADE DOS EQUIPAMENTOS DE  
DIAGNÓSTICO ELÉTRICO SENSORIAL NÃO INVASIVO EM INDIVÍDUOS COM  
DESORDENS NEUROLÓGICAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Fisioterapia e Funcionalidade da Universidade Federal do  
Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em  
Fisioterapia e Funcionalidade. Linha de pesquisa do discente:  
Processos de avaliação e intervenção nos sistemas  
cardiorrespiratório e neurológico nos diferentes ciclos da vida  
Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lidiane Andrea Oliveira Lima

Aprovada em: 31/10/2022.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lidiane Andrea Oliveira Lima (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Simony Lira do Nascimento (Membro Interno)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Christina Danielli Coelho de Morais Faria (Membro Externo)  
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

## **AGRADECIMENTOS**

### **A Deus,**

Pelo dom da vida, por minha saúde, pela força de enfrentar e superar as dificuldades e por mais uma conquista alcançada.

### **Aos meus pais, irmã e marido,**

Eliza e Antônio Carlos/ Samara/ Luiz Carlos, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

### **A minha orientadora,**

Pela excelente orientação mas especialmente, por ter feito parte deste processo formativo disposta a compartilhar conhecimentos e habilidades.

### **Aos membros da banca,**

Por aceitarem o convite de conhecer e analisar o presente estudo, contribuindo para o aperfeiçoamento do estudo.

**“É justo que muito custe o que muito vale”  
Santa Teresa D’Ávila**

## **DESCRIÇÃO DA DISSERTAÇÃO PARA LEIGOS**

A perda da sensibilidade influencia diretamente na capacidade de realização das atividades diárias dos indivíduos com doenças neurológicas que afetam o sistema nervoso. Existem várias formas de avaliar a extensão da alteração da sensibilidade, seja através de testes ou por meio de equipamentos que utilizam corrente elétrica não invasiva. No presente estudo vamos investigar os equipamentos elétricos que buscam fazer esse diagnóstico em indivíduos com distúrbios neurológicos e determinar suas potencialidades e debilidades em medir a alteração sensorial. Além de, identificar se esses equipamentos são acessíveis, fáceis de administrar e são de fácil entendimento na população que está sendo estudada. A importância dessa pesquisa é gerar informações para o clínico sobre a capacidade desses equipamentos de diagnóstico elétrico sensorial não invasivo em gerar resultados confiáveis para uso seguro. presente na prática clínica dos profissionais de forma segura por auxiliá-los a avaliar o nível de envolvimento das funções sensitivas envolvidas nas disfunções dos indivíduos com distúrbios neurológicos, e com isso, estabelecer um plano de tratamento adequado e individualizado.

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** A perda da função sensorial corrobora para déficits motores e limitações funcionais em indivíduos com condições de saúde neurológica. O limiar sensitivo (LS) é uma medida considerável para o estudo das vias sensoriais. O LS se caracteriza pela menor quantidade de energia detectável, com frequências elétricas diferentes estimulando fibras de calibres variados e provocando sensações perceptivas distintas. Dessa forma, a capacidade de avaliação dos sistemas sensoriais, através de correntes senoidais de diferentes frequências, por meio de equipamento de diagnósticos elétricos sensoriais não invasivos, deve se fazer presente na tomada de decisão clínica dos profissionais. **OBJETIVO:** Sumarizar as propriedades de medidas e a viabilidade clínica dos equipamentos de diagnósticos elétricos sensoriais não invasivos em indivíduos com condições de saúde neurológicas e determinar a qualidade metodológica dos estudos e das propriedades de medida. **METODOLOGIA:** Revisão sistemática de estudos que investigaram as propriedades de medida dos equipamentos de diagnósticos elétricos sensoriais não invasivos em indivíduos adultos ( $\geq 18$  anos) com condições de saúde neurológicas de etiologia central ou periférica, que seguiu o *PRISMA-P*, PROSPERO: CRD42020201819. As bases de dados consultadas foram: MEDLINE, EMBASE, CINAHL, SCOPUS e WEB of SCIENCE. Buscas manuais nas referências dos estudos incluídos ou de artigos relevantes para a pesquisa também foram realizadas. A avaliação da qualidade metodológica dos estudos se baseou no COSMIN, para avaliação da qualidade das propriedades de medida, os critérios propostos por Terwee *et al.*, (2007) e as informações sobre a viabilidade clínica foram extraídas dos estudos. **RESULTADOS:** Foram identificados 856 artigos (104 eram duplicatas) e após a seleção inicial, 9 artigos foram potencialmente elegíveis, com apenas 8 artigos selecionados após leitura do texto completo. A qualidade metodológica dos estudos incluídos variou de “Adequado” a “Duvidoso”, de acordo com o COSMIN. Com base nos critérios do Terwee *et al.*, 2007, cinco estudos foram classificados como indeterminados (?): os cinco estudos sobre validade de construto (teste de hipóteses). A Classificação suficiente (+) foi identificada nos quatro estudos que investigaram a confiabilidade. Não foram encontrados dados suficientes sobre a viabilidade clínica. Ainda que nenhum dos equipamentos investigados quanto a sua propriedade de medida tenha apresentado forte evidência para a robustez de suas propriedades, destacamos 3 equipamentos potencialmente mais adequados, que avaliaram: A tolerabilidade de dor e sensibilização em população com dor lombo sacral crônica com características neuropáticas radiculares; o limiar perceptivo elétrico em pacientes com lesão medular cervical incompleta crônica e o limiar de percepção de corrente em pacientes diabéticos com neuropatia. **CONCLUSÃO:** A presente revisão sistemática destaca a escassez de estudos que investigaram as propriedades de medida dos equipamentos de diagnósticos elétricos sensoriais não invasivos em indivíduos com condições de saúde neurológicas. Propriedades de medida importantes, como a validade de construto, precisam ser melhor abordadas por estudos planejados. Mais estudos de alta qualidade metodológica sobre os equipamentos de diagnósticos elétricos sensoriais são necessários para auxiliar os profissionais de saúde a escolherem tal ferramenta de medida.

**Palavras Chave:** Função sensorial. Limiar sensorial. Polineuropatias. Equipamentos para diagnóstico.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** The loss of sensory function corroborates motor deficits and functional limitations in individuals with neurological health conditions. The sensory threshold (LS) is a considerable measure for the study of sensory pathways. SL is characterized by the lowest amount of detectable energy, with different electrical frequencies stimulating fibers of varying calibers and causing different perceptual sensations. Thus, the ability to assess the sensory systems, through sinusoidal currents of different frequencies, by means of non-invasive sensory electrical diagnostic equipment, must be present in the clinical decision-making process of professionals. **OBJECTIVE:** To summarize the measurement properties and clinical feasibility of non-invasive sensory electrical diagnostic equipment in individuals with neurological health conditions and to determine the methodological quality of the studies and measurement properties. **METHODOLOGY:** Systematic review of studies that investigated the measurement properties of non-invasive sensory electrical diagnostic equipment in adult subjects (> 18 years old) with neurological health conditions of central or peripheral etiology, which followed the PRISMA-P, PROSPERO: CRD42020201819. The databases consulted were: MEDLINE, EMBASE, CINAHL, SCOPUS and WEB of SCIENCE. Manual searches in the references of included studies or articles relevant to the research were also performed. The evaluation of the methodological quality of the studies was based on the COSMIN, for evaluating the quality of the measurement properties, the criteria proposed by Terwee et al., (2007) and the information on the clinical feasibility were extracted from the studies. **RESULTS:** We identified 856 articles (104 were duplicates) and after initial selection, 9 articles were potentially eligible, with only 8 articles selected after reading the full text. The methodological quality of the included studies ranged from "Adequate" to "Doubtful", according to COSMIN. Based on the criteria of Terwee et al., 2007, five studies were classified as indeterminate (?): the five studies on construct validity (hypothesis test). A Sufficient Rating (+) was identified in the four studies that investigated reliability. Insufficient data on clinical feasibility were found. Although none of the equipment investigated in terms of its measuring properties has shown strong evidence for the robustness of its properties, we highlight 3 potentially more suitable equipment, which evaluated: Pain tolerability and sensitization in a population with chronic low back pain with radicular neuropathic characteristics ; the electrical perceptual threshold in patients with chronic incomplete cervical spinal cord injury and the current perception threshold in diabetic patients with neuropathy. **CONCLUSION:** The present systematic review highlights the paucity of studies that have investigated the measurement properties of non-invasive sensory electrical diagnostic equipment in individuals with neurological health conditions. Important measurement properties, such as construct validity, need to be better addressed by planned studies. More studies of high methodological quality on sensory electrical diagnostic equipment are needed to help health professionals choose such a measurement tool.

**Keywords:** Sensory function. Sensory Thresholds. Polyneuropathies. Diagnostic Equipment.

## **LISTA DE FIGURAS**

### **PRODUTO: PROPRIEDADES DE MEDIDA E VIABILIDADE DOS EQUIPAMENTOS DE DIAGNÓSTICO ELÉTRICO SENSORIAL NÃO INVASIVO EM INDIVÍDUOS COM DESORDENS NEUROLÓGICAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Figura 1- Fluxograma de busca e inserção de artigos ..... 30

## LISTA DE TABELAS

### **PRODUTO: PROPRIEDADES DE MEDIDA E VIABILIDADE DOS EQUIPAMENTOS DE DIAGNÓSTICO ELÉTRICO SENSORIAL NÃO INVASIVO EM INDIVÍDUOS COM DESORDENS NEUROLÓGICAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Tabela 1 - Descrição dos tipos de equipamentos de diagnóstico elétricos sensoriais não invasivos, desfechos do equipamento e parâmetros de estimulação .....33

Tabela 2 - Características dos estudos e propriedades de medida dos equipamentos de diagnóstico elétricos sensoriais não invasivos empregados para avaliar deficiências sensoriais em indivíduos com condições de saúde neurológicas.....34

Tabela 3 - Qualidade metodológica dos estudos usando o check list COSMIN (Muito bom, adequado, duvidoso, inadequado) e a qualidade dos resultados das propriedades de medida com base nos critérios de Terwee (+, -, ?)..... 37

## LISTA DE ABREVIATURAS

SNC	Sistema Nervoso Central
SNP	Sistema Nervoso Periférico
DM	Diabetes Mellitus
ND	Neuropatia Diabética
AVC	Acidente Vascular Cerebral
QSTs	Testes de Sensação Quantitativa
ASN	Avaliação Sensorial de Nottingham
FM	Protocolo de Desempenho Físico de <i>Fugl-Meyer</i>
CPT	<i>Current perception threshold</i>
LS	Limiar Sensoral
RS	Revisão Sistemática
COSMIN	COnsensus-based Standards for the selection of health status Measurement INstruments
PRISMA-P	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Protocols</i>
PROSPERO	Registro Prospectivo Internacional de Revisões Sistemáticas
MEDLINE	<i>Medical Literature Analysis and Retrieval System Online</i>
EMBASE	<i>Excerpta Medica Database</i>
CINAHL	<i>Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature</i>
SCOPUS	<i>Expertly curated abstract &amp; citation database</i>
WoS	<i>WEB of SCIENCE</i>

## SUMÁRIO

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	16
1.1 Neurofisiologia da função sensorial.....	16
1.2. Déficit sensorial nas condições de saúde de origem periférica e central: quadro clínico .....	17
1.3. Avaliação da função sensorial .....	19
1.3.1. Testes quantitativos sensoriais-QST .....	19
1.4. Propriedades de medida .....	21
1.5 Avaliação da Qualidade Metodológica.....	22
1.6 Justificativa .....	22
2 OBJETIVOS .....	24
2.1 Geral.....	24
2.2 Específicos .....	24
PRODUTO: PROPRIEDADES DE MEDIDA E VIABILIDADE DOS EQUIPAMENTOS DE DIAGNÓSTICO ELÉTRICO SENSORIAL NÃO INVASIVO EM INDIVÍDUOS COM DESORDENS NEUROLÓGICAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA .....	25
INTRODUÇÃO .....	25
MÉTODO.....	27
Desenho e registro do estudo .....	27
Estratégia de Busca .....	27
Seleção dos Estudos .....	27
Extração dos dados.....	28
Avaliação da qualidade metodológica dos estudos e das propriedades de medida.....	28
Avaliação da Viabilidade clínica .....	29
Síntese dos dados .....	29
Caracterização dos estudos .....	30
Avaliação da qualidade metodológica usando a taxonomia COSMIN .....	31
Qualidade da propriedade de medida usando os critérios do Terwee .....	31
Viabilidade Clínica.....	32
DISCUSSÃO .....	38
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
REFERÊNCIAS.....	42
ATIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O MESTRADO .....	49

APÊNDICE A: ESTRATEGIA DE BUSCA .....	50
APÊNDICE B: FICHA DE EXTRAÇÃO DOS DADOS .....	51
ANEXO 1: REGISTRO PROSPERO.....	52
ANEXO 2: COSMIM .....	53
ANEXO 3: CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS PROPRIEDADES DE MEDIDA.....	54

# 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

## 1.1 Neurofisiologia da função sensorial

A função sensorial se caracteriza como atividade neural originada de estimulação de células receptoras em partes específicas do corpo, que compreendem os cinco sentidos e uma complexidade de modalidades essenciais dentre essas, destacam-se a propriocepção, dor, prurido, temperatura; as sensações viscerais e os sentidos vestibulares (KANDEL *et al.*, 2014). Em cada um dos sistemas sensoriais, receptores localizados na pele ou nos músculos fornecem a primeira interpretação neural do ambiente externo que avança centralmente para regiões do encéfalo, por meio das vias sensoriais. As estruturas centrais modificam, organizam e processam os sinais sensoriais aferentes dando significado ao mundo exterior (PURVES *et al.*, 2010). As vias aferentes diferem significativamente em suas propriedades de resposta por fornecer sensações específicas. Cada sensação é mediada por diferentes classes de fibras nervosas e distintos diâmetros dos axônios e, que se relaciona com a presença ou não da bainha de mielina (FÉLIX; OLIVEIRA, 2010).

A função aferente do sistema sensorial depende da integridade de estruturas neurológicas centrais. Para a adequada identificação e extração das informações sensoriais relevantes de uma vasta gama de entradas simultâneas, as interações entre o córtex pré-frontal, o tálamo e o córtex sensorial primário são essenciais neste processo (GRIFFITH *et al.*, 2013). A inabilidade dessa identificação e extração se deve a algum dano neurológico que influenciará a capacidade sensorio-motora ou perceptiva (STAINES *et al.*, 2002).

As interações a nível de sistema nervoso central (SNC) se dão pelo início da atividade no receptor periférico direcionada e codificada na forma de impulsos elétricos (potenciais de ação), para o tálamo e depois para as diferentes áreas do córtex, para que então, percebamos os diversos estímulos externos presentes no ambiente ao nosso redor. Porém, a informação é modificada antes de ser transferida, visto que, a forma como é transmitida e o seu uso pelo sistema nervoso pode mudar consideravelmente, a depender de cada situação. Esse controle de modulação é realizado no tálamo, considerado como um sistema de filtragem dos estímulos periféricos (MAZAIIRA; FERNÁNDEZ, 2002).

A sensação modificada, seja por diminuição ou aumento de fenômenos sensoriais, pode ser manifestações precoces de neuropatias. As neuropatias são desordens habitualmente relacionadas a doenças sistêmicas ou próprias do sistema nervoso periférico (SNP), que podem relacionar-se a disfunções do SNC (DYCK *et al.*, 2013).

## **1.2. Déficit sensorial nas condições de saúde de origem periférica e central: quadro clínico**

A perda da função sensorial é comum entre adultos de meia idade e em aproximadamente 7% dos adultos de idade avançada com neuropatia periférica em todo o mundo, especialmente os acometidos com Diabetes Mellitus (DM). Embora existam muitas causas, incluindo ingestão de álcool, deficiência de vitamina B<sub>12</sub>, câncer, quimioterapia, doença renal crônica e paraproteinemias, a DM é a mais comum, sendo responsável por 32-44% dos pacientes com polineuropatia (LIPSITZ *et al.*, 2018).

A neuropatia periférica em decorrência da DM, também conhecida como neuropatia diabética (ND), possui quadro amplo e variado de manifestações clínicas e subclínicas caracterizadas por uma perda progressiva das fibras nervosas, afetando o sistema nervoso periférico, somático e autonômico. A polineuropatia simétrica distal constitui sua forma clínica mais frequente, apresentando-se geralmente de maneira assintomática (MILHOMEM, 2010; BRINATI *et al.*, 2017).

Os nervos periféricos possuem vascularização arterial por dois sistemas microvasculares: o endoneuro (intrínseco) e epineuro (extrínseco). Dessa forma, a fisiopatologia da ND se fundamenta no comprometimento das duas formas de suprimento sanguíneo pelo descontrole glicêmico crônico, levando a inúmeros episódios isquêmicos que resultam na morte celular gradativa de pequenas populações neuronais que integram estes nervos, até um ponto em que essa disfunção se manifeste clinicamente e de forma permanente (NUNES *et al.*, 2021; CARMICHAEL *et al.*, 2021).

Quando o indivíduo acometido por DM não tem a doença estabilizada, começam a surgir manifestações em decorrência da evolução da doença, predominando em muitos casos a ND. Nesses casos, os sintomas neuropáticos variam de sintomas dolorosos graves como sensações de queimação ou ardência, dores fortes e agudas, sensações alteradas e desconfortáveis de temperatura, parestesia e hiperestesia; além de sintomas leves como a diminuição da sensação dolorosa, fadiga e dormência (NASCIMENTO; PUPE; CAVALCANTI, 2016).

Os déficits sensoriais também podem ser observados nas disfunções do SNC, como no Acidente Vascular Cerebral (AVC). Déficit na detecção da sensação de toque, na propriocepção, na discriminação de dois pontos, estereognosia, cinestesia, grafestesia e até na percepção da dor, são comuns em indivíduos após o AVC (MEYER *et al.*, 2016). Além dessas, mudanças na qualidade da resposta sensoriais tais como percepção atrasada, incerteza de

respostas, mudanças nos limiares sensoriais, fadiga, tempo alterado para adaptação sensorial, persistência sensorial e natureza alterada da sensação também são identificados (DOYLE *et al.*, 2010). Tais déficits, juntos aos do controle de força estão presentes durante diferentes movimento do membro superior e inferior, tais como na preensão manual e limitação da marcha nos pós AVC, respectivamente. As estratégias de reabilitação devem estar diretamente relacionadas a avaliação das disfunções sensoriais, visto que, o comprometimento sensorial repercute desfavoravelmente na função motora, prologando o período de reabilitação (DIAS; ALFIERI; BATTISTELLA, 2019).

Funcionalmente, os problemas resultantes dos déficits sensoriais podem ser demonstrados na detecção prejudicada de informações sensoriais, limitação na execução de tarefas motoras que requerem informações somatossensoriais tais como: locomoção, equilíbrio e manipulação, influenciando fortemente a autonomia do paciente devido à diminuição da mobilidade e dependência funcional (GORST *et al.*, 2018; BAROHN; AMATO, 2013).

Condições de saúde que alteram o processo de recepção e transmissão de estímulos, prejudicando de forma significativa a qualidade da sensação percebida, trazem prejuízos diretos no padrão de comportamento do indivíduo ao meio externo. A maneira que o indivíduo se percebe e se comporta nas suas experiências cotidianas está diretamente influenciada a integridade de sua percepção sensorial, visto que, ela tem fundamental importância na interação e adaptação do ser humano ao ambiente inserido e seus contextos. Assim, mudanças na quantidade e qualidade dos estímulos percebidos, trazem características definidoras de alterações na percepção sensorial, dentre elas: mudança na acuidade sensorial, distorções sensoriais, concentração ineficaz, comunicação prejudicada e mudança na resposta usual aos estímulos (MILHOMEM, 2010; YU *et al.*, 2022).

Quando ocorre prejuízo na capacidade de detectar e processar dados sensoriais, o indivíduo terá dificuldade em explorar e se relacionar com seu ambiente (YEKUTIEL; GUTTMAN, 1993). O AVC provoca deficiências neurológicas centrais, tônus muscular anormal e fraqueza muscular nos membros paréticos, afetando a percepção dos músculos nos movimentos e o desempenho motor e funcional dos membros durante as atividades diárias (LIU *et al.*, 2021). Indivíduos acometidos de AVC que têm deficiências sensoriais não usam o membro afetado em seu potencial motor máximo. Além de que, o uso espontâneo do membro superior diminui significativamente quando o processamento sensorial cutâneo é prejudicado. A qualidade dos movimentos dos membros superiores também é prejudicada na presença de deficiências sensoriais (VAN DER LEE, *et al.*, 1999). Limitações na capacidade de caminhar

ao ar livre, nas reações de equilíbrio e ocorrência de maior número de quedas são dificuldades que sugerem a influência do comprometimento do sistema somatossensorial, no sentido do tato, posição e movimento corporal (GORST *et al.*, 2018).

### **1.3. Avaliação da função sensorial**

A identificação dos déficits sensitivos e sua adequada recuperação sensorial pós desordens neurológicas recebe menor relevância do que nos déficits motores (LIMA *et al.*, 2010). As possíveis razões podem ser em decorrência: 1) Formação dos profissionais de saúde insuficiente quanto aos procedimentos de avaliação das disfunções sensoriais; 2) Tempo insuficiente para as avaliações do tipo, gravidade e distribuições da perda sensorial no âmbito clínico; 3) Valores de referência dos meios de avaliação muitas vezes não são utilizados ou indisponíveis; 4) Técnicas padrão de avaliação normalmente não são utilizados; 5) A não utilização de testes de sensação quantitativa (QSTs) validados (DYCK *et al.*, 2013).

Instrumentos de medida e testes (SCALHA *et al.*, 2011) podem auxiliar os profissionais de saúde a identificar e avaliar o nível de envolvimento e de recuperação das funções sensorio-motoras para melhor estabelecimento de planejamento terapêutico adequado (FÉLIX; OLIVEIRA, 2010). Dentre os instrumentos de medida utilizados para avaliação da função sensorial em condições neurológicas de origem central, a Avaliação Sensorial de Nottingham (ASN) e o Protocolo de Desempenho Físico de *Fugl-Meyer* (FM) são comumente utilizadas no AVC. A ASN avalia a somatosensibilidade geral, nas seguintes modalidades sensoriais: sensação tátil, propriocepção consciente, estereognosia e discriminação de dois pontos por meio de quatro subescalas (SCALHA *et al.*, 2011). A FM é uma escala funcional cuja medida fornece uma descrição do desempenho geral dos indivíduos que se mostram com déficits sensitivos após o AVC. A FM avalia a recuperação sensorio-motora por meio das subescalas: função motora de extremidade superior, inferior, mobilidade passiva, dor, sensibilidade e equilíbrio. O domínio da sensibilidade da FM avalia a localização tátil e o sentido de movimento. (LA CONNELL; TYSON, 2011).

#### **1.3.1. Testes quantitativos sensoriais-QST**

Testes específicos que avaliam a integridade das fibras aferentes requerem estímulos apropriados para que se tenha compreensão dos mecanismos envolvidos em diferentes condições neurológicas. Nesse sentido, os QSTs podem ser instrumentos de identificação

desses processos neurais na medida em que constataam déficits somatossensoriais (ZICCARDI; HULLETT; GOMES, 2009).

Distintas modalidades de avaliação dos QSTs, como as térmicas, mecânicas, elétricas, dentre outras, podem ser mensuradas pela quantidade de estímulos necessários para detectar níveis de percepção sensorial ou pela intensidade do estímulo conforme descrita pelo paciente, de forma mecânica ou elétrica, gerando informações sobre a qualidade da função nervosa (KRAYCHETE; SAKATA, 2011).

No caso de estímulos mecânicos para avaliar a percepção do tato, as fibras nervosas envolvidas na excitação podem ter o limiar efetivamente testado por meio de monofilamentos. O estesiômetro contém seis monofilamentos de nylon coloridos, em que cada cor representa um limiar de sensibilidade. Essa avaliação pretende investigar o grau de sensibilidade cutânea em relação à percepção de forças aplicadas aos nervos sensíveis ao toque leve e à pressão sobre a pele do paciente (DIAS; ALFIERI; BATTISTELLA, 2019). Por ser um teste quantitativo, sua utilização garante sua aplicabilidade para detectar e acompanhar a evolução das lesões neurais. Dentre suas vantagens a reprodutibilidade se destaca, visto que quando utilizado corretamente, fornece resultados consistentes diante de um controle satisfatório sobre a força aplicada (SILVA *et al.*, 2020).

Dentre os testes de função sensorial por meio de estímulos elétricos, o teste de limiar de percepção de corrente, através da técnica denominada “*current perception threshold*” (CPT), vem se destacando por identificar o limiar mínimo detectável em resposta a estímulos quantitativos em receptores sensoriais na pele. A corrente elétrica não invasiva senoidal permite obter a seletividade na estimulação e quantificar a integridade funcional de fibras de grande e pequeno calibre. Assim, a determinação do limiar sensitivo (LS) é uma medida considerável para o estudo das vias sensoriais, visto que os métodos tradicionais (as escalas e teste de auto-relato) tem dificuldade em identificar o tipo de disfunção sensorial (GALVÃO *et al.*, 2005; MARTINS, 2013).

O CPT usa impulso elétrico indolor para estimular e medir a integridade funcional do nervo sensorial através da determinação da quantidade de corrente necessária para estimular uma sensação perceptível. O teste de CPT é neuroseletivo para as subpopulações de fibras nervosas sensoriais, e uma resposta sensorial distinta é evocada de cada frequência de CPT, correspondendo ao subtipo de fibra sensorial estimulada. A frequência necessária para despolarizar e causar um potencial de ação em um nervo depende do diâmetro da fibra. As grandes fibras mielinizadas A $\beta$  são estimuladas a 2.000 Hz, as pequenas fibras mielinizadas A $\delta$  são estimuladas a 250 Hz e as pequenas fibras C não mielinizadas são estimuladas a 5 Hz

(GRIFFITH *et al.*, 2013).

O LS se caracteriza pela menor quantidade de energia detectável pelo indivíduo, de acordo com frequências elétricas diferentes, possibilitando estimular fibras de calibres variados, e provocando sensações perceptivas distintas. O estímulo por corrente senoidal é aplicado através de eletrodos de superfície, posicionado sobre um determinado dermatomo, de um nervo que se busca avaliar. A ocorrência de déficits sensoriais que insultam as fibras nervosas, sem necessariamente causar comprometimento coincidente de todos os tipos, constitui-se a principal indicação clínica para aplicação de métodos que determinam o LS (SOUZA, 2016; MARTINS, 2013). Dessa forma, a capacidade de avaliação dos sistemas sensoriais, através de correntes senoidais de diferentes frequências, por meio do equipamento elétricos não invasivos, se faz presente na tomada de decisão clínica dos profissionais (ZICCARDDI *et al.*, 2012).

#### **1.4. Propriedades de medida**

O instrumento ideal para a avaliação da função sensorial deve responder às mudanças dessa função, facilidade no seu uso e fornecer estimativas precisas do limiar de sensibilidade após o estímulo elétrico. O método apropriado para medir o limiar de sensibilidade depende de fatores como concentração do indivíduo, tempo necessário de aplicação, a finalidade e a configuração em que será aplicado (MARTINS, 2013). Esses fatores podem interferir na medida e reforçam a necessidade de se identificar as características do equipamento, especialmente suas propriedades de medidas e a sua viabilidade de utilização.

Os aspectos de validade e confiabilidade são de extrema importância na utilização de um equipamento. A confiabilidade refere-se ao grau em que a medição está livre de erros de medição e contém as propriedades de medição consistência interna, confiabilidade e erro de medição. A validade diz respeito, ao grau de um equipamento medir exatamente o que se pretende medir, que contém as propriedades de medida validade de conteúdo (incluindo validade de face), validade de construto (incluindo validade estrutural, teste de hipóteses e validade/mensuração transcultural invariância) e validade de critério. Outro aspecto de qualidade de um equipamento é a Responsividade, refere-se à capacidade de uma medida de resultado em detectar mudanças ao longo do tempo no construto a ser medido (MOKKINK *et al.*, 2010b; PRINSEN *et al.*, 2016).

Além das propriedades de medida, a viabilidade clínica é outro elemento que se faz necessário de investigar. A viabilidade está inserida dentro do contexto da utilidade clínica e

representa os aspectos relacionados a facilidade de um equipamento ser inserido na prática clínica. Para investigar a viabilidade, as medidas usadas trazem referências sobre a facilidade de uso, necessidade de treinamento específico, custos, necessidade de supervisão para o uso e tempo para uso (TYSON; CONNELL, 2009; BRITO *et al.*, 2022). Dessa forma, as ferramentas clinicamente úteis precisam ser acessíveis, fáceis de administrar e se mostrarem compreensíveis independente da população investigada (TYSON; BROWN, 2014).

### **1.5 Avaliação da Qualidade Metodológica**

Diretrizes metodológicas tem sido frequentes na prática científica, com o objetivo de fornecer diretrizes para a execução e posterior análise dos dados obtidos nas pesquisas, a fim de proporcionar ao conhecimento científico estruturas organizadas e que sirvam de base para estudos posteriores. A padronização desta metodologia está sendo cada vez mais discutida e avaliada, contribuindo para a melhora da qualidade dos estudos publicados (ZOLTOWSKI *et al.*, 2014).

Dentre as formas de estudos científicos realizados a revisão de artigos é uma das práticas mais frequentes na literatura científica. Recentemente, vem se destacando o uso da técnica de revisão sistemática (RS) por desenvolver a pesquisa de maneira formal, organizada e controlada para avaliação e síntese de estudos em diversas áreas do conhecimento. Com isso, as RS fornecem informações com um viés de publicação mais controlado e se mostrando uma importante ferramenta para contribuir nas decisões intervenções em saúde (COSTA *et al.*, 2015).

As RS mesmo sendo uma técnica já consolidada, para ter sua validade assegurada, necessita garantir uma boa qualidade metodológica. As RS sobre estudos de propriedade de medida contam com o checklist do COSMIN (*CO*nsensus-*B*ased *S*tandards for the selection of *h*ealth status *M*easurement *I*Nstruments) e seu sistema de classificação de quatro pontos para identificar, analisar e sintetizar os dados, visando avaliar o risco de viés de estudos sobre propriedades de medida. Avaliar a qualidade metodológica dos estudos se faz necessário, porque a qualidade do estudo determina a confiabilidade dos resultados. Para além das apresentações formais, a qualidade metodológica de uma RS representa o quão bem ela foi conduzida, isto é, a sua validade interna (MOKKINK *et al.*, 2016).

### **1.6 Justificativa**

Dado o impacto do déficit sensorial na funcionalidade de pessoas com distintos diagnósticos neurológicos, faz-se necessário um adequado manejo dos procedimentos de avaliação de tal perda para estes indivíduos. Equipamentos de medição convenientes, de fácil acesso e precisos para identificar e monitorar as alterações sensoriais relacionadas a distúrbios sensoriais são fundamentais para a prática clínica. A análise das propriedades de medida de equipamentos que se destinam a essa finalidade ajudaria os profissionais a uma escolha consciente e no desenvolvimento de programas de reabilitação apropriados para melhorar a percepção sensorial e por consequência aprimorar o desempenho motor e funcional dos indivíduos avaliados.

A importância de investigar as propriedades de um equipamento é pelo apontamento de suas potencialidades e debilidades em medir uma variável em questão. Assim, buscamos investigar as propriedades de medida de equipamentos que avaliam alterações sensoriais em diferentes condições de saúde neurológica. Estudos com boa qualidade metodológica concede evidências de como todos esses fatores foram abordados, auxiliando o pesquisador a decidir na aplicação ou não dos resultados fornecidos em sua área de pesquisa ou na prática clínica (DINI *et al.*, 2014). Por tudo exposto, revisões sistemáticas que investiguem as propriedades de medida de equipamentos de diagnóstico elétrico não invasivo em indivíduos com diferentes condições de saúde neurológicas, e sua viabilidade clínica na prática do profissional se fazem necessárias.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Sumarizar as propriedades de medidas e a viabilidade clínica dos equipamentos de diagnósticos elétricos sensoriais não invasivos em indivíduos com condições de saúde neurológicas e determinar a qualidade metodológica dos estudos e das propriedades de medida.

### **2.2 Específicos**

Realizar uma revisão da literatura sobre as propriedades de medidas dos equipamentos de diagnóstico elétrico sensorial não invasivo investigados no estudo;

Investigar a qualidade metodológica dos estudos metodológicos;

Identificar e avaliar as propriedades de medida dos equipamentos de diagnóstico elétrico sensorial não invasivo;

Fornecer evidências sobre a qualidade das propriedades de medida e da viabilidade clínica dos equipamentos de diagnóstico elétrico sensorial não invasivo.

**PRODUTO: PROPRIEDADES DE MEDIDA E VIABILIDADE DOS  
EQUIPAMENTOS DE DIAGNÓSTICO ELÉTRICO SENSORIAL NÃO INVASIVO  
EM INDIVÍDUOS COM DESORDENS NEUROLÓGICAS: UMA REVISÃO  
SISTEMÁTICA**

## **INTRODUÇÃO**

A função sensorial se caracteriza como atividade neural originada de estimulação de células receptoras em partes específicas do corpo (KANDEL *et al.*, 2014). A sensação modificada, seja por diminuição ou aumento de fenômenos sensoriais, pode ser manifestações precoces de neuropatias. As neuropatias são desordens habitualmente relacionadas a doenças sistêmicas ou próprias do sistema nervoso periférico (SNP), como: a Diabetes Mellitus (DM) e podem relacionar-se a disfunções do sistema nervoso central (SNC), como: o Acidente Vascular Cerebral (AVC) (DYCK *et al.*, 2013).

Prejuízos na capacidade de detectar e processar dados sensoriais pode interferir na capacidade muscular de indivíduos pós AVC de explorar e se relacionar com seu ambiente (YEKUTIEL; GUTTMAN, 1993). Limitações na capacidade de caminhar ao ar livre, nas reações de equilíbrio e ocorrência de maior número de quedas são dificuldades que sugerem a influência do comprometimento do sistema somatossensorial, no sentido do tato, posição e movimento corporal (GORST *et al.*, 2018). Quando o indivíduo acometido por DM não tem a doença estabilizada, começam a surgir manifestações em decorrência da evolução da doença. Nesses casos, os sintomas neuropáticos variam de sintomas dolorosos graves como sensações de queimação ou ardência, dores fortes e agudas, sensações alteradas e desconfortáveis de temperatura, parestesia e hiperestesia; além de sintomas leves como a diminuição da sensação dolorosa, fadiga e dormência, interferindo diretamente no desempenho funcional (NASCIMENTO; PUPE; CAVALCANTI, 2016).

A maneira que o indivíduo se percebe e se comporta nas suas experiências cotidianas está diretamente influenciada a integridade de sua percepção sensorial, visto que, ela tem fundamental importância na interação e adaptação do ser humano ao ambiente inserido e seus contextos. Assim, mudanças na quantidade e qualidade dos estímulos percebidos, trazem características definidoras de alterações na percepção sensorial, dentre elas: mudança na acuidade sensorial, distorções sensoriais, concentração ineficaz, comunicação prejudicada e mudança na resposta usual aos estímulos (MILHOMEM, 2010; YU *et al.*, 2022). Funcionalmente, os problemas resultantes dos déficits sensoriais podem ser demonstrados na

detecção prejudicada de informações sensoriais, limitação na execução de tarefas motoras que requerem informações somatossensoriais tais como: locomoção, equilíbrio e manipulação influenciando fortemente a autonomia do paciente devido à diminuição da mobilidade e dependência funcional (GORST *et al.*, 2018; BAROHN; AMATO, 2013).

Embora a identificação dos déficits sensoriais seja importante para a funcionalidade, a sua adequada investigação e esforços para recuperação sensorial pós desordens neurológicas recebe menor relevância que a reabilitação motora (LIMA *et al.*, 2010). Testes específicos que avaliam a integridade das fibras aferentes requerem estímulos próprios para melhor compreensão dos mecanismos envolvidos em diferentes condições neurológicas. Nesse sentido, testes quantitativos sensoriais (QST) mensuram a quantidade de estímulos necessários para detectar níveis de percepção sensorial, gerando informações sobre a qualidade da função nervosa de forma mecânica ou elétrica (ZICCARDI; HULLETT; GOMES, 2009; KRAYCHETE; SAKATA, 2011).

A corrente elétrica não invasiva senoidal permite obter a seletividade na estimulação e quantificar a integridade funcional de fibras de grande e pequeno calibre, determinando o limiar sensitivo (LS) (GALVÃO *et al.*, 2005). O LS se caracteriza pela menor quantidade de energia detectável pelo indivíduo, de acordo com frequências elétricas diferentes, possibilitando estimular fibras de calibres variados, e provocando sensações perceptivas distintas. Dessa forma, a capacidade de avaliação dos sistemas sensoriais, através de correntes senoidais de diferentes frequências, por meio do equipamento elétricos não invasivos, se faz presente na tomada de decisão clínica dos profissionais (ZICCARDI *et al.*, 2012).

O equipamento ideal para a avaliação da função sensorial deve responder às mudanças dessa função, facilidade no seu uso e fornecer estimativas precisas do limiar de sensibilidade após o estímulo elétrico (GALVÃO *et al.*, 2005). O método apropriado para medir o limiar de sensibilidade depende de fatores como concentração do indivíduo, tempo necessário de aplicação, a finalidade e a configuração em que será aplicado (MARTINS, 2013). Esses fatores podem interferir na medida e reforçam a necessidade de se identificar as características do equipamento, especialmente suas propriedades de medidas e a sua viabilidade de utilização.

Dado o impacto do déficit sensorial na funcionalidade de pessoas com distintos diagnósticos neurológicos, faz-se necessário o uso de ferramentas de medição convenientes, de fácil acesso, de adequada validade, confiabilidade e responsividade para monitorar perdas sensoriais relacionadas a distúrbios sensoriais. A importância de investigar as propriedades de medida de um equipamento é pelo apontamento de suas potencialidades e debilidades em medir uma variável em questão. Estudos com boa qualidade metodológica concedam

evidências de como todos esses fatores foram abordados, auxiliando o pesquisador a decidir na aplicação ou não dos resultados fornecidos em sua área de pesquisa ou na prática clínica (DINI *et al.*, 2014). Portanto, o objetivo do presente estudo foi sumarizar as propriedades de medidas e a viabilidade clínica dos equipamentos de diagnósticos elétricos sensoriais não invasivos em indivíduos com condições de saúde neurológicas e determinar a qualidade metodológica dos estudos e das propriedades de medida.

## **MÉTODO**

### **Desenho e registro do estudo**

Trata-se de uma revisão sistemática que seguiu o *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Protocols (PRISMA-P) statement e o the PRISMA-P checklist* (PAGE *et al.*, 2021). Essa revisão foi registrada no Registro Prospectivo Internacional de Revisões Sistemáticas (PROSPERO) em 28 de agosto de 2020, tendo como número de registro: CRD42020201819 (Anexo 1).

### **Estratégia de Busca**

Uma busca foi realizada nas bases de dados: *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online - MEDLINE* (via Pubmed), no banco de dados *Excerpta Medica Database - EMBASE*, *Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature - CINAHL*, *Expertly curated abstract & citation database - SCOPUS* e *WEB of SCIENCE (WoS)* na data de 23/11/2021. Buscas manuais nas referências dos estudos incluídos ou de artigos relevantes para a pesquisa também foram realizadas.

A estratégia de busca foi desenvolvida por um pesquisador experiente e estabelecida para a base de dados MEDLINE, sendo adaptada para as outras bases de dados. A estratégia de busca foi composta pela combinação de termos referente aos diagnósticos elétricos sensoriais não invasivos e as propriedades de medida (Apêndice A).

### **Seleção dos Estudos**

Após a busca nas bases de dados, dois revisores (CN) e (MC) analisaram independentemente os títulos e resumos dos artigos identificados das buscas eletrônicas para a

elegibilidade, seguidos da exclusão das duplicatas. Em seguida, a seleção do texto completo dos artigos restantes foi revisada para a triagem pelos critérios de elegibilidade. Discordâncias entre os revisores foram resolvidas por consenso ou pela decisão de um terceiro revisor independente (LL). A seleção foi realizada cegando os autores e o jornal.

### **Extração dos dados**

Os dados sobre as características da população, operacionalização dos equipamentos (correntes utilizadas, contexto de aplicação, comparações, efeitos adversos, valores de referência e as propriedades de medida) de todos os estudos incluídos foram extraídos pelos dois revisores independentes (CF) e (MC) e resumidos em tabelas. Tais informações encontram-se no apêndice B e foram utilizadas para análise da qualidade metodológica dos estudos. Os resultados encontrados nos estudos também foram extraídos pelos dois examinadores independentes e sumarizados com o objetivo de classificação das estimativas das propriedades de medida para os equipamentos.

### **Avaliação da qualidade metodológica dos estudos e das propriedades de medida**

Para determinar a qualidade metodológica dos estudos incluídos foi utilizado o consenso para a seleção de equipamentos sobre propriedades de medida - COSMIN (*COnsensus-based Standards for the selection of health Measurement Instruments*) (MOKKINK *et al.*, 2017) (Anexo 2). Essa ferramenta contém padrões referentes a requisitos de projeto e métodos estatísticos preferidos de estudos sobre propriedades de medida. Na presente revisão, tivemos particular interesse na confiabilidade, erro de medida, validade e responsividade dos equipamentos.

Para cada propriedade de medida, existe uma caixa COSMIN contendo todos os padrões necessários para avaliar a qualidade de um estudo sobre aquela propriedade de medida específica (MOKKINK *et al.*, 2010a; SCHELLINGERHOUT *et al.*, 2011). O COSMIN utiliza o sistema de classificação, em quatro opções de resposta (Muito bom, adequado, duvidoso ou de qualidade inadequada) sendo a classificação geral da qualidade de cada estudo determinada pela classificação mais baixa de qualquer padrão na caixa, usando o princípio de “pior pontuação” (MOKKINK *et al.*, 2018; PRINSEN *et al.*, 2018).

Para avaliação da qualidade das propriedades de medida, os critérios propostos por Terwee *et al.*, (2007) foram utilizados, classificando os dados dos estudos incluídos sobre as

propriedades de medidas, em: positivos (+), negativos (-) ou indeterminados (?). A identificação depende diretamente da presença ou ausência de todos os itens relevantes sobre as propriedades de medida estarem devidamente elucidados no estudo de acordo com os dois revisores independentes com as discordâncias resolvidas por consenso ou pela decisão de um terceiro revisor independente.

### **Avaliação da Viabilidade clínica**

A viabilidade clínica pertence a avaliação da utilidade clínica de um instrumento. A utilidade clínica tem como finalidade: identificar formas simples de utilização, que tornam um determinado instrumento acessível e facilmente aplicável na prática clínica, pela habilidade do instrumento de ser breve, fácil de ser entendido, aplicável e pontuado (TYSON; CONNELL, 2009), esses critérios foram traduzidos e adaptados por Brito *et al.*, (2022). Para a análise da viabilidade, informações dos artigos selecionados referentes aos fatores que podem interferir no uso do equipamento na prática clínica tais como o tempo de administração, análise e interpretação do instrumento; custo; necessidade de treinamento especializado para utilização foram obtidos.

### **Síntese dos dados**

Após a extração dos dados pelos dois revisores independentes e discordâncias entre os revisores foram resolvidas por consenso ou pela decisão de um terceiro revisor independente, uma síntese narrativa foi produzida seguindo uma abordagem sistemática. As informações foram apresentadas através de textos e tabelas para sintetizar e explorar os resultados dos estudos, além das características metodológicas dos equipamentos de diagnóstico elétrico sensorial não invasivos empregados para orientar deficiências sensoriais em indivíduos com doenças neurológicas. Informações sobre viabilidade clínica dos estudos incluídos também foram investigadas. As medidas investigadas semelhantes foram agrupadas para melhor compreensão dos estudos e as referências de todos os estudos foram citadas.

## **RESULTADOS**

Após a busca eletrônica, foram identificados um total de 856 artigos (104 eram

duplicatas) e após a seleção inicial de acordo com os triagem de títulos e resumos, 9 artigos foram potencialmente elegíveis. Após leitura do texto completo, 8 artigos (Lecybyl *et al.*, 2010; Griffith *et al.*, 2013; Kong *et al.*, 2006; Saito *et al.*, 2019; Nishimura *et al.*, 2003; Macklin *et al.*, 2015; Vinik *et al.*, 1995; Tack *et al.*, 1994) atenderam aos critérios de inclusão, sendo 2 artigos incluídos por busca manual das referências dos artigos encontrados para análise. A Figura 1 mostra o fluxo de inclusão de artigos ao longo de cada etapa.

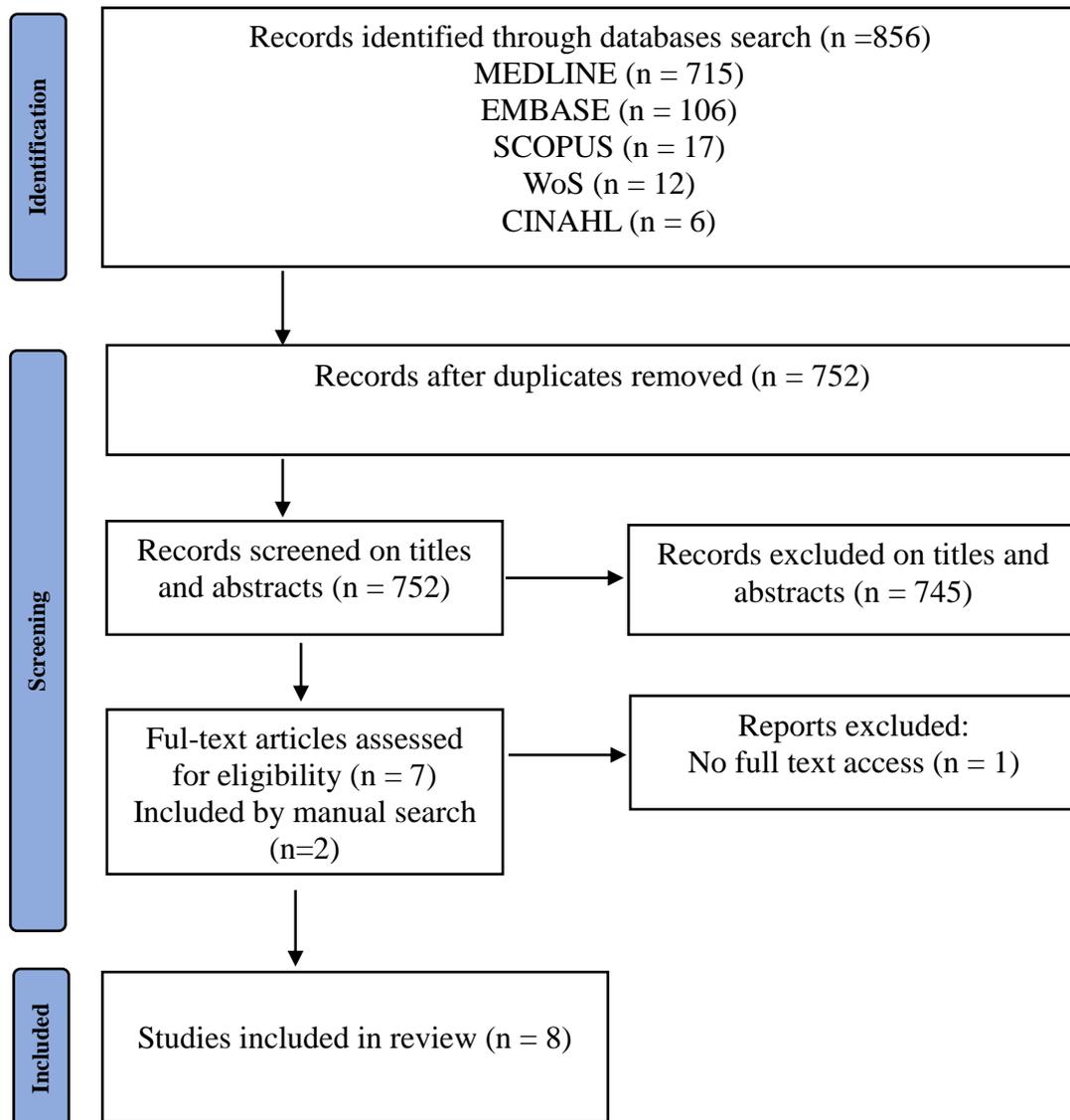


Figura 1: Fluxograma de busca e inclusão de artigos.

### Caracterização dos estudos

Os oito estudos incluídos envolveram 387 participantes com idade entre 18 e 71 anos e diferentes condições de saúde neurológicas, tais como Dor lombo-sacral crônica com

características neuropáticas radiculares, lesão medular, neuropatia induzida por quimioterapia e diabética. O tipo de diagnóstico elétrico sensorial predominante encontrado foi o CPT e as frequências de correntes elétricas mais utilizadas foram 5 Hz, 250 Hz e 2000 Hz. Apenas um artigo (Lecybyl *et al.*, 2010), descreveu informações sobre a ocorrência de eventos adversos. Informações sobre os equipamentos de diagnóstico elétrico sensorial estão descritas na Tabela 1. A Tabela 2 apresenta as características dos estudos bem como as propriedades de medida e os resultados dos estudos incluídos.

### **Avaliação da qualidade metodológica usando a taxonomia COSMIN**

A qualidade metodológica dos estudos incluídos variou de “Adequado” a “Duvidoso”, com base nos escores do COSMIN (Tabela 3). Quatro estudos analisaram a confiabilidade e todos se mostraram “Adequado” quanto a qualidade metodológica em investigações de indivíduos com Dor lombo-sacral crônica com características neuropáticas radiculares; indivíduos com sintomas neurológicos de membros superiores ou pescoço; com LM cervical incompleta crônica e em população de diabéticos com neuropatia. A Validade foi avaliada em 5 estudos, sendo a validade de construto (Teste de hipóteses) a propriedade de medida mais investigada. Em dois deles a qualidade metodológica foi “Adequado”, nas seguintes populações: Diagnóstico de tumor sólido com consequências neurológicas após quimioterapia e sintomas neurológicos de membros superiores ou pescoço e “Duvidoso” em três populações, das quais apresentaram diagnóstico de câncer com consequências neurológicas após quimioterapia, diagnóstico de STC e em diabéticos com neuropatia. As propriedades de medida: erro de medida e responsividade, não foram investigadas pelos estudos selecionados.

### **Qualidade da propriedade de medida usando os critérios do Terwee**

Com base nos critérios do Terwee *et al.*, 2007, cinco estudos sobre validade de constructo (Teste de hipóteses) foram classificados como indeterminados (?) devido às ausências de informações suficientes disponíveis nos estudos. A Classificação suficiente (+) foi identificada nos quatro estudos que investigaram a confiabilidade.

Através da avaliação da qualidade metodológica podemos destacar três equipamentos potencialmente mais adequados, que avaliaram: a tolerabilidade de dor e sensibilização em população com dor lombo sacral crônica com características neuropáticas radiculares (LECYBYL *et al.*, 2010); o limiar perceptivo elétrico em pacientes com LM cervical

incompleta crônica (MACKLIN *et al.*, 2015); o limiar de percepção de corrente em pacientes diabéticos com neuropatia (VINIK *et al.*, 1995).

### **Viabilidade Clínica**

Não foram encontrados dados suficientes que fornecessem informações sobre a viabilidade clínica dos equipamentos utilizados nos 8 estudos incluídos, dado esse sem uma análise satisfatória na pesquisa.

Tabela 1: Descrição dos tipos de diagnósticos elétricos sensoriais não invasivos, desfechos do equipamento e parâmetros de estimulação.

<b>Referências</b>	<b>Diagnósticos elétricos sensoriais não invasivos</b>	<b>Desfecho</b>	<b>Parâmetros de estimulação (Corrente, frequência e intensidade)</b>
Lecybyl <i>et al.</i> , 2010	Estimulador elétrico de dor de alta voltagem (HV-1)	Tolerabilidade de dor e sensibilização	Corrente: NR Frequência: 2Hz Intensidade: NR
Griffith <i>et al.</i> , 2013	<i>Neurometer (Neurotron, Inc., Baltimore, MD)</i>	Limiar de percepção de corrente	Corrente: NR Frequências: 2.000, 250 e 5Hz. Intensidade: 0,001 a 9,99mA.
Kong <i>et al.</i> , 2006	<i>NC-stat (NEUROMetrix Inc., Waltham, MA)</i>	Nível de estimulação supra máximo para componentes motores e sensoriais.	Corrente: NR Frequências: 175 Hz e 3 kHz Intensidade: 10-100 mA/duração:200 ms
Saito <i>et al.</i> , 2019	<i>PainVision (PV) OS-2100</i>	Limiar de percepção de corrente	Corrente: pulsos 0,3 ms de largura Frequências: 50 Hz Intensidade: NR
Nishimura <i>et al.</i> , 2003	<i>Neurometer (Neurotron, Inc., Baltimore, MD)</i>	Limiar de percepção de corrente	Corrente: NR Frequências: 2.000, 250 e 5 Hz. Intensidade: 0,001 a 9,99 mA.
Macklin <i>et al.</i> , 2015	<i>Digitimer Ltd, Hertfordshire, Reino Unido</i>	Limiar perceptivo elétrico	Corrente: onda quadrada de corrente constante (largura de pulso 0,5 ms); Frequência: 3 Hz; Intensidade: 0,1 a 10 mA.
Vinik <i>et al.</i> , 1995.	<i>Neurometer (Neurotron, Inc., Baltimore, MD)</i>	Limiar de percepção de corrente	Corrente: curva alternada sinusoidal graduada, Frequências: 2.000, 250 e 5 Hz; Intensidade: 0,001 a 9,99 mA.
Tack <i>et al.</i> , 1994	<i>Neurometer, Minlmed Technologies, Sylmar, CA, EUA</i>	Limiar de percepção de corrente	Corrente: NR Frequências: 2.000, 250 e 5 Hz. Intensidade: 0,001 a 9,99 mA.

NR: Não Reportado  
Fonte: Próprios Autores

Tabela 2: Características dos estudos e as propriedades de medida de diagnósticos elétricos sensoriais não invasivos empregados para avaliar deficiências sensoriais em indivíduos com condições de saúde neurológicas.

Equipamento	Referências	População do Estudo	Propriedades de Medida	Resultados
Estimulador elétrico de dor de alta voltagem (HV-1)	Lecybyl <i>et al.</i> , 2010	1) n= 16; Sexo: 16 (100% homem); Idade (anos): 42,6 (39-66); Dor lombo sacral crônica com características neuropáticas radiculares; 2) n=16; Sexo: 16 (100% homem); Idade (anos): 27,8 (22-38); Voluntários assintomáticos	Confiabilidade: Intra-examinador	Pain score (NRS): ICC= 0.8; 95% CI lower: 2,63; 95%; CI upper: 3.09. Pain score (VAS): ICC= 0.6; 95% CI lower: 26.33; 95% CI upper: 34.87. Hyperalgesia diameter (195 mN Von Frey hair -cm): ICC= 0.9; 95% CI lower: 8.91; 95% CI upper: 10.85. Allodynia diameter (coton bud - cm): ICC= 0.8; 95% CI lower: 8.66; 95% CI upper: 11.58. Flare diameter (cm): ICC= 0.5; 95% CI lower: 5.41; 95% CI upper: 7.49.
<i>Neurometer (Neurotron, Inc., Baltimore, MD)</i>	Griffith <i>et al.</i> , 2013	n=29; Sexo n=15 (51,7% homem); Idade (anos): 56, 7 ± 10,4; Tumor (com comprometimento neurológico pós quimioterapia)	Validade de constructo: Teste de hipóteses	Correlação entre: CPT 5Hz e frio: (b=-2.5, 95%CI: (-4.5, -0.5); p=0,015 CPT 2000Hz e frio: (b=-7.5, 95%CI: (-11.8, -3.3); p=<0,001 CPT 2000Hz e reflexos tendinosos profundos: (b=-52.8, 95%CI: (-94.6, -10.9); p=0,014 CPT 2000 Hz e total FACT&GOG: [b=-1.8; 95%CI: (-3.5, -0.05)]; p=0,044 CPT 2000 Hz e <i>ntx</i> neurotoxicity: [(b= -5.4, 95%CI: (-9.8, -0.9)]; p=0,019 CPT 2000 Hz e <i>toi</i> function subscales: [b=-2.2, 95%CI: (-4.2, -0.2)]; p=0,035 CPT 2000Hz e NCI-CTCAE V3.0: [b=37.5, 95%CI: (1.4, 73.6)]; p=0,042 CPT em cada frequência e NPIQ: (2000 Hz, p=0,80; 250 Hz, p=0,76; 5 Hz, p=0,15)
<i>NC-stat (NEUROMetrix Inc., Waltham, MA)</i>	Kong <i>et al.</i> , 2006	n=60; Sexo: n=30 (50% homem); Idade (anos): 51,1 ± 15,9; Sintomas neurológicos de membros superiores ou pescoço	Confiabilidade: Intra-examinador Validade de constructo: Teste de hipóteses	Confiabilidade NC-stat: - DSL Ulnar: ICC= 0,69 (IC 95% - 0,59-0,78); p=0,70; - DSL Mediano: ICC= 0,91 (IC 95% - 0,86-0,94); p=0,91; As medidas de NC-stat e de referência para MUD: ICC= 0,87 Estatística Kappa: 0,80  Validade NC-stat: - DSL Ulnar: t-teste: <0.001; Pearson: 0,70 - DSL Mediano: <0.001; Pearson: 0,91
<i>PainVision OS-</i>	Saito <i>et al.</i> ,	n=30 (100% do sexo	Validade de constructo:	Correlação entre PainVision e NCI-CTCAE versão 4.0:

2100	2019	feminino); Idade (anos): 51,6±12,2; Câncer (com comprometimento neurológico pós quimioterapia)	Teste de hipóteses	- <u>Lado ulnar do antebraço direito</u> : Não Ajustado: p=0,021. Ajustado por idade: p= 0,019. - <u>Lado ulnar do antebraço esquerdo</u> : Não Ajustado: p=0,982. Ajustado por idade: p=0,968.
<i>Neurometer (Neurotron, Inc., Baltimore, MD)</i>	Nishimura <i>et al.</i> , 2003	1) n=71; Sexo: n=9 (12,6% homem); Idade (anos): 60±11,8; STC 2) n=50; Sexo: n=9 (18% homem) Idade (anos): 58,1±10,2; Indivíduos assintomáticos	Validade de construto: Teste de hipóteses	- 61 mãos STC (59,8%) apresentaram alterações na análise de alcance: IF2000 – 55 mãos (53,9%) IF250 – 34 mãos (33,3%) IF5 – 24 mãos (23,5%) - Nove mãos STC (8,8%) apresentaram alterações na análise da razão intra-sítio: IF2000/IF250 – duas mãos (2,0%), IF2000/IF5 – duas mãos (2,0%) IF 250/IF5 – sete mãos (6,9%) - 45 mãos STC (44,1%) apresentaram anormalidades na relação entre locais análise. IF2000/LF2000 – 40 mãos (39,2%) IF250/LF250 – 15 mãos (14,7%) IF5/LF5 – 9 mãos (8,8%)
<i>Digitimer Ltd, Hertfordshire, Reino Unido</i>	Macklin <i>et al.</i> , 2015	1) n=17; Sexo: n (88,2% homem); Idade (anos): 52,5 ± 15,1; LM cervical incompleta crônica; Tempo de diagnóstico: ≥1 ano2) n=32 grupo controle: Sexo: n (5,8% homem); Idade (anos): 46,1 ± 20,1	Confiabilidade: teste-reteste Validade de construto: Teste de hipóteses	CPT: ICC = 0,92, CI 95% = 0,85–0,96.  Correlações: EPT e ISNCSCI (r =-0,73, p= <0,001) EPT e o tempo pós LM (r = -0,52, p=0,04)
<i>Neurometer (Neurotron, Inc., Baltimore, MD)</i>	Vinik <i>et al.</i> , 1995	1) n=81; Sexo: n=43 (53% homem); Idade (anos): 53 ± 3,6; Diabetes Mellitus. 2) n= 32; Sexo: n=17 (53,1% homem); Idade (anos): 33 ± 3,2); Indivíduos controle não diabéticos	Confiabilidade: teste-reteste Validade de construto: Teste de hipóteses	Frequência: 2000 Hz – Kappa: 0,63 Frequência: 250 Hz – Kappa: 0,74 Frequência: 5 Hz – Kappa: 0,68  Correlações: CPT 5Hz e Warm: r= 0.49/ p=<0.001 CPT 5Hz e Cold: r= 0,56/ p=<0.001 CPT 5Hz e Vibration: r= 0,54 / p=<0.001 CPT 5Hz e Pressure: r= 0.60/ p=<0.001 CPT 250Hz e Warm: r= 0.49/ p=<0.001 CPT 250Hz e Cold: r= 0.52/ p=<0.001

				CPT 250Hz e Vibration: $r = 0.51 / p < 0.001$ CPT 250Hz e Pressure: $r = 0.64 / p < 0.001$ CPT 2000Hz e Warm: $r = 0.46 / p < 0.01$ CPT 2000Hz e Cold: $r = 0.53 / p < 0.001$ CPT 2000Hz e Vibration: $r = 0.55 / p < 0.001$ CPT 2000Hz e Pressure: $r = 0.73 / p < 0.001$
<i>Neurometer, Minlmed Technologies, Sylmar, CA, EUA</i>	Tack <i>et al.</i> , 1994	1) $n = 33$ ; Sexo: $n = 18$ (54,5% homem); Idade (anos): $33,1 \pm 14,2$ ; Controles saudáveis (H) 2) $n = 23$ ; Sexo: $n = 10$ (43,4% homem); Idade (anos): $32,6 \pm 14,4$ ; Pacientes diabéticos sem neuropatia (DN <sup>-</sup> ) 3) $n = 22$ ; Sexo: $n$ (45,5% homem); Idade (anos): $53,2 \pm 12,9$ ; Pacientes com diabetes e neuropatia diabética (DN <sup>+</sup> ) 4) $n = 38$ ; Sexo: $n$ (57,8% homem); Idade (anos): $44,3 \pm 12,6$ ; Pacientes diabéticos com DM $\geq 20$ anos (D20)	Validade de construto:  Teste de hipóteses	CPT 2.000 Hz e VPT ( $r = 0,61, p < 0,05$ ) – Grupo (DN +) CPT 2.000 Hz e VPT ( $r = 0,52, p < 0,01$ ) – Grupo (DN20) CPT 250 Hz e VPT ( $r = 0,52, p < 0,01$ ) - Grupo (DN20) CPT 5 Hz e VPT ( $r = 0,56, p < 0,002$ ) – Grupo (DN20) CPT 2.000 Hz e Disability score ( $r = 0,68, p < 0,002$ ) – Grupo (DN20) CPT 250 Hz e Disability score ( $r = 0,58, p < 0,002$ ) – Grupo (DN20) CPT 5 Hz e Disability score ( $r = 0,53, p < 0,01$ ) - Grupo (DN20)

NRS: Escala de estimativa numérica da dor; VAS: Escala visual analógica da dor; CI: Intervalo de confiança; NR: Não reportado; CPT: *Current perception threshold*; FACT&GOG: *Functional Assessment of Cancer Therapy - Gynecologic Oncology Group*; NTX: Subescala de neurotoxicidade; TOI: *Trial Outcome Index*; NCI-CTCAE versão 4.0: Critérios de terminologia comum para eventos adversos; LM: Lesão Medular; NPIQ: Neuropatia induzida por quimioterapia; DSL: Latência Sensorial Distal; MUD: Diferença de latência distal mediana-ulnar; STC: Síndrome do túnel do carpo; IF: Dedo Indicador; LF: Dedo Mínimo; EPT: Exame do limiar perceptivo elétrico; ISNCSCI: Classificação neurológica de lesão medular; VPT: limiar de percepção vibratória

Fonte: Próprio Autores

Tabela 3: Qualidade metodológica dos estudos usando o check list COSMIN (Muito bom, adequado, duvidoso, inadequado) e a qualidade dos resultados das propriedades de medida com base nos critérios de Terwee (+, -, ?).

REFERÊNCIAS	POPULAÇÃO INVESTIGADA	PROPRIEDADES DE MEDIDA			
		CONFIABILIDADE		VALIDADE	
		CONFIABILIDADE	ERRO DE MEDIÇÃO	VALIDADE DE CONSTRUTO	RESPONSIVIDADE
Lecybyl <i>et al.</i> , 2010	Dor lombo sacral crônica com características neuropáticas radiculares	ADEQUADO / +	NT	NT	NT
Griffith <i>et al.</i> , 2013	Diagnostico de tumor sólido com consequências neurológicas após quimioterapia	NT	NT	ADEQUADO / ?	NT
Kong <i>et al.</i> , 2006	Sintomas neurológicos de membros superiores ou pescoço	ADEQUADO / +	NT	ADEQUADO / ?	NT
Saito <i>et al.</i> , 2019	Diagnóstico de câncer com consequências neurológicas após quimioterapia	NT	NT	DUVIDOSO / ?	NT
Nishimura <i>et al.</i> , 2003	Diagnóstico de STC	NT	NT	DUVIDOSO / ?	NT
Macklin <i>et al.</i> , 2015	LM cervical incompleta crônica	ADEQUADO / +	NT	NT	NT
Vinik <i>et al.</i> , 1995	Pacientes diabéticos com neuropatia	ADEQUADO / +	NT	NT	NT
Tack <i>et al.</i> , 1994	Pacientes diabéticos com neuropatia	NT	NT	DUVIDOSO / ?	NT

Legenda: positivos (+), negativos (-) ou indeterminados (?); STC: Síndrome do túnel do carpo; LM: Lesão Medular

NT: Não Testado

Fonte: Próprio Autores

## DISCUSSÃO

O presente estudo é a primeira revisão sistemática a sumarizar as propriedades de medidas e a viabilidade clínica dos equipamentos de diagnósticos elétricos sensoriais não invasivos em indivíduos com condições de saúde neurológicas e determinar a qualidade metodológica dos estudos e das propriedades de medida. Os oito estudos incluídos que investigaram as propriedades de medida de equipamentos de diagnóstico elétrico sensorial não invasivo em indivíduos com distúrbios neurológicos demonstraram qualidade metodológica que variou de “adequado a duvidoso”. Em relação a qualidade das propriedades de medida, os estudos que investigaram a confiabilidade apresentaram qualidade metodológica adequada. A Classificação suficiente (+) foi identificada nos quatro estudos que investigaram a confiabilidade". As únicas propriedades de medida investigadas foram a confiabilidade e a validade de constructo.

A validade refere-se ao grau em que uma medida de resultado mede o construto que pretende medir (MOKKINK *et al.*, 2010b). No estudo a propriedade validade de constructo foi examinada principalmente por meio do teste de hipóteses. No entanto, todos os estudos mostraram que a qualidade dessa propriedade foi “indeterminada”, pois os resultados encontrados não estão de acordo com as hipóteses apresentadas. A qualidade metodológica dos cinco estudos que investigaram a validade de constructo variou de “adequado a duvidoso”. Esses resultados foram justificados pela não realização de métodos estatísticos apropriados, além da falta de informações metodológicas relevantes para a compreensão do estudo.

A qualidade metodológica dos estudos que investigaram a confiabilidade se mostraram “adequado”. Todos os quatro estudos mostraram resultados “positivos” sobre a qualidade metodológica dessa propriedade de medida, pois respondem ao critério de avaliação que é trazer em seus dados valores de ICC ou Kappa ponderado  $\geq 0,70$ , de acordo com o tipo da variável. A confiabilidade é essencial em qualquer equipamento de medida clínica, pois mostra que a mudança ocorrida se dá em decorrência da variabilidade do indivíduo e não ao erro (PRINSEN *et al.*, 2016). Nenhuma outra propriedade foi identificada nos estudos incluídos. Mesmo sendo inserido na confiabilidade, o erro de medida não foi investigado nos estudos incluídos. O erro de medida faz referência aos erros aleatórios e sistemáticos que não se adequam as mudanças reais do constructo que está sendo medido. É fundamental que todo teste e/ou equipamento utilizado nas pesquisas científicas sejam capazes de detectar tais erros. A responsividade é a propriedade que tem a finalidade de determinar a capacidade de detectar

mudanças ao longo do tempo no constructo a ser medido, como por exemplo, avaliar mudanças na capacidade sensorial do indivíduo. Dessa forma, essas propriedades são importantes e auxiliam nas tomadas de decisão da prática clínica (MOKKINK *et al.*, 2017; PRINSEN *et al.*, 2018).

Ainda que nenhum dos equipamentos investigados quanto a sua propriedade de medida tenha apresentado forte evidência para robustez de suas propriedades, destacamos três equipamentos potencialmente mais adequados, que avaliaram: a tolerabilidade de dor e sensibilização em população com dor lombo sacral crônica com características neuropáticas radiculares, através do Estimulador elétrico de dor de alta voltagem (HV-1) (LECYBYL *et al.*, 2010); o limiar perceptivo elétrico em pacientes com LM cervical incompleta crônica, por meio do Digitimer Ltd, Hertfordshire, Reino Unido (MACKLIN *et al.*, 2015); o limiar de percepção de corrente em pacientes diabéticos com neuropatia, fazendo uso do Neurometer (Neurotron, Inc., Baltimore, MD) (VINIK *et al.*, 1995). Os três estudos avaliaram a confiabilidade como propriedade de medida dos equipamentos. No entanto, não trazem informações sobre a viabilidade clínica, o que reforça a necessidade de estudos futuros para melhor explorarem esse aspecto.

Os equipamentos dos estudos incluídos não tiveram suas características de viabilidade apresentadas, não sendo possível considerá-los viáveis para o uso na prática clínica, uma vez que considera o tempo de administração, análise e interpretação do equipamento, custo e necessidade de treinamento especializado para utilização (BRITO *et al.*, 2022). Para a decisão de uso corriqueiro de um equipamento na prática clínica, esse deve ser avaliado quanto a sua viabilidade e as suas propriedades de medida.

O *checklist* COSMIN está disponível desde 2011 e tem como finalidade avaliar a qualidade metodológica dos estudos sobre propriedades de medida e auxiliar com suas diretrizes para torná-los de excelente qualidade (MOKKINK *et al.*, 2018; PRINSEN *et al.*, 2018). A maior parte dos estudos incluídos nessa revisão foram realizados antes da elaboração e disponibilidade dessa ferramenta, sendo, portanto, uma possível justificativa de não ter sido possível encontrar qualidade metodológica satisfatória nos estudos. Dessa forma, as evidências limitadas quanto a qualidade metodológica de estudos e das propriedades de medida dos equipamentos de diagnóstico elétrico sensorial não invasivo em indivíduos com distúrbios neurológicos pode ser atribuído a ausência do uso desse protocolo norteador dos estudos.

É possível identificar algumas limitações no nosso estudo, tais como: a diversidade das terminologias relacionados aos equipamentos de diagnóstico elétrico sensorial não

invasivo pode ter sido uma barreira para a sensibilidade da estratégia de busca. Além da falta de descrição de informações relevantes ao longo dos estudos também limitou a confiança na análise dos resultados extraídos.

Os estudos incluídos que investigaram as propriedades de medida de equipamentos de diagnóstico elétrico sensorial não invasivo em indivíduos com distúrbios neurológicos demonstraram qualidade metodológica que variou de "adequado a duvidoso". Em relação a qualidade das propriedades de medida, a maior parte dos estudos apresentaram classificação duvidosa. Os estudos sobre confiabilidade apresentaram adequada / satisfatória qualidade metodológica. Ainda que nenhum dos equipamentos investigados quanto a sua propriedade de medida tenha apresentado forte evidência para a robustez de suas propriedades, destacamos 3 equipamentos potencialmente mais adequados, que avaliaram: a tolerabilidade de dor e sensibilização em população com dor lombo sacral crônica com características neuropáticas radiculares, através do Estimulador elétrico de dor de alta voltagem (HV-1); o limiar perceptivo elétrico em pacientes com LM cervical incompleta crônica, por meio do Digitimer Ltd, Hertfordshire, Reino Unido; o limiar de percepção de corrente em pacientes diabéticos com neuropatia, fazendo uso do Neurometer (Neurotron, Inc., Baltimore, MD). No entanto, a ausência de informações sobre a viabilidade clínica reforça a necessidade de estudos futuros explorarem esse aspecto.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão identificou oito estudos que investigaram as propriedades de medida do diagnóstico elétrico sensorial não invasivo em indivíduos com distúrbios neurológicos. As principais propriedades de medida investigadas pelos estudos foram confiabilidade e validade de constructo (teste de hipóteses).

O uso do *checklist* COSMIN permitiu identificar que a maioria dos estudos incluídos apresentou limitações importantes que influenciaram a evidência sobre a qualidade metodológica dos estudos e das propriedades de medida dos equipamentos utilizados. Ademais, nenhum dos estudos incluídos apresentou informações sobre a viabilidade clínica dos equipamentos, visto a falta de informações relevantes sobre esse critério, o que reforça a necessidade de ser melhor explorado em estudos futuros em indivíduos com distúrbios neurológicos.

Os equipamentos que se propõem a fazer o diagnóstico elétrico sensorial não invasivo em indivíduos com distúrbios neurológicos são um recurso potencialmente capaz de

complementar a avaliação clínica quanto a identificação dos déficits sensoriais em distintas populações. No entanto, esses devem ser comprovadamente fáceis de acesso, de adequada validade, confiabilidade e viáveis para monitorar perdas sensoriais relacionadas a distúrbios sensoriais e apresentar uma inserção segura e ampla na prática profissional. Estudos futuros sobre equipamentos não invasivos que apresentem tais características poderão disponibilizar mais um recurso terapêutico de identificação e tratamento dos déficits sensoriais bem como aumentar o interesse dos profissionais na área.

## REFERÊNCIAS

ACERRA, N. **Sensorimotor dysfunction in CRPS1 and stroke**: characterisation, prediction and intervention. 2007. Tese (Doutorado) - Curso de Medical And Health Sciences, School Of Health And Rehabilitation Sciences, The University Of Queensland, 2007.

BAROHN, R. J.; AMATO, A. A. Pattern-Recognition Approach to Neuropathy and Neuronopathy. **Neurologic Clinics**, [S.L.], v. 31, n. 2, p. 343-361, maio 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ncl.2013.02.001>.

BRINATI, L. M. et al. Prevalence and factors associated with peripheral neuropathy in individuals with diabetes mellitus. **Research Journal Care is Fundamental**, v. 9, n. 2, p. 347-355, 2017.

BRITO, S. A. F. *et al.* Measurement properties of outcome measures used in neurological telerehabilitation: a systematic review protocol. **Plos One**, [S.L.], v. 17, n. 3, 21 mar. 2022. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0265841>.

CAREY, L. M.; MATYAS, T. A.; OKE, L. E. Sensory loss in stroke patients: effective training of tactile and proprioceptive discrimination. **Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation**, [S.L.], v. 74, n. 6, p. 602-611, jun. 1993. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0003-9993\(93\)90158-7](http://dx.doi.org/10.1016/0003-9993(93)90158-7).

CARMICHAEL, J. *et al.* Advances in Screening, Early Diagnosis and Accurate Staging of Diabetic Neuropathy. **Frontiers in Endocrinology**, 2012. doi: 10.3389/fendo.2021.671257

COSTA, A.B. *et al.* Construction of a scale to assess the methodological quality of systematic reviews. **Ciência & Saúde Coletiva**, [S.L.], v. 20, n. 8, p. 2441-2452, ago. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232015208.10762014>.

DIAS, C. S.; ALFIERI, F. M.; BATTISTELLA, L. R. Use of monofilaments for sensory evaluation in patients with sequelae of stroke: a systematic review. **Revista Brasileira de Neurologia**, [s. l], v. 55, n. 3, p. 22-28, set. 2019.

DINI, A. P. *et al.* Validity and reliability of a pediatric patient classification instrument. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, [S.L.], v. 22, n. 4, p. 598-603, ago. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0104-1169.3575.2457>.

DOYLE, S. *et al.* Interventions for sensory impairment in the upper limb after stroke. **Cochrane Database Of Systematic Reviews**, Washington, 16 jun. 2010. Wiley.

<http://dx.doi.org/10.1002/14651858.cd006331.pub2>.

DYCK, P. J. *et al.* Assessing Decreased Sensation and Increased Sensory Phenomena in Diabetic Polyneuropathies. **Diabetes**, [S.L.], v. 62, n. 11, p. 3677-3686, 24 out. 2013. American Diabetes Association. <http://dx.doi.org/10.2337/db13-0352>.

FÉLIX, E. P. V.; OLIVEIRA, A. S. B. Guidelines for the diagnosis of neuropathies in a Reference Center for Neuromuscular diseases. **Revista Neurociências**, São Paulo, v. 1, n. 18, p. 74-80, 2010.

GALVÃO, M. L. S. *et al.* Determinação do limiar de percepção de corrente elétrica em uma amostra de voluntários normais. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, [S.L.], v. 63, n. 2, p. 289-293, jun. 2005. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0004-282x2005000200016>.

GORST, T. *et al.* The prevalence, distribution, and functional importance of lower limb somatosensory impairments in chronic stroke survivors: a cross sectional observational study. **Disability And Rehabilitation**, [S.L.], v. 41, n. 20, p. 2443-2450, 4 maio 2018. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09638288.2018.1468932>.

GRIFFITH, K. A. *et al.* Evaluation of chemotherapy-induced peripheral neuropathy using current perception threshold and clinical evaluations. **Supportive Care In Cancer**, [S.L.], v. 22, n. 5, p. 1161-1169, 21 dez. 2013. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00520-013-2068-0>.

KANDEL, Erick R *et al.* **Princípios de Neurociências**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014. 1531 p.

KONG, X. *et al.* NC-stat sensory nerve conduction studies in the median and ulnar nerves of symptomatic patients. **Clinical Neurophysiology**, [S.L.], v. 117, n. 2, p. 405-413, fev. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2005.10.019>.

KRAYCHETE, D. C.; SAKATA, R. K. Neuropatias periféricas dolorosas. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, São Paulo, v. 61, n. 5, p. 649-658, out. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-70942011000500014>.

LA CONNELL; TYSON, S. F. Measures of sensation in neurological conditions: a systematic review. **Clinical Rehabilitation**, [S.L.], v. 26, n. 1, p. 68-80, 4 out. 2011. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/0269215511412982>

LECYBYL, R. *et al.* Validation, reproducibility and safety of trans dermal electrical stimulation in chronic pain patients and healthy volunteers. **Bmc Neurology**, [S.L.], v. 10, n. 1, 13 jan. 2010. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2377-10-5>.

LIMA, D. H. F. *et al.* Brazilian version of the nottingham sensory assessment: validity, agreement and reliability. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 14, n. 2, p. 166-174, abr. 2010.

LIPSITZ, L. A. *et al.* The pace and prognosis of peripheral sensory loss in advanced age: association with gait speed and falls. **BMC Geriatrics**, 2018. <https://doi.org/10.1186/s12877-018-0970-5>.

LIU, W. J. *et al.* Impacts of Stroke on Muscle Perceptions and Relationships with the Motor and Functional Performance of the Lower Extremities. **Sensors**, [S.L.], v. 21, n. 14, p. 4740, 11 jul. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/s21144740>.

MACKLIN, R. A. *et al.* Discrepancies between clinical assessments of sensory function and electrical perceptual thresholds after incomplete chronic cervical spinal cord injury. **Spinal Cord**, [S.L.], v. 54, n. 1, p. 16-23, 30 jun. 2015. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/sc.2015.104>.

MARTINS, Henrique Resende. **Sistema para avaliação de fibras nervosas periféricas utilizando corrente elétrica senoidal**: estudo de caso em hanseníase. 2013. 128 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

MAZAIRA, F. J. C.; FERNÁNDEZ, J. C. R. El tálamo: una puerta dinámica a la percepción. **Revista de Neurología**, [S.L.], v. 34, n. 02, p. 121, 2002. Viguera Editores SLU. <http://dx.doi.org/10.33588/rn.3402.2001442>.

MEYER, S. *et al.* Associations Between Sensorimotor Impairments in the Upper Limb at 1 Week and 6 Months After Stroke. **Journal Of Neurologic Physical Therapy**, [S.L.], v. 40, n. 3, p. 186-195, jul. 2016. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/npt.0000000000000138>.

MILHOMEM, A. C. M. **Percepção sensorial perturbada (Tátil) nos pés de pessoas com diabetes tipo 2, em atendimento ambulatorial**. 2010. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Enfermagem, Faculdade de Enfermagem, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

MOKKINK L. B. *et al.* **COSMIN methodology for systematic reviews of patient -**

**reported outcome measures (PROMs)**. The Netherlands: Amsterdam, 2018.

MOKKINK, L. B. *et al.* COSMIN Risk of Bias checklist for systematic reviews of Patient-Reported Outcome Measures. **Quality Of Life Research**, [S.L.], v. 27, n. 5, p. 1171-1179, 19 dez. 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11136-017-1765-4>.

MOKKINK, L. B. *et al.* The COnsensus-based Standards for the selection of health Measurement INstruments (COSMIN) and how to select an outcome measurement instrument. **Brazilian Journal Of Physical Therapy**, [S.L.], v. 20, n. 2, p. 105-113, abr. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0143>.

MOKKINK, L. B. *et al.* The COSMIN checklist for evaluating the methodological quality of studies on measurement properties: a clarification of its content. **Bmc Medical Research Methodology**, [S.L.], v. 10, n. 1, 18 mar. 2010a. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2288-10-22>.

MOKKINK, L. B. *et al.* The COSMIN study reached international consensus on taxonomy, terminology, and definitions of measurement properties for health-related patient-reported outcomes. **Journal Of Clinical Epidemiology**, [S.L.], v. 63, n. 7, p. 737-745, jul. 2010b. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinepi.2010.02.006>.

NASCIMENTO, O. J. M.; PUPE, C. C. B.; CAVALCANTI, E. B. U. Diabetic neuropathy. **Revista Dor**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 46-51, 2016.

NISHIMURA, A. *et al.* Objective evaluation of sensory function in patients with carpal tunnel syndrome using the current perception threshold. **Journal Of Orthopaedic Science**, [S.L.], v. 8, n. 5, p. 625-628, set. 2003. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1007/s00776-003-0684-0>.

NUNES, A. C. *et al.* Estudo piloto de prevalência de neuropatia periférica em adultos com diagnóstico de Diabetes mellitus tipo 2 na Atenção Primária à Saúde de Divinópolis – Brasil. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.] v. 10, n. 11, pág. e221101119568, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i11.19568.

PAGE, M. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **Bmj**, [S.L.], p. 71, 29 mar. 2021. BMJ. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.n71>.

PRINSEN, C. A. C. *et al.* COSMIN guideline for systematic reviews of patient-reported outcome measures. **Quality Of Life Research**, [S.L.], v. 27, n. 5, p. 1147-1157, 12 fev. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11136-018-1798-3>.

PRINSEN, C. A. C. *et al.* How to select outcome measurement instruments for outcomes included in a “Core Outcome Set” – a practical guideline. **Trials**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 0-0, 13 set. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s13063-016-1555-2>.

PURVES, D. *et al.* **Neurociências**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 936 p.

SAITO, M. *et al.* A simple method of quantifying chemotherapy-induced peripheral neuropathy using PainVision PS-2100 ®. **Asia-Pacific Journal Of Clinical Oncology**, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 80-85, 26 nov. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/ajco.13293>.

SCALHA, T. B. *et al.* Correlations between motor and sensory functions in upper limb chronic hemiparetics after stroke. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, [S.L.], v. 69, n. 4, p. 624-629, ago. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0004-282x2011000500010>.

SCHELLINGERHOUT, J. M. *et al.* Measurement properties of disease-specific questionnaires in patients with neck pain: a systematic review. **Quality Of Life Research**, [S.L.], v. 21, n. 4, p. 659-670, 7 jul. 2011. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11136-011-9965-9>.

SILVA, G. S. F. *et al.* Evaluation of skin sensitivity in individuals presented with temporomandibular disorder. **Revista Cefac**, [S.L.], v. 22, n. 4, p. 1-11, 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0216/20202241020>

SOUZA, A. C.; ALEXANDRE, N. M. C.; GUIRARDELLO, E. B.; Propriedades psicométricas na avaliação de instrumentos: avaliação da confiabilidade e da validade. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, [S.L.], v. 26, n. 3, p. 649-659, jul. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.5123/s1679-49742017000300022>.

SOUZA, B. J. **Avaliação da percepção por corrente senoidal**: uma nova perspectiva para neuropatias. 2016. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

STAINES, W. R. *et al.* Somatosensory Gating and Recovery From Stroke Involving the Thalamus. **Stroke**, [S.L.], v. 33, n. 11, p. 2642-2651, nov. 2002. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1161/01.str.0000032552.40405.40>.

Tack C. J. *et al.* Comparison of clinical examination, current and vibratory perception threshold in diabetic polyneuropathy. **The Netherlands Journal of Medicine**, v. 44, n. 2, p. 41-49, feb. 1994.

TERWEE, C. B. *et al.* Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. **Journal Of Clinical Epidemiology**, [S.L.], v. 60, n. 1, p. 34-42, jan. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinepi.2006.03.012>.

TYSON, S. F; BROWN, P. How to measure fatigue in neurological conditions? A systematic review of psychometric properties and clinical utility of measures used so far. **Clinical Rehabilitation**, [S.L.], v. 28, n. 8, p. 804-816, 11 fev. 2014. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/0269215514521043>.

TYSON, S.; CONNELL, L. The psychometric properties and clinical utility of measures of walking and mobility in neurological conditions: a systematic review. **Clinical Rehabilitation**, [S.L.], v. 23, n. 11, p. 1018-1033, 28 set. 2009. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/0269215509339004>.

VAN DER LEE, J. H. *et al.* Forced Use of the Upper Extremity in Chronic Stroke Patients. **Stroke**, [S.L.], v. 30, n. 11, p. 2369-2375, nov. 1999. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1161/01.str.30.11.2369>.

VINIK, A. I. *et al.* Quantitative measurement of cutaneous perception in diabetic neuropathy. **Muscle & Nerve**, [S.L.], v. 18, n. 6, p. 574-584, jun. 1995. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/mus.880180603>.

YEKUTIEL, M; GUTTMAN, E. A controlled trial of the retraining of the sensory function of the hand in stroke patients. **Journal Of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, [S.L.], v. 56, n. 3, p. 241-244, 1 mar. 1993. BMJ. <http://dx.doi.org/10.1136/jnnp.56.3.241>.

YU, Y. *et al.* Correlation Between Proprioceptive Impairment and Motor Deficits After Stroke: a meta-analysis review. **Frontiers In Neurology**, [S.L.], v. 12, 13 jan. 2022. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fneur.2021.688616>.

ZICCARDI, V. B. *et al.* Comparison of Current Perception Threshold Electrical Testing to Clinical Sensory Testing for Lingual Nerve Injuries. **Journal Of Oral And Maxillofacial Surgery**, [S.L.], v. 70, n. 2, p. 289-294, fev. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2011.08.019>.

ZICCARDI, V; HULLETT, J. S.; GOMES, J. Physical neurosensory testing versus current perception threshold assessment in trigeminal nerve injuries related to dental treatment: A retrospective study **Quintessence international**, v.40, n.7, p.603-9, 2009.

ZOLTOWSKI, A. P. C. *et al.* Methodological quality of systematic reviews in brazilian psychology journals quality of systematic reviews in psychology. **Psicologia: Teoria e**

Pesquisa, [S.L.], v. 30, n. 1, p. 97-104, mar. 2014. FapUNIFESP (SciELO).  
<http://dx.doi.org/10.1590/s0102-37722014000100012>.

## **ATIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O MESTRADO**

- Participação do grupo de pesquisa: Funcionalidade e incapacidade em indivíduos com condições de saúde neurológica, do(a) Universidade Federal do Ceará;
- Apresentação do trabalho: Propriedades de medida e utilidade clínica do diagnóstico elétrico sensorial não invasivo em indivíduos com distúrbios Neurológicos: Revisão sistemática, no congresso Brasileiro de Fisioterapia Neurofuncional, 03 a 06 de setembro de 2021;
- Participação na atividade acadêmica de estágio à docência acompanhando o professor nas aulas práticas e teóricas da disciplina de Fisioterapia neurológica. Além de orientar os alunos sobre dúvidas surgidas durante as atividades;
- Elaboração do projeto de pesquisa e sua posterior qualificação. Subsequente desenvolvimento da escrita da revisão sistemática, como produto final da atual pesquisa.

**APÊNDICE A: ESTRATEGIA DE BUSCA**

<b>EQUIPAMENTOS DIAGNÓSTICOS</b>	<b>CORRENTE ELÉTRICA</b>	<b>PROPRIEDADES DE MEDIDA</b>
neurometer OR "nerve conduction testing device" OR NC-STAT OR "neurometer cpt" OR "neurometer cpt lab" OR "neurometer cpt-c" OR "neurometer nervscan" OR "nerve conduction testing device" OR "neurosensory testing device" OR "current perception threshold" OR "neurological diagnostic device"	"electric current" OR "electrical current" OR "direct current" OR electric OR electrostimulation OR "electric stimulation" OR "electrical stimulation" OR "electro stimulation" OR "electrostimulus"	"psychometric properties" OR psychometric OR "psychometric screening" OR "psychometric test" OR "psychometrics" OR reliability OR "intermethod reliability" OR "internal consistency" OR "interrater reliability" OR "intrarater reliability" OR "test retest reliability" OR "measurement error" OR Validity OR "concurrent validity" OR "consensual validity" OR "construct validity" OR "content validity" OR "convergent validity" OR "criterion related validity" OR "discriminant validity" OR "ecological validity" OR "external validity" OR "face validity" OR "internal validity" OR "multitrait multimethod" OR "predictive validity" OR "criterion validity"

## APÊNDICE B: FICHA DE EXTRAÇÃO DOS DADOS

NOME:

DATA:

INFORMAÇÕES DO ESTUDO			
Título e ID			
Autores			Ano
Objetivo			
Desenho do estudo			
População (descrição)			N:
Equipamento			Correntes utilizadas
Contexto de aplicação	Intervenção	Diagnóstico	Comparação:
Desfechos	Principais:		Secundários:
Detalhes do protocolo			
Valores de referência para diagnóstico foram apresentados? Quais?			
Resultados (resumo):			
Efeitos adversos foram citados? Quais?:			
Conclusões dos autores (pontos chave):			
AVALIAÇÃO COSMIN			
Domínio	Propriedade de medida contemplada	Categorização (4 point scale)	Avaliação resultados (+,-,?)
Obs. adicionais:			

## ANEXO 1: REGISTRO PROSPERO

To enable PROSPERO to focus on COVID-19 submissions, this registration record has undergone basic automated checks for eligibility and is published exactly as submitted. PROSPERO has never provided peer review, and usual checking by the PROSPERO team does not endorse content. Therefore, automatically published records should be treated as any other PROSPERO registration. Further detail is provided [here](#).

### Citation

Caroline Nunes Pinto Fernandes, Maria Caroline da Silva, Ramon Távora Viana, Lidiane Andréa Oliveira Lima, Pedro Henrique Avelino Oliveira, Marcela de Castro Ferracioli Gama. Measurement properties and feasibility of non-invasive sensory electrical diagnosis for people facing neurological diseases: a systematic review.. PROSPERO 2020 CRD42020201819 Available from: [https://www.crd.york.ac.uk/prospéro/display\\_record.php?ID=CRD42020201819](https://www.crd.york.ac.uk/prospéro/display_record.php?ID=CRD42020201819)

### Review question

What is the level of evidence on the measurement properties and feasibility of non-invasive electrical diagnosis for people facing neurological diseases?

Which non-invasive sensory electrical diagnosis are employed to evaluate sensorial impairments in subjects with neurological diseases?

Which electrical current and parameters are applied?

Are there reference values to diagnose sensory impairment?

For which neurological diseases the sensory electrical diagnosis are been described? In which therapies?

Is there adverse events related to the use of non-invasive electrical diagnosis devices?

### Searches

A comprehensive search strategy will be applied to conduct a systematic search in the following electronic databases: CINAHL, PubMed, Scopus, Embase and Web of Science Only studies conducted on humans will be included and there will be no restrictions regarding language or date of publication. Search terms such as (neurometer OR "nerve conduction testing device" OR NC-STAT OR "neurometer cpt" OR "neurometer cpt lab" OR "neurometer cpt-c" OR "neurometer nervscan" OR "nerve conduction testing device" OR "neurosensory testing device" OR "current perception threshold" OR "neurological diagnostic device") AND ("electric current" OR "electrical current" OR "direct current" OR electric OR electrostimulation OR "electric stimulation" OR "electrical stimulation" OR "electro stimulation" OR electrostimulus) AND ("psychometric properties" OR psychometric OR "psychometric screening" OR "psychometric test" OR "psychometrics" OR reliability OR "intermethod reliability" OR "internal consistency" OR "interrater reliability" OR "intrarater reliability" OR "test retest reliability" OR "measurement error" OR Validity OR "concurrent validity" OR "consensual validity" OR "construct validity" OR "content validity" OR "convergent validity" OR "criterion related validity" OR "discriminant validity" OR "ecological validity" OR "external validity" OR "face validity" OR "internal validity" OR "multitrait multimethod" OR "predictive validity" OR "criterion validity") will be applied as keywords, MeSH and subject headings.

### Types of study to be included

All studies (published as a full-text paper) that reported measurement properties of non-invasive electrical diagnosis for people facing neurological diseases.

### Condition or domain being studied

Sensory impairments in individuals facing central neurological disorders or peripheral neuropathy.

### Participants/population

Inclusion criteria: Adults (>18) with neurological conditions (such as central disorders ou peripheral

## ANEXO 2: COSMIN

### **COSMIN Risk of Bias checklist**

Date: December, 2017

**Contact**

L.B. Mokkink, PhD  
VU University Medical Center  
Department of Epidemiology and Biostatistics  
Amsterdam Public Health research institute  
P.O. box 7057  
1007 MB Amsterdam  
The Netherlands  
Website: [www.cosmin.nl](http://www.cosmin.nl)  
E-mail: [w.mokkink@vumc.nl](mailto:w.mokkink@vumc.nl)



### ANEXO 3: CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS PROPRIEDADES DE MEDIDA

**Table 1** Updated criteria for good measurement properties

Measurement property	Rating	Criteria
Structural validity	+	<b>CTT</b> CFA: CFI or TLI or comparable measure $>0.95$ OR RMSEA $<0.06$ OR SRMR $<0.08^a$ <b>IRT/Rasch</b> No violation of <u>unidimensionality</u> <sup>b</sup> : CFI or TLI or comparable measure $>0.95$ OR RMSEA $<0.06$ OR SRMR $<0.08$ <b>AND</b> no violation of <u>local independence</u> : residual correlations among the items after controlling for the dominant factor $<0.20$ OR Q3's $<0.37$ <b>AND</b> no violation of <u>monotonicity</u> : adequate looking graphs OR item scalability $>0.30$ <b>AND</b> adequate <u>model fit</u> IRT: $\chi^2 > 0.001$ Rasch: infit and outfit mean squares $\geq 0.5$ and $\leq 1.5$ OR Z-standardized values $>-2$ and $<2$
	?	CTT: not all information for '+' reported IRT/Rasch: model fit not reported
	-	Criteria for '+' not met
Internal consistency	+	At least low evidence <sup>c</sup> for sufficient structural validity <sup>d</sup> AND Cronbach's alpha(s) $\geq 0.70$ for each unidimensional scale or subscale <sup>e</sup>
	?	Criteria for "At least low evidence <sup>c</sup> for sufficient structural validity <sup>d</sup> " not met
Reliability	+	ICC or weighted Kappa $\geq 0.70$
	?	ICC or weighted Kappa not reported
	-	ICC or weighted Kappa $<0.70$
Measurement error	+	SDC or LoA $< MIC^d$
	?	MIC not defined
	-	SDC or LoA $> MIC^d$
Hypotheses testing for construct validity	+	The result is in accordance with the hypothesis <sup>f</sup>
	?	No hypothesis defined (by the review team)
	-	The result is not in accordance with the hypothesis <sup>f</sup>
Cross-cultural validity\measurement invariance	+	No important differences found between group factors (such as age, gender, language) in multiple group factor analysis OR no important DIF for group factors (McFadden's $R^2 < 0.02$ )
	?	No multiple group factor analysis OR DIF analysis performed
	-	Important differences between group factors OR DIF was found
Criterion validity	+	Correlation with gold standard $\geq 0.70$ OR AUC $\geq 0.70$
	?	Not all information for '+' reported
	-	Correlation with gold standard $<0.70$ OR AUC $<0.70$
Responsiveness	+	The result is in accordance with the hypothesis <sup>f</sup> OR AUC $\geq 0.70$
	?	No hypothesis defined (by the review team)
	-	The result is not in accordance with the hypothesis <sup>f</sup> OR AUC $<0.70$

The criteria are based on, e.g., Terwee et al. [29] and Prinsen et al. [19]

AUC area under the curve, CFA confirmatory factor analysis, CFI comparative fit index, CTT classical test theory, DIF differential item functioning, ICC intraclass correlation coefficient, IRT item response theory, LoA limits of agreement, MIC minimal important change, RMSEA root mean square error of approximation, SEM standard error of measurement, SDC smallest detectable change, SRMR standardized root mean residuals, TLI Tucker-Lewis index

"+" = sufficient, "-" = insufficient, "?" = indeterminate

<sup>a</sup>To rate the quality of the summary score, the factor structures should be equal across studies

<sup>b</sup>Unidimensionality refers to a factor analysis per subscale, while structural validity refers to a factor analysis of a (multidimensional) patient-reported outcome measure

<sup>c</sup>As defined by grading the evidence according to the GRADE approach

<sup>d</sup>This evidence may come from different studies

<sup>e</sup>The criteria 'Cronbach alpha  $<0.95$ ' was deleted, as this is relevant in the development phase of a PROM and not when evaluating an existing PROM

<sup>f</sup>The results of all studies should be taken together and it should then be decided if 75% of the results are in accordance with the hypotheses